

EL MEDIO FLUVIO-LACUSTRE HIPOGEO EN LAS CUEVAS DE MALLORCA Y SU ASOCIACION DE MORFOLOGIAS (*)

por Joaquín Ginés y Angel Ginés
del Grupo Espeleológico EST. Palma de Mallorca.

RESUMEN

En el presente estudio se aborda la interpretación del medio fluvio-lacustre hipogeo en Mallorca, de forma principal en su vertiente morfológica.

La descripción de las fisonomías y sedimentos específicos de dicho medio hipogeo, es seguida de unas pequeñas anotaciones concernientes a cada una de las cavidades mallorquinas en las que hemos localizado fenómenos de este tipo. Todo ello nos permite exponer una serie de conclusiones sobre ciertas morfologías lacustres y sus respectivos mecanismos genéticos. En cierto modo se puede hablar, para Mallorca, de una asociación morfológica propia del ámbito fluvio-lacustre, caracterizada especialmente por el binomio: sedimentos varvados — entalladuras de corrosión en nivel de agua.

Una amplia representación gráfica, imprescindible para la adecuada explicación del tema, completa el trabajo.

ABSTRACT

The present study takes up the interpretation of the subterranean fluvial-lacustrine environment of Mallorca, with reference principally to its morphological aspects.

A description of the features and sediments specific to this subterranean environment is followed by brief notes on each of the Mallorcan caves in which we have found phenomena of this type. All this allows us to present a series of conclusions regarding certain lacustrine morphologies in caves and their respective genetic mechanisms. In a certain sense one can, for Mallorca, speak of a morphological association specific to the fluvial-lacustrine domain and characterized especially by two properties: varved sediments and water level corrosion grooves.

Ample graphic material - indispensable for a proper explanation of the subject - completes the study.

I - INTRODUCCION

El ámbito fluvio-lacustre subterráneo ha sido objeto del interés de numerosos investigadores, pres-tándose especial atención a las peculiaridades sedimentológicas que este medio presenta (1) (7) (8) (10); por el contrario no se ha procedido a la descripción de la posible secuela de morfologías, que pudieran ir implicadas con los particulares tipos de sedimentación específicos de dicho medio. Así, podemos afirmar que mientras la sedimentación varvada es relativamente bien conocida desde los puntos de vista genético y morfológico, no sucede en cambio lo mismo con cierta forma de corrosión: *Wassermarken* (Niveaulinie des Wasserspiegel korrosion — Corrosión en nivel de agua) (12), que creemos identificar con un medio fluvio-lacustre análogo al que requiere la sedimentación varvada. En el curso de esta nota

(*) Esta nota fue redactada con ocasión del II Congreso Nacional de Espeleología (Oviedo 1972), pero la deficiente actuación de la comisión organizadora de dicho congreso nos hizo desistir de presentarla al mismo.

Posteriormente, en Noviembre de 1974, se leyó esta comunicación en las sesiones del III Congreso Nacional de Espeleología que tuvo lugar en Madrid. Dificultades presupuestarias impidieron en su día a la comisión organizadora la publicación de las memorias del Congreso; motivo por el cual nos decidimos a publicar en estas páginas el texto original, si bien hemos procedido a hacer ciertas rectificaciones y anotaciones. Dichas modificaciones resultan aconsejables en razón del tiempo transcurrido desde la fecha de redacción del presente trabajo.

vamos a emplear el término *entalladuras* para referirnos a ciertas morfologías subterráneas mallorquinas, las cuales presentan afinidades evidentes con las *Wassermarken* que acabamos de citar.

Si admitimos que ambos fenómenos (sedimentación varvada y entalladuras de corrosión en nivel de agua) se dan dentro de un medio morfogénico similar, podríamos deducir que es muy posible la existencia simultánea de ambos procesos en una misma caverna. Este hecho lo hemos observado en varias cavidades de la Isla de Mallorca, siendo ello el motivo de la presente nota. Pretende pues, este trabajo, dejar constancia de la existencia en ciertas cavernas mallorquinas de conjuntos morfogénicos pertenecientes a medios lacustre-fluviales bastante caracterizados, a la vez que se analiza la particular coexistencia morfológico-sedimentológica que en ellas se da.

Para mayor claridad en la exposición del tema, antes de proceder a la interpretación de las cavidades que nos interesan se describirán las morfologías más características en el ámbito fluvio-lacustre mallorquín, haciendo especial hincapié en las formas de corrosión en nivel de agua. Unas conclusiones finales completarán el trabajo.

Las consideraciones que seguirán no son en modo alguno válidas para los lagos originados, en las cavidades costeras, por las variaciones eustáticas marinas; pues se trata de un tipo lacustre completamente diferenciado del que nos ocupa (3) (4).

II - MORFOLOGIAS MAS CARACTERISTICAS EN EL MEDIO FLUVIO-LACUSTRE MALLORQUIN

A. CORROSION EN NIVEL DE AGUA

Se trata de una morfología poco conocida, que aparece descrita en el artículo: "Korrosionserscheinungen in einigen hohlen rumaniens" de F. W. THOMAS y L. K. MUNTHIU. Es más, no tenemos conocimiento de que se encuentre mencionada en la bibliografía española existente sobre el tema.

Por lo demás los ejemplares de las cuevas mallorquinas, de las cuales presentamos cumplida referencia fotográfica al final de este trabajo, son de una magnitud y nitidez concluyentes.

Dicha morfología la podríamos definir, describiéndola como un entrante en la roca que adopta forma de ángulo diedro, cuya arista (o línea de intersección de las dos caras), dispuesta en rigurosa horizontalidad, penetra en la roca de las paredes o techo de la caverna, determinando en sección un ángulo más o menos agudo (fotos 1 y 6). Rara vez se encuentra un ejemplar aislado, por el contrario aparecen formando sucesiones a distintos niveles que confieren un característico aspecto dentado a las paredes de la cueva (fotos 1 y 4) (fig. 2 y 3). En los conductos o estructuras ascendentes (*chimeneas, bellholes, coupoles de corrosion...*), o bien cuando la bóveda de la cavidad es suficientemente elevada reuniendo las condiciones topográficas adecuadas, la entalladura de corrosión forma un anillo cerrado, de tal manera que, dándose una sucesión de entalladuras, quedan determinadas unas curiosas formas a modo de curvas de nivel cenitales (foto 7).

Para completar esta descripción es preciso referirnos, aunque sólo sea en primera aproximación, a la posible génesis del fenómeno. Ante todo destaca la perfectísima horizontalidad y nivelación de las marcas de corrosión; horizontalidad que cabe inmediatamente relacionar con un nivel de agua de tipo lacustre o fluvial restringido, de tal forma que la superficie del agua permaneciese prácticamente inmóvil. El hecho de la repetida coexistencia varvas — entalladuras, que más adelante se tocará, nos confirma este extremo.

Siguiendo el criterio de THOMAS y MUNTHIU (1968), que relaciona ciertas morfologías de disolución como "negativas" de sus correspondientes litogénicas, podemos calificar a la forma que nos atañe como el negativo de los *collares* o *aceras de cristalización*, propios de los niveles de agua de lagos o gours.

Si bien el estricto mecanismo genético escapa a las pretensiones de este trabajo, podemos intentar dilucidar algo concreto. Destaca el hecho de que la corrosión engendradora de estas huellas niveladas se da con más fuerza en la superficie lacustre, pues si la agresividad del agua afectase a toda su masa se produciría un rebajamiento generalizado en toda la cubeta ocupada por el lago subterráneo.

Esta intensificación del proceso corrosivo en la proximidad del plano de las aguas (*Wasserspiegel*) es, sin duda producida por un aumento de la agresividad del agua; aumento debido probablemente, a mecanismos de equilibrio con la atmósfera de la cavidad. Bastaría tener en cuenta la mayor concentración de $C O_2$ en las cavidades con respecto al exterior para explicar que, suponiendo un agua con escaso poder disolvente, la superficie del lago se tornase más agresiva por su contacto con la atmósfera hipogea; no obstante pensamos que esta hipótesis es en extremo simplista, debiendo ser el verdadero mecanismo bastante más complejo que el que acabamos de sugerir.

Aunque consideramos que el factor mecánico, proporcionado por el oleaje en la superficie del lago o zona inundada, debe ser prácticamente despreciable, no conviene olvidar que éste, caso de darse, puede incrementar las reacciones químicas que conducen en definitiva a la incisión de entalladuras en las paredes de las cavidades.

B. LOS SEDIMENTOS VARVADOS (**)

Aunque no se trate de una morfología, a efectos de su inclusión en este apartado vamos a considerarla como tal; sobre todo teniendo en cuenta que, cuando las *varvas* se dan en notable espesor, configuran de manera importante el aspecto del cavernamiento.

Poco nos extenderemos sobre este tema por haber sido estudiado con anterioridad por otros autores (7) (10), con la suficiente claridad y concisión. Simplemente citaremos la definición que A. MASRIERA (1970) da sobre las *varvas* hipogeas: "se trata de una alternancia de lechos de arcillas, limos y arenas finas, claro-oscuros, en donde predomina la fracción limo".

También es de nuestro interés precisar el medio sedimentario inherente a la sedimentación *varvada* (7) (10). En este sentido, se acepta un ámbito fluvio-lacustre restringido caracterizado por la gran lentitud de las corrientes hídricas, o incluso por su total inmovilidad. Las condiciones topográficas de la caverna pueden facilitar la acumulación de estos depósitos en los lugares más adecuados.

Estas anotaciones sobre el medio sedimentario se hallan en franca correlación con lo expuesto, en el apartado anterior, sobre las entalladuras de corrosión y su proceso genético. Más adelante será desarrollada esta cuestión con mayor amplitud.

C. MORFOLOGIAS VARIAS

Tanto las entalladuras de corrosión como las *varvas* hipogeas son susceptibles de sufrir enmascaramientos, ya sea mediante litogénesis desarrollada sobre ellas, o bien por eliminación de las mismas.

En el caso de las entalladuras de corrosión, la litogénesis podrá suavizar los perfiles e incluso enmascarar parte del nivel, pero con frecuencia permanecerá visible algún fragmento del mismo. Por lo que respecta a la sedimentación *varvada*, aparte del enmascaramiento litogénico, y teniendo en cuenta el carácter deleznable de este depósito, pueden producirse toda suerte de etapas en su eliminación. Estos estadios van desde lo que podríamos llamar un burdo abarrancamiento debido al arrastre (e incluso disolución) ocasionado por pequeños aportes de agua, pasando por la casi total eliminación con la sólo persistencia de algunos privilegiados testigos, hasta la total desaparición del sedimento.

Un tipo particular de este último caso lo tenemos en una microforma, que pasamos a describir. Se trata de unas protuberancias de fisonomía en extremo variable, las cuales van desde la forma de hongo extremadamente aplanado hasta la forma de lámina de contorno irregular y gran delgadez (foto 3) (fig. 1 b). También las hay de las más diversas formas (lentejas, botones...); a pesar de ello y con el fin de simplificar en lo sucesivo las descripciones, agruparemos convencionalmente todas estas microformas bajo el término de *depósitos laminares parietales*, en razón de su común proceso morfogénico, de su peculiar estructura macroscópica y de su particular ubicación dentro del conjunto de la caverna.

Estos depósitos se sitúan en las zonas subverticales de las paredes de la cueva; incluso, con frecuencia, se establecen sobre la cara inferior del diedro constituido por las tantas veces mencionadas formas niveladas de corrosión (fotos 1 y 2). En los ejemplares más típicos (hongos, botones...), su tamaño es del orden de varios centímetros en cuanto a longitud y algunos milímetros en cuanto a espesor. Fraccionándolos se puede observar su textura pulverulenta, cristalizada, en la que parecen distinguirse capas claro-oscuros alternantes; no obstante, lo intenso del proceso diagenético sufrido por el sedimento impide utilizar el término *varvas*, sin una adecuada matización.

Su proceso morfogénico cabe buscarlo en una primitiva deposición arcillosa de escasa potencia so-

(**) Cabría preguntarse si el término *sedimentos varvados*, aplicado en su sentido estricto, resulta conveniente para designar los depósitos laminados de grano muy fino que encontramos en el interior de ciertas cuevas. El problema se acentúa si consideramos la dispar repartición de estos depósitos, su distinta granulometría y composición química, y consiguientemente el distinto significado sedimentario que pueden tener. En este contexto, para los fines de este trabajo, lo único que nos interesa remarcar es que los *sedimentos laminados* de grano fino se hallan directamente relacionados con medios lacustres (*standing waters*); todo ello al margen de que la utilización de dicho término pueda ser considerada correcta.

bre las zonas subverticales de las paredes de la cueva. Posteriormente sobrevendría su arrastre parcial, persistiendo algunos recogidos testigos, que finalmente se verían consolidados químicamente tomando su aspecto actual. (***)

III - CAVIDADES MALLORQUINAS PROVISTAS DE MORFOLOGIAS LACUSTRES

En este apartado vamos a exponer de forma muy sintetizada los datos de las cavidades en que hemos observado los mecanismos aquí tratados, pasando por alto todo lo que hace referencia a su espeleografía; por el contrario dedicaremos particular atención a la descripción del modo y circunstancias en que se presentan dichos fenómenos. Así mismo serán descritas las fotografías de cada cavidad en caso de haberlas.

Cova dets ABRETS o des MIRADOR (Escorca)

Antigua forma de conducción, en los acantilados de Ses Penyes de Son Nebot. Parece tratarse de una surgencia, fósil en la actualidad, enclavada en calizas Burdigalienses.

Entalladuras debilmente marcadas en el inicio de la galería principal. Pequeños testigos de sedimentos varvados consolidados (estratificación cruzada).

Cova ARGENTERA (Pollença)

Excavada en calizas del Burdigaliense. Antiguo aparato de drenaje, condicionado por los aportes de una gran dolina así como por la presencia subyacente de estratos margosos, posiblemente Cretácicos. En la actualidad, el primitivo conducto surgente se encuentra desorganizado a causa del desarrollo, netamente vadoso, de cavidades inversas (clásticas) que lo intersectan en varios puntos.

Entalladuras bien marcadas. Únicamente en la galería inicial (fig. 2).

Escasos testigos de varvas consolidadas; igualmente en la galería inicial (fig. 2).

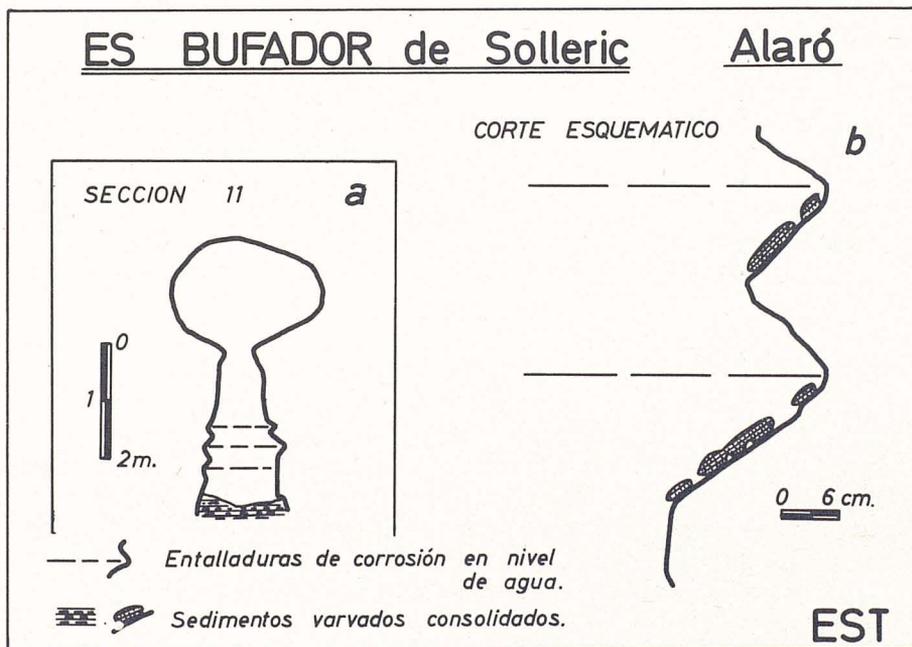


Figura 1

(***) Las características sedimentológicas y petrológicas (gran contenido en $\text{CO}_3 \text{Ca}$) que presentan estos depósitos, obligan a ser cautos en las interpretaciones genéticas que se puedan sugerir. Especialmente conviene replantearnos la hipótesis de deposición —arrastre— consolidación, que proponíamos en el texto original, ya que es posible que, en muchos casos, el carbonato cálcico de las muestras observadas (Es Bufador de Solleric) sea de origen sinsedimentario.

ES BUFADOR DE SOLLERIC
Alaró



Foto 1

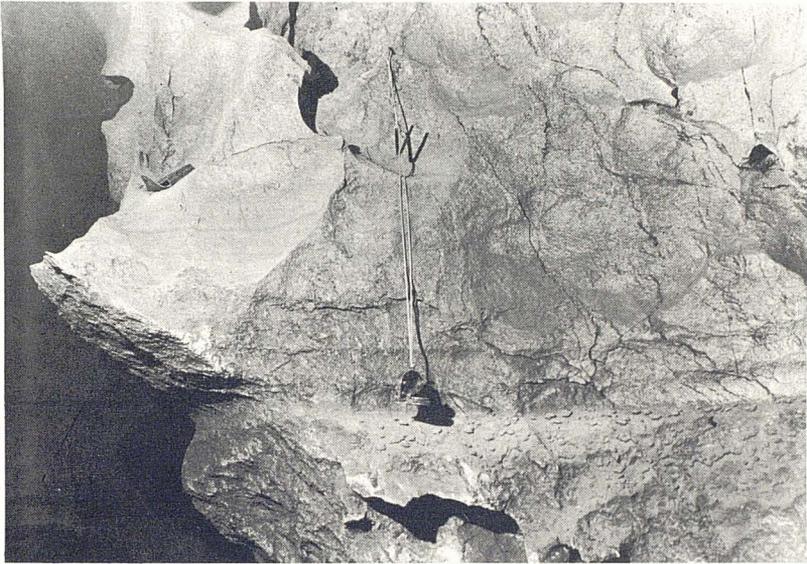


Foto 2



Foto 3



Figura 2

Es BUFADOR DE SOLLERIC (Alaró)

Cavidad excavada en las calizas grises del Lías inferior; en el seno de una antigua circulación en capa cárstica, condicionada por el nivel de base del valle de Solleric. Consta de galerías de sección cambiante hendidas por estrechos cañones, correspondiendo a la progresiva evolución de los niveles de surgencia. Las entalladuras de corrosión aparecen bien marcadas, sobre todo en la porción media de la cueva (fig. 1 a). Sedimentación varvada de mediana potencia (carece de otro tipo de sedimentación arcillosa). Gran abundancia y variedad de depósitos laminares parietales.

Foto 1: Secuencia de tres niveles de corrosión, iluminados con luz rasante.

Foto 2: Vista de una serie de entalladuras y del conjunto de formas en que se hallan inscritas. Obsérvense depósitos laminares descansando sobre el labio inferior de las mismas.

Foto 3: Detalle de las microformas aludidas. La bombilla de flash da la escala.

Cova de CAN SIVELLA (Pollença) (5)

Pertenece al sistema cárstico de la Vall den Marc - Cala Sant Vicent, hallándose excavada en materiales Triásicos. Consta de una serie de salas y galerías, recorridas por un curso subterráneo de caudal bastante considerable.

Secuencia de entalladuras débilmente marcadas, en la gran sala.

Cova de CAS CABRIT (Alaró)

Cueva laberíntica provista de morfologías freáticas. Consta de dos ramales. La galería Norte está estructurada siguiendo diaclasas.

Leves entalladuras en una pared del ramal Este.

Cova de COA NEGRINA (Sta. María del Camí)

Cavidad de tendencia vertical que alcanzaba la zona epifreática determinada por el Torrent de Coa Negra.

Entalladuras muy débiles y confusas en la gran sala inferior. Potente estrato de sedimentos varvados, fosilizado parcialmente por coladas.

Cova de CORNAVAQUES (Pollença) (11)

Antiguo medio lacustre, condicionado al parecer por la geología del lugar.

Las entalladuras de corrosión se hallan magníficamente representadas a lo largo de toda la cueva (fig. 3). Los mantos de sedimentos varvados se presentan en gran espesor. Escasos depósitos laminares parietales de gran tamaño.

COVA DE CORNAVAQUES
Pollença



Foto 4

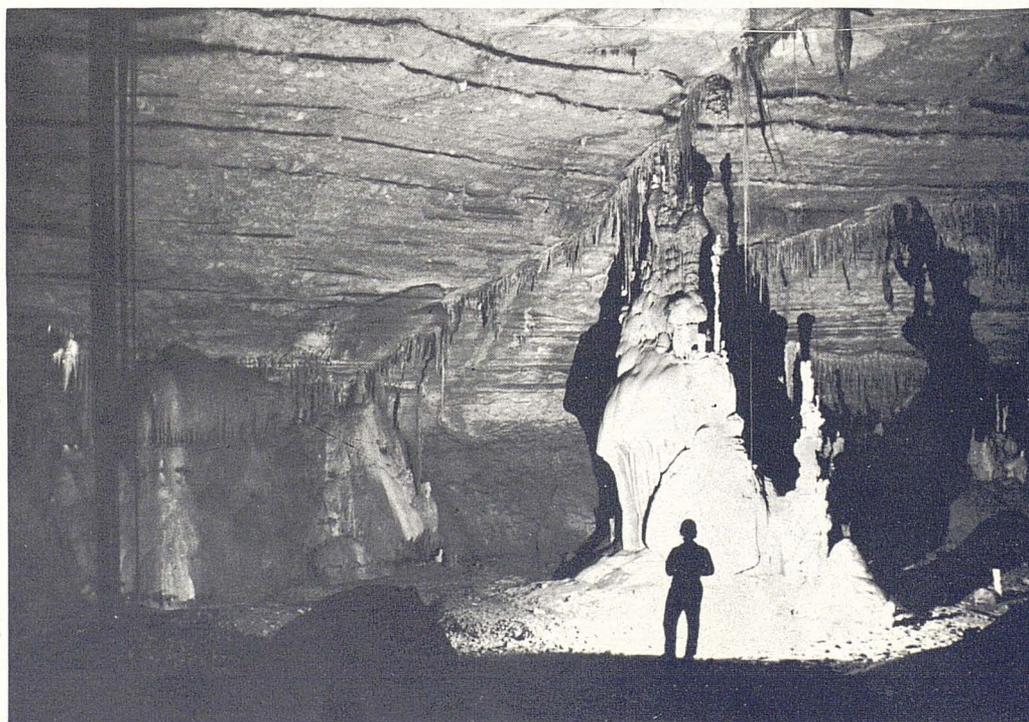


Foto 5

Foto 4: Extraordinaria secuencia de huellas de corrosión en nivel de agua. Se pueden observar hasta veinte entalladuras (fig. 3).

Foto 5: Otra panorámica de la sala principal. Así mismo se aprecian buenos ejemplares de entalladuras en el techo de la sala.

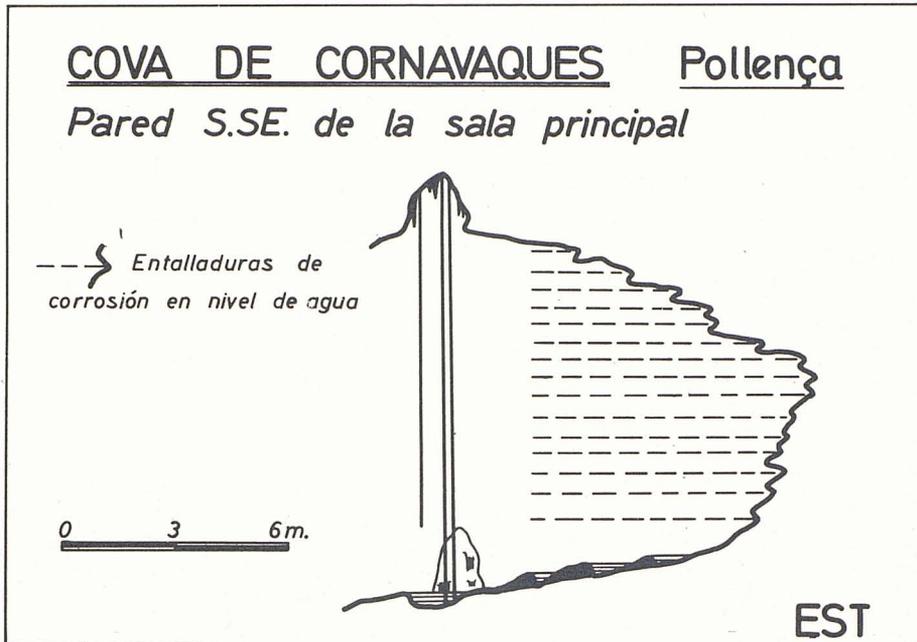


Figura 3

Cova de ses RODES (Pollença) (5)

Pertenece al sistema cárstico de la Vall den Marc — Cala Sant Vicent. Se trata de una importante cavidad de más de un kilómetro de recorrido, atravesada por una corriente subterránea de caudal apreciable.

Buena representación de entalladuras en algunos puntos de la cueva, preferentemente en la zona terminal.

Foto 6: Magnífico ejemplar de entalladura gigante, en la sala del primer pozo.

Foto 7: Secuencia de entalladuras cenitales. Obsérvese la inflexión de las entalladuras coincidiendo con una fisura que aparece a la izquierda de la fotografía. Posiblemente el hecho sea debido a mecanismos de corrosión por mezcla de aguas (BOGLI 1964) (2) (6).

Foto 8: Estadio inicial en el desarrollo de los depósitos parietales laminares: por encima del lago se puede apreciar una entalladura de disolución, sobre la que descansa potente sedimentación limo-arcillosa; ésta parece experimentar un incipiente arrastre, aunque todavía no ha llegado a consolidarse.

Cova de SON BURGUET (Puigpunyent)

Se trata de una pequeña cueva laberíntica, excavada por disolución en la zona epifreática de una capa cárstica con desagüe en el cauce de Sa Riera.

Entalladuras medianamente marcadas en varios lugares de la cavidad. Depósitos varvados de espesor medio; algunos reducidos testigos consolidados.

IV - EL BINOMIO SEDIMENTOS VARVADOS - ENTALLADURAS DE CORROSION EN NIVEL DE AGUA

Resulta extraordinariamente instructivo que, en las nueve cavidades citadas, la coexistencia varvas — entalladuras es un hecho. Conviene tener en cuenta que las cuevas anteriormente estudiadas son, por el momento, las cavidades más significativas que conocemos en Mallorca, de entre aquellas en las que hemos observado fenómenos propios de medios lacustres subterráneos. Se puede comprobar también que todas ellas tienen en común el hecho de pertenecer a acuíferos cársticos muy definidos,



COVA DE SES RODES
Pollença

Foto 6



Foto 7



Foto 8

aunque la naturaleza de éstos sea diversa: capas cársticas fósiles (Cova Argentera, Cova de Cornavaques), antiguos niveles de surgencia (Cova dets Abrets, Es Bufador de Solleric, Cova de Coa Negrina, Cova de Son Burguet) y sistemas de drenaje hoy en día activos (Cova de Can Sivella, Cova de ses Rodes).

Dentro de las capas cársticas, la zona epifreática (zona de fluctuación) resulta ser el escenario idóneo para estos procesos: es decir, las inmediateces del plano virtual de la superficie piezométrica. Esto nos lleva a la posibilidad de relacionar las entalladuras de corrosión con la evolución experimentada por el nivel de base de sus respectivas capas cársticas. Siguiendo este criterio, las incisiones que hoy observamos en las paredes de las cavidades, podrían corresponder a antiguos niveles de surgencia que implicasen largas estabilizaciones del plano de las aguas.

En este sentido quizá convenga exponer lo observado en la Cova de Son Burguet, cuando a consecuencia de unas copiosas lluvias pudimos constatar la inundación de buena parte de la cueva. A pesar de que habitualmente carece de acumulaciones de agua, quedó recorrida, en aquellas fechas, por un intenso flujo que surgía en s'Albelló; el cual se encuentra a unos doscientos metros de distancia (en las proximidades del cauce de Sa Riera). Es evidente que se trataba de una puesta en carga de la capa cárstica y que la cueva de Son Burguet actuaba en esas condiciones como *trop-plein* del sistema. De esta forma se hace fácil suponer que, las entalladuras presentes en la cueva, habrían sido excavadas durante largas estabilizaciones de las cotas de surgencia del manto cárstico al que pertenece.

Finalmente podemos pensar, a la vista de los datos que poseemos, que el medio fluvio-lacustre hipogeo en Mallorca se caracteriza por un particular binomio morfológico — sedimentario: secuencias de entalladuras de corrosión en nivel de agua — sedimentos varvados; sin excluir por ello las morfologías que pueden ser consideradas como específicas de la zona epifreática.

V - CONCLUSIONES

El presente trabajo pretende haber contribuido al mejor conocimiento de las morfologías propias del ámbito fluvio-lacustre hipogeo, intentando demostrar los siguientes puntos:

— La existencia de una peculiar fisonomía de corrosión: entalladuras de corrosión en nivel de agua; no citada hasta el momento en la bibliografía española.

— Que la mencionada forma de corrosión se origina en un medio típicamente lacustre o fluvial restringido.

— Que la repetida coincidencia de dicha morfología con la sedimentación varvada parece confirmar el anterior punto.

— En el caso de Mallorca se puede hablar de una asociación de morfologías propia del medio lacustre de origen no glacioeustático.

— Entendemos que estos criterios pueden resultar muy esclarecedores para interpretar la espeleogénesis y el significado hidrológico de cavidades en las que se den fenómenos de naturaleza semejante.

BIBLIOGRAFIA

- (1) CHOPPY J. 1959: "A propos des lacs souterrains et leurs sediments" *Speleon* 10 (3-4), pp 233-239. Oviedo.
- (2) ERASO A. 1969: "Mecanismos sobre la corrosión en el karst y su repercusión en la geodinámica kárstica". *Bol. Geol. y Min.* T. LXXX, II, pp 146-148. Madrid.
- (3) GINES A. 1972: "Sobre el posible hallazgo de formaciones de edad Milazziense en ses Coves Petites". III Simposium de Espeleologia pp 87-91. Mataró.
- (4) GINES A. y GINES J. 1972: "Consideraciones sobre los mecanismos de fosilización de la Cova de sa Bassa Blanca y su paralelismo con formaciones marinas del Cuaternario". II Congreso Nacional de Espeleología. Oviedo.
- (5) GRUP NORD DE MALLORCA 1972: "Contribuyendo al estudio del karst del Valle de Sant Vicenç de Pollença (Mallorca)". *Geo y Bio Karst* 31, pp 11-26. Barcelona.
- (6) HERNANZ A. 1965: "La corrosión por mezclas de agua, según A. Bogli". *Geo y Bio Karst* 8, pp 14-15. Barcelona.
- (7) LLOPIS LLADO N. 1950: "Sobre algunos fenómenos de sedimentación fluvio-lacustre en las cavernas". *Speleon*. 1 (1), pp 23-37. Oviedo.
- (8) LLOPIS LLADO N. 1970: "Fundamentos de hidrogeología kárstica". Editorial Blume. 269 pp. Barcelona.
- (9) MAIQUES F. 1969: "Cova de ses Rodes". *Geo y Bio karst*, 20-21. Barcelona.
- (10) MASRIERA A. 1970: "Contribución al estudio de los sedimentos varvados hipogeos". *Speleon*. 17, pp 27-39. Barcelona.
- (11) MORRO J. P. y LLOBERA M. 1972: "La Cova de Cornavaques (Pollença)". III Simposium de Espeleologia. pp 114-118. Mataró.
- (12) THOMAS F. W. und MUNTHIU L. K. 1970: "Korrosionserscheinungen in einigen höhlen rumaniens". Livre du Centenaire Emile G. Racovitza. pp 651-659. Bucarest.