

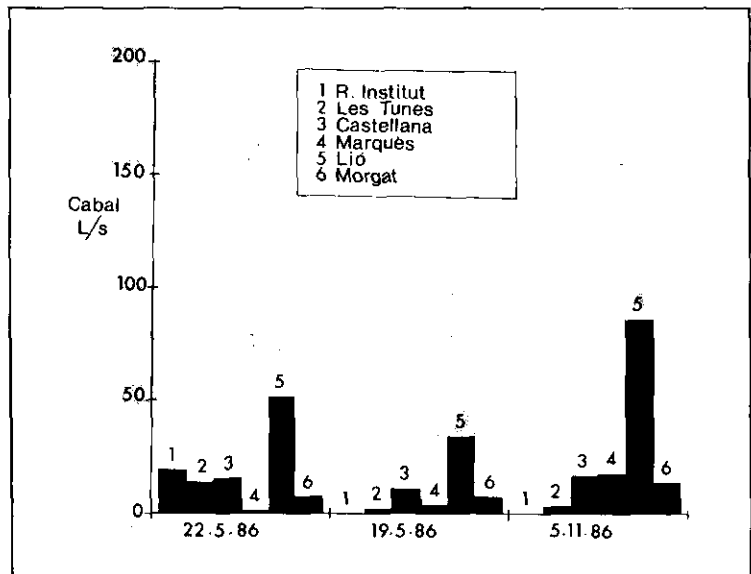
Mapa esquemàtic del sistema lacustre de la comarca de Banyoles (segons J. Ylla, 1980).

Un fenomen hidrogeològic

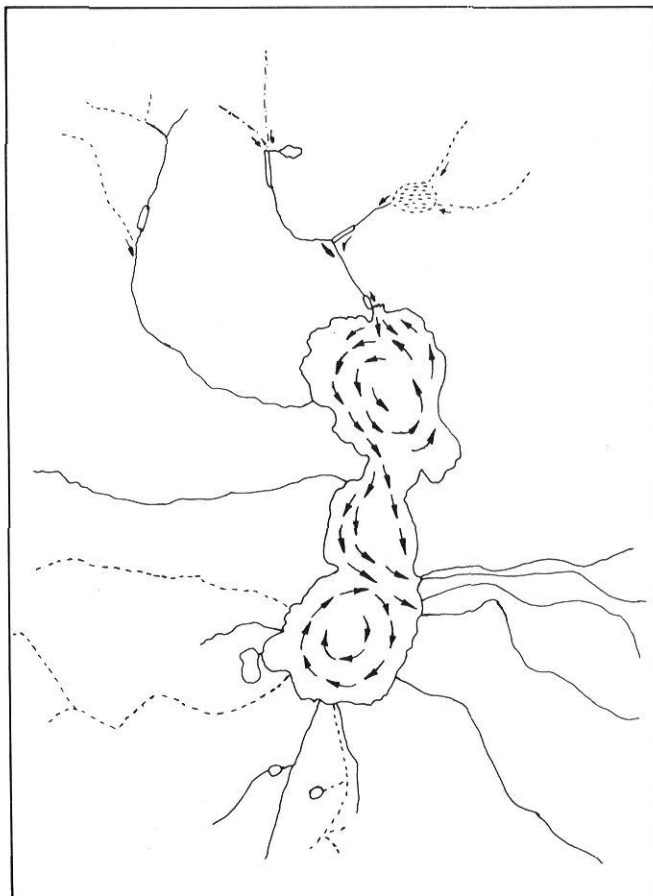
Morgat, Morgat vés-te'n a casa o seràs negat...

Conta una vella i coneguda rondalla banyolina que abans de la formació de l'estany, Banyoles i Porqueres estaven unides per una fèrtil planúria i, tot d'una, aquell pla s'enfonsà com per art d'encantament. Allà on hi havia una plana, de cop s'hi havia format un immens abisme que aviat quedà cobert per l'aigua que pujava des del fons: "Les aigües desfermades s'estengueren des de Lió fins a Les Tunes i des de Porqueres a Banyoles formant un gran bassal: l'Estany" (Mn. Constans, 1953).

Aquell caire misteriós que ha adquirit l'estany de Banyoles, i per extensió les diferents manifesta-



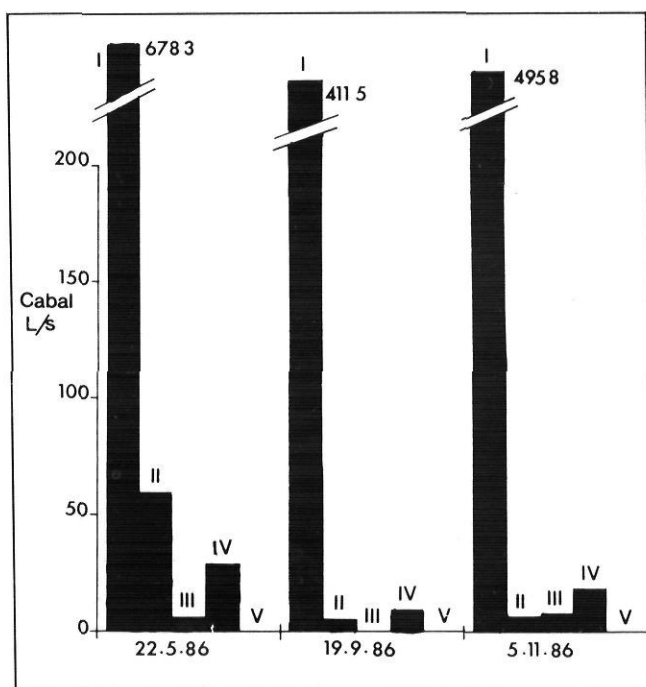
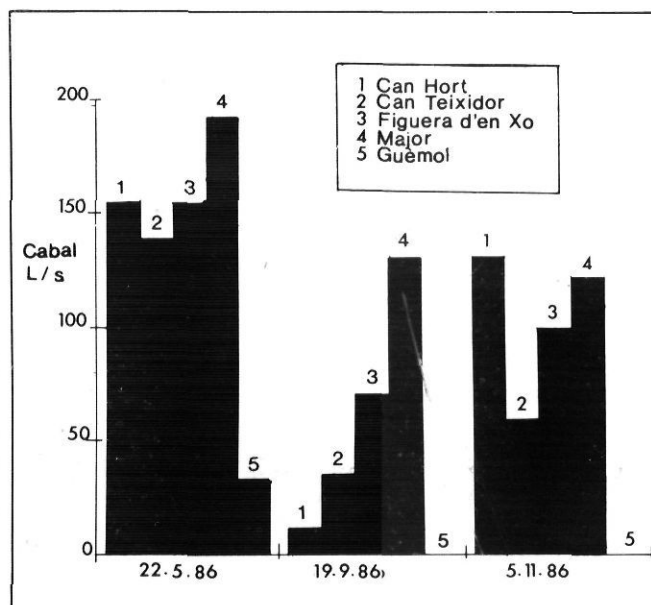
Mapa de corrents superficials de l'estany (al centre). Cabals d'entrada d'aigua subterrània (al centre i a baix), dels recs d'entrada (dreta) i dels de sortida (a baix a l'esquerra).



cions lacustres que caracteritzen aquesta comarca natural, la vall de Sant Miquel de Campmajor inclosa, ha anat evolucionant cap a una millor explicació i comprensió d'aquests fenòmens. Malgrat tot, la raó popular no se'ns mostra pas del tot desencertada.

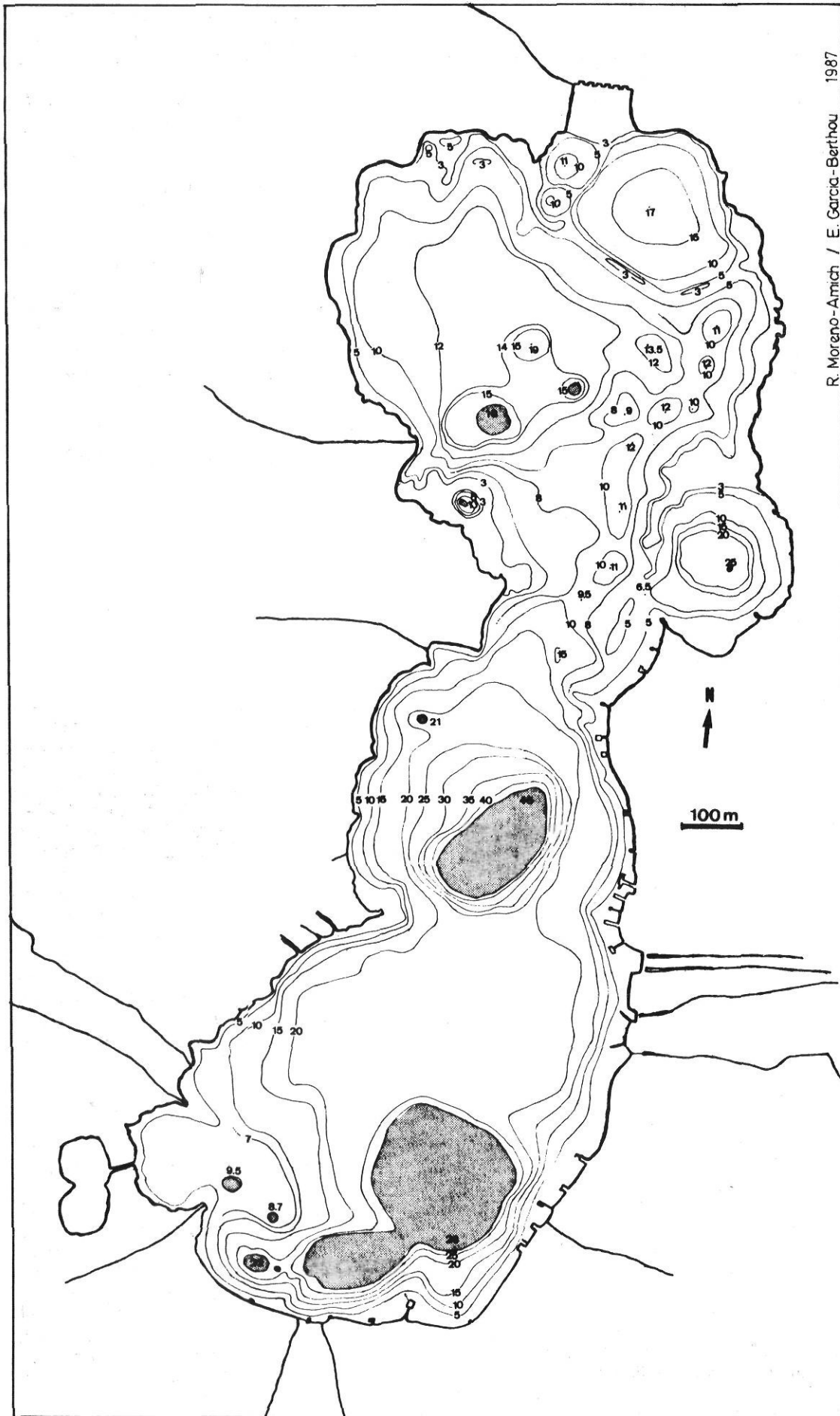
L'origen de l'estany i dels estanys

Si es fa un balanç de les entrades d'aigua pels diferents recs i rierols que vessen a l'Estany, a ponent, i de les sortides, a llevant, pels cinc recs que travessen la vila de Banyoles, comprovarem que forçosa-



ment hi ha d'haver una recàrrega subterrània d'aigua. Aquesta particularitat és, en últim terme, la causa per la qual s'han format tots els estanys, bullidors i també l'estany. La dissolució dels materials solubles, calcàries i guixos, sobre els quals descansa tota la zona de Banyoles, per acció de l'aigua que circula subterràniament, ha provocat i provoca actualment els enfonsaments de la superfície i l'aparició dels estanys. Tots aquests enfonsaments presenten unes característiques morfològiques comunes, són circulars, i amb un perfil cònic, semblant a un embut, típic de les dolines càrstiques. Un examen de la batimetria de l'estany ens ho mostra: són diferents enfonsaments o cubetes, més o menys circulars, units entre ells i coberts per l'aigua.

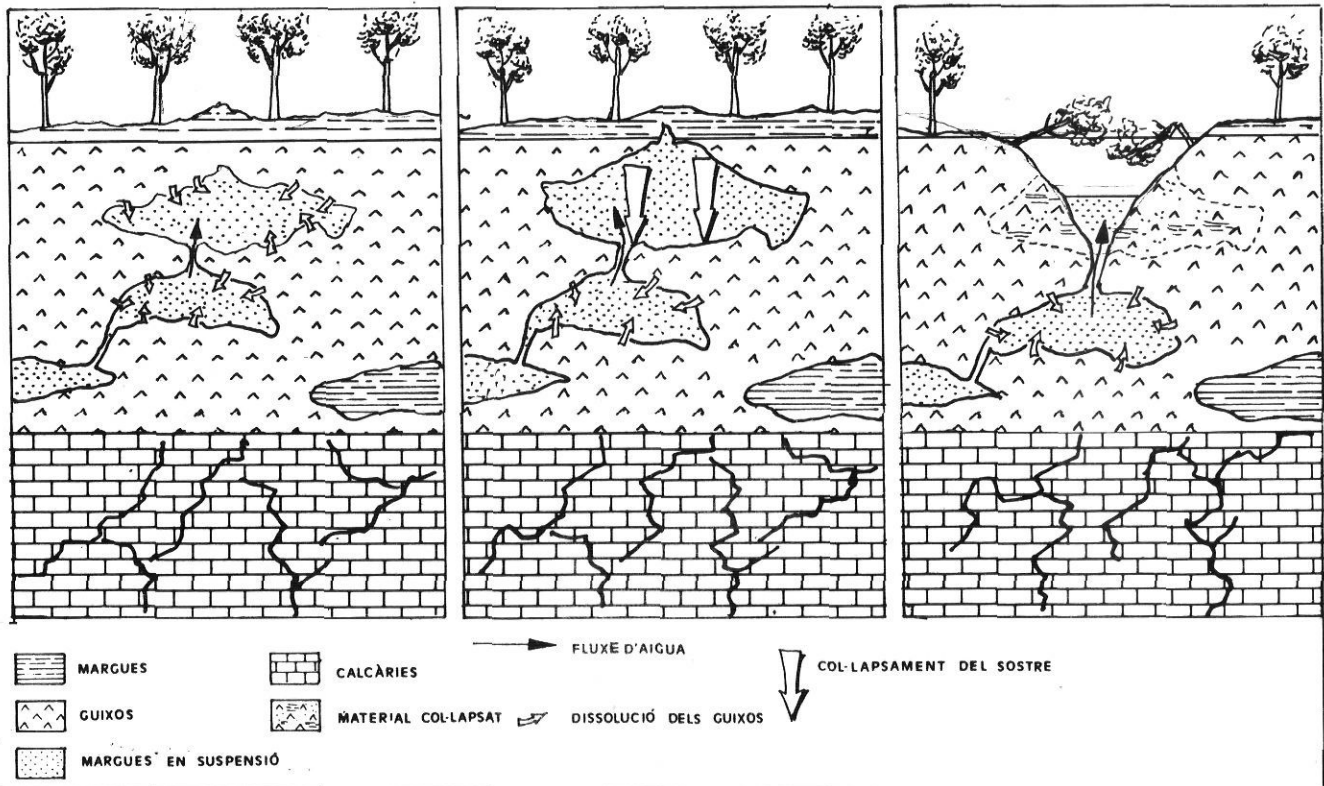
DOSSIER



R. Moreno-Amich / E. Garcia-Berthou 1987

Mapa batimètric de l'estany de Banyoles. Les zones puntejades corresponen als llocs de sorgència d'aigua amb fangs en suspensió (original de R. Moreno i Amich i A. Garcia-Berthou, 1986).

L'ESTANY DE BANYOLES



Dibuix esquemàtic de la formació de l'estany. La dissolució dels guixos subjacents per l'aigua que circula per les calcàries carstificades porta l'enfonsament del terreny i la formació d'un estanyol.

El fenomen càrstic és, sense dubte, la principal característica geològica d'aquesta regió, el qual condiciona el règim hídric.

D'on vénen les aigües?

En tot sistema càrstic i en relació a la circulació de l'aigua es poden diferenciar tres parts: les entrades per on s'infiltra l'aigua, els conductes per on circula i les sortides, per on brolla a l'exterior.

Pel que fa al nostre cas, sembla demostrat que les aigües de la zona de Banyoles, del Pla d'Usall i de la Vall de Sant Miquel de Campmajor provenen del mateix lloc. Vidal Pardo (1908) primer, emprant traçadors fluorescents, i M. Sanz (1980) mitjançant l'anàlisi del contingut isotòpic de l'aigua, determinen que la zona de captació es troba a l'Alta Garrotxa, a les conques dels rius Llierca i Borró, entre els 700 i 900 metres d'altitud, on les calcàries, que a Banyoles es localitzen a una fondària de 200-300 metres, allí afloren a la superfície i és per on percola l'aigua.

Aquest estrat de calcàries, de més de cent metres de potència, constitueix el conducte per on circula l'aigua, és a dir, l'aquífer confi-

nat. S'ha pogut determinar que existeixen diverses vies o canals amb diferents velocitats de circulació. Així, les vies més ràpides esmercen de 12 a 90 dies a cobrir el camí i brollar a l'exterior, la majoria, però, tarden prop d'un any, i algunes d'excepcionals fins a més de 30 anys.

A causa de la falla de Banyoles, prolongació meridional de la falla d'Albanyà i soterrada aquí per materials més moderns, es posen en contacte les calcàries (i per tant, l'aquífer) amb materials impermeables (argiles), cosa que provoca un canvi en la trajectòria. L'aigua que entra per un lloc ha de sortir, i d'aquesta manera ascendeix cap a la superfície. Atès que les entrades d'aquest sistema es troben a més altitud que les sortides, aquesta diferència proporciona la suficient pressió ascensional com per superar els prop de 300-400 metres que separen l'aquífer confinat de la superfície. Durant aquesta ascensió, l'aigua ha anat dissolent i travessant els estrats de guixos i anhidrites que hi ha per sobre les calcàries. El resultat d'aquest procés de dissolució són els enfonsaments del terreny, és a dir, els estanyols i bullidors.

Les sortides del sistema es localitzen al Pla d'Usall (Clot d'Espolla),

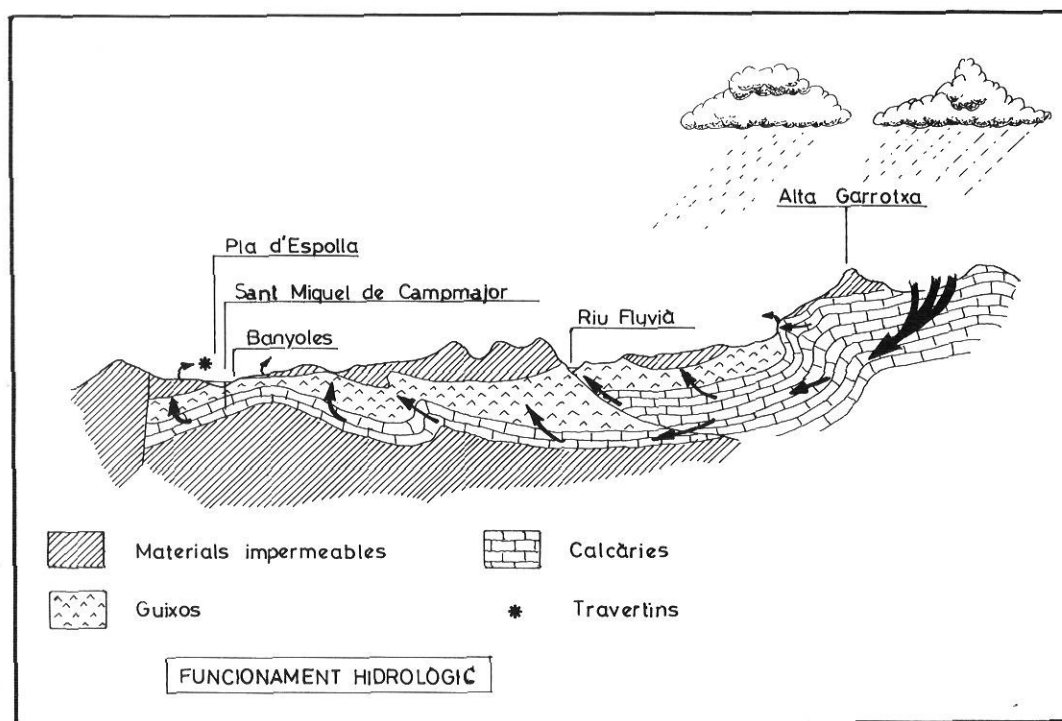
a 215 metres d'altitud, a la Vall de Sant Miquel de Campmajor (els estanyols Negre, de la Guàrdia, de la Coromina...) a 200 metres, a la depressió de Banyoles (l'estany, els estanyols del Vilar, Montalt, Cendra, Sisó, Nou,...), a 175 metres, i a la vall del Fluvià, entre Castellfolit de la Roca i Esponellà a 115 metres, que alimenten el riu. Totes aquestes sortides es comporten com a sobreixidors del sistema càrstic. Situada a diferent altitud, les primeres a deixar de brollar són les de més alta cota (d'aquí el caràcter intermitent del Clot d'Espolla) i de manera esgraonada, les de més baixa cota.

Les cendres de l'estany

En certes zones de l'estany i dels estanyols el fons no és dur i sòlid, sinó que és ocupat per un fang de consistència variable, més o menys untós al tacte, mai disposat en forma laminar i de color variable del beig, gris i fins i tot negre. Popularment aquest fang havia estat identificat amb cendres volcàniques i per aquest motiu, juntament amb la proximitat de la zona volcànica d'Olot, a l'estany se li havia atribuït un origen volcànic.

Les anàlisis químiques d'aquests

Funcionament hidrològic del sistema lacustre. L'aqüífer confinat a les calcàries té la zona de càrrega a l'Alta Garrotxa i les sortides al riu Fluvià, a la Vall de Sant Miquel de Campmajor, a la zona de Banyoles i al Pla d'Usall (Espolla), (segons M. Sanz 1980).



fangs palesen un elevat contingut d'argiles i, en menor grau, de carbonats. Aquesta composició és la mateixa que la de les margues blaves de Banyoles o xalió —que es localitzen per sobre i entremig dels estrats de guixos sobre els quals descansa la zona de Banyoles. Les cendres són doncs el resultat del rentat d'aquestes margues.

Les característiques físiques i la homogeneïtat que presenten són causades per la particular recàrrega d'aigua de l'estany i estanys. En ser materials insolubles; es mantenen en suspensió i no sedimenten a causa de la pressió ascensorial de l'aigua de recàrrega del sistema lacustre. El grau de compactació i

també llur localització a una determinada fondària depenen del flux de recàrrega. Quan més gran sigui aquest, més fluids seran i menor la distància que els separi de la superfície de l'aigua. Així a l'estany és freqüent observar-les entre els 35 i 40 metres de fondària, a l'estanyol del Vilar entre els 7 i 9 metres i a l'estanyol de la Cendra, el cas més espectacular, arriben fins a la superfície de l'aigua.

Dinàmica de l'aigua

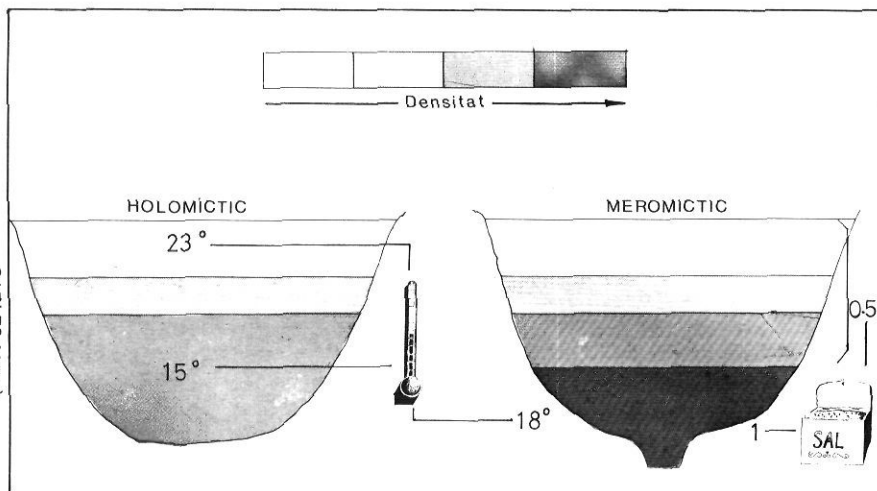
Malgrat que des de la superfície no s'aprecia, l'aigua de l'estany no es comporta de manera igual a l'es-

tiu que a l'hivern. Aquesta característica, per altra part comuna a tots els llacs i embassaments de les regions temperades com la nostra, es deu a les propietats intrínseques de les molècules d'aigua i als efectes climàtics estacionals.

L'aigua té la seva màxima densitat a 3,9°C. Quan més calenta, és menys densa. Això que en un principi sembla poc important és la base de la seva dinàmica. A l'època estival, amb la calor i forta radiació solar, l'aigua de la superfície de l'estany és substancialment diferent de la de les capes intermèdies i de la del fons. Hi ha una estratificació en diferents capes, entre les quals hi ha poc intercanvi i fins i tot

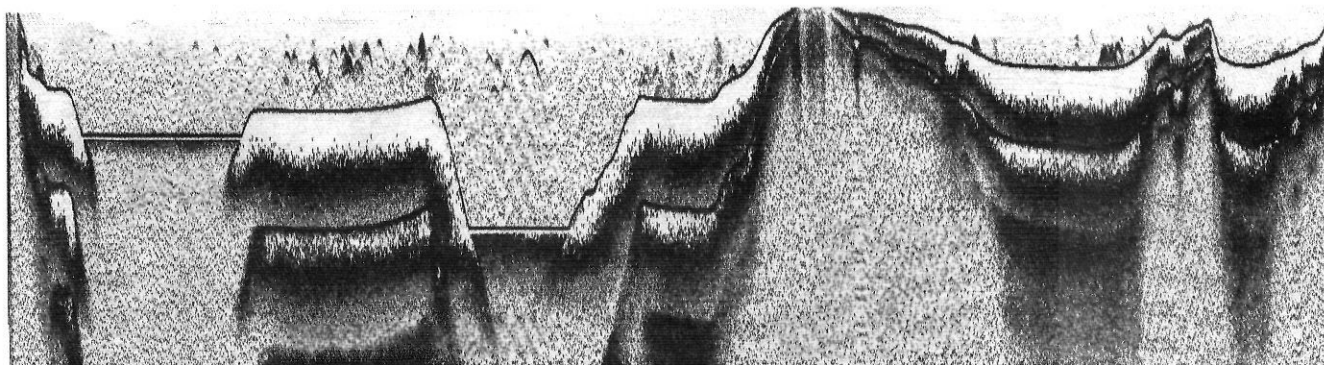


Fang en suspensió del fons de l'estany. Es manté en suspensió per la pressió de l'aigua que entra (dreta); al cap d'una estona d'haver-se recollit, sedimenta (esquerra).



Estratificació vertical de l'aigua deguda a la temperatura (esquerra) i a la diferent concentració de sals (dreta).

L'ESTANY DE BANYOLES



Perfil d'ecosondació N-S de l'estany de Banyoles on s'aprecien quatre enfonsaments o cubetes. El registre pla del fons d'algunes d'elles es deu a la presència de fangs en suspensió (original de R. Moreno-Amich).

un aïllament mutu. Per comprendre com s'arriba a aquesta situació s'ha d'examinar primer l'evolució de la columna d'aigua durant el cicle anual.

Durant el període fred, l'aigua té la mateixa densitat a tota la columna vertical i l'efecte del vent es transmet fàcilment des de la superfície al fons. Hi ha una mescla total de l'aigua i una uniformitat de les característiques químiques. Tant l'oxigen dissolt com els diferents composts dissolts són distribuïts uniformement per tota la columna d'aigua. Si hi ha plàncton queda dispersat arreu. Al final de la primavera, amb l'increment de la radiació solar, les capes més superficials absorbeixen la calor i es tornen menys denses, surant sobre les més fondes, més fredes, i per tant més denses. L'efecte mesclador del vent queda restringit a la superfície i cada vegada és més difícil la transmissió d'aquesta energia a les zones profundes, per efecte del gradient de densitat que s'ha format. Amb aquesta estratificació l'aigua de la part

fonda (hipolimnion) resta aïllada de la superficial (epilimnion). Tècnicament els estanys i llacs que presenten aquest cicle s'anomenen holomíctics, que significa que es barregen totalment al menys un cop a l'any.

A banda d'aquesta estratificació tèrmica periòdica, comuna tant a l'estany com als estanyols, concretament a l'estanyol del Vilar i a la cubeta III de l'estany (a la zona del Cap de Bou) se'n manifesta, a més, una altra de tipus químic. Aquí la diferència de densitat es deu a la diferent concentració de sals, sobretot de sulfat, entre les aigües del fons (monimolimnion) i les superficials (mixolimnion). Per aquesta raó als esmentats indrets l'aigua del fons en ésser més densa roman aïllada la major part de l'any. L'estratificació tèrmica que es dona al mixolimnion no afecta mai el monimolimnion. Aquests tipus de llacs s'anomenen tècnicament meormíctics.

El fenomen d'aïllament entre les esmentades zones té una forta influència en el tipus i distribució dels

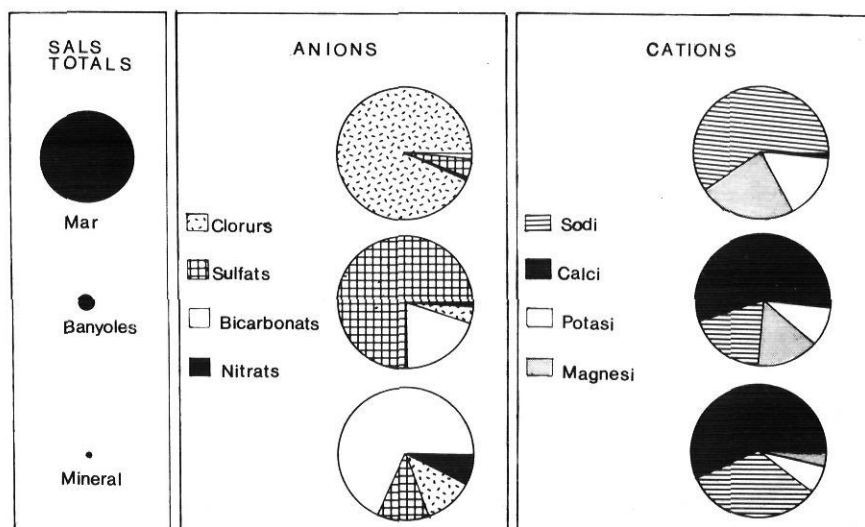
organismes que viuen a l'aigua, fins al punt que se'ns mostren dos tipus de vida completament antagònics. Un que necessita oxigen i ocupa la zona d'aigües superficials i un altre que l'oxigen li és tòxic, ubicat cap al fons.

Composició química de l'aigua

Les aigües de l'estany contenen al voltant d'1 gram per litre de sals totals dissoltes. Es troben per tant entre l'aigua de mar (35 g per litre) i les aigües de manantial poc mineralitzades (0,1 g per litre).

Si es comparen les composicions relatives dels anions i cations components de l'aigua de mar, la de Banyoles i la minero-medicinal es pot observar que l'aigua de l'estany es caracteritza per ésser dura, abundant en sulfats, principalment de calç, en contraposició a l'aigua marina, rica en clorurs de sodi, i a l'aigua mineral, en la qual els bicarbonats de calç són els més abundants.

Aquesta composició tan peculiar és una conseqüència de la dissolució dels estrats guixosos pels quals circulen les aigües subterrànies que alimenten el sistema hidroloògic.



Composició química de l'aigua de l'estany en comparació amb la del mar i la de l'aigua mineral comercial.