



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ASOCIACION ESPAÑOLA
PARA EL ESTUDIO DEL
CUATERNARIO



**EL
CUATERNARIO
EN ESPAÑA
Y PORTUGAL**

VOLUMEN 2 - Madrid 1993

LAS FORMACIONES TRAVERTINICAS DEL VALLE DE COGOLLS (GIRONA) : CARACTERIZACION Y RELACIONES CON LA DINAMICA DE LA CUENCA.

D. BRUSI*#; J. MAS*; L. PALLI*#; J. TRILLA*

* Dept. Geología. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 - Bellaterra. (Barcelona). España.

Unitat de Geologia, Col·legi Universitari de Girona, Universidad Autònoma de Barcelona. Plaça Hospital, 6, 17001 - Girona. España.

RESUMEN

El estudio de las formaciones travertínicas cuaternarias del valle de Cogolls (Girona) se centra fundamentalmente en la influencia del contexto geomorfológico y en las condiciones hidrológicas que motivaron su precipitación. A partir de ello, se propone una secuencia evolutiva del conjunto de los materiales cuaternarios relacionada con las inestabilidades derivadas de los cambios progresivos ocurridos en la cuenca.

Palabras clave: Travertino de cascada. Travertino aluvial. Procesos gravitatorios. Neotectónica.

ABSTRACT

The influence of geomorphological and hydrologic conditions on travertine deposit formation has been studied in Cogolls Valley (Girona, Spain). Results indicate an evolutive sequence of the Quaternary materials, that is related to instabilities created by progressive changes into the valley system.

Key words: Cascade travertine. Alluvial travertine. Slope stability. Neotectonics.

INTRODUCCION

Como ya es conocido, los datos obtenidos del estudio de los depósitos cuaternarios situados en un valle permiten reconstruir la sucesión de fenómenos dinámicos que en él han tenido lugar hasta otorgarle su aspecto actual. En particular, los depósitos travertínicos fósiles, debido a las particularidades de su génesis, pueden aportar numerosos datos y determinada información referente a las condiciones climáticas pretéritas y a la paleohidrogeología de una zona.

Con el objetivo de sintetizar la evolución cuaternaria del Valle de Cogolls se han estudiado las formaciones travertínicas (1) en relación con el resto de los depósitos existentes en el mismo. Su tipología geomorfológica, sus facies y su posición estratigráfica han aportado una notable información sobre la secuencia evolutiva de la cuenca que consideramos.

Para realizar este estudio, se ha procedido a levantar una cartografía detallada de los depósitos cuaternarios a escala 1:5.000, considerando que dicho nivel de precisión era indispensable para esclarecer las relaciones entre los distintos materiales.

CONTEXTO GEOLOGICO

El Valle de Cogolls se sitúa en el Sistema Transversal Catalán, en la provincia de Girona. Dicho Sistema se halla constituido mayoritariamente por una serie de materiales sedimentarios depositados en la cuenca eocénica surpirenaica. Concretamente, en Cogolls afloran como substrato las rocas de la Fm. Rocacorba (Pallí, 1972) formada por la alternancia de areniscas y areniscas margosas del Mb. Barcons (Gich, 1969) y las areniscas masivas con cemento calcáreo del Mb. Puigsacalm (Gich, 1969). Ambas presentan un buzamiento hacia el S-SO que les otorga un característico relieve en cuesta.

Entre las formaciones superficiales destacan los depósitos aluviales, los travertinos y un conjunto de acumulaciones detríticas originadas por procesos gravitatorios- deslizamientos - cuyas cicatrices son fácilmente identificables en las laderas del valle. En estas últimas se observan estructuras sedimentarias de corriente propias de los regímenes torrenciales que los depositaron y extendieron mediante sistemas de conos aluviales.

El valle presenta un claro origen tectónico señalado por fallas de orientación NO-SE y N-S originadas en los estadios distensivos de la orogénesis alpina. Un sistema menor de fracturas, orientado NE-SO, perfila los rasgos estructurales del valle. El vulcanismo cuaternario existente en la zona evidencia una reactivación reciente de las mismas (fig. 1).

(1) Estas formaciones travertínicas ya fueron citadas anteriormente por Martínez Quintanillas (1863) y por Ríos y Masachs (1953), quienes se limitaron a mencionar su existencia.

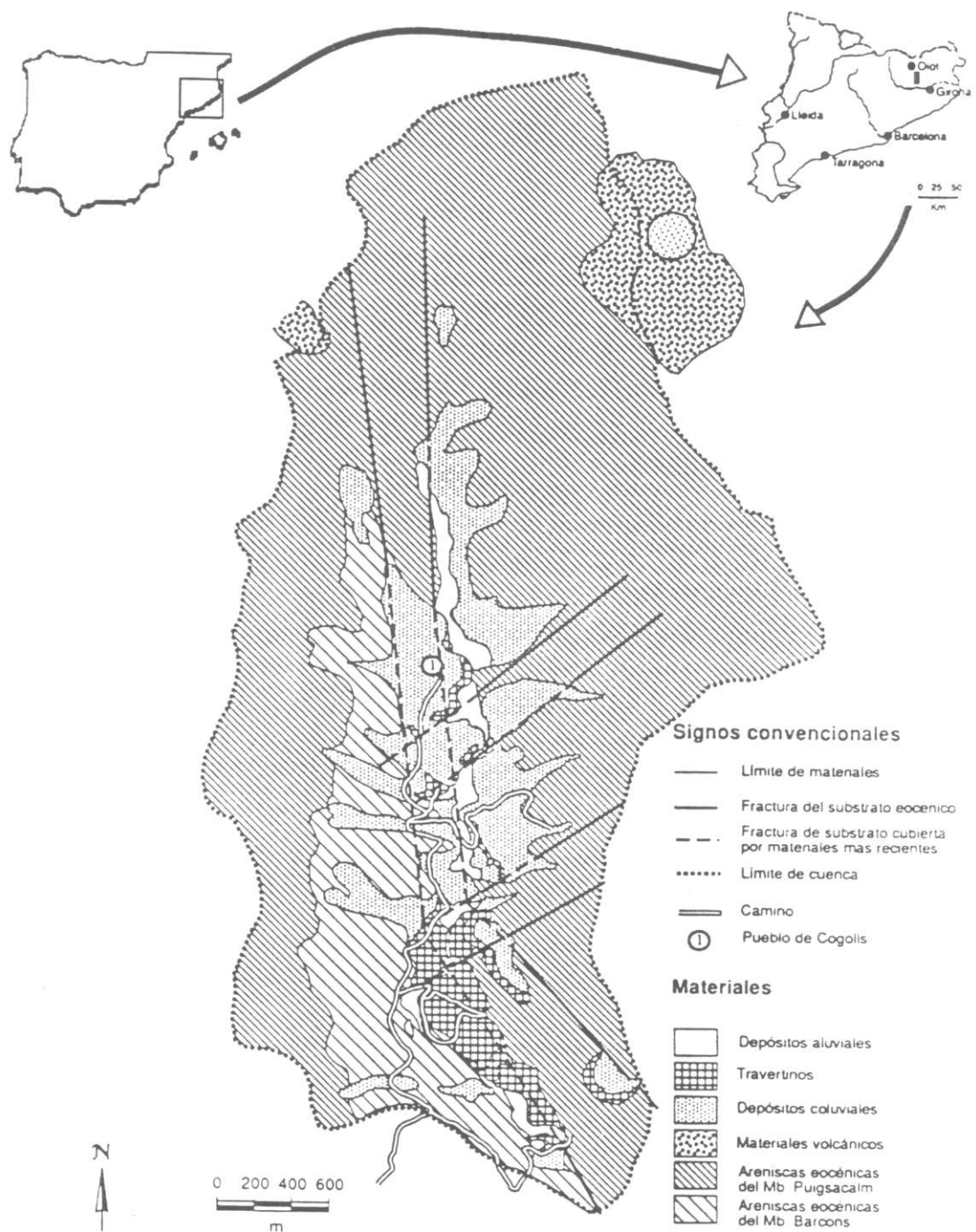


Fig. 1 - Mapa geológico del Valle de Cogollis.

Leyenda

Signos Convencionales

- Límite de materiales
- - - Red hidrográfica
- Límite de cuenca
- ♂ Fuente, Surgencia
- == Camino
- Caserios

Materiales

- Depósitos aluviales
- ▨ Depósitos coluviales de cono de deyección
- ▩ Depósitos coluviales de ladera
- Travertino de cascada
- ▨ Travertino aluvial
- ▩ Travertino de ladera
- ▨ Substrato eocénico indiferenciado

Toponimia

- | | |
|---------------|----------------------|
| ① Cogollis | ⑥ Can Tupl |
| ② El Fontanil | ⑦ Molí de St Pelegrí |
| ③ La Fàbrega | ⑧ Mas de la Ciota |
| ④ La Pruença | ⑨ Vilamala |
| ⑤ La Ribota | ⑩ La Gabella |

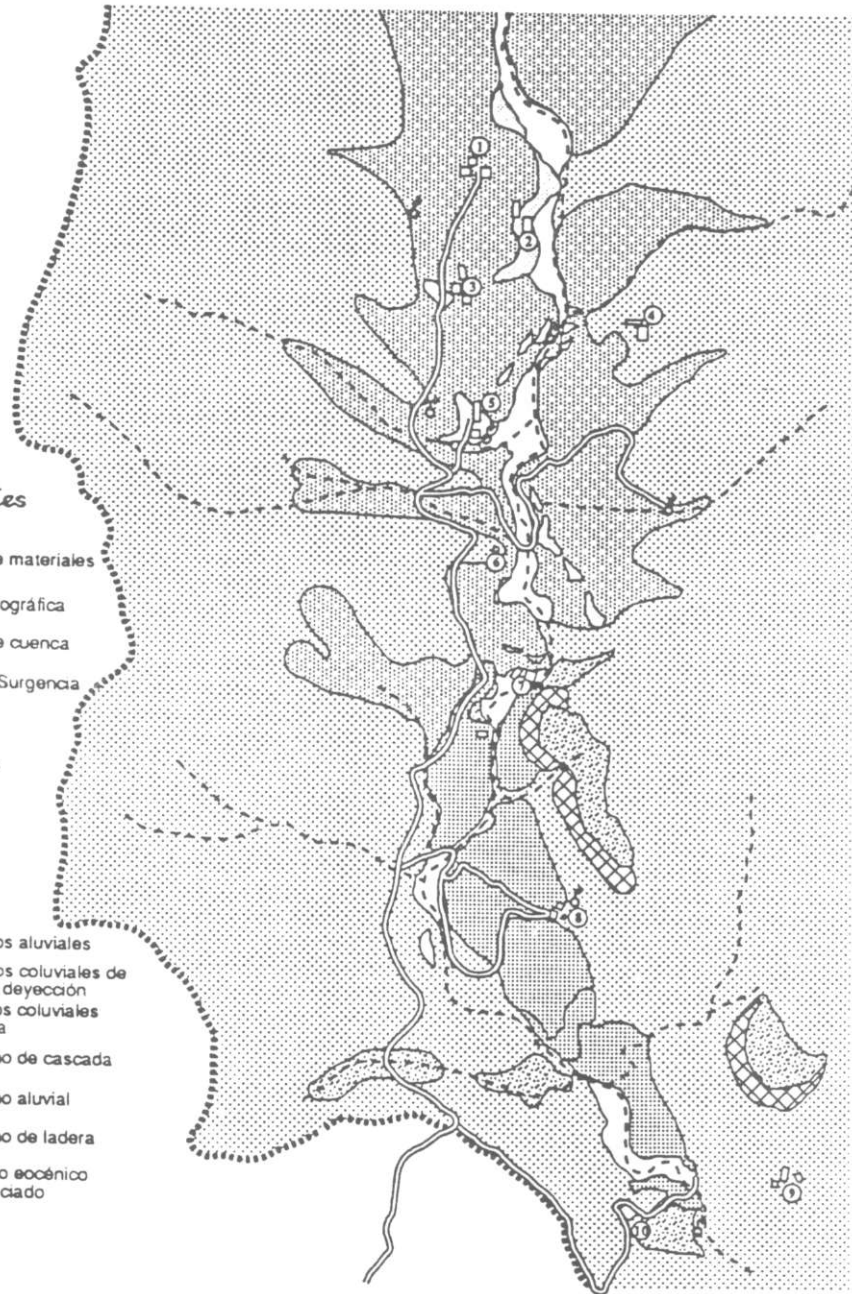


Fig. 2 - Mapa de las formaciones cuaternarias del valle de Cogollis.

Con una clara coincidencia con las principales fracturas aparecen en el valle numerosas manifestaciones surgentes, las cuales alimentan la escorrentía superficial y, a causa de la abundancia de bicarbonato de calcio, dan lugar hoy en día a la precipitación de travertinos.

El principal rasgo morfológico del relleno cuaternario del valle lo constituye una superficie plana, bisectada por el profundo encajamiento de la red de drenaje actual.

CARACTERÍSTICAS DE LAS FORMACIONES TRAVERTINICAS

En el valle de Cogolls es posible distinguir, a grandes rasgos, dos grupos de travertinos: los de fondo de valle y los de ladera.

Travertinos de fondo de valle

Bajo este nombre genérico se describen aquellos que guardan una estrecha relación con los procesos de erosión-sedimentación que se han sucedido. En base a su tipología geomorfológica se distinguen (fig. 2):

- Travertinos de cascada adosados a un escarpe, constituidos por formaciones carbonatadas de morfología lingüiforme, los cuales recubren materiales de origen torrencial y coluvial indistintamente, así como, en algunos puntos, travertinos aluviales.

- Travertinos aluviales, caracterizados por presentar carbonatos precipitados en corrientes superficiales, intercalados con niveles detríticos.

Travertinos de cascada adosados a un escarpe

Se han identificado en la parte central del valle, concretamente en El Fontanil, próximo al pueblo de Cogolls, en las cercanías de La Pruensa y la Ribota, y en otros puntos, con un desarrollo menor.

Dicha tipología corresponde a la descrita por Marker (1971) como waterfall tufa, y pertenece a la morfología de acumulación de nombre similar a la definida por Chaffetz y Folk (1984). A su vez, Ordoñez et al. (1979) propusieron un modelo genético para ella.

En un corte longitudinal de estos depósitos - desde la surgencia hasta el frente de cascada, perpendicular al escarpe - es posible distinguir una continuidad entre distintas morfologías y facies (fig. 3).

En su parte dorsal, las facies travertínicas consisten en láminas carbonatadas subhorizontales, inferiores a 10 cm de espesor, con formas bioconstruidas propias de zonas de corriente intercaladas en niveles lirno-arenosos. Localmente, los niveles travertínicos pueden llegar a presentar un aspecto calcarenfítico, englobando material detrítico y fragmentos tobáceos. La potencia de estos conjuntos de láminas alcanza, por término medio, unos 3 m.

En su parte frontal, el rasgo característico lo constituye el desarrollo vertical de las láminas de travertino situadas en la zona de cascada, debido a la fuerte inclinación del escarpe al borde del cual se desarrolla. Dado que la precipitación de carbonato tiende a reflejar la morfología del substrato, en el tránsito hacia la zona frontal las láminas adoptan una morfología escalonada, favoreciendo el desarrollo progresivo de láminas verticales. De este modo, las dimensiones de la cascada vienen condicionadas por el desnivel a salvar. En el sector estudiado, la máxima altura de estas edificaciones es unos 8-12 m (El Fontanil).

Las facies que presenta el frente de cascada son mayoritariamente bioconstruidas, habiéndose identificado formaciones de briófitos y cianófitos, travertinizaciones de plantas superiores y depósitos inorgánicos. Aunque difícilmente reconocible en formaciones fósiles, en las cascadas actuales se distingue una zonación biótica en la cual los cianófitos predominan en las zonas de mayor flujo y los briófitos se sitúan en posiciones laterales expuestas a una humefacción por salpicaduras.

En un perfil transversal de estas formaciones -paralelo al escarpe- se pone de manifiesto una cierta discontinuidad en el desarrollo del frente de cascada, propiamente dicho. Discontinuidad que no puede atribuirse ni a los frecuentes procesos de caída del bloque ni a una erosión posterior, sino, más bien, debe relacionarse con los procesos constructivos.

A partir de los datos observados, se ha elaborado un modelo genético en el cual el origen de las edificaciones se atribuye a cursos superficiales alimentados por surgencias. El agua, al discurrir encauzada o en manto por encima de los materiales coluviales subyacentes, desarrolla formaciones laminares de travertino que alternan con los niveles detríticos aportados por episodios de avenida o por erosión lateral del cauce. Al llegar a la zona de escarpe, originado por el encajamiento de la red de drenaje, se favorece la construcción en forma de cascada, pudiendo llegar a aumentar la pendiente original hasta alcanzar la verticalidad. Obviamente, cada corriente superficial da lugar a una única cascada, la cual puede desplazarse lateralmente en un radio reducido, edificando cascadas coalescentes. Sin embargo, el trazado de la corriente puede modificarse a raíz de la morfodinámica de los conos aluviales, variando sustancialmente el punto de intersección con el escarpe y, en consecuencia, estableciendo una migración de la cascada activa en la parte frontal. Estas discontinuidades de frente de cascada se hacen patentes en las proximidades de Cogolls. Actualmente, dichos procesos de travertización permanecen activos.

Travertinos aluviales

La presencia de este tipo de depósitos se localiza a lo largo del curso central y bajo de la Riera de Cogolls, desde Can Tupí hasta las proximidades de la Gabella, en una distancia de 1,6 km.

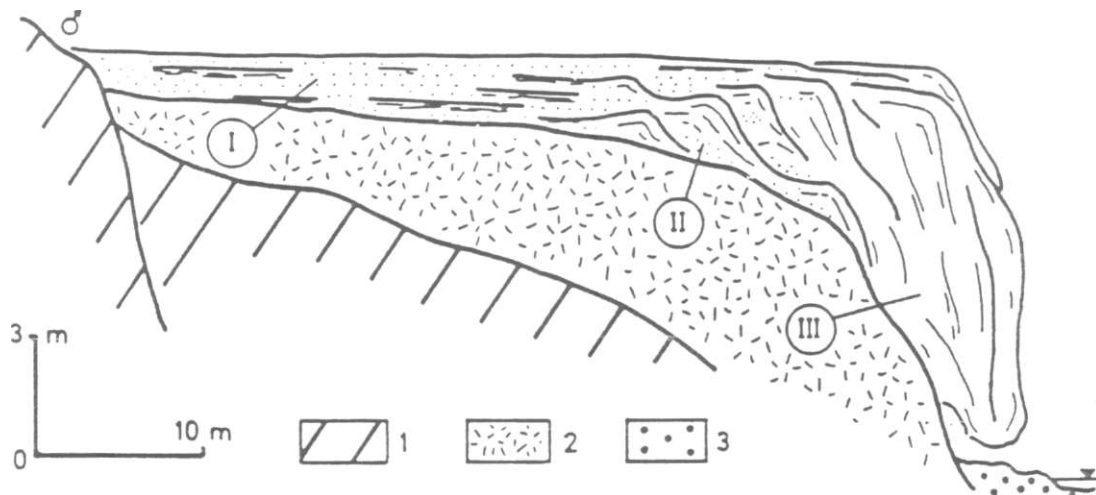


Fig. 3 - Esquema del travertino de cascada adosado a un escarpe. I.- Facies de láminas subhorizontales de travertino intercaladas con niveles arenoso-limosos. II.- Facies de la zona de transición. III.- Facies del frente de cascada. Leyenda: 1.- Sustrato eocénico; 2.- Material coluvial; 3.- Material aluvial.

Esta tipología es similar a la descrita por Golubic (1969) y citada posteriormente por diversos autores. Su modelo de formación ha sido descrito por Julia (1983). A pesar de las diferencias existentes entre estos depósitos y los descritos en el subapartado anterior, ambos pertenecen a los depósitos de cascada (waterfall or cascade deposit definidos por Chaffetz y Folk (1984). A nuestro entender, si bien los procesos y condiciones de precipitación del carbonato de calcio son similares en ambas tipologías, el contexto físico y dinámico donde se desarrollan los travertinos aluviales es notablemente distinto al de los travertinos de cascada. Así, los travertinos aluviales se caracterizan, en contraste con los de cascada, por:

- Un encauzamiento y un mayor caudal de la corriente.
- ta participación del material detrítico en ta construcción del edificio travertínico.
- La menor pendiente del sustrato donde precipitan. Tal y como es posible observar hoy en día, el travertino aluvial no requiere, en principio, un escarpe abrupto para su precipitación, pudiendo formarse en tramos del cauce de escasa pendiente.

Esta especificidad determina, pues, distintas estructuras internas y distintas expresiones morfológicas de los depósitos.

La estructura interna se caracteriza por la sucesión, tanto en vertical como en horizontal, de diques travertínicos bioconstruidos; los cuales, en su parte posterior, individualizan estanques o piscinas colmatadas por materiales detríticos, principalmente limos y arenas finas, fragmentos de travertino y, ocasionalmente, niveles de gravas. Entre el sedimento se han identificado restos de gasterópodos y acumulaciones de ostrácodos.

El tamaño de los diques es generalmente inferior a 1 m. destacando algunos ejemplos con una altura próxima a 2 m. Las dimensiones del es dique son proporcionales a la altura del dique. A la vez, ambos se desarrollan en función del ancho del cauce ordinario del río, alcanzando extensiones de orden métrico. No obstante, la heterogeneidad de estas facies es notable, pudiendo observarse distintos desarrollos, en relación a sus dimensiones, tipo de bioconstrucción complejidad en la estructura del dique, orientación del mismo respecto al sentido de la corriente, etc., atribuibles a la idiosincrasia de cada uno de ellos.

La morfología externa de este conjunto de travertinos da lugar a valles de fondo plano y es similar a la que presentan los depósitos aluviales propiamente dichos. El espesor máximo de esta formación de travertino aluvial se estima en unos 18-20 m.

Desde las proximidades del Mas de La Clota y hasta unos 350 m. al sur de éste, aparecen unas construcciones travertínicas que, con una altura de 6-8 m. ejercieron un auténtico represamiento del río. Estos "macro-diques" en sucesión escalonada abarcan todo el ancho del valle. Se han identificado gracias a las formaciones de cascada existentes en su frente y correlacionables aguas arriba con depósitos de travertino aluvial. Aunque la idea de que se trata de bioconstrucciones de gran envergadura con superposición de distintas facies es perfectamente aceptable, no descartamos el hecho de que la morfología del sustrato eocénico, ya sea por un cambio de pendiente, ya sea por un estrechamiento del valle, haya favorecido el desarrollo de estas singulares edificaciones.

Dado que nuestro propósito no consiste en el estudio pormenorizado de las facies, sólo atenderemos aquellas observaciones que, a nuestro entender, permitan relacionar estos depósitos con los procesos dinámicos que simultáneamente acaecían en el valle.

En primer lugar llama la atención la potencia que presenta dicha acumulación de fondo de valle, quizás no por su valor absoluto pero sí en comparación con valles similares dentro del Sistema Transversal. A nuestro entender, ello

debe referirse a la capacidad que poseen los travertinos de "construir relieve" (Jennings, 1985), junto a otro factor que no puede pasar desapercibido: los aportes de terrígenos. Como es característico de las facies de diques y embalses, la acreción en vertical de la formación viene condicionada tanto por la tasa de crecimiento del dique por precipitación de CaCO_3 , como por la tasa de colmatación del estanque posterior. Todo ello, en función de la dinámica hidrológica del sistema.

En este sentido, debe mencionarse la existencia de considerables volúmenes de material detrítico, originados por procesos gravitatorios, al interpretar los depósitos de travertinos aluviales de Cogolls. Bajo una dinámica torrencial, propia de un valle de estas características, estos sedimentos son transportados fácilmente y depositados en los estanques, dando lugar a una rápida colmatación y a la posibilidad efectiva de desarrollo del edificio travertínico hasta alcanzar unos 20 m. Asimismo, los aportes a través de afluentes también introducen material detrítico en distintos puntos del curso. A la vez, el continuo aporte de terrígenos limita el crecimiento de los diques. De este modo, la coexistencia de ambos procesos -crecimiento del dique y colmatación- condiciona por completo la construcción de los travertinos aluviales, pudiéndose identificar en el registro sedimentario momentos de mayor actividad de uno de ellos en detrimento del otro; e incluso, un pleno dominio de las facies netamente aluviales respecto a las de precipitación de travertinos, como sucede en el techo de esta formación, donde aparecen cantos y gravas en el relleno de los estanques (fig. 4).

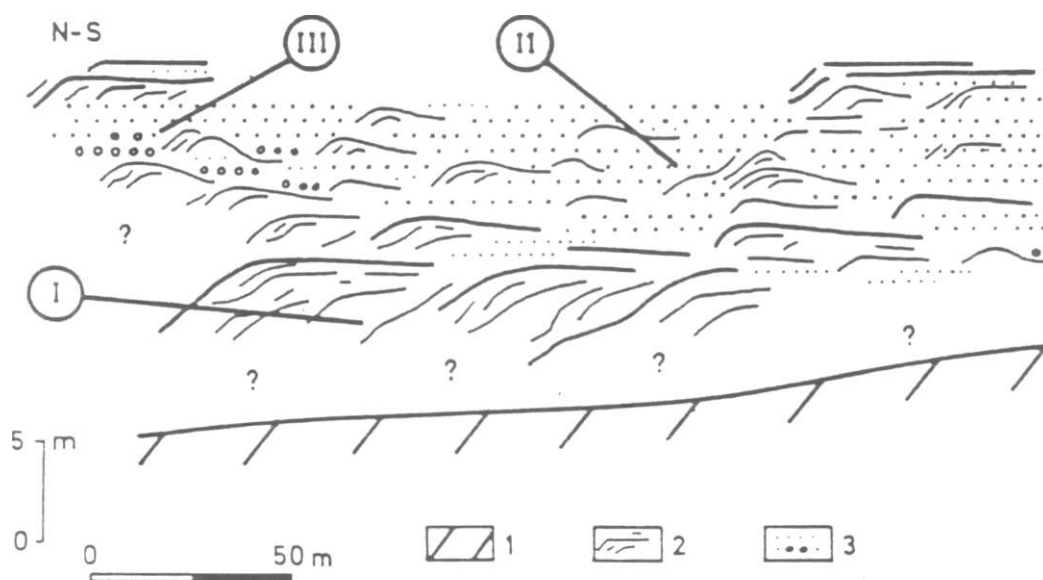


Fig. 4 - Corte geológico del travertino aluvial aflorante en el camino al Molí de St. Pelegrí. I.- Facies con predominio de construcciones travertínicas. II.- Facies de diques y estanques. III.- Facies con predominio de material detrítico sobre travertino, con cantos en la base. Legenda: 1.- Sustrato eocénico; 2.- Bioconstrucción travertínica; 3.- Material detrítico.

Travertinos de ladera

Este tipo contempla los travertinos situados en las laderas del valle, sin observarse relación alguna con los anteriores. Afloran en la vertiente oriental apoyados indistintamente sobre las areniscas eocénicas o sobre formaciones coluviales. Aparecen entre las cotas de 420 y 435 m. en las inmediaciones del Mas de la Clota y el Molí, y entre 410 y 425 m. sobre el caserío de Vilamala. Las alturas sobre el cauce actual del río son de 30 y 70 m. respectivamente (fig. 2)

La formación de estos travertinos, bioconstruidos y con un escaso contenido en detríticos, se adapta a la morfología irregular de la vertiente. En su parte frontal y a raíz de su propio crecimiento, llega a desarrollar frentes de cascada similares a los descritos anteriormente. A causa de la estructura que presentan atribuimos su origen al flujo de aguas surgentes, actualmente desaparecidas, que existieron en las cotas mencionadas y relacionadas también con fracturas.

A diferencia del travertino de fondo de valle, éste ofrece un aspecto más compacto, fruto de posteriores recristalizaciones y, manifiesta una profunda carstificación que da como resultado la existencia de arcillas de decalcificación rellenando oquedades. Estas características permiten asignar una mayor antigüedad a los travertinos de ladera.

Sin embargo, al pie del escarpe y fruto de los procesos de disolución, se desarrollan edificios de cascada que, como formas adventicias (Ordoñez *et al.*, 1979), recubren materiales eocénicos o fosilizan travertinos aluviales.

CORTES DE CORRELACION

Al objeto de reconocer las relaciones entre los distintos depósitos existentes en el valle, se ha realizado un estudio comparado de diferentes perfiles longitudinales, que complementa la visión en planta ofrecida por la cartografía. De esta manera, se ha obtenido un perfil aproximado de la profundidad del sustrato y el correspondiente a los depósitos de relleno (fig. 5).

Para la representación aproximada de la base del sustrato eocénico se ha tomado en consideración los datos del sondeo realizado por la empresa Prohidro en 1971, a unos 320 m. al sur de Cogolls, en el caserío de La Fàbrega, el cual mostró el siguiente perfil,

- 0 - 4 m. Arcillas y limos arenosos de recubrimiento.
- 4 -15 m. Toba calcárea travertínica con finas intercalaciones de materiales detríticos.
- 15 -36 m. Arcillas arenosas con intercalaciones de gravas y depósitos travertínicos.
- 36 -42 m. Travertino muy calcáreo, duro y permeable.
- >42 m. Substrato eocénico: areniscas calcáreas y conglomerados.

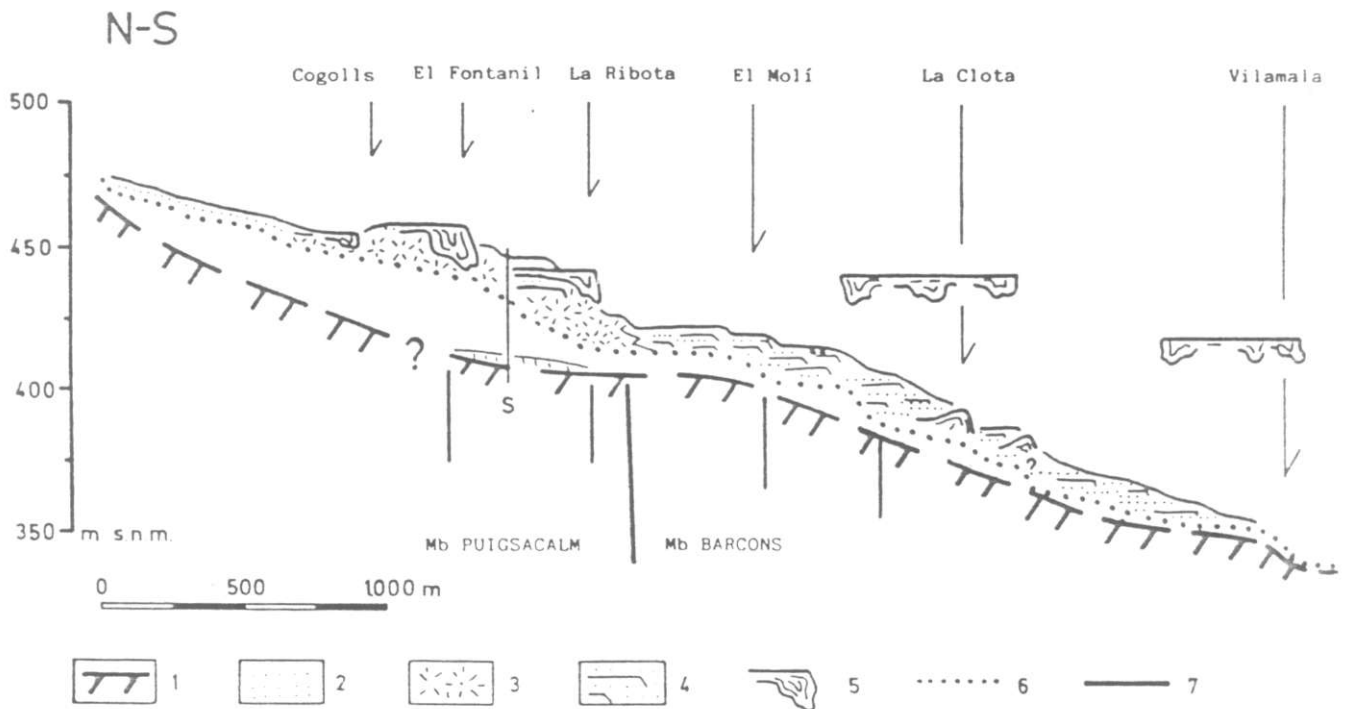


Fig. 5 - Esquema sintético de la sucesión de las diferentes formaciones cuaternarias. **Leyenda:** 1.- Sustrato eocénico; 2.- Material detrítico; 3.- Material coluvial; 4.- Travertino aluvial -diques y estanques-; 5.- Travertino de cascada adosado a un escarpe y travertino de ladera; 6.- Perfil actual de la riera de Cogolls; 7.- Fractura; S.- Sondeo.

De este modo, se conoce el orden de magnitud de la potencia del Cuaternario en la zona central del valle, siendo éste de unos 40 m. de espesor. Asimismo, se advierte un nivel travertínico inferior, no aflorante, y yacente directamente sobre el zócalo eocénico. Finalmente, es posible determinar la altura de los travertinos de cascada correspondientes al nivel superior.

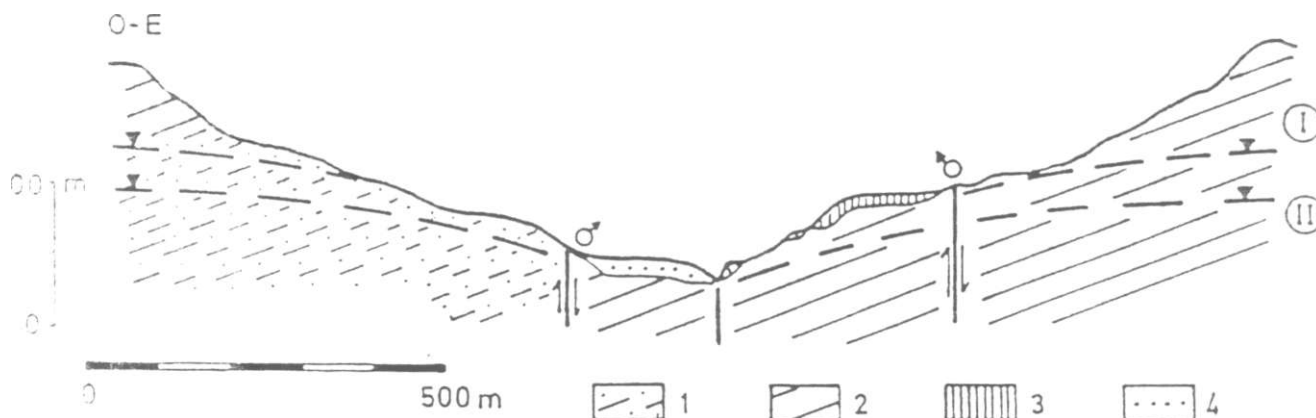
El perfil del substrato muestra una forma cóncavo-convexo-cóncava. La razón de la convexidad central es atribuible al cambio litológico que acontece al pasar de las areniscas masivas del Mb. Puigsacalm a las areniscas margosas del Mb. Barcons favorecido por un contacto mecánico.

El corte topográfico de las formaciones superficiales aporta otros dos datos significativos. Primeramente, la potencia de material depositado es mucho mayor en la zona central de la cuenca; ello se debe, principalmente, al volumen de material derivado de los procesos gravitatorios y de la acción torrencial. Su erosión y posterior resedimentación dio lugar a los materiales detríticos englobados en los travertinos aluviales. En segundo lugar, estos travertinos presentan una potencia sensiblemente constante a lo largo de 1,5 km. A partir del Has de La Clota, su potencia disminuye a la vez que aumenta la proporción de material detrítico respecto a las formaciones travertínicas.

Ello permite evidenciar que las facies de diques y estanques, mediante la retención de los aportes, favorecen una mayor acumulación de sedimentos.

SECUENCIA EVOLUTIVA

En base a los datos expuestos y a la cartografía realizada, se ha establecido una secuencia evolutiva para el valle de Cogolls. En ella se reflejan dos etapas distintas de travertinizaci3n: la primera corresponde a la precipitaci3n de los travertinos de ladera y la segunda a los de fondo de valle. Cada una de ellas se relaciona con una fase de actividad de surgencias situada a distinta cota topogr3fica. La diferente localizaci3n altim3trica de ambos conjuntos travertínicos indica, a nuestro entender, un periodo de actividad neotect3nica, ampliamente reconocido en el NE de Catalu1a durante el Cuaternario, el cual favoreci3 el brusco encajamiento del río -se1alado por la ausencia de niveles de travertino intermedios- y con 3l, un descenso del nivel de base.



Variaci3n del nivel de base hidrogeol3gico y relaci3n con la precipitaci3n de travertinos. En el nivel I acontece la formaci3n de travertinos en la ladera, mientras que el nivel II da lugar a los travertinos de fondo de valle. Leyenda: 1.- Mb. Barcons; 2.- Mb. Puigsacalm; 3.- Travertino de ladera; 4.- Travertino de fondo de valle.

Con posterioridad a la formaci3n de los travertinos de ladera y a la fase neotect3nica reconocida, tuvo lugar la reposici3n de las formaciones de fondo de valle. Su registro sedimentario, m3s completo y extenso, permite establecer una descripci3n detallada de su evoluci3n. Para 3sta se han establecido los siguientes estadios (fig. 7):

1.- El valle tect3nico de Cogolls presenta un perfil regularmente c3ncavo, en el cual, y a partir de las aguas de surgencia, precipita un nivel basal de travertinos de reducida extensi3n, reconocido a partir de sondeo.

2.- El desarrollo de procesos gravitacionales, como consecuencia directa del encajamiento general anteriormente mencionado, ocasiona un importante volumen de sedimento; el cual, a partir de procesos torrenciales, es redistribuido al pie de las vertientes en forma de conos aluviales. La progresiva incorporaci3n a la escorrentía superficial de aguas procedentes de las surgencias permite una creciente travertinizaci3n en este conjunto detrítico.

3.- La escorrentía de las aguas de surgencia por el fondo del valle y la removilizaci3n de los dep3sitos torrenciales dan lugar a la sedimentaci3n del travertino aluvial. Como se ha mencionado, estas facies permiten una mayor retenci3n de sedimento y, en consecuencia, una colmataci3n m3s r3pida alcanzando unos 20 m de potencia.

4.- La creciente acumulaci3n de materiales en el interior del valle origina un aumento de la pendiente respecto a zonas inferiores, de manera que, al superar un determinado umbral acontece un cambio geomorfol3gico que invierte

ta dinámica sedimentaria y da lugar a la incisión del río en los depósitos existentes, tales como las acumulaciones torrenciales y los travertinos aluviales.

El escarpe ocasionado por el encajamiento del río favorece la precipitación de travertinos en forma de saltos de agua alimentados desde surgencias. La evolución de estas facies, así como el progresivo encajamiento, permiten el desarrollo de facies de cascada.

5.- En la actualidad, la dinámica externa existente en el valle es similar a la descrita en el apartado anterior, sin observarse variaciones notables en el nivel de base hidrogeológico desde el inicio de la segunda etapa de travertinizaci3n. Además debe a~adirse la formaci3n, ya citada, de travertinos en el cauce actual. Por su parte, el encajamiento de torrentes afluentes a la riera de Cogolls y la acci3n antr3pica en el acondicionamiento de las surgencias han disminuido sensible y localmente los procesos de travertinizaci3n en las cascadas.

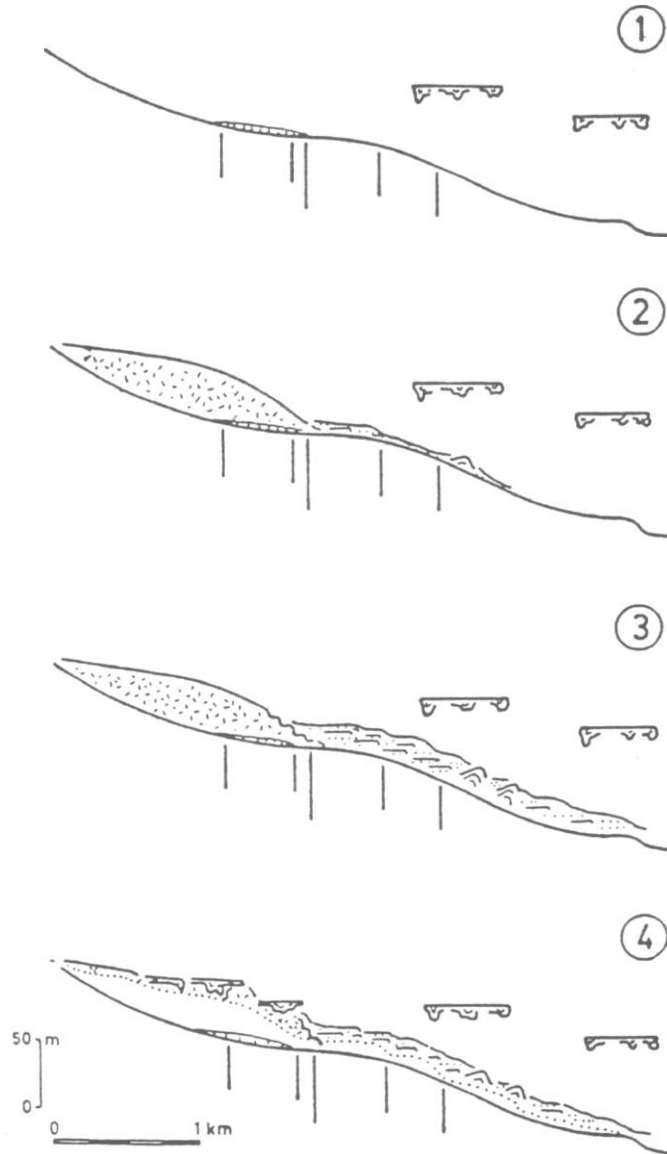


Fig. 7 - Secuencia evolutiva del valle de Cogolls. Los puntos corresponden a los estadios descritos en el texto. Su leyenda corresponde a la de la fig. 5.

CONCLUSIONES

Las distintas tipologías travertínicas del valle de Cogolls ponen de manifiesto la influencia que ejercen, desde un punto de vista genético, la morfología del substrato, el grado de participación de material detrítico y las particularidades hidráulicas. Bajo esta perspectiva, la precipitación de travertinos puede definirse como una consecuencia inherente de un quimismo concreto de las aguas, en la que las características de su desarrollo se hallan enteramente condicionadas por las variables mencionadas.

Estas formaciones travertínicas evidencian una relación entre las distintas facies de precipitación y los procesos dinámicos que acontecen en el valle, los cuales determinan la evolución de la cuenca. Concretamente, la abundancia de terrígenos, generada por procesos gravitatorios, juega un papel catalizador en la acreción y desarrollo del conjunto de travertino aluvial. Por su parte, las formas de cascada pueden desarrollarse gracias a la fase erosiva originada a partir de la excesiva acumulación de sedimento en el interior del valle. Dada la complejidad del sistema cuenca, cabe considerar que su reacción a los cambios progresivos que en él sucedan sea asimismo compleja (Schumm, 1973) y ello repercute, sin duda, en las relaciones mencionadas.

Los dos niveles de travertinos identificados en función de su cota topográfica materializan un cambio del nivel de base hidrogeológico causado, en nuestra opinión, por fenómenos neotectónicos, sin que se hayan apreciado acciones derivadas de las variaciones existentes en el Cuaternario.

De este modo, es posible establecer un orden cronológico relativo de ambos niveles de travertinos. Su datación absoluta constituiría una interesante aportación a la historia geológica reciente del Sistema Transversal.

En síntesis, el estudio de los travertinos, mediante la valoración del grado en que las variables definidas han influido en su precipitación, se presenta como un acertado criterio de diagnóstico en la evolución geomorfológica del Cuaternario.

BIBLIOGRAFIA

- Chaffetz, H.S.; P.L. Folk, 1984: Travertines: Depositional morphology and the bacterially constructed constituents. Sedim. Petrol. 54 (1) 289-316.
- Gich, J., 1969: Las unidades litoestratigráficas del Eoceno Prepirenaico del Ripollés Oriental. Acta Geol. Hisp. 4 (1), 5-8.
- Golubic, S., 1969: Cyclic and noncyclic mechanisms in the formation of travertine. Verh. Int. Verien. Limnol. 17, 956-961.
- Jennings, J.N., 1985: Karst Morphology. Basil Blackwell Ltd., Oxford.
- Juliá, R., 1983: Travertines. In: Carbonate Depositional Environments (Ed. P.A. Scholl, D.G. Bebout; C.H. Moore). Hem. Am. Ass. Petrol. Geol. 33, 64-74.
- Marker, M.E., 1971: Waterfall tufas: a facet of karst geomorphology in South Africa. 2. Geomorph. N.F. Suppl. Bd. 12, 138-152.
- Martínez Quintanillas, P., 1863: La Provincia de Gerona. Datos estadísticos. Imprenta P. Dorca. Girona.
- Ordoñez, S.; González, J.A.; García del Cura, M.A., 1979: Genesis y significado de las tobas de cascada de briófitas. Act. v Reunión Grupo de Trabajo del Cuaternario. Banyoles. 171-178.
- Pallí L., 1972: Estratigrafía del Paleógeno del Empordá y zonas limítrofes. Pub. Geol. UAB, 1.
- Ríos, J.M.; Masachs, V., 1953: Memoria Mapa Geológico de España. Hoja 295: Bañólas. I.G.M.E.
- Schunrn, S.A., 1973: Geomorphyc thresholds and complex response of drainage systems. In: Fluvial Geomorpholgy (Ed. M. Morisawa). Pub. Geomorph. SUMY Binghamton. NY 299-310.