



## El patrimonio geológico de la quebrada Monteniéva, Valle Calchaquí, provincia de Salta.

Andrés Alejandro SOLIZ<sup>1a</sup>, Vanina L. LÓPEZ DE AZAREVICH<sup>1,2b</sup>, Miguel B. AZAREVICH<sup>2c</sup>, Ricardo N. ALONSO<sup>1d</sup>

**Abstract:** THE GEOHERITAGE OF THE MONTENIEVA CREEK, CALCHAQUÍ VALLEY, SALTA PROVINCE. The Monteniéva creek offers the necessary conditions for the study of the geology of the western margin of the Salta Group basin, and the foreland basin of the Payogastilla Group. Despite having developed numerous studies of stratigraphy, structural geology and neotectonics, it lacks specific studies on its geomorphology and its geological heritage. This work seeks to evaluate and make known the geological heritage of the Monteniéva creek, located at the southern end of the Eastern Cordillera of Argentina, covering its accessibility, scenery value, cultural value, functional value, scientific value and state of conservation. As there is no particular adapted methodology to the Calchaquí Valley and the scale of work, a new methodology was designed that is not only suitable for the study area, but also offers the evaluation of sufficient criteria to be used throughout the territory of Eastern Cordillera in particular and to the Argentine Republic in general.

**Resumen:** La quebrada Monteniéva ofrece las condiciones necesarias para el estudio de la geología del borde occidental de la cuenca del Grupo Salta, y la cuenca de antepaís del Grupo Payogastilla. A pesar de haberse desarrollado numerosos estudios de estratigrafía, geología estructural y neotectónica, carece de estudios específicos sobre su geomorfología y su patrimonio geológico. Con este trabajo se busca evaluar y poner en conocimiento el patrimonio geológico de la quebrada Monteniéva, ubicada en el extremo sur de la Cordillera Oriental argentina, abarcando su accesibilidad, valor de paisaje, valor cultural, valor funcional, valor científico y estado de conservación. Al no existir una metodología particular adaptada al Valle Calchaquí y a la escala de trabajo, se diseñó una nueva metodología que no sólo es apta para la zona de estudio, sino que además ofrece la evaluación de criterios suficientes como para ser utilizada en todo el territorio de la Cordillera Oriental en particular y en la República Argentina en general.

**Palabras clave:** patrimonio geológico, quebrada Monteniéva, cuevas de Acsibi, Valle Calchaquí, geoconservación.

**Key words:** *geoheritage, Monteniéva creek, Acsibi caves, Calchaquí Valley, geoconservation.*

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Salta. Av. Bolivia 5150, 4400 Salta (capital), Argentina.

<sup>2</sup> Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO), Centro de Estudios Geológicos Andinos (CEGA). Av. Bolivia 5150, 4400 Salta (capital), Argentina.

<sup>a</sup> alejandrosoliz10@gmail.com

<sup>b</sup> villopez@yahoo.com.ar

<sup>c</sup> miguel\_azarevich@yahoo.com.ar

<sup>d</sup> rnalonso@gmail.com

## Introducción

El estudio del patrimonio geológico y la geodiversidad se ha incrementado en los últimos años, a partir de la creciente preocupación por la conservación del ambiente por parte de organizaciones de índole local, nacional e internacional. El patrimonio geológico se define como el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) El origen y evolución de la Tierra, b) Los procesos que la han modelado, c) Los climas y paisajes del pasado y presente, d) El origen y evolución de la vida (Ley 42/2007 y Ley 33/2015, en Galindo *et al.*, 2019). El valor también resulta del disfrute de los elementos (geoturismo) y las creencias espirituales (geositios sagrados) (Carcavilla Urquí *et al.*, 2007; 2019).

El estudio integral del patrimonio geológico requiere un trabajo interdisciplinario, y abarca las aristas de metodología, inventarios, gestión, geoconservación, legislación, protección de espacios naturales, divulgación, difusión, turismo y desarrollo (Carcavilla Urquí *et al.*, 2007). Además de un trabajo interdisciplinario, requiere el conocimiento de todas las ramas de las ciencias geológicas debido al amplio rango de la geodiversidad (Gray, 2004).

En dicho contexto, la presente contribución pretende estudiar los geositios de la quebrada Monteneiva en su tramo superior, en el valle Calchaquí, provincia de Salta, y presentar aspectos sobre la asignación de los mismos como patrimonio geológico y su potencialidad para el Geoturismo. Este trabajo es parte de la Tesis Profesional de A.A. Soliz (Soliz, 2021).

## Marco Geológico

El área de estudio se enmarca en el Valle Calchaquí norte (Fig.1), una fosa tectónica que algunos autores consideran parte de la Cordillera Oriental (Ramos, 2017), y otros incluyen en la provincia geológica Calchaquenia (Baldis *et al.*, 1976). La zona es accesible desde la ciudad

de Salta capital por RN 9 - RN 68 - RP33 - RN 40, o desde Cafayate por RN 40, ambas opciones hasta la localidad de Seclantás, y luego transitando por camino de tierra en buen estado.

La estratigrafía inicia con la Formación Puncoviscana (Turner, 1960), que constituye el basamento regional y está integrada en la zona por metasedimentitas clásticas de ambientes estuarinos y de planicie mareal (López de Azarevich *et al.*, 2010; 2012), depositadas durante el Neoproterozoico y el Cámbrico inferior (Mirre y Aceñolaza, 1972; Escayola *et al.*, 2011).

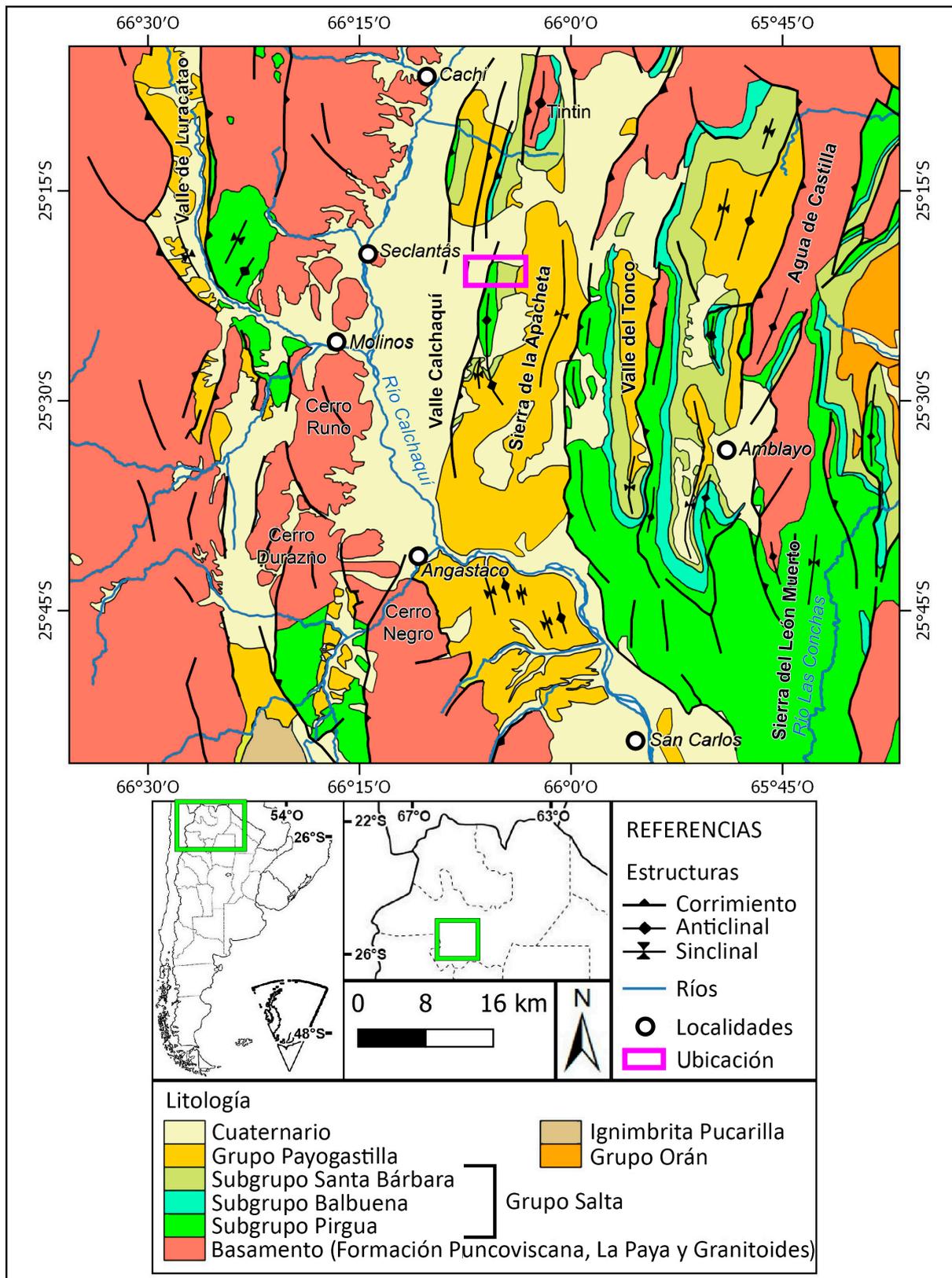
El basamento está cubierto por espesas capas de sedimentitas continentales y marinas de edad Cretácico - Paleógeno que registran el relleno del *rift* cretácico del norte argentino (Galliski y Viramonte, 1988), representado por el Grupo Salta (Turner, 1958). Este grupo está dividido en tres subgrupos, que son de más antiguo a más reciente, los subgrupos Pirgua (Reyes y Salfity, 1973), Balbuena y Santa Bárbara (Moreno, 1970).

El Subgrupo Pirgua representa la etapa *sinrift* y contiene evidencias de vulcanismo sin-sedimentario. Está compuesto de base a techo por las formaciones La Yesera, Las Curtiembres y los Blanquitos (Reyes y Salfity, 1973), que comprenden espesos bancos de conglomerados y areniscas conglomerádicas intercaladas con bancos de pelitas de color rojizo de ambiente aluvial y fluvial de alta energía.

Con el Subgrupo Balbuena inicia la etapa *postrift* y está constituido por las formaciones Lecho, Yacoraite (Turner, 1958) y Tunal (Turner *et al.*, 1979). La primera es de origen fluvial y está compuesta por areniscas medianas, finas y gruesas. La Formación Yacoraite evidencia la inundación de la cuenca, y comprende calizas, pelitas y areniscas calcáreas de ambiente marino somero. La Formación Tunal está representada por lutitas, limolitas y calizas, de ambiente lacustre somero hiper-salino.

El Subgrupo Santa Bárbara está integrado por las formaciones Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera (Moreno, 1970), compuestas por areniscas gruesas, rojizas a blanquecinas y pelitas rojas, depositadas en ambientes fluviales, lacustres, fangosos y eólicos.

Cubriendo las unidades más antiguas se deposita el Grupo Payogastilla (Díaz y Malizzia, 1983), que representa una de las cuencas



**Figura 1.** Mapa geológico del Valle Calchaquí entre las localidades de Cachi y San Carlos con la ubicación del área de estudio (modificado de Hongn y Seggiaro, 2001; Salfity y Monaldi, 2006; y Carrera y Muñoz, 2013). / **Figure 1.** Geological map of the Calchaquí Valley between the Cachi and San Carlos with the location of the study area (modified from Hongn and Seggiaro, 2001; Salfity and Monaldi, 2006; and Carrera and Muñoz, 2013).

de antepaís cenozoicas del norte argentino, y está constituido por las formaciones Quebrada de Los Colorados (Díaz *et al.*, 1987), Angastaco, Palo Pintado y San Felipe (Díaz y Malizzia, 1983). La Formación Quebrada de Los Colorados está compuesta por areniscas y pelitas rojas de origen fluvial y eólico, depositados durante el Eoceno medio-superior bajo clima árido (Galli *et al.*, 2011). La Formación Angastaco está integrada por conglomerados y areniscas de origen aluvial y fluviales entrelazados gravosos, y registra niveles tobáceos de edad Mioceno medio (Grier y Dallmeyer, 1990; Pereyra *et al.*, 2008). La Formación Palo Pintado comprende areniscas, pelitas y conglomerados depositados en ambientes de ríos entrelazados y planicies de inundación, que incluye un nivel de toba en la sección inferior de edad Mioceno superior-Plioceno (Coutand *et al.*, 2006; Galli *et al.*, 2008). La Formación San Felipe está representada por conglomerados, areniscas y pelitas subordinadas, de ambientes de abanicos aluviales a entrelazados gravosos.

En el tramo superior de la quebrada Monteneiva afloran los depósitos de los subgrupos Pirgua y Santa Bárbara (Grupo Salta), y las formaciones Quebrada de Los Colorados y Angastaco (Grupo Payogastilla).

## Metodología

### Inventario y evaluación

El patrimonio geológico está formado por elementos de la geodiversidad (Brilha, 2016) y no existe una metodología única y estandarizada para la valoración del patrimonio geológico. Si bien el patrimonio geológico no interviene en la definición de las diferentes clases de geodiversidad, así como tampoco en el análisis de la variedad, frecuencia y distribución de las mismas, sí interviene en su valoración de la calidad o interés. Considerando que los valores de variedad, frecuencia y distribución de clases de geodiversidad pueden definir lugares de interés geológico que engloben una o varias clases relevantes, la geodiversidad puede ser un valor patrimonial por sí misma (Carcavilla *et al.*, 2008). En este sentido, los resultados del estudio de geodiversidad (que brinda información sobre la variedad geológica) y patrimonio geológico (que brinda información sobre el valor de los elementos presentes) pueden ser combinados para obtener el valor geológico de las clases definidas en el estudio de la geodiversidad.

Los métodos de evaluación de los ele-

mentos de la geodiversidad son relativamente subjetivos y dependen de la experiencia del observador, y al mismo tiempo se adaptan al objeto o fenómeno que se analiza (Zwoliński *et al.*, 2018). En el presente trabajo se han considerado los valores intrínseco, estético, económico, cultural, funcional, científico, educativo y turístico compilados por Gray (2004) para evaluar la geodiversidad, y sus diferentes modificaciones (Bruschi, 2007; Knapik *et al.*, 2009; Rendón Rivera *et al.*, 2013; Fernández Martínez y Díaz Martínez, 2015; Pazari y Dollma, 2019; Dollma, 2019, entre otros). Estos valores y los métodos utilizados para el estudio de geodiversidad, son también considerados en el análisis del Geoturismo, el cual se define como “turismo que sostiene o mejora el carácter geográfico de un lugar, su entorno, cultura, estética, patrimonio y el bienestar de sus habitantes” (Hose, 2012).

Se procedió en dos etapas, realizando en primera instancia un inventario y posteriormente una valoración del geositio. Para el inventario se diseñó una ficha que en el frente cuenta con los siguientes datos: nombre del geositio, código, latitud, longitud, altura sobre nivel de mar, región, departamento, provincia, foto, valoración (según la metodología a detallar a continuación), justificación, tipo, importancia, y estado de conservación. En el dorso de la ficha cuenta con los siguientes datos: accesibilidad (con detalle de punto de acceso sobre ruta y descripción de acceso), mapa, intereses asociados, situación catastral, registro en otro inventario, observaciones y autor.

Para la evaluación de los geositios con potencial para convertirse en patrimonio geológico del área analizada se ha diseñado una nueva metodología, que consiste en una matriz de seis parámetros para evaluar la accesibilidad, el valor espacial del paisaje, valor cultural, valor científico, valor funcional y estado de conservación (proporcionalidad entre los componentes de degradación natural - antrópica), en ese orden, asignando calificaciones de la A a la E para cada uno, donde A representa la mayor valoración y E representa la menor valoración (Fig. 2 y 3).

Con el propósito de evaluar el aspecto estético del geositio, se consideró al paisaje en su contexto, sumando al valor espacial del paisaje el valor del paisaje en sí mismo, que es de carácter subjetivo, ya que el paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción por un observador (Muñoz-Pedrerros, 2004). Se considera el valor de paisaje desagregado en una matriz de seis parámetros: formas, estructuras, colores, texturas, elementos bióticos) y semejanza con

Accesibilidad	
A	Visible desde una ruta nacional.
B	Visible desde una ruta provincial, caminos rurales o una caminata menor a 3 km por senderos conocidos.
C	Requieren una caminata de 3 a 5 km por senderos conocidos.
D	Requieren una caminata de más de 5 km o de un día por senderos conocidos.
E	Requieren una caminata de más de un día.
Valor espacial del paisaje	
A	Mayor a 1000 m de altura, o mayor a 1 km <sup>2</sup> de superficie.
B	Entre 40 m y 1000 m de altura, o entre 25 ha y 1 km <sup>2</sup> de superficie.
C	Entre 10 m y 40 m de altura, o entre 1 ha y 25 ha de superficie.
D	Entre 2 m y 10 m de altura, o entre 300 m <sup>2</sup> y 1 ha de superficie.
E	Menor a 2 m de altura, o menor a 300 m <sup>2</sup> .
Valor cultural	
A	Representativo para un país o sagrado para una cultura.
B	Representativo para una provincia, o con restos arqueológicos que forman parte del paisaje.
C	Representativo para una región o localidad, o con restos arqueológicos que no forman parte del paisaje.
D	Ha inspirado o ha sido utilizado para expresiones u obras de arte.
E	No representativo para la comunidad y sin restos arqueológicos.
Valor científico	
A	Único en la región para explicar un proceso geológico, o útil para más de cuatro campos de la geología.
B	Único en un área de 1.600 km <sup>2</sup> , o útil para estudiar cuatro campos de la geología.
C	Una o dos repeticiones en un área de 1.600 km <sup>2</sup> , o útil para estudiar tres campos de la geología.
D	Tres a diez repeticiones en un área de 1.600 km <sup>2</sup> , o útil para estudiar dos campos de la geología.
E	Más de diez repeticiones en un área de 1.600 km <sup>2</sup> , o útil para estudiar un solo campo de la geología.
Valor funcional	
A	Proporciona el hábitat de especies de animales.
B	Proporciona la característica distintiva de una determinada localidad, o fue utilizado por una cultura.
C	Contiene otros geositos más pequeños.
D	Contiene especies de plantas.
E	No ocupa un lugar funcional.
Estado de conservación	
A	Sin alteraciones o con alteración de importancia arqueológica.
B	Sin procesos erosivos ni acumulativos dominantes.
C	Sin obras civiles, cultivos ni pastoreo intensivo.
D	Dominan procesos erosivos o acumulativos.
E	Con obras civiles, cultivos y/o pastoreo intensivo.

Figura 2. Cuadro para la valoración general del geosito como patrimonio geológico. Se definen los parámetros: valor de acceso, valor espacial del paisaje, valor cultural, valor científico, valor funcional y valor de estado de conservación. / **Figure 2.** Table for the general valuation of the geosite as geological heritage. The following parameters are defined: accessibility value, scenery spacial value, cultural value, scientific value, functional value and conservation status value.

paisajes extraterrestres u objetos conocidos (en ese orden), asignando calificaciones de la A a la E para cada uno, donde A representa la mejor valoración y E representa la menor valoración (Fig. 3).

Por último, el valor científico también cuenta con una desagregación, que consiste en una matriz de cinco parámetros para evaluar la rareza o las repeticiones del geosito, su interés interdisciplinario, su interés desde diferentes campos de la geología, el carácter de las publicaciones y el número de publicaciones con las que cuenta (Fig. 4).

En cada caso, cuando el geosito tenga las características suficientes para ser incluido en dos categorías, se priorizará la mayor calificación entre ellas.

Método gráfico de visualización y comparación

Se diseñó un método gráfico para visualizar rápidamente las características del geosito para proceder a evaluarlo como patrimonio geológico, basado en una matriz de valoración cualitativa de los parámetros establecidos previamente, para los tres hitos de evaluación: valoración general, de paisaje, y científica. Se preparó como base un diagrama de dos ejes. En el eje de las abscisas se ubicaron las características analizadas en una escala lineal y nominal, y en el eje de las ordenadas se ubicó la valoración otorgada para cada una de ellas (A a E, escala ordinal). La derivación de aplicar este diagrama, resulta en una línea quebrada que representa una valoración cualitativa para cada geosito. Una ubicación superior dentro del gráfico

indica sus máximos (fortalezas), y una ubicación inferior indica sus mínimos (debilidades). El objetivo del mismo es visualizar características y comparar muestras (geositios) de forma rápida.

Tanto la necesidad de comparar como la necesidad de clasificar los diferentes geositios dan lugar a razones justificadas para la inclusión de los mismos en determinadas listas o inventarios, tales como un registro de bienes patrimoniales, un catálogo de atractivos turísticos, un inventario de áreas a preservar, entre otras.

## Resultados

### Geositios analizados

Los geositios analizados para su posible consideración como patrimonio geológico son la quebrada Montenieva y las cuevas de Acsibi.

La quebrada Montenieva es una geoforma de erosión de origen fluvial, que se inicia con un modelado estructural (según la clasificación de Goudie, 2004) tipo *dip stream* (arroyo de buzamiento), mientras atraviesa la zona del *glacís*, y ante la presencia de los primeros estratos

Formas	
A	Morfología acantilada.
B	Morfología escarpada.
C	Morfología ondulada.
D	Morfología plana.
E	Morfología socavada.
Estructuras	
A	Bloques rocosos angulosos.
B	Bloques rocosos redondeados.
C	Diaclasas y fallas.
D	Capa continua recubriendo la superficie.
E	Capa discontinua recubriendo la superficie.
Colores	
A	Siete o más colores claramente visibles.
B	Seis colores claramente visibles.
C	Cinco colores claramente visibles.
D	Tres o cuatro colores claramente visibles.
E	Uno o dos colores claramente visibles.
Texturas	
A	Cuerpo de agua léntico.
B	Cuerpo de agua lótico.
C	Dunas.
D	Cantos rodados o aristas vivas.
E	Afloramientos rocosos.
Elementos bióticos	
A	Morada de animales.
B	Zona de paso de animales.
C	Vegetación dominante.
D	Vegetación no dominante.
E	Sin naturaleza biótica visible.
Semejanza con otros paisajes	
A	Se asemeja a paisajes extraterrestres (por ejemplo de la Luna o Marte).
B	Se asemeja a personas, animales, vegetación, hongos o creaciones humanas.
C	Se asemeja a cuerpos geométricos redondos.
D	Se asemeja a cuerpos geométricos poliédricos.
E	No se asemeja a nada.

**Figura 3.** Cuadro para la valoración del valor de paisaje del geosítio como patrimonio geológico. Se definen parámetros de valor de formas, de estructuras, de colores, de texturas, de presencia de elementos bióticos y semejanza con otros paisajes. Las categorías fueron definidas en función de las características apreciables por un observador, plausibles de ser evaluadas en otras instancias por expertos desde el punto de vista estético o escénico. / **Figure 3.** Table for the valuation of the image value of the geosite as geological heritage. The following parameters are defined: forms, structures, colors, textures, presence of biotic elements and similarity to other scenes. The categories were defined as function of appreciable characteristics by an observer, allowed to the evaluated in other instances by experts from the esthetic or scenery point of view.

Repeticiones	
A	Único conocido con sus características en la región para explicar un determinado proceso geológico.
B	Único conocido en un área de 1.600 km <sup>2</sup> para explicar un determinado proceso geológico.
C	Una o dos repeticiones en un área de 1.600 km <sup>2</sup> para explicar un determinado proceso geológico.
D	Tres a diez repeticiones en un área de 1.600 km <sup>2</sup> para explicar un determinado proceso geológico.
E	Más de diez repeticiones en un área de 1.600 km <sup>2</sup> para explicar un determinado proceso geológico.
Interés interdisciplinario	
A	Cinco o más disciplinas de la ciencia.
B	Cuatro disciplinas de la ciencia.
C	Tres disciplinas de la ciencia.
D	Dos disciplinas de la ciencia.
E	Una disciplina de la ciencia.
Campos de la geología	
A	Cinco o más campos de la geología.
B	Cuatro campos de la geología.
C	Tres campos de la geología.
D	Dos campos de la geología.
E	Un campo de la geología.
Carácter de las publicaciones	
A	Revistas de carácter internacional.
B	Revistas de carácter nacional.
C	Congresos y libros.
D	Tesis y trabajos inéditos.
E	Revistas de carácter inter-universitario, jornadas universitarias, o sin publicaciones.
Número de publicaciones	
A	Cinco o más publicaciones con referato.
B	Cuatro publicaciones con referato.
C	Tres publicaciones con referato.
D	Dos publicaciones con referato.
E	Una publicación o sin publicaciones con referato.

**Figura 4.** Cuadro para la valoración del valor científico del geosítio como patrimonio geológico. / **Figure 4.** Table for the valuation of the scientific value of the geosite as a geological heritage.

del Subgrupo Pirgua el modelado cambia al tipo *anti-dip stream* (arroyo contrario al buzamiento) hasta sus nacientes en la sierra de la Apacheta.

Hacia las nacientes de la quebrada se reconocen diferentes geoformas de erosión entre las que se encuentran *badlands*, *pinnacles*, *piping*, *gullies* y *hoodoos* (Fig. 5 y Fig. 6a,b), pero su atracción principal son las denominadas “Cuevas de Acsibi”.

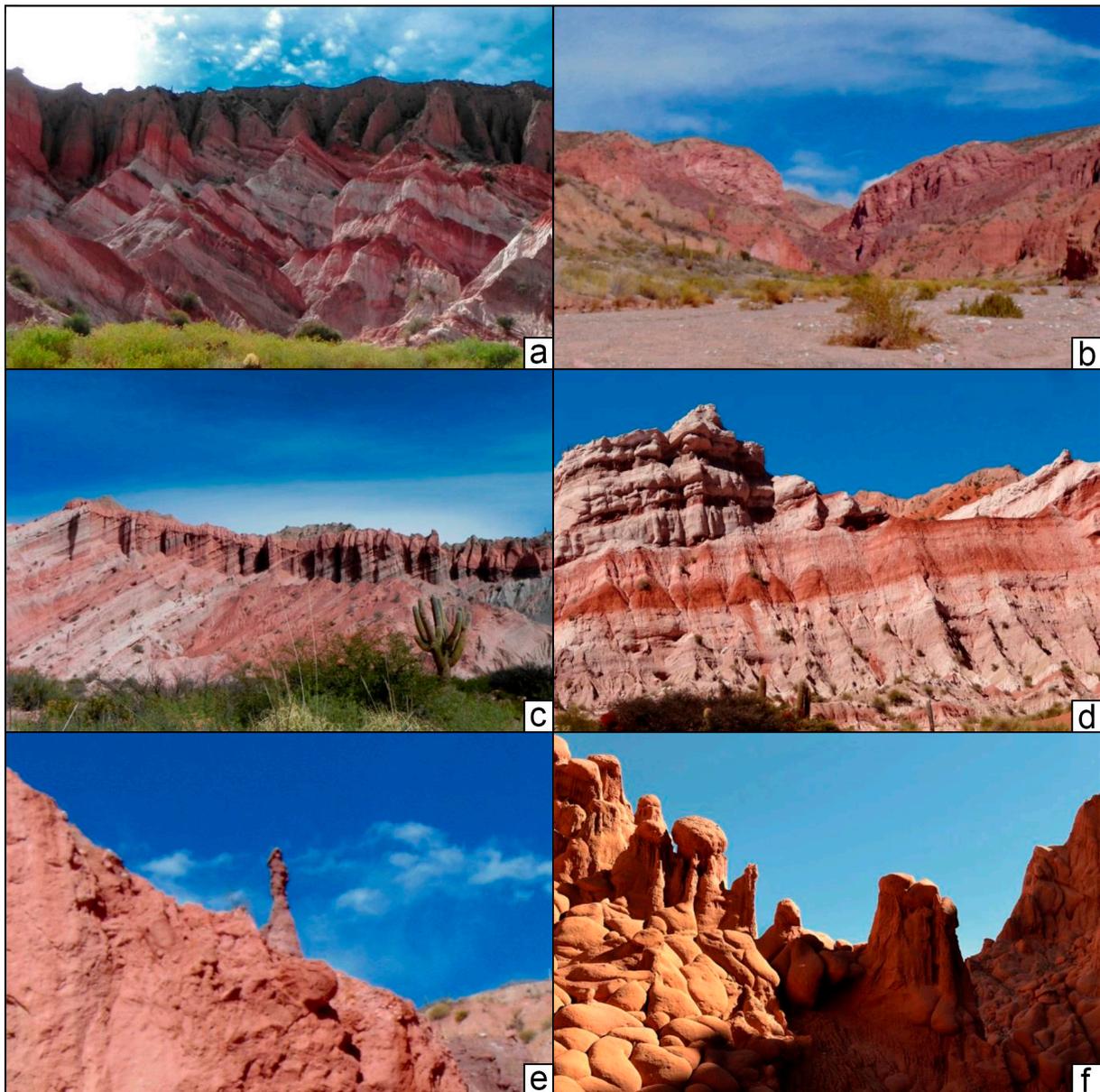
Desde el punto de vista científico, en la finca Montenieva y en la quebrada homónima se han desarrollado investigaciones de arqueología y geología. Se han registrado hallazgos de restos arqueológicos como muros de piedra en muy mal estado que conforman recintos rectangulares, y fragmentos cerámicos de tipo ordinario de las culturas santamariana e inca (Baldini y De Feo, 2000; Baldini *et al.*, 2004).

Dentro del ámbito de las ciencias geológicas, en la quebrada Montenieva se han realizado numerosas investigaciones y se han publicado artículos de carácter nacional e internacional, entre los que se destacan las ramas de la estra-

tigrafía y la geología estructural (Crivelli, 1995; De Celles *et al.*, 2011; Galli *et al.* 2014; Yamin *et al.*, 2016; entre otros). Sin embargo, la zona también es perfectamente apta para estudios sedimentológicos y geomorfológicos (Soliz, 2021).

Las cuevas de Acsibi corresponden a geoformas denominadas *caves* desarrolladas en intercalaciones de areniscas y pelitas en la Formación Quebrada de Los Colorados. Si bien, las *caves* pueden tener diferentes orígenes, las estudiadas en este trabajo se han originado por combinación de dos procesos: erosión hídrica subterránea y caída gravitacional de rocas.

Tal como sucede en la superficie, el agua es el agente de transporte de sedimentos, pero en el caso de la erosión hídrica subterránea se generó luego de un proceso de infiltración. El proceso observado es levigación, que consiste en un lavado diferencial de la fracción fina (arcillas) que van generando geoformas tipo *caves* en el subsuelo. Por otro lado, a partir de una pequeña superficie de corte se producen des-

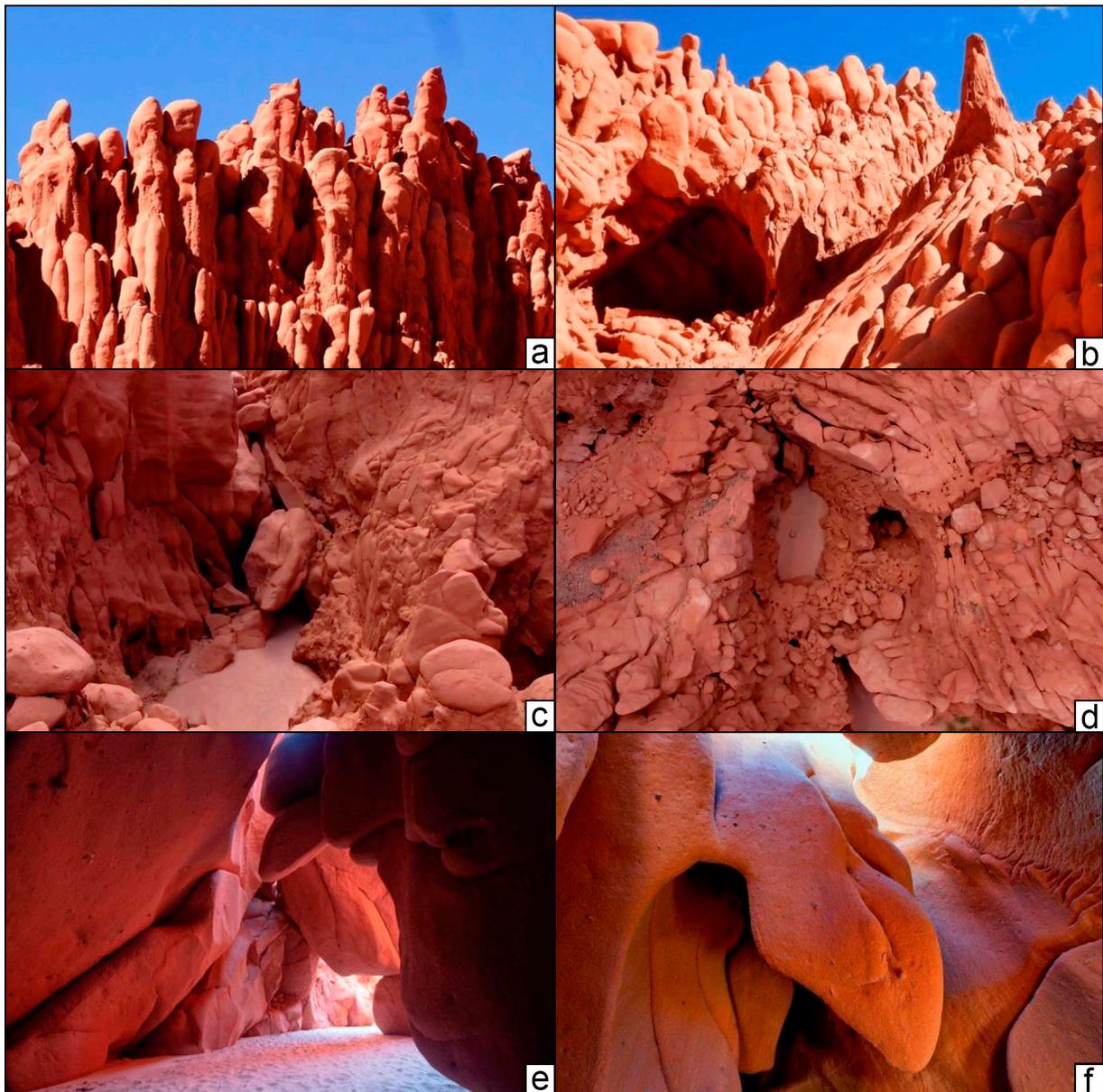


**Figura 5.** Quebrada Montenierva. a. *Badland* asociado a *gullies*. b. Vista desde el cauce la quebrada Montenierva. c. d. Erosión diferencial en intercalaciones de psamitas y pelitas. e. *Pinnacle* solitario o “Dedos de Dios” en Subgrupo Pirgua. f. *Hoodoos* en la Formación Quebrada de Los Colorados. / **Figure 5.** Montenierva creek. a. *Badland* associated with *gullies*. b. View from the riverbed of the Montenierva creek. c. d. Differential erosion in intercalations of *psamites* and *pelites*. e. Solitary *pinnacle* in Pirgua Subgroup. f. *Hoodoos* in the Quebrada de Los Colorados Formation.

prendimientos que terminan en la caída gravitacional de rocas generando *rockfalls*, capaces de formar *caves* si se dan las condiciones necesarias de diámetro de los bloques caídos, pudiéndose combinar con resaltos topográficos de la zona de caída (Fig. 6c, d).

Por su parecido a los relieves kársticos, este tipo de geofomas han sido denominados *pseudoverkarstung* por von Knebel (1905) y *pseudokarst* por Halliday (1960, 2004, 2007), debido

que no están relacionados a procesos de disolución química. Además, cuando se originan por erosión hídrica subterránea (Fig. 6e,f) han sido clasificados como *piping pseudokarst* por Halliday (2004) y *suffosional pseudokarst* por Holler (2019). Por otro lado, cuando se originan a partir de *rockfalls*, estas geofomas han sido clasificadas como *talus pseudokarst* por Halliday (2004) y *talus caves* (otro tipo de *pseudokarst*) por Holler (2019).



**Figura 6.** Quebrada Montenieva y cuevas de Acsibi, Formación Quebrada de Los Colorados. **a.** *Pipes* asociadas a *piping*. **b.** *Pinnacle*, *pipes* asociadas a *piping* y cave con control estratigráfico. **c.** Bloque de un *rockfall* en la entrada de las cuevas de Acsibi. **d.** Vista aérea de los *rockfalls* que forman talus caves, y el *rockfall* de la entrada de las cuevas de Acsibi. **e.** Vista desde el interior de las cuevas de Acsibi. **f.** Geoforma resultante, de tipo linguoide, por la erosión hídrica subterránea holocena y entrada de luz desde una ventana superior. / **Figure 6.** Montenieva Creek and Acsibi caves, Quebrada de Los Colorados Formation. **a.** Pipes associated with *piping*. **b.** Pinnacle, pipes associated with *piping* and cave with stratigraphic control. **c.** Block of a *rockfall* at the access to the Acsibi caves. **d.** Aerial view of the *rockfalls* that form talus caves, and the *rockfall* at the access of the Acsibi caves. **e.** View from inside the Acsibi caves. **f.** Resulting geoform, linguoid type, by Holocene underground water erosion and light input from an upper window.

### Evaluación

En base a las características observadas y a las descripciones realizadas, se procedió a evaluar los dos geositos analizados (Fig. 7).

### Gráfico de visualización y comparación

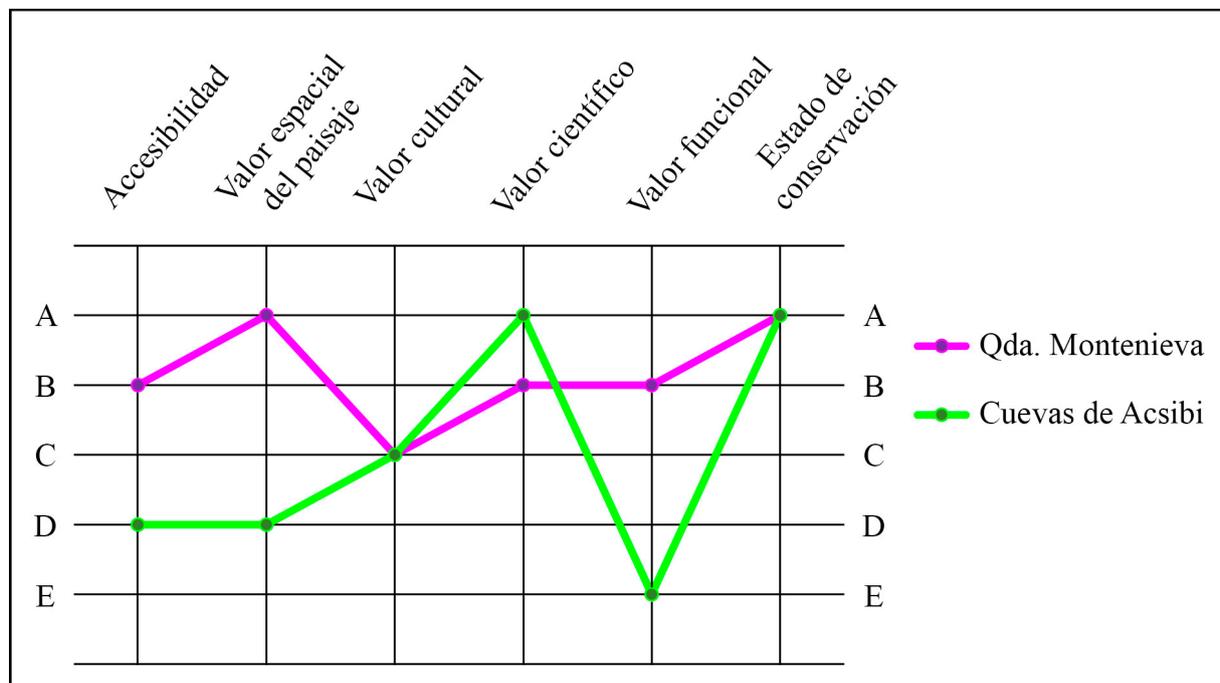
Teniendo en cuenta la valoración general, la quebrada Montenieva presenta condiciones favorables de accesibilidad, valor de paisaje, ex-

tensión superficial y valor funcional con respecto a las cuevas de Acsibi. En tanto, estas últimas presentan una ventaja en el valor científico, pero no muestran diferencias en cuanto al valor cultural y el estado de conservación (Fig. 8).

En relación al valor de paisaje, la quebrada Montenieva tiene ventajas de variación de colores y texturas, las cuevas de Acsibi presentan menor valoración en cuanto a los paráme-

	Quebrada Montenieva	Cuevas de Acsibi
<b>Valoración general</b>	<b>BACBBA</b>	<b>DDCAEA</b>
Accesibilidad	B	D
Valor espacial del paisaje	A	D
Valor cultural	C	C
Valor científico	B	A
Valor funcional	B	E
Estado de conservación	A	A
<b>Valor del paisaje</b>	<b>BBBADE</b>	<b>BBEUDE</b>
Formas	B	B
Estructuras	B	B
Colores	B	E
Texturas	A	E
Elementos bióticos	D	D
Semejanza con otros paisajes	E	E
<b>Valor científico</b>	<b>EBBAA</b>	<b>AEEEE</b>
Repeticiones	E	A
Interés interdisciplinario	B	E
Campos de la geología	B	E
Carácter de las publicaciones	A	E
Número de publicaciones	A	E

**Figura 7.** Cuadro con las evaluaciones de los geositos analizados, de acuerdo con los parámetros y categorías de valoración propuestos. / **Figure 7.** Table with the evaluations of the analyzed geosites, considering the proposed parameters and categories valuation.



**Figura 8.** Gráfico de visualización y comparación del valoración general. / **Figure 8.** General value visualization and comparison graphic.

tros de formas, colores y texturas; y ambas no tienen ningún tipo de semejanza con elementos conocidos (Fig. 9).

Considerando el valor científico, las cuevas de Acsibi tienen muchas desventajas en el interés interdisciplinario, los campos de la geología que lo pueden estudiar y en el número de publicaciones realizadas sobre investigaciones (Fig. 10).

### Clasificación de los geositos analizados

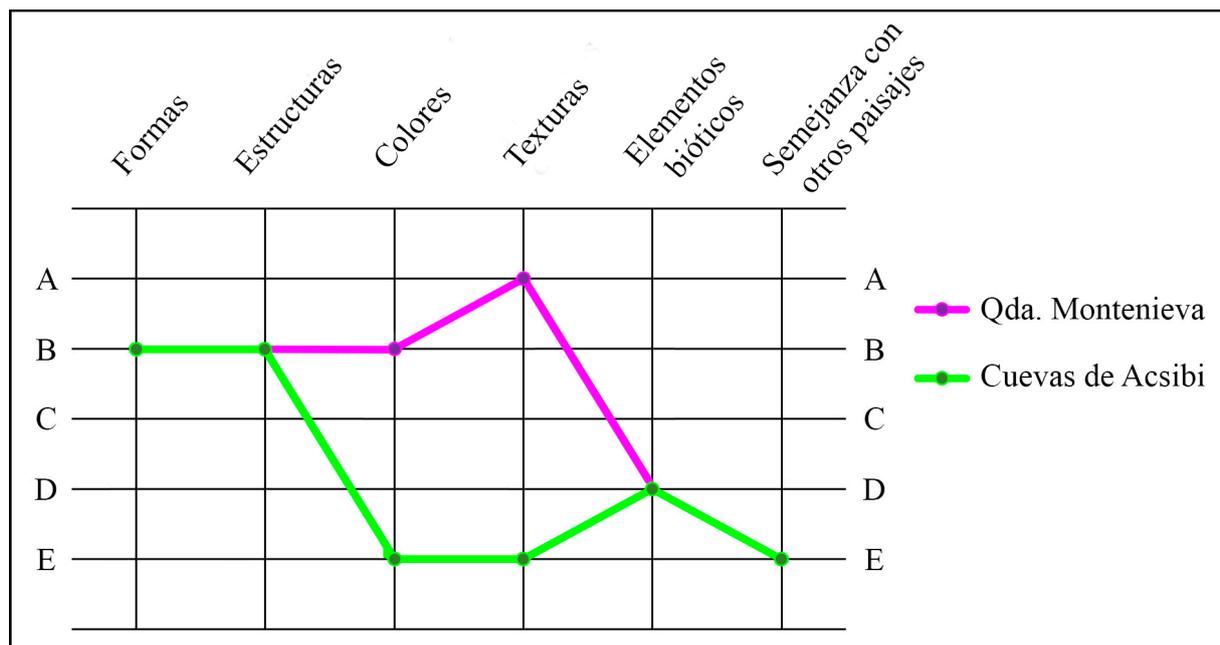
Existen diferentes métodos de clasificación de los geositos como patrimonio geológico que generalmente se adaptan a los objetivos de la misma (Carcavilla Urquí *et al.*, 2007). Cendrero (2000) consideró que los criterios más útiles para clasificar el patrimonio geológico son: el campo de las ciencias geológicas que mejor

identifica al geositio, las posibilidades de utilización, la fragilidad y la necesidad de protección.

En este trabajo se propone una nueva clasificación del patrimonio geológico denominada “Letra – Característica”, que utilizará la categoría del geositio, identificado mediante la mejor valoración obtenida. De este modo, será posible obtener 5 categorías o tipos diferentes (A, B, C, D, E), y una subclasificación que estará definida por las características analizadas que obtuvieron esa calificación (Fig. 11).

### Discusión

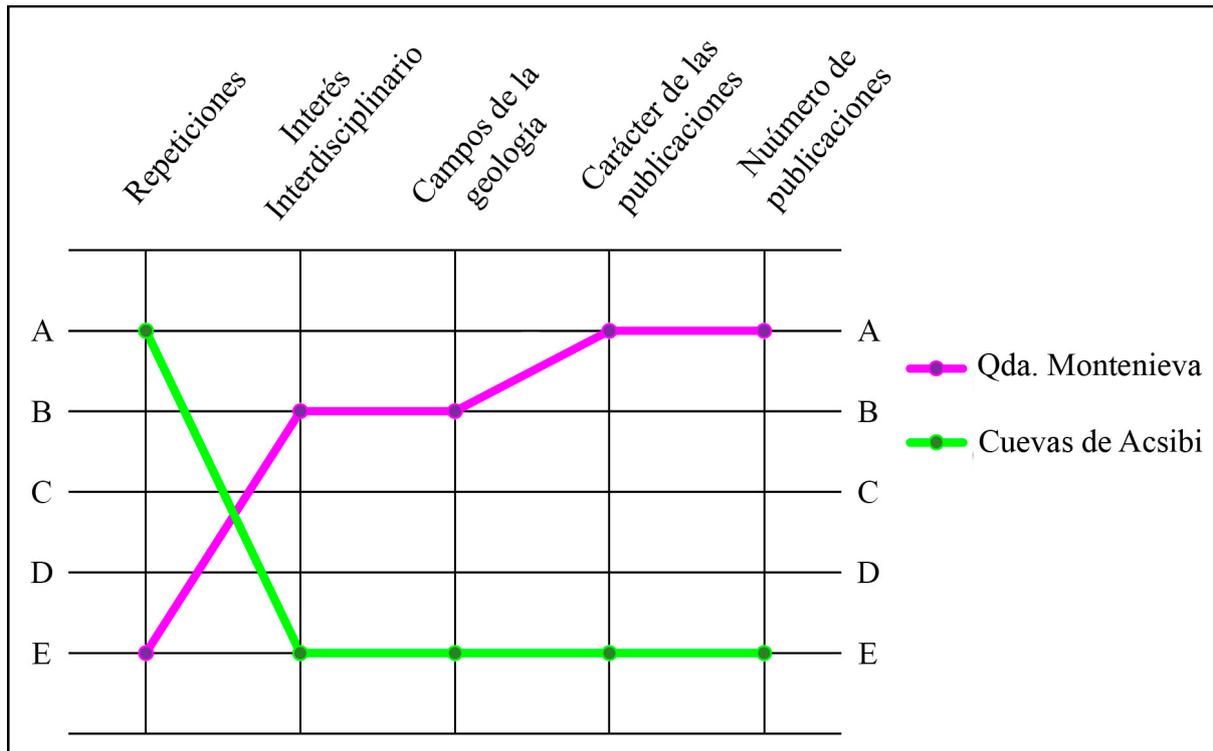
Existen numerosas metodologías cuantitativas para la evaluación del patrimonio geológico que engloban todas las características y criterios analizados en un solo número final, tal es el caso de Rivas *et al.* (1997), Brilla (2005),



**Figura 9.** Gráfico de visualización y comparación del valor de imagen. / **Figura 9.** Image value visualization and comparison graphic.

Bruschi y Cendrero (2005), Coratza y Giusti (2005), Pereira (2010), Medina (2012, 2015), entre otros. Si bien, estas metodologías se consideran apropiadas para un análisis global, no permiten observar los detalles más destacados de cada uno de los geositos, lo que permitiría una mejor visualización a la hora de clasificarlos para tomar mejores decisiones sobre si incluirlos o no en determinadas bases de datos (registro de bienes patrimoniales, catálogos de atractivos turísticos, inventarios de áreas a preservar).

De forma general, el amplio rango de la geodiversidad conlleva un amplio rango de geositos. La naturaleza de cada uno de ellos indica que se destacan en una o varias características sobre otros, mientras que también muestran debilidades o cualidades en las que no son bien calificados. Esto resalta el valor propio de cada geositio y justifica la importancia del mismo, más allá de la infraestructura y los servicios que lo rodea, las dimensiones de las localidades cercanas, o las diferentes actividades turísticas que



**Figura 10.** Gráfico de visualización y comparación del valor científico. / **Figure 10.** *Scientific value visualization and comparison graphic.*

Quebrada Montenieva	
Tipo General	A – Paisaje, conservación
Tipo Paisaje	A – Textura
Tipo Científico	A – Carácter y número de publicaciones
Cuevas de Acscibi	
Tipo General	A – Científico, conservación
Tipo Paisaje	B – Formas, estructuras
Tipo Científico	A – Repeticiones

**Figura 11.** Cuadro de clasificación de los geositos analizados. / **Figure 11.** *Classification table of the analyzed geosites.*

permiten. Estos criterios son utilizados para la evaluación del patrimonio geológico en muchas metodologías, y pueden aumentar o disminuir el valor global, pero en ese número final se altera la información científica del mismo.

Poner al descubierto todas y cada una de las características, es lo que realmente muestra una mejora en la visualización de la evaluación global del geosito. Por lo tanto, los esfuerzos deberían inclinarse también en innovar los métodos gráficos y comparativos que incluyan mayor cantidad de información. El manejo de toda la información es sumamente útil, teniendo en cuenta que el patrimonio geológico tiene aplicaciones en geoturismo, y poder visualizar rápidamente las diferencias entre uno y otro geosito podría resultar de utilidad a los planificadores y

gestores del sistema turístico.

Si bien, los visitantes no desarrollarán estas metodologías comparativas, actualmente es fácil de resolver mediante técnicas de programación y diseño web. Un claro ejemplo, es el trabajo de Pereira (2010), quien desarrolló un *software* de acceso libre con todo el inventario del patrimonio geológico de Chapada Diamantina (Bahía, Brasil), donde además de ofrecer las fichas de inventario, contiene información y fotografías extra no incluidas en el escrito de su tesis. Por otro lado, existen geoparques que cuentan con su propio sitio de internet con descripciones y fotografías de su patrimonio geológico. A pesar de estos notables progresos en este campo, ninguno de ellos cuenta con alternativas comparativas.

Como ejemplo de valoración cuantitativa de los geosítios, si consideramos los resultados obtenidos y asignamos un valor numérico a cada valor cualitativo (A: 5, B: 3, C: 2, D: 1, E:0) y calculamos la sumatoria para cada hito de valoración, y las magnitudes acumuladas, se pueden evaluar los datos de manera cuantitativa a partir de la ejecución de un diagrama de Pareto (Fig. 12). A partir de estos diagramas comparativos para los geosítios Quebrada Montenieva y Cuevas de Acsibi esbozan una mejor valoración para el primero por definir una sumatoria de parámetros por hito que duplica a la del segundo (Fig. 12).

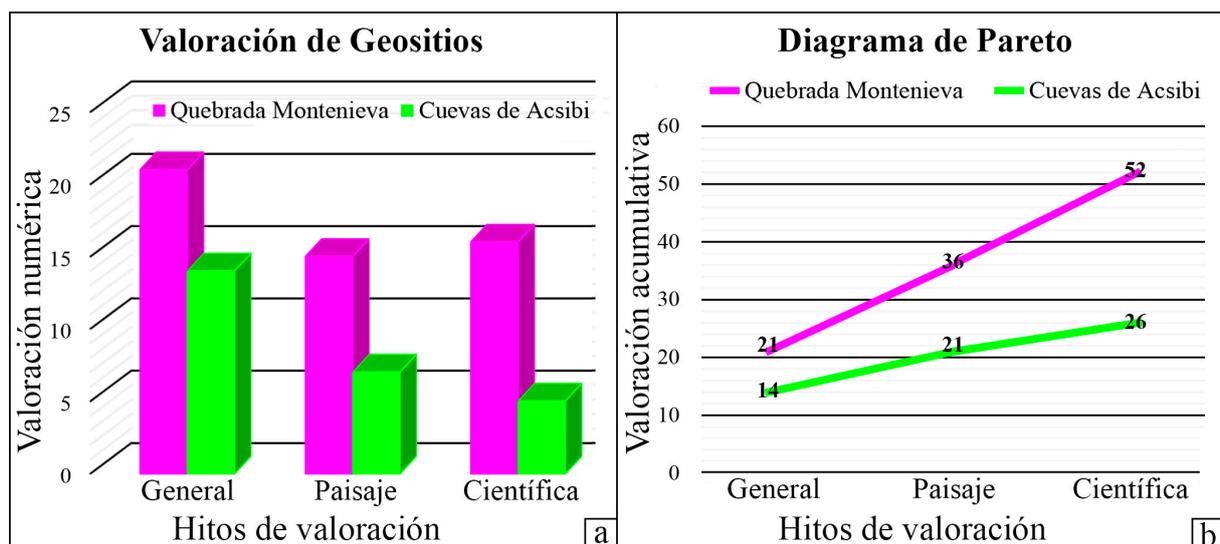
Se destaca que la sistemática de evaluación de la geodiversidad se encuentra en etapa de desarrollo en cuanto a la consolidación metodológica, dependiente de las tendencias actuales y la dinámica que revisten las vías de investi-

gación, que Crisp *et al.* (2021) identifican como: i) Intenciones metodológicas de la evaluación de la geodiversidad; ii) Tendencias actuales en los métodos de evaluación de la geodiversidad, y iii) Tendencias geográficas actuales. La metodología propuesta y su aplicación constituyen la primera valoración de geosítios y del potencial como patrimonio geológico de la zona de estudio.

## Conclusiones

El análisis de los geosítios en la zona estudiada permitió realizar una valoración comparativa de los mismos.

La Quebrada Montenieva tiene una valoración general BACBBA, una valoración de imagen BABCDE y una valoración científica de



**Figura 12.** a. Gráfico de valoración cuantitativa por hito y por geosítio. b. Diagrama de Pareto. / **Figure 12.** a. *Quantitative valuation graphic by milestone and by geosite.* b. *Pareto diagram.*

EBBAA.

Desde el punto de vista general, tiene el tipo “A – espacial del paisaje, conservación”; lo que indica que los rasgos más destacados son su valor de dimensiones del paisaje y su estado de conservación. A su vez, tiene el tipo paisaje “A – textura”, lo que resalta que lo más destacado de su imagen es un curso de agua léntico que se reconoce en toda la extensión. El tipo científico “A – carácter y tipo de publicaciones” indica que es un sitio bien estudiado, cuyas publicaciones son de carácter internacional, con referato.

Las cuevas de Acsibi tienen una valoración general de DDCAEA, una valoración de paisaje de BBEEDE y una valoración científica

AEEEE.

Desde el punto de vista general, tiene el tipo “A – científico, conservación”; lo que indica que es un punto muy importante desde el punto de vista científico y se destaca por su estado de conservación. El tipo paisaje “B – formas, estructuras”; indica que es un geosítio con resaltos topográficos propios del relieve escarpado y caracterizado por bloques redondeados. El tipo científico “A – repeticiones”, indica que es el único sitio conocido en la región para estudiar un determinado proceso geológico, en este caso los relacionados a la formación de *caves de suffosional pseudokarst*, con el agregado de que se combina con *talus pseudokarst*.

Si bien, las metodologías cuantitativas se consideran apropiadas para un análisis global, no permiten observar los detalles más destacados de cada uno de los geositios, lo que permitiría una mejor visualización a la hora de clasificarlos para tomar mejores decisiones sobre si incluirlos o no en determinados inventarios como por ejemplo de áreas protegidas o de interés turístico.

Aunque hasta la fecha no se haya desarrollado una exploración total del patrimonio geológico en el Valle Calchaquí, al tratarse de geositios de categoría A (aunque en diferentes características), se justifica la presencia de la quebrada Monteniéva y las cuevas de Acsibi dentro del patrimonio geológico del Valle Calchaquí.

El enfoque metodológico propuesto por los autores para el área de estudio constituye el primer análisis de la geodiversidad en la zona, y la primera valoración de los geositios orientada a su evaluación como patrimonio geológico.

## Agradecimientos

Este trabajo de investigación contó con el financiamiento del PUE 016 y el apoyo académico del CEGA e INSUGEO-CONICET, y de la Universidad Nacional de Salta. Los autores agradecen a la familia Abán (Finca Monteniéva) por su hospitalidad. Y a los revisores anónimos que contribuyeron al mejoramiento de este trabajo de investigación.

## Referencias

- Baldini, L. y De Feo, C. 2000. Hacia un modelo de ocupación del Valle Calchaquí central (Salta) durante los desarrollos regionales. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 25: 75-98.
- Baldini, L., Baffi, E.I., Quiroga, L. y Villamayor, V. 2004. Los desarrollos regionales en el Valle Calchaquí central, Salta. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 29: 59-80.
- Baldis, B.A., Gorroño, A., Ploszkkiewicz, J.V. y Sarudiansky, R.M. 1976. Geotectónica de la Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y comarcas adyacentes. *VI Congreso Geológico Argentino*, Actas 1, 3-22. Bahía Blanca.
- Brilha, J. 2005. *Património Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica*. Palimage Editores. 190 p.
- Brilha, J. 2016. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8:119–134
- Bruschi, V.M. 2007. *Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad*. Tesis doctoral (inédito). Facultad de Ciencias. Universidad de Cantabria. 264 p.
- Bruschi, V.M. y Cendrero, A. 2005. Geosite Evaluation; Can We Measure Intangible Values? *Il Quaternario. Italian Journal of Quaternary Sciences*, Volume Speciale, 18 (1): 293-306.
- Carcavilla, L., Durán, J.J. y Lopéz Martínez, J. 2008. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas*. 10, 1299-1303. *VII Congreso Geológico de España*. Las Palmas de Gran Canaria.
- Carcavilla Urquí, L., López Martínez, J. y 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 Geominero*, N° 7. Madrid. 360 p.
- Carcavilla Urquí, L., Díaz Martínez, E., García Cortez, A. y Vegas, J. 2019. *Geoheritage and geodiversity*. Instituto Geológico y Minero de España. 24 p.
- Carrera, N. y Muñoz, J.A. 2013. Thick-skinned tectonic style resulting from the inversion of previous structures in the southern Cordillera Oriental (NW Argentine Andes). En: Nemok, M., Mora, A. y Cosgrove, J.W. (Eds.). 2013. Thick-Skin-Dominated Orogens: From initial inversion to full accretion. *Geological Society of London*, Publicación especial, 377: 77–100.
- Cendrero, A. 2000. Patrimonio geológico: diagnóstico, clasificación y valoración. En: Palacio J. (Ed.). *Jornadas sobre Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible*. Serie Monografías. Ministerio de Medio Ambiente. *Sociedad Española de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*: 23-38.
- Coratza, P. y Giusti, C. 2005. Methodological proposal for the assessment of the Scientific Quality of Geomorphosites. *Il Quaternario. Italian Journal of Quaternary Sciences*, Volume Speciale, 18 (1): 307–313.
- Coutand, I., Carrapa, B., Deeken, A., Schmitt, A., Sobel, E. y Strecker, M. 2006. Propagation of orographic barriers along an active range front: Insights from sandstone petrography and detrital apatite fission-track thermochronology in the intramontane Angastaco basin, NW Argentina. *Basin Research* 18: 1-26.
- Crisp, J.R., Ellison, J.C. y Fischer, A. 2021. Current trends and future directions in quantitative geodiversity assessment. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 45(4): 514-540.
- Crivelli, J.C. 1995. *Perfil estructural entre Isonza y el Cerro Negro, provincia de Salta*. Tesis profesional (inédito). Universidad Nacional de Salta. 51 p.
- DeCelles, P., Carrapa, B., Horton, B. y Gehrels, G. 2011. Cenozoic foreland basin system in the Central

- Andes of Northwestern Argentina: implications for Andean geodynamics and modes of deformation. *Tectonics*, TC6013: 1-30.
- Díaz, J.I. y Malizzia, D. 1983. Estudio Geológico y sedimentológico del Terciario Superior del Valle Calchaquí (departamento de San Carlos, Salta). *Boletín Sedimentológico*, 2 (1): 8-21.
- Díaz, J.I., Malizzia, D. y Bossi, G. 1987. Análisis estratigráfico del Grupo Payogastilla. *X Congreso Geológico Argentino*. Actas 2: 113-116. Tucumán.
- Dollma, M. 2019. Geotourism potential of Thethi National Park (Albania). *International Journal of Geob heritage and Parks*, 7: 85-90.
- Escayola, M.P., Van Staal, C.R. y Davis, W. J. 2011. The age and tectonic setting of the Puncoviscana Formation in northwestern Argentina: an accretionary complex related to Early Cambrian closure of the Puncoviscana Ocean and accretion of the Arequipa-Antofalla block. *Journal of South American Earth Sciences*, 32 (4): 437-458.
- Fernández Martínez, E. y Díaz Martínez, E. 2015. El valor del patrimonio geológico: 2, tipos de interés y de uso potencial. En: Hilario, A., Mendia, M., Monge-Ganuzas, M., Fernández, E., Vegas, J. y Belmonte, A. (Eds.). *Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos*. Instituto Geológico y Minero de España, *Cuadernos del Museo Geominero*, 18: 19-24.
- Galindo, I., Romero, C., Coello-Bravo, J.J., Sánchez, N., Martín-González, E. y Vegas, J. 2019. Propuesta de contextos geológicos regionales para el inventario de patrimonio geológico de las Islas Canarias. *Geogaceta*, 65: 39-42.
- Galli, C.I., Ramírez, A., Barrientos, C., Reynolds, J., Viramonte, J.G. y Idleman, B. 2008. Estudio de proveniencia de los depósitos del Grupo Payogastilla (Mioceno Medio-Superior) aflorantes en el río Calchaquí, provincia de Salta, Argentina. *17º Congreso Geológico Argentino*, Actas 1: 353-354, Jujuy.
- Galli, C.I., Ramírez, A., Reynolds, J., Viramonte, J.G. Idleman, B. y Barrientos, C. 2011. Procedencia de los depósitos del Grupo Payogastilla (Cenozoico), río Calchaquí, provincia de Salta. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 68(2): 261-276.
- Galli, C.I., Coira, B., Alonso, R., Reynolds, J., Matteini, M. y Hauser, N. 2014. Tectonic controls on the evolution of the Andean Cenozoic foreland basin: Evidence from fluvial system variations in the Payogastilla Group, in the Calchaquí, Tonco and Amblayo Valleys, NW Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 52: 234-259.
- Galliski, M.A. y Viramonte, J.G. 1988. The Cretaceous paleorift in northwestern Argentina: A petrologic approach. *Journal of South American Earth Sciences*, 1: 329-342.
- Goudie, A.S. 2004. Fold. En: Goudie A. S. (Ed.). *Encyclopedia of Geomorphology*, Volume 1: 398-401. Taylor & Francis Group. Routledge.
- Gray, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons, LTD. 434 p.
- Grier, M.E. y Dallmeyer, R.D. 1990. Age of the Payogastilla Group. Implications for foreland basin development, NW Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 3(4): 269-278.
- Halliday, W.R. 1960. Pseudokarst in the United States. *Bulletin of the National Speleological Society*, 22(1): 109-113.
- Halliday, W.R. 2004. Pseudokarst. En: Gunn J. (Ed.). *Encyclopedia of caves and karst science*. 1291-1301.
- Halliday, W.R. 2007. Pseudokarst in the 21st century. *Journal of Cave and Karst Studies*, 69(1): 103-113.
- Holler, C. 2019. Pseudokarst. En: White, W.B., Culver, D.C. y Pipan, T. (Eds.). *Encyclopedia of Caves*, 836-849. Third Edition. Academic Press. Elsevier.
- Hongn, F.D. y Seggiaro, R.E. 2001. *Hoja Geológica 2566-III. Cachi. Provincias de Salta y Catamarca. República Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires. Boletín 248. 87 p.
- Hose, T.A. 2012. 3G's for Modern Geotourism. *Geob heritage* 4, 7-24.
- Knapik, R., Jala, Z., Sobczyk, A., Migon, P., Aleksandrowski, P., Szuszkiewicz, A., Krapiec, M., Madej, S. y Krakowski, K. 2009. *Inventaryzacja i waloryzacja geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny oraz wykonanie mapy geologicznej tego obszaru*. 91 p.
- López de Azarevich, V.L., Omarini, R.H., Sureda, R.J. y Azarevich, M.B. 2010. Ritmitas tidales en la Formación Puncoviscana (s.l.), NOA: dinámica mareal y consideraciones paleoastronómicas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 66 (1): 104-118.
- López de Azarevich, V.L., Aceñolaza, F.G., Aceñolaza, G.F., Omarini, R.H. y Azarevich, M. 2012. La cuenca Neoproterozoica-Eocámbrica en el NOA: sedimentología y ambientes de depósito de secuencias con icnofósiles, nuevas perspectivas. *XIII Reunión Argentina de Sedimentología. Salta. Relatorio*: 119-132. Salta.
- Medina, W.M. 2012. *Propuesta Metodológica para el Inventario del Patrimonio Geológico de Argentina*. Inédito. Tesis doctoral. Escola de Ciências. Universidade do Minho. Portugal. 106 p.
- Medina, W. 2015. Importancia de la Geodiversidad. Método para el inventario y valoración del Patrimonio Geológico. *Serie Correlación Geológica*, 31(1): 57-72.
- Mirrè, J.C. y Aceñolaza, F.G. 1972. El hallazgo de *Oldhamia* sp. (Traza fósil) y su valor como evidencia de edad cámbrica para el supuesto Precámbrico del borde occidental del Aconquija, provincia de Catamarca. *Ameghiniana*, 9: 72-78.
- Moreno, J.A. 1970. Estratigrafía y paleogeografía del

- Cretácico superior en la cuenca del noroeste argentino, con especial mención de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 25 (1): 9-44.
- Muñoz-Pedrerros, A. 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77:139-156.
- Pazari, F. y Dollma, M. 2019. Geotourism potential of Zall Gjoçaj national park and the area nearby. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 7: 103-110.
- Pereira, R.G.F. A. 2010. *Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia - Brasil)*. Tesis doctoral. Inédito. Escola de Ciências. Universidade do Minho. 295 p.
- Pereyra, R., Bechio, R., Viramonte, J.G. y Pimentel, M. 2008. Minerales pesados en depósitos piroclásticos de caída distales, su uso en la correlación crono-estratigráfica entre la Formación Angastaco (Grupo Payogastilla) y Formación Anta (Grupo Orán). 17° *Congreso Geológico Argentino*, Actas 1: 227-228, Jujuy.
- Ramos, V.A. 2017. Las Provincias Geológicas del Noroeste Argentino. En: Muruaga, C.M. y Grosse, P. (Eds). 2017. Ciencias de la Tierra y recursos naturales del NOA. *XX Congreso Geológico Argentino*, Relatorio: 38-52. San Miguel de Tucumán.
- Rendon Rivera, A.J., Henao Arroyave, A.M. y Osorio Cachaya, J.G. 2013. Propuesta metodológica para la valoración del Patrimonio geológico, como base para su gestión en el departamento de Antioquia – Colombia. *Boletín Ciencias de la Tierra*, 33: 85-92.
- Reyes, F.C. y Salfity, J.A. 1973. Consideraciones sobre la estratigrafía del Cretácico (Subgrupo Pirgua) en el noroeste argentino. Carlos Paz. Córdoba. V *Congreso Geológico Argentino*, Actas 3: 355-386.
- Rivas, V., Rix, K., Franés, E., Cendrero, A. y Brunnsden, D. 1997. Geomorphological indicators for environmental impact assessment: consumable and non-consumable geomorphological resources. *Geomorphology*, 18: 169-182.
- Salfity, J.A. y Monaldi, C.R. 2006. *Hoja Geológica 2566-IV. Metán. Provincias de Salta. República Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires. Boletín 2319. 74 p.
- Soliz, A.A. 2021. *Geología del sector este de Seclantás y propuestas para la designación de patrimonios geológicos según los parámetros UNESCO*. Tesis profesional (inédito). Universidad Nacional de Salta. 162 p.
- Turner, J.C.M. 1958. Estratigrafía del cordón de Escaya y de la sierra Rinconada. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 13 (1): 15-39.
- Turner, J.C.M. 1960. Estratigrafía de la sierra de Santa Victoria, provincias de Salta y Jujuy. *Academia Nacional de Ciencias*, Boletín 41: 163-196. Córdoba.
- Turner, J.C.M., Méndez, V., Amengual, R. y Viera, O. 1979. Geología de la región Noroeste, provincias de Salta y Jujuy, República Argentina. VII *Congreso Geológico Argentino*, Actas 1: 367-387. Buenos Aires.
- von Knebel, W. 1905. *Höhlenkunde mit Berücksichtigung der Karstphänomene*. Vieweg & Sohn Verlag. Springer. 222 p.
- Yamin, M., Coppolecchia, M., Seggiaro, R., Casa, A. y Cegarra, M. 2016. Evaluación de la actividad neotectónica en el sector norte de los Valles Calchaquíes, entre las localidades de Payogasta y Seclantás, provincia de Salta. Instituto de Recursos Geológico Mineros. Servicio Geológico Minero Argentino. *Serie Contribuciones Técnicas-Geología* N° 4. 22 p. Buenos Aires.
- Zwoliński, Z., Najwer, A. y Giardino, M. 2018. Methods for assessing geodiversity. En: Reynard E. y Brillha J (Eds.). *Geoheritage*. 27-52. Elsevier.

**Recibido:** 29 de Julio de 2021

**Aceptado:** 29 de Abril de 2022