

Aproximació al coneixement dels processos de sedimentació a l'embassament del Gorg Blau, Serra de Tramuntana (Mallorca)

Joan J. FORNÓS, Vicenç FORTEZA i Damià CRESPI

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Fornós, J.J., Forteza, V. i Crespi, D. 1994. Aproximació al coneixement dels processos de sedimentació a l'embassament del Gorg Blau, Serra de Tramuntana (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 37: 65-78. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Un embassament actua com a trampa, no tan sols d'aigua, sinó també de sediment, de manera que amb el temps s'acaba reduint la seva capacitat d'emmagatzematge. Les anàlisis del sediment i de mostres d'aigua, i la instal·lació, al llarg de la columna d'aigua, de trampes de material en suspensió, ens han permès de caracteritzar el tipus de sediments i els principals processos d'acurullament que actuen a l'embassament del Gorg Blau. L'origen del sediment és bàsicament detrític, amb quasi nul·la producció de sediment dins del mateix embassament. Les taxes de sedimentació mesurades són baixes (0,18 g m⁻² d⁻¹ a 10 m i de 2,83 g m⁻² d⁻¹ a 17 m de fondària), i la pèrdua anual d'emmagatzament també és molt baixa (0,01 % anual).

Paraules clau: Embassament, taxes de sedimentació, producció particulada, limnologia, gestió d'aigües, Mallorca.

APPROXIMATION TO THE KNOWLEDGE OF SEDIMENTARY PROCESSES AT GORG BLAU RESERVOIR, SERRA DE TRAMUNTANA (MALLORCA). A reservoir acts as a trap, not only of water but also of sediment, gradually reducing its storage capacity. Sediment and water analysis as well as setting up traps for suspended particulate matter throughout the water column, have enabled us to characterize the sediment type and to estimate the nature of the main silting processes in the Gorg Blau reservoir. The source of the sediment is basically detritic, with almost nil sediment production in the reservoir itself. Sedimentation rates are low (0,18 g m⁻² d⁻¹ at 10 m and 2,83 g m⁻² d⁻¹ at 17 m depth), and the annual loss of storage capacity is also very low (0,01% annually).

Key words: Reservoir, sedimentation rates, particulate matter production, limnology, water management, Mallorca.

Joan J. FORNÓS i Damià CRESPI. Dept. Ciències de la Terra. Vicenç FORTEZA, Dept. Biologia Ambiental. Universitat de les Illes Balears. Crta. Valldemossa, km. 7,5. 07071 Palma de Mallorca.

Recepció del manuscrit, 29-mar-94. Revisió acceptada, 30-mai-94.

Introducció

Un dels principals problemes en la rentabilització i el temps de vida dels embassaments és la seva doble funció, no tan sols com a dics que mantenen l'aigua atrapada sinó també com a autèntiques trampes de sediment, la qual cosa fa que la capacitat d'emmagatzemament d'aigua, es redueixi progressivament pel seu continuat reblliment. Tan aviat com un embassament és operacional, comença l'atrapament de sediment dins del seu volum d'emmagatzemament (Leopold *et al.*, 1964; Scott, 1973; Walling, 1981; Pets, 1984); de manera que la sedimentació al reservori no tan sols afecta a aquest, sinó que també altera de forma progressiva la descàrrega del corrent aigües avall (Petts, 1979, 1980).

La reducció de la capacitat d'emmagatzemament dels embassaments per sedimentació és molt variable i depèn principalment, de les mides de la conca que drena cap a l'embassament, de les característiques geològiques d'aquesta conca i de la relació entre la capacitat de l'embassament i el flux d'escorrentia (Petts, 1984). Estudis efectuats arreu del món donen valors molt variables en funció dels tres factors citats. Així, a Europa, s'ha observat un valor promig anual en la reducció de la capacitat d'emmagatzematge de l'1 percent (Gvelesiani i Shmalkmzel, 1971). Altres valors enregistrats oscil·len, per exemple, entre 0.51% a l'Europa Central (Cyberski, 1973) i 0.2% als Estats Units (Dendy *et al.*, 1973).

Aquest fenomen de retenció del sediment, el qual no arriba a dipositar-se sobre la plataforma marina continental, es pot donar també de fôrma natu-

ral, en el cas dels llacs naturals (Carter i Carter, 1990), els quals actuarien de forma similar als embassaments.

Quan a l'origen dels sediments, aquest és doble. Per una part, tots els materials aportats en suspensió, dissolució i arrossegament pels corrents que drenen cap a l'embassament, hom els considera al·lòctons (Decamps i Casanova-Batut, 1978); i per l'altra, el material autòcton, derivat de la producció biològica de l'embassament com a sistema ecològic (Moyà, 1989). Aquesta és eminentment planctònica (tant fitoplàncton com zooplàncton) (Swale, 1964; Lack, 1971), i una vegada morta s'acumula en els fons, passant a formar part del sediment.

L'objectiu del present treball és esbrinar la producció particular de sediment que es produeix a l'embassament del Gorg Blau i descriure la composició i la mineralogia dels sediments, a més de fer una aproximació a la quantificació de l'eficiència de l'embassament com a trampa de sediment.

Descripció de l'embassament

L'embassament del Gorg Blau, localitzat a la Serra de Tramuntana de Mallorca (Fig. 1), al terme municipal d'Escorca, va ésser construït l'any 1972 (Colom, 1991), iniciant-se tot seguit el seu funcionament. Comunicat amb l'embassament de Cúber, constitueix un sistema de dos embassaments en cadena (Moyà i Ramon, 1987). Se situa a 610 m d'altura sobre el nivell de la mar, i presenta una superfície màxima de 59,9 Ha i un volum d'emmagatzament de 6,90 Hm³ (Ramon i Moyà,

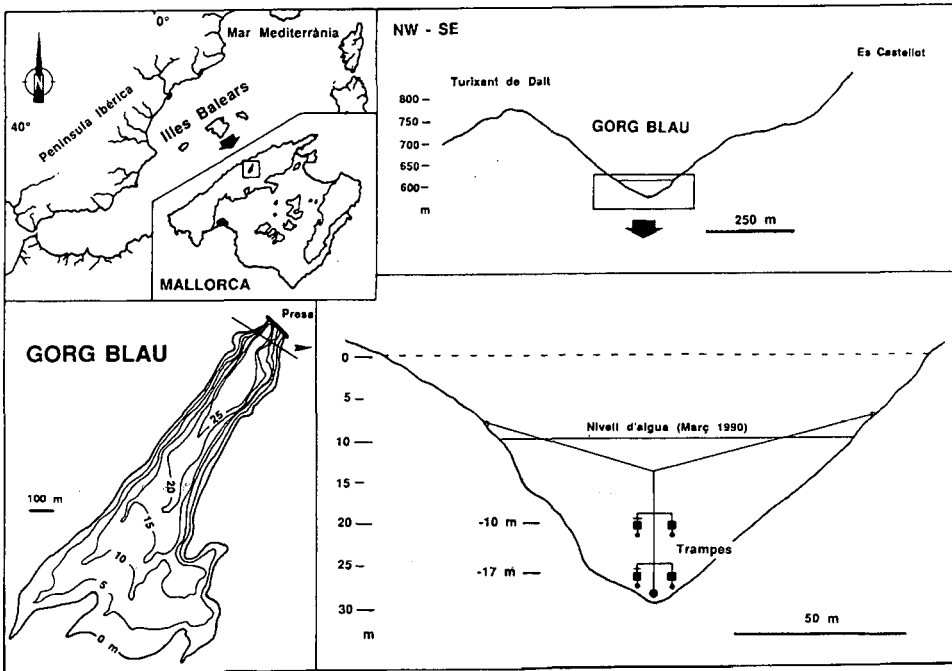


Fig. 1. Situació de la zona estudiada, batimetria i secció de l'embassament, amb la disposició de les trampes de material en suspensió.

Fig. 1. Location of the area studied, bathymetry and cross-section of the reservoir with layout of traps for suspended materials.

1982). El seu tancament s'efectua mitjançant una presa situada sobre les calcàries del Juràssic inferior al paratge anomenat Gorg Blau, trobant-se la major part de l'embassament sobre les margocalcàries del Juràssic mitjà o Dogger. La vegetació de bona part de la conca de drenatge de l'embassament ha estat cartografiada per Martínez et al. (1990).

El seguiment limnològic dels embassaments de Gorg Blau i Cúber s'ha vingut realitzant de forma més o menys continuada, pràcticament des de

l'inici del seu funcionament (Moyà i Ramon, 1987) la qual cosa permet disposar actualment d'un bon coneixement de la dinàmica físico-química i biològica de les seves aigües i del cicle anual de producció fitoplanctònica. En resum, l'embassament de Gorg Blau es considera com una massa d'aigua mineralitzada (Moyà i Ramon, 1981), que es pot tipificar com a monomíctica càlida (Ramon i Moyà, 1983), amb unes característiques oligotròfiques o lleugerament mesotròfiques (Moyà i Ramon, 1984).

Quan a l'estudi del sediment, Bennàssar *et al.* (1990), fan una primera caracterització físico-química a partir de l'anàlisi de mostres de sediment superficial.

Metodologia

El mes de gener de 1990, amb l'embassament a un 25% de la seva capacitat, vàrem recollir, mitjançant draga de cullera, cinc mostres del sediment superficial distribuïdes sobre l'eix longitudinal de l'embassament, des de la presa fins a la cua (Fig. 2). Al laboratori es va mesurar el contingut en carbonats (per gasometria de CO₂) i el percentatge de sòlids volàtils (mitjançant calcinació a 450°C, durant dues hores), i es va efectuar l'anàlisi mineralògica per difracció de raigs X. Els percentatges en pes dels diversos components minerals es varen quantificar amb l'equació de Klung i Alexander modificada (Hardy i Tucker, 1988):

$$W_i = (H_i I_i) / H_i I_i$$

on W_i és el percentatge en pes de cadascun dels minerals, H_i és un coeficient específic per a cada mineral i I_i és la intensitat de la radiació. Els coeficients H_i s'han calculat en relació amb el coeficient H_i del quars utilitzant la següent equació:

$$W_{\min} / W_{\text{quars}} = (H_{\min} / H_{\text{quars}}) (I_{\min} / I_{\text{quars}})$$

S'han fet patrons amb diversos valors de $W_{\min} / W_{\text{quars}}$, i ajustant l'equació per mínims quadrats s'han obtingut els valors de H_i .

Les taxes de sedimentació s'han avaluat mitjançant la utilització de les trampes de sediment descrites per Fornós *et al.* (1989). Aquestes es varen instal·lar prop de la presa (Figs. 1 i 2), a la zona més profunda de l'embassament (24,5 m), col·locades en dos nivells ($n_1 = 10$ m, $n_2 = 17$ m) amb una disposició similar a la descrita per Håkanson *et al.* (1989). Les trampes s'instal·laren el 28 de febrer de 1990 i es retiraren el 12 de març de 1990, en què la presa estava al 40% de la seva capacitat.

El material acumulat als collectores es recollí per quintuplicat, sobre filtres Whatmann GF/C, prèviament tarats, i es dessecaren a 110 °C durant dues hores. Posteriorment es pesaren i calcinaren (450 °C) durant dues hores per obtenir el pes sec i el percentatge de sòlids volàtils (APHA, 1981). Del material recollit sobre aquests filtres també es determinaren la concentració de clorofil·la a (mg chl-a g de pes sec)⁻¹ i els índex pigmentaris, per espectrofotometria i mitjançant extracció acetonica (Parsons *et al.*, 1984).

Al moment de la instal·lació de les trampes, i a la mateixa estació, es recolliren mostres d'aigua als nivells 0, 2, 5, 10, 15 m, i fons. Els paràmetres analitzats foren: temperatura (°C), concentració d'oxigen dissolt (ml O₂ l⁻¹), concentració de clorofil·la-a (mgchl-a m⁻³), índexs pigmentaris, sòlids en suspensió (mg pes sec l⁻¹) i percentatge de sòlids volàtils.

Finalment, per avaluar i fer una estimació de l'eficiència i capacitat de retenció del sediment per l'embassament es va calcular l'àrea de drenatge i es va aplicar la fórmula de Brown (1944).

Resultats i discussió

Anàlisi de les mostres de sediment

Part de les anàlisis efectuades a les mostres de sediment de fons estan representades a la Fig. 2.

Els valors de sòlids volàtils oscil·len aproximadament entre un 8% i un 13%, observant-se una tendència general a incrementar amb la profunditat. Per altra part, el percentatge del contingut en carbonats mostra una tendència inversa, disminuint amb la

profunditat i oscil·lant aproximadament entre un 33% i un 37%.

L'augment de la matèria orgànica al sediment (expressada en tant per cent de volàtils) es fa evident cap a la part més propera a la presa (corresponent a la part més profunda), ja sia com a conseqüència de l'escorrentia superficial, dels diferents processos de buidatge i reompliment, o de la major potència

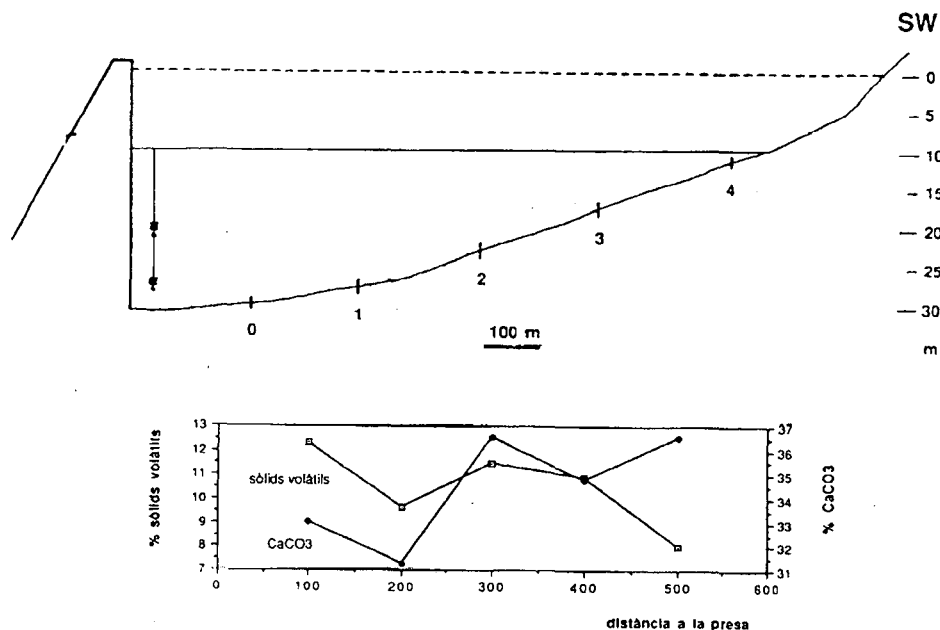


Fig. 2. Situació dels indrets de recollida (dalt) i contingut en sòlids volàtils i carbonat en les mostres de fons (baix).

Fig. 2. Location of sampling sites (above) and volatile solids and carbonate contents for sediment samples (below).

de la columna d'aigua al llarg de tot l'any.

De l'anàlisi mineralògica per difracció de raigs X (Fig. 3) s'observa que els minerals presents són Calcita, Quars i Dolomita, i en menor proporció minerals del grup de les argiles. La mineralogia predominant és la Calcita, amb un percentatge en pes d'entre el 46% i el 52%. La Calcita és pobra en magnesi, amb un percentatge d'entre el 6% i el 7% en mols de magnesi. El Quars és el segon mineral en importància en les mostres (formant entre el 32% i el 34% en pes de la mostra). Tant el Quars com la Calcita són molt constants en totes les mostres al contrari que la Dolomita, que és molt variable en les mostres recollides (entre el 5% i el 16% en pes). Cal assenyalar la baixa presència de filosilicats; tan sols es troben Illita (amb el 4% en pes), Kaolinita (entre el 2% i l'1% en pes), i potser Clorita i Montmorillonita amb percentatges inferiors a l'1 %.

La fracció majoritària de la part particulada mineral prové dels aports terrígens que drenen els corrents externs cap a l'embassament, donada la seva mineralogia. Aquests corrents travessen fonamentalment els afloraments calcaris (en menor grau dolo-mítics) d'edat Juràssica. La mancança de minerals de les argiles s'explicaria per l'absència de materials siliciclàstics a les conques de drenatge que abasten els torrents, si exceptuem petits afloraments pertanyents al Triàssic superior (Keuper) formats per argiles, quars, guixos i alguns materials volcànics com basalts i diabases (Enrique, 1986). S'ha de destacar la presència relativament abundant de Quars al sediment, la procedència del qual pot ésser deguda a tres causes: a

l'aport siliciclàstic per l'escorrentia superficial a partir del rentat d'afloraments, principalment del Keuper; a la pròpia producció biogènica particulada de l'embassament; o per l'aport de la pols atmosfèrica a partir de les pluges de fang procedents del Nord d'Àfrica (Fiol, 1985).

Anàlisi de les mostres d'aigua

La temperatura mesurada al llarg de la columna d'aigua durant la recollida de les mostres ha oscil·lat entre un mínim de 10,6 °C i un màxim de 12,3 °C, manifestant una situació d'homeotèrmia a l'embassament. La transparència de l'aigua fou igual a 5 m, mesurada com a visibilitat del disc de Secchi (Zds).

Quan a la concentració de clorofil·la-a, s'ha mantingut més o menys constant al llarg dels primers quinze metres de profunditat, augmentant progressivament des dels 2,08 mg·m⁻³ a 0 m, fins als 3,73 mg·m⁻³ a 15 m. Aquesta concentració ha augmentat espectacularment al nivell profund (24 metres) fins als 7,22 mg·m⁻³ (Fig. 4). Aquests valors són del mateix ordre que els obtinguts per Moyà i Ramon (1987), els quals presenten un valor mig per a tota la columna d'aigua, al llarg d'un període de dos cicles anuals, de 4,08 mg chl·a·m⁻³.

La concentració d'oxigen dissolt també apareix representada a la Fig. 4, observant-se una disminució amb la profunditat, des dels 8,42 ml O₂·l⁻¹ del nivell superficial, fins als 5,99 ml O₂·l⁻¹ del nivell profund. Cal assenyalar la reducció al nivell de 5 m, assolint una concentració de 5,17 ml O₂·l⁻¹, la qual no deixa d'ésser sorprenent.

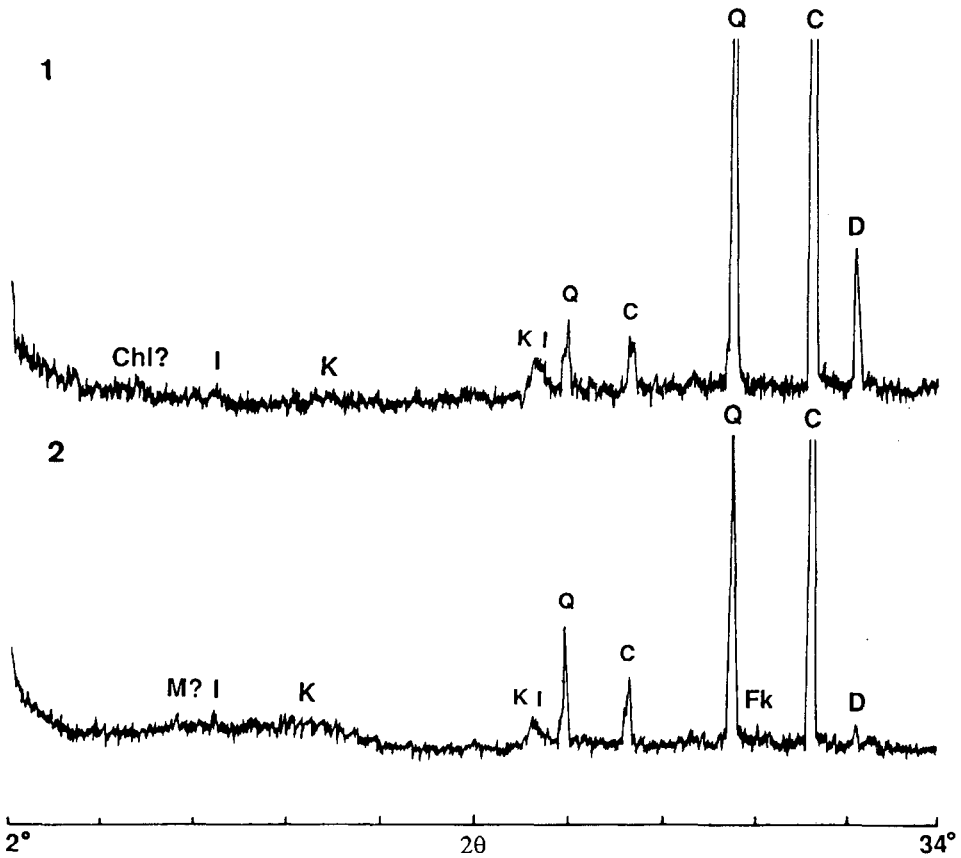


Fig. 3. Difractogrames representatius de les mostres de sediment del fons del Gorg Blau.
 Fig. 3. Representative diffractograms of sediment samples for the bottom of Gorg Blau.

Quan a la concentració de sòlids en suspensió i al seu percentatge de volàtils, la variació al llarg de la columna d'aigua fou major que la de la resta de paràmetres comentats fins ara (Fig. 5). S'observen uns valors que oscil·len entre $1,7 \text{ mg p.s.l}^{-1}$, als nivells de 0 a 5 m, fins als $91,2 \text{ mg p.s.l}^{-1}$, al nivell profund. Podem parlar doncs, d'un clar increment dels sòlids en suspensió amb la profunditat, en què l'elevada

concentració a l'aigua del fons de l'embassament s'explicaria per la simple decantació de la fracció particulada.

L'anàlisi dels components volàtils, mostrarà un valor màxim de fins el 63%, situat al nivell de 5 m, per anar disminuint progressivament amb la profunditat fins a un valor mínim, al fons de l'embassament, de 11,8%. La presència d'aquest màxim de la fracció volàtil al mig de la columna d'aigua

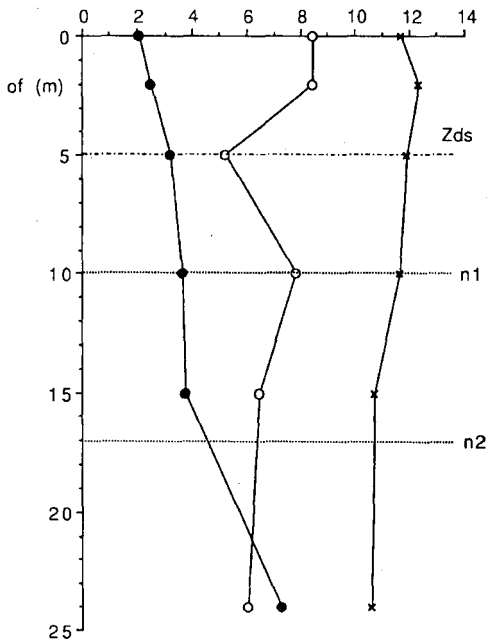


Fig. 4. Perfil vertical de temperatura (°C) (xxx), concentració d'oxigen dissolt (mlO₂·l⁻¹) (ooo), i clorofil·la-a (mgchl-a·m⁻³) (●●●), al llarg de la columna d'aigua a l'embassament del Gorg Blau (28.02.90).

Fig. 4. Vertical distribution of temperature (°C) (xxx), dissolved oxygen concentration (mlO₂·l⁻¹) (ooo), and chlorophyll-a (mgchl-a·m⁻³) (●●●) throughout water column at Gorg Blau reservoir (28.02.90).

podria ésser relacionada amb el valor mínim absolut de la concentració d'oxigen localitzat també en aquesta fondària (Fig. 4).

Finalment, cal mencionar, els resultats obtinguts per Moyà i Ramon (1987), en relacionar la concentració de chl-a i la transparència de la columna d'aigua, mesurada com a la visibilitat del disc de Secchi (Zds). Segons aquests autors, la correlació és molt

superior a l'embassament del Gorg Blau respecte al de Cúber, en el qual tendrien més importància alguns components distints als pigments, com seria una major proporció de sòlids en suspensió. En aquest sentit l'embassament del Gorg Blau presentaria unes característiques particulars, que l'assimilarien més a un llac que a un típic embassament.

Anàlisi de les mostres recollides a les trampes de sediment

La quantitat de material recollit als col·lectors (g de pes sec) s'ha transformat en g p.s.m⁻²d⁻¹, d'acord amb el temps en què s'han mantingut instal·lades les trampes (12 dies) i el diàmetre dels col·lectors (Fornós *et al.*, 1989/90). El material recollit en els col·lectors coberts es considera com expressió de la resuspensió (*R*), mentre que el material als col·lectors descoberts es considera com la sedimentació total (*St*), éssent per tant la sedimentació neta (*Sn*) = *St* - *R*. (Taula 1).

Abans de discutir la magnitud de la quantitat de material recollida als col·lectors, podem esbrinar algunes de les seves característiques. Quan al percentatge de sòlids volàtils, els valors foren similars com als col·lectors coberts i descoberts, tant al nivell superficial (n1) i al profund (n2), oscil·lant entre valors mitjans de 12,7% i 15,9%. Comparats amb els dels sòlids en suspensió a les mateixes profunditats de la columna d'aigua (Fig. 5), són lleugerament inferiors. Aquesta diferència es pot atribuir a la contribució, en termes de matèria orgànica, de les poblacions planctòniques als sòlids en suspensió mesurats al llarg de la co-

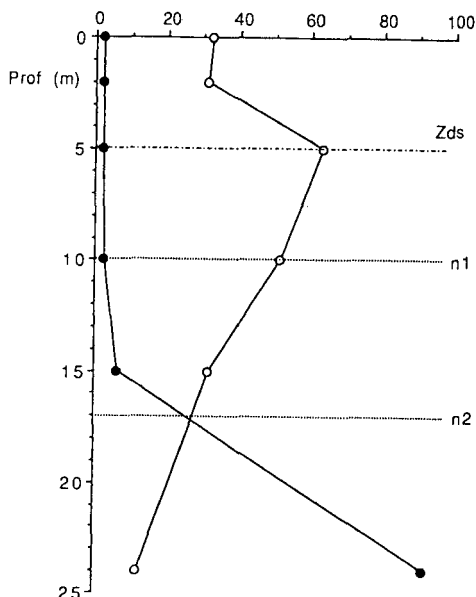


Fig. 5. Perfil vertical dels sòlids en suspensió (mg p.s.l.) (●●●), i del seu percentatge de volàtils (%) (ooo), al llarg de la columna d'aigua a l'embassament del Gorg Blau (28.02.90).

Fig. 5. Vertical distribution of suspended solids (mg p.s.l.) (●●●), and of percentage of volatiles (%) (ooo) throughout water column at Gorg Blau reservoir (28.02.90).

lumna d'aigua, les quals no contribueixen igualment al material recollit als col·lectors, provinent de la sedimentació dels materials en suspensió. Tanmateix, també hi ha hagut petites diferències entre el nivell superficial i el profund, al qual el percentatge de volàtils fou lleugerament inferior. A ambdós nivells observem una petita diferència entre els col·lectors coberts i descoberts, als quals el percentatge de volàtils és ínfimament superior.

En qualsevol cas, el contingut en volàtils fou sols lleugerament superior al

percentatge de sòlids volàtils enregistrat a les mostres de sediment superficial, que com ja hem vist fou aproximadament del 13%, a l'estació situada just sota dels col·lectors (Fig. 1).

Quan al contingut en pigments fotosintètics, i considerant la profunditat de la zona eufòtica igual a $2,5 \cdot Z_{ds} = 12,5$ m, la concentració de clorofil·la-a fou superior en els col·lectors del nivell n_1 , situats a la zona eufòtica, oscil·lant entre un valor promig de $100 \text{ mg chl-a} \cdot \text{g}^{-1} \text{ p.s.}$ al nivell superficial, i de $47,3 \text{ mg chl-a} \cdot \text{g}^{-1} \text{ p.s.}$ al nivell profund. Tanmateix, seria esperable que fóra al nivell profund (n_2), situat sota la zona eu-fòtica, on aparegués la major concentració de chl-a. Si consideram la concentració de clorofil·la recollida als col·lectors per unitat de superfície, en lloc de g de pes sec (p.s.), veiem que els valors en ambdós nivells (n_1 i n_2) són pràcticament idèntics, la qual cosa resulta ésser més coherent amb els valors de concentració de chl-a enregistrats al llarg de la columna d'aigua (Fig. 4).

Quan a la magnitud dels valors de la resuspensió (R) i la sedimentació neta (S_n), considerarem separatament el nivell superficial (n_1) i el nivell profund (n_2). Quan al n_1 , es troba situat dins la zona fòtica, prop del seu límit inferior, a una fondària de 10 m. El valor de St , fou d'aproximadament uns $15 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, dels quals només l'1,2 % es corresponia al que anomenem sedimentació neta (S_n), la qual representava en valor absolut una quantitat ínfima de $0,18 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$.

Ara bé, al nivell profund (n_2), situat per davall de la zona fòtica, a una fondària de 17 m, la S_n representa un 8,7 % de la St , la qual va ésser

Nivell 1 (n_1) (prof = 10 m)	Chl-a (mgg ⁻¹ p.s.)	430/664	664/664a (g m ⁻² d ⁻¹)	Pes sec (%)	Volàtils
Sed. total (St)	95,3	3,3	1,4	14,62	15,1
Resuspensió (R)	104,8	2,8	1,4	14,43	15,9
Sed. neta (Sn)	—	—	—	0,18	—

Nivell 2 (n_2) (prof = 17 m)	Chl-a (mgg ⁻¹ p.s.)	430/664	664/664a (g m ⁻² d ⁻¹)	Pes sec (%)	Volàtils
Sed. total (St)	53,2	3,3	1,2	32,68	12,7
Resuspensió (R)	41,4	3,6	1,2	29,85	13,4
Sed. neta (Sn)	—	—	—	2,83	—

Taula 1. Resultats obtinguts de l'anàlisi del material recollit als col·lectors.
Table 1. Results obtained from the analysis of material trapped in collectors.

aproximadament el doble (32,7 g m⁻² d⁻¹) de la registrada al nivell superficial. En augmentar la profunditat de la columna d'aigua, doncs, s'incrementa progressivament la quantitat del material recollit als col·lectors, així com el paper de la sedimentació neta enfront de la resuspensió. Si considerem la taxa de sedimentació neta (per metre de la columna d'aigua), els valors obtinguts en ambdós nivells són quasi d'un ordre de magnitud diferents:

$n_1 = 0,018$ g p.s. m⁻² d⁻¹ m⁻¹ de la columna d'aigua.

$n_2 = 0,166$ g p.s. m⁻² d⁻¹ m⁻¹ de la columna d'aigua.

Estima de l'atrapament de sediment per l'embassament

Els primers intents d'esbrinar l'eficiència com atrapament d'un reservori (TE - percentatge anual de sedi-

ment aportat i depositat dins de l'embassament) es van fer relacionant la capacitat d'emmagatzematge de l'embassament amb l'àrea de drenatge. Brown (1944) va representar aquesta relació per la següent formulació:

$$TE (\%) = 100 [1 - (1 / (1 + 0.1C/DA))]]$$
 on **C** representa la capacitat de l'embassament, i **DA** l'àrea de drenatge. La relació tendeix cap a una corba en la qual l'eficiència com a trampa (TE) s'aproxima cap al 100% asimptòticament en incrementar-se la relació C/DA. En termes generals, una baixa relació C/DA suggereix taxes de sedimentació ràpides, mentre que una relació elevada descriu els embassaments amb taxes baixes de reompliment.

Així doncs, per tal de fer una primera estima i aproximació de la capacitat d'atrapament de sediment per l'embassament, es va calcular l'àrea de drenatge, que és un dels principals factors que intervenen en la reducció

de capacitat de l'embassament, i es va aplicar la fórmula mencionada. Amb una àrea de drenatge aproximada de 7,3 Km², s'obtenen uns valors aproximats per a TE de 0,01% de pèrdua anual en la capacitat d'emmagatzematge, o el que és el mateix, de percentatge anual de sediment aportat respecte a la capacitat de l'embassament.

També la presència d'un clima relativament humit i les característiques geològiques d'aflorament al llarg de la pràctica totalitat de la conca de drenatge influeixen positivament en la falta de sedimentació a l'interior de l'embassament. La presència de roques calcàries (d'edat Juràssica), així com una escorrentia superficial molt estacional i amb relativament poc flux, afavoreixen el transport en dissolució i donen lloc alhora a l'escàs aport terrigen particulat que pot arribar a acumular-se al fons de l'embassament.

Agraïments

Part del present treball ha estat finançat pel Projecte DGICYT, PB87-0812. Desitjem agrair a Joan M. Carmona l'ajuda prestada en la confecció de les trampes de sediment i a Guillem Pons, Cristian R. Altaba i Enric Descalç la correcció i lectura crítica del text. Així com al Laboratori de Limnologia de la UIB per les facilitats donades en l'obtenció de les dades de temperatura, clorofil·la i oxigen dissolt.

Bibliografia

- APHA-AWWA-WPCF. 1981. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association. Washington, 1134 pp.
- Bennàssar, G., Frau, C., Garcia, Ll., Gómez, M., Forteza, V., Xamena, J. i Moyà, G. 1990. Aproximación a la caracterización físico-química del sedimento del embalse del Gorg Blau (Mallorca). *II Jornades del Medi Ambient de les Balears*: 132. Palma de Mallorca.
- Brown, C.B. 1944. Sedimentation in reservoirs. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 109: 1085.
- Carter, L. i Carter, R.M. 1990. Lacustrine sediment traps and their effect on continental shelf sedimentation - South Island, New Zealand. *Geo-Marine Letters*, 10: 93-100.
- Colom, H. 1991. Las lluvias han devuelto la vida a los pantanos de Cúber y Gorg Blau. *Brisas*, 207: 6-10.
- Cyberski, J. 1973. Accumulation of debris in water storage reservoirs of Central Europe. In: W.C. Ackermann, G.F. White, i E.B. Worthington (eds) *Manmade lakes: Their problems and environmental effects*: 359-363 Geophysical Monograph 17. American Geophysical Union, Washington, D.C.
- Decamps, H. i Casanova-Batut, T. 1978. Les matières en suspension et la turbidité de l'eau dans la rivière Lot. *Annales de Limnologie*, 14: 59-84.
- Dendy, F.E., Champion, W.A., i Wilson, R.B. 1973. Reservoir sedimentation surveys in the United States. In: W.C. Ackermann, G.F. White, i E.B. Worthington *Manmade lakes: Their problems and environmental effects*: 348-358 (Ed.). Geophysical Mono-

- graph 17. American Geophysical Union, Washington, D.C.
- Enrique, P. 1986. Nota sobre les roques hipabissals de la Serra de Tramuntana de Mallorca: Algunes característiques petrogràfiques i geoquímiques. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 30: 19-50.
- Fiol, Ll. 1985. Estudi d'una formació microedàfica a l'habitació urbana de Palma de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 29: 37-62.
- Fornós, J. J., Forteza, V. i Martínez-Taberner, A. 1989/90. Determinació de taxes de sedimentació mitjançant la utilització de trampes de sediment: Aplicació a l'exemple de la producció orgànica particulada d'una piscifactoria a la badia de Fornells (Menorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 41-47.
- Gvelesiani, L.G. i Shmalkmzel, N.P. 1971. Studies of storage work silting of H.E.P. plants on mountain rivers and silt deposition fighting. *International Association of Hydraulic Research*, 14th Congress, 5: 17-20.
- Håkanson, L., Floderus, S. i Wallin, M. 1989. Sediment trap assemblages - a methodological description. *Hydrobiologia*, 176/177: 481-490.
- Hardy, R. i Tucker, M. 1988. X-ray powder diffraction of sediments. p. 191-228. a: *Techniques in Sedimentology* (Ed. M. Tucker). Blackwell Scientific Publications, 394 pp.
- Lack, T.J. 1971. Quantitative studies on the phytoplankton of the river Thames and Kennet at Reading. *Freshwater Biology*, 1: 213-224.
- Leopold, L.B., Wolman, M.G. i Miller, J.P. 1964. *Fluvial processes in Geomorphology*. Freeman, San Francisco. 522 pp.
- Martínez-Taberner, A., Coll, M., Garcia, Ll., Mestre, I., Mayol, M., Pericàs, J., Rosselló, J. A. i Serra, M. 1990. Cartografia vegetal del Pla de Cúber, Almallutx i Tossals; Escorca (Mallorca). *II Jornades del Medi Ambient de les Balears*: 86.
- Moyà, G. 1989. Els embassaments. In: *Història Natural dels Països Catalans*. 14. *Sistemes Naturals*: 418-434. Enciclopèdia Catalana. Barcelona. pp. 418-434.
- Moyà, G. i Ramon G. 1981. Contribució al conocimiento de la mineralización de las aguas de los embalses de Cúber y Gorg Blau y de sus principales aportes. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 25: 21-30.
- Moyà, G. i Ramon, G. 1984. Evolución del contenido de oxígeno disuelto en las aguas de los embalses de la Serra de Tramuntana (Mallorca). Estudio comparado. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 28: 81-93.
- Moyà, G. i Ramon, G. 1987. Disco de Secchi y clorofila "a" en dos embalses de aguas mineralizadas. *Limnetica*, 3: 165-170.
- Parsons, T. R., Maita, Y. i Lalli, C. M. 1984. *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*. Pergamon Press, Oxford, 173 pp.
- Petts, G.E. 1979. Complex response of river channel morphology subsequent to reservoir construction. *Progress in Physical Geography*, 3(3): 329-362.
- Petts, G.E. 1980. Long-term consequences of upstream impoundment.

- Environmental Conservation*, 7(4): 325-332.
- Petts, G.E. 1984. *Impounded Rivers. Perspectives for Ecological Management*. John Wiley i Sons. Chichester. 326 p.p.
- Ramon, G. i Moyà, G. 1982. Característiques morfològiques y morfomètriques de los embalses de Cúber y Gorg Blau (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 26: 145-150.
- Ramon, G. i Moyà, G. 1983. Regímenes térmicos de los embalses de la Serra de Tramuntana (Mallorca). Estudio comparado. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 27: 91-102.
- Scott, G.R. 1973. Scour and fill in Tujunga Wash -a Fanhead Valley in South California. *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 723B: 1-29.
- Swale, E.M.F. 1964. A study of the phytoplankton of a calcareous river. *Journal of Ecology*, 52: 433-446.
- Walling, D.E. 1981. Yellow River which never runs clear. *The Geographical Magazine*, 53(9): 568-576.