

**EMPLEO DE TRES METODOLOGÍAS DE INVENTARIO DE GEOSITIOS PARA LA
GEOCONSERVACIÓN. CASO DE ESTUDIO: GEOSITIO GRUTAS DEL PALACIO**

**EMPLOYMENT OF THREE METHODOLOGIES OF GEOSITIES INVENTORY FOR
GEOCONSERVATION. CASE STUDY: GRUTAS DEL PALACIO GEOSITE**

Picchi, D., Goso, C., Caballero, JP.

Instituto de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias (UDELAR)
dpicchi@fcien.edu.uy

RESUMEN

Desde setiembre de 2013 Uruguay cuenta en su territorio con un Geoparque UNESCO, denominado Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio (GMUGP), ubicado en el Departamento de Flores y con una pequeña extensión en los Departamentos de Soriano y Río Negro. El Programa Internacional de Geociencias y Geoparques de la UNESCO surge a partir de la idea de valorizar, proteger y promover el patrimonio geológico en los territorios. Un Geoparque UNESCO no solo se caracteriza por la geología de su territorio, sino que debe poseer sitios (geositios) de interés científico, cultural o educativo que sustenten un desarrollo local. En particular GMUGP posee una docena de geositios algunos con valor científico y varios de ellos educativos y/o turísticos. Este trabajo presenta un análisis de distintas metodologías de inventario de geositios, útiles para las estrategias que se puedan implementar para geoconservación del geopatrimonio, tomando como ejemplo al geositio Grutas del Palacio, el cual da el nombre al Geoparque, y constituye uno de los principales atractivos en función de su valor patrimonial, educativo, científico y turístico.

Palabras clave: inventario de geositios, Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio, Flores, Uruguay.

ABSTRACT

Since 2013 Uruguay has a UNESCO Global Geopark in its territory. The UNESCO Global Grutas del Palacio Geopark (UGGPG) is mainly located in Flores Department, with smaller areas in Soriano and Rio Negro departments. UNESCO's Geoparks programme emerges as an idea of valuing, protecting and promoting the geological heritage, developing for these tasks geo-education, geo-conservation and geo-tourism activities. A UNESCO Geopark is not only characterized by the geology of its territory, which must possess sites (geosites) of specific scientific, cultural or educational interest, but also promotes its study, for a better use of its inhabitants in geotourism activities, promoting local development. UGGPG has a dozen geosites, some of which have heritage value, others scientific and several of them educational and touristic interest. Uruguay not only achieved this UNESCO certification in 2013 but it was also revalidated in 2017 to further deepen the outreach activities and the better use of the local community for its geotourist resources. This study presents an evaluation of different geosite inventory methodologies, taking as an example one of the most important geosites of UGGPG, the Gruta del Palacio, which gives the name to the Geopark and constitutes one of the main attractions according to its heritage, educational, scientific and touristic value.

Key words: Geosites inventory, methodological assessment, Grutas del Palacio UNESCO Geopark, Uruguay

EMPLEO DE TRES METODOLOGÍAS DE INVENTARIO DE GEOSITIOS PARA LA GEOCONSERVACIÓN. CASO DE ESTUDIO: GEOSITIO GRUTAS DEL PALACIO

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la geología viene desempeñando un nuevo rol relacionado con su vínculo con la Sociedad, utilizando para ello como instrumento el concepto de Geoparques Mundiales UNESCO.

Para instrumentar un geoparque se deben seguir ciertas pautas rigurosas establecidas por UNESCO para su implementación.

El patrimonio geológico según Brilha (2005) se define como “el conjunto de los geositos inventariados y caracterizados en un área dada o región”. Por su parte, Carcavilla et al. (2007, 2008) lo definen como “el conjunto de elementos geológicos que se destacan por su valor científico, cultural o educativo”.

La propuesta de creación del Geoparque UNESCO Grutas del Palacio surgió bajo la supervisión de la Intendencia de Flores y con la asistencia técnica de la Facultad de Ciencias, habiendo obtenido su ingreso a la Red Global de Geoparques en 2013.

Para esto se torna necesario conocer la geología de un territorio, explorar la existencia de sitios de connotada relevancia científica, patrimonial, educativa o turística para que puedan ser utilizados en una propuesta que tenga como objetivos actividades como la educación, la conservación y el geoturismo. Para Brilha (2005) un geosito es la ocurrencia de uno o más elementos de la geodiversidad (aflorantes ya sea en resultado de la acción de procesos naturales o debido a la intervención humana) bien delimitado geológicamente y que presenta valor singular desde el punto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico u otro.

La elección de varios geositos en un determinado territorio y en el marco de un plan estratégico que tenga su foco en el desarrollo de la comunidad local, es el necesario primer paso para la implementación de un Geoparque. Para llegar a ese objetivo se requiere no solamente de los recursos geológicos identificados (geositos), sino también de recursos logísticos y financieros que sustenten un conjunto de actividades de educación y conservación que deberán implementarse en el territorio. Por ello, es necesaria la participación de actores provenientes de distintos estamentos públicos (gestores locales y nacionales, educadores) y privados (sociedad civil organizada), tal como ocurre en Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio (GMUGP).

La presente contribución tiene como principal objetivo presentar una comparación de metodologías en inventarios para la cuantificación de potenciales geositos en un Geoparque, los que a su vez podrán ser insumos para futuras

políticas de geoconservación y monitoreo.

Desde el punto de vista científico se pueden delinear distintas estrategias para la selección de geositos, dependiendo de las características geológicas de una región, en particular por la relevancia científica internacional, regional o local que ellos posean. En este sentido, se pueden crear comisiones evaluadoras de expertos calificados, con el objetivo de evaluar los lugares de interés geológico o geositos en una región determinada. Luego de obtenida una lista inicial de geositos se procede a realizar el correspondiente inventario, para analizar sus valores científicos, educativos, recreativos y de vulnerabilidad. Mediante una serie de calificaciones en los distintos rubros, de acuerdo a cuestionarios ya conocidos cada geosito será objeto de una evaluación. También, estos inventarios proveen elementos y criterios que permitirán diseñar estrategias para su uso y el plan de manejo específico y en general para el Geoparque.

El GMUGP cuenta con una docena de geositos que muestran parte de la historia geológica de la Tierra, desde el Proterozoico y una parte del Fanerozoico. Cada uno de ellos con distintos atributos desde lo científico, educativo o turístico conformando la geodiversidad del Geoparque. Si bien existe en la literatura científica distintos métodos para inventariar geositos, en este trabajo se seleccionaron para comparar las propuestas de García-Cortés et al. (2014), Medina (2012 y 2015) y García et. al. (2018).

Por lo tanto, este trabajo refiere al análisis de las tres metodologías de distintos países para inventariar geositos, a efectos de conocer su aplicabilidad y resultados en propuestas de geoparques. Si bien se tienen los resultados de varios geositos del Geoparque, se tomará como caso de estudio su aplicación a solamente uno de ellos, el geosito Grutas del Palacio. De esta manera, con el análisis comparativo entre ellas se pretende contribuir al conocimiento de las dificultades y beneficios que tiene cada metodología, para que en caso de existir nuevas propuestas de Geoparques en el país, puedan ser considerados los aspectos positivos / negativos partir de la experiencia en GMUGP.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL GEOSITIO GRUTAS DEL PALACIO

El geosito Grutas del Palacio se encuentra a unos 45 km al Norte de la ciudad de Trinidad en el Departamento de Flores (Figura.1), en la localidad conocida como Marincho. Allí, se accede por la antigua Ruta Nacional N° 3, la que está en relativa buenas condiciones de tránsito, o por el km 236 de la actual Ruta Nacional N° 3,

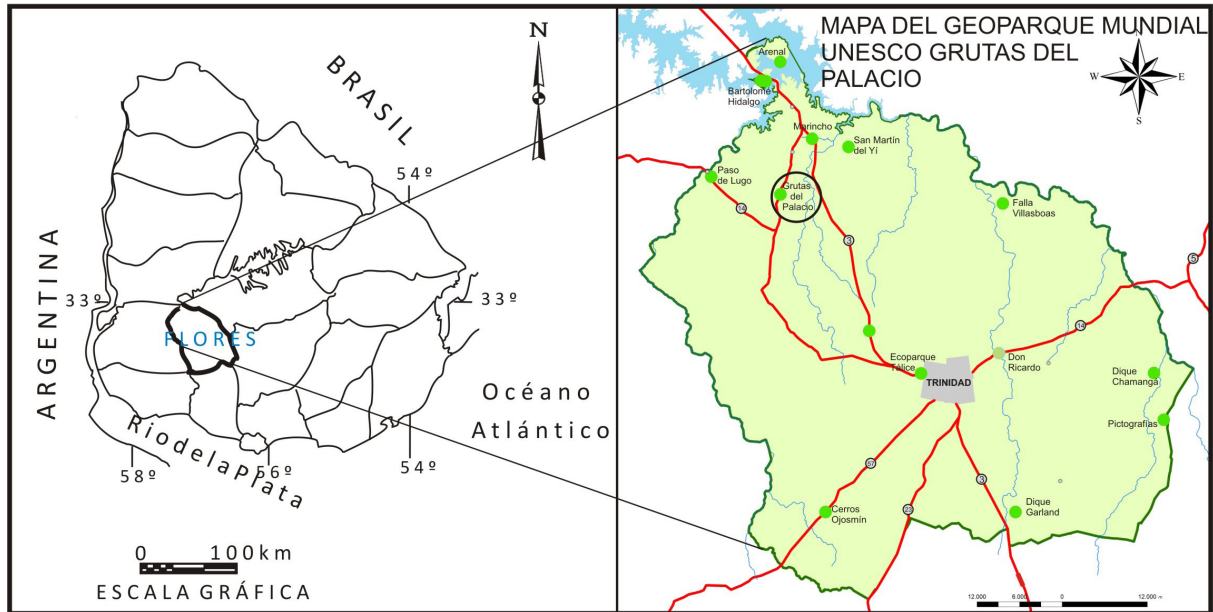


FIGURA 1. Mapa de ubicación del geosito Grutas del Palacio.

FIGURE 1. Localization map of Grutas del Palacio geosite.

en donde se toma al Sur por unos 10 kilómetros. La localidad más próxima es Andresito, que posee 500 habitantes aproximadamente y se encuentra a una distancia cercana a los 12 km.

Esta zona presenta formas de relieve suavemente onduladas (Figura 2) debido a que los terrenos corresponden mayoritariamente al basamento cristalino proterozoico, que en

ocasiones es cubierto por una relativamente poco espesa cobertura sedimentaria cretácica y ocasionalmente cuaternaria. En esta localidad se observa una escarpa de erosión formada por erosión hídrica, donde se manifiesta una acción erosiva diferencial sobre areniscas y conglomerados rojizos ferrificados (columnas y coraza) y fangos blancos y beige, que genera

Modelo Digital del Terreno - Grutas del Palacio

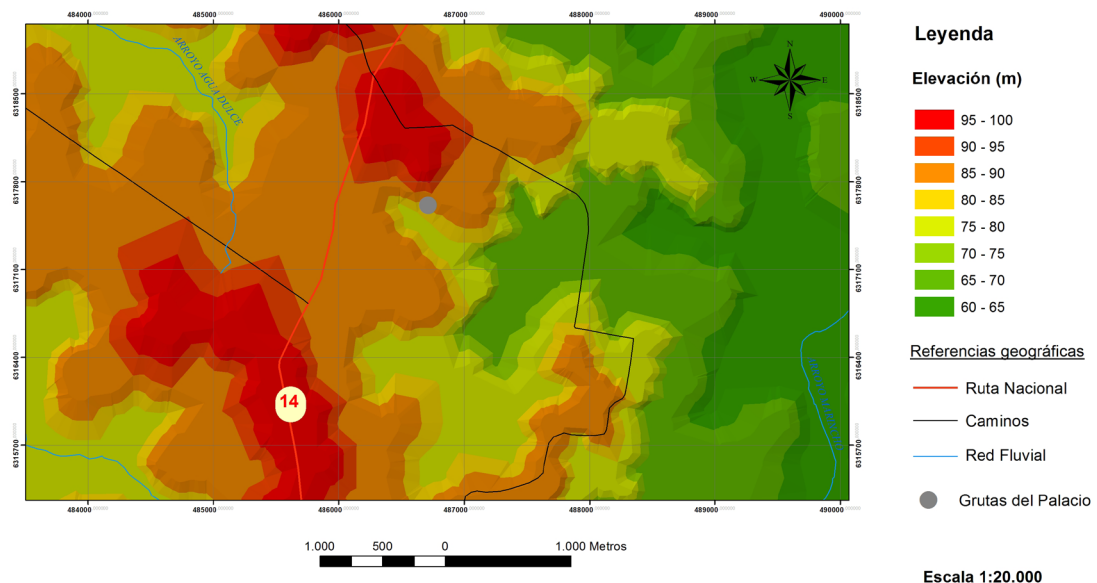


FIGURA 2. Modelo digital del terreno en los alrededores del geosito Grutas del Palacio.

FIGURE 2. Surface digital model around Grutas del Palacio geosite.

Mapa Geológico - Grutas del Palacio

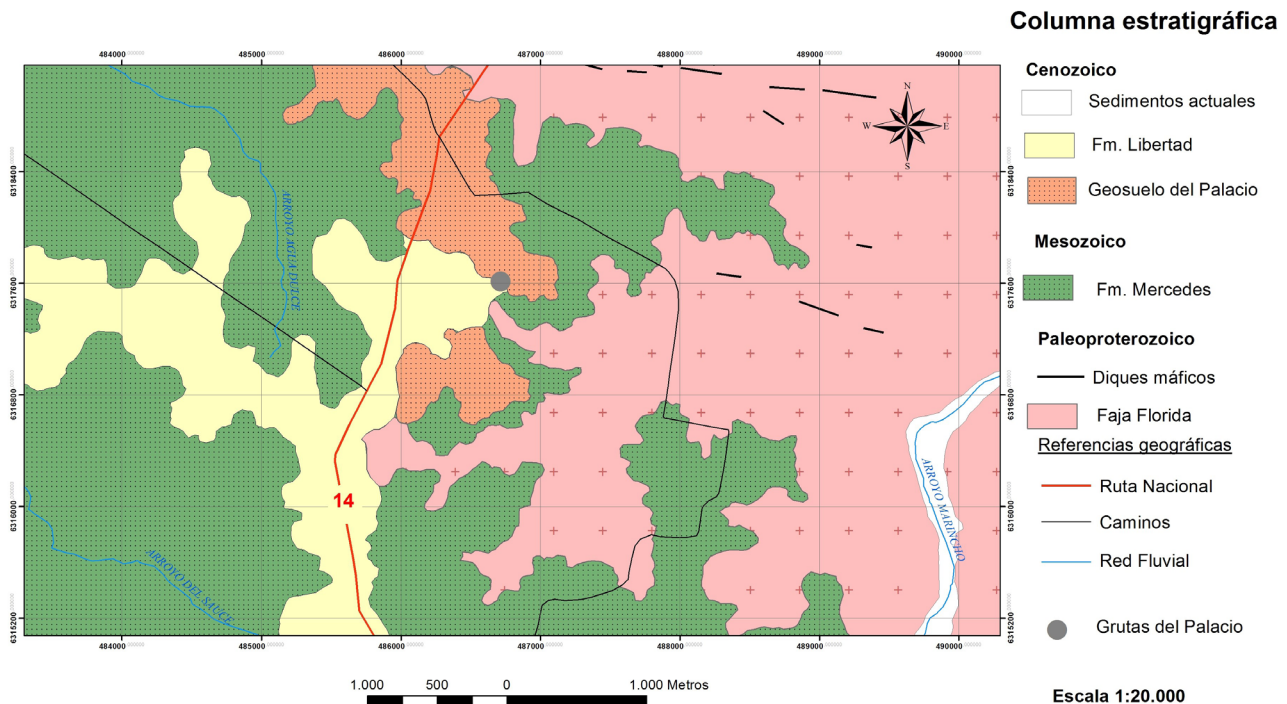


FIGURA 3. Mapa geológico del entorno del geositio Grutas del Palacio.
FIGURE 3. Geological map around Grutas del Palacio geosite.

la caverna conocida como Gruta del Palacio de los Indios. Este proceso erosivo sobre estos materiales pertenecientes a la Formación Asencio ha sido reconocido en otras localidades de Uruguay (departamentos de Soriano, Paysandú, Durazno), pero es en Flores donde se exponen las cavernas más grandes (Goso & Perea 2006).

En relación a las escorrentías superficiales en la zona, ésta pertenece a la cuenca superior del Arroyo Marincho, el que drena sus aguas de Sur a Norte, hacia el Río Yí. Una serie de pequeñas cañadas y cursos de agua intermitentes que integran esa red hidrográfica, con dirección de escurrimiento hacia el Norte, recortan los predios circundantes al geositio. La red tiene baja densidad y es de tipo dendrítica encontrándose poco cursos fluviales de importancia. La principal dirección de escurrimiento es controlada por las litologías pertenecientes a la Formación Arroyo Grande (Preciozzi 1993) y a la Formación Mercedes, drenando desde vertientes y escarpas erosivas.

En la zona del entorno de este geositio se pudieron observar los siguientes conjuntos litológicos representados en la Figura 3: a) Granitos de la Faja Florida (Bossi & Navarro

1988) al NE y SE.; b) Areniscas, conglomerados y silcretos pertenecientes a la Formación Mercedes, c) Areniscas arcillosas beige de la Formación Asencio y ferrificadas del Geosuelo del Palacio al NE y SW; 4) Fangos marrones y diamictitas grises de la Formación Libertad.

METODOLOGÍA

Las metodologías de inventario de geositios toman elementos del Método Delphi. Este método fue ideado a comienzos de 1950 en el Centro de Investigación estadounidense RAND Corporation por Olaf Helmer y Theodore J. Gordon como un instrumento para realizar predicciones sobre un caso de catástrofe nuclear. Linstone & Turoff (1975) definen la técnica Delphi como un método de estructuración de comunicación grupal que permite tratar un problema complejo con base en la opinión de expertos. Sus estimaciones se realizan en sucesivas rondas anónimas, como objetivo de conseguir consenso, pero con autonomía por parte de los participantes. La encuesta se lleva a cabo de una manera anónima (Linstone & Turoff, 1975).

A continuación se presentan las



FIGURA 4. Vista panorámica del geosítio Grutas del Palacio.
FIGURE 4. Panoramic view of Grutas del Palacio geosite.

características generales de tres propuestas metodológicas de inventarios de países diferentes: García et al (2018) en Brasil, Medina (2012, 2015) en Argentina y García-Cortés et al (2014) en España. Esas contemplan la valoración de distintos elementos como ser: los valores científicos, turísticos o didácticos; mientras que otros enfatizan la vulnerabilidad, degradación y protección de los geosítios.

Propuesta de García et al. (2018)

Este modelo de inventario está basado en el de Brilha (2016). El método de estos investigadores fue utilizado en el Estado de San Pablo (Brasil) debido a la gran urbanización y erosión que estaba afectando a algunos sitios con valor científico en aquel territorio. Esta propuesta fue desarrollada por la comunidad geocientífica convocada para identificar geosítios con valor científico en todo el Estado de San Pablo. Así fueron caracterizados 142 geosítios, desde el punto de vista geológico y geomorfológico, los mismos fueron evaluados siguiendo principalmente dos aspectos: importancia científica y riesgo de degradación; valorando diez parámetros, a efectos de establecer prioridades para su futuro manejo. Este inventario tiene como ventaja que puede ser constantemente mejorado ya que el conocimiento está siempre incrementándose y por lo tanto es posible actualizarlo, e incluso proponer nuevos geosítios. Durante el trabajo de evaluación, cada geosítio potencial fue calificado de acuerdo a los

siguientes criterios: representatividad, que alude a lo apropiado del geosítio para ilustrar algún tipo de proceso geológico o que contribuya para el entendimiento de algún asunto; integridad, que refiere al estado de conservación actual, tomando para ello como referencia los procesos naturales y antrópicos; rareza, entendida como la abundancia de geosítios que representan procesos o formas geológicas similares; valor científico, basado en la existencia de publicaciones. Cada uno de estos parámetros tiene un peso relativo diferente al momento de la valoración.

Por lo tanto, la vulnerabilidad de muchos de estos sitios es actualmente alta debido a esas condicionantes que ponen en riesgo de pérdida a afloramientos con valor científico.

Propuesta de Medina (2012, 2015)

El método de este investigador argentino surge como una aplicación de la metodología de base cuantitativa de Brilha (2005), que de una forma cuantitativa evalúa a los potenciales geosítios sometiéndolos a una serie de criterios y asignándoles valores de acuerdo a sus características. El mismo pretende adaptarse a la realidad del territorio argentino y brindar una herramienta para evaluar los potenciales geosítios asignándoles valores en concordancia con sus propias características. Surge por la aparente amenaza instalada -según el autor-producto de actividades tales como la agricultura en grandes superficies, grandes infraestructuras, etc., que traen aparejado un deterioro o incluso

EMPLEO DE TRES METODOLOGÍAS DE INVENTARIO DE GEOSITIOS PARA LA GEOCONSERVACIÓN. CASO DE ESTUDIO: GEOSITIO GRUTAS DEL PALACIO

Tipo de valor	Parámetro de valoración	Análisis de los parámetros de valoración
Intrínseco	Abundancia	Número de ocurrencias semejantes. Se valora la rareza del ejemplar.
	Extensión	Extensión superficial del geosítio. En general se considera que un geosítio es tanto más importante cuanto mayor es su extensión.
	Condiciones de observación	Se refiere al grado de facilidad que ofrece el entorno para observar el geosítio.
	Estado de conservación	Se analiza el grado de conservación del geosítio.

CUADRO 1. Parámetros de valoración del valor intrínseco.

Tipo de valor	Parámetro de valoración	Análisis de los parámetros de valoración
Científico / Educativo	Conocimiento científico	Marca el grado de importancia que le fue atribuido por la comunidad académica, medido a través de publicaciones y estudios científicos.
	Representatividad	Informa sobre la capacidad del sitio para representar adecuadamente las características de la zona.
	Posibilidad de realizar actividades científicas	Informa si el geosítio cumple con condiciones para realizar actividades científicas
	Utilidad como modelo para ilustrar procesos geológicos	Es la posibilidad del geosítio de poder mostrar fielmente un determinado proceso geológico
	Posibilidad de realizar actividades didácticas	Informa si el geosítio cumple con las condiciones para realizar actividades didácticas teniendo en cuenta el nivel de conocimiento
	Conocimiento divulgativo	Informa sobre el nivel de divulgación que presenta actualmente el geosítio en revistas científicas, boletines, etc.

CUADRO 2. Parámetros de valoración del valor científico / educativo.

Tipo de valor	Parámetro de valoración	Análisis de los parámetros de valoración
Turístico	Asociación con elementos de índole cultural	Informa si el lugar posee elementos considerados de importancia cultural (Medina 2012)
	Asociación con elementos de índole natural	Informa si el lugar posee elementos considerados de importancia natural flora/fauna (Medina 2012)
	Posibilidad de realizar actividades turísticas	Informa si el lugar cumple con condiciones favorables para realizar actividades de ocio, relacionado a su potencialidad (Medina 2012)
	Accesibilidad	Considera la situación de acceso al geosítio
	Proximidad de poblaciones a beneficiarse con divulgación del geosítio	Informa sobre la población en proximidad que sería beneficiada con la valoración y por las actividades que se realicen en torno al geosítio
	Proximidad a centros de servicios	Ej. Informes sobre la presencia de hoteles, restaurantes, y otros servicios de ocio
	Capacidad escénica	Es la capacidad que tiene un sitio o paisaje para transmitir un determinado sentimiento de belleza, en función del significado y la apreciación cultural que ha adquirido a lo largo de la historia, en función de los colores, la diversidad, la topografía, entre otros (Medina 2012)

CUADRO 3. Parámetros de valoración del valor turístico.

Tipo de valor	Parámetro de valoración	Análisis de los parámetros de valoración
Vulnerabilidad	Posibilidad de recolectar objetos geológicos	Se valora los geositos que posean la capacidad dentro de parámetros normales de recolectar muestras sin dañar su integridad
	Amenazas actuales o potenciales (a variable plazo)	Evalúa el peligro o pérdida o daño del geosito que tiene o puede llegar a tener, asociado a la expansión urbana, industrial, presión rural, infraestructuras, minería, etc.
	Interés para la explotación minera	Se evalúa la existencia de algún interés en el geosito o su alrededor para la actividad minera
	Fragilidad	Indica la pérdida de integridad del recurso en el lugar, ya sea por sus dimensiones o por su naturaleza. Se privilegia los geositos con mayor capacidad de resistencia
	Protección local	Se privilegia los geositos con algún tipo de protección legal o por otros medios

CUADRO 4. Parámetros de valoración del valor vulnerabilidad.

la desaparición de la herencia geológica en Argentina, lo cual se traduce a un empobrecimiento del patrimonio de todos y de la historia geológica del mundo (Medina 2015). Según este autor, el proceso de inventario de potenciales geositos tiene dos momentos: el primero estará centrado en el relevamiento del terreno donde se utilizará una ficha llamada Carácter General. En una segunda instancia se realizará el trabajo de gabinete donde se completarán fichas de Soporte Gráfico, para luego realizar el proceso evaluativo-selectivo y así finalmente definir los geositos para ser incluidos en un plan de geoconservación y monitoreo (Medina, 2015).

Este método evalúa los siguientes parámetros; Valor intrínseco, Valor científico / educativo, Valor turístico y Valor de vulnerabilidad. Estos cuatro criterios que por su finalidad serán llamados Tipos de Valores, albergan en su conjunto 22 Parámetros de Valorización (Cuadros 1, 2, 3 y 4). Otro de los parámetros que evalúa este método es el índice de geoconservación el cual brinda información de cuál es la mejor o peor situación de geoconservación para el geosito.

Propuesta de García-Cortés et al (2014): Lugares de Interés Geológico (LIG)

Esta surge para cumplir con la normativa de protección del patrimonio geológico en España. Es efectuada por los técnicos del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y define un Lugar de Interés Geológico (LIG) como aquel sitio que tiene interés por su carácter único y/o representativo, para el estudio e interpretación del origen y evolución de los grandes dominios geológicos españoles, incluyendo los procesos que los han modelado, los climas del pasado y su evolución paleobiológica. Estas áreas deberán mostrar, de manera suficientemente continua y homogénea en toda su extensión, una

o varias características notables y significativas del patrimonio geológico de una región natural.

El IGME puso en aplicación este método que consiste primero en la consulta a un panel de expertos de cada área geológica a fin de elaborar un mapa digital del cual surjan los sitios con más valor. Este inventario tiene vocación universal y pretende cubrir todas las disciplinas geológicas. Por lo tanto, a los lugares de interés geológico definidos en el inventario se les asignará uno o varios de los tipos de interés por su contenido. Así por ejemplo, interés como el estratigráfico, sedimentológico (incluyendo paleogeográfico y paleoclimático), geomorfológico (incluyendo karst, riesgos geológicos y geotecnia), paleontológico, tectónico, petrológico-geoquímico, minero-metalogenético, mineralógico-cristalográfico, hidrogeológico, edafológico, etc. son evaluados.

Luego se valoran cuantitativamente en base a parámetros de valor intrínseco y ligado a su potencialidad en relación a: actividades turísticas recreativas y didácticas. De esa forma se obtienen evaluaciones agrupadas por valores, turísticos – recreativos o científico – didácticos.

RESULTADOS

Valoración del Geosito Grutas del Palacio

De la aplicación del método de García et al (2018) surgen los resultados que se detallan a continuación, cabe acotar que este método considera dos parámetros, el valor científico y la vulnerabilidad.

Según el método de Medina (2012) surgen los resultados expresados en la Tabla 3.

Por su parte, de la aplicación del método García-Cortés et al (2014) surgen los resultados que se expresan en las Tablas 4, 5 y 6.

Luego de la aplicación de los distintos métodos se comparan los resultados obtenidos los cuales se presentan a continuación.

EMPLEO DE TRES METODOLOGÍAS DE INVENTARIO DE GEOSITIOS PARA LA GEOCONSERVACIÓN. CASO DE ESTUDIO: GEOSITIO GRUTAS DEL PALACIO

Valor científico		Valor de ponderación	Resultado
A - Representatividad	4	0,3	1,2
B – Conocimiento científico	2	0,15	0,3
C – Integridad	2	0,25	0,5
D – Diversidad geológica	2	0,1	0,2
E – Rareza	4	0,2	0,8
			Resultado Final = 3,0

TABLA 1. Evaluación del valor científico del geosítio Grutas del Palacio.
TABLE 1. Assessment of the scientific value of Grutas del Palacio geosite.

Vulnerabilidad		Valor de ponderación	Resultado
A – Deterioro de contenidos	4	0,35	1,4
B – Proximidad potencial a áreas degradantes	1	0,2	0,2
C – Régimen de protección	1	0,2	0,2
D – Accesibilidad	1	0,1	0,1
E – Densidad de población	1	0,15	0,15
			Resultado Final = 2,05

TABLA 2. Evaluación de vulnerabilidad del geosítio Grutas del Palacio.
TABLE 2. Assessment of vulnerability of Grutas del Palacio geosite.

Valores	Grutas del Palacio
A – Valor Intrínseco	11
B – Valor científico educativo	18
C – Valor turístico	21
D – Vulnerabilidad	13
% PA porcentaje de aprobación	63 (71,59 %)
VRG valor de relevancia del geosítio	14,91
Vin valor intrínseco	2,75
Vcid valor científico /didáctico	3
VUCE valor de uso científico educativo	2,91
Vtur valor turístico	3
Vvul valor de vulnerabilidad	2,6
VUT valor de uso turístico	2,86
IG índice para la Geoconservación	6,85

TABLA 3. Planilla de evaluación metodológica del geosítio Grutas del Palacio.
TABLE 3. Evaluation of Grutas del Palacio geosite.

Según el método propuesto por García et al (2018) y considerando sus valores de referencia, el geosítio Grutas del Palacio posee un alto valor científico y una vulnerabilidad media.

De la aplicación del método de García-Cortés et al. (2014) los resultados muestran que el geosítio Grutas del Palacio posee un muy alto valor.

Los resultados obtenidos por el método de Medina (2015) muestran una puntuación que debe superar los 44 puntos de lo contrario será excluido del inventario. En cuanto a la relevancia los geosítios pueden presentar un valor máximo de 15,7. Otro de los parámetros evaluados por esta metodología es el valor de uso científico-

educativo. Esta metodología otorga un valor límite superior de 3, siendo este valor la mejor situación. El otro parámetro que evalúa la metodología el uso turístico, a pesar de tener una escala acotada a 3. El siguiente valor que evalúa el método es el índice para la geoconservación. Este índice es muy importante debido a que establece la necesidad de un geosítio de tener un plan para monitorear y conservar la integridad. La escala establecida por este autor para este parámetro oscila entre 2,4 – 7,2.

Valor Científico Parámetros	Puntuación	Factor de ponderación	Resultado
Representatividad	4	0,30	1,2
Carácter localidad tipo	2	0,10	0,2
Grado de conocimiento científico del lugar	4	0,15	0,6
Estado de conservación	2	0,10	0,2
Condiciones de observación	4	0,10	0,4
Rareza	4	0,15	0,6
Diversidad geológica	4	0,10	0,4
Total		3.6	

TABLA 4. Aplicación de la metodología García-Cortés et al (2014) para evaluar el valor científico.
TABLE 4. Application of García-Cortés et al (2014) methodology to evaluate the scientific value.

Valor Didáctico Parámetros	Puntuación	Factor de ponderación	Resultado
Representatividad	4	0,05	0,2
Carácter localidad tipo	1	0,05	0,05
Estado de conservación	4	0,05	0,2
Condiciones de observación	4	0,05	0,2
Rareza	4	0,05	0,2
Diversidad geológica	2	0,10	0,4
Contenido didáctico / uso didáctico	4	0,20	0,8
Infraestructura logística	2	0,15	0,3
Densidad de población	1	0,05	0,05
Accesibilidad	4	0,15	0,6
Asociación con elementos eco-culturales	4	0,05	0,2
Espectacularidad o belleza	0	0,05	0
Sumatoria total		3,20	

TABLA 5. Aplicación de la metodología García-Cortés et al (2014) para evaluar valor didáctico.
TABLE 5. Application of García-Cortés et al (2014) methodology to evaluate educational value.

Valor Turístico - Recreativo Parámetros	Puntuación	Factor de ponderación	Resultados
Condiciones de observación	4	0,05	0,2
Infraestructura logística	2	0,05	0,1
Densidad de población	1	0,05	0,05
Accesibilidad	4	0,10	0,4
Tamaño del LIG en relación con la no fragilidad	2	0,15	0,3
Asociación con elementos eco-culturales	4	0,05	0,2
Espectacularidad o belleza	0	0,20	0
Contenido divulgativo / uso divulgativo	4	0,15	0,6
Potencialidad para realizar actividades	4	0,05	0,2
Cercanía a zonas recreativas	1	0,05	0,05
Entorno socioeconómico	4	0,10	0,4
Sumatoria total		9,3	

TABLA 6. Aplicación de la metodología García-Cortés et al (2014) para evaluar valor turístico recreativo.
TABLE 6. Application of García-Cortés et al (2014) methodology to evaluate recreational tourist value.

EMPLEO DE TRES METODOLOGÍAS DE INVENTARIO DE GEOSITIOS PARA LA GEOCONSERVACIÓN. CASO DE ESTUDIO: GEOSITIO GRUTAS DEL PALACIO

Valor	Grutas del Palacio
Científico	3,5
Vulnerabilidad	2,25

Valores de referencia

< 2	2,1 – 3	3,1 – 4
Baja	Media	Alta

TABLA 7. Valores obtenidos propuesta de García et al (2018).

TABLE 7. Values of García et al (2018) evaluation proposal.

Valor	Grutas del Palacio
Científico	3,6
Didáctico	3,2
Turístico recreativo	2,5
Resultados	9,3

Valores de referencia

>6,65 LIG de muy alto valor	3,33 – 6,65 LIG de alto valor	<3,33 LIG de valor medio
--------------------------------	----------------------------------	-----------------------------

TABLA 8. Valores obtenidos por la propuesta García-Cortés et al. (2014).

TABLE 8. Values obtained by García-Cortés et al. (2014) proposal.

Puntaje de aprobación	63 puntos = 95,45 %
relevancia	13,58
uso científico educativo	2,8
uso turístico	2,6
índice para la Geoconservación	6,36

TABLA 9. Evaluación del geositio Grutas del Palacio.

TABLE 9. Evaluation of Grutas del Palacio geosite.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se aplicaron tres metodologías de inventario para el geositio Grutas del Palacio de manera de generar una valoración cuantitativa que permita establecer las mejores estrategias para su conservación, valorando distintos parámetros como ser: su interés científico, turístico-recreativo o educativo. Cabe consignar que las causas que generaron las propuestas si bien tienen como objetivo común la conservación, surgieron de situaciones diferentes en cada caso. El caso español para dar cumplimiento a la normativa vigente; en Brasil para minimizar los riesgos de degradación (vulnerabilidad) de los sitios; en Argentina como adaptación a la realidad geográfica de aquel país. La primera conclusión es que estas metodologías son instrumentos aptos para delinear acciones a futuro en el plan de manejo de los geositios.

En base al método de García et al (2018) se pueden realizar las siguientes consideraciones:

- fue concebido para la evaluación y resolución de un problema puntual que comprometía los geositios del Estado de Sao Pablo (Brasil). La situación planteada era la intensa urbanización que afectaba a dichos geositios y los intensos procesos erosivos asociados.

- por lo tanto, este método hace énfasis en el valor científico y la vulnerabilidad;

- posiblemente no sea el método que ofrece una visión más completa, ya que quedan sin explorar otros valores.

La metodología propuesta por García-Cortés et al (2014) evalúa un número mayor de parámetros, y su objetivo fundamental es el relevamiento de lugares de interés geológico para su ingreso al inventario de geositios con alcance nacional. Si bien es a esperar que determinados valores alcanzados fueran algo

mayores, se interpreta que este método tiende a subestimar algunos atributos por lo que resulta en una baja valorización. Probablemente debido a que este método en algunos ítems puntúan cero o muy bajo (espectacularidad o belleza p.e.).

Los resultados obtenidos de la aplicación del método de Medina (2015) alcanzaron niveles esperados en base a la singularidad del geosítio Grutas del Palacio. En este caso la percepción que se tiene de dicho lugar concuerda con los valores alcanzados.

Una singularidad de estos métodos tiene que ver con la benevolencia que supone que si un geosítio no alcanza el puntaje requerido, de todas maneras se integra al inventario y es vuelto a reconsiderar por parte del panel de expertos, para considerar su inclusión definitiva al inventario teniendo en cuenta otros valores subjetivos.

Los datos obtenidos luego de la aplicación de las distintas metodologías se presentan en la Tabla 10 con el objetivo de compararlos entre sí.

Al comparar los resultados se puede observar que los valores se sitúan entre 2,05 y 3,6, con un desvío standard de los valores promediados de 0.235. Esto permite interpretar que independiente del método empleado cada uno de los parámetros de cada metodología resulta en valores similares, indicando la utilidad de cada uno de ellos.

Al analizar los resultados de evaluación del valor científico por el método de García et al (2018) este geosítio muestra valor 3 que equivale a medio a alto, mientras que para García-Cortés et al. (2014) resulta en 3,6 que en la escala corresponde a un valor intermedio. Esto puede estar causado en que se puntúa la cantidad de elementos geológicos (litologías) y la rareza que presente el geosítio. Sin embargo, Medina (2015) lo evalúa de una manera asociada a pautas

didácticas y educativas asociándolo a su empleo para la geoeducación. En ambos casos se ubica en la mejor situación posible alcanzando casi el máximo de la escala en ambos parámetros. Por su parte según el método García-Cortés et al. (2014) el valor científico que asocia también a pautas didácticas resultó en 3,6 que lo ubica en la escala como de alto valor aunque en la mitad de escala. No obstante, se considera que este geosítio podría tener un valor científico mayor al obtenido, causado quizás por la falta de mayor cantidad de publicaciones científicas.

El método de García et al (2018) carece de evaluación turística o recreativa, en este caso se deduce que presenta esta deficiencia para evaluar integralmente a los geosítios. De todas maneras, uno de los pilares del mismo se refiere a la vulnerabilidad que también está presente en el método de Medina (2015). En relación a este parámetro ambos valores se sitúan en 2.05 y 2.6, respectivamente.

Al comparar el valor científico – didáctico a través de Medina (2015) y la propuesta de García-Cortés et al (2014), en el primer caso se obtiene 3, siendo éste el valor máximo. Por su parte, según García-Cortés et al. (op.cit.) el valor es 3,2 lo que representa un valoración media ya que se incluye aquí otros aspectos como elementos eco-culturales, densidad de población y contenidos didácticos. Al situarse Grutas del Palacio en una zona rural con muy escasa densidad, tiene baja calificación. Otro aspecto que tiende a una baja valoración ponderada es el referido a la espectacularidad o belleza, ya que resultó por debajo de lo esperado.

En cuanto a la vulnerabilidad, según García et al (2018) el valor 2.05 significa que la vulnerabilidad del geosítio es media. Por ello,

Parámetros	García et al (2018)	Medina (2015)	García-Cortés et al (2014)
Valor científico	3		3.6
Valor científico - educativo		2,91	
Valor científico didáctico		3	3.2
Valor turístico		3	
Valor turístico recreativo			2.5
Valor vulnerabilidad	2,05	2.6	
Promedio	2.53	2.88	3.10

TABLA 10. Comparación de los resultados de los tres métodos aplicados.
TABLE 10. Comparison of results obtained by the three methods applied.

EMPLEO DE TRES METODOLOGÍAS DE INVENTARIO DE GEOSITIOS PARA LA GEOCONSERVACIÓN. CASO DE ESTUDIO: GEOSITIO GRUTAS DEL PALACIO

-según este método- es recomendable atender este aspecto y considerar la implementación de medidas de protección. Según Medina (2015) el valor es de 2,6 lo que significa un alto grado de vulnerabilidad, lo que supone tener un plan de monitoreo para la conservación del geosítio. Cabe señalar, que el método de Medina (2015) evalúa un factor que los otros métodos no, éste es el índice para la geoconservación. Para el geosítio Grutas del Palacio el valor obtenido es 6,85, resultando una valoración que se aproxima al límite superior en este parámetro (7.2). Por lo tanto, hay que considerar implementar un monitoreo constante y un plan de manejo que asegure la integridad del geosítio. Este aspecto es un factor muy importante que debe de ser tenido en cuenta por los administradores.

Finalmente, al evaluar las tres metodologías aplicadas al geosítio Grutas del Palacio, se interpreta que la que mejor se adapta a Uruguay es la de Medina (2015), debido a las similitudes socioeconómicas y en parte al medio físico similar entre Uruguay y Argentina. No obstante, la propuesta García-Cortés et al. (2014) se interpreta como más completa ya que contempla más parámetros en cada valor, si bien no todos son aplicables en todos los casos. La propuesta de García et al (2018) no sería la mejor opción de aplicación para evaluar geosítios en el Uruguay, ya que la degradación no es una característica saliente en los sitios de interés geológico.

Agradecimientos

A Zulma Medina, Gabriela Rueca, Cecilia Muñiz, Grethe Villa, Germán Feijo, personal municipal del parador de Grutas del Palacio quienes siempre tuvieron muestras de cordialidad para con nosotros y contribuyeron a hacer más fáciles las tareas de campo. A la Intendencia Departamental de Flores por su apoyo en la logística para las actividades de campo. A los revisores José Luis Sánchez y José Luis Palacio que mejoraron sustancialmente el primer manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSSI, J.; NAVARRO; R. (1988) **Geología del Uruguay, Tomo I**, Montevideo, Depto. de Publicaciones UdeLaR, 453 pp.
- BRILHA, J. (2005) **Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Ed. Palimage, Braga (Portugal), 190 pp.
- BRILHA, J. (2016) Inventory and Quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. **Geoheritage**, 8: 119–134.
- CARCAVILLA, L., LÓPEZ, J., DURÁN, J., (2007) Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Serie: **Cuadernos del Museo Geominero**, 7, p. 1-360.
- CARCAVILLA, L., DURAN, J.J., LÓPEZ, MARTÍNEZ, J. (2008). Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. **VII Congreso Geológico de España**, Las Palmas de Gran Canaria. Geo-Temas, 10, p. 1299-1303.
- GARCÍA-CORTÉS, A., CARCAVILLA, L., DÍAZ-MARTÍNEZ, E., VEGAS, J., APOITA, B., ARRIBAS, A., BELLIDO, F., BARRÓN, E., DELVENE, G., DÍAZ, E., DIEZ, A., DURÁN J., GUILLÉN-MONDÉJAR, F., HERRERO, N., JIMÉNEZ, R., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., MAZADIEGO, L.F., MENÉNDEZ, S., PARADAS, A., PUCHE, O., PUGA, E., RÁBANOII., SALAZAR, A., SANTOS, J., VIDAL, J., (2009) **Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de lugares de interés geológico (IELIG)**. Versión 12. España, pp. 64.
- GARCIA, M., BRILHA, J., DE LIMA, F., VARGAS, J.C., PÉREZ-AGUILAR, A., ALVES, A., DA CRUZ CAMPANHA, G., DULEBA, W., MEIRA FALEIROS, F., FERNANDES, L., DE SOUTO MATOS, M., GARCIA, M., DE ASSIS, V., MARTINS, L., BARTOLOMEU, M., RICARDI-BRANCO, F., SANCHES ROSS, J., SALLUM FILHO, W., DE GOUVEIA SOUZA, C., BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M., DE BRITO NEVES, B., DA COSTA CAMPOS NETO, M., CHRISTOFOLETTI, S., HENRIQUE-PINTO, R., SANTOS LOBO, H., MACHADO, R., PASSARELLI, C., DE JESUS PERINOTTO, J., RODRIGUES RIBEIRO, R., SHIMAD, H., (2018) The Inventory of Geological Heritage of the State of São Paulo, Brazil: Methodological Basis, Results and Perspectives. **Geoheritage**, 10, p. 239-258.
- GOSO, C., PEREA, D., (2004) El cretácico pos-basáltico de la Cuenca del Litoral del Rio Uruguay. En: Veroslavsky, G., Ubilla, M., Martínez, S. (eds.) **Cuencas Sedimentarias del Uruguay, Mesozoico**. Montevideo, DIRAC-Facultad de Ciencias, p. 143-170.
- LINSTONE, H., TUROFF, M. (1975) **The Delphi Method Techniques and Applications**. Addison-Wesley, Reading, 618 pp.
- MEDINA, W. (2012) **Propuesta metodológica para el Inventario del Patrimonio Geológico en Argentina**. Tesis de Maestría. Universidade do Minho, Braga (Portugal), 106 pp..
- MEDINA, W. (2015) Importancia de la Geodiversidad. Método para el inventario y valoración del Patrimonio Geológico, Instituto Superior de Correlación Geológica (CONICET – UNT) **Serie Correlación Geológica**, 31(1), p. 57–72.
- PRECIOZZI, F., (1993) **Petrography and**

Picchi, D., Goso; C., Caballero, JP.

geochemistry of five granitic plutons from south-central Uruguay. Contribution to the knowledge of the Piedra Alta Terrane. PhD Thesis, Université du Québec, Canadá, pp.189.