

CARTOGRAFIA DELS TRAVERTINS EN FORMACIÓ DE L'ESTANY DE BANYOLES

M. V. Coma, O. Oromí i C.A. Abella

Institut d'Ecologia Aquàtica. Col·legi Universitari de Girona. (UAB). Hospital, 6. 17071-Girona.

RESUM

Per primera vegada s'han cartografiat els travertins en formació de l'estany de Banyoles. Fins ara sols s'havien considerat mínimament a Julià (1980) i Abella (1986). Aquests travertins s'originen gràcies a la interacció entre l'activitat fotosintètica de cianobacteris i les característiques càrstiques que determinen el quimisme de l'estany de Banyoles. En aquest article es dona a conèixer la distribució detallada a escala 1:1250 dels actuals travertins en formació, com a pas previ a noves investigacions en el camp biològic.

RESUMEN

Por primera vez los travertinos en formación del lago de Bañolas han sido cartografiados. Hasta este momento solo habían sido mínimamente considerados en Julià (1980) y Abella (1986). Su origen es la consecuencia de la interacción entre la actividad fotosintética de cianobacterias y las características cársticas que determinan el quimismo del lago de Bañolas. En el presente artículo se detalla a escala 1:1250 la distribución actual de los travertinos en formación, siendo éste un paso previo para las investigaciones en el campo biológico.

ABSTRACT

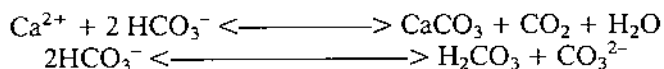
This is the first time that cyanobacterial mats in Banyoles lake are cartographed. Until now only Julià (1980) and Abella (1986) had considered them. Travertines are formed due to the photosynthetic activity of cyanobacteria in such karstic waters. Distribution areas of cyanobacterial stromatolites are presented. In fact, this is the starting point for biologic research. The cartography is given in the 1:1250 scale.

Key words: Cartography, Banyoles lake, active travertines, stromatolites.

INTRODUCCIÓ

S'anomena travertí l'acumulació de carbonat càlcic en llacs o llacunes d'origen càrstic o hidrotermal, en petits rius o en zones pantanoses, format princi-

palment per precipitació bioquímica i/o sedimentació mecànica o físico-química. Aquest procés de travertinització es produeix bàsicament si hi ha dues característiques –que evidentment es donen a l'estany de Banyoles–; d'una banda, l'existència d'aigües amb una elevada concentració de bicarbonat càlcic i, de l'altra, l'existència de processos o fenòmens que converteixen aquest bicarbonat soluble en carbonat insoluble –principalment en forma de calcita– i que compleixen els dos equilibris químics següents:



Pel que fa a la primera característica, cal dir que l'aigua de l'estany de Banyoles té una concentració de bicarbonat força elevada: entre 165 mg.L⁻¹ i 230 mg.L⁻¹ a cinc metres de fondària, la qual cosa representa una duresa propera als 72 F (Sanz, 1982), que augmenten en fondària fins a 189 F, a trenta metres. Aquest fenomen es deu a l'origen i a la forma d'entrada de l'aigua de l'estany.

Respecte a la segona característica, també es dona la precipitació, que és afavorida principalment per dos factors:

1. L'entrada de Ca²⁺ a l'aigua de l'estany presenta una concentració de 6 a 11 mmols.L⁻¹ (Abella, 1980), procedent dels estrats de guix i d'anhidrita (sulfat càlcic hidratat i deshidratat, respectivament) i de les calcàries del subsòl per on discorre l'aigua abans de sorgir a les cubetes de l'estany.
2. L'assimilació d'anhidrid carbònic per part d'organismes fototròfics relacionats amb els travertins en formació de l'estany de Banyoles la realitza bàsicament la comunitat de cianobacteris (Abella, 1980; Oromí & Coma, 1987).

Com a conseqüència de la precipitació de CaCO₃, doncs, en determinades àrees de l'estany de Banyoles es poden observar els travertins actius. Les seves morfologies són molt complexes, però a grans trets són la resposta a una activitat acumulativa i per tant expansiva de les làmines cianobacterials. D'aquesta manera s'observen blocs globulars simples, compostos, masses arrodonides que són la conseqüència de la unió dels tipus anteriors, i finalment llosets travertíniques que constitueixen l'estadi de formació més avançat (Dean & Fouch, 1977).

MATERIAL I MÈTODES

Bàsicament s'han seguit dues pautes en plantejar-se la realització de la cartografia dels travertins en formació; d'una banda, s'han emprat fotografies aèries de baixa cota de l'estany de Banyoles, E. 1:2700, realitzades el setembre de 1983 (POLUX SA) i, d'altra banda, el treball realitzat sobre les àrees de travertins en formació.

Les fotografies aèries de baixa cota possibiliten el reconeixement i la situació dels blocs travertínics, atenent a la fondària en què generalment es troben. Així, en molts casos, una ampliació de les fotografies permet tenir una idea clara de la morfologia i de la distribució dels travertins, al mateix temps que facilita el càlcul de paràmetres com ara diàmetres, superfícies, distàncies o situació.

El problema principal de les fotografies aèries és l'ombra que la vegetació arbòria projecta damunt de les aigües més properes a la riba i que impedeix albirar els travertins en formació que s'assenten en aquests llocs. Aquest és el motiu pel qual s'ha requerit un treball exhaustiu de camp i la realització d'un estudi morfològic de cada àrea amb travertins en formació, al mateix temps que es feien les mesures corresponents. S'han individualitzat els travertins a partir d'aquells que tenien un diàmetre màxim superior a 20 cm i, després d'enumerar-los, s'han mesurat els diàmetres representatius i la orientació de cada bloc travertínic, la distància mínima a la costa i les distàncies de proximitat amb altres travertins. Pel que fa als blocs travertínics que creixien en aigües més pregones, sense el treball de camp no hauria estat possible la seva cartografia perquè se'n perdia el detall a les fotografies aèries.

RESULTATS I DISCUSSIÓ

A la Figura 1 es representa la distribució general i a les figures 2-8 la divisió en àrees ampliades. Aquestes àrees han estat escollides en funció de l'estructuració de l'article. Les figures 9 i 10 donen una idea de la morfologia real dels travertins en formació.

Atenent a la distribució dels travertins en formació es poden diferenciar tres grans zones de travertinització. D'una banda, la zona propera a les pesqueres Marimon i Santa Rosa (Àrea I, Fig. 2). En aquesta zona de creixement es poden observar totes les morfologies possibles, descrites a la introducció; fins i tot serveixen per donar informació respecte del límit sud de la llosa travertínica que conforma el subsòl dels voltants de l'estany. Aquest límit s'observa justament quan la batrimetria de l'estany ofereix pendents forts i en alguns casos quasi verticals. Així, doncs, s'observa en aquesta zona una disposició dels travertins actius en fondàries màximes de tres metres i escaig. En els exemples que freguen aquestà fondària hi ha una certa propensió cap al basculament del travertí degut a la inestabilitat del terreny.

Seguint la línia de costa en direcció nord no es detecta llosa travertínica fins a l'alçada dels Banyes Vells (Àrea II, Fig. 3), on comença la segona zona fins al Club Natació Banyoles (Àrea III, Fig. 4). Ambdues àrees presenten un creixement pobre del travertí a causa de l'acumulació de sediments, en alguns casos anòxics, i llims damunt dels mateixos travertins en formació. La majoria són blocs globulars, simples o compostos, i irregulars.

L'Àrea IV (Fig. 5) també es presenta pobra en nombre de travertins a la part pròxima al Club Natació. Els travertins en formació es troben aïllats i

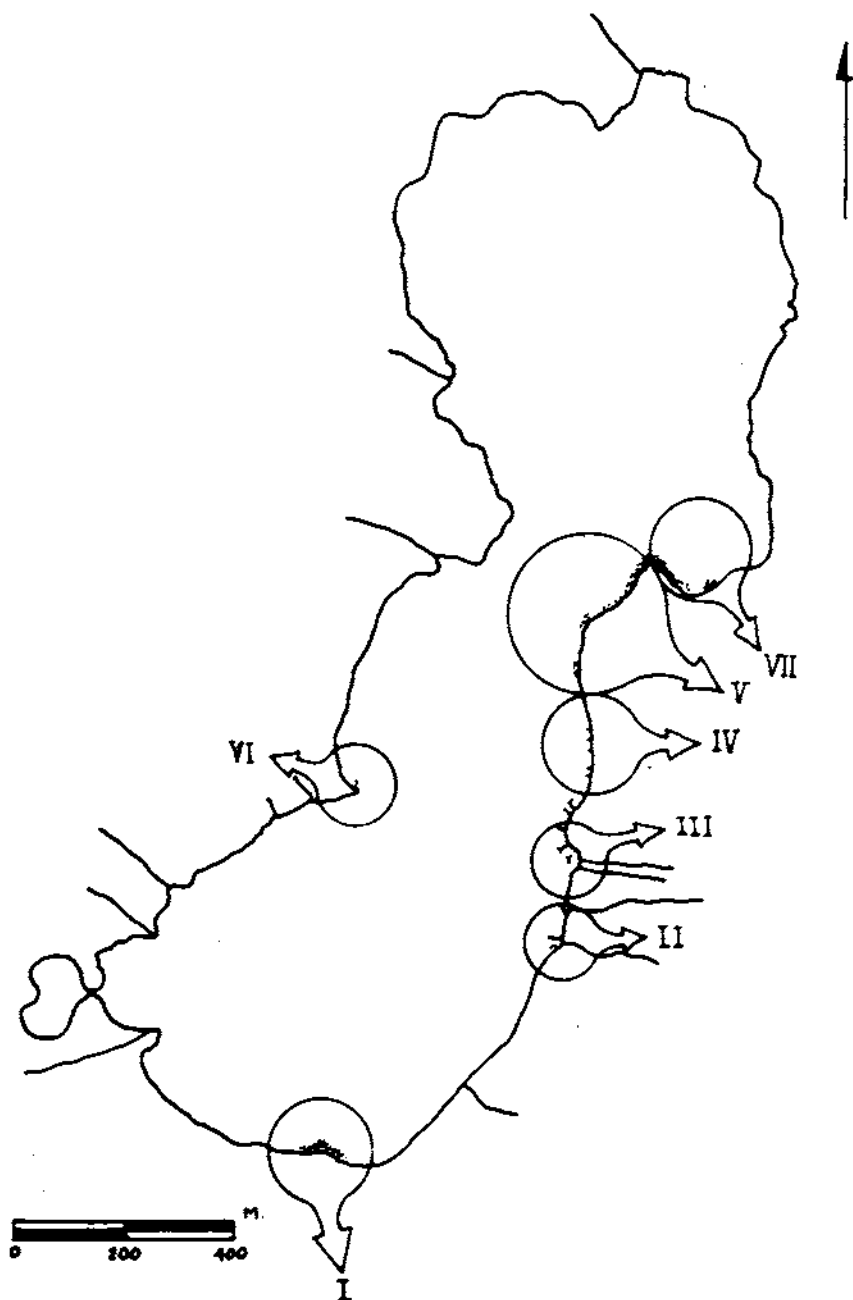


Figura 1. Visió general de les àrees on es presenta la formació actual de travertins a l'estany de Banyoles.

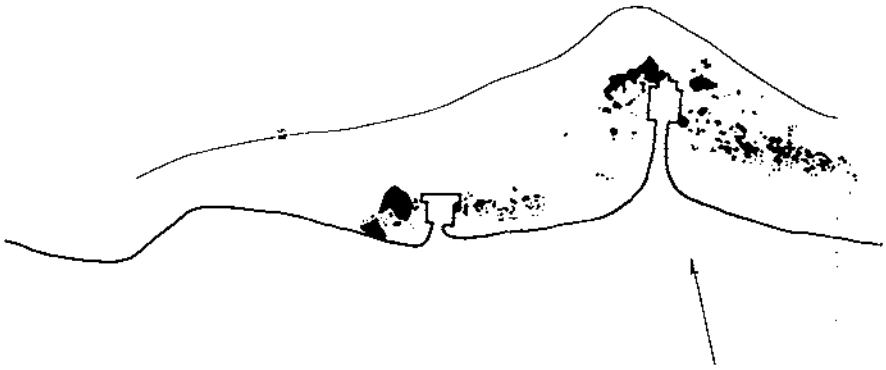


Figura 2. Àrea I. Correspon a la zona a l'entorn de la pesquera Marimon, i és l'àrea morfològicament més completa de travertins en formació. S'hi indica la isòbata de 5 m.

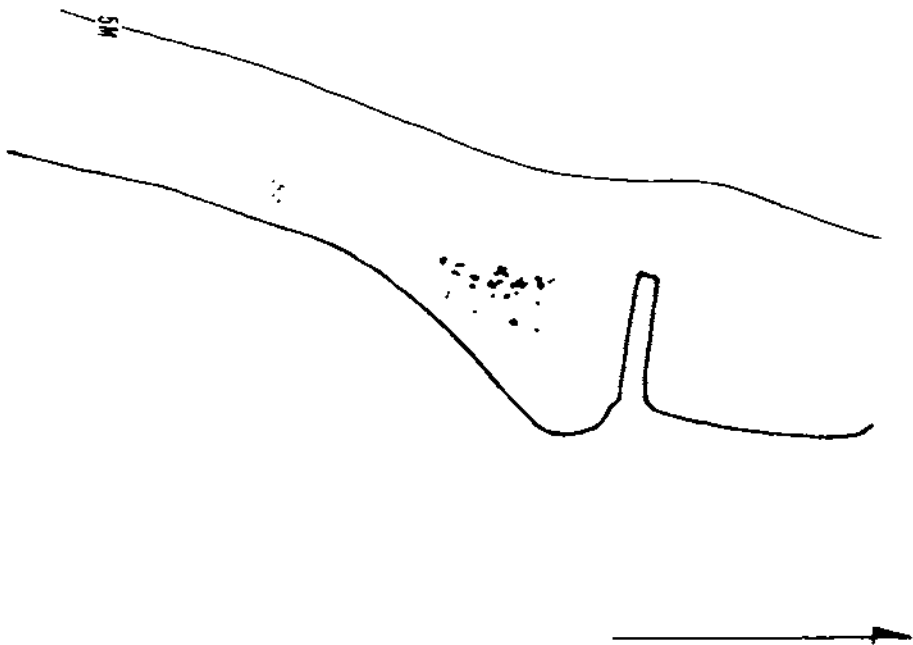


Figura 3. Àrea II. Aquesta zona es troba prop dels Banys Vells. És una de les zones on els travertins en formació es troben més castigats per l'acció de les activitats humanes. S'hi indica la isòbata de 5 m.

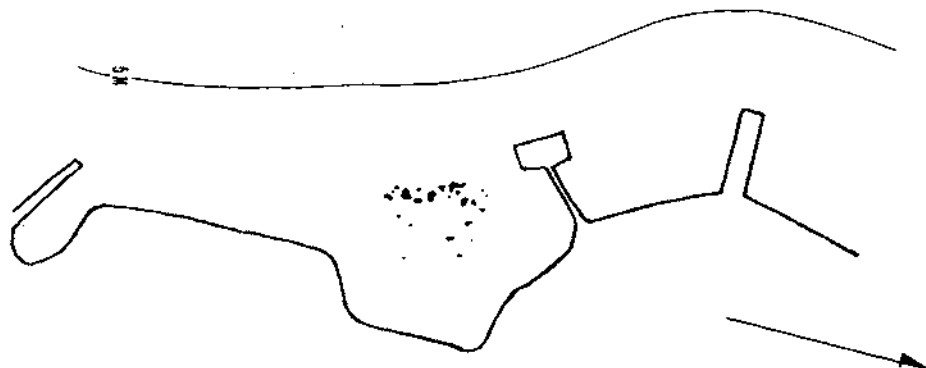


Figura 4. Àrea III. Es troba davant de la sortida dels recs Teixidor i Hort. Les morfologies dels travertins són blocs globulars simples i compostos. La isòbata de 5 m es troba molt allunyada de la costa.

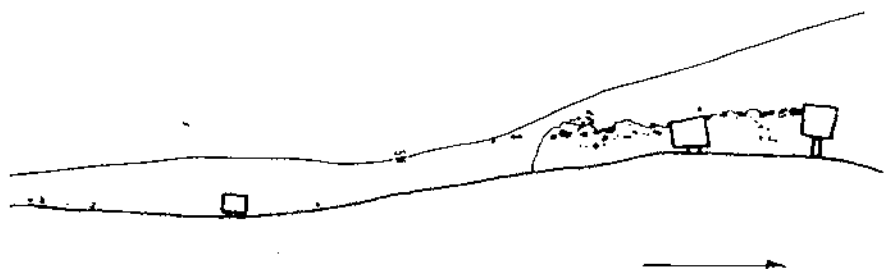


Figura 5. Àrea IV. Es troba a la part nord del Club Natació. En aquesta zona la isòbata de 5 m delimita bruscament el principi d'un fort pendent en direcció a l'estany. S'indica en línia contínua el límit de la llosa travertínica.

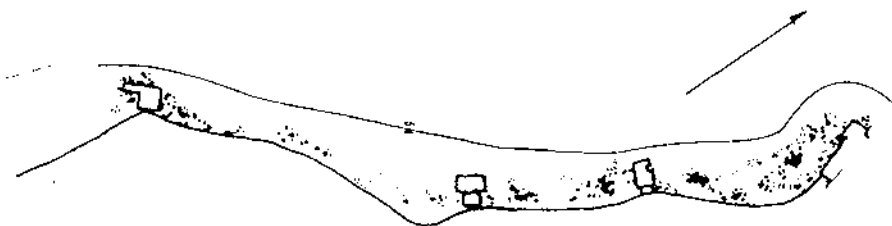


Figura 6. Àrea V. Correspon a la zona de Cap de Bou. S'hi observen tot tipus de morfologies dels travertins en formació. Alguns travertins s'acosten al talús, en alguns casos molt vertical. S'hi indica la isòbata de 5 m.

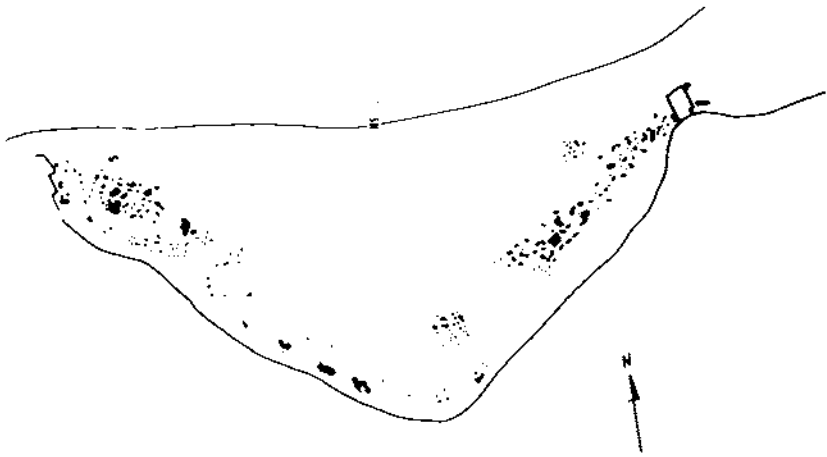


Figura 7. Àrea V. És la continuació de l'àrea V, i correspon al límit nord de la zona de formació de travertins a l'estany de Banyoles. S'hi indica la isòbata de 5 m.

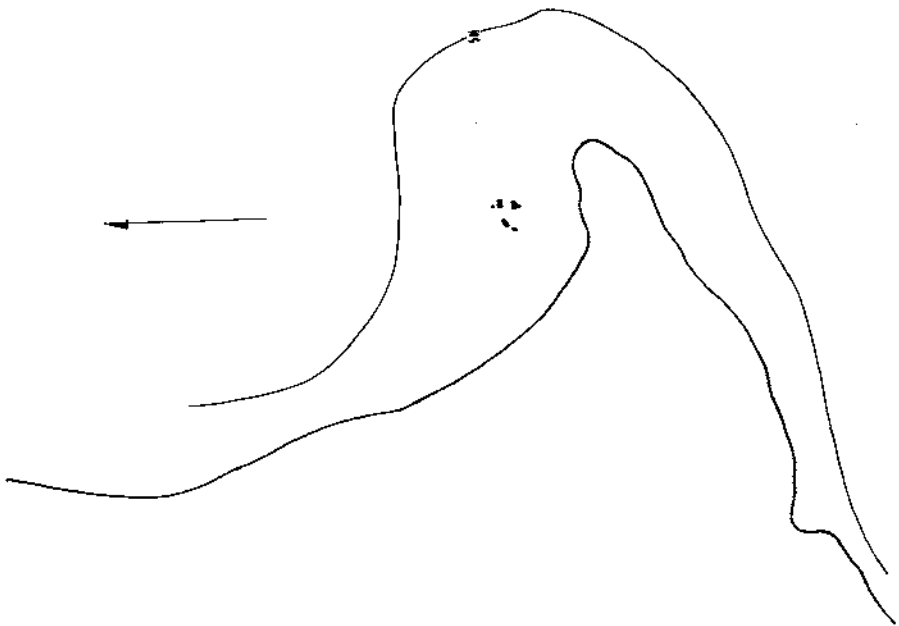


Figura 8. Àrea VII. Correspon al paratge Corominas. És l'única àrea de formació de travertins a la riba oest de l'estany. S'hi indica la isòbata de 5 m.

amb morfologies globulars simples. Al nord d'aquesta àrea apareix ben determinat el límit d'una llosa travertínica respecte de l'estany i que, a la figura, és marcada amb una línia contínua.

Pel que fa a les àrees V (Fig. 6) i VII (Fig. 7), es pot afirmar el mateix que per a l'Àrea I: zones de gran desenvolupament travertínic. Cal remarcar la seva importància en nombre.

La tercera zona correspondria a l'Àrea VI (Fig. 8), molt separada de les anteriors, situada a la riba oest de l'estany i amb tan sols sis blocs globulars compostos.

A la distribució de travertins en formació es compleixen dues constants: la primera és que es formen per damunt de la isòbata de 5 m. La segona és que la seva situació és al damunt d'una llosa fòssil de travertins. Aquest límit de creixement en fondària respon a les limitacions de la penetració de la llum en la columna d'aigua, que pot ser limitant per al bon desenvolupament de microorganismes fototròfics, com els cianobacteris. D'altra banda, la necessitat de creixement sobre una llosa travertínica prèvia s'entén com el requeriment d'un substrat estable per part dels microorganismes formadors.

La discontinuïtat entre les àrees I i V es pot explicar tenint en compte que aquesta zona est de l'estany hauria estat colonitzada per travertins en formació però que per l'acció reiterada de l'home en construccions de motes artificials haurien desaparegut pràcticament sota les mateixes motes, sota les runes abocades, o, simplement, haurien estat extrets del seu lloc d'origen.

Pel que fa a la costa oest no es pot considerar, en conjunt, que el substrat sigui estable puix que hi ha molta aportació de llims per part de les rieres d'entrada a l'estany, al mateix temps que la batimetria presenta forts pendents molt a prop de la línia de costa. Tan sols l'Àrea VI reuneix les dues característiques esmentades i pot hostatjar fenòmens de formació de travertins.

Els travertins en formació de l'estany de Banyoles són molt semblants als *algal bioherms* del llac de Fayetteville Green a Nova York, amb els quals presenten semblances morfològiques i estructurals (Brunskill, 1969). També els nostres travertins són morfològicament semblants als *pustular mats* salins i intermareals del Hamelin Pool a la badia australiana de Shark (Bauld, 1981). En contraposició, s'allunyarien del tipus de creixement dels *algal mats* del Solar Lake al Sinaí (Krumbein & Cohen, 1977) i dels creixements a les aigües termals del Yellowstone Park (Doemel & Brock, 1977) o de Laguna Guerrero Negro a Mèxic (Javor & Castenholz, 1980).

La hipòtesi de la continuïtat en la formació de travertins a la costa est pot servir per considerar que la seva actual distribució no és sinó el vestigi modern de la gran plataforma travertínica que conforma el subsòl de Banyoles. Un subsòl que es formà en anar-se reduint la superfície de l'estany i que ens ha deixat com a testimonis les terrasses lacustres. El procés de travertinització és un dels fenòmens que caracteritzen l'estany de Banyoles. Per la seva contínua activitat i per la seva –ben segur– importància ecològica mereix estudis aprofundits posteriors i, per descomptat, la protecció oficial al conjunt del paratge lacustre que l'inclouï com a fenomen específic de l'estany de Banyoles.



Figura 9. Vista lateral dels blocs de travertins en formació a l'estany de Banyoles de la zona de la pesquera Marimon (Àrea I). S'hi pot observar la distribució dels travertins globulars simples i compostos, i dels blocs massius-arrodonits.



Figura 10. Exemple de bloc de travertí en formació, globular compost. Correspon a l'àrea VII.

Agraïments

Agraïm a David Brusi del CUG les seves aportacions; al seyor Andreu Agustí i Trilla de Banyoles, la seva col·laboració deixant-nos la pesquera Marimon per als nostres treballs, i als companys dels laboratoris de Microbiologia i d'Ictiologia, la seva col·laboració.

Bibliografia

- ABELLA, C. (1980). *Dinàmica poblacional de bacterias fototróficas del lago de Banyoles* (Tesi doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona.
- (1986). L'ecologia microbiana a l'estany de Banyoles. *Sortides de camp. Set itineraris per la Catalunya Central*. Eumo. Vic, pp. 137-156.
- BAULD, J. (1981). Geobiological role of cyanobacterial mats in sedimentary environments: production and preservation of organic matter. *J. Aust. Geol. Geoph.*, 6: 307-317.
- BRUNSKILL, G.J. (1969). Fayetteville Green Lake, New York. II. Precipitation and sedimentation of calcite in a meromictic lake with laminated sediments. *Limnol. Oceanogr.*, 14: 830-847.
- DEAN, W.E. & FOUCH, T.D. (1977). Lacustrine environments. Dins: A. Scholle, D.G. Bobout i C.H. Moore (eds.). *Carbonate depositional environments*. American Association of Petrology Geologists, pp. 97-130.
- DOEMEL, W.M. & BROCK, T.D. (1977). Structure, growth and decomposition of laminated algal-bacterial mats in Alkaline Hot Springs. *Appl. Environ. Microbiol.*, 34: 433-452.
- JAVOR, B.J. & CASTENHOLZ, R.W. (1980). Laminated microbial mats, Laguna Guerrero Negro, México. *Geomicrobiol. J.*, 2: 237-268.
- JULIÀ, R. (1980). La conca lacustre de Banyoles-Besalú. *Monografies Centre d'Estudis Comarcals*. Banyoles.
- (1983). Travertines. Dins: A. SCHOLLE, D.G., BOBOUT i C.H. MOORE (eds.). *Carbonate depositional environments*. American Association Petrology Geologists, pp. 97-130.
- KRUMBEIN, W.E. & COHEN, Y. (1977). Primary production, mat formation and lithification: contribution of oxigenic and facultative anoxygenic cyanobacteria. Dins: E. FLÜGEL (ed.). *Fossil Algae*. Springer-Verlag, pp. 37-56.
- OROMÍ, O. & COMA, M. (1987). *Travertins en formació de l'estany de Banyoles. Estudi introductor i a la dinàmica de la formació de travertins deguda a l'activitat cianobacteriana i discussió comparativa amb els travertins d'oscil·latoriàcies del subsòl de Banyoles*. Treball de curs Geologia. CUG. UAB.
- SANZ, M. (1982). L'estany de Banyoles i el seu sistema hidrològic. *Ciència* 3: 24-27.