

# CARACTERÍSTIQUES SEDIMENTÀRIES DE LA COVA D'EN BASSOL (Felanitx, Mallorca)

per Joan J. FORNÓS<sup>1</sup>, Francesc GRÀCIA<sup>1,2</sup> i Bernat CLAMOR<sup>2</sup>

## Resum

Es descriuen les acumulacions sedimentàries i els processos involucrats a les parts submergides de la cova d'en Bassol al terme municipal de Felanitx, a la costa oriental de Mallorca. El gran esfondrament que forma la sala d'entrada (sala de la Nau) divideix la mateixa en dos sectors principals, el sífó dels Crancs i el sífó dels Somnis. La cova no posseeix entrades naturals, almenys actuals, tanmateix l'entrada de sediment procedent de l'exterior, s'ha dirigit de forma primordial cap al sífó dels Crancs. En aquest àmbit, s'han barrejat, d'acord a la seva disposició espacial, amb els sediments pròpiament autogènics de la cavitat, com són l'acumulació de material particulat procedent de la corrosió parcial de les parets i sostres afavorida per l'efecte de la mescla d'aigües meteòriques i marines, i l'acumulació de làmines de calcita flotant a les zones negades amb cambra d'aire actual o pretèrita.

## Abstract

Processes and sedimentary accumulations in the submerged galleries of Cova d'en Bassol (Felanitx) in the eastern coast of Mallorca are described. The cave is dissected in two parts by means of a collapse chamber (Sifó dels Crancs and Sifó dels Somnis) giving way to the entrance of sediments that go primordially to the eastern galleries (Sifó dels Crancs). Those allochthonous sediments mix in different proportions with the carbonate autochthonous sedimentation according to the geomorphological characteristics of the cave and the distance to the external input. The carbonate sediments consist of calcite rafts accumulations in places where pools exist with air camera, and carbonate sand grains released from the cave walls due the weathering effects of mixed waters that characterise this littoral hypogean environment.

## Introducció

La presència d'acumulacions de sediments a les parts submergides de les cavitats de la costa oriental de Mallorca és un fet conegut i que ha estat posat de manifest diverses vegades (GRÀCIA *et al.*, 2003; GINÉS *et al.*, 2007; FORNÓS *et al.*, in press, entre d'altres). En aquest context i, continuant amb l'objectiu que ens plantejarem de fer una anàlisi sistemàtica tant del tipus de sediments com dels processos sedimentaris que tenen lloc en aquestes cavitats litorals localitzades dins d'un context geoquímic molt complex com és la zona de mescla de les aigües meteòriques i marines, presentem aquest article on en una clàssica cavitat d'esfondrament, la cova d'en Bassol, s'individualitzen dues àrees deposicionals que presenten característiques sedimentàries força diferenciades.

Seguint el context general de les cavitats litorals situades a la marina oriental, els tipus de reblliments sedimentaris dins d'aquestes cavitats que, des d'un punt de

vista geològic, es localitzen a les calcarenites del Miocè superior que afloren a la costa oriental de Mallorca, són diversos (GRÀCIA *et al.*, 2003, 2005, 2006, 2007). En el cas que ens ocupa podem separar a grans trets dos grans grups sedimentaris: materials llimosos vermells de composició essencialment silícia interpretats en la major part dels casos com de procedència externa, i fangs arenosos de composició carbonatada de gènesi pròpiament interna del sistema, sigui per acumulació de calcita flotant, sigui per disgregació granular produïda per la meteorització selectiva de les parets i sòtil de la cavitat.

## Breu descripció de la cavitat

La cova d'en Bassol o d'en Passol està situada a les proximitats de cala sa Nau i forma part de la marina de Felanitx, constituïda per materials calcaris neògens postorogènics, que en aquesta zona representa una franja de 4 km d'amplària. Està situada dins zona d'Àrea

1 Dept. Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Email: joan.fornos@uib.cat  
2 Grup Nord de Mallorca (GNM). Pollença. Email: xescgracia@yahoo.es

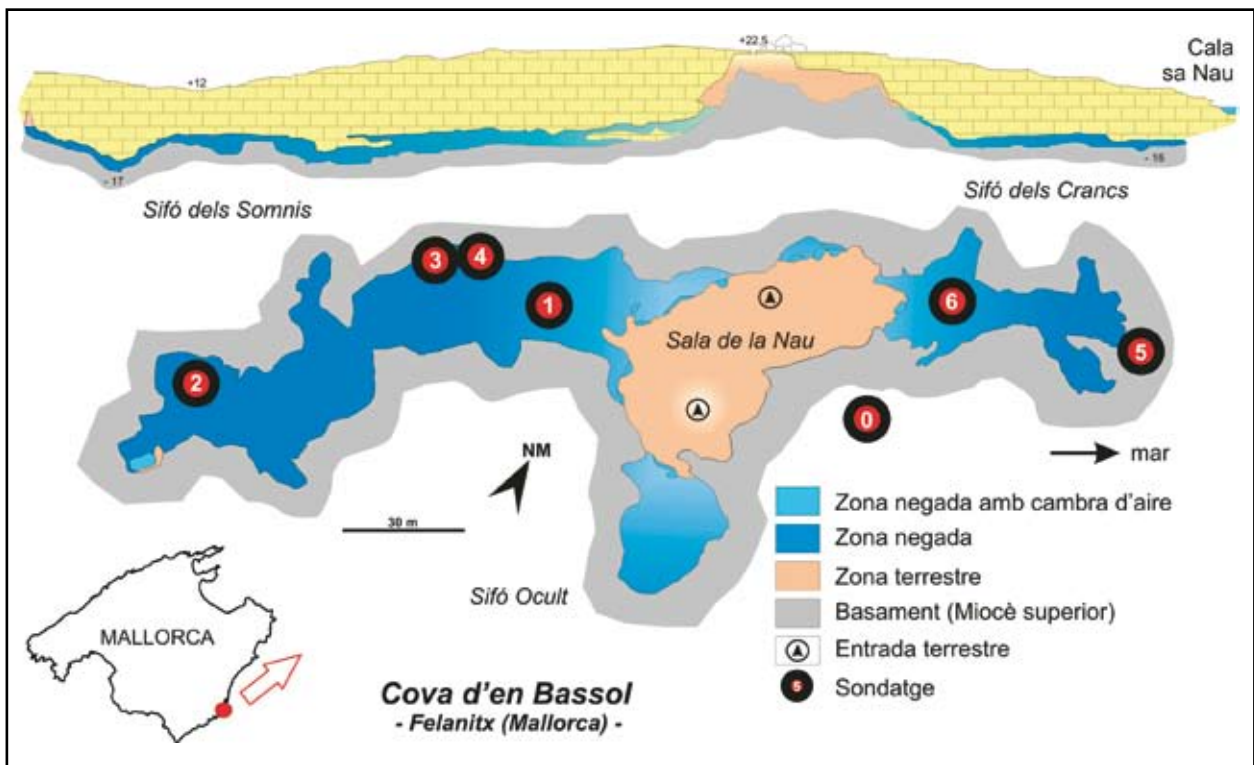


Figura 1: Plànol, secció, toponímia i localització de mostres i sondatges obtinguts a la cova d'en Bassol. Modificat de GRÀCIA et al., 1998.

Figure 1: Map, section, toponomy and sample and core location from Cova d'en Bassol. Modified from GRÀCIA et al., 1998.

Natural d'Especial Interès "punta Negra - cala Mitjana" (ANEI). La cavitat posseeix la figura de protecció de Lloc d'Importància Comunitària (LIC).

La cova, amb dues entrades artificials, es va trobar cercant-hi aigua. La feina d'exploració, les tasques de topografia i la documentació fotogràfica es van realitzar al llarg de 21 dies d'immersions dels anys 1997 i 1998 per membres del Grup Nord de Mallorca (GRÀCIA et al., 1998). El recorregut total és de 2.176 m, dels quals 1.579 m són subaquàtics. La diferència de la cota més alta, al sostre de la sala de la Nau (+21,5 m), a la més baixa, a les galeries inundades del sífó dels Somnis (-25 m), és de 46,5 m. La cavitat segueix una direcció general NE-SW i es divideix en quatre sectors: la sala de la Nau, terrestre, que separa les altres parts subaquàtiques, el sífó dels Somnis, el sífó dels Crancs i el sífó Ocult (Fig. 1).

La sala de la Nau és el resultat del creixement ascendent de la cova (Fig. 2), produït per l'esbucament del sostre. Les dimensions màximes són 112 m de llarg, 72 m d'ample i 11 m d'alçària màxima. Després de recórrer 20 m per davall l'aigua, vorejant la sala, un pas estret entre el sostre i els blocs caiguts del con d'enderrocs, permet a 6 m de profunditat, avançar 25 m més per una galeria oberta entre els plans d'estratificació, des d'on un balcó surt a l'ampla galeria del sífó dels Somnis. A partir d'aquí la cova segueix cap al SW, amb una amplada mitjana d'uns 36 m. Una primera part s'estén en forma d'ampla galeria fins que passa per una zona més estreta, segueix per una àrea densament ornada d'estalactites i altres formacions. Més endavant, diver-

sos esbucaments i l'abundant concreció, tornen a complicar i separar diferents àmbits de la galeria. En una de les saletes, a -25 m s'assoleix la màxima fondària de la cova, després d'haver recorregut 224 m de sífó. La distància que separa aquest indret de la propera cova de Cala Mitjana és només d'uns 40 m.

Tornant a la sala de la Nau, per accedir al sífó dels Crancs s'ha de passar, seguint rost avall, per dos passos estrets i entre els blocs que formen falses cambres i per poc no tanquen el pas. El sífó consisteix en una galeria principal de 108 m de longitud, i 48 m d'amplària i 16,5 m de profunditat màxima. La darrera àrea sotaiguada (sífó Ocult) de 44 x 44 m i direcció gairebé N-S està subdividida per un envà de blocs.

Les formes de corrosió es presenten especialment a la part final del sífó dels Crancs i en algunes zones del sífó dels Somnis, on hi ha morfologies espongiformes i concavitats poc marcades a parets i sostres. El que més destaca és la notable proliferació d'espeleotemes d'una gran varietat i bellesa (Fig. 2). Predominen els espeleotemes de degoteig (estalactites, estalagmites, columnes i banderes) i els espeleotemes de flux (colades pavimentàries i parietals), encara que també hi són presents els espeleotemes de traspuament (estalactites excèntriques) i en alguns sectors espeleotemes subaquàtics (gours), a més dels espeleotemes freàtics. La sala terrestre d'aquesta cova (sala de la Nau) només conserva els espeleotemes de gran mida, ja que els altres es varen arrabassar salvatgement al segle XIX. Són abundants els paleonivells freàtics, deguts a antics nivells negatius dels llacs.

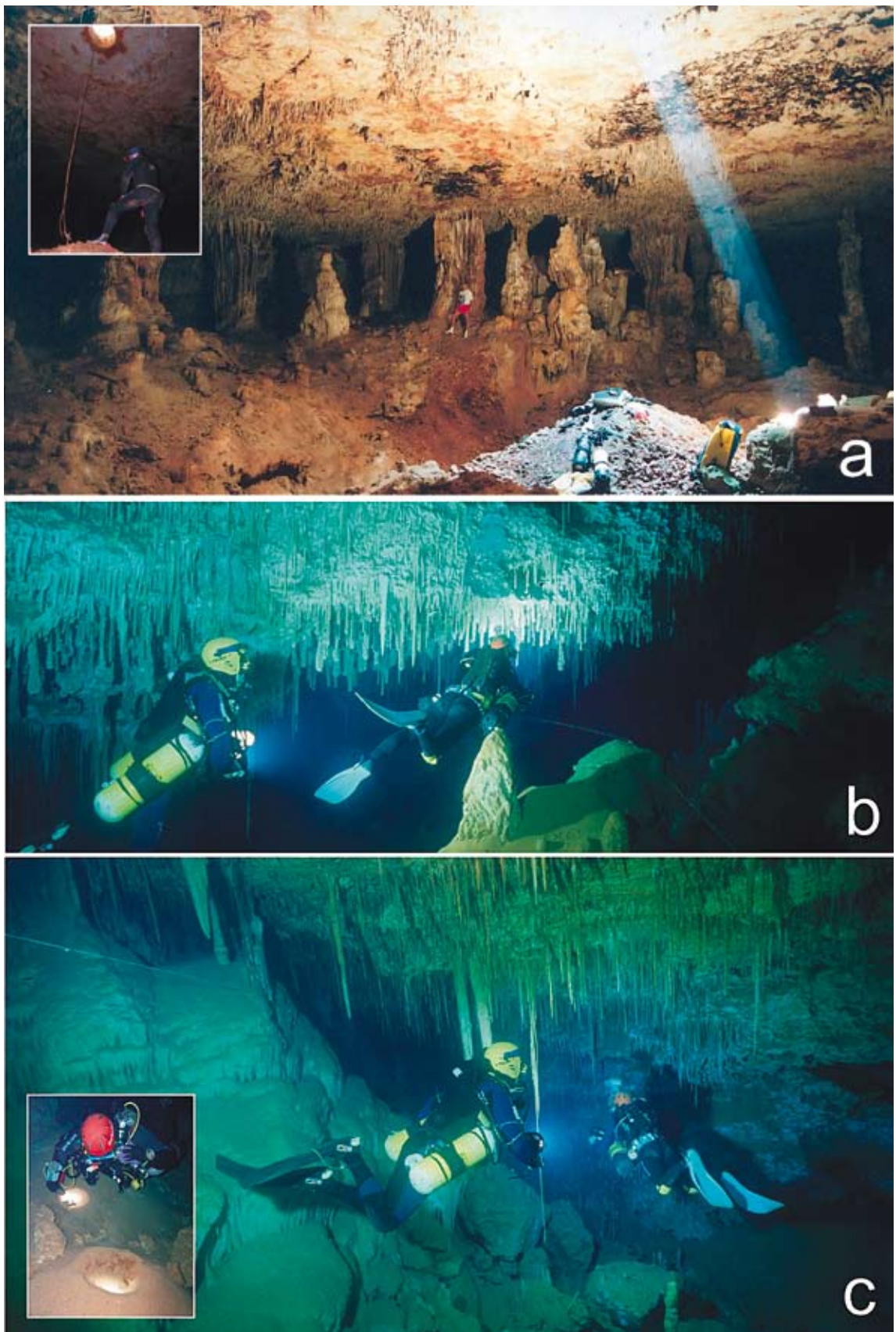


Figura 2: a) Vista general de la sala de la Nau amb el detall de l'entrada artificial practicada a la cavitat; b) sifó dels Somnis, observis una banda de creixement d'espeleotemes freàtics; c) sifó dels Somnis, amb profusió dels dipòsits estalagmítics i acumulació de grans blocs procedents de l'esfondrament de part de la cavitat, i algunes estructures còniques vadoses.

Figure 2: a) General aspect of Sala de la Nau with a detailed view of their artificial entry; b) Sifó dels Somnis, where a level of phreatic speleothems can be observed; c) profusion of speleothem precipitates at Sifó dels Somnis, as well as block accumulation due to the breakdown processes can be observed. Detail of a conical vadose structure.

## Hidrologia

Les dades de temperatura, salinitat i fondària s'han mesurat mitjançant la sonda oceanogràfica AANDERAA portada per un bussejador. La cova d'en Bassol és un exemple típic de cova de la zona de mescla d'aigües. L'aïllament del medi fa que la columna d'aigua de la cova sigui molt estable mecànicament, doncs ni l'onatge ni els vents l'afecten: presenta una estratificació permanent, amb una capa superficial de gruix variable d'aigua dolça o lleugerament salobrosa que sura damunt una massa d'aigua marina més densa, que ocupa les parts fondes (Fig 3). El canvi d'aigua dolça a marina al llarg de la columna d'aigua es produeix a una zona de transició (mescla) denominada *picnoclina*. El gruix de la picnoclina varia d'una cova a una altra, depenent d'un seguit de factors. Entre els més rellevants cal esmentar la distància de la cova al mar i la pluviometria de la zona. A la cova d'en Bassol, situada a poca distància terra endins, l'aigua superficial és ja d'entrada salobrosa (salinitat al voltant del 7 ‰), i ens trobem immediatament una zona de mescla desenvolupada entre 1 i 7 m, on l'aigua puja gradualment i ateny els 36‰ de salinitat. Per davall d'aquesta cota la salinitat de l'aigua es manté estable, augmentant molt lentament i de forma constant fins als 24 m de fondària, a on s'assoleixen els 38‰. Aquesta capa d'aigua situada entre els 7 i els 24 m constitueix la massa d'aigua principal i més estable de la cavitat.

La columna d'aigua de la cova d'en Bassol presenta valors de 18,5°C en superfície, fins als 5 m, a on puja als 20°C, que es manté a la cota 6,5 m per després davallar ràpidament fins als 12 m en valors de 18,5°C. La màxima temperatura (20°C) coincideix amb els valors més alts de la picnoclina. L'aigua superficial dels llacs és més freda que la fonda per mor de la pèrdua de calor que pateix cap a l'atmosfera de la sala d'Entrada de la cavitat (sala de la Nau), en connexió amb l'exterior. Així i tot, a cavitats com la cova de sa Gleda, a sales aèries internes, sense comunicació directa amb l'exterior, també es produeix una inversió tèrmica als primers metres, coincidint els valors màxims de temperatura també amb els màxims de salinitat de la primera picnoclina.

## L'acumulació sedimentària

Una part de les galeries i sales de la cova presenten una acumulació més o menys potent de sediments en la seva major part de textura fina, de llims argilosos a arenes llimoses molt fines. A la vegada presenten una característica diferencial en funció de la localització dins la cova especialment en relació a l'esfondrament (Fig. 1) de la cavitat que separa la cavitat en dos sectors força diferenciats: el síf dels Somnis i el síf dels Crancs.

Dins del reblliment sedimentari de la cavitat submergida s'han realitzat, mitjançant l'espeleobusseig, 6 microsondatges (Fig. 1) mitjançant la penetració manual de tubs de PVC per tal d'obtenir la columna sedimentària de la base de les sales i veure l'evolució temporal de la sedimentació. Dels 6 sondatges dos corresponen al síf dels Crancs i 4 al síf dels Somnis, dels quals un

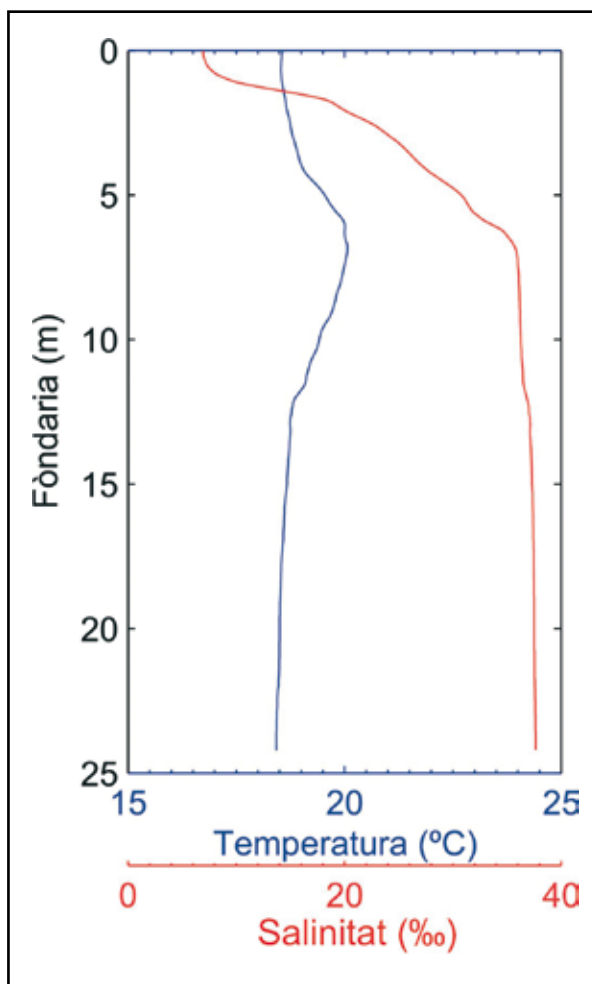


Figura 3: Perfil de salinitat (g/l) i de temperatura (°C) efectuat el mes d'agost (28/09/2006) al síf dels Somnis a la cova d'en Bassol.

Figure 3: Salinity (g/l) and temperature (°C) profiles measured in august 28th, 2006 in the Síf dels Somnis into the Cova d'en Bassol.

(BAS 03) va sortir estèril. A la vegada de forma manual se va obtenir una mostra de sediment del sòl exterior de la cavitat per a la posterior comparació. En el mostreig dels microsondatges s'han recollit un total de 22 mostres (Fig. 1) de les quals 15 corresponen als sondatges realitzats al síf dels Crancs, 6 als sondatges fets al síf dels Somnis, i una mostra més del sòl exterior obtinguda prop de l'entrada sobre el sector del síf dels Crancs. (Fig. 1).

Les mostres obtingudes han servit per a descriure i caracteritzar les diverses fàcies sedimentàries presents. En general a simple vista són visibles diferències molt marcades tant de color com de textura entre els diferents sondatges, especialment en relació als diferents sectors. La columna estratigràfica per a cada sondatge mostra lleugeres diferències. S'han estudiat per a cada localització la columna vertical de sediments fins a trobar la roca mare del terra, blocs caiguts o bé colades estalagmítiques que impedeixen perforar més avall. Per a cada localització s'han determinat i analitzat els diversos subnivells segons la variabilitat observada.

Per a cada mostra es van determinar el seu color, en humit i sec, es va fer l'estudi granulomètric amb

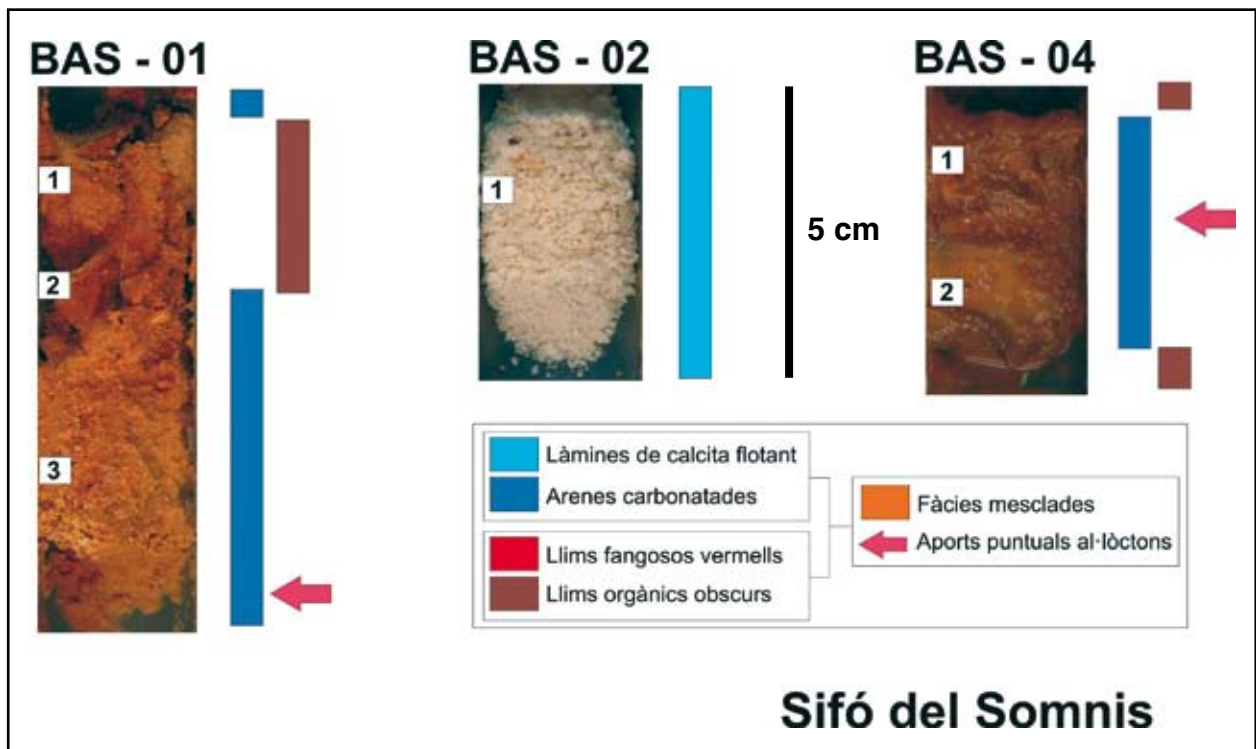


Figura 4: Sondatges obtinguts al sífó dels Somnis a la cova d'en Bassol. Vegeu-ne la localització a la Fig. 1.

Figure 4: Cores of sedimentary infilling in Sifó dels Somnis at Cova d'en Bassol. See location on Fig. 1.

l'anàlisi de la mida de gra mitjançant tècnica làser (Coulter LS®), i els paràmetres texturals corresponents. Les anàlisis mineralògiques dels sediments van esser fetes amb un aparell de difractometria de R.X Siemens D-5500 seguint la metodologia exposada per AOKI *et al.* (1974) i HARDY i TUCKER (1988). Finalment es va obtenir el percentatge de matèria orgànica present en cada mostra per calcinació a 550°C durant 2 hores.

## EL SIFÓ DELS SOMNIS

En el sector occidental de la cova d'en Bassol, el denominat sífó dels Somnis (Fig. 1), la potència de sediments observada en els tres sondatges productius (BAS 01, 02 i 04) ha resultat molt escadussera, en tots els casos inferior als 10 cm (Fig. 4), però mostrant cada un d'ells una gran variabilitat sedimentària.

## Sondatge BAS 01

Es tracta del sondatge realitzat a la part més propera de l'esfondrament d'entrada (Fig. 1). Presenta una columna sedimentària de poc més de 9 cm de potència de color marró molt pàl·lid (10YR8/2) arenós que a la superfície esdevé un poc més llimós donant un color vermell groguenc (5YR4/6). Aquest nivell superior de 2 cm de potència (Fig. 4) presenta un contingut en matèria orgànica proper al 5,5%. La textura del sediment és arenosa amb més d'un 85 % (dominant les arenes mitjanes a molt fines), un poc més d'un 11% de llims i fins a un 2,1% de la fracció argila. La mitjana de la mida de gra es d'arena mitja (512 µm) i la mediana ( $D_{50}$ ) dona un valor de 366 µm. El grau de classificació és pobre. A la seva composició mineralògica hi destaquen els carbonats amb més d'un 90% (calcita amb baix contingut de magnesi), que es tradueix pràcticament en el 100%

Nom	Localització	Tipus	Mostra (ex: BAS01-01)
BAS00	Sòl edàfic exterior	sòl	01
BAS01	Sala primera Sifó dels Somnis	sondeig	01(F i G), 02 (F i G), 03 (F i G)
BAS02	Zona dels Paleonivells (S. Somnis)	sondeig	01
BAS03	Laminador Superior Nou (S. Somnis)	sondeig	sense mostra
BAS04	Sifó dels Somnis	sondeig	01, 02
BAS05	Sifó dels Crancs (mar)	sondeig	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08
BAS06	Final Esfondrament (Sifó Crancs)	sondeig	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07

Taula 1: Relació dels sondatges i de les mostres recollides amb la seva localització a la cova d'en Bassol (Felanitx). F: fracció fina; G: fracció gruixuda.

Table 1: List of obtained cores and samples that show their location at Cova d'en Bassol (Felanitx). F: fine fraction; G: coarse fraction.

Mostra	Profunditat	Argiles		Clorurs	Silícics		Carbonats			
Sondatge	(cm)	Il·lita	Caolinita	Halita *	Quartz	Feldspats	Dolomita	Aragonita	Calcita	20 LMC/HMC (%)
BAS 00										
01	superfície	7,48	3,80	-	78,47	10,25	0,00	0,00	0,00	
BAS 01										
01	0-2	i	i	-	6,25	0,00	1,51	0,00	92,24	
01 F **		i		+++	10,06		2,55		87,39	29,377 LMC
01 G		i	i	+++	2,44		0,47		97,08	29,405 LMC
02	2-5	0,00	0,00	-	7,15	0,00	0,77	0,00	92,09	
02 F				+	11,23		1,53		87,23	29,408 LMC
02 G		i	i	+	3,06				96,94	29,408 LMC
03	5-9	0,00	0,00	-	4,17	0,00	0,38	0,00	95,45	
03 F		i		+	4,69		0,77		94,54	29,452 LMC
03 G				++	3,65				96,35	29,486 LMC
BAS 02										
01	0-5	0,00	0,00	i	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	29,535 LMC
BAS 04										
01	0-2,5	i	i	+++	2,48	0,00	2,11	0,00	95,42	29,423 LMC
02	2,5-5,5	0,00	0,00	+++	4,45	0,00	5,65	0,00	89,89	29,360 LMC
BAS 05										
01	0-3,5	6,70	5,15	++	66,51	0,00	0,00	0,00	21,64	29,455 LMC (9,31)+29,790 HMC (12,32)
02	3,5-7	8,15	4,02	+++	38,57	5,87	3,15	4,60	35,63	29,368 LMC (18,34)+29,710 HMC (17,28)
03	7-8,5	4,75	1,97	++	26,77	0,00	3,17	5,14	58,20	29,427 LMC (21,50)+29,749 HMC (36,70)
04	8,5-12	3,98	2,49	++	12,32	3,33	4,85	4,41	68,61	29,387 LMC (24,91)+29,746 HMC (43,70)
05	12-14,5	6,47	0,00	++	15,67	1,62	4,01	4,74	67,48	29,447 LMC (24,59)+29,758 HMC (42,89)
06	14,5-18	0,00	0,00	++	14,27	2,47	0,00	4,02	79,24	29,422 LMC (29,78)+29,737 HMC (49,45)
07	18-21	4,32	0,00	++	10,43	2,20	2,46	5,94	74,66	29,391 LMC (26,62)+ 29,727 HMC (48,04)
08	21-24,5	0,00	0,00	+++	14,07	0,00	0,00	4,43	74,44	29,394 LMC (28,36)+ 29,710 HMC (48,08)
BAS 06										
01	0-3,5	9,66	4,16	++	33,68	0,00	0,00	0,00	52,51	29,466 LMC (15,29)+ 29,738 HMC (37,22)
02	3,5-7	6,31	4,48	+	71,59	0,00	0,00	0,00	15,22	29,706 HMC
03	7-10	i	0,00	++	7,72	0,00	0,00	0,00	92,28	29,445 LMC
04	10-14	6,45	3,38	++	65,02	8,71	0,00	0,00	16,44	29,428 LMC (10,35)+ 29,778 HMC (6,09)
05	14-17	3,92	2,14	+	37,85	3,57	0,00	0,00	52,52	29,392 LMC (28,63)+ 29,689 HMC (23,89)
06	17-21	11,27	6,94	+	65,76	8,28	0,00	0,00	7,75	29,853 HMC
07	21-23,5	8,94	5,16	+	61,25	9,04	6,26	0,00	9,45	29,380 LMC

\* Presència d'Halita: (+++), molta; (++) , bastant; (+), poca; (-), gens.

\*\* F - fracció fina; G - fracció gruixuda

Taula 2: Valors percentuals semi-quantitatius de la composició mineralògica en les mostres estudiades (cova d'en Bassol, Felanitx). En color s'ha realçat la fase predominant. En les mostres del sondatge BAS01 s'ha separat la fracció fina (F) de la gruixuda (G).

Table 2: Mineralogical semi-quantitative percentage data of sediment composition at Cova d'en Bassol. Highlighted data indicates the predominant composition. Fine (F) and coarse (G) fractions are shown separated on BAS01 core.

si no tenim en compte la fracció més fina, a la qual el quars hi arriba a representar poc més del 10% (Taula 2). La presència de minerals de les argiles, il·lita i caolinita és testimonial. La dolomita que pot arribar a superar el 2,5% en la fracció més fina, presenta una mitjana global de poc més del 1,5%.

La resta del sondeig, unitat inferior amb 7 cm de potència, presenta un contingut en matèria orgànica entre 3,4% i 4,5%. Des del punt de vista de la textura correspon a arenes gruixudes amb una valors mitjans segons els nivells de 628 a 698 µm. La mediana, també segons els nivells oscil·la dins de les arenes mitjanes (entre 431 i 518 µm). El grau de classificació és bo. Mineralògicament es tracta d'arenes carbonatades formades per calcita amb baix contingut en magnesi (Taula 2) amb valors mitjans que oscil·len entre el 92 i el 95%. La dolomita no arriba mai al 2% trobant-se només en la fracció més fina i el quars oscil·la entre un 4 i un 7%, poden arribar a representar més del 11% dins de la fracció fina. El contingut en minerals de les argiles és inapreciable.

La distorsió que ha provocat la realització i posterior obertura del sondatge no permet veure el tipus de contacte entre els dos nivells, que sembla però relativament net.

Les característiques mineralògiques i texturals, fan pensar que la major part del sediment que ha quedat enregistrat en aquest sondatge correspon a l'esmicolament granular de les parets de la cavitat per efecte de la corrosió subaquàtica probablement induïda per les zones d'haloclines. Un resum global de les característiques tant de contingut en matèria orgànica com dels paràmetres granulomètrics com de la mineralogia del sondatge es pot observar, respectivament, a les Taules 3, 4 i 5.

El conjunt mostra una disminució progressiva de la mida de gra cap a sostre (seqüència granodecreixent). A destacar però la nul·la presència de feldspats en els sediments cosa que indicaria que aquesta aportació des del sòl edàfic exterior és realment feble.

### Sondatge BAS 02

Es tracta d'un sondatge realitzat a la part més interna del sífol dels Somnis a la base d'una zona propera a la zona negada amb cambra d'aire (Fig. 1). Es tracta d'un sondatge totalment uniforme de només 5 cm de potència (Fig. 4) format per arenes blanquinoses. Des del punt

de vista textural està format al 100% per arenes gruixudes a molt gruixudes amb un grau de classificació molt bo sense gens de matriu. Els grans presenten un hàbit planar i cristal·lí i estan formats en la seva totalitat per calcita amb baix contingut en magnesi (Taula 2). Aquestes làmines, que presenten una cara plana i una altra on s'observa bé el creixement i desenvolupament cristal·lí, corresponen a calcita flotant (Fig. 5) formada en la interfície aire-aigua del llac intern que en l'actualitat s'observa al fons del sífó dels Somnis.

### Sondatge BAS 04

Aquest sondatge que presenta una potència de només 6 cm (Fig. 4) es localitza a la zona més propera a l'esfondrament dins del sector del sífó dels Somnis (Fig. 1). Presenta una alternança de nivells de centímetres de materials fins i altres de més arenosos, encara que poc diferenciats. Els nivells més fins tenen un color marró (7,5YR4/4), amb un contingut de matèria orgànica al voltant del 8%, i estan formats per arenes en un 69%, llims en un 22,5% i la fracció argila representa, aproximadament, el 8,5%. La mida mitjana de gra és d'arena mitjana

na i la mediana és de 159 µm amb un grau de classificació pobre. La composició mineralògica està formada principalment (Taula 2) per carbonats amb més un 95% de calcita amb baix contingut en magnesi i un poc més del 2% de dolomita. La composició silícica, molt minsa, no arriba al 2,5% en quars, i tan sols hi ha indicis de la presència de minerals de les argiles. Els nivells més arenosos, de tonalitats més groguenques (10YR6/6) presenten un contingut en matèria orgànica lleugerament més elevat (9,5%). Estan formats en un 67,4% per arenes, un 21,6% per llims i un 11% d'argiles. La mitjana de la mida de gra és d'arena mitjana i el valor de la mediana és de 190 µm. També presenta un pobre grau de classificació. La mineralogia està formada per calcita amb baix contingut de magnesi amb quasi un 90%, dolomita amb poc més del 6,5% i la resta per quars.

Es tracta en conjunt de l'acumulació de restes granulars procedents de la meteorització de les parets amb una molt feble mescla de materials fins procedents de l'exterior. Els valors mitjans de les característiques del sondatge tant de contingut en matèria orgànica com dels paràmetres granulomètrics com de la mineralogia del sondatge es pot observar a les Taules 3, 4 i 5 respectivament.

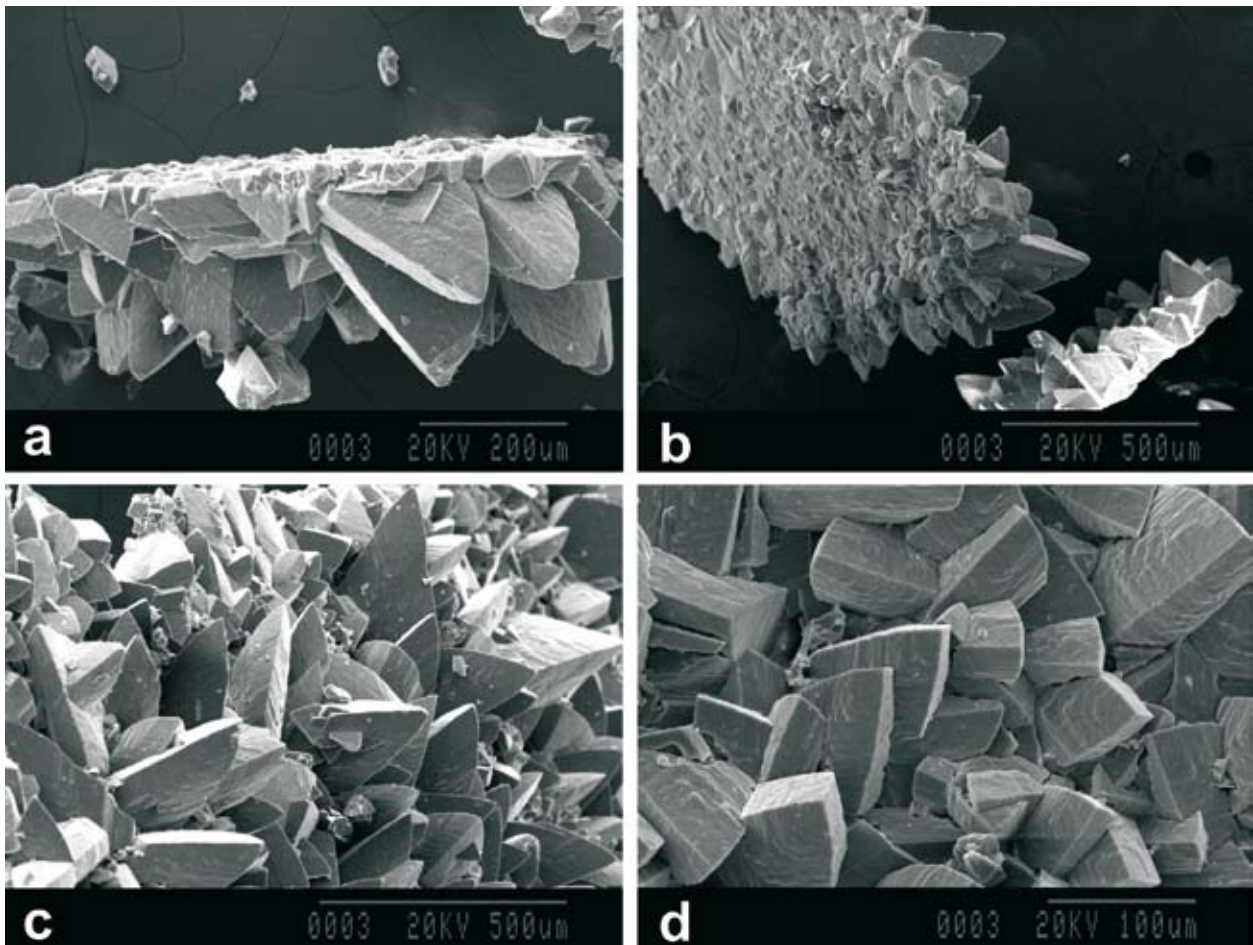


Figura 5: Fotografies al microscopi electrònic de rastreig (SEM) d'alguns detalls de les làmines de calcita flotant i dels seus hàbits cristal·lins que componen l'acumulació sedimentària enregistrada al sector més distal del sífó dels Somnis a la cova d'en Bassol.

Figure 5: Scanning electron microscope (SEM) images of some calcite rafts details and its crystalline habits that compose the main sedimentary accumulation at the end of Sífó dels Somnis at Cova d'en Bassol.

## La sedimentació al sífó dels Somnis

La major part del sífó no presenta zones amb acumulació de sediments. Els dipòsits sedimentaris descrits en aquest sector de la cova d'en Bassol, corresponen a la típica associació de fàcies carbonatades característica de la zona de mescla en zones litorals, on per una banda la presència de llacs salobres amb cambra d'aire permeten la precipitació epiaquàtica de calcita flotant que acaba finalment acumulant-se al fons de les sales, i per altra la presència d'haloclines afavoreix la corrosió de les parets de la cavitat produint una meteorització selectiva que amolla grans de la roca calcarenítica miocena que es van acumulant en el fons. L'estadi avançat proper a l'abissament per esfondrament de la cavitat, afavoreix puntualment la infiltració de materials fins a

través de les parts menys gruixades del sòtil (en algun punt prop d'un metre) mesclant-se amb els dipòsits autòctons que mostren un clar gradient en percentatge des d'aquests punts fins a les parts més internes de la cavitat. En el cas, però d'aquest sífó dels Somnis, l'aportació externa l'hem de considerar molt reduïda. El fet de que la cavitat no tingués una clara connexió directa amb l'exterior pot haver determinat les seves característiques sedimentàries.

## EL SIFÓ DELS CRANCS

En el sector oriental de la cova d'en Bassol, al denominat sífó dels Crancs (Fig. 1), la potència de sediments observada en els dos sondatges que s'hi ha realitzat ha

Nom	Localització	% M.O.			
		mínim	màxim	mitjana	Desv. típica
BAS00	Sòl edàfic exterior			8.65	
BAS01	Sala primera Sífó dels Somnis	3.41	5.45	4.46	1.02
BAS02	Zona dels Paleonivells (S. Somnis)	-	-	-	-
BAS03	Laminador superior nou (S. Somnis)	s.m.	s.m.	s.m.	s.m.
BAS04	Sífó dels Somnis	7.59	9.53	8.56	1.37
BAS05	Sífó dels Crancs (mar)	10.53	16.00	13.18	1.77
BAS06	Final Esfondrament (Sífó Crancs)	6.21	11.96	8.16	1.99

Taula 3: Valors estadístics descriptius per a la totalitat de cada sondatge del contingut en matèria orgànica (cova d'en Bassol, Felanitx).

Table 3: Mean organic matter content (LOI) data of sediment cores at Cova d'en Bassol, Felanitx.

Sondatge	Arenes		Llims		Argiles		Mediana		Classificació	
	mitjana	D. típ.	mitjana	D. típ.	mitjana	D. típ.	mitjana	D. típ.	mitjana	D. típ.
BAS00	7.66	-	85.32	-	7.02	-	20.70	-	26.54	-
BAS01	88.2	1.88	10.29	1.36	1.51	0.56	439.1	76.16	485.57	54.62
BAS02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BAS03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BAS04	68.05	0.91	22.12	0.74	9.84	1.65	174.99	21.27	313.48	7.28
BAS05	11.39	4.12	75.10	5.23	13.51	4.11	18.21	5.25	43.07	18.58
BAS06	11.36	13.64	69.03	10.51	19.62	4.21	12.13	10.89	53.97	53.15

Taula 4: Paràmetres granulomètrics bàsics mitjans per a la totalitat de cada sondatge dels sondatges amb més d'una mostra (excepte BAS00-01).

Table 4: Mean textural basic parameters of sediment cores with more than one sample (except BAS00-01) at Cova d'en Bassol, Felanitx.

Sondatge	Argiles		Silicats		Calcita	Carbonats	
	Il·lita	Caolinita	Quars	Feldspats		Aragonita	Dolomita
BAS00	7.48	3.80	78.47	10.25	-	-	-
BAS01	-	-	5.86 (1.53)	-	93.26 (1.90)	-	0.89 (0.57)
BAS02	-	-	-	-	100.00	-	-
BAS03	s.m.	s.m.	s.m.	s.m.	s.m.	s.m.	s.m.
BAS04	-	-	3.47 (1.39)	-	92.66 (3.91)	-	3.88 (2.50)
BAS05	4.30 (2.99)	1.70(2.05)	24.83 (19.29)	1.93 (2.04)	59.99 (20.68)	4.16 (1.78)	2.20 (1.95)
BAS06	6.65 (3.82)	3.75 (2.22)	48.98 (23.31)	4.22 (4.35)	35.16 (31.68)	-	0.89 (2.37)

Taula 5: Valors mitjans dels principals components mineralògics de la totalitat de les mostres corresponents a cada sondatge de la cova d'en Bassol, Felanitx (entre parèntesi les dades corresponents a la desviació típica).

Table 5: Mean mineralogical composition of sediment cores from Cova d'en Bassol, Felanitx (between brackets standard deviation).



donat valors propers als 25 cm, tractant-se d'un recobriments molt uniforme al llarg d'aquest sector de la cavitat (Fig. 6), però mostrant una lleugera variabilitat sedimentària en direcció SW-NE (entrada, per esfondrament - mar).

### Sondatge BAS 05

Aquest sondatge es troba localitzat (Fig.1) a la part més interna del sífo dels Crancs, a la zona més propera a la mar. Es tracta d'un sondatge de 24,5 cm de potència format per dos nivells clarament diferenciats amb un nivell de transició que marca un contacte gradual (Fig. 6). El nivell superior, de 4 cm de potència, presenta una coloració vermellosa (2,5YR4/8), tot mostrant una marcada laminació submil·limètrica horitzontal donada per una petita variació en la mida de gra i en la tonalitat del color. El seu contingut en matèria orgànica supera un poc el 10%. Des del punt de vista textural podem dir que la fracció fina és la majoritària amb un 73% de llims i un 17,9 % d'argiles. Les arenas tan sols representen un 9,1%. La mitjana de la mida de gra és de llims gruixuts amb una mediana de 9,7 µm. La composició mineralògica predominant és silícica (Taula 2) amb el quars com a principal mineral amb poc més del 66,5% de mitjana, i amb més del 13% de minerals de les argiles (il·lita, 6,7% i caolinita 5,1%). La resta correspon a calcita (amb proporcions similars de calcita magnesiàna i calcita en baix contingut en magnesi) amb poc més del 21,5%.

El nivell de transició de 5,5 cm de potència presenta una coloració gradual de vermell groguenc a marró (5YR4/6 a 10YR4/3) amb un elevat contingut en matèria orgànica superior de mitjana al 15%. Predominen els materials fins, amb un 79% de llims i un 13% d'argiles. Les arenas estan al voltant del 8% de mitjana. La mitjana de la mida de gra correspon a la fracció de llims gruixuts, essent la mediana de 16,9 µm. La composició mineral en aquests nivells de transició és clarament mixta silíco-carbonatada (Taula 2). Els carbonats oscil·len entre el 35 i el 58% de la calcita (en proporcions similars de calcita magnesiàna i amb baix contingut en magnesi), més l'aragonita (aquest és l'únic sondatge en el qual hi és present) que és troba amb una mitjana a voltant el 4,7% i la dolomita amb un 3,2%. Els components silícics estan dominats pel quars amb valors que oscil·len entre un 26,8% i un 38,6%, amb presència de feldspats per poden arribar fins a un 5,9% i les argiles que en total poden superar de mitjana el 12%. Les argiles corresponen a la il·lita amb valors que oscil·len entre el 4 i el 8% i la caolinita amb valors mitjans entre un 2 i un 4%.

La base del sondatge està format per un nivell força uniforme de 16 cm de potència de color predominant groc vermellós (7,5YR6/6) que presenta uns continguts en matèria orgànica al voltant del 12,5% de mitjana. La seva textura també es domina pels fins amb les següents proporcions: llims entre un 11 i un 20%, argiles entre un 8 i un 21% i les arenas entre un 7 i un 19%. La mitjana de la mida de gra correspon a la fracció dels llims molt gruixuts i la mediana presenta una mitjana de 19,7 µm (llims gruixuts). La mineralogia (Taula 2) està clarament dominada pels carbonats, amb valors de la calcita que van de 67 a 79% (amb percentatges lleugers

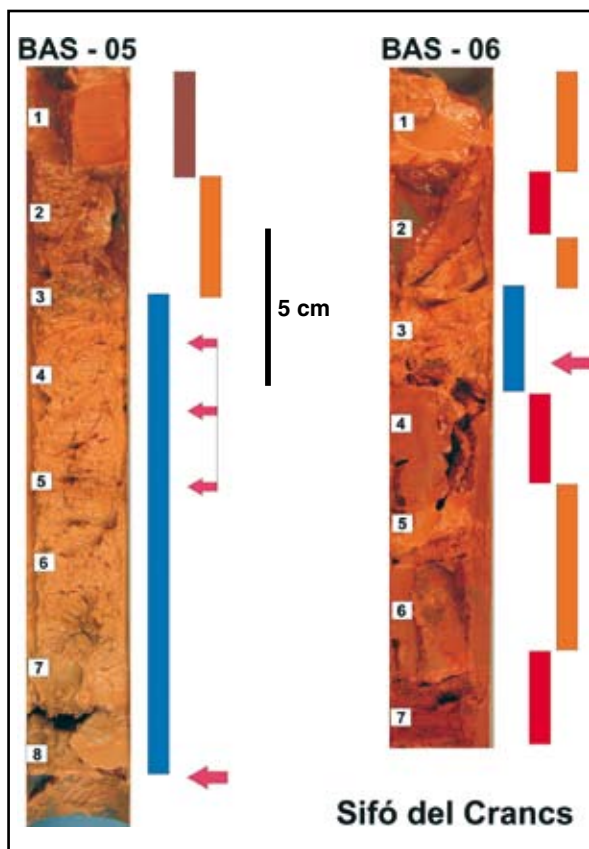


Figura 6: Sondatges obtinguts al sífo dels Crancs a la cova d'en Bassol. Vegeu-ne la localització a la Fig. 1 i llegenda a la Fig. 4.

Figure 6: Cores of sedimentary infilling in Sífo dels Crancs at Cova d'en Bassol. See location on Fig. 1 and legend on Fig. 4.

rament superiors de calcita magnesiàna que calcita amb baix contingut en magnesi), l'aragonita amb una mitjana al voltant del 4,5% i amb proporcions molt variables de dolomita que van des de 0 fins a quasi un 5%. El quars oscil·la entre el 10,4 i el 15,7% i els feldspats oscil·len al voltant del 2,5%. El contingut en argiles (il·lita i caolinita) és molt escadusser amb mitjanes que rarament superen el 2%, i que està dominat per la il·lita amb valors que poden arribar al 6,5%.

La sedimentació reflectida en aquest sondatge ve marcada en la part basal per l'acumulació de restes granulars carbonatats procedents de la meteorització de les parets. També la presència de l'aragonita, implica, probablement, un punt de contacte i obertura per la banda marina, fet que hauria permès l'entrada de sediment, probablement d'origen eòlic en algun moment del seu desenvolupament. Al sostre, el sondatge incrementa de forma gradual la proporció dels elements silícics procedents de l'exterior fins a fer-se predominants. El registre del sondatge marca doncs la forta influència de les aportacions exteriors caracteritzant la mescla de materials fins procedents de l'exterior amb la pròpia sedimentació autogènica.

Un resum global de les característiques tant de contingut en matèria orgànica com dels paràmetres granulomètrics així com de la mineralogia del sondatge es pot observar a les Taules 3, 4 i 5.

## Sondatge BAS 06

A la zona negada més propera a l'esfondrament que dona lloc a l'entrada de la cavitat en el sífo dels Crancs (Fig. 1) s'ha realitzat aquest sondatge que presenta una potència propera als 23,5 cm (Fig. 6). Es tracta d'una acumulació sedimentària molt variable en la vertical i en la que alternen nivells mai superiors als 5 cm de potència més arenosos amb coloracions vermelles groguenques (5YR5/8) amb nivells de composició més fina de tonalitats més vermelles obscures (2,5YR4/8), amb algunes gradacions amb nivells no sempre clarament marcats per contactes nets i que indiquen una clara predominança de les fàcies de mescla.

En aquest sentit poden diferenciar com a membres extrems, per una banda la fàcies més arenosa que vendria representada per la mostra BAS06-03, la qual presenta els continguts mitjans més baixos de matèria orgànica (6%). La seva textura, més arenosa, li dona el contingut superior al 41% de la fracció arena, amb uns percentatges de llims lleugerament majors del 46%

i d'argiles superiors al 12%. La mitjana de la mida de gra cau dins de la fracció de les arenos molt fines amb un valor de la mediana ( $D_{50}$ ) de 36  $\mu\text{m}$  (llims molt gruixuts) i amb un grau de classificació regular. La mineralogia d'aquests nivells està dominada pels carbonats (Taula 2) amb més d'un 92% de calcita amb baix contingut de magnesi, els quars hi és present amb poc més del 7% i tan sols hi ha indicis de minerals de les argiles. A l'altre extrem de les fàcies trobaríem les fàcies fines vermellores que se caracteritzen per uns continguts en matèria orgànica inferiors entre un 6 i un 8% i per una textura clarament dominada pels fins, amb uns valors mitjans de la fracció dels llims entre 69 a 78% segons les mostres i uns percentatges de la fracció argila, els més elevats de totes les fàcies presents, que oscil·la entre un mínim de 20,3% i un màxim de 24,6%. La proporció d'arenos rarament supera el 8%. La mitjana de la mida de gra està entre llims mitjans i llims gruixuts essent la mediana de 6,2  $\mu\text{m}$  (llims fins). Els components mineralògics estan dominats pel quars (Taula 2) amb valors que van de 61,2 fins a 71,6%. Els feldspats poden arribar a re-

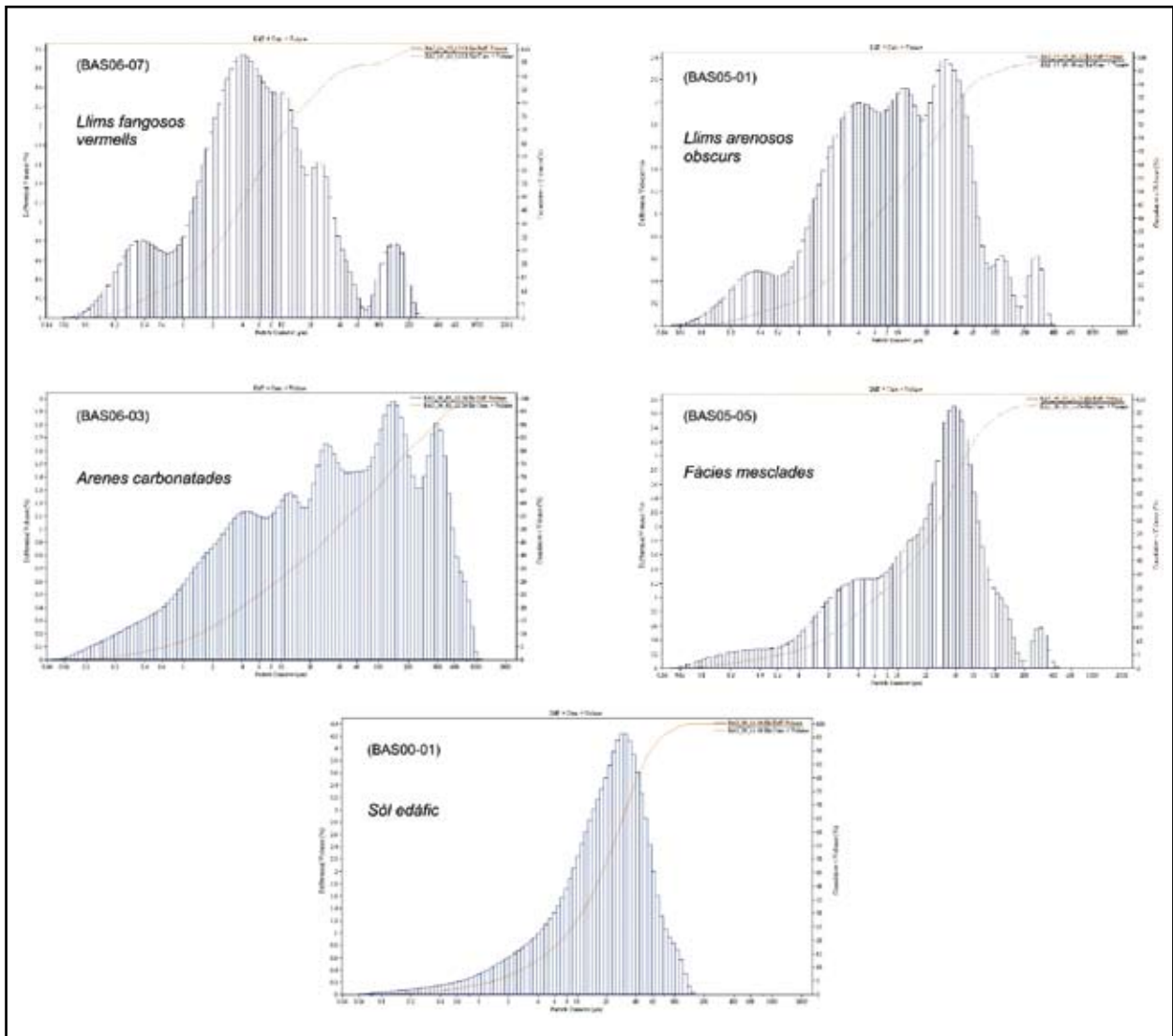


Figura 7: Resum de les característiques texturals de les principals fàcies presents a la cova d'en Bassol.

Figure 7: Grain-size overview of the main facies present at Cova d'en Bassol.

presentar poc més del 9% i les argiles de poc més del 10% fins a un 18% amb quasi doble percentatge de la il·lita per sobre de la caolinita. Els percentatges de carbonats van de un 9 a un 15%, amb presència també de dolomita en alguna mostra (fins a un 6,2%).

Entre aquests dos membres que podríem considerar extrems tenim les fàcies amb composició i textura

intermèdia. En aquest cas, les mostres que podem considerar mesclades contenen valors mitjans de matèria orgànica superior al 10% i la seva textura està dominada pels fins, amb valors de la fracció llims superiors al 73% i d'argiles que oscil·len entre un 15 i un 19%, les arenas presenten valors entre el 7 i el 14%. La mitjana de la mida de gra cau dins de la fracció dels llims gruixuts

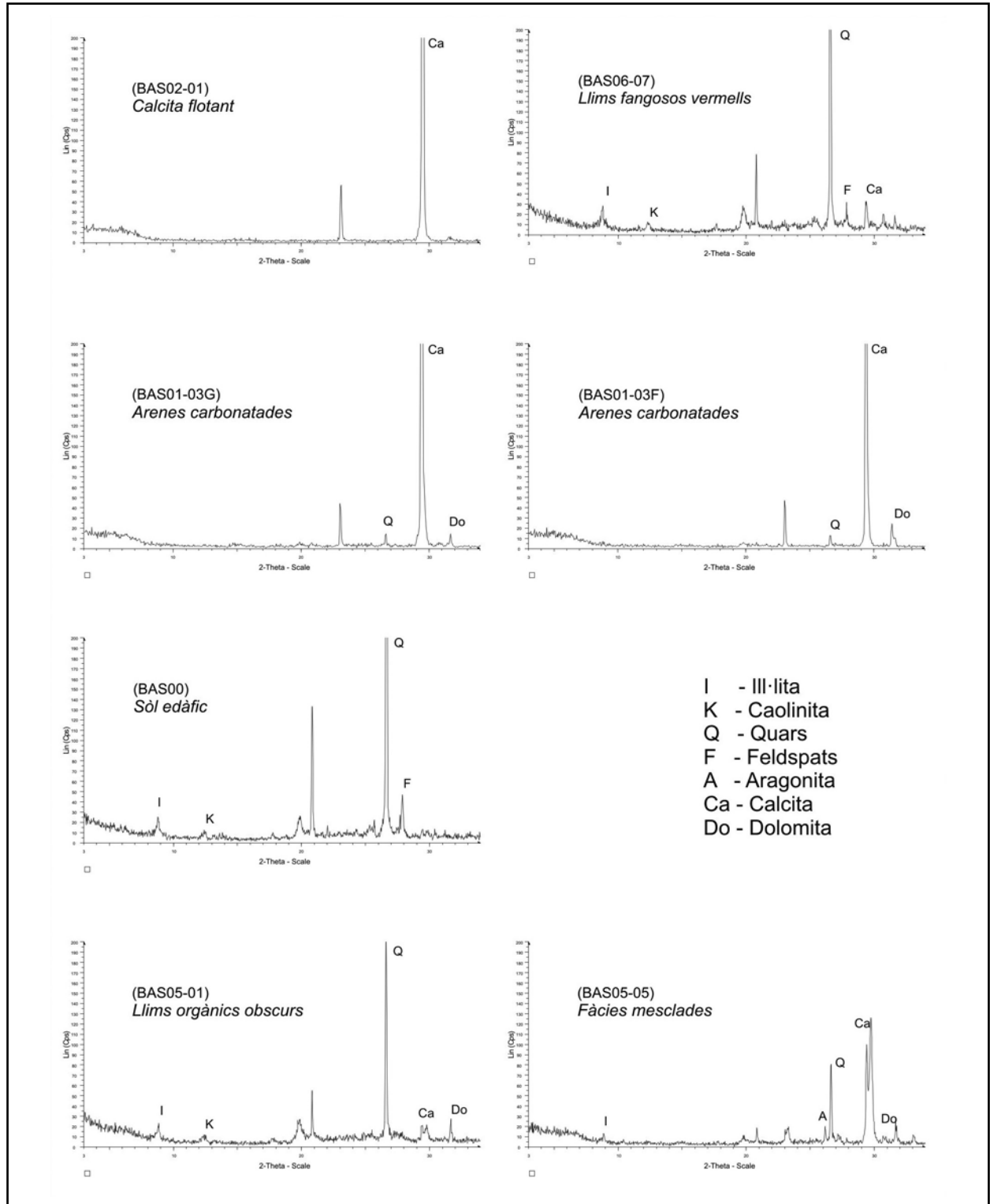


Figura 8: Resum de les característiques de la composició mineralògica de les principals fàcies presents a la cova d'en Bassol.

Figure 8: Mineralogical composition overview of the main facies present at Cova d'en Bassol.

amb uns valors de la mediana segons les mostres que oscil·la entre 10,6 i 12,8 µm. El grau de classificació és dolent. Mineralògicament són fàcies silícico-carbonatades, amb valors mitjans de calcita lleugerament superiors al 52% de mitjana (amb valors similars de contingut en calcita amb baix i alt contingut de magnesi), i abundant quars que dóna valors entre el 33,6 i el 37,8%. Els feldspats hi poden ser presents amb percentatges que poden superar el 3%, i les argiles que van de un 6 i un 15% amb lleuger predomini de la il·lita per sobre de la caolinita.

L'acumulació sedimentària d'aquest sondatge indica una forta influència dels processos sedimentaris al·logènics, amb esporàdiques aportacions de materials silícics fins procedents de l'escorrentia superficial i que entren a la cavitat pels punts de major debilitat estructural i que arribarien a les parts més distals de la cavitat on decantaria superposant-se a la que podem considerar sedimentació autogènica de la cavitat. En aquest cas aquesta estaria dominada per la disgregació granular de les calcarenites de les parets per la meteorització diferencial induïda per la presència de la zona de mescla (haloclines). El predomini d'un o altre procés marca la variabilitat de fàcies observada al sondatge.

Les característiques tant de contingut en matèria orgànica com dels paràmetres granulomètrics així com de la mineralogia globals del sondatge es poden observar resumides a les Taules 3, 4 i 5.

### La sedimentació al Sifó dels Crancs

La sedimentació en aquest sector oriental de la cova d'en Bassol és, especialment, el clar reflex de la conjunció dels processos de sedimentació autogènics i al·logènics que poden afectar a les cavitats en zona de mescla de les zones litorals.

Per una banda la presència d'haloclines afavoreix la corrosió de les parets de la cavitat produint, com ja hem comentat amb anterioritat, una meteorització selectiva que amolla grans de la roca calcarenítica miocena que es van acumulant en el fons. L'obertura parcial per esfondrament de la cavitat, permet l'entrada de materials fins aportats per l'escorrentia superficial dins la cavitat mesclant-se amb els dipòsits autòctons que mostren en aquest cas un clar i fort gradient en la composició mineralògica des de l'entrada fins a les parts més internes de la cavitat. En el cas del sifó dels Crancs, l'aportació externa l'hem de considerar força important.

## Discussió i conclusions

El trespol de la cova d'en Bassol està recobert, localment, per una sedimentació variable fangosa o arenosa resultat dels processos sedimentaris implicats en la seva acumulació. A grans trets s'hi diferencien sediments ver-

mells fangosos (principalment silicoclàstics) que poden considerar al·lòctons, i per un altre banda arenos i arenos fangoses carbonatades groguenques considerades autòctones. Mescles d'ambdós tipus són molt freqüents, trobant-se en diferents proporcions. A la vegada els processos mecànics d'esfondrament proporcionen de forma puntual la formació i acumulació de blocs i graves que són recoberts per les fàcies més fines

Les característiques morfològiques de la cavitat juntament amb els processos d'esfondrament condicionen en primera persona tant el tipus com, molt especialment, la potència dels sediments acumulats i la seva distribució. Els processos hidrològics, geoquímics i mecànics controlen finalment les característiques texturals i mineralògiques dels sediments.

Seguint la classificació de fàcies sedimentàries proposades per FORNÓS *et al.*, (in press) per a les zones de mescla en zones costaneres a part dels que podríem denominar dipòsits grollers (corresponents a fàcies d'entrada i blocs de trencament) que no han estat objecte d'estudi, trobem per una banda (Fig. 7 i 8) els dipòsits carbonatats amb dues fàcies força diferenciades: a) acumulacions de calcita flotant lligades a la presència de llacs amb cambra d'aire i, b) arenos carbonatades procedents de la corrosió físico-química de les parets de la cavitat relacionada amb la zona de mescla d'aigües meteòriques i marines; per altra banda, tindriem els dipòsits de materials clàstics fins aportats per la infiltració des de la superfície després del rentat superficial i arrossegament de part del sòl, que arribaria a les zones negades i que s'acumularia per decantació d'acord al seu gradient granulomètric a l'interior de les sales de la cavitat formant la característica fàcies de llims orgànics obscurs. Els materials més fins al·lòctons arribarien per decantació fins a les parts més internes donant la típica fàcies de llims fangosos vermells. La interacció entre els diferents processos dóna lloc a la formació de fàcies mesclades en molt diverses proporcions entre les anteriorment descrites.

La diferència en la sedimentació entre el sifó dels Somnis i el sifó dels Crancs és força clara. La influència al·lòctona externa amb l'entrada de material silícic provinent de l'erosió del sòl i posterior arrossegament per l'escorrentia d'infiltració cap a l'interior de la cova d'en Bassol, es fa evident que està clarament esbiaixada cap al sifó dels Crancs, on hi predomina de forma clara la sedimentació fina i silícica amb un fort gradient negatiu cap a les parts més internes de la cavitat, on puntualment i al llarg de la seva evolució geomorfològica hi ha hagut l'entrada de material arenós, probablement d'origen eòlic (i/o marí) en alguna obertura propera a la mar. En aquest sifó la generalitat de les fàcies són clarament dominades per les mescles silícico-carbonatades. Per contra al sector del sifó dels Somnis, aquesta influència de la sedimentació terrígena és molt feble i arriba a ser pràcticament nul·la a les parts més occidentals del sifó, on a més la presència de llac amb cambra d'aire, propicia la precipitació de làmines de calcita flotant a la seva superfície i dóna lloc a acumulacions més o menys importants al trespol.

## Agraïments

El present treball és una contribució al projecte de recerca finançat pel *Ministerio de Ciencia e Innovación* - FEDER, CGL2006-11242-C03-01/BTE. Aquest treball s'ha pogut dur a terme en estar finançat parcialment gràcies al projecte de la Fundació "SA NOSTRA", Caixa de Balears, dins la convocatòria d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2006. Volem agrair al Sr. Andreu Ramis, al Sr. Tomeu Tomàs i a la Sra. Eva Villalonga de la Fundació "SA NOSTRA", Caixa de Balears les seves atencions i bones disposicions.

A Ferran Hierro i Joan Cifre dels Serveis Científic-Tècnics de la Universitat de les Illes Balears l'ajuda en l'anàlisi de les mostres de sediment i a Montse Guart del Departament d'Estratigrafia de la Universitat de Barcelona.

Al Sr. Antoni Hernández i la seva família, propietaris del terreny on s'obre l'entrada de la cova d'en Bassol, per les facilitats que ens han donat per accedir-hi. Al fotògraf Pedro Gracia per documentar fotogràficament el sífó des Somnis (zona subaquàtica). Als companys espeleòlegs que van col·laborar amb nosaltres per poder dur a bon terme la topografia de la cavitat, especialment a Peter Watkinson i Tòfol Monserrat.

## Bibliografia

- AOKI, S.; OINUMA, K. i SUDO, T. (1974): The distribution of clay minerals in the recent sediments of the Japan Sea. *Deep-Sea Research*, 21: 299-310.
- FORNÓS, J.J.; GINÉS, J. i GRÀCIA, F. (submitted). Present-day sedimentary facies into the coastal karst caves of Mallorca Island (Western Mediterranean). *Journal of Caves and Karst Studies*, submitted.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; TRIAS, M.; GINÉS, A. I SANTANDREU, G. (2007): Els fenòmens endocàrstics de la zona de Ca n'Olesa: la cova de s'Ònix i altres cavitats veïnes (Manacor, Mallorca). *Endins*, 31: 5-30.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. i WATKINSON, P. (1998): La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 22: 5-18.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME D. i FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata-Pont-Piqueta (Manacor, Mallorca): Geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME D.; FORNÓS, J.J.; URIZ, M.J.; MARTIN, D.; GIL, J.; GRACIA, P.; FEBRER, M. i PONS, G. (2005): La cova des Coll (Felanitx, Mallorca): Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; CLAMOR, B.; FEBRER, M. i GAMUNDÍ, P. (2007): La cova de sa Gleda I. Sector Clàssic, Sector de Ponent i Sector Cinc-cents. (Manacor, Mallorca): Geomorfologia, espeleogènesi, sedimentologia i hidrologia. *Endins*, 31: 43-96.
- GRÀCIA, F.; JAUME D.; RAMIS, D.; FORNÓS, J.J.; BOVER, P.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A. i VADELL, M. (2003): Les coves de cala Anguila (Manacor, Mallorca). II: La Cova Genovesa o Cova d'en Bessó. Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna, paleontologia, arqueologia i conservació. *Endins*, 25: 43-86.
- HARDY, R. i TUCKER, M. (1988): X-ray powder diffraction of sediments. In: Tucker, M. ed. *Techniques in sedimentology*. Blackwell. Pàgs: 191-228.

