



# Geología y turismo: realidades complementarias

Arantza Aramburu Artano  
Laura Damas Mollá  
Juan José Durán Valsero  
(editores)

**Karrantza (Bizkaia), 22 a 25 de octubre de 2024**

# La fotografía 360°: una herramienta para el análisis morfológico de la Cueva del Puerto (Calasparra, Murcia)

Ros, A., Olmo Torrente, J., Fernández Amo, F.J.

Cueva del Puerto, Calasparra, Murcia  
andresros@outlook.com, juanolto@gmail.com, francis@tecmineras.com

---

## Resumen

El uso de nuevas técnicas para el análisis de cavidades, como la fotografía 360°, está revolucionando la espeleología tanto para fines didácticos como científicos. La fotografía 360° ofrece una visión inmersiva del interior de las cavidades a través del uso de gafas de realidad virtual (RV). También es posible visualizar estas imágenes en un formato equirectangular, que extiende la fotografía 360° en un plano, ofreciendo un amplio campo visual y permitiendo apreciar detalles morfológicos con gran precisión. Esta técnica facilita la interpretación e identificación de diversas formaciones subterráneas, revelando detalles que podrían pasar desapercibidos en los trabajos de campo tradicionales. La fotografía equirectangular es especialmente útil para el estudio de morfologías hipogénicas, formaciones creadas por procesos químicos y físicos bajo la superficie terrestre que incluyen tubos de presión, cúpulas, conductos y otros depósitos minerales, proporcionando información valiosa sobre los procesos geológicos y químicos del subsuelo. Además, permite una observación más detallada y completa de los espeleotemas, como estalactitas, estalagmitas y columnas, que son indicadores importantes del entorno hidrológico y climático de la cueva. La cuidada iluminación durante la toma de imágenes asegura que todos los detalles morfológicos sean visibles y puedan ser estudiados con precisión. El uso de esta técnica en la Cueva del Puerto (Murcia) ha permitido obtener nuevas perspectivas de análisis en los procesos morfológicos, ofreciendo un detalle ampliado difícil de captar in situ en su totalidad. Este enfoque no solo enriquece el registro visual de las cavidades, sino que también proporciona un documento gráfico de gran valor para el conocimiento de la espeleogénesis y la morfología de las cavidades.

**Palabras clave:** cuevas hipogénicas, Cueva del Puerto, fotografía 360°, realidad virtual, visión inmersiva.

## Abstract

*The use of innovative techniques for cavity analysis, such as 360° photography, is revolutionizing speleology for both educational and scientific purposes. 360° photography offers an immersive view of the interior of cavities using virtual reality (VR) glasses. It is also possible to view these images in an equirectangular format, which extends the 360° photograph onto a plane, offering a wide field of view and allowing detailed morphological features to be appreciated with great precision. This technique facilitates the interpretation and identification of various underground formations, revealing details that might go unnoticed in traditional fieldwork. Equirectangular photography is particularly useful for studying hypogenic morphologies—formations created by chemical and physical processes beneath the Earth's surface, including pressure tubes, domes, conduits, and other mineral deposits—providing valuable information about subsurface geological and chemical processes. Moreover, it allows for a more detailed and comprehensive observation of speleothems, such as stalactites, stalagmites, and columns, which are important indicators of the cave's hydrological and climatic environment. Careful lighting during image capture ensures that all morphological details are visible and can be studied with precision. The use of this technique in Cueva del Puerto (Murcia) has provided new perspectives on morphological processes, offering enhanced detail that is difficult to capture in situ in its entirety. This approach not only enriches the visual record of cavities but also provides a highly valuable graphic document for the understanding of speleogenesis and cavity morphology.*

**Keywords:** 360° photography, Cueva del Puerto, hypogenic caves, immersive vision, Virtual Reality.

## Introducción

Las cavidades a lo largo del tiempo continúan su evolución, a menudo mostrando una realidad actual que difiere mucho de su origen, enmascarado por cambios climáticos, efectos de gases profundos, alteraciones por elementos alóctonos, murciélagos, acciones humanas, etc. (Figura 1).



Figura 1. Imagen procesada para 360° RV: a la derecha los espeleotemas enmascaran las morfologías hipogénicas; a la izquierda, estas se muestran claramente (Foto: Espeleofoto)

La búsqueda de la espeleogénesis inicial en muchas cavidades puede ser complicada, por ejemplo, en 2007, se estimó que el porcentaje mundial de cavidades hipogénicas era del 7-10% (Klimchouk, 2007), cifra que está siendo revisada actualmente debido al aumento de investigaciones sobre estas cavidades que confirman un origen hipogénico en muchas cavidades que hasta ahora se creían epigénicas. En 2017, un proyecto mundial liderado por A. Klimchouk, "Hypogene Karst Regions and Caves of the World" (Klimchouk et al., 2017), evidenció que estas cavidades son más numerosas de lo que se estimaba inicialmente. Esto indica que aún se debe profundizar más en los aspectos espeleogenéticos de las cavidades (Ros et al., 2016; Ros et al., 2021). A estos trabajos se añaden nuevas herramientas, como la fotografía inmersiva o 360°, que proporcionan una visión nítida, tranquila y con un gran nivel de detalle, iluminación y resolución que, en condiciones normales dentro de la cavidad, es más complicado de ver. La aplicación de técnicas para el análisis de cavidades, como es la fotografía 360° inmersiva, se revela como una herramienta de gran valor tanto para la investigación como en el ámbito didáctico.

## Desarrollo

La aplicación de la técnica fotográfica 360° para visión inmersiva es más compleja que la fotografía tradicional, requiriendo equipamiento específico como grandes angulares, una meticulosa

y uniforme iluminación y un procesamiento posterior de las imágenes, como el apilamiento de fotografías con programas específicos para las imágenes 360° (Figura 2). La obtención final de la imagen difiere si es vista en un plano o sobre papel; esta se verá deformada e incluso algo borrosa en los extremos superiores e inferiores debido a la distorsión visual de la forma final de 360°, recreando un entorno inmersivo en todas direcciones. Las imágenes vistas con gafas especiales RV recrean una inmersión real de la cavidad con todo detalle, permitiendo moverse girando la cabeza por toda la sala: frente, lados, techo y suelo, con una sensación inmersiva de estar dentro de la cavidad.



Figura 2. Desarrollo de una sesión fotográfica 360° en el interior de Cueva del Puerto (Foto Espeleofoto)

Una vez obtenida la imagen, esta requiere una segunda manipulación para señalar los elementos que se quieren mostrar o los patrones indicadores de la espeleogénesis (Figura 4). La fotografía nos permite identificar con claridad patrones de tipo hipogénico u otros, como son los espeleotemas;



una vez procesada la imagen, esta se complementa previamente con una imagen igual sin los indicadores para, a continuación, mostrar los indicadores resaltados con una pequeña locución explicativa (Figuras 3, 4 y 5).



Figura 3. Conjunto de imágenes para ver en RV 360° con visión inmersiva (Foto: Espeleofoto)



Figura 4. Misma foto que la figura 3, procesada y con señalización de patrones en indicadores morfológicos (Foto: Espeleofoto, composición A. Ros)



Figura 5. Demostración de 360° inmersiva. La cueva es llevada a la ciudad

## Conclusiones

La fotografía 360° inmersiva es una herramienta a considerar para la investigación, dado su alto nivel de detalle y, a su vez, como un elemento didáctico para cuevas turísticas o cuevas de difícil acceso o lugares especiales. Proyectos como la Realidad Virtual en la Geoda de Pulpí (Almería) permiten a los visitantes poder adentrarse en el interior de la Geoda, que no se puede visitar de otra manera. Esto también ocurre en otras cavidades que, por su recorrido o difícil acceso, no es posible visitar. Incluso es viable recrear ambientes extintos en yacimientos arqueológicos, como los realizados por la asociación Espeleofoto en el Complejo Kárstico de Ojo Guareña (Castilla y León) y Grottes d'Insturisz et d'Oxocelhaya (Francia).

El proyecto realizado en la Cueva del Puerto ha permitido obtener nuevas perspectivas de análisis en los procesos morfológicos y espeleogenéticos, ofreciendo un detalle ampliado difícil de captar in situ en su totalidad. Este enfoque no solo enriquece el registro visual de las cavidades, sino que también proporciona un documento gráfico de gran valor para el conocimiento de la espeleogénesis y la morfología de las cavidades, además de ser una herramienta didáctica muy atractiva.

Durante los días del congreso se pueden ver estas imágenes de realidad virtual en el stand preparado por la asociación Espeleofoto.

## Agradecimientos

Las fotografías de este trabajo son de la Asociación Espeleofoto.

## Referencias

- Klimchouk, A.B. (2007). *Hypogene speleogenesis: hydrogeological and morphogenetic perspective*. National Cave and Karst Research Institute Special Paper #1, Carlsbad.
- Klimchouk, A.B., Palmer, A. N., de Waele, J., Audra, P. (2017). *Hypogene Karst Regions and Caves of the World*. Springer.
- Ros, A., et al. (2016). *Morfologías hipogénicas en la Cueva del Puerto (Murcia, España)*. Gota a Gota N°. 10: 8-15. Grupo de Espeleología de Villacarrillo G.E.V.
- Ros, A., et al. (2021). *La Cueva del Puerto: una cavidad hipogénica*. Edita CENM-naturaleza y Natursport, Murcia.