

Estudio geoespeleológico del Forat de les «Gralles»
(Bellver de Cerdaña, Lérida)

POR

JOAQUIN MONTORIOL POUS

El estudio geoespeleológico de esta sima, la más importante de las exploradas hasta el presente en la Cerdaña, lo pudimos realizar gracias a la gentileza del distinguido bioespeleólogo Francisco Español, quien tuvo a bien invitarnos a la expedición que, patrocinada por el señor I. Jaussàs, secretario del Ayuntamiento de Bellver de Cerdaña, se desarrolló durante los días 17 y 18 de junio de 1950. También queremos hacer patente nuestro agradecimiento a los vecinos de aquella pintoresca localidad, señores P. Estany y hermanos Pons, por su desinteresada colaboración, que contribuyó al buen éxito de la exploración, así como a nuestro compañero del Grupo de Exploraciones Subterráneas (G. E. S.) del C. M. B., señor Francisco Vicens, por su colaboración técnica.

Noticia histórica.—A pesar de que esta sima es conocida en la región desde tiempos inmemoriales, no se halla consignada en ninguno de los catálogos espeleológicos de Faura y Sans (4) (5) (6), habiendo sido citada por primera vez en 1935, por Closas (2). Es curioso observar que, mientras la vecina formación de la «Fou de

Bor» recibía numerosas visitas, incluso de las más acreditadas figuras de la espeleología mundial (7) (9), el «Forat de las Gralles» permanecía virgen de toda exploración, probablemente debido a su situación y a las dificultades que oponía a su descenso.

Por otra parte, el hecho no es más que el reflejo de la poca actividad espeleológica desarrollada, hasta el presente, en las vertientes catalanas del Pirineo, reducida casi a algunas exploraciones efectuadas por elementos del C. M. B. (2) (8) (16), cosa que contrasta notablemente con la gran actividad llevada a cabo en el resto de la región.

Es por todo ello que, desde un principio, consideramos la exploración de esta sima como de gran interés, máxime cuando la altitud de su boca (14) (15) y el espesor de las capas calizas, hacían concebir buenas esperanzas en cuanto a su profundidad. El descenso tuvo lugar, como ya hemos citado anteriormente, los días 17 y 18 de junio, y durante el mismo pudimos realizar la primera exploración total de la cavidad.

Situación.—La boca del «Forat de les Gralles» se abre en un paraje abrupto, a unos 30 m. sobre el talweg del torrente de Garra-vet, a su derecha hidrográfica, y a 1.409 m. sobre el nivel del mar. En este punto el torrente va muy encajado, hallándose dominado por pequeñas cimas, todas ellas superiores a los 1.600 m.

Para llegar a la sima es preciso partir del caserío de Santa Magdalena, siguiendo un camino que gana rápidamente altura, por la solana de los montes que se levantan sobre el Bac de Néfol. Al llegar encima de un brusco descenso de pendiente, probablemente un antiguo nivel de base del torrente, es preciso bajar hasta el thalweg y remontar por la ladera opuesta, alcanzándose en poco tiempo la boca de la sima.

Geología.—Dejando aparte una pequeña área atravesada por el thalweg del torrente de l'Inglà, en donde aparece el Silúrico (Gothlandiense), la zona que se extiende por los alrededores de la

cavidad se halla, en su totalidad, constituida por calizas devónicas y el Carbonífero. Esta zona, delimitada al N. por la gran falla que, siguiendo la dirección E.—W., se extiende durante más de 9 km., se halla sumamente fracturada. Además de un conjunto de pequeñas fracturas escalonadas, dispuestas en abanico, localizadas en la vertiente derecha del torrente de l'Inгла, debemos mencionar un importante conjunto de fallas que, formando ángulos de aproximadamente 90° , y dispuestas sensiblemente según las direcciones N.—S. y E.—W., ponen en contacto mecánico el Carbonífero y el Devónico.

Una de las muchas fracturas existentes, actuando como línea

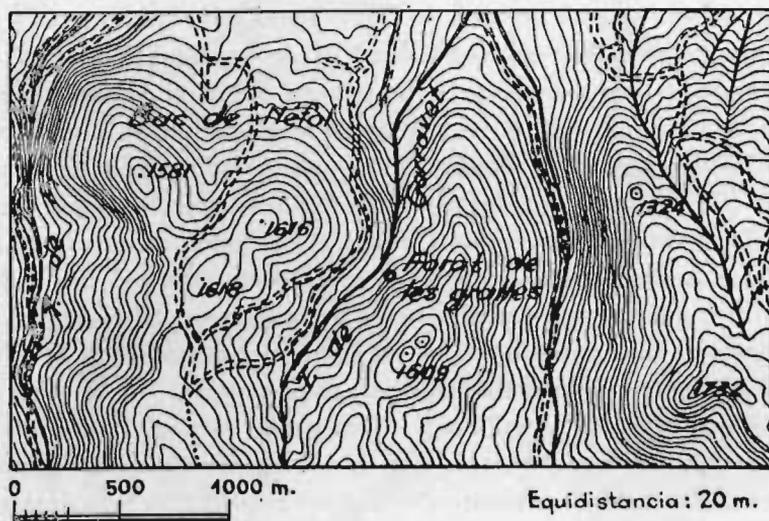


Figura 1.—Topografía de los alrededores del Forat de les Gralles.

de mínima resistencia, debió ser aprovechada por el torrente de Garravet para labrar su cauce. De esta época data la génesis de la sima, que, abriendo su boca en el mismo talweg del torrente, debió actuar como sumidero, sirviendo el plano de falla como punto de absorción de las aguas. Posteriormente el talweg se desplazó al SW., y la boca de la cavidad quedó colgada unos 30 m. so-

bre el mismo, dejando de funcionar como sumidero y entrando en una fase senil (10).

Espeleografía y espeleomorfología.—La boca de la sima, orientada N. 20 W, es de grandes proporciones, midiendo 13 m. de longitud por 4,5 m. de anchura. Partiendo del labio N. de la misma, se descienden verticalmente 23 m., pudiéndose observar en el tramo superior diversos signos de erosión, que aparecen totalmente enmascarados por la litogénesis en las partes profundas del pozo.

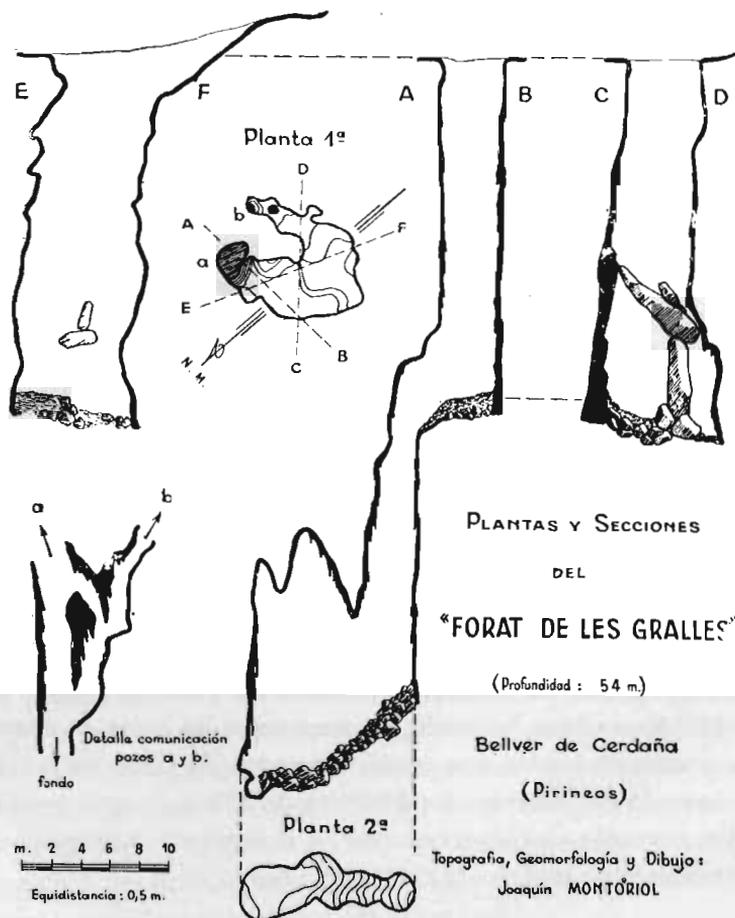
El piso de la primera planta, que forma como una C orientada al E., se halla totalmente ocupada por brechas de pequeño tamaño, detritus vegetales y una cantidad de guano sorprendente, que, debido al gran número de *Corvus corone* que habitan en la sima, alcanza en algunos puntos los 2 m. de espesor. Esta capa de guano, que forma una especie de terraza sobre el borde del segundo pozo, dificulta notablemente la exploración de la cavidad. Toda la porción NW. de esta primera oquedad se halla enmascarada por la quimiolitogénesis, no pudiéndose apreciar signo alguno de su primitiva morfología. Hacia el S. existen muestras de un proceso quimioclástico, a manera de enormes bloques apoyados entre sí, que forman una especie de arco. Atravesado el mismo, se penetra en una pequeña salita—la rama meridional de la C—, en la que puede apreciarse algún signo glyptogénico.

En su extremo se halla una cxígua gatera vertical, atravesada la cual sigue un pequeño pozo, que se une lateralmente a la segunda sima de la cavidad; este estrecho camino presenta un bien desarrollado proceso reconstructivo.

Penetrando por el pozo mayor—situado en el extremo de la rama septentrional de la C—se descienden verticalmente 18 m., hasta llegar a la cima de una rampa de materiales clásticos, situada a 46 m. Bajando por ella, se llega a una sala cuya bóveda se eleva a 17 m. de altura, y cuyas paredes y techo se hallan tapizadas por un proceso litogénico que presenta algunas estalactitas de notable tamaño.

En el extremo de esta caverna existe un pequeño agujero entre los materiales clásticos, cuyo piso, a-54 m., constituye el fondo del «Forat de les Gralles».

Espeleometría.—Dimensiones boca: 13 m. x 4,5 m. Profundidad



primer pozo: 27 m. Profundidad segundo pozo: 18 m. Profundidad total: 54 m. Area primera planta: 48 m². Area segunda planta: 32 m². Area total plantas: 80 m².

Espeleometeorología.—a) *Datos registrados* (18^h del 17-6-50).

1) Temperatura. Exterior: 19° C. Fondo del primer pozo: 10° C. Fondo del segundo pozo: 8° C.

2) Humedad relativa. Exterior: 69 ‰. Fondo del primer pozo: 70 ‰.

3) Presión atmosférica. Exterior (a 1.409 m. de altitud): 652 mm. de mercurio. Fondo del primer pozo: 653 mm. de mercurio.

b) *Sobre la pretendida relación del «Forat de les Gralles» con la cueva de la «Fou de Bor».* Se ha venido considerando como posible una relación entre el aparato hidrológico de la «Fou de Bor» y la sima objeto de este estudio; sin negar que la absorción hídrica del «Forat de les Gralles» podría contribuir al funcionamiento de aquel sistema, mediante muy ligeras aportaciones a través de los «joints»; podemos afirmar, después de nuestras investigaciones, que no ha existido jamás una verdadera relación, en el sentido kárstico, entre ambos sistemas. Dicho de otro modo, los dos aparatos hidrológicos no han estado jamás intercomunicados por verdaderos conductos acuíferos.

En efecto, aún considerando que el sistema se halla en plena senilidad, habiendo actuado largamente sobre él la litogénesis y los procesos clásticos, es evidente que, caso de haber existido alguna comunicación, esta se hallaría representada en la actualidad, al menos mediante microfisuras, que permitirían el paso del aire (1) (13) (17) (19). Ahora bien, teniendo en cuenta que las cotas de abertura de ambas cavidades son respectivamente de 1.130 m. y 1.409 m., lo que da una diferencia altimétrica de 279 m.; y aplicando los datos registrados en el apartado «a», a la siguiente expresión que nos da la presión motriz (11) (12) (19) (20),

$$\Delta P_m = \frac{h}{10} \left(\frac{349,44 Pa_1 + 0,02 H_1}{273 + t_1} - \frac{349,44 Pa_2 + 0,02 H_2}{273 + t_2} \right)$$

(h= diferencia de cotas. Pa₁ y Pa₂= presiones en atmósferas. H₁ y H₂= humedad relativa. t₁ y t₂= temperaturas. Los afectados por el subíndice 1 son datos

internos; los afectados por el subíndice 2 son datos externos. El resultado viene expresado en gramos por cm³).

vemos que el conjunto debía haber funcionado, caso de existir las microfisuras, como un sistema en tubo de viento (1) (3) (12). El no haberse registrado en la porción terminal de la sima, por lo demás de escasa sección de circulación, la menor muestra de una dinámica del aire, es prueba concluyente de la inexistencia de la supuesta intercomunicación.

Espeleogénesis.—Como ya hemos indicado anteriormente, en la época de su formación, la boca de la sima se abría exactamente en el talweg del torrente de Garravet, y la acción erosiva del agua se ejerció a través de un plano de falla. Los signos de erosión que se aprecian en la cavidad datan de esta época.

Posteriormente, y por haberse desplazado el talweg al SW., cesó la fase de sumidero y, con ello, el período erosivo. Siguió un proceso litogénico, que enmascaró casi totalmente las huellas de la erosión, particularmente desarrollado en las paredes que rodean el primer pozo por el NW.

El importante proceso clástico que se observa en la primera sima, es el último paso en la evolución de la cavidad, por cuanto los grandes bloques se apoyan sobre el revestimiento quimiolitogénico, sin haber quedado incluídos en él. Estos materiales clásticos no presentan sobre ellos la menor muestra de proceso reconstructivo, lo que es claro indicio de que no se han desprendido de las paredes del pozo: es por ello que tenemos que admitir que provienen de la rampa situada al SSW. de la boca. El proceso se debió engendrar por infiltraciones a través de los «joints», con la consiguiente decalcificación y ulterior deslice de los materiales por la rampa, debido a la acción de la gravedad.

Resumiendo pues, en la evolución del «Forat de les Gralles» podemos distinguir las siguientes fases:

1.º El torrente de Garravet labra un primitivo talweg. apro-

vechando como líneas de menor resistencia un plano de falla pre-existente.

2.º Las aguas aprovechan el plano de falla para su descenso, dando lugar a un proceso erosivo hipogeo. Formación de la cavidad.

3.º El torrente desplaza su talweg al SW., quedando la boca de la sima colgada 30 m. sobre él. Fin del período erosivo.

4. Proceso quimiolitogénico.

5.º Las infiltraciones a través de los «joints» provocan una decalcificación, seguida de un proceso clástico, por deslice de los bloques por la rampa SSW. La cavidad queda con la actual morfología.

RÉSUMÉ

L'aven «Forat de las Gralles» s'ouvre à 1490 m. d'altitude et à 30 m. sur le thalweg du torrent du Garravet, sur le marge droit. Aux environs de l'aven n'existent comme terrains géologiques, que le dévonien et le carbonifère, présentant souvent des contacts mécaniques.

L'aven est constitué par deux puits succesifs (27 et 18 m. de profondeur) et un plan incliné final qui arrive jusqu'à 54 m. L'ensemble des plantes occupe une surface de 80 m.².

Le Forat de les Gralles s'est formé au cours des phases suivantes: 1. Le torrent du Garravet s'est excavé sur un plan de faille. 2. Les eaux profitent de ce plan de faille pour s'infiltrer dans la masse calcaire. Origine de l'aven. 3. Le torrent évolue en se déplaçant vers le SW. et le Forat de les Gralles reste percé à 30 m. sur le thalweg. Fin du période erosiv. 4. Procés stalagmitique. 5. Infiltration par les joints, décalcification et procés clastique avec écoulement des blocs par le plan incliné finale.

D'après les observations spéléométrologiques réalisées, le Forat de les Gralles n'a aucun rapport, au point de vue kárstique avec la caverne «Fou de Bor».

L'aven est occupé par une importante colonie de *Corvus corone* laquelle à originé un dépôt de «guano» que dans certains points a un épaisseur de 2 m.

SUMMARY

The 'swallow-hole' cave known as 'Forat de les Gralles' has one mouth at 1,490 metres and another at 30 metres on the right bank of the thalweg of the Garravet torrent. The only geological formations in the vicinity are devonian and carboniferous, which are often juxtaposed.

The cave is formed of two successive wells (27 and 18 metres deep) and a final inclined passage reaching a depth of 54 metres. The surface area of the different platforms totals together 80 square metres.

The 'Forat de les Gralles' was formed in the following phases: 1) Erosion by the Garravat torrent in its course, which followed a fault formation. 2) Infiltration of the waters by reason of this fault into the limestone mass. 3) Alteration in the course of the torrent towards the SW, leaving the 'Forat de les Gralles' open at 30 metres in the thalweg. End of the erosinary period. 4) Stalagmitisation. 5) Infiltration through the joins, decalcification, and clasticisation with collapse of boulders along the final inclined plane.

Accordinato speolometeorological observations, the 'Forat de les Gralles' has, from the karstic point of view, nothing in common with the 'Fou de Bor' cave.

A large colony of *Corvus corone* inhabit the cave and the deposit of guano made by them is in some places two metres thick.

BIBLIOGRAFIA

1. *Anelli (F.)* «Osservazioni di meteorologia ipogea nelle grotte di Castel Lueghi, presso Postumia». *Le Grotte d' Italia*, ser 2.^a, vol. V.^o Trieste 1944.
2. *Closas y Miralles (J.)* «La cova de la Fou de Bor». *Sota Terra II*, edició C. M. B. Barcelona 1935.
3. *Crestani (G.) y Anelli (F.)* «Ricerche di meteorologia ipogea nelle grotte di Postumia». *Pub. Uff. Idr. Mag. Acque di Venezia*. Mem. Is. Ital. Sp., serie Geol.—Geog., mem. III. Venezia 1939.
4. *Faura y Sans (M.)* «Recull espeleològic de Catalunya». *Sota Terra I*, edició C. M. B. Barcelona 1909.
5. *Faura y Sans (M.)* «Espeleología. Coves i avenchs de Catalunya». *Geografía general de Catalunya*. Barcelona 1909.
6. *Faura y Sans (M.)* «La espeleología de Cataluña». *Mem. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.*, T. IV, mem. 6.^a Madrid 1910.
7. *Jeannel (R.) y Racowitza (E. G.)* «Ennumeration des grottes visitées». *Bio-espeleológica*, vol. III. París 1911.
8. *Llopis Lladó (N.)* «Coves de l' Orri». *Sota Terra II*, ed. C. M. B. Barcelona 1935.
9. *Martel (E. A.)* «Neuvième campagne souterraine». *Annales du C. A. F.*, vol. XXIII. París 1896.
10. *Montoriol Pous (J.)* «Estudio geoespeleológico de dos simas en el macizo de Garraf». *Speleón*, año I, núm. 1. Oviedo 1950.
11. *Montoriol Pous (J.)* «Meteorología subterránea». *Zodiaco*, rev. de la Soc. Astr. de España y América, año II, vol. 3.^o Barcelona 1951.
12. *Montoriol Pous (J.)* «Resultado de las observaciones espeleometeorológicas realizadas durante la exploración de la sima de los Esquirols». *Speleon*, año I, fasc. 3-4. Oviedo 1950.

13. *Montoriol Pous (J.)* «Estudio geoespeleológico de la sima de la Ferla». Pi-ineos. Zaragoza (en publicación).
14. *Noir (J.)*. «L'aven du Caladaire». Rassegna Speleologica Italiana, año I, fasc. 2-3. Como 1950.
15. *Noir (J.)* y *Barone (R.)* «L'aven du Caladaire (Basses Alpes)». Nota presentada por E. de Martonne, comp. ren. de la Ac. des Sc., t. 230. París 1950.
16. *Semir y Arquer (R.)* «Bofia de Sant Jaume». Sota Terra II, ed. C. M. B. Barcelona 1935.
17. *Sommaruga (C.)* «La grotta di M. Tre Crocette». Rassegna Speleologica Italiana, T. I, fasc. 2-3. Como 1949.
18. *Thomas Casajuana (J. M.^a)* y *Montoriol Pous (J.)* «La cueva del Agua de Sierra Arana». Speleon, año II, fasc. 1. Oviedo 1951.
19. *Trombe (F.)* «Météorologie et hydrologie souterraines. Application aux massifs d' Arbas et Paloumère». Annales de Spéléologie, T. II, fasc. 2-3. París 1947.
20. *Trombe (F.)* «Gouffres et cavernes du Haut Comminges». Trav. Sc. deu C. A. F., T. I. París 1943.