

DISCUSION BIBLIOGRAFICA COMPARATIVA ENTRE LAS ENTALLADURAS DE CORROSION Y OTRAS MORFOLOGIAS DE ASPECTO SEMEJANTE

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

ABSTRACT

In the present paper, a brief comparison between the *entalladuras de corrosión* (water level corrosion grooves) and other resembling speleological features available from the international bibliography, are given. After a few descriptive words concerning each of the bibliographic types, are discussed finally many morphological aspects upon the genetic processes involved in these horizontal incised shapes found in cave walls.

1. INTRODUCCION

Indicábamos, en la presentación del anterior trabajo, de qué modo nos hemos visto obligados a demorar largamente la publicación del mismo. Nos estamos refiriendo a la nota que, bajo el título "El medio fluvio-lacustre hipogeo en las cuevas de Mallorca y su asociación de morfologías", aparece incluida en las páginas precedentes del Endins nº 4. Este excesivo retraso ha hecho posible, por otra parte, que durante el tiempo transcurrido desde entonces hayamos tenido la oportunidad de conocer algunas otras investigaciones; las cuales, aun partiendo de planteamientos diversos, inciden sobre cuestiones que se hallan ligadas a varios de los problemas morfogenéticos sugeridos y esbozados en nuestra nota antes aludida.

Hemos creído que la publicación del mencionado estudio, donde describimos unas morfologías desconocidas hasta la fecha en la bibliografía española (*entalladuras de corrosión*), era un momento bastante oportuno para simultanearlo con la aparición de este breve apéndice, en el cual nos proponemos establecer un comentario crítico acerca de las ideas desarrolladas por los distintos autores que han tratado de morfologías parecidas a las que nos ocupan. Haremos notar que hasta cierto punto ambos trabajos pueden ser considerados como un conjunto coherente, pues este apéndice viene a complementar la línea de razonamiento del anterior artículo, agregándole variós nuevos criterios de interpretación morfológica.

Dos objetivos primordiales nos hemos prefijado al redactar este escrito: uno de ellos consiste en la conveniencia de efectuar un contraste entre las predicciones teóricas y las observaciones empíricas realizadas en cavernas de Mallorca; la otra exigencia que intentaremos satisfacer nos conduce al deficiente estado de clarificación en que se encuentra la terminología propia del medio cárstico. Por este motivo incluimos en la presente nota una pequeña discusión de las opiniones sostenidas en cada uno de los trabajos que comentamos, de tal manera que ello permita delimitar el sentido preciso de los términos extranjeros empleados, según se desprenda del uso convencional que le dieron originariamente sus autores respectivos.

La argumentación que pensamos adoptar en esta nota es bastante sencilla ya que nos limitaremos a exponer, asociándolos previamente en cuatro grupos principales, los distintos elementos espeleomorfológicos afines a las *entalladuras* de corrosión; destinando para cada uno de ellos un apartado donde se resumirán sus características más destacables y el origen que se les atribuye. Después de hacer esta somera revisión bibliográfica, en la que seguiremos lo más estrictamente posible los datos expresados en los textos originales, un apartado final se destinará a comparar aquellos elementos entre sí, subrayando sus analogías y discrepancias. Los modelos morfogenéticos propuestos en el curso de la revisión bibliográfica serán confrontados, dentro de los párrafos terminales del último apartado, con algunos datos morfométricos obtenidos en una cueva mallorquina (Cova de Cornavaqués, Pollença).

2. Las *Lösungsfacetten* de la bibliografía espeleológica alemana.

La existencia de fenómenos cársticos muy específicos desarrollados en los yesos de algunas regiones alemanas (Schlewig Holstein, Südharz, Franken), ha condicionado la elaboración de ciertos

conceptos morfogenéticos que nos conviene resumir aquí.

GRIPP (1912) utiliza el término *lösungsfacetten* para designar las paredes planas e inclinadas que caracterizan a las cuevas en yeso de Segeberg, cuyo origen supone sea debido a mecanismos de disolución bajo un gradiente de concentración creado espontáneamente en el medio. El autor americano LANGE (1963), de quien hemos extraído el dato bibliográfico anterior, opina que ello puede producirse tan sólo en condiciones especiales, con rocas muy solubles y aguas casi estancadas, pero no cuando la circulación del solvente sea bastante enérgica.

En un trabajo publicado hace poco (KEMPE et al. 1975) se explican nuevas interpretaciones, establecidas por métodos experimentales, sobre el origen de las *facetten*. Según KEMPE y colaboradores casi todas las cuevas alemanas excavadas en yeso siguen un mismo plan estructural que se ajusta al concepto de *laughöhle*, definido por BIESE en 1931. Es decir, se trata de cavidades en las que predomina la tendencia horizontal a la vez que presentan unos rasgos morfológicos muy precisos; tales como las paredes escarpadas y planas (*facetten*), el techo nivelado (*laugdecke*) (Figura 2 A) y la característica forma de triángulo invertido que muestran las secciones transversales de sus galerías. Los mencionados autores atribuyen la espeleogénesis de este tipo de cueva a la acción disolvente de aguas que circulan con grani lentitud en la parte superior de la zona saturada (*upper meters of the karst water body*).

Basándose en observaciones experimentales obtenidas en cuevas del Südharz (Norte de Alemania) KEMPE et al. (1975) demuestran que una delgada película, cuyo grosor está comprendido entre uno y tres milímetros, desciende espontáneamente a lo largo de las paredes que delimitan las márgenes de los estancamientos de agua existentes en las cavidades. Para hacer estas deducciones se sirvieron de medidas de conductividad, que les permitían apreciar los gradientes físico-químicos, así como también de varias determinaciones de la velocidad del flujo de la película disolvente, para lo cual emplearon polvo de styropor y fluoresceína previamente pipeteada sobre la superficie de los estancamientos. Esta importante conclusión que se desprende de sus comprobaciones les induce a pensar que ambos elementos morfológicos, *facetten* y *laugdecke* (Figura 2 A), no son otra cosa que sendos efectos de la peculiar dinámica de solución que tiene lugar en aguas prácticamente inmóviles (*standing waters*); todo ello debido a procesos físicos-químicos de difusión a muy pequeña escala, los cuales generan células de convección como consecuencia de las diferencias locales de densidad que se dan en el seno del medio líquido.

En un escrito posterior KEMPE y HARTMANN (1977) amplían los principios matemáticos y físicos ya propuestos, acompañándolos con otros datos de experimentación acerca del papel que desempeña el ángulo, que describe la pendiente de la *facette (solution facet)*, sobre la velocidad de disolución a lo largo de la misma. Los autores mencionados generalizan los hallazgos que habían conseguido demostrar en los recipientes de laboratorio y en las cuevas de yeso, y sugieren a renglón seguido que fenómenos de disolución similares también se pueden engendrar en cuevas excavadas dentro de materiales calizos; citando el caso de la Grotte de Lascaux (Francia) y de la Jeskyne na Spicacku (Checoslovaquia) como ejemplos en este sentido. Opinan que las condiciones óptimas para el desenvolvimiento de estos procesos se encuentran allí donde las estructuras hidrográficas favorecen un flujo subterráneo lento y desprovisto de turbulencia, tal como sucede en las capas cársticas adosadas junto a los mantos aluviales de los valles.

También, KEMPE et al. (1975) se muestran contrarios a la hipótesis que había sido sostenida por GOODMAN (1964) y REINBOTH (1968), para la cual los sedimentos de las *facetten* las protegían de ulteriores disoluciones provocando en cambio un crecimiento ascendente del *laugdecke*, con el resultado espeleogenético ya conocido: cuevas horizontales, con sección transversal en triángulo invertido. KEMPE y HARTMANN (1977) suponen que las *facets (facetten)* son formas de disolución activa y no formas inactivas a la disolución como consecuencia de una cubierta residual de sedimento (GOODMAN 1964).

3. *Wassermarken* y entalladuras de corrosión en nivel de agua.

Dentro de una abreviada panorámica sobre diversas morfologías de disolución en cuevas rumanas, THOMAS y MUNTHIU (1970) se refieren en unas pocas líneas a los efectos de la corrosión bajo el agua. Sin embargo, en el reducido párrafo que le dedican, hacen notar que la disolución actúa con mayor intensidad a lo largo del plano de las aguas, formando *wassermarken* en las paredes de las cavernas (Figura 1C).

THOMAS y MUNTHIU contraponen las hendeduras niveladas de las *wassermarken* a la corrosión diferencial que se desenvuelve bajo el agua, donde se producen superficies rocosas irregulares parecidas a las superficies de metal atacadas por ácidos; sugieren además que la corrosión que profundiza las

wassermanen puede verse favorecida por las influencias mecánicas de las olas. Buenos ejemplares de *wassermanen* se hallan en la Pestera din Valea Fundata (Rumanía), de la cual se incluye una fotografía bastante expresiva en el artículo que comentamos.

Por otra parte, en nuestro trabajo publicado en este mismo Endins (GINES y GINES 1974), describimos las *entalladuras* como incisiones que adoptan perfil de ángulo diedro cuya arista queda dispuesta en rigurosa horizontalidad. Allí indicamos el evidente paralelismo en las *entalladuras* de las cuevas mallorquinas con respecto a las *wassermanen* rumanas. También asociamos, en aquella ocasión, el proceso genético de dichas morfologías con un medio fluvio-lacustre (LLOPIS-LLADO 1950) definido así mismo por características sedimentarias significativas: depósitos laminados de grano fino. En aquel escrito señalábamos (GINES y GINES 1974) la existencia de sucesiones de *entalladuras* (Figura 1 D), la presencia de vestigios sedimentarios sobre el labio inferior de las mismas y la opinión de que el mecanismo corrosivo se acrecienta en la superficie de las aguas (Figura 2 C), a cuyo nivel éstas son capaces de excavar entrantes por disolución aunque el plano del lago permanezca casi inmóvil.

Basándonos en la observación de la Cova de Cornavaques, la Cova de ses Rodes y Es Bufador de Sollerí (Mallorca) sugerímos que esta clase de morfologías se podía considerar específica de la zona de fluctuación (*epifreática*), y a continuación apuntábamos la hipótesis de que las incisiones marcadas en las cuevas correspondieran a niveles fósiles de surgencia, registrando de este modo anteriores estabilizaciones más o menos prolongadas del límite superior de la capa cárstica. Ello nos llevaría a relacionar las *entalladuras* de corrosión en nivel de agua con la evolución experimentada por el nivel de base del karst.

4. Los *water level horizons* y el concepto de *plane of repose* propuesto por A. L. Lange.

Las ideas que expone LANGE en una serie de trabajos, de los cuales sólo nos ha sido posible consultar uno de ellos, han tenido cierta divulgación a través de la bibliografía espeleológica publicada en lengua inglesa. El texto que vamos a resumir (LANGE 1963) se fundamenta en el análisis de las formas y ángulos que se observan en las paredes de varias cuevas norteamericanas. Las apreciaciones del autor le llevan a distinguir dos rasgos formales significativos, a los que pasa a denominar *planes of repose* y *water level planes*, incorporando luego ambos elementos a una teoría morfogenética más amplia, en un intento de explicar las fisionomías especialmente complicadas que se desarrollan en los sectores de cuevas ocupados por aguas agresivas.

Los *planes of repose* (Figura 2 B) son superficies planas e inclinadas que permiten la acumulación de partículas insolubles y sedimentos detríticos finos, los cuales a su vez son capaces de provocar el bloqueo de la acción disolvente del agua; acción disolvente que tendría lugar de modo uniforme en todas las superficies rocosas anegadas, si no mediara la intervención pasiva de la cubierta arcillosa, que por el contrario inhibe el proceso de corrosión química.

Los *water level planes* (Figura 2 B) son superficies horizontales que se establecen, al nivel de la interfase agua - aire, como consecuencia de la disolución ascendente que tiene efecto en las zonas cuyo ángulo rebasa un determinado valor α , para el cual la adherencia del sedimento sobre el eventual *plane of repose* ya no es posible. Dicho ángulo α depende de la cohesión y redondez de las partículas del sedimento, así como de la velocidad del fluido y de la textura e irregularidades que presentan las paredes.

Según LANGE, un conducto de sección circular podría evolucionar hacia una forma teórica de triángulo invertido, después de haber estado sujeto a una disolución uniforme bajo el agua (ver ejemplos gráficos en LANGE 1963). La evolución morfológica resultante queda condicionada por los respectivos ángulos α de cada uno de los lugares sumergidos de la cueva, el desenvolvimiento de los cuales puede ocasionar estructuras enormemente complicadas. Además, allí donde un *plane of repose* alcanza el límite superior de crecimiento, que viene dado por el techo plano (*water level plane, flat ceiling*), ambas superficies describen un *water level horizon* (Figura 1 A) cuyas evidentes afinidades con las *wassermanen* y las *entalladuras* no es necesario subrayar. También pueden verse series verticales de *water level horizons* que se corresponden con sucesivos niveles alcanzados por las aguas, como ocurre en la Bower Cave y en otras cuevas de los Estados Unidos.

LANGE reconoce que el aspecto de los *water level horizons* recuerda a las muescas de abrasión marina (*nip*) de los acantilados costeros, y por lo tanto arguye que las formas encontradas en cavernas se alejan un poco de las formas postuladas en su teoría. (Figura 1 B). No obstante, supone que la agitación del sedimento debida al impulso de las olas y sobre todo las fluctuaciones experimentadas por el

nivel de inundación pueden causar las anomalías observadas.

Ya nos hemos referido antes al criterio mantenido por GOODMAN (1964) y por REINBOTH (1968) al tratar de las *lösungfacetten* de las cuevas en yeso. Aunque no hemos podido consultar los textos originales de estos dos autores, KEMPE et al. (1975) dan a entender que ellos defendían unas ideas muy próximas a las de LANGE, que acabamos de resumir, siendo bastante expresivo el hecho de que el escrito publicado por GOODMAN se titule: "Planes of repose in Hollern (Germany)". Dentro de esta controversia interesa anotar que LANGE (1963) dedica unas cuantas líneas a debatir la hipótesis de GRIPP y en ellas manifiesta su opinión personal, en el sentido de que la disolución bajo gradiente no puede explicar los *planes of repose* tal como se encuentran de hecho en algunas cuevas calizas de California, donde aparecen junto a depósitos de gravas y paredes cubiertas de *scallops*; caracteres ambos que denotan una energética circulación del agua.

5. Otros elementos morfológicos causantes de incisiones horizontales.

Además de los tres grupos de fisonomías subterráneas que hemos ido comentando en los párrafos anteriores, vamos a incluir aquí una breve mención de otros tres elementos espeleomorfológicos que merecen ser tenidos en cuenta; pues, para el caso concreto de las incisiones horizontales en cuevas, no conviene soslayar el problema de las posibles convergencias de formas que pudieran producirse. Es suficiente mencionar, por lo significativo, el siguiente ejemplo: mientras GOODMAN interpreta como *planes of repose* las estructuras morfológicas de la cueva Höllern, KEMPE et al. citan la misma cavidad entre los ejemplos más típicos de las *lösungfacetten*, cuyo proceso genético sería en tal caso notablemente distinto. Por este motivo preferimos ampliar esta visión de conjunto para dar cabida a las *banquettes*, las *channel grooves* y los *nichos de lago fósil*, aunque está claro que las respectivas similitudes que muestran con las morfologías que estamos tratando son meramente marginales.

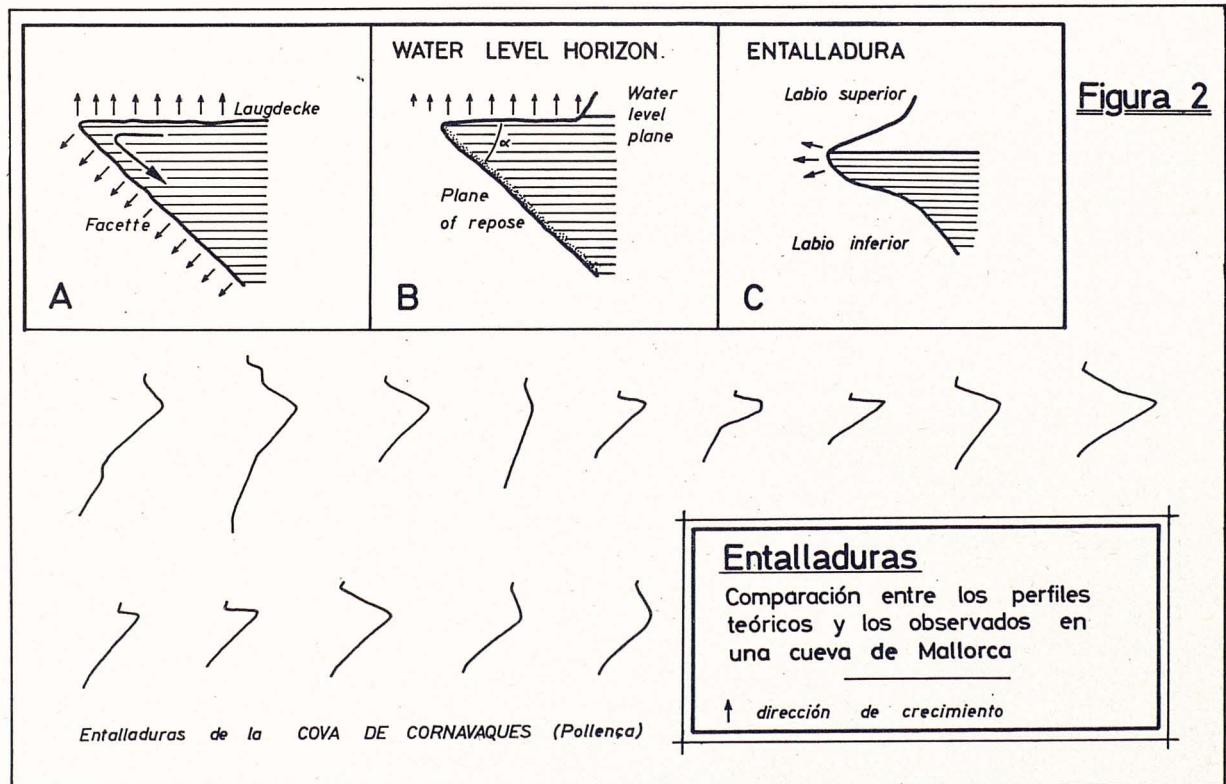
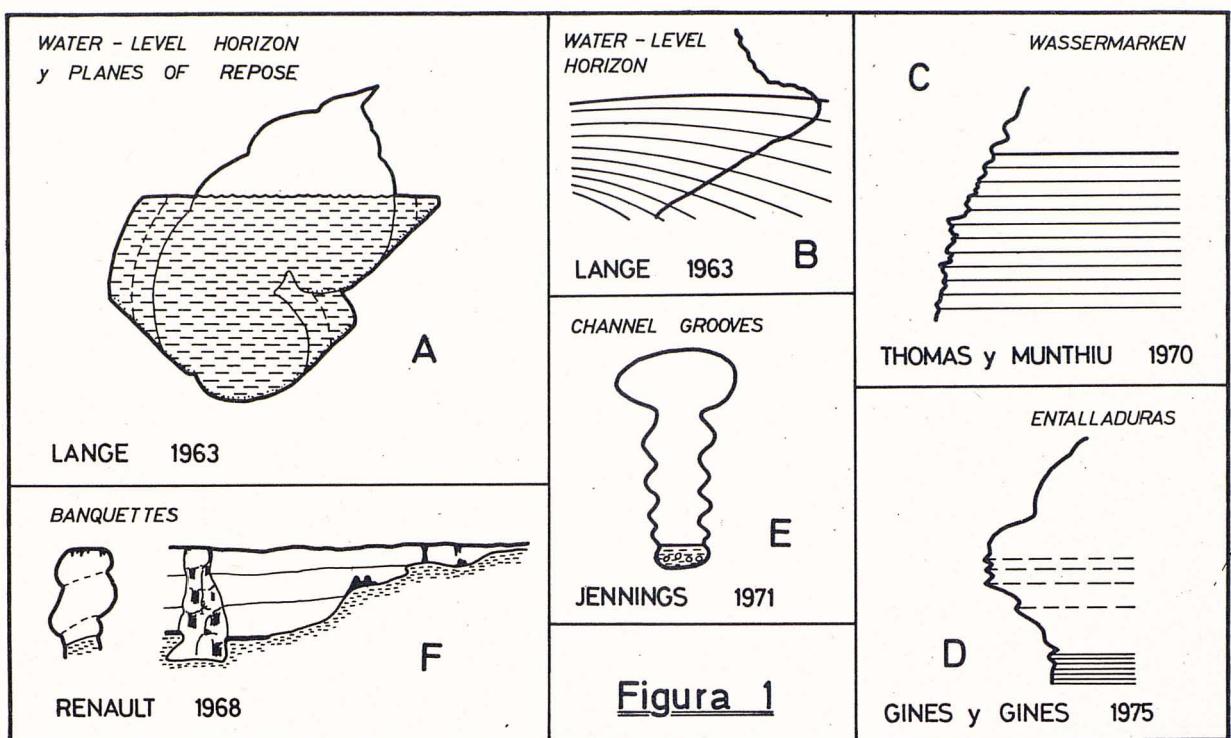
JENNINGS (1971) incluye, en el apartado que destina a describir las características de las cuevas vadosas, un pequeño párrafo acerca de cierta morfología a la que denomina *channel groove*. Hablando de la circulación libre, propia de la zona vadosa, dice que cuando el gradiente de desnivel no basta para excavar marmitas de erosión en el lecho de la corriente, entonces las paredes pueden todavía conservar vestigios de hendeduras formando sucesiones aproximadamente horizontales (Figura 1 E), como consecuencia del progresivo ahondamiento (*downcutting*) del cauce subterráneo. Tales hendeduras o *channel grooves* son atribuidas a la erosión lateral que surca las paredes de los cañones gravitacionales y de los conductos freáticos, como sucede en la Barber Cave de New South Wales (Australia).

El término *nicho de lago fósil* (NUÑEZ-JIMENEZ 1967) es difícil de generalizar para circunstancias distintas de las que concurren en algún número restringido de cavernas. En su clasificación genética de las cuevas de Cuba, NUÑEZ-JIMENEZ establece una serie de cavidades-tipo características de cada uno de los conjuntos cársticos de aquella isla del Caribe. Tal es el caso de las cuevas del tipo *Aston*, cuyos lagos se hallan ajustados en equilibrio hidrostático con el nivel de base marino. Pero estas mismas cavernas han conocido en otro tiempo inundaciones de mayor magnitud, tal como lo atestiguan algunos vestigios de líneas de excavación los cuales aparecen suspendidos por encima del plano actual de las aguas, siendo denominados por esta razón *nichos de lago fósil*. El proceso espeleogenético de las cuevas *Aston* presenta relaciones interesantes con la morfogénesis de los *cenotes* de Yucatán (NUÑEZ-JIMENEZ et al. 1970); detalle que expresa por sí sólo lo poco generalizables que resultan los *nichos de lago fósil* en su acepción más estricta.

RENAULT (1968) hace una detallada revisión de la problemática causada por las acumulaciones sedimentarias en el interior de los aparatos cársticos, y sobre su interferencia en la espeleogénesis y la evolución morfológica de las cavidades. Las *banquettes* deben ser situadas dentro de este contexto, pues consisten en salientes alargados que sobresalen de las paredes, justo en las proximidades de un antiguo límite de relleno (*remplissage*) que luego ha sido excavado (Figura 1 F). RENAULT cita ejemplos de estas morfologías en la Grotte de Pécherey y también en la Grotte du Défilé des Anglais (Lot, Francia).

6. DISCUSIÓN COMPARATIVA

1 — Si consideramos los componentes estrictamente mensurables de las formas que hemos ido analizando durante el presente escrito, podemos constatar que:



- Tanto los *laugdecke* como los *water level plane*, correspondientes a lo que denominamos *labio superior de las entalladuras*, dan lugar a superficies de roca horizontales y aplanas.
- Las *facetten* presentan su óptimo desarrollo con una pendiente de inclinación próxima a los 45°; mientras los *planes of repose* se estabilizan en torno a un ángulo cuyo valor es característico para las condiciones hidrodinámicas particulares del medio.
- Las *wassermarken* y las *entalladuras* forman entrantes rigurosamente horizontales en las paredes de las cuevas, independientemente del valor que puedan tomar los ángulos de sus *labios superior e inferior*.
- Las *channel grooves*, las *banquettes* y los *nichos de lago fósil* pueden determinar líneas más o menos niveladas, pero por lo general no tienen porqué cumplir esta condición necesariamente.

2 — Si atendemos a la génesis que ha sido postulada para cada una de las morfologías que estamos cuestionando vemos como:

- Las *facetten-laugdecke*, *wassermarken* y *entalladuras* son todas ellas atribuidas a procesos de disolución en aguas casi inmóviles; en tanto que los *water level horizons*, y aún más todavía las *channel grooves*, implican corrientes dotadas de cierto dinamismo.
- Las *facetten* crecen al mismo tiempo que el *laugdecke*, aunque sus respectivas condiciones de desarrollo están en función de las circunstancias hidrodinámicas creadas, por las células de convección, en el interior del medio líquido.
- El crecimiento de los *water level horizons* se produce por medio de la expansión ascendente de las superficies que permanecen desprovistas de cubierta protectora sedimentaria.
- Ni las *wassermarken* ni las *entalladuras* presuponen un criterio morfogenético preciso; tan sólo aluden a una intensificación del proceso corrosivo en la superficie del plano de las aguas.
- El origen de las *banquettes* está subordinado a la existencia de materiales de relleno (*remplissage*) que controlen la zona donde ha de actuar la corrosión; por otra parte los *nichos de lago fósil* dependen de condicionamientos hidrogeológicos muy específicos, como los que se pueden encontrar en determinados karsts costeros.
- Los trabajos experimentales de KEMPE y colaboradores deben ser tenidos en cuenta aquí, pues apoyan las hipótesis morfogenéticas sostenidas tempranamente por GRIPP.

3 — Si prestamos atención al régimen del flujo y a la presencia o ausencia de pequeñas deposiciones sedimentarias que condicioneen el curso de la morfogénesis, debemos remarcar lo siguiente:

- Varias de las formas que estamos tratando aquí han sido relacionadas con aguas muy tranquilas (*standing waters*), desprovistas de circulación activa; tal es el caso de las *facetten-laugdecke* y de las *entalladuras*.
- Ni las *banquettes*, ni los *nichos de lago fósil* ni tampoco las *wassermarken* indican un tipo de flujo en particular.
- Las *channel grooves*, en cambio, pertenecen a un medio dotado de cierto dinamismo; así viene sugerido por la asociación de términos tales como *vertical downcutting* y *free surface stream*, que acompañan a la descripción originaria.
- Según LANGE pueden darse *water level horizons* en medios que atestiguan un intenso flujo del agua.
- Mientras que el concepto de *water level horizon* otorga un papel decisivo a la deposición de finos sedimentos, en lo que atañe a la auto configuración de dicha morfología, por el contrario las ideas concorrentes a las *entalladuras* y a las *facetten-laugdecke* relegan este fenómeno a un papel meramente secundario.'

4 — Si nos centramos en las precisiones y ambigüedades que conllevan los términos bibliográficos empleados en este escrito, habremos de indicar que:

- La bibliografía alemana que hemos consultado no parece disponer de un término específico para designar con él a la forma resultante de la intersección de una *facette* con un *laugdecke*.
- El conjunto de términos: *water level plane*, *plane of repose* y *water level horizon*, adquiere toda su coherencia en el marco global de las ideas morfogenéticas propuestas por LANGE.
- Los términos *wassermarken* y *entalladuras* tienen la ventaja de ser exclusivamente morfológicos y por lo tanto no presuponen ninguna opción definida ante las distintas teorías morfogenéticas; a diferencia de lo que ocurre con el término *water level horizon*, el cual lleva implícita su dependencia a unos presupuestos genéticos muy concretos (teoría de los *planes of repose*).
- La misma ambigüedad de estos dos términos (*wassermarken* y *entalladuras*) los hacen aconsejables en aquellos casos en los que sólo interese señalar la existencia de huellas horizontales, pres-

cindiendo de cual sea el mecanismo concreto que las haya originado, con tal de que registren el nivel (o niveles) alcanzado por un estancamiento de agua.

—Los términos *channel grooves* y *nicho de lago fósil* están ligados a tipos de cavidades, bastante especiales, cuyas estructuras se han configurado bajo el efecto de circulaciones vadosas y epifreáticas respectivamente; las *banquettes*, por el contrario, indican un proceso genético de excavación asociado a acumulaciones sedimentarias preexistentes.

5 — Si tenemos en cuenta la información que pueden proporcionar, todas estas morfologías, sobre el curso evolutivo de los procesos que tienen lugar en el karst, comprobamos que:

—Los *water level horizons*, *entalladuras* y *wassermarken* están asociados a las inmediaciones del nivel piezométrico y registran las alternativas actuales o pretéritas del nivel de inundación; en tanto que las *facetten-laugdecke* y los *nichos de lago fósil*, aún siendo también morfologías epifreáticas, no se ajustan necesariamente a la línea del plano hidrostático.

—Las *channel grooves* corresponden a cuevas de la zona vadosa en las que el agua circula con cierta velocidad.

—Los *water level horizons*, al igual que las *entalladuras*, pueden sobreimponerse por lo general a primitivas estructuras freáticas; en cambio las *facetten-laugdecke* parecen pertenecer a cavidades excavadas en la zona epifreática, sin que medie una sobreimposición de morfologías procedentes de otros estadios evolutivos anteriores.

—Tanto KEMPE et al. como GINES y GINES sitúan el marco de las morfologías respectivas en un entorno hidrogeológico similar; es decir, dentro de capas cársticas en las cuales las condiciones hidrográficas imponen un movimiento lento de las aguas hacia los puntos de surgencia, tal como sucede por ejemplo en las zonas cársticas colindantes con mantos de aluviones.

—Han sido puestos de manifiesto los aspectos geomorfológicos que pueden deducirse de las *entalladuras*, ya que las secuencias de *entalladuras*, registradas en las paredes de las cuevas, pueden informar sobre la evolución del relieve exterior en la misma medida en que la excavación de los valles/repercute sobre el ahondamiento del nivel de base cárstico.

—Las *banquettes* y los *nichos de lago fósil* también pueden ser correlacionados con las fases de erosión que han afectado al karst.

6 — Si confrontamos los datos disponibles mediante la observación de las *entalladuras*, tal como éstas se presentan en las cavernas mallorquinas, y las comparamos con las hipótesis revisadas a lo largo de este comentario, obtenemos las conclusiones que enumeramos a continuación:

—Las *entalladuras* de las cuevas mallorquinas no permiten confusión posible con las *channel grooves*, así como tampoco con los *nichos de lago fósil* ni con las *banquettes*, debido entre otras cosas a la horizontalidad rigurosa que muestran los surcos de las *entalladuras* a lo largo de todo su desarrollo.

—Ya se ha señalado que las *entalladuras* pueden suponerse muy vecinas a las *wassermarken* de las cuevas rumanas, en parte gracias a que ambos términos resultan algo vagos.

—Las *entalladuras* difieren de los *water level horizons* por la variabilidad de los ángulos de sus *labios* superior e inferior; si bien el mismo LANGE hace notar que se observan discrepancias entre las formas teóricas y las formas reales que contienen las cuevas californianas en que basó su estudio.

—Los *labios inferiores* de las *entalladuras* sustentan depósitos laminados (sobre los depósitos laminados ver MASRIERA 1970 y BULL 1977), más o menos alterados, que parecen apoyar la hipótesis de LANGE en cuanto a la génesis a partir de *planes of repose*; sin embargo el medio fluvio-lacustre mallorquín se caracteriza por el escaso dinamismo que muestran sus aguas, favoreciendo este detalle la hipótesis de GRIPP en su versión actualizada que defienden KEMPE y colaboradores.

—Aunque las cavidades mallorquinas provistas de *entalladuras* no tienen estructura de *laughöhle*, las ideas de KEMPE et al. vienen reforzadas por su interesante metodología experimental, lo cual las hace muy sugestivas.

—Tampoco los ángulos de los *labios* superior e inferior, medidos en cavernas mallorquinas (Figura 2), concuerdan estrictamente con las formas teóricas previsibles, pero serían necesarias observaciones morfométricas más detalladas para valorar la significación que pudieran tener estas aparentes anomalías.

BIBLIOGRAFIA

- BULL P. A. (1977): "Laminations or varves? Processes and mechanisms of fine-grained sediment deposition in caves". Proceedings of the 7th International Speleological Congress. pp 86-89. Sheffield. England.
- GINES J. y GINES A. (1974): "El medio fluvio-lacustre hipogeo en las cuevas de Mallorca y su asociación de morfológias". *Endins*, nº 4, en prensa. Palma de Mallorca. 1977.
- GINES A. y GINES J. (1975): "Los medios lacustres hipogeos representados en el karst mallorquín, y sus respectivas tendencias morfogénicas". *Endins*, nº 2; pp 9-12. Palma de Mallorca.
- JENNINGS J. N. (1971): "Karst". An introduction to systematic Geomorphology. Volumen 7. 252 páginas. M I T Press. Cambridge.
- KEMPE S. y HARTMANN R. (1977): "Solution velocities on facets: Vessel experiments". Proceedings of the 7th International Speleological Congress. pp 256-258. Sheffield. England.
- KEMPE S., BRANDT A., SEEGER M. y VLADI F. (1975): "Facetten und Laugdecken, the typical morphological elements of caves developing in standing water". *Ann. Spéléol.*, Tomo 30, 4; pp 705-708.
- LANGE A. L. (1963): "Planes of repose in caves". *Cave Notes*. Volumen 5, nº 6; pp 41-48. Castro Valley. California.
- LLOPIS-LLADO N. (1950): "Sobre algunos fenómenos de sedimentación fluvio lacustre en las cavernas". *Speleon*, Tomo 1, 1; pp 23-37. Oviedo.
- MASRIERA A. (1970): "Contribución al estudio de los sedimentos varvados hipogeos". *Speleon*, Tomo 17; pp 27-39. Barcelona.
- NUÑEZ-JIMENEZ A. (1967): "Clasificación genética de las cuevas de Cuba". 224 páginas. La Habana.
- NUÑEZ-JIMENEZ A., STELCL O., PANOS V. y ALBEAR J. F. (1970): "La llanura costera occidental de Pinar del Río" Serie Espeleológica y Carsológica. Nº 19. 113 páginas. La Habana.
- RENAULT Ph. (1968): "Contribution a l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogenèse. Troisième partie". *Ann. Spéléol.*, Tomo 23, 3; pp 529-596.
- THOMAS F. W. y MUNTHIU L. K. (1970): "Korrosionserscheinungen in einigen hohlen rumaniens". Livre du Centenaire Emile G. Racovitza. pp 651-659. Bucarest.