

LES DESCOBERTES SUBQUÀTIQUES A LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor, Mallorca): HISTÒRIA I DESCRIPCIÓ DELS DESCOBRIMENTS, HIDROLOGIA, ESPELEOTEMES, SEDIMENTS, PALEONTOLOGIA I FAUNA

per Francesc GRÀCIA ^{1,2}, Joan J. FORNÓS ², Pere GAMUNDÍ ¹, Bernat CLAMOR ¹,
Jaume POCOVÍ ¹ i Miquel Àngel PERELLÓ ³

Resum

El desenvolupament topografiat actual de la cova és de 62.066 m i l'actual recorregut subaquàtic de la cavitat és de 10.200 m, fet que suposa que estigui inclosa entre una de les més importants de l'Estat Espanyol i d'Europa. Les aigües freàtiques de la cova des Pas de Vallgornera presenten hidrològicament un perfil estratificat, amb 3 capes de salinitat diferent. A les zones submergides estudiades, la presència de zones de la cova que es desenvolupen dins les fàcies de front d'escull (molt poroses) i d'altres zones que travessen les fàcies de lagoon extern (molt uniformes i estratificades i amb poca porositat) condicionen la diferent distribució dels espeleotemes. Els dipòsits sedimentaris de granulometria fina de les zones sotaiguades de la cova des Pas de Vallgornera són molt poc importants des del punt de vista volumètric i són de característiques molt peculiars si es comparen amb els que es troben a altres cavitats litorals de Mallorca. Així i tot són importants i característiques algunes acumulacions i estructures sedimentàries que es donen a una part de les galeries sotaiguades, com són els caramulls allargats, les vermiculacions dendrítiques i l'existència de sediments amb presència de manganès que se suposa que estan associats a fenòmens d'hidrotermalisme. Des del punt de vista faunístic s'han trobat 3 espècies de crustacis estigobionts, 2 de les quals són endèmiques.

Abstract

Up to now, the surveyed development of Cova des Pas de Vallgornera totalizes 62.066 m including 10,200 m of underwater extensions; these figures situate this locality among the most important submerged cave systems known in Spain or even in Europe. The phreatic waters of this cave present a well-stratified hydrological profile, comprising 3 layers of different salinities. In the explored underwater passages, the zones of the cave developed within the Upper Miocene reef-front facies (very porous) and those developed in the outer lagoon facies (more massive and less porous) show a quite diverse speleothems distribution that is controlled by the mentioned lithological differences. The fine-grained sediments in the underwater passages of Cova des Pas de Vallgornera are not very important from the volumetric point of view, but they present peculiar characteristics if compared with the sedimentation existing in other littoral caves of Mallorca. In this respect, some sedimentary structures found in the submerged galleries of the cave are remarkable, embracing elongated sediment accumulations near the cave-walls, abundant dendritic vermiculations as well as Manganese-rich deposits presumably related to hydrothermal phenomena. From the faunistic point of view, 3 stygobiont crustacean species have been collected till to now, 2 of them being endemic.

Introducció

La cova des Pas de Vallgornera està situada a la marina de Llucmajor, a la urbanització de Vallgornera. L'entrada artificial es localitza a 22 m sobre el nivell del mar a una distància aproximada a la mar de 400 m, amb coordenades UTM (ED-50): 489205 / 4357710. La cavitat és un Lloc d'Interès Comunitari (LICs), amb

el còdi ES5310049, conforme als criteris generals establerts per el Consell d'Europa, a la convenció de Berna sobre la conservació dels hàbitats naturals. La cavitat representa un exponent paradigmàtic de la diversitat d'hàbitats subterranis existents en el sud i llevant de Mallorca. A més de les consideracions ecològiques que varen sustentar aleshores la seva proposta com a LIC, l'interès geològic i geomorfològic d'aquest fenomen hipogeu és molt remarcable, sobretot pel que fa a l'estudi de l'endocarsificació dins els materials calcaris del Miocè superior de l'illa (GINÉS *et al.*, 2008a).

1 Grup Nord de Mallorca (GNM). Pollença.
email: xescgracia@yahoo.es

2 Dept. Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears (UIB).
email: joan.fornos@uib.cat

3 Grup Espeleològic de Llubi (GELL).



Figura 1: Bussos del CAS TRITON a l'antiga porta d'entrada a la cavitat l'any 1991. D'esquerra a dreta: Toni Felani, Anibal Alonso i Marga Sastre. (Foto J. Serra).

Figure 1: Divers from CAS TRITON at the ancient entrance gate to the cave, in 1991. From left to right: Antonio Felani, Anibal Alonso i Aina Escarrer. (Photo J. Serra).

La cova es va descobrir l'any 1968 de forma casual en excavar-se la fosa sèptica d'un hotel avui en dia en estat ruïnós. Es tracta d'una successió de sales d'esfondrament (sector Antic) que assoleixen el nivell freàtic i que a finals de 1993 suposaven menys de 2 km de recorregut. Aquestes sales comuniquen amb un espectacular conjunt de galeries i passatges aquàtics (sector Noves Extensions), descobertes l'any 1994 per en Miquel Àngel Barceló i en Pere Riera. Aleshores la cavitat passà a tenir 6.435 m. En un d'aquests àmbits, després d'anys de recerca de possibles continuacions seguint el rastre dels corrents d'aire, l'any 2004 s'efectua la troballa de noves galeries i sales per part d'en Guillem Mulet, Antoni Mulet i Antoni Merino. Posteriorment s'afegeixen als equips d'exploració i topografia a més del Grup Espeleològic de Llubí, el Grup Espeleològic Voltors i el Grup Nord de Mallorca, aquest darrer s'encarrega de l'estudi de les zones sotaiguades de la cavitat. Actualment, la cova s'estructura en els següents sectors: sector Antic, sector Noves Extensions, sector de les Grans Sales, sector de Gregal, sector Subaquàtic de Gregal, sector Tragus, sector Nord, Sector F (laberint superior) i sector del Clypeaster. El recorregut actual és de 62.066 m a data d'avui i encara està en fase d'exploració. Actualment representa la setena cova de més recorregut de l'Estat Espanyol (la primera com a cavitat litoral) i la segona cavitat amb més recorregut subaquàtic d'Europa.

La cavitat, segons GINÉS *et al.* (2008b; 2009b) s'obre dins del complex d'Esculls del Miocè superior, observant-se al llarg del seu desenvolupament les diferents fàcies que corresponen als subambients deposicionals que el caracteritzen. Ja des de l'entrada de la cavitat i comprnent la major part del sector Antic, sector de les Grans Sales i sector del Clypeaster hi afloren les fàcies del front coral·lí, on són presents per tot arreu les bioconstruccions de coralls buidats pels mecanismes de dissolució preferencial. Estan integrades per calcàries i calcarenites de color blanc molt ben cimentades. Els materials tenen gran porositat de tipus primari i també de tipus motlle. En contraposició, les grans galeries i zones laberíntiques adjacents, corresponents als sectors

interns de la cavitat (sector del Tragus, sector Nord, sector de Gregal) es desenvolupen dins la fàcies de lagoon extern del Complex d'Esculls. Aquí els materials calcaris són de caràcter bastant massiu i uniforme i presenten una baixa permeabilitat però mostren una fracturació regularment espaiada, en la que predominen les direccions SW-NE. Aquestes llargues galeries mostren també morfologies de col·lapse que, en ocasions, determinen importants eixamplaments relacionats amb la presència de construccions coral·lines aïllades (*patch reefs*) distribuïdes dins del conjunt del lagoon extern. El final de les grans galeries que integren el sector Tragus, sector de Gregal i sector Subaquàtic de Gregal semblen correspondre amb un altre canvi litològic, concretament amb la presència dels dipòsits atribuïbles a les fàcies de lagoon intern del Complex d'Esculls. En aquestes parts terminals el rocam perd el caràcter massiu que ha presentat tot al llarg d'aquests importants passatges, mostrant una disposició de materials més calcisilícics, de potència entre decimètrica i mètrica i ben estratificats (GINÉS *et al.*, 2008b; 2009b).

Les tasques d'exploració i documentació sota l'aigua s'han pogut realitzar en una primera fase d'estudi gràcies al projecte d'investigació sufragat per l'Obra Social de "SA NOSTRA", dins la convocatòria d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2008.

Història de les Exploracions Subaquàtiques

En aquest apartat ens centrarem de forma exclusiva en la història dels descobriments efectuats mitjançant tècniques d'espeleologia subaquàtica. Les descobertes realitzades a les zones aèries, ja han estat profusament detallades a COLLIGNON, 1982; MERINO, 1993, 2000, 2002, 2006, 2007a, 2007b, 2008; MULET, 2006; MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009; GINÉS *et al.*, 2008b, 2009a, 2009b. A la història que passam a relatar breu-

Figura 2: Primeres immersions de membres del CAS TRITON (Toni Felani i Juan Pablo Pradillo) al sector Antic equipats amb monotanc. (Foto J. Serra).

Figure 2: Early immersions of some CAS TRITON divers (Toni Felani i Juan Pablo Pradillo), equipped with mono-cylinders, in the Sector Antic. (Photo J. Serra).



Figura 3: Adolfo Triay i Ana M^a Abril, a una immersió efectuada a la cova l'any 1992. Crida l'atenció la gran llanterna col·locada mitjançant brides al casc. (Foto J. Serra).

Figure 3: Adolfo Triay and Ana M^a Abril, photographed during an immersion in the cave the year 1992. It is quite remarkable the big light fixed to the helmet. (Photo J. Serra).



ment, tampoc no hi hem inclòs totes aquelles immersions efectuades al sector Antic per diferents grups estatals i estrangers que no han aportat novetats significatives en el coneixement de la cavitat.

1991 - 1992 - Els bussos del CAS Triton, assabentats i induïts per en Miquel Salom de l'ANEM, realitzen les primeres immersions d'exploració i topografia de les galeries inundades del Sector Antic. Són bussejadors d'aigües obertes, amb poca experiència en cavitats inundades. En declaracions verbals efectuades per un dels bussos pioners, en Jaume Serra, afirma que els espeleòlegs belgues del *Groupe Spéléo Namur-Ciney*, que els precediren no varen instal·lar cap fil-guia sota les aigües, endemés de no fer constar a la topografia publicada (COLLIGNON, 1982) cap zona subaquàtica, per la qual cosa són els bussos del CAS Triton els que inicien el coneixement d'aquesta part de la cavitat, al llarg dels anys 1991 i 1992 (Fig. 1, 2 i 3). Sembla que els belgues únicament feren feines d'espeleologia aèria. Els bussos que participen a les tasques d'espeleobusseig són:

Adolfo Triay, Jaume Serra, Carlos Huerta, Patricio Anguera, Aníbal Alonso i José Guindos (MERINO, 1993). Les tècniques i el material que entren són monotancs portats a l'esquena sense armilla hidrostàtica per facilitar la progressió per galeries i passos angostos, llanternes dutes a la mà o fermades al casc i vestimentes de goma. Exploren principalment dues branques, el sector Occidental, d'uns 250 m de longitud i direcció predominant NE i el sector Oriental que s'atura en una ampla zona molt decorada, als 70 m de distància respecte al llac d'entrada. La topografia realitzada per ells es publica de forma separada a la topografia de la resta de la cavitat a MERINO (1993). El recorregut total subaquàtic, incloent-hi altres ramificacions, és d'uns 600 m. El desenvolupament total de la cavitat és de 2.000 m.

1995 - 1996 - Miquel Àngel Barceló, descobridor juntament amb en Pere Riera de les Noves Extensions, l'any 1994, proposa fer l'exploració de les zones subaquàtiques a Xisco Gràcia, del GNM. Al llarg de quatre dies de finals del 95 i començament del 96, es revisen



Figura 4: El llac de na Gemma (sector Noves Extensions), descobert l'any 1994. (Foto M.A. Perelló).

Figure 4: The Llac de na Gemma pool (Sector Noves Extensions), discovered in 1994. (Photo M.A. Perelló).

les Noves Extensions, mentre es prenen imatges subaquàtiques per a la realització de la pel·lícula "El Laberint Subterrani", dirigida per Paco Alburquerque i que obtindria el premi al Millor Film d'Exploració al Festival Internacional de Cinema Espeleològic Spéleovision 2000, de La Chapelle-en-Vercors. El llac de na Gemma i el laberint Inferior són les zones a on es fan més indagacions, amb resultats molt pobres (Fig. 4). El desenvolupament total de la cavitat és en aquests moments de 6.435 m (MERINO, 2000).

1997 - El GNM explora en dos dies un llac de la zona SW de la sala de les Arrels (sector Antic) i apareixen continuacions que, de forma paral·lela a la pista Americana, connecten amb la sala Max. Uns 400 m de guies instal·lades i encara no topografiades. Els bussos són Bernat Clamor, Xisco Gràcia i Peter Watkinson.

2001 - El GNM revisa el sector Antic en tres sessions d'immersió. S'agafen les poligonals de la branca oriental del sector Antic, aprofitant les guies originals que tenen els números marcats en bon estat. El final de la guia instal·lada pels bussos del CAS Triton l'any 1991, a 70 m del llac d'entrada, està fermat a una estalagmita i sembla que més enllà, darrera les formacions que oculten el pas, la galeria prossegueix. Sorprenentment, sense trencar massa estalactites resulta molt fàcil continuar endavant per una zona bellament decorada i d'aigües d'una gran netedat, encara que la visibilitat es veu afectada en remenar l'haloclina. La galeria continua, després d'una

dràstica reducció de les seves dimensions, per un espaiós àmbit on les morfologies de corrosió constitueixen la principal característica. Després condueix a una sala molt espaiosa i farcida d'estalagmites i estalactites fistuloses que pegen del sostre. Una vegada superada la barrera, la sala perd fondària i segueix, amb aire al sostre, per una galeria que condueix fins a un esfondrament recobert de colades que barren el pas dins l'aigua. Es veuen possibilitats de continuació, però com cal sortir de l'aigua es decideix deixar-ho per més endavant. Desconeixen que, a pocs metres de l'obstacle que obliga a sortir de l'aigua, es troba la sala Que No Té Nom, que serà descoberta pels espeleòlegs terrestres 3 anys més tard, accedint des de la sala de na Bàrbara. Tanmateix han descobert la connexió directa entre la platja des Fòssils (llac d'entrada) i la sala Que No Té Nom que serà molt útil per transportar el material a zones més allunyades. També es revisen alguns petits llacs de la Pista Americana. Els bussos són Bernat Clamor, Juanjo Lavergne i Xisco Gràcia, tots pertanyen al GNM.

2007 - Un grup de bussos de la península, encapçalats per en Miguel Romans i guiats i ajudats per espeleòlegs locals, al llarg d'una visita, transporten tot l'equipament a través del llac de na Gemma fins al llac Quadrat, a on exploren més de 200 m de galeries del sector de les Grans Sales. També, en un altre viatge a la cavitat, exploren uns 200 m a la galeria *Stargate*, passada la galeria dels Espeleotemes. D'ambdues ocasions no consten dades topogràfiques que documentin

els resultats aconseguits. Els membres del GNM reprenen les exploracions a diferents zones de la cavitat al llarg de 14 dies i exploren més de 2.500 m. Els resultats són grans penetracions al sector de les Grans Sales, on troben també trams de galeries aquàtiques aèries. Al nord del llac Quadrat, descobreixen l'inici de la galeria Miquel Àngel Barceló, travessen la galeria del Quilòmetre i prossegueixen més enllà. En resum, més de 450 m explorats en una sola jornada. La primera immersió es realitza només amb 2 bombones de 6 l, amb la qual cosa ja es veu que les dimensions són molt majors de l'esperat i caldrà incrementar la capacitat dels tancs per poder fer-hi feina. A cada nova jornada d'exploració es transporten tancs de més volum i també en major nombre. S'acaba l'exploració de la galeria Miquel Àngel Barceló i algunes galeries laterals que parteixen d'aquesta. També es descobreix la galeria Grup Nord de Mallorca. S'explora una galeria lateral a l'oest de la galeria Miquel Àngel Barceló, que connecta amb la plaça de Toros, zona aèria de la cavitat. La topografia de les zones explorades no es deixa de banda i es va fent al mateix ritme que les noves exploracions. El desenvolupament total a finals d'any és de 47.000 m. Els bussos són Bernat Clamor, Pere Gamundí, Mateu Febrer i Francesc Gràcia, tots pertanyen al GNM.

2008 - Al llarg de 24 dies d'immersions es prossegueix amb les tasques de topografia i s'exploren 4.082 m de noves galeries (total subaquàtic 6.582). Com a principals fites aconseguides es descobreix la sala de la Fadrina Vella, la galeria Endavant les Atxes (que connecta amb la sala Joan Max), la galeria i sala Jaume Damians, les galeries de l'Extremunció, la galeria Collonuda Nord, la galeria Collonuda Sud, la galeria Hidrotermal i continuen les exploracions en el sector de les Grans Sales. El recorregut de la cavitat ja arriba als 55.736 m. Els bussos són Bernat Clamor, Pere Gamundí, Mateu Febrer i Francesc Gràcia, tots pertanyen al GNM.

2009 - S'han fet tasques exploratòries, topogràfiques i de documentació fotogràfica de la cavitat al llarg de 32 dies. El total explorat ha estat d'uns 700 m, ja que s'ha dedicat la major part dels esforços a la realització de tasques topogràfiques i a la realització de fotografies i recollida de mostres. Els bussos del GNM són Pere Gamundí, Bernat Clamor, Francesc Gràcia i Jaume Pocoví. S'han incorporat a les tasques de topografia i exploració del sector Antic els bussos del GELL Miquel Àngel Perelló, Miquel Vives i Carlos Bernat.

En resum, des del punt de vista exploratori, en total s'ha aconseguit l'exploració i topografia de 10.200 m de galeries sotaiguades al llarg de 79 dies d'ençà de l'any 1995. Tanmateix, han estat especialment els darrers tres anys, 2007, 2008 i 2009, els que han suposat el gruix de la feina feta fins ara pel GNM i ha tingut com a recompensa l'autèntica sorpresa de trobar la gran quantitat de galeries inundades i únicament practicables amb tècniques del busseig espeleològic. El total d'hores invertides sota l'aigua ha estat de 636, repartides al llarg de 139 immersions i la suma total dins la cavitat, entre transports terrestres i feines subaquàtiques, supera les 1.600 hores.

Aspectes tècnics

La poca fondària és un dels trets més característics del busseig a la cavitat, ja que habitualment la profunditat està entre 2 – 6 m, encara que la màxima s'assoleix als 10 m. Aquest fet facilita les tasques sota l'aigua, ja que el consum d'aire és menor en funció de la fondària. També l'absència de sediments és una altra bona aliada dels bussos. Només algunes poques galeries presenten sediments llimosos vermells de procedència al·lòctona. Els sediments carbonatats, de gènesi autòctona, són més habituals i es troben presents en molt poca quantitat de manera que no suposen grans distorsions de la visibilitat. La existència d'una haloclina que pertorba la visió és una particularitat del busseig a la cova des Pas de Vallgornera i dificulta especialment la presa d'imatges. De totes maneres, la visibilitat torna a recuperar-se al poc temps. Els grups de més de tres bussos no són recomanables, ja que els darrers de l'agrupació no veuen gairebé res per la distorsió causada pels que van al davant. És preferible separar-se en diversos grups per diferents zones o bé deixant un temps de marge entre ambdós perquè l'aigua recuperi la claredat.



Figura 5: Transport de material de busseig fins al llac que permet l'accés al sector Antic subaquàtic. (Foto M.A. Perelló).

Figure 5: Transportation of diving equipment to the pool that gives access to the underwater part of Sector Antic. (Photo M.A. Perelló).



Figura 6: Les cadenes humanes faciliten el transport de l'equipament d'immersió. (Foto M.A. Perelló).

Figure 6: The human-chains facilitate the transportation of diving equipment. (Photo M.A. Perelló).

Els tancs que s'han emprat s'han fet servir de forma diferent en funció de les necessitats exploratòries, ja que de cada cop les distàncies es feien més llunyanes. Al començament s'han fet servir 2 x 6 l, per passar després a 2 x 10 l, a 2 x 10 l + 2 x 6 l, a 2 x 10 l + 2 x 18 l. En algunes ocasions s'han emprat aparells de circuit tancat, però la poca fondària fa que no siguin massa operatius. El fet de constituir una xarxa molt laberíntica fa que sigui el principal perill la desorientació dins la cavitat, així com saber quin és el camí correcte per arribar al lloc adequat. Els temps de durada dels busseig és molt llarg, ja que les distàncies a les puntes del sector de Gregal superen els 1.728 m de distància lineal, des del llac Quadrat (des de l'entrada 2.275,5 m). El temps de permanència dins la cavitat a les puntes més allunyades superen les 12-14 h, per mor d'haver-se d'equipar i desequipar-se en dues ocasions en sentit d'entrada i el mateix de sortida i portejar l'equip de busseig fins a les zones d'immersió. Així, primer s'ha de davallar fins al llac, superar el primer sífó (sector Antic), posteriorment desequipar-se per travessar la sala Que No Té Nom fent diversos viatges de tancs i equipament i tornar-se a equipar després per envestir el sector de les Grans Sales o el sector Subaquàtic de Gregal (Figs. 5 i 6). En travessar el llac Quadrat, les segones immersions al darrer sector mencionat representen unes 3-6 hores de feines.

Descripció de la cavitat

Les zones descobertes sota l'aigua han suposat, per raons pràctiques, la divisió actual de la cavitat, des del punt de vista subaquàtic en tres sectors diferents (Fig. 7). El sector Antic, és la primera zona que es va bussejar parcialment l'any 1991 i coincideix amb el nom de la part terrestre antiga, ja que una part important de les galeries ja es coneixien de llavors ençà. Està separat dels altres dos sectors per la sala Que No Té Nom, per la qual cosa és necessari sortir de l'aigua per passar d'aquest sector als altres dos. El recorregut total actual és d'uns 600 m. Una vegada travessada la sala Que No Té Nom, el sector de les Grans Sales està situat a l'oest del llac Quadrat i posseeix 1.611 m de recorregut topografiat. Aquest sector està unit pel llac Quadrat amb l'anomenat sector Subaquàtic de Gregal, que és el de major importància des del punt de vista mètric, ja que suposa actualment 8.300 m de recorregut. No és necessari sortir de l'aigua per anar d'un sector a l'altre. La conjunció de totes aquestes tasques ha suposat incrementar en més de 10 km el desenvolupament topogràfic de la cova que totalitza en aquests moments els 62.066 m. Les actuals dades, amb 10.200 m subaquàtics situen la cova des Pas de Vallgornera gairebé a la par de la cova de sa Gleda, la major d'Europa i ja entra a formar part del llistat de principals cavitats sota l'aigua del món.

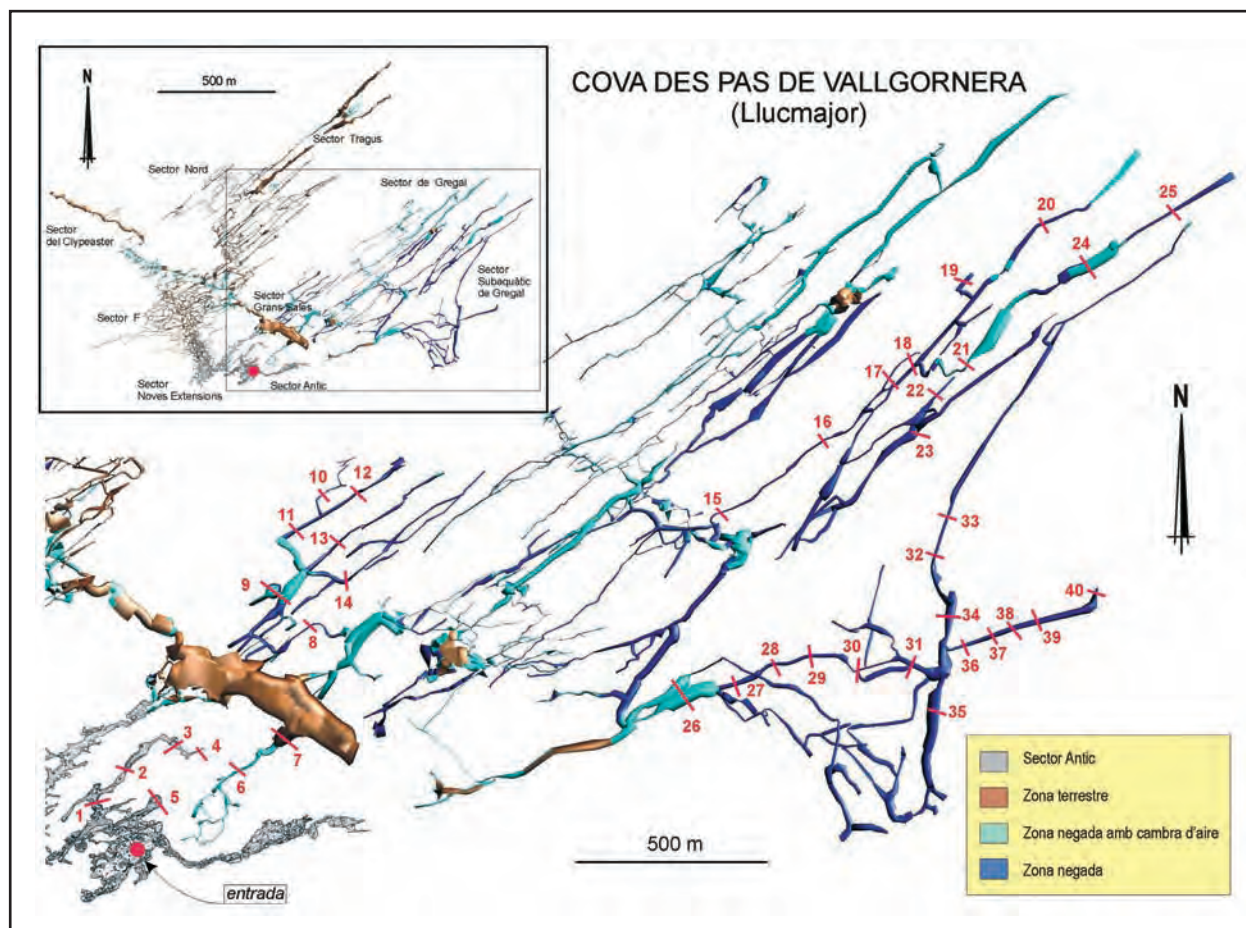


Figura 7: Localització de les seccions realitzades al mapa de la cavitat.

Figure 7: Location of the cross-sections on the cave survey.

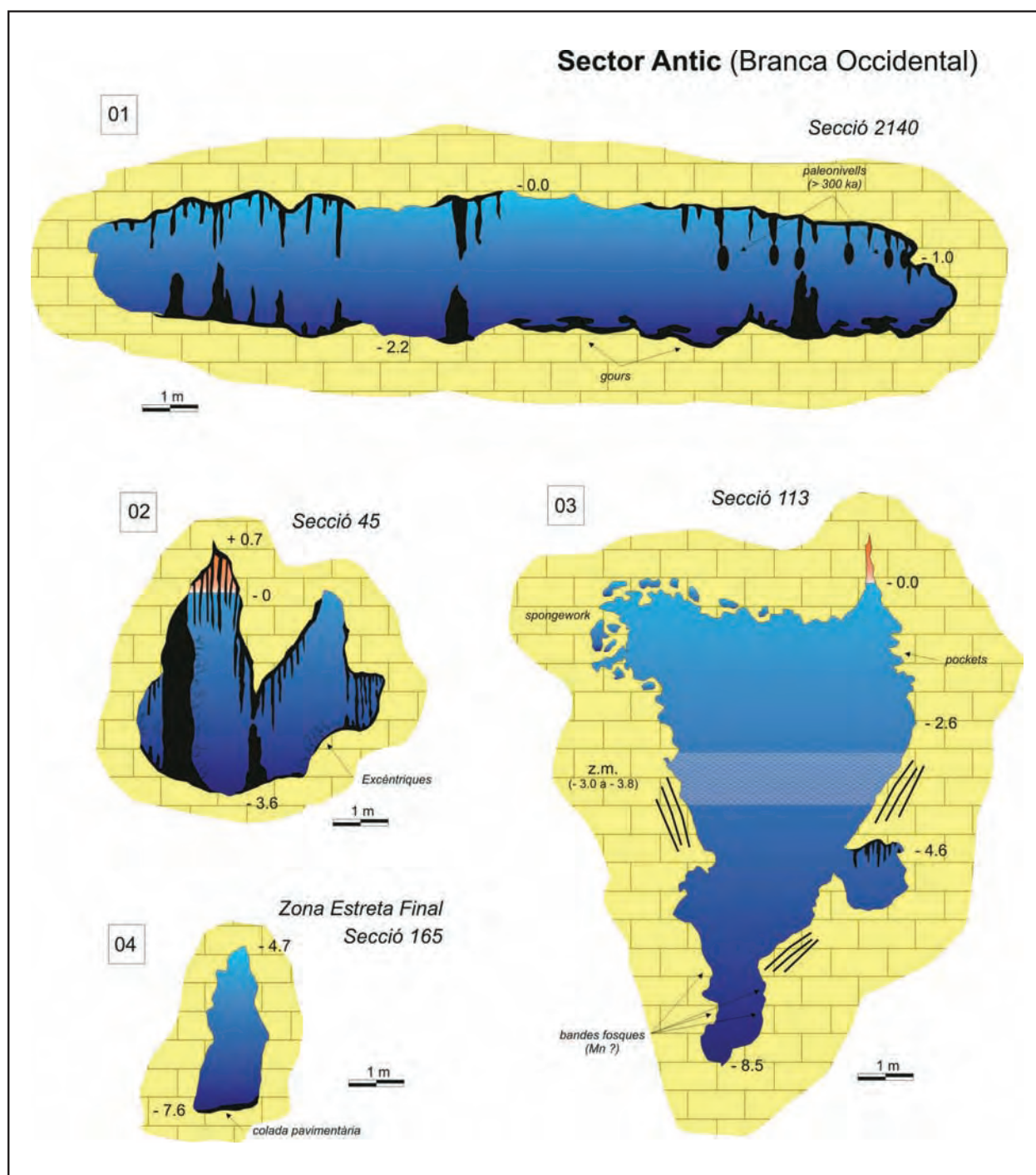


Figura 8: Seccions de la branca Occidental (sector Antic).

Figure 8: Cross-sections of the Occidental branch (Sector Antic).

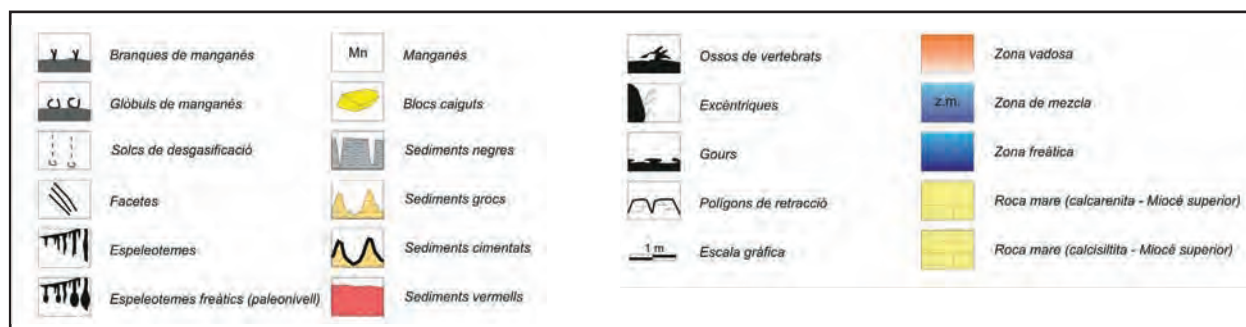


Figura 9: Llegenda utilitzada a les seccions.

Figure 9: Key of symbols used in the cross-sections.



Figura 10: Galeries de la branca Occidental (sector Antic). (Foto M.A. Perelló).

Figure 10: Passages in the Occidental branch (Sector Antic). (Photo M.A. Perelló).

SECTOR ANTIC

Per arribar al llac d'entrada s'ha de superar el sector Antic terrestre, per la qual cosa cal recórrer primer, carregats amb el material d'immersió, els 54 m que separen la base del pou d'entrada fins al llac, entre formacions i blocs caiguts que formen alguns desnivells i obstacles incòmodes de superar. Actualment podem dividir el sector Antic subaquàtic en dues grans branques separades per una galeria de control estructural tectònic. Si es pren la branca més occidental, als 27 m es bifurca, i parteix en direcció NE l'estreta galeria abans esmentada, molt estreta, de direcció NE i de 82 m lineals. El seu primer tram és més còmode, amb amplàries d'uns 7 a 3 m, i direcció 27° , per després d'uns 35 m fer-se més angosta i prendre una direcció de 53° els darrers 47 m. L'amplària d'aquest darrer tram oscil·la entre els 0,6 i 1 m, essent una progressió realment difícil. Tornant a la branca Occidental principal, aquesta té uns 220 m de recorregut lineal i direcció predominant també NE. Presenta un aspecte molt variat, ja que malgrat transcorre tot el seu itinerari per les façies de front d'escull, comença amb sales molt amples, que superen els 25 m i uns 2 m d'alçària; són galeries freàtiques de control estructural estratigràfic i profusament decorades per espeleotemes especialment de degoteig i subaquàtics. Posteriorment, segueix en forma de galeria freàtica de control estructural tectònic, amb alçàries en ocasions de més de 8 m per finalment fer-se molt estreta, a uns -7,6 m de profunditat (Figs. 8, 9, 10 i 11).

La branca oriental, representa 275 m d'itinerari lineal,



Figura 11: Galeria estreta a la branca Occidental (sector Antic). (Foto M.A. Perelló).

Figure 11: Narrow gallery in the Occidental branch (Sector Antic). (Photo M.A. Perelló).

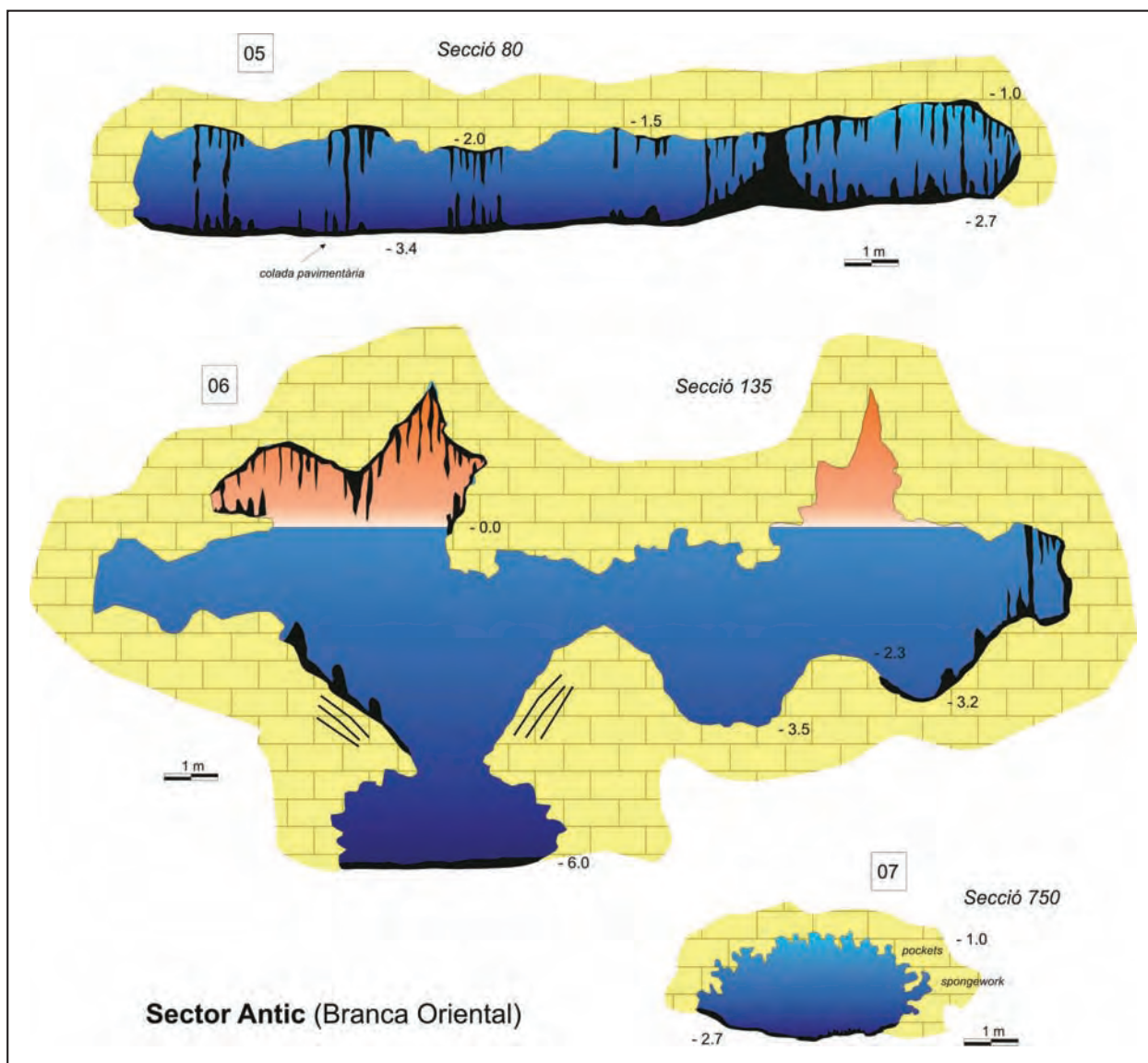


Figura 12: Seccions de la branca Oriental (sector Antic).

Figure 12: Cross-sections of the Oriental branch (Sector Antic).

entre galeries i sales dins les fàcies de front d'escull que li atorguen un aspecte amb moltes morfologies de dissolució i generalment decorades per espeleotemes de forma espectacular (Fig. 12). El primer tram, que transcorre entre galeries freàtiques de control estructural estratigràfic, amb una alçària d'uns 2,4 m (amb valors de -1 i -3,4 m de fondària del sostre i del terra respectivament), està molt danyat per la ruptura de formacions provocada pel pas dels bussos, que al llarg d'aquests lustres han realitzat immersions a la cova. Una vegada superada la zona dels descobriments de l'any 2001 l'estat dels espeleotemes, per no haver estat exposats, millora molt. La part més espectacular és una sala voluminosa, a la qual s'accedeix després de superar un pas angost i continuar per una voluminosa galeria que permet accedir a aquest espai amb nombroses estalactites fistuloses que penjen del sostre. El sostre és aeri, un parell de metres per damunt el nivell freàtic i el fons està generalment a uns -6 m. D'aquí es pot seguir tot dret, ascendint fins a fer-se aèria, o bé prosseguir per un lateral que, mitjançant una

galeria sinuosa amb abundants morfologies espongiformes emergeix a un lateral de la Sala Que No Té Nom, en un petitíssim llac. Recentment s'han descobert noves galeries que s'han de documentar encara.

SECTOR DE LES GRANS SALES

Una vegada situats a la sala Que No Té Nom, cal desequipar-se i creuar-la transversalment fins assolir el llac Quadrat, per la qual cosa s'han de sortejar 71 m entre blocs i colades estalagmítiques (Fig. 13). Finalment, tornar-se a equipar i nedar 94 m fins a arribar, en un lateral, a l'W de la sala a una galeria que sifona. D'aquí s'obre una xarxa de galeries de direccions predominants entre 50 i 60° i amb fondàries que solen estar compreses entre -3,8 i -7 m; el sostre està entre valors positius i -2,5 m. Les amplàries de la major part del sector estan compreses entre 1,5 m i 7 m. El primer tram, un pic dins la galeria sotaiguada és de 104 m i direcció SW, ja que



Figura 13: Transport de material per superar la sala Que No Té Nom.
(Foto M.A. Perelló).

Figure 13: Transporting material to surpass the Sala Que No Té Nom chamber. (Photo M.A. Perelló).

s'agafa una galeria en direcció contrària. Després, 41 m de cap al NW, mentre es deixen altres quatre galeries que s'obren a la mateixa direcció SW i que comuniquen amb la sala Que No Té Nom directament o bé s'aturen a l'esfondrament que impedeix sortir a fora. També es deixen algunes galeries que s'obren al NE. Un pic al final de la galeria abans esmentada, 145 m després d'haver iniciada la immersió, se segueix per un tercer tram en direcció NE, el qual als 68 m (213 m des de l'inici) es torna aeri i aquàtic per després de 53 m amb aire girar al NW uns altres 53 m fins assolir un gran esfondrament que impedeix la progressió en aquest sentit (Fig 15). El total del tram aeri és de 106 m, formant un llarg llac amb illetes de blocs caiguts del sostre que per poc no barren el pas. Als 266 m s'obren tres possibilitats, ja que ens trobam a un entreforc de galeries. Per una part està la direcció NW, amb els 53 m abans esmentats fins a l'esfondrament per després prosseguir en un cinquè tram 173 m més de galeria lineal que encara segueix, però un esfondrament impedeix la continuació. En total s'han recorregut 465 m des de l'inici al llac Quadrat (Figs. 14, 16 i 17). En aquest tram s'obre al NW uns 126 m lineals de galeria, molt estreta, amb el sostre a uns -3 m i el terra entre -3,8 i -4,2 m i amb algunes ramificacions. Si tornam enrera a l'entreforc de galeries del tram aeri i se segueix dret, en direcció NE es poden recórrer 196 m. La tercera possibilitat és agafar la galeria al SE i seguir per entre un laberint de galeries paral·leles que s'entrecreuen i que després d'uns 200 m connecten amb zones explorades pels terrestres prop de la galeria d'en Navarrete.



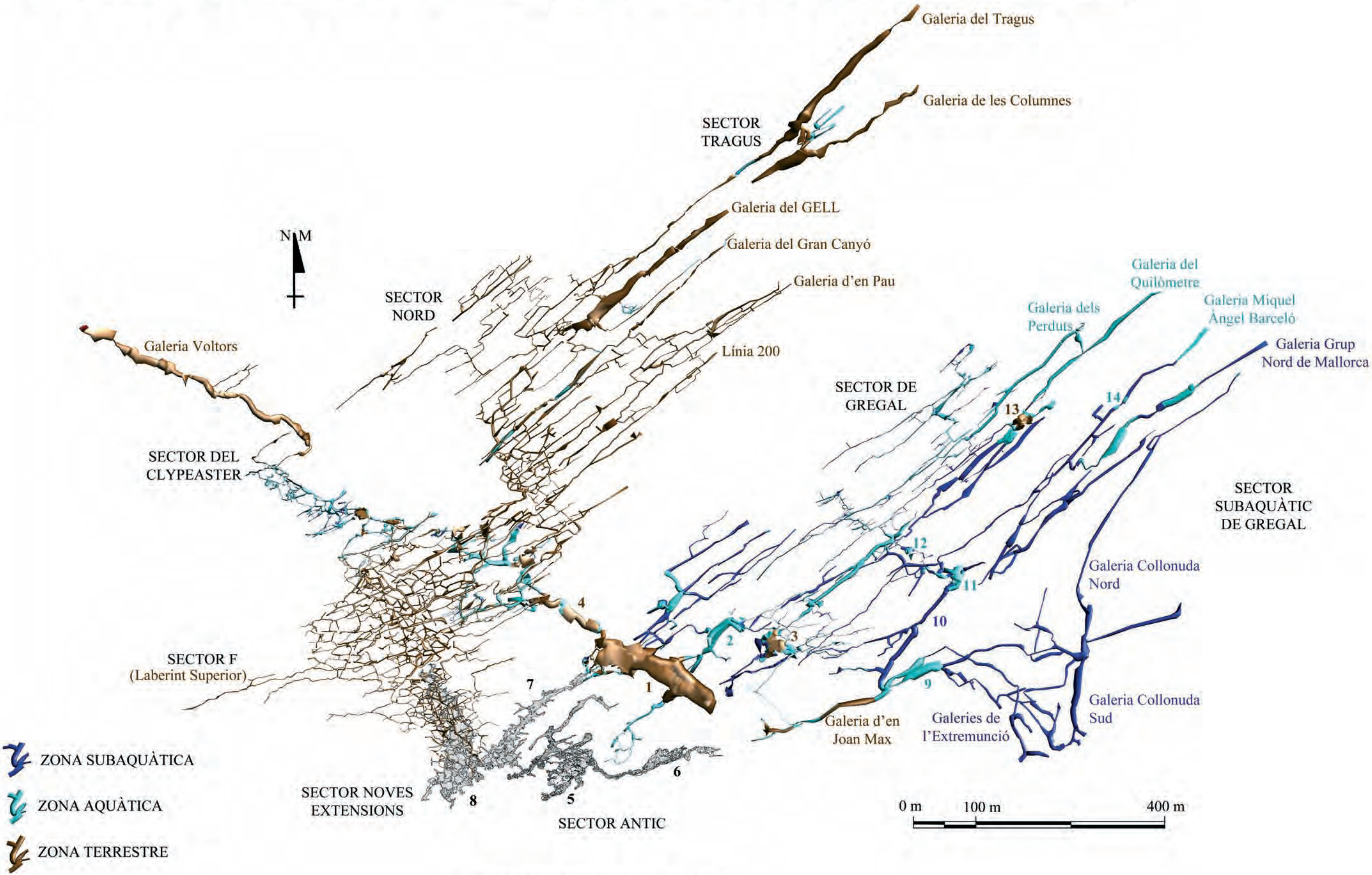
Figura 14: Sector de les Grans Sales. (Foto M.A. Perelló).

Figure 14: Grans Sales sector. (Photo M.A. Perelló).

COVA DES PAS DE VALLGORNERA (LLUCMAJOR)

TOPOGRAFIA SECTOR ANTIC	
M. SALOM	A.MERINO
P. VEGA	M.RODRIGUEZ
EST - ANEM	
5-1-91 / 1-1-92	
TOPOGRAFIA NOVES EXTENSIONS	
A.MERINO	P.CIFRE
P.VEGA	E.BELMONTE
G.MULET	M.A. BARCELO
T.CROIX	B.CABANELLAS
J.MIR	M.FERNANDEZ
M.SALOM	J.RAMIREZ
ANEM -GEL 11-12-94 / 27-11-99	
TOPOGRAFIA SUBAQUÀTIC SECTOR ANTIC	
A.TRIAN	J.SERRA
C.HUERTA	P. ANGERA
A.ALONSO	J.GUINDOS
ANEM -TRITON 6-91 / 11-92	
TOPOGRAFIA SUBAQUÀTICA SECTOR GREGAL I G. SALES	
F.GRÀCIA	P.GAMUNDI
M.FEBRER	B.CLAMOR
GNM 2007 - 2009	
TOPOGRAFIA DESCOBRIMENTS 2004 - 2009	
A.MERINO	J.MATEU
A.MULET	A.KRISTOFERSSON
F.MARTI	M.SANCHEZ
G.MULET	M.LUQUE
T.CROIX	P.CALAFAT
D.MAYORAL	B.AMER
T.MATEU	G.JORDÀ
G.MATEU	M.J.ORELL
GELL - VOLTORS - GNM	

- 1 - Sala Que No Té Nom
- 2 - Llac Quadrat
- 3 - Sala Blanca
- 4 - Galeria dels Espeleotemes
- 5 - Sala d'Entrada
- 6 - Pista Americana
- 7 - Llac de na Gemma
- 8 - Laberint Inferior
- 9 - Sala Jaume Damians
- 10 - Galeria Endavant les Atxes
- 11 - Sala Fadrina Vella
- 12 - Sala Menorquina
- 13 - Plaça de Toros
- 14 - La Maressera



RECORREGUT TOTAL: 62.066 m



Figura 15: Zona aèria al sector de les Grans Sales. (Foto M.A. Perelló).

Figure 17: Aerial zone in the Sector de les Grans Sales. (Photo M.A. Perelló).

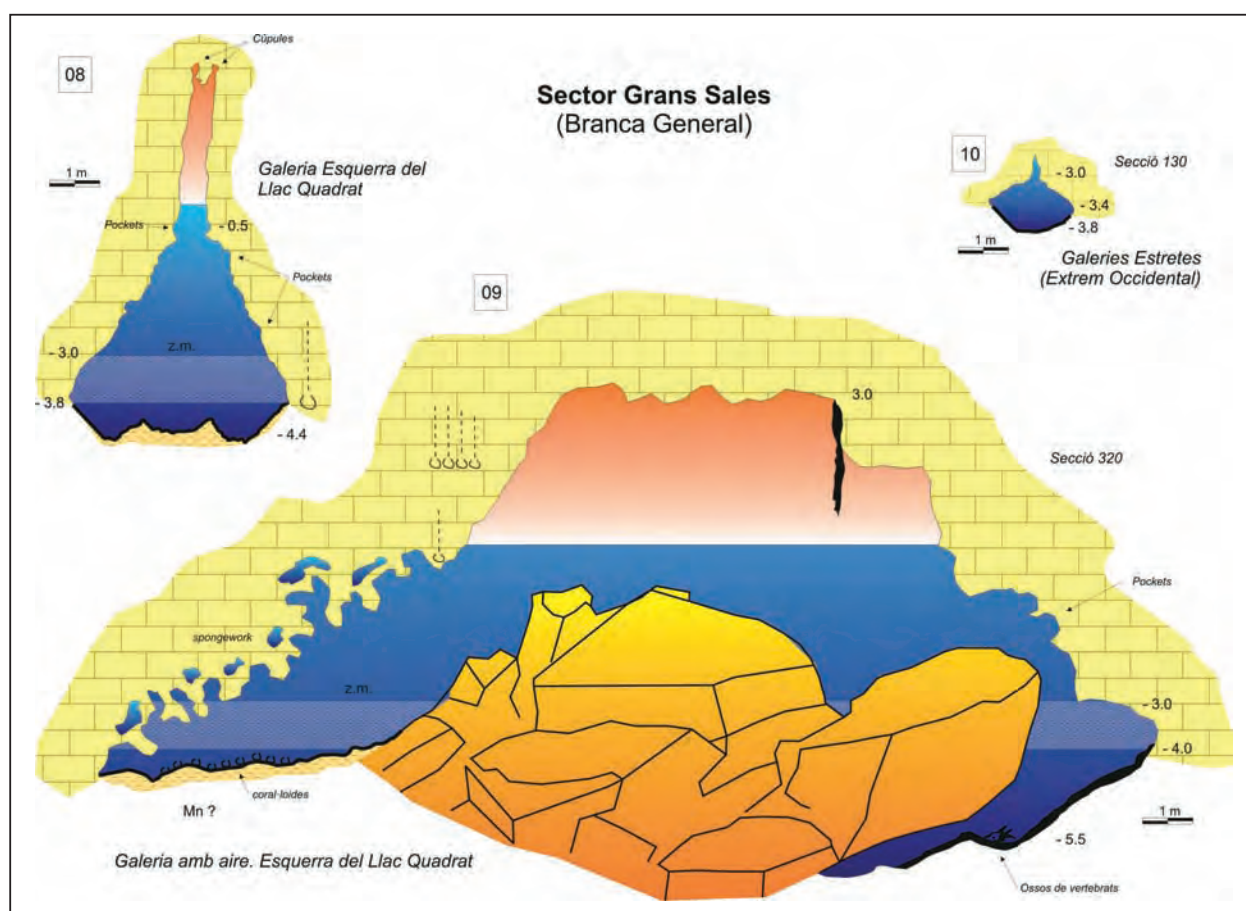


Figura 16: Seccions de les Grans Sales.

Figure 15: Cross-sections of the Sector de les Grans Sales.

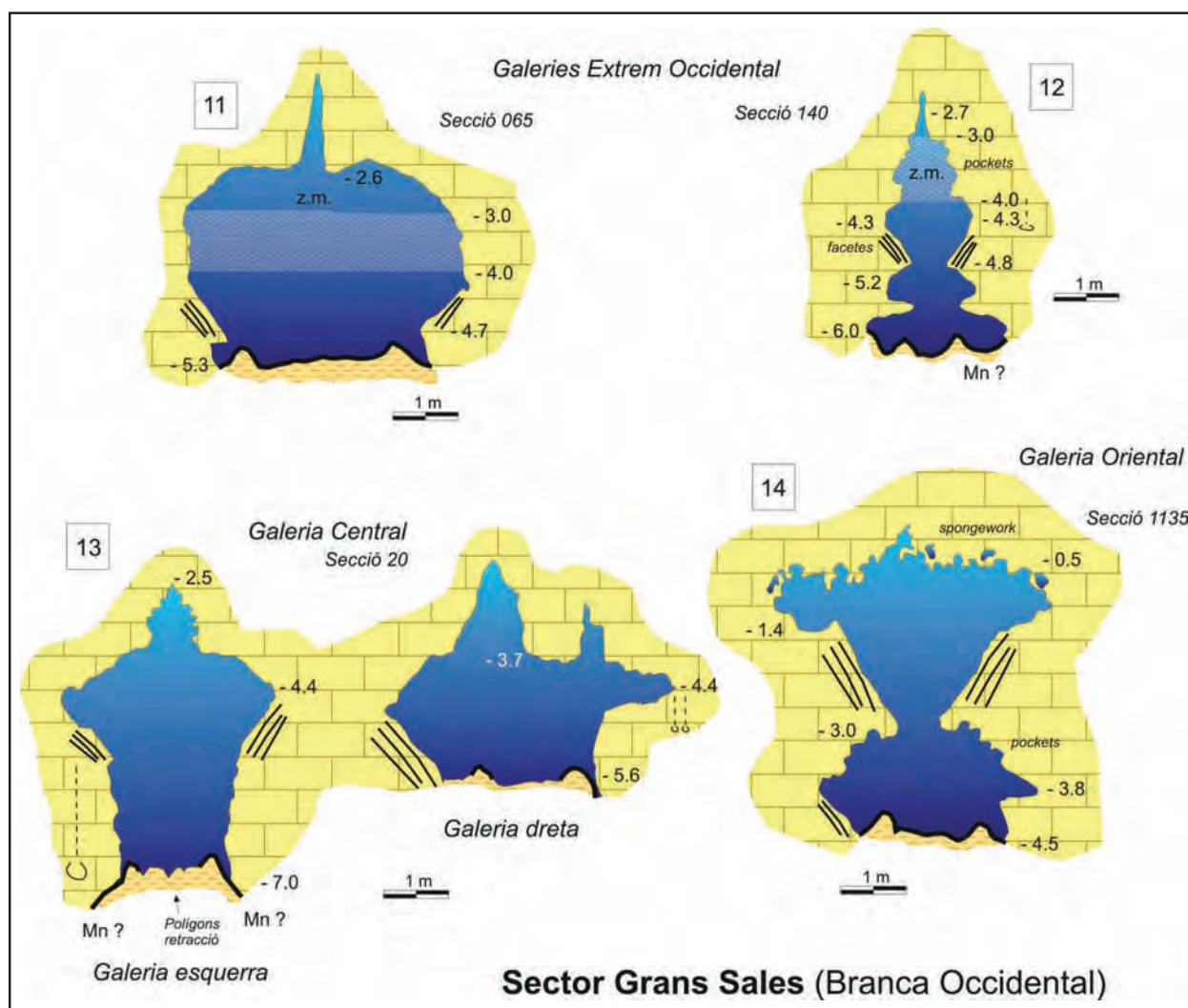


Figura 17: Seccions de les Grans Sales.

Figure 16: Cross-sections of the Sector de les Grans Sales.

SECTOR SUBAQUÀTIC DE GREGAL

Galeria Miquel Àngel Barceló. Des de la sala Que No Té Nom, en direcció al llac Quadrat, s'ha de nedar 147 m de llac fins que s'arriba a la galeria Miquel Àngel Barceló, a on es torna a sifonar. Fins aquí s'han recorregut linealment un total de 547 m des de l'entrada de la cavitat. Per raons pràctiques i exploratòries es denomina galeria Miquel Àngel Barceló a la galeria subaquàtica formada per la unió de diverses galeries successives que s'enllacen linealment (Fig. 18). El primer tram s'inicia a l'extrem NE del llac Quadrat i supera diversos blocs inestables al sostre i alguns passos estrets que fan que aquesta sigui una zona d'accés peril·lós i delicada de transitar. Consta de dues parts, la primera de 78 m i direcció variable que enllaça amb la zona d'accés aeri i el segon tram de 185 m i 61° de direcció que talla a la galeria del Quilòmetre. En aquest segon tram hi ha abundants zones amb el sostre aeri. En total suposen 283 m de galeria (llac Quadrat – galeria del Quilòmetre). Actualment constitueix l'accés més còmode, sense haver de sortir a la sala Blanca per prosseguir després sota l'aigua. Una vegada a la galeria del Quilòmetre, a la

qual creua transversalment, s'ha de tornar a submergir-se en una galeria relativament estreta que considerem per raons pràctiques la continuació de la galeria Miquel Àngel Barceló. Aquí s'avancen 173 m en diverses direccions, encara que amb tendència E, per a després seguir 655 m generalment per una àmplia i profunda galeria, amb valors de fondària del sostre entre +1,5 i -1,5 m normalment i valors de fondària del pis sovint entre -4 i -8 m. Les amplàries estan compreses generalment entre uns 1,5 m i 2 m els primers centenars de metres i entre 4 i 7 m gairebé els 500 m darrers. Uns 200 m abans del final de la galeria s'arriba a un esfondrament profusament decorat d'espeleotemes sota les aigües, que fa tornar la galeria aèria i que per poc no tanca el pas (Fig. 19). La cambra aèria presenta el sostre pla i escalonat a mesura que han caigut blocs que han seguit els plans d'estratificació. S'anomena com "La Maresseira", ja que recorda una pedrera de marès. A la mateixa cambra aèria s'ha de seguir entre uns blocs caiguts sota les aigües, per superar la barrera de blocs i tornar més endavant a fer-ser subaquàtica. Una vegada superat el col·lapse, la galeria torna a agafar mesures d'amplària considerables, especialment a les zones a on s'uneix



Figura 19: Galeria Miquel Àngel Barceló, just abans de la cambra d'aire anomenada la Marassera. (Foto A. Cirer).

Figure 19: Miquel Àngel Barceló gallery, just before the air-chamber known as La Marassera. (Photo A. Cirer).



Figura 20: Cambra aèria al final de la galeria Miquel Àngel Barceló. Sector Subaquàtic de Gregal. (Foto A. Cirer).

Figure 20: Aerial chamber at the end of Miquel Àngel Barceló gallery. Sector Subaquàtic de Gregal. (Photo. A. Cirer).

Sector Subaquàtic de Gregal (Galeria Grup Nord de Mallorca)

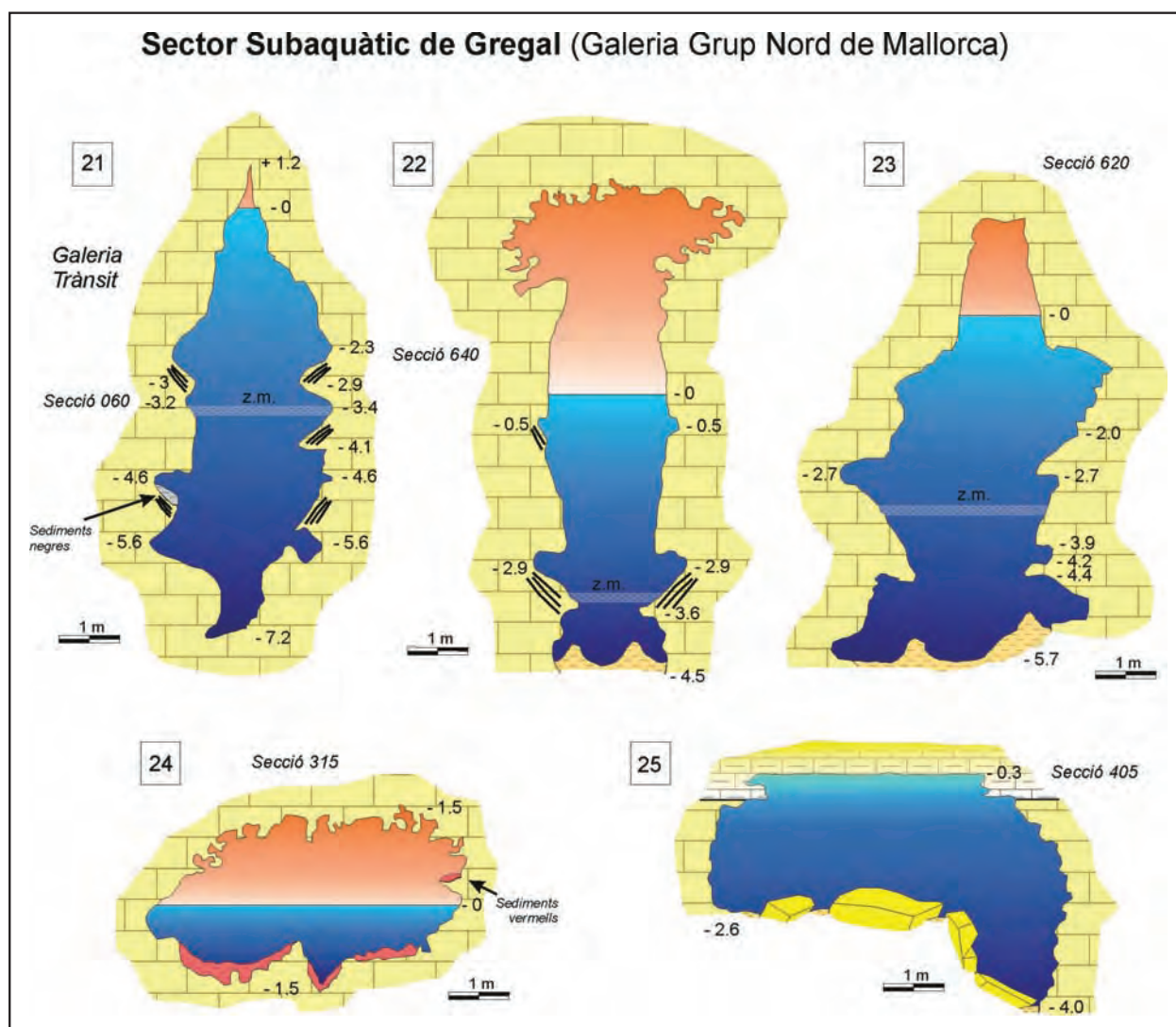


Figura 21: Seccions de la galeria Grup Nord de Mallorca.

Figure 21: Cross-sections of the Grup Nord de Mallorca gallery

amb altres galeries laterals. La galeria finalitza en una zona bellament concrecionada, després de passar una llarga cambra aèria (Fig. 20). El recorregut lineal total és de 1.091 m partint des del llac Quadrat fins al final de la galeria Miquel Àngel Barceló. Si es comptabilitzen els 547 m des de l'inici de la cavitat, el recorregut lineal total dins la cavitat suposa 1.638 m.

Galeria Grup Nord de Mallorca (GNM), recorre 709 m en direcció aproximada de 50°, fins a finalitzar en una zona d'esfondrament, de sostre pla i amb margues al sòtil. Al llarg de la galeria, de control clarament estructural, se succeeixen diverses morfologies, amb predomini de les formes de corrosió, essent molt més escasses les de precipitació (Fig. 21). Al llarg de diversos trams de la galeria, presenta zones aèries i aquàtiques a la vegada, que en ocasions superen els 150 m de longitud. La distància lineal des del llac Quadrat fins al final de la galeria GNM es de 1.119 m, la penetració màxima si es comptabilitzen els 547 m inicials assoleix els 1.666 m. La galeria connecta amb la galeria Miquel Àngel Barceló per dos llocs diferents. Al costat oriental de la galeria GNM es localitza una altra galeria de menor longitud (uns 300 m) i també d'aspecte molt variable al llarg del

seu recorregut, en la qual se succeeixen zones amb abundants morfologies espongiformes, que corresponen a clapes d'escull, i altres de paret lisses de les fàcies de lagoon extern. Localment també presenta abundants espeleotemes, especialment subaquàtics i colades estalagmítiques.

El costat oriental de la galeria del Quilòmetre té una galeria paral·lela que s'inicia en un gir de la galeria Miquel Àngel Barceló, als 60 m d'haver creuat la galeria del Quilòmetre. La distància lineal és d'uns 400 m. Els primers centenars de metres, en una galeria d'amplada escassa, són especialment decorats per espeleotemes. Posteriorment la galeria es bifurca augmentant molt les dimensions. S'arriba a la sala Plaça de Toros per dues vies diferents i un ramal S arriba a un altre esfondrament de sostre baix que barra el pas.

La sala de la Fadrina Vella és una sala aèria, amb predomini aquàtic de més de 50 m de longitud i 20 m d'amplària que presenta les típiques característiques d'una sala d'esfondrament, amb abundants blocs, alguns dels quals sobresurten fora de l'aigua i permeten l'existència de petites zones terrestres separades entre sí. En algunes zones hi ha presència d'espeleotemes,

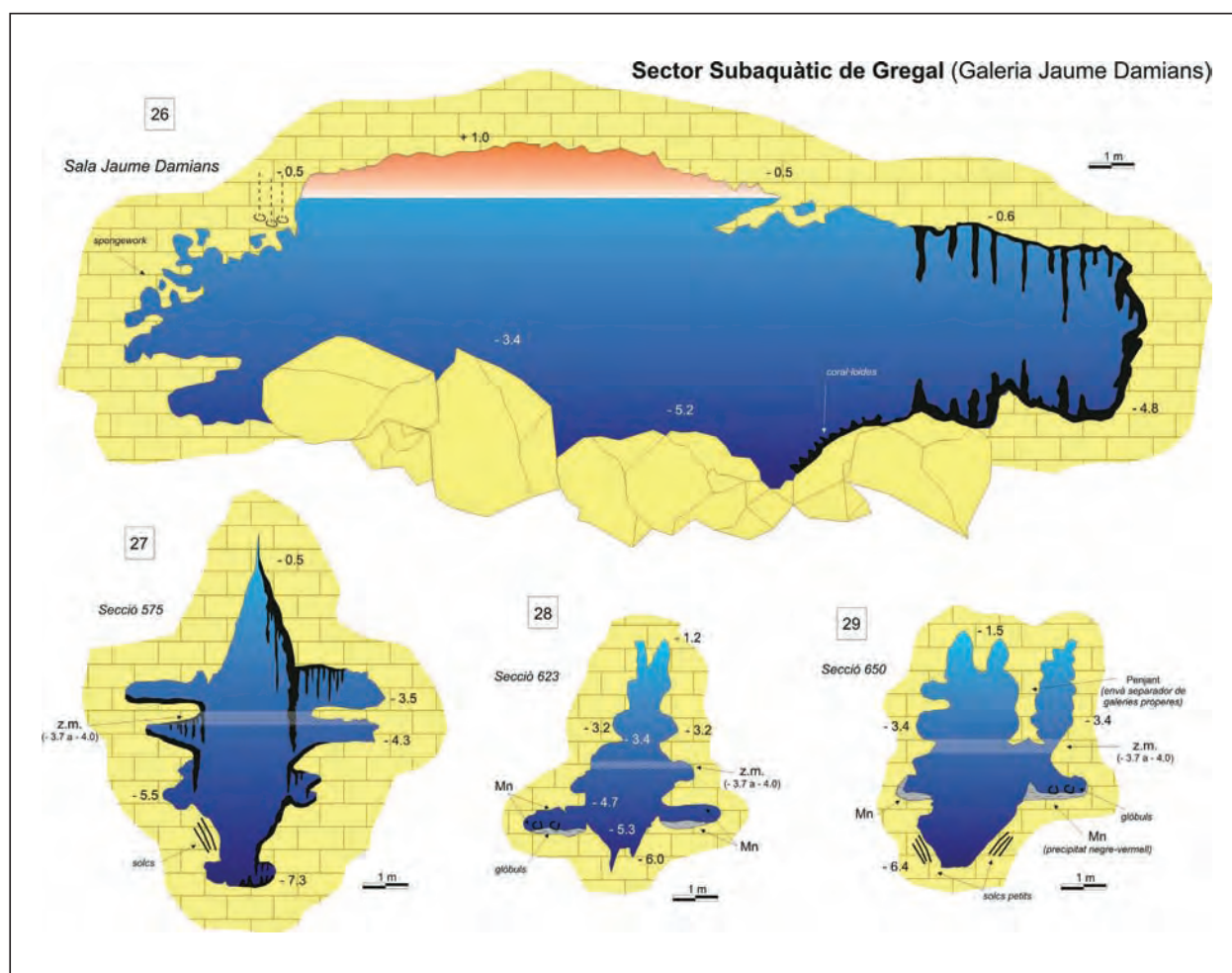


Figura 22: Seccions de la galeria Jaume Damians.

Figure 22: Cross-sections of the Jaume Damians gallery

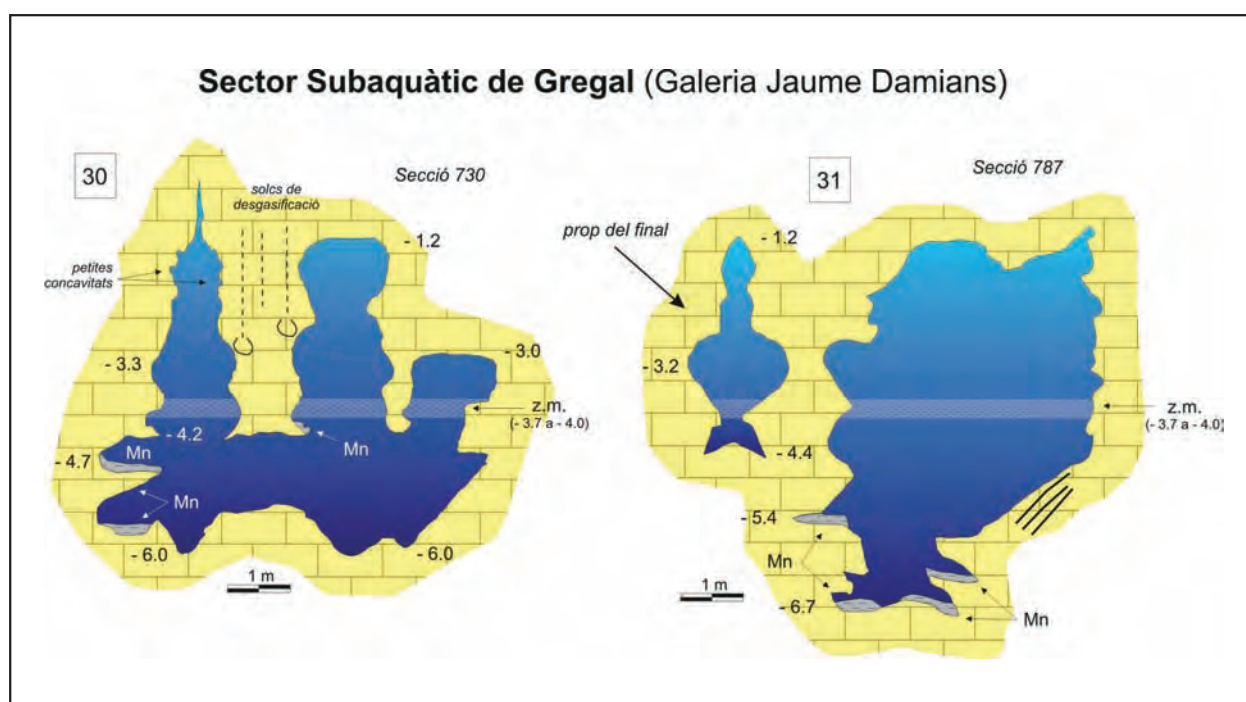


Figura 23: Seccions de la galeria Jaume Damians.

Figure 23: Cross-sections of the Jaume Damians gallery



Figura 24: Galeria Hidrotermal a on s'aprecien els dipòsits de manganès (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto J. Pocovi).

Figure 24: Passage known as Galeria Hidrotermal, where it is possible to observe the manganese deposits (Sector Subaquàtic de Gregal). (Photo J. Pocovi).

especialment estalactites i algunes banderes. La part més decorada és la zona subaquàtica situada al N de la sala i que precedeix a la zona aèria.

De la sala de la Fadrina Vella, en direcció SW (215°) es prossegueix per una ampla galeria de 229 m de longitud, la galeria Endavant les Atxes, amb abundants ramificacions pendents d'exploració o topografia que connecta amb la galeria Joan Max pel seu extrem terminal.

De la galeria Joan Max parteixen dues possibles vies sota l'aigua, la més important va en direcció 70°, que després de 59 m emergeixen a la sala Jaume Da-

mians (Figs. 22 i 23). És la darrera sala aèria coneguda del sector Subaquàtic de Gregal. La longitud de la zona amb aire és d'uns 60 m, i l'amplària és d'uns 10 m, encara que els marges sota l'aigua, especialment al N, representen una amplària total que supera els 20 m. Al final i seguint la mateixa direcció (70°) la galeria Jaume Damians es torna a fer subaquàtica i continua a uns 153 m fins que es produeix un canvi de direcció, per prosseguir 125 m més i arribar a un creuament que connecta amb una important i voluminosa galeria (la galeria Collonuda). Aquesta galeria pràcticament és de direcció N-S (8°), amb un volum important. El ramal N a partir del creuament prossegueix un centenar de metres i presenta diverses continuacions. Als 23 m de la intersecció, en direcció N, parteix la galeria Hidrotermal (Figs. 24 i 25), de gairebé 200 m lineals i direcció 73°, es tracta d'una galeria que no presenta cap ramificació al llarg del seu recorregut i és la localització sota l'aigua on es fan més visibles les evidències sedimentàries de possible origen hidrotermal (GINÉS *et al.*, 2009a). El més característic són els precipitats negres presents al terra de tota la galeria i que li donen un aspecte fosc i les morfologies de corrosió associades.

Tornant a la intersecció de les galeries Jaume Damians i Collonuda Nord, i en direcció N la cavitat prossegueix uns 67 m més (90 m en total) fins a tancar-se. Si s'agafa un lateral, quasi al final, es pot continuar 309 m per una àmplia i còmoda galeria fins a fer-se més estreta. Des d'aquest lloc, la galeria Collonuda Nord prossegueix uns 230 m més, fins arribar a una petita cambra d'aire, amb el sostre i parets amb presència de margues pròpies del lagoon intern. En resum, la galeria Collonuda representa linealment 614,5 m des de l'inici

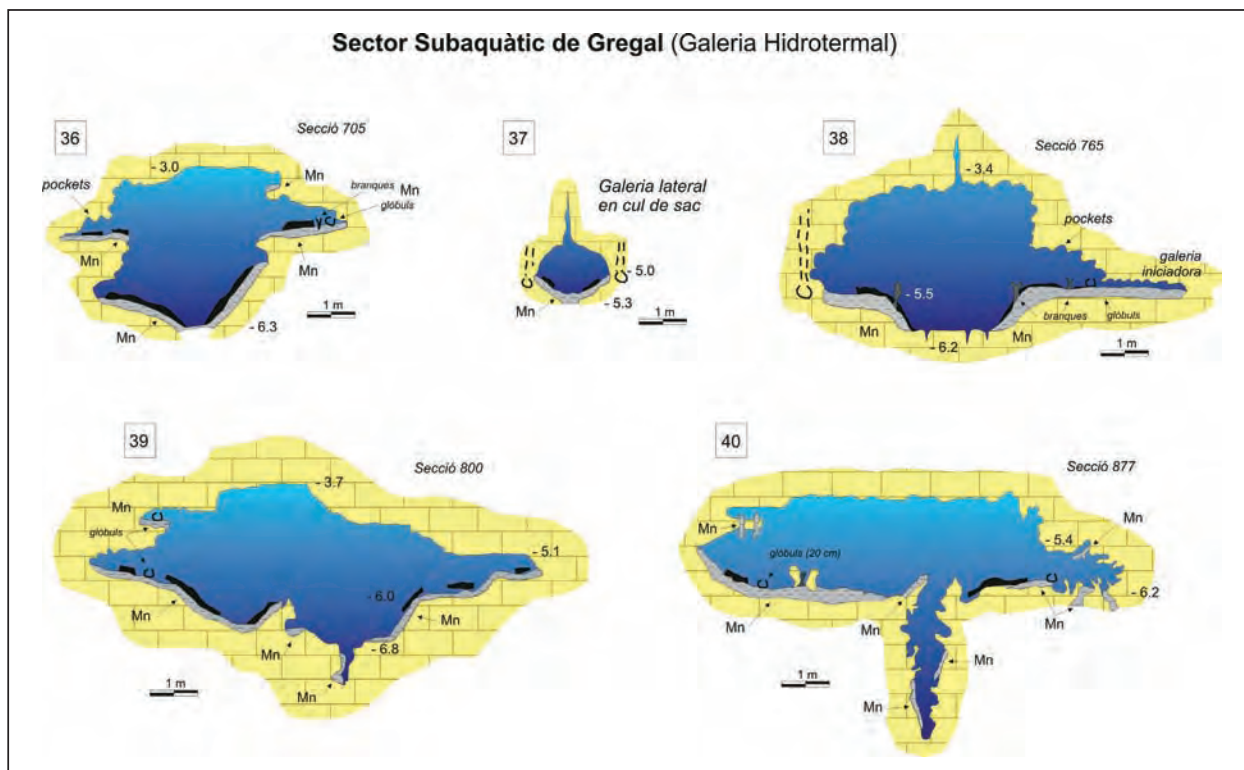


Figura 25: Seccions de la galeria Hidrotermal.

Figure 25: Cross-sections of the passage named Galeria Hidrotermal.

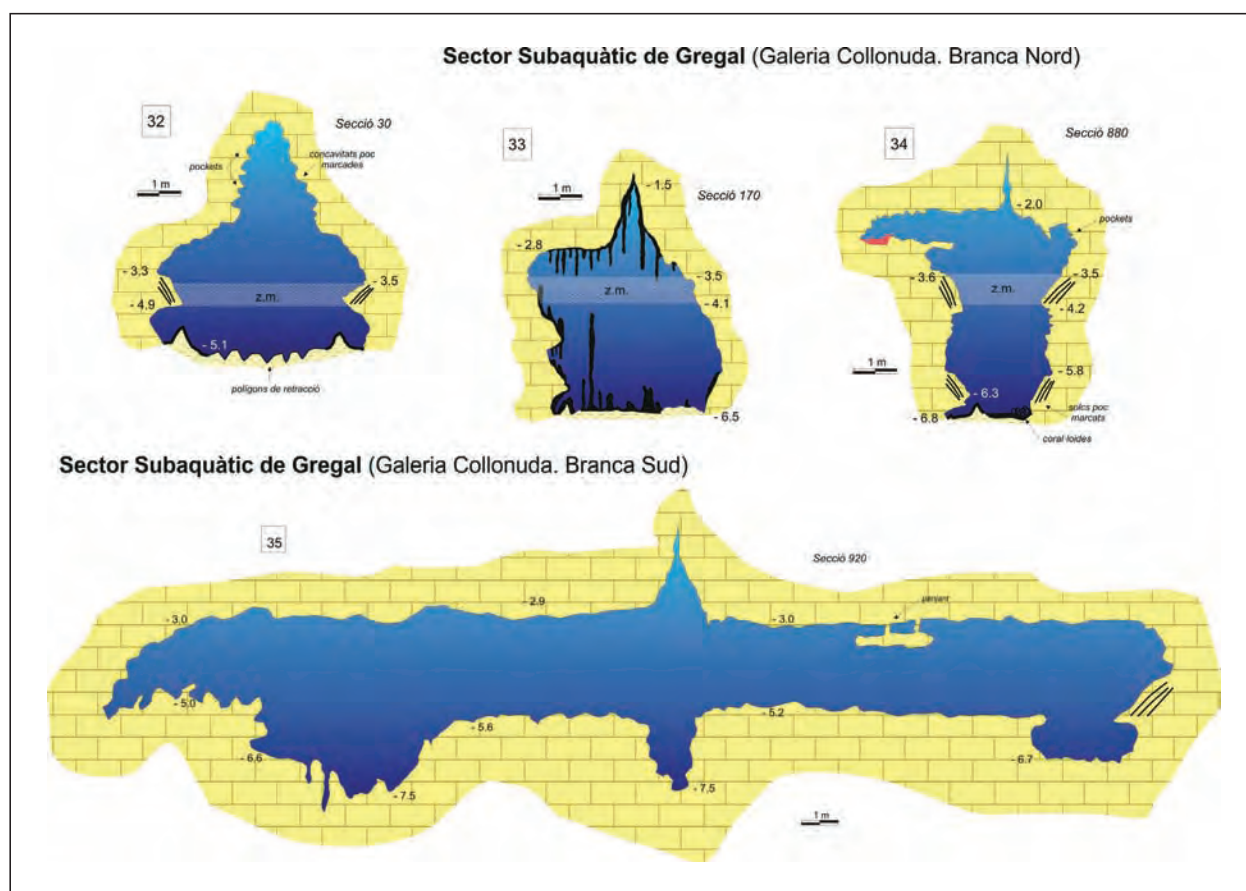


Figura 26: Seccions de les galeries Collonuda Nord i Collonuda Sud.

Figure 26: Cross-sections of the Collonuda Nord and Collonuda Sud galleries.

del creuament (1728,5 m des de l'inici del busseig al final del llac Quadrat).

Tornant a la galeria Joan Max, es pot seguir al N de la galeria Jaume Damians, en una mateixa direcció 70°, un centenar de metres fins a fer-se estreta. Tota aquesta zona ve a ésser l'extrem N de la sala Jaume Damians. D'aquí segueix 43 m cap endavant on es produeix un canvi de direcció (120°), per als 42 m creuar la galeria Jaume Damians i prosseguir més enllà 119 m més (120°) fins a canviar la direcció S, en una galeria paral·lela a la galeria Collonuda, que avança 74 m més. En aquesta darrera, es visualitzen diverses continuacions a ambdós costats de les parets. Tota la zona compresa entre el final de la sala Jaume Damians, al S i fins al creuament amb la galeria Collonuda Sud constitueix un laberint de galeries que s'entrecreuen i que encara està en una fase inicial d'exploració i topografia. Aquesta zona l'hem batejada com a galeries de l'Extremunció, per la perillositat que suposen en referència a l'orientació.

Hidrologia

Les dades de salinitat, temperatura i fondària s'han mesurat mitjançant l'aparell CTD-Diver transportat per un bussejador fins als llocs a on s'han pres els paràme-

tres. Les mesures corresponen al dia 28-VI-2008 (Fig. 27). Els dos indrets de la cavitat on s'han pres les mesures són la galeria Collonuda Nord (sector de Gregal), entre -2,5 i -7 m i al sector Antic, entre 0 i -7 m.

Les aigües freàtiques de la cova des Pas de Vallgornera presenten des del punt de vista hidrològic un perfil estratificat, amb 3 capes de salinitat diferent, disposades en un ordre de menor a major salinitat, a causa de la diferent densitat. La primera capa té uns valors gairebé constants de 12 mS/cm des de 0 m fins als 1,5 m de fondària. Una segona capa de transició (picnoclina), entre -1,5 m i -3 m i augmenta la salinitat dels 12 mS/cm fins als 35 mS/cm. La darrera franja hídrica amb valors de 52 mS/cm abraça dels 3 m fins als 10 m de fondària i correspon ja a valors de salinitat quasi marina. Si es comparen els valors per als dos perfils, la galeria Collonuda Nord, en estar a les zones més internes presenta una menor salinitat de la capa superior, encara que assoleix els valors de la picnoclina a la mateixa cota. Com és de preveure es produeixen petites oscil·lacions a escala centimètrica de les franges de picnoclines en funció de les estacions i del règim de precipitacions.

La temperatura de l'aigua és força homogènia en tot el perfil mesurat, anant dels 19,8°C a 0 m als 20,1°C a partir dels 4,5 m de fondària, per tant, les oscil·lacions de temperatura mesurades no superen els 0,3°C en tot el perfil hídric de 10 m. Curiosament, hi ha devers 0,5°C de diferència entre les dues galeries mesurades.

Els espeleotemes

La cova des Pas de Vallgornera és una excepcional localitat, situada a les calcarenites del Miocè superior, que destaca per la gran varietat i riquesa dels espeleotemes presents (Fig. 28). Aquests han estat tractats de forma continuada a les zones aèries de la cavitat a diferents articles (MERINO, 2006, 2007a, 2007b, 2008).

A les zones submergides estudiades, la presència de zones de la cova que es desenvolupen dins les fàcies de front d'escull (molt poroses) i d'altres zones que travessen les fàcies de lagoon extern (molt massives i de poca porositat) condicionen la diferent distribució dels espeleotemes. Així són extraordinàriament abundants al sector Antic i al començament del sector de les Grans Sales (encara dins les fàcies de front d'escull), mentre que a la resta del sector de les Grans Sales i al sector Subaquàtic de Gregal (fàcies de lagoon extern) la seva presència es pot considerar tan sols molt ocasional.

Per a la descripció dels espeleotemes hem considerat oportú seguir els criteris formulats per SWEETING (1972), HILL & FORTI (1997) i GINÉS (1995) que permeten diferenciar els següents tipus genètics:

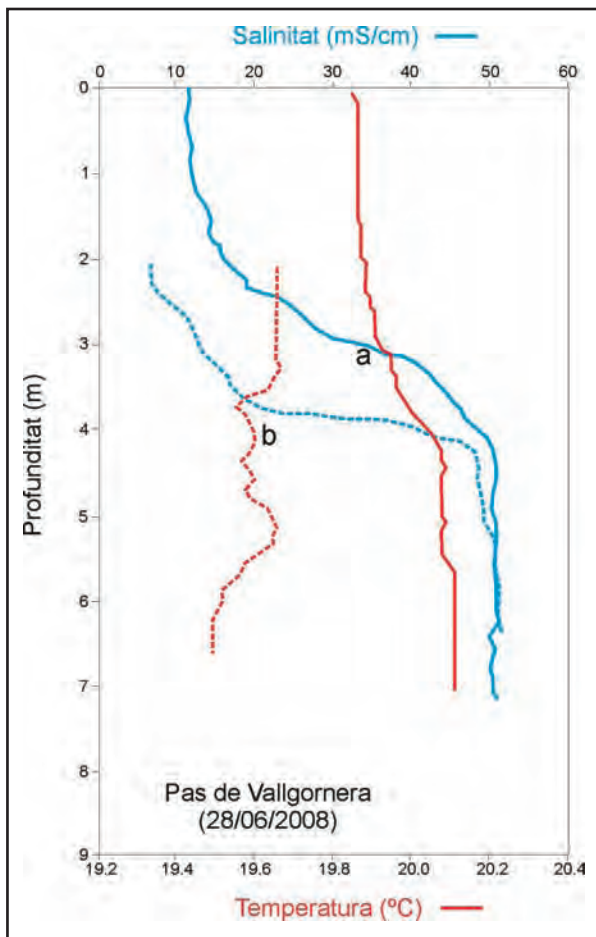


Figura 27: Perfil hídric de dues localitzacions de la cavitat. a) Branca Oriental del sector Antic, entre 0 i -7 m; b) Galeria Collonuda Nord (sector Subaquàtic de Gregal), entre -2,5 i -7 m.

Figure 27: Hydrological profiles from two locations within the cave. a) Eastern branch of the Sector Antic, between 0 and -7 m; b) Collonuda Nord gallery (Sector Subaquàtic de Gregal), between -2.5 and -7 m.



Figura 28: Algunes zones subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera són extraordinàriament riques en espeleotemes. Branca Occidental del sector Antic. (Foto M.A. Perelló).

Figure 28: Some of the underwater parts of Cova des Pas de Vallgornera are exceptionally rich in speleothems. Occidental branch of the Sector Antic. (Photo M.A. Perelló).



a



b

Figura 29: Espeleotemes de degoteig. Branca Oriental del sector Antic.
(Foto M.A. Perelló).

Figure 29: Dripping-water speleothems. Oriental branch of the Sector
Antic. (Photo M.A. Perelló).

ESPELEOTEMES DE DEGOTEIG

Es espeleotemes més comuns formats per aigües de degoteig són les estalactites i les estalagmites. Es tracta d'espeleotemes extraordinàriament abundants a la majoria de les coves de Mallorca. La seva gènesi és ben coneguda, l'aigua, que arriba al sòtil de la cova després de recórrer les fissures de la roca, roman suspesa en forma de gota durant un curt espai de temps abans de caure en terra. Mentre la gota està penjant del sòtil es produeix una pèrdua de diòxid de carboni cap a l'atmosfera de la cova, per la qual cosa precipita una petita quantitat de carbonat càlcic que va construint un anell al voltant de la gota (formant-se estalactites). Quan aquesta cau al sol de la cova continua el desprendiment de diòxid de carboni i la deposició de carbonat càlcic (formant-se estalagmites), fins que cessa la sobresaturació. Les columnes no són més que el resultat del creixement d'estalactites i estalagmites, que acaben connectant entre si, per la qual cosa són també espeleotemes força abundants (GINÉS, 1995).

Les formacions litoquímiques més abundants als sectors sotaiguats de la cova des Pas de Vallgornera són també les de degoteig (estalactites, estalactites fistuloses, estalagmites, columnes i massissos estalagmítics). Són especialment nombroses al sector Antic (Fig. 29), on formen autèntics boscos d'estalactites en alguns indrets, especialment a les zones de galeries freàtiques de control estructural estratigràfic. En aquests llocs determinats genèticament pels plans d'estratificació, i de secció horitzontal, la galeria té amplades importants, que en alguns llocs superen els 25 m i estan farcits per espeleotemes de degoteig principalment. De fet, es va trobar la comunicació amb la sala Que No Té Nom després de forçar el pas entre espeleotemes de degoteig que tancaven la progressió. Al sector de les Grans Sales només s'hi troben gairebé a la zona que pertany litològicament a les fàcies de front d'escull, més propera a les grans Sales, ja que a poca distància desapareixen per complet. Al sector Subaquàtic de Gregal es troben espeleotemes de degoteig en clapes molt concretes, abans de la sala de la Fadrina Vella, passat la sala Jaume Damians, alguns llocs molt puntuals de la galeria Collonuda Nord i també Collonuda Sud. A un tram de la galeria paral·lela i en direcció oest, de la galeria Miquel Àngel Barceló hi són també presents. Aquestes clapes normalment tenen una longitud aproximada d'entre 15 i 50 m. Al darrer tram de la galeria Miquel Àngel Barceló, la presència d'una àrea farcida d'aquestes formacions secundàries ens indica la proximitat d'un esfondrament, i la sortida a un tram amb aire. Més endavant, i després de més galeria subaquàtica, la part final de la mateixa galeria, ja en gran part fora de l'aigua, constitueix una recompensa per a la vista gràcies a la decoració que presenta destacant-ne una columna central; comunica amb una sala final farcida principalment d'estalactites fistuloses.

Les columnes, encara que són abundants a la cavitat, en general no presenten dimensions molt grans, el mateix passa amb els massissos estalagmítics que no són especialment freqüents.

ESPELEOTEMES DE FLUX

Les aigües d'infiltració que flueixen per les parets o pel trespòl de les coves, mantenint-se sobresaturades al llarg del seu recorregut, donen lloc a aquest tipus d'espeleotemes que es denominen colades. El seu creixement es realitza a partir del flux de petits corrents d'aigua que es generen freqüentment al peu de formacions estalagmítics o a llocs on es van col·lectant aigües de degoteig. Les colades parietals solen presentar morfologies mimètiques que semblen arbres, cascades i orgues.

A la cova des Pas de Vallgornera són especialment abundants pertot arreu a les fàcies de front d'escull, i fins i tot freqüents, a llocs on no es troben espeleotemes de degoteig (Figs. 30 i 31). Fins i tot a zones on la roca presenta les fàcies de lagoon extern es troben importants colades pavimentàries, com és el cas de la galeria Collonuda Sud (sector Subaquàtic de Gregal), amb longituds importants. Semblen en ocasions rius al terra i caracteritzen les galeries a on es troben. Les colades pavimentàries són molt més abundants en comparació amb les colades parietals, que constitueixen uns espeleotemes quantitativament poc importants a la part subaquàtica de la cavitat. Al sector Antic es troben recobrint el terra de gran part de les galeries i sales, formant un trespòl pla només interromput per *gours* i estalagmites. En el sector de les Grans Sales gairebé no hi són presents. Al sector Subaquàtic de Gregal també n'hi ha coincidint amb les clapes a on hi ha formacions de degoteig però són especialment abundants a la galeria

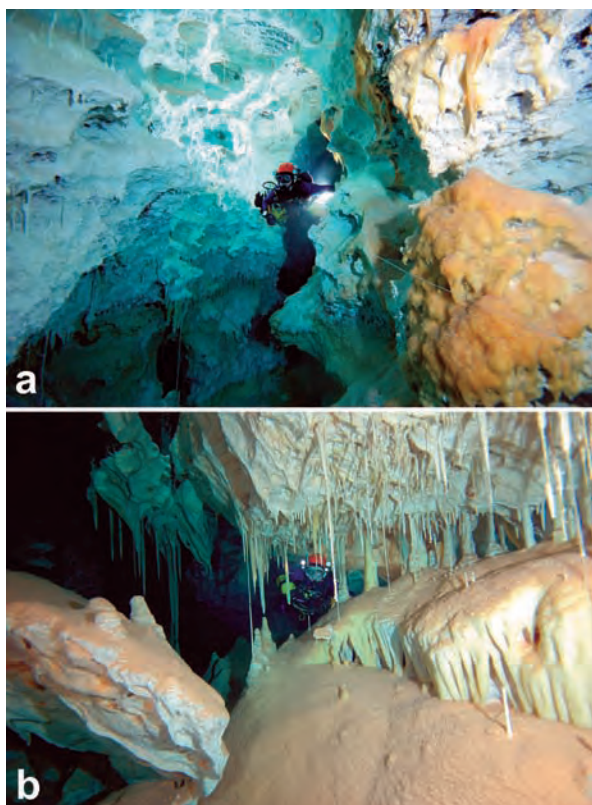


Figura 30: Espeleotemes de flux: colades parietals. a) Branca Occidental (sector Antic); b) Llac Quadrat. (Foto M.A. Perelló).

Figure 30: Flowstone parietals. a) Occidental branch (Sector Antic); b) Llac Quadrat pool. (Photo M.A. Perelló).

Collonuda Sud. S'ha d'especificar que a molts d'indrets el terra de les galeries es troba cimentat per uns precipitats de molt poca gruixa que no arriben a formar una autèntica colada, però que ha consolidat els sediments presents a la base de les galeries.

ESPELEOTEMES DE TRASPUAMENT

Les aigües de percolació que traspuen molt lentament a través dels petits porus i intersticis de les parets són les causants d'aquest conjunt d'espeleotemes tan característics. A causa de les condicions locals de porositat de la roca i la influència de factors micro-climàtics, aquests espeleotemes poden mostrar una gran complexitat. La interferència d'altres processos, incloent-hi el flux per capil·laritat i els esquitxos d'aigua de degoteig, poden contribuir a complicar-ne encara més la seva gènesi. Al-

guns autors suggereixen que minúscules polvoritzacions poder ser atrapades pels vèrtecs de certes formacions, col·laborant en el seu creixement (GINÉS, 1995).

Els precipitats de percolació són molt representatius d'algunes zones de la cavitat des Pas de Vallgornera (Figs. 32, 33 i 34). Les excèntriques es localitzen al sector Antic, especialment a la branca occidental. Es troben tant a les parets formant en ocasions formacions atapeïdes com al terra. També s'han desenvolupat sobre estalactites i columnes. Els escuts o discos, alguns de bona mida, són formacions molt poc abundants a les cavitats de Mallorca, amb l'excepció de les coves d'Artà (GINÉS, 1995); també es troben a la branca occidental del sector Antic. Creixen a partir d'aportacions fissurals que formen estructures concèntriques (GINÉS, 1995). Alguns exemplars es troben recoberts per altres espeleotemes, com són les helictites i també d'ells sorgeixen espeleotemes de degoteig. Un espeleotema que s'ha de destacar per la seva abundància són les formacions coral·loides. Aquestes es troben especialment al sector Subaquàtic de Gregal, encara que també n'hi ha de forma puntual al sector de les Grans Sales. Al primer sector abans mencionat es localitzen al primer tram de la galeria Miquel Àngel Barceló, la galeria Endavant les Atxes i al començament de la galeria Jaume Damians. En ocasions, als llocs on es troben, hi són extraordinàriament abundants i recobreixen en gran part el terra de les galeries.

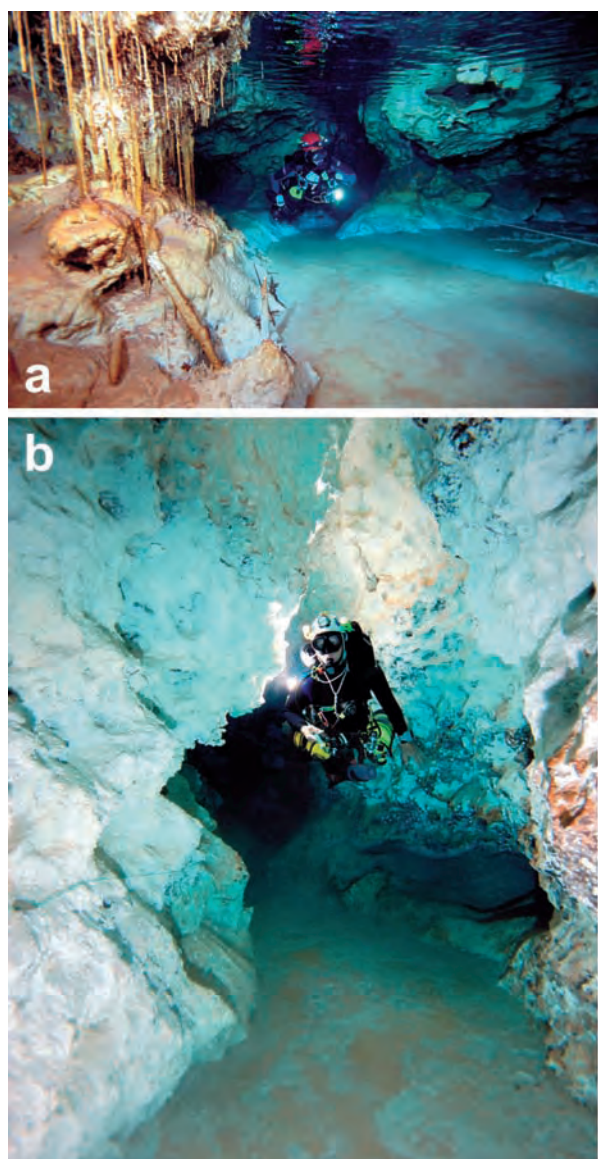


Figura 31: Espeleotemes de flux: colades pavimentàries. a) Branca Occidental (sector Antic); b) Llac Quadrat. (Foto M.A. Perelló).

Figure 31: Flowstone pavements. a) Occidental branch (Sector Antic); b) Llac Quadrat pool. (Photo M.A. Perelló).

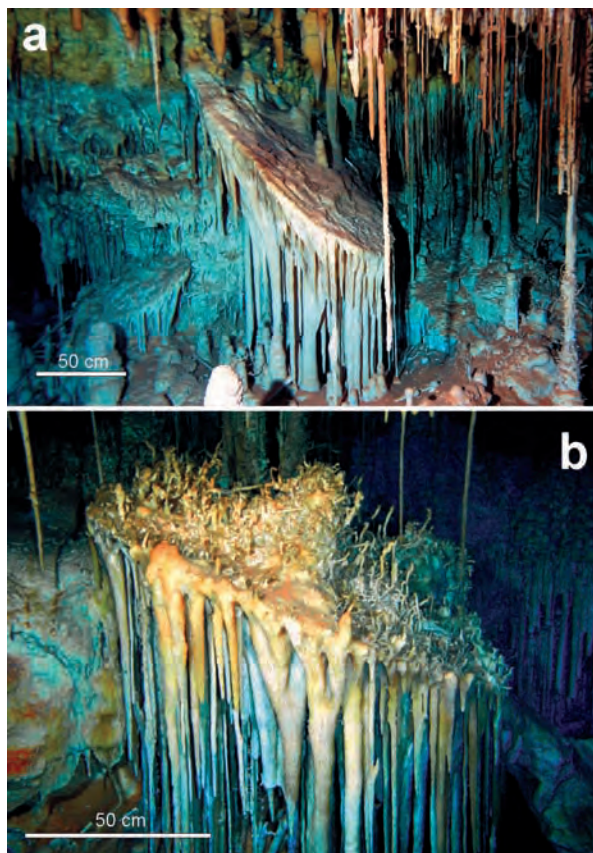


Figura 32: Espeleotemes de traspuament: discs al llac de na Gemma (sector Noves Extensions). (Foto M.A. Perelló).

Figure 32: Seeping-water speleothems: shields in the Llac de na Gemma pool (Sector Noves Extensions). (Photo M.A. Perelló).

ESPELEOTEMES SUBAQUÀTICS

Aquest tipus d'espeleotemes, formats originalment sota la làmina d'aigua, són molt freqüents dins de la part actualment submergida de la cova des Pas de Vallgornera. Entre els més característics hi podem diferenciar dos grans grups, els subaquàtics vadosos i els freàtics.

Espeleotemes subaquàtics vadosos

Dins d'aquest grup d'espeleotemes hi trobam els *gours* (Fig. 35). Es tracta d'espeleotemes còncaus que tenen una paret subvertical, o extraplomada a contrapendent, on es pot embassar l'aigua que flueix amb lentitud sobre el paviment de les coves. Les seves dimensions són extremadament diverses, ja que abracen des de minúsculs *microgours* de menys d'un centímetre de longitud fins a *gours* gegants que amiden varis metres. En el seu interior, el fons i les parets apareixen recoberts



Figura 33: Espeleotemes de traspuament: coral·loides. Galeria Endavant les Atxes (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto F. Gràcia).

Figure 33: Seeping-water speleothems: coralloids. Endavant les Atxes gallery (Sector Subaquàtic de Gregal). (Photo F. Gràcia).

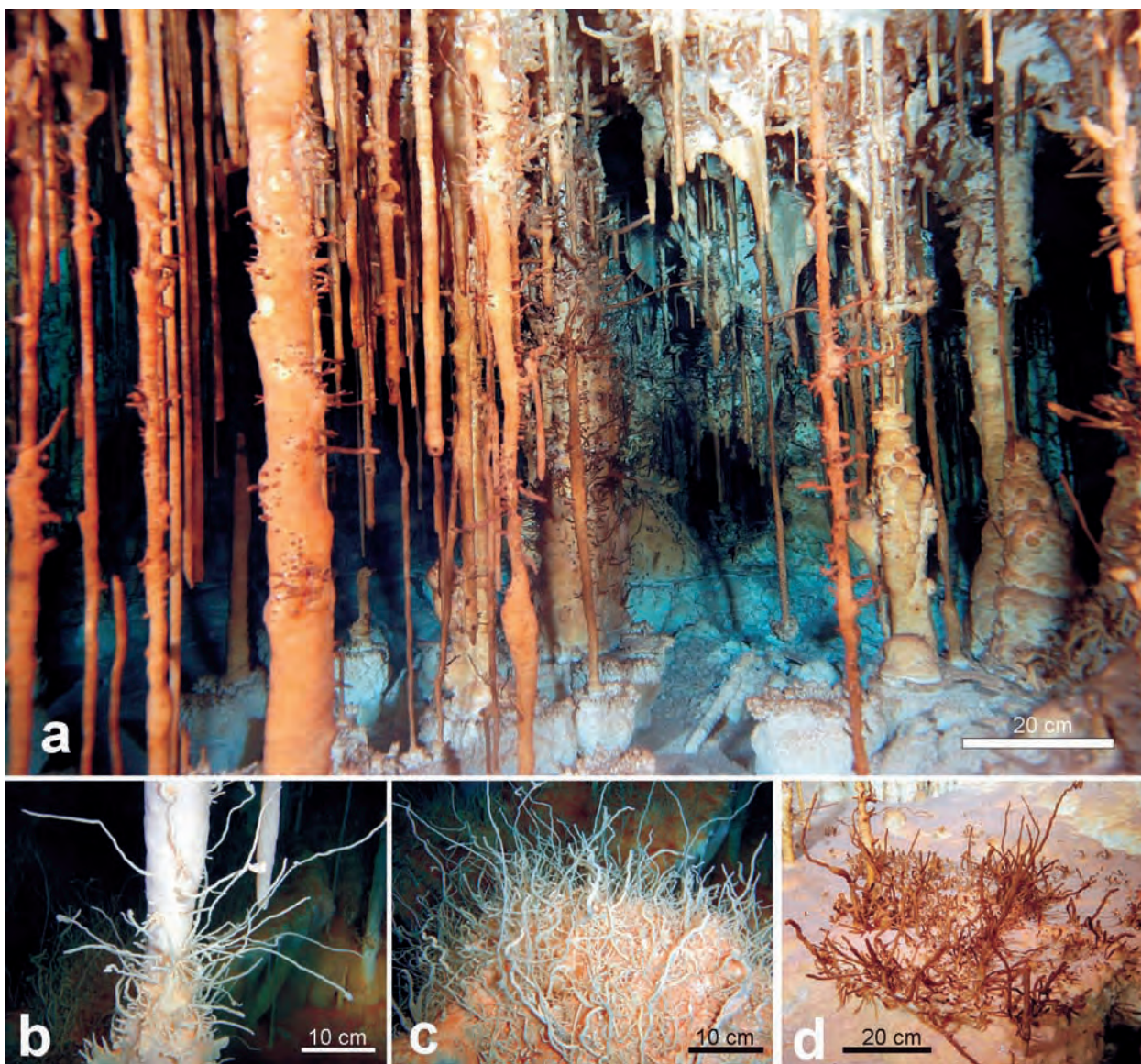


Figura 34: Espeleotemes de traspuament: helictites. Branca Occidental (sector Antic). (Fotos M.A. Perelló i F. Gràcia).

Figure 34: Seeping-water speleothems: helictites. Occidental branch (Sector Antic). (Photos M.A. Perelló and F. Gràcia).

per espeleotemes subaquàtics d'aspecte coral·loide. Molts de *gours* estan associats amb la formació i desenvolupament de colades pavimentaries. El flux de primes làmines d'aigua i les oscil·lacions del règim amb que aquestes circulen sobre la superfície de les colades són els factors determinants per a la seva formació (BATLLE, 1973).

La importància quantitativa que tenen els *gours* a les galeries sotaiguades del sector Antic de la cavitat, desenvolupades dins les fàcies de front d'escull, és notòria. N'hi ha de tota mida i amb decoracions i tipologies molt riques i diverses. El sector a on són molt abundants és sense cap dubte el sector Antic. Curiosament però, els *gours* de majors dimensions i fondàries localitzats

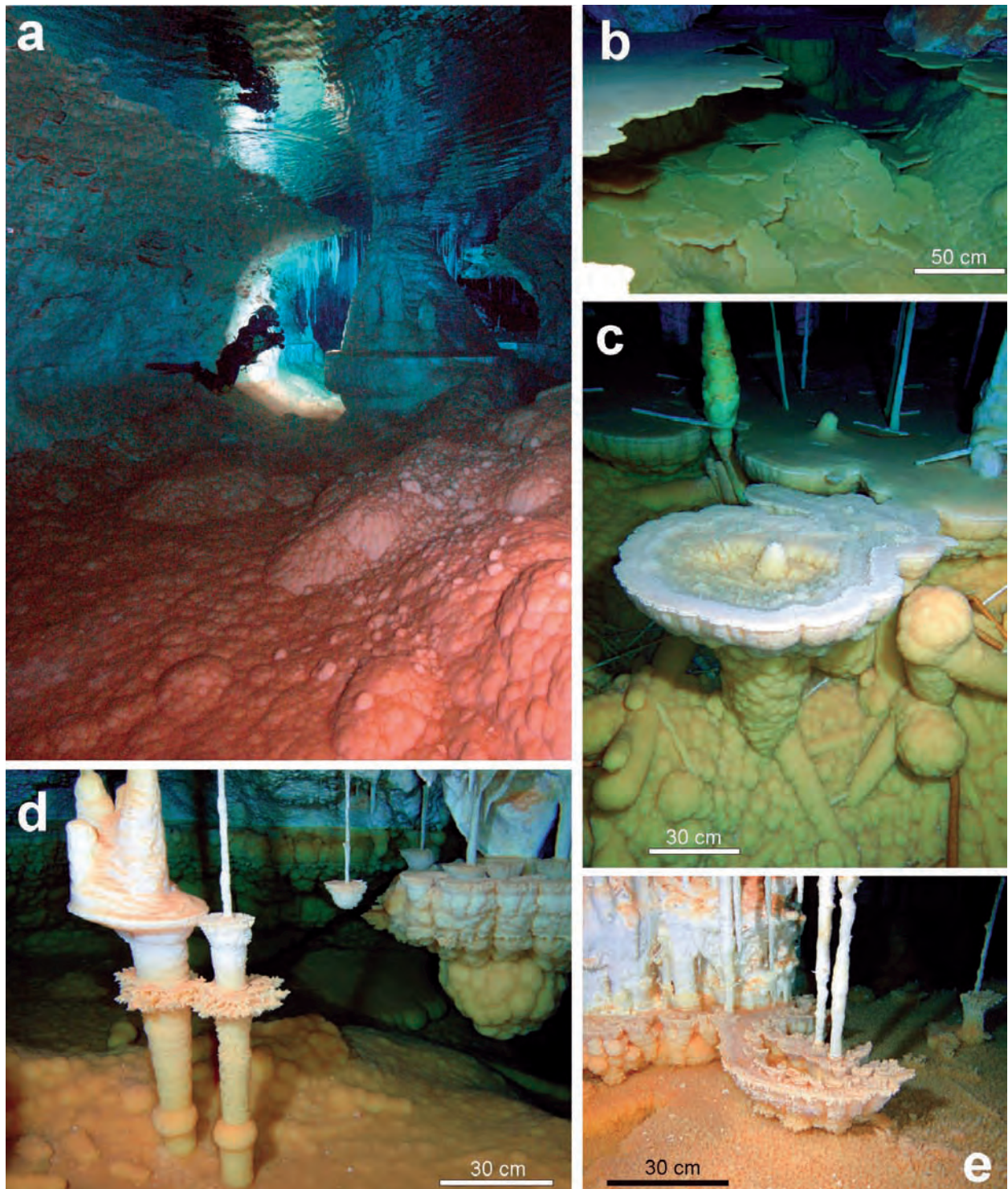


Figura 35: Espeleotemes subaquàtics vadosos: gours i formacions subaquàtiques associades (sector Subaquàtic de Gregal). Fotos: J. Pocoví i F. Gràcia.

Figure 35: Vadose subaqueous speleothems: rimstone pools and associated underwater crystallizations. (Photos J. Pocoví and F. Gràcia).

fins ara, es troben dins les galeries ubicades a les fàcies de lagoon extern, com és el cas per exemple, de la part final de la galeria Miquel Àngel Barceló, abans de sortir a la darrera sala amb aire. Es tracta d'un *gour* de més de 50 m de longitud, amb les voreres i la gran columna central que marquen un antic nivell d'aigua molt clar. També el terra i parets estan recobertes de formacions subaquàtiques. Un altre *gour* important és el que es troba abans de la sala de sa Fadrina Vella, on destaca per les gruixudes plaques de calcita flotant dipositades a les voreres i al terra.

La calcita flotant és poc important als sectors subaquàtics i gairebé només hi ha algunes evidències testimonials, no funcionals, de la seva presència (Fig. 36).

Espeleotemes freàtics

Aquests tipus d'espeleotemes precipiten dins les aigües salobres i estan relacionats amb antics nivells d'estabilització de la superfície de les aigües subterrànies, controlats a la vegada per les oscil·lacions negatives del nivell marí durant el Quaternari (GINÉS, 2000b). Aquests estan presents en forma de revestiments de cristalls damunt parets i espeleotemes vadosos formant sobrecreixements els més característics dels quals es disposen en forma anular, envoltant estalactites, estalagmites i columnes. Aquests indicadors dels nivells assolits per les aigües freàtiques de la cova es troben tots al sector Antic, ja que als altres sectors subaquàtics hi són absents per complet (Fig. 37). Llevat dels paleonivells situats a cotes per damunt del nivell freàtic actual, i també dels que corresponen al nivell subactual que presenten una mineralogia aragonítica, es troben altres de calcita a un nivell de -1 m de fondària. La datació d'aquests darrers per mitjans isotòpics els hi atorguen una antiguitat que surt dels límits de les tècniques cronològiques del U/Th i que de totes maneres superen amb escreix els 300.000 anys. Es troben a la branca Occidental del sector Antic, concentrats en unes poques zones.

ESPELEOTEMES MIXTS

En aquest apartat incloem les banderes, que combinen el degoteig i el flux, regalimant pel sostre i parets de sales i galeries. Estan presents, sense ésser molt abundants ni de grans dimensions, a diferents llocs de les zones subaquàtiques de la cova, especialment pel sector Antic, el sector de les Grans Sales i més esporàdicament en alguns indrets del sector Subaquàtic de Gregal (Fig. 38).

Sales d'esfondrament

Les sales d'esfondrament o *collapse chambers* constitueixen uns dels fenòmens més característics dins l'evolució morfogènica del carst del llevant i migjorn de Mallorca (GINÉS, 2000a; GINÉS i GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2006, 2007).



Figura 36: Calcita flotant que envolta una estalactita fistulosa. (Foto M.A. Perelló).

Figure 36: Calcite rafts surrounding a soda-straw stalactite. (Photo M.A. Perelló).

Als sectors subaquàtics de la cova des Pas de Vallgornera, els esfondraments, encara que molt presents i característics d'algunes zones, quantitativament són molt menys importants que les galeries que no presenten fragments de roca ni blocs caiguts. Són centenars els metres de galeries que no presenten cap evidència de processos d'esfondraments, o bé quan hi són tenen poca importància (Fig. 39).

Al sector Antic, a la branca occidental només apareix un esfondrament recobert de colades. A la branca oriental no n'hi ha cap fins a topar-se amb la sala Que no Té Nom, per emergir. Al sector de les Grans Sales, s'emergeix a un tram important aeri per mor d'aquests processos. També una de les galeries del sector es veu closa per mor dels enderrocs que no permeten la progressió. Al sector Subaquàtic de Gregal, els inicis de la galeria, abans de connectar amb la galeria del Quilòmetre, presenta abundants blocs inestables que fan molt delicada la superació d'alguns passos estrets. S'han de sortejar blocs caiguts i posar especial esment en alguns blocs inestables situats al sostre de la galeria. Alguns trams de la galeria Miquel Àngel Barceló es veuen afectats per enderrocs que generen zones aèries, especialment als darrers centenars de metres. La galeria subaquàtica paral·lela i a l'oest de la Miquel Àngel Barceló, també conflueix amb la sala de Toros i abans surt a una cambra aèria, molt decorada que recobreix blocs caiguts. La galeria Grup Nord de Mallorca, acaba litològicament dins les fàcies de lagoon intern, on es veu l'enderroc dels estrats més tous del sostre, que ha seguit els plans d'estratificació. La sala de sa Fadrina Vella, juntament amb la sala Jaume Damians, ambdues parcialment aèries, constitueixen les principals zones generades per aquest procés. La galeria Endavant les Atxes, que comunica les dues sales abans esmentades, presenta també alguns grans blocs caiguts. A la part més meridional de la galeria Collonuda Sud es troba un esfondrament important que a més de tancar surt a una minúscula cambra d'aire que, amb un rost de pendent acusada, remunta el nivell freàtic més de 10 m. Algunes de les galeries de l'Extremunció acaben també en diversos esfondraments.

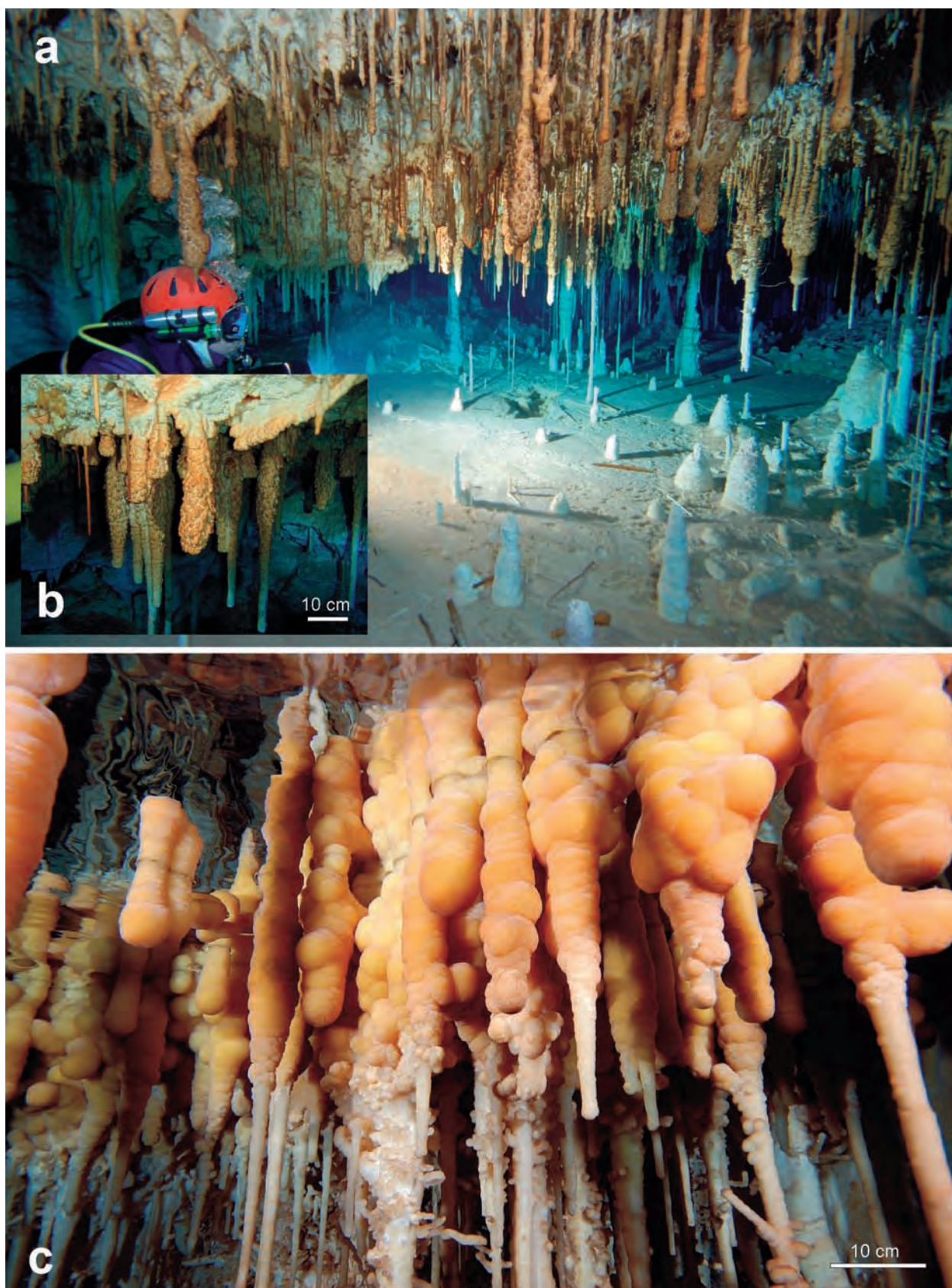


Figura 37: a i b) Espeleotemes freàtics de calcita situats a 1 m de fondària d'una antiguitat que supera els 300.000 anys. c) Espeleotemes freàtics d'aragonita subactuals. Ambdues fotos del sector Antic. (Fotos M.A. Perelló).

Figure 37: a and b) Phreatic speleothems of calcite located 1 m below the current sea level, whose age is older than 300,000 years. c) Subactual phreatic speleothems of aragonite. Both pictures correspond to the Sector Antic. (Photos M.A. Perelló).



Figura 38: Banderes a la branca Occidental (sector Antic). (Foto M.A. Perelló).

Figure 38: Draperies in the Occidental branch (Sector Antic). (Photo M.A. Perelló).



Figura 39: a) Blocs al terra del començament de la galeria Miquel Àngel Barceló. b) Cambra d'aire la Maressera, generada per processos d'esfondrament a la galeria Miquel Àngel Barceló. c) Blocs de gran mida al llac Quadrat. (Fotos M. A. Perelló).

Figure 39: a) Rock boulders on the floor of the starting section of Miquel Àngel Barceló gallery. b) Air chamber named La Marassera, generated by breakdown processes in the Miquel Àngel Barceló passage. c) Large rock blocks in the Llac Quadrat. (Photos M. A. Perelló).

Sediments

Els dipòsits sedimentaris de granulometria fina de les zones sotaiguades de la cova des Pas de Vallgornera són molt poc importants des del punt de vista volumètric i són de característiques molt peculiars si els comparam amb els que es troben a altres cavitats litorals de Mallorca. Només puntualment poden arribar a tenir una certa

rellevància. Aquest fet, forma part de les característiques que defineixen i diferencien aquesta cavitat en comparació, especialment a les del Llevant de Mallorca que solen presentar dipòsits que en ocasions poden superar el metre de potència (GRÀCIA *et al.*, 2006; FORNÓS *et al.*, 2009). Malgrat que una de les possibles explicacions podria ésser la de presentar una entrada artificial, s'han trobat indicis de tota una sèrie d'antigues entrades, avui en dia reblides i impracticables, per les quals probable-

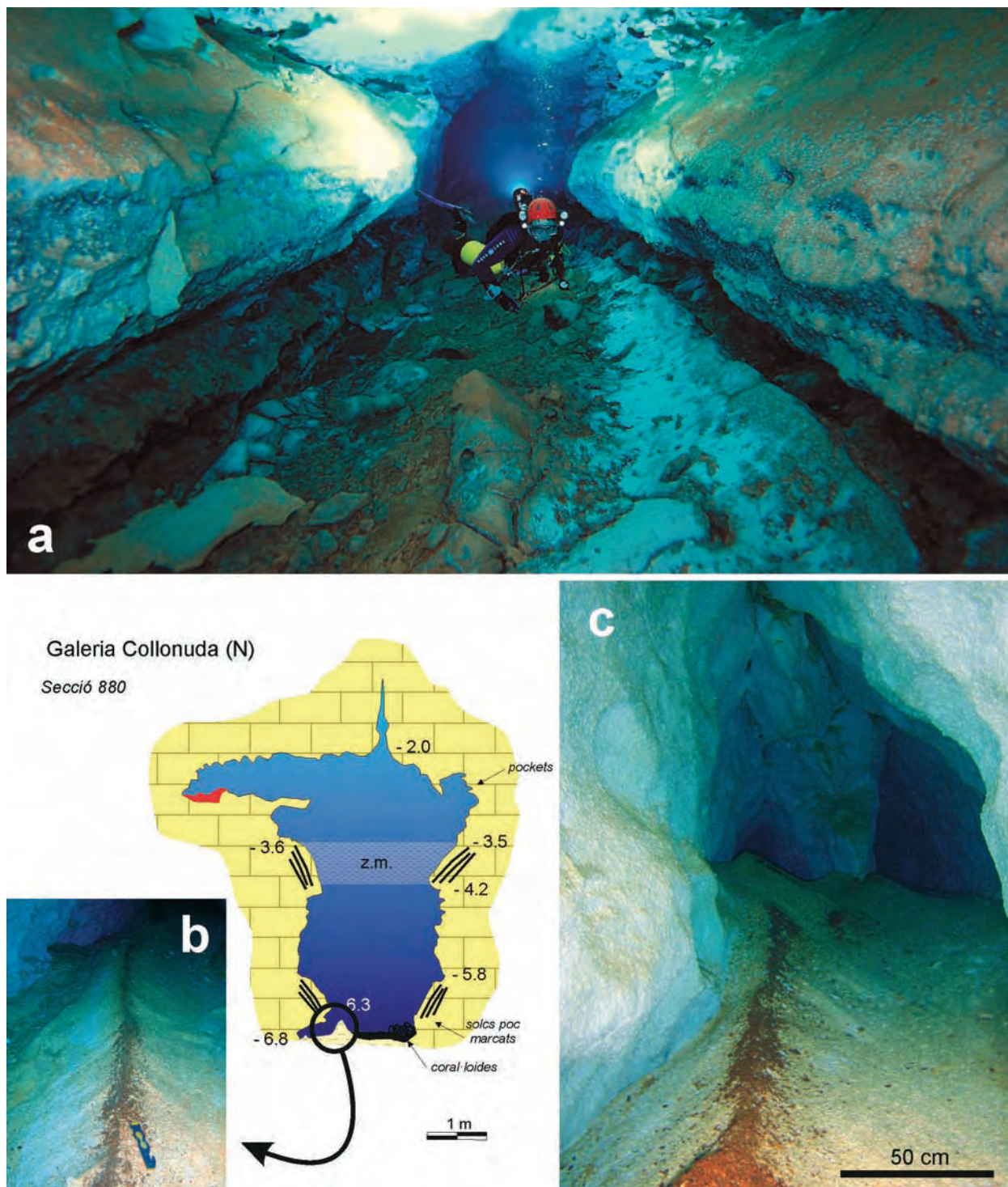


Figura 40: Caramulls allargats al terra de la galeria. (Fotos M.A. Perelló i F. Gràcia).

Figure 40: Elongated mounds at the floor of a gallery. (Photos M.A. Perelló and F. Gràcia).

ment s'hagués pogut produir l'entrada de sediment llimós de composició silícica i coloració vermellosa (GRÀCIA *et al.*, 2007). Per altra banda la presència de llims groguencs carbonatats, resultat de l'acumulació deguda a la descomposició granular de la roca calcarenítica miocena tampoc s'hi observa, en quantitats importants, en tot cas tan sols en forma d'una polsina superficial. Així i tot són importants i característiques algunes acumulacions i estructures sedimentàries que es donen a una part de les galeries que ara passam a detallar.

CARAMULLS ALLARGATS

Es tracta d'una morfologia d'origen sedimentari molt particular, no documentada abans a cap cavitat de les Balears i que és molt freqüent a la cova des Pas de Vallgornera. Es tracta d'uns caramulls allargats acabats en forma d'aresta, amb una alçada que oscil·la entre 8 i 25 cm i una amplària similar però que pot assolir valors una mica més grans, fins i tot arribar als 50 cm. Se solen trobar a ambdós costats de les galeries de forma paral·lela a les parets de les quals estan separats, de forma que sembla una espècie de camí senyalitzat (Fig. 40). En ocasions, especialment a galeries estretes, es pot trobar només un caramull allargat, presentant una clara relació genètica amb la fractura generadora de la galeria que s'observa al sostre. Es troben a tots els sectors subaquàtics i gairebé a totes les galeries, encara que no sempre de forma continuada. La seva gènesi sembla tenir relació amb la disposició de les facetes i en altres ocasions amb diàclasis del sostre per les quals caigui sediment. Les facetes en aquest cas podrien tenir la funció d'acumuladores del sediment fins que cauria arran de les voreres de les facetes acumulant-se al terra. La peculiaritat és que, malgrat tenir la gènesi per acumulació de sediments caiguts a partir de les facetes, aquests es troben cimentats per processos posteriors que no semblen tenir cap relació amb el seu procés genètic, per la qual cosa pot donar lloc a una interpretació errònia i semblar fins i tot una morfologia de dissolució. S'han trobat a tots els sectors Subaquàtics, encara que són

més abundants al sector de les Grans Sales i al sector Subaquàtic de Gregal.

POLÍGONS DE RETRACCIÓ

Corresponen a un tipus d'estructura formada en condicions vadoses, a partir de sediments que han sofert un procés de dessecació amb la conseqüent pèrdua de volum, moment en el qual es creen les esquerdes de retracció. A les galeries sotaiguades de la cova des Pas de Vallgornera s'han format al llarg de pulsacions fredes, moment en el qual el nivell baix de les aigües freàtiques deixaria les galeries eixutes i es produiria la dessecació dels sediments i la pèrdua de volum amb la formació dels polígons. En algunes ocasions es troben associats amb la marca d'impactes de gotes al terra que han foradat els sediments (Fig. 41). A la cavitat s'han localitzat zones amb polígons de retracció al sector de les Grans Sales, a diverses galeries i al sector Subaquàtic de Gregal, a la galeria Miquel Àngel Barceló, la galeria Endavant les Atxes, a la galeria Jaume Damians i a la galeria Collonuda Nord. La fondària a on s'acostumen a trobar oscil·la entre els -3 i els -5 m.

La seva presència està documentada a altres cavitats litorals, com és el cas del sistema Pirata-Pont-Piqueta, curiosament també a la cota de -4 m, en una àrea de 500 m² (GRÀCIA *et al.*, 2006).

VERMICULACIONS DENDRÍTIQUES

Les vermiculacions són dipòsits molt superficials, irregulars i discontinus de materials sedimentaris de granulometria molt fina que es troben sovint a les parets, sostres i al terra de les cavitats. Aquests dipòsits tenen l'aparença de cucs i reben per tant, la denominació de vermiculacions. D'entrada sembla que qualsevol material incoherent, no només l'argila i el fang, pot ésser potencialment apte per formar vermiculacions, amb la condició de que es compleixin certes condicions físiques. S'han indicat diferents orígens per als materials

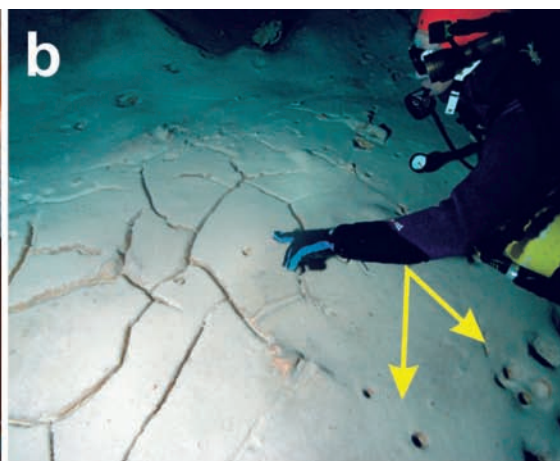


Figura 41: a) Polígons de retracció del sector de les Grans Sales. b) Polígons de retracció i marques d'impacte de gotes a la galeria Collonuda Nord (sector Subaquàtic de Gregal). (Fotos M.A. Perelló i J. Pocoví).

Figure 41: a) Desiccation polygons in the Sector de les Grans Sales. b) Desiccation polygons and dripping impact marks in the Collonuda Nord gallery (Sector Subaquàtic de Gregal). (Photos M.A. Perelló and J. Pocoví).

que formen les vermiculacions: generats per la descalcificació de la roca, o transport produït per les aigües d'infiltració, entre d'altres. Les pel·lícules d'aigua segons siguin permanents o temporals, poden generar en cada cas diferents tipus de dipòsits (HILL & FORTI, 1997).

La mida de les vermiculacions està compresa entre menys d'1 mm i 10 mm d'espessor i a partir de 1-2 mm fins a desenes de mil·límetres d'amplària i longitud, de manera que hi ha una gran variació de dimensions. Aquestes formacions sedimentàries també s'han trobat, amb graus de diferenciació com d'abundància i aspecte, en coves de roca no calcària i fins i tot a galeries artificials. Segons BINI *et al.* (1978) poden ser trobats pràcticament a qualsevol cavitat si se cerquen detingudament. No totes les vermiculacions que s'observen, segons aquests autors són encara actives i continuen el seu desenvolupament. Moltes d'elles estan absolutament seques o fins i tot fossilitzades; aquest és el cas de les que estan cobertes per una capa de precipitat de calcita. N'hi ha que són actives alguns períodes de l'any i la resta inactives. La majoria de les vermiculacions publicades pertanyen a cavitats de clima temperat i humit, però la temperatura, per sí mateixa, no sembla ésser un factor que controli la formació de les vermiculacions, sempre i quan aquesta es trobi per damunt dels zero graus.

Les vermiculacions solen seguir fractures, solcs i forats, especialment a on aquestes irregularitats faciliten la formació inicial de dipòsits que passen a desenvolupar-se posteriorment en forma de vermiculacions.

Degut a la gran heterogeneïtat en l'aspecte de les vermiculacions, molts autors han intentat explicar el seu origen de formes molt diverses. Les principals teories proposades són: reblits fòssils, deposició químic-genètica, formació biològica, deposició mecànica per moviments de l'aigua o aire, processos d'assecamment de la capa d'argila (hipòtesi de MONTORIOL-POUS, 1958). Una interessant classificació morfològica, de fins a 8 categories, va ésser publicada per PARENZAN (1961). Aquest autor diferencia maculacions (agregacions petites i més individualitzades) de les vermiculacions. Entre aquestes darreres, la categoria que més s'ajusta a les que es troben a les galeries submergides de la cova des Pas de Vallgornera són les vermiculacions dendrítiques

(*dentritic vermiculations*), que corresponen a la vuitena categoria de PARENZAN (1961). La seva mida comprèn entre alguns mil·límetres fins a centímetres.

Els materials fins que formen les vermiculacions restaran inicialment en suspensió dins de l'aigua pel·lícula adherint-se finalment a les parets, al sostre, al terra o damunt les superfícies dels blocs caiguts. La procedència de l'aigua seria tant de les infiltracions a partir del sostre de la cavitat, la condensació com de les periòdiques inundacions. Si l'aigua i l'argila (o qualsevol material equivalent) estan presents en quantitats considerables, es produeix una massa fangosa, totalment saturada d'aigua (tipus I). En aquest cas les vermiculacions no es poden produir, almenys fins que no tenguí lloc l'evaporació. Aquest procés implica a més, una disminució del contingut d'aigua i un increment simultani de les càrregues elèctriques que poden accelerar l'agregació de les partícules.

Per altra banda, si es forma una capa prima d'aigua, quasi constant, llavors es produeix una suspensió (tipus II) amb gairebé totes les característiques d'un col·loide. Aquesta suspensió pot provocar la deposició dels ions de calci. En aquest segon cas, els agregats tenen tendència a augmentar en alçària i superfície. Això és principalment degut a l'evaporació però la deposició també pot ser afectada per altres factors com són la temperatura, pH, etc. El resultat final serà la formació de vermiculacions fines, ramificades o arborescents. Aquestes estan envoltades generalment per un halo clar. Qualsevol solc o fractura que afecti al substrat pot accelerar òbviament el procés. Després dels primers processos d'eixugada, el procés es pot repetir indefinidament; el nou material es precipitarà de forma preferent sobre la vermiculació iniciada i incrementarà així la mida. S'han observat taxes elevades d'evaporació on el flux d'aire és considerable i per tant és més fàcil trobar-se una major concentració de vermiculacions de tipus II a les entrades de les coves, a les parets adjacents a fluxos localment forts, o a llocs on la secció de la galeria canvia bruscament les seves dimensions. Per contra, les vermiculacions de tipus I es troben normalment enfora de les entrades. Les vermiculacions s'han documentat a coves de gairebé tots els continents.

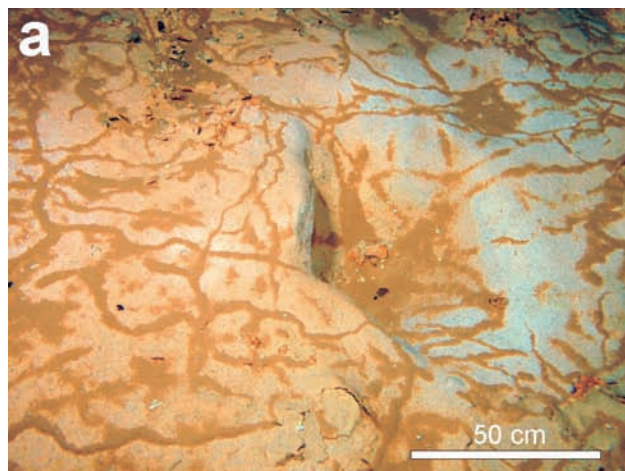


Figura 42: a) Vermiculacions de sediments llimosos silíceus vermellencs. b) Vermiculacions de sediments carbonatats. Galeria Endavant les Atxes. (Fotos F. Gràcia).

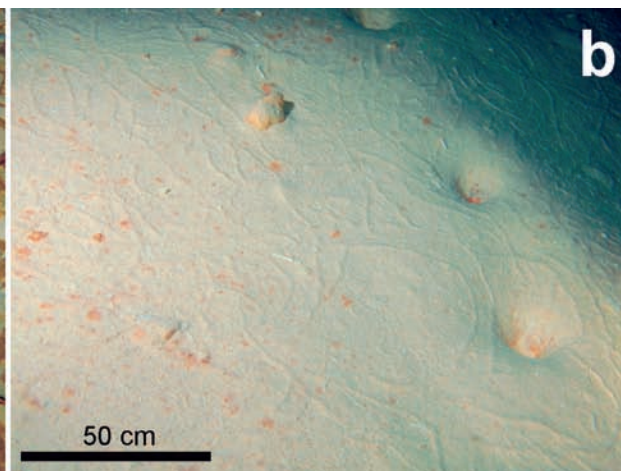


Figure 42: a) Vermiculacions made up of reddish siliceous silty sediments. b) Vermiculacions of carbonate sediments. Endavant les Atxes gallery. (Photo F. Gràcia).

A la cova des Pas de Vallgornera estan documentats per MERINO (2008), uns dipòsits fins i irregulars d'un material d'aspecte argilós poc gruixuts que es troben als sostres i parets. Es troben distribuïts de manera discontinua sobre la superfície d'una capa de roca alterada amb aspecte de *moonmilk* d'uns 2 cm de gruix. Sembla, a partir de les característiques que es tracta de vermiculacions de tipus I de BINI *et al.* (1978), i estudiades per primer cop per MONTORIOL-POUS (1958), que corresponen de la classificació de PARENZAN (1961) als números entre el 4 (màcules irregulars, el·lipsoides o allargades) i 5 (vermiculacions grosses, "*pell de lleopard*"). A les zones subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera han aparegut un altre tipus de vermiculacions al terra del sector Subaquàtic de Gregal i concretament a les galeries Miquel Àngel Barceló, galeria Endavant les Atxes, galeria Jaume Damians i galeria Collonuda Sud (Fig. 42). Ocupen extenses superfícies de galeries i sales, a fondàries d'uns 4 m. Si s'atenen als criteris bibliogràfics abans esmentats podrien correspondre al número 8 de la classificació de PARENZAN (1961), és a dir vermiculacions dendrítiques i a la tipologia II de BINI *et al.* (1978).

CALDERES

Seria el cas contrari a l'anterior formant-se una espècie de microdoline. Es tractaria d'un procés de disminució de volum i formació d'una depressió. En aquest cas donen lloc a la formació d'esquerdes de dessecació concèntriques. En alguns casos s'han trobat perforats per pouets de dissolució (Fig. 43). Han aparegut alguns exemplars entre 30 i 65 cm de diàmetre al sector Subaquàtic de Gregal.

TÚMULS

Són acumulacions de sediments que han estat recoberts per una capa de precipitació i que posteriorment han sofert un increment de volum, provocant una deformitat convexa amb trencament de la capa que els recobreix, en un procés similar a la formació dels diapirs. Correspon, per tant, al procés oposat al que genera els polígons de retracció. S'han localitzat escampats a diferents indrets del sector de les Grans Sales i del sector Subaquàtic de Gregal (Fig. 44).

SEDIMENTS AMB PRESENCIA DE MANGANÈS

GINÉS *et al.* (2008b; 2009a) ja feien menció de la presència de sediments específics, com a possible evidència d'espeleogènesi hipogènica de la cavitat. Aquests sediments no han estat, de moment, observats a d'altres cavitats del Migjorn. Consisteixen en dipòsits de coloracions negres que apareixen com una patina cobrint tant les parets d'algunes galeries com reomplint l'interior de les fractures del rocam Miocè o, fins i tot, dels sediments detrítics vermellosos que abunden en determinats passatges. Aquests materials presenten elevats continguts de Mn i en menor quantia de Fe, elements que són moderadament solubles en les aigües anòxi-

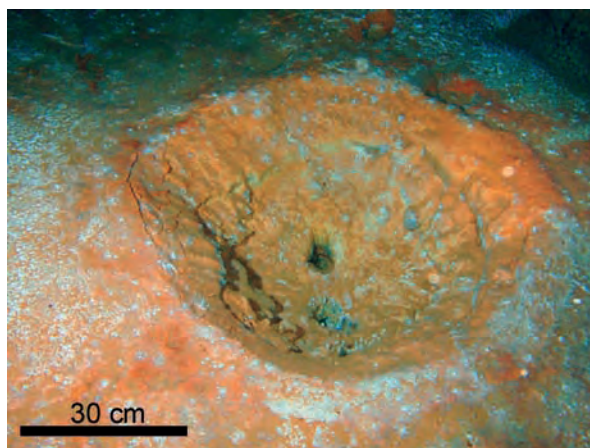


Figura 43: Caldera a la galeria Jaume Damians. (Foto F. Gràcia).

Figure 43: Kettle-shaped hollow in the Jaume Damians gallery. (Photo F. Gràcia).



Figura 44: Túmul al sector de les Grans Sales. (Foto F. Gràcia).

Figure 44: Tumuli in the Sector de les Grans Sales. (Photo F. Gràcia).

ques profundes i que, en assolir els aqüífers oxigenats més superficials, poden precipitar en forma d'hidroxids i òxids (PALMER, 2007).

A més dels sectors aeris de la cova s'han localitzat als sectors Subaquàtic de Gregal i al sector de les Grans Sales, encara que estan ocupant una superfície molt més ampla i poden assolir gruixos superiors al centímetre en forma d'acumulació sedimentària. Al sector Subaquàtic de Gregal han estat localitzats a la galeria Miquel Àngel Barceló, galeria Jaume Damians i especialment a la galeria Hidrotermal (Figs. 45 i 46). A la galeria Hidrotermal es troben abundants recobriments al terra d'aquests materials al llarg de gairebé 200 m, estant especialment dipositats a ambdós costats del terra de la galeria. Fins ara és el lloc de la cavitat a on s'han

trobat més ben representats. Les acumulacions, estan recobertes en part per una capa de colada estalagmítica sovint afectada per processos de dissolució. Sembla que la colada ha recobert, en èpoques de funcionament vadós, els sediments per complet i que aquests han contribuït en dissoldre les colades generant abundants

espais descoberts o amb forats de diferents mides per on actualment afloren els sediments. L'aparença és de que els forats s'han generat a manera de bombolles reventades que formen crostes, glòbuls i branques a partir d'aquests materials, probablement per processos de desgasificació. En alguns indrets del sostre i parets es

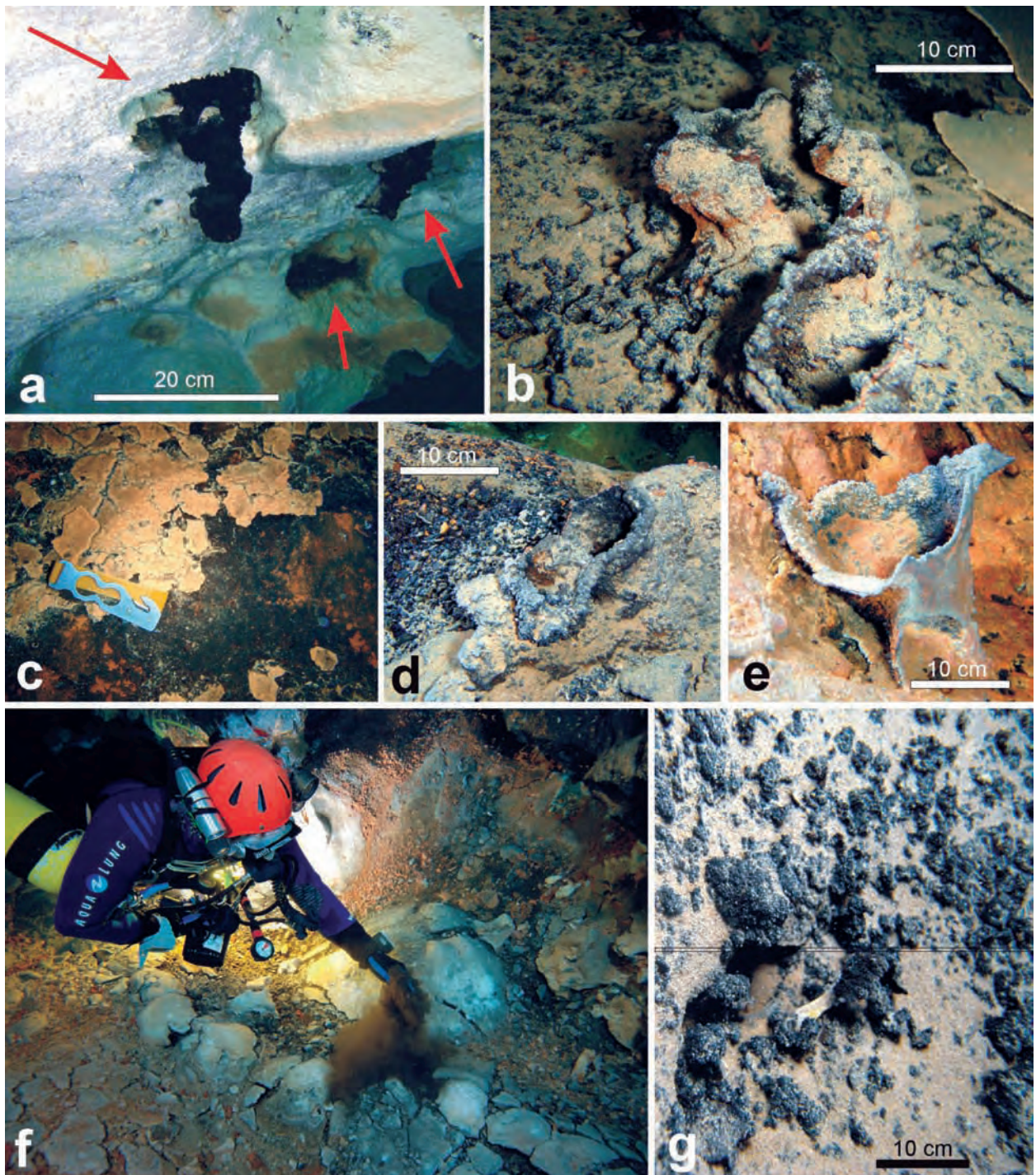


Figura 45: Sediments amb presència de manganès i en menor quantia de ferro. Una de les possibles evidències d'espeleogènesi hipogènica de la cavitat. a) Formes arborescents que sobresurten de la roca al sostre i parets; b), d) i e) Bombolles reventades que formen crostes, glòbuls i branques probablement per processos de desgasificació; c), f) i g) Dipòsits de coloracions negresques que recobreixen amplies zones. Sector de les Grans Sales i sector Subaquàtic de Gregal. (Fotos F. Gràcia i M.A. Perelló).

Figure 45: Sediments including abundant manganese and also iron in smaller amounts. It is one of the possible evidences about the hypogenic origin of the cave. a) Branching morphologies that protrude from the rock in the walls and ceilings; b), d) and e) Burst bubbles that form crusts, globules and branches, probably related to degassing processes; c), f) and g) Blackish deposits covering extensive zones. Sector de les Grans Sales and Sector Subaquàtic de Gregal. (Photos F. Gràcia and M.A. Perelló).

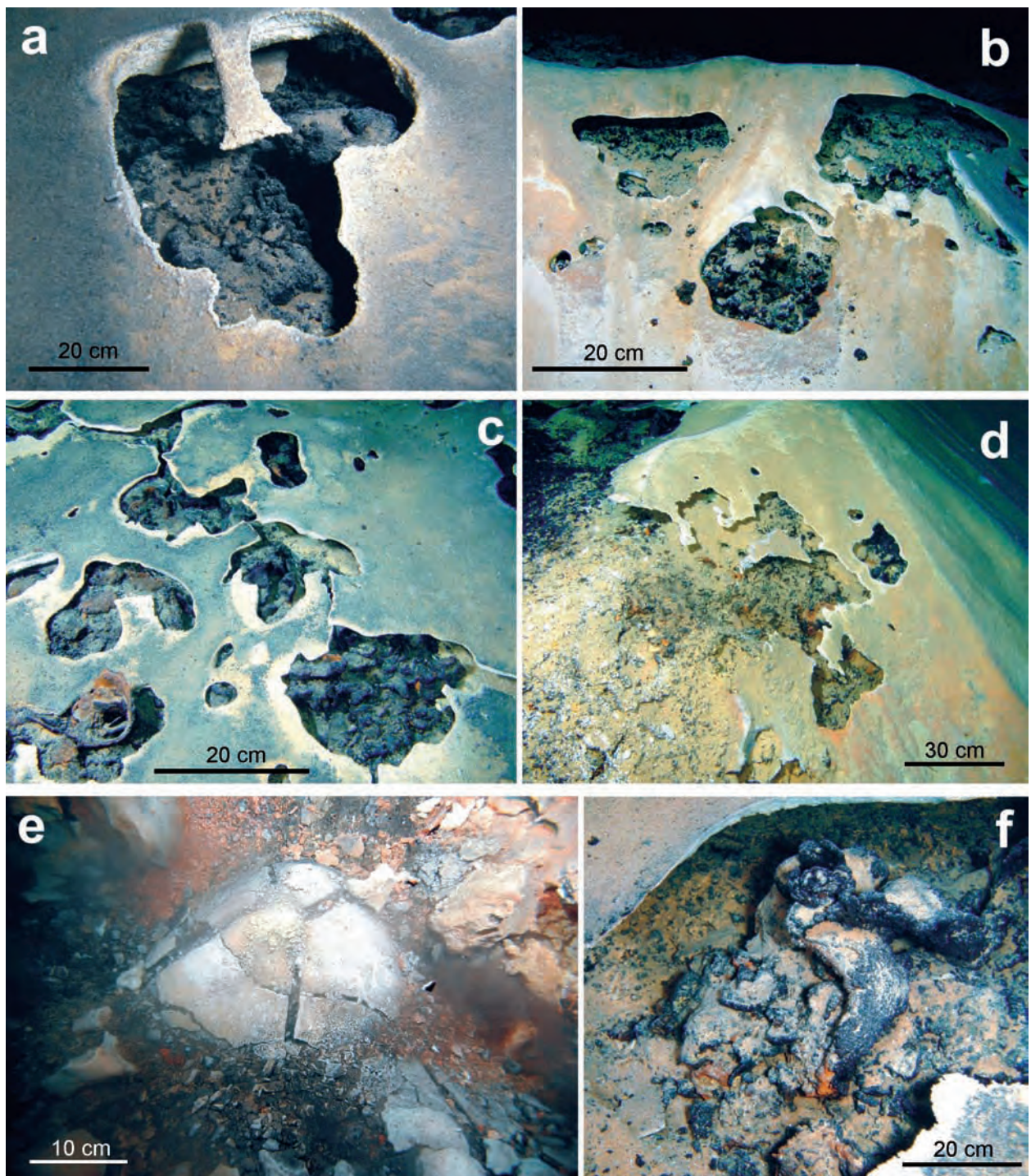


Figura 46: a), b), c), d) i f) Acumulacions de sediments amb Mn i Fe recoberts per una capa de colada estalagmítica sovint afectada per processos de dissolució. Sembla que la colada ha recobert, en èpoques de funcionament vadós, els sediments per complet i que aquests han contribuït en dissoldre les colades generant abundants espais descoberts per on afloren els sediments, de vegades sobresortint generant bombolles rebentades que formen crostes, glòbuls i branques. g) Túmulus, acumulació de sediments recoberts per una capa de precipitació i que posteriorment ha sofert un increment de volum. (Fotos F. Gràcia i J. Pocoví).

Figure 46: a), b), c), d) and f) Accumulations of Mn- and Fe-rich sediments covered by a layer of flowstone frequently affected by dissolution processes. It seems that flowstone has completely covered the sediments, corresponding to previous vadose conditions, being later the flowstone dissolved producing abundant holes that show the underneath sediments, sometimes generating burst bubbles which protrude as crusts, globules and branches. g) Tumulus, sediment accumulation covered by a layer of carbonate precipitation that afterwards has experienced a volume increasing. (Photos F. Gràcia and J. Pocoví).

troben formes més aviat arborescents que sobresurten de la roca, a la qual han travessat de baix a dalt. Els processos de dissolució han incidit especialment a la roca calcària i no gens als materials negres del precipitat. A altres galeries estan més localitzats o recoberts

i són més mals de localitzar. En alguns casos puntuals s'han observat que sobresurten de forats minúsculs i han dipositat al terra un petit ventall de sediments de color fosc. La fondària a on s'han trobat generalment està compresa entre els -4 i -7 m.

Aspectes Paleontològics

A les galeries i sales sotaigüades de la cova s'han trobat a dues localitats restes del vertebrat endèmic extint *Hypnomys morpheus* (Figs. 47 i 48). Abans de l'arribada dels humans a Mallorca, Menorca i Cabrera hi vivia aquesta espècie de rata cellarda que no es trobava enlloc més arreu del món (ALCOVER *et al.*, 2000). Va ser descrita per Miss Dorothea Minola Bate el 1918. Era més grossa que la rata cellarda actual de les Gimnèsies (introduïda pels humans en època prehistòrica). La llargària del seu cap i cos se situava entorn dels 17-18 cm i el seu pes era d'uns 250 g. Al llarg de la seva evolució no varen canviar gaire, sembla que només varen incrementar lleugerament la talla corporal i modificaren un poc la seva dentició. Es va extingir després de l'arribada



Figura 47: Esquelet d'*Hypnomys morpheus* trobat a 3 m de fondària sota les aigües, a un lateral del fons del llac de na Gemma. Se n'han trobat altres restes en pitjor estat al sector de les Grans Sales. (Foto M.A. Perelló).

Figure 47: Skeleton of *Hypnomys morpheus* found in a lateral part of the Llac de na Gemma pool's bottom, at a depth of 3 m underwater. Some other remains, but in worse conditions, have also been found in the Sector de les Grans Sales. (Photo M.A. Perelló)



Figura 48: Esquelet d'*Hypnomys morpheus* en posició anatòmica i parcialment conecionat per colada pavimentària. (Foto M.A. Perelló).

Figure 48: Skeleton of *Hypnomys morpheus* in anatomical position and partially covered by paving flowstone. (Photo M.A. Perelló).

dels humans. El seu depredador principal era l'òliba gegant, *Tyto balearica*.

La primera localitat de les galeries inundades a on s'han descobert restes òssies és a prop d'una sala aèria del sector de les Grans Sales, a una fondària de -3,5 m. Són restes sense connexió anatòmica i en mal estat de conservació. La segona localitat es troba al bell mig del llac de na Gemma (sector de les Noves Extensions), a una fondària de -3 m i coberts parcialment per una capa de colada estalagmítica que ha cimentat i consolidat les restes al llarg d'una pulsació climàtica freda, per posteriorment pujar el nivell de la mar i de les aigües freàtiques i deixar les restes sota l'aigua. Són restes òssies que es troben en bon estat i en connexió anatòmica, fet que li atorga un valor afegit (Fig. 48).

Fauna Aquàtica

S'ha mostregat el contingut faunístic de les galeries inundades emprant dues tècniques de captura: per una part amb pesques efectuades activament amb xarxes de plàncton confeccionades amb teixit de nytal de 64 µm de llum de malla amb les quals es filtra l'aigua mentre es busseja; per altra part s'han emprat nanses confeccionades amb pots de plàstic i malla de nytal, utilitzant embotit (fuet) o formatge com a esquer, que s'han deixat a la cavitat normalment entre una i dues setmanes. Les pesques s'han efectuat entre 0 i -9 m, és a dir, a la totalitat de la columna d'aigua de la gruta. El material recollit s'ha identificat al laboratori de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (UIB-CSIC), mitjançant lupa binocular i microscopi equipat amb contrast diferencial. S'han efectuat 8 dies de pesques amb xarxes i nanses. Encara que localment són abundants, únicament s'han trobat 3 espècies de crustacis estigobionts, 2 de les quals són endèmiques. A les pesques efectuades entre 1,5 i 3 m de fondària, zona habitual de la picnolina, que correspon a salinitats d'entre 12 mS/cm fins als 35 mS/cm s'han capturat la major part d'exemplars de l'amfípode *Salentinella angelieri* i del termosbenaci *Tethysbaena scabra*. L'isòpode *Typhlocirolana moraguesi*, espècie molt eurihalina, s'ha localitzat a qualsevol zona de la columna d'aigua. Per sectors, el que presenta una major densitat de crustacis és el sector Antic. El sector més pobre, encara que és el de major recorregut, és el sector Subaquàtic de Gregal. S'ha de puntualitzar que les espècies de crustacis estigobiontes d'aigües de major salinitat no s'han trobat a la cavitat, malgrat que a partir dels 3-4 m de fondària les aigües de la cova des Pas de Vallgornera presenten una salinitat amb valors molt propers als de la mar.

Phylum CRUSTACEA Classe Malacostraca

Ordre Amphipoda Latreille, 1816 *Salentinella angelieri* Ruffo & Delamare, 1952

Amfípode estigobiont, únic representant a les illes dels Salentinellidae, família estrictament estigobiont

i circummediterrània (Fig 49). L'espècie viu en aigües moderadament salabroses o fins i tot totalment dolces de pous i coves; es coneix també de sediments no consolidats de rius. Presenta una àmplia distribució per zones litorals de la regió mediterrània, on és l'habitant més comú de les coves anquihalines; està present a totes les illes de l'Arxipèlag Balear. Relativament freqüent a les capes superiors de la columna d'aigua de la cova Genovesa. Ateny a la cova des Coll densitats poblacionals importants localment i estacional, depenent de les zones on flueix aigua de menor salinitat. Al sistema Pirata-Pont-Piqueta es va localitzar a les zones superiors, excepte a la franja de més salinitat. A la cova des Pas de Vallgornera s'ha pescat i observat preferentment a les pesques efectuades entre 1,5 i 3 m de fondària, zona habitual de la picnolina, que correspon a salinitats d'entre 12 mS/cm fins als 35 mS/cm.

Ordre Isopoda Latreille, 1817 *Typhlocirolana moraguesi* Racovitza, 1905

Isòpode cirolànid estigobiont endèmic balear (citat únicament a Mallorca, Menorca, Cabrera i sa Dragonera). Va ésser descrit a principis del segle passat a partir de material capturat a les coves del Drac de Portocristo (RACOVITZA, 1905). Comú a la galeria dels Myotragus de la cova Genovesa, on sovint se l'ha observat nedant. Ha estat vist freqüentment a la cova des Coll, a totes les profunditats, entre 8 i 37 ‰ de salinitat. Al sistema Pirata-Pont-Piqueta es va localitzar a totes les franges d'aigua. A la cova des Pas de Vallgornera s'ha localitzat a qualsevol fondària, especialment al sector Antic (Fig. 50).

Ordre Thermosbaenacea Monod, 1927 *Tethysbaena scabra* (Pretus, 1991)

Espècie estigobiont de l'ordre de crustacis peracàrids. Endemisme gimnèsic s'ha citat a Mallorca i illots pròxims (Cabrera, sa Dragonera), així com també a Menorca. Es coneix una altra espècie ibèrica del gènere a la península. A Mallorca únicament es localitza a les aigües subterrànies de les regions costaneres influenciades per la mar. És típica de les picnoclines dels llacs anquihalins, on neda activament. S'ha trobat a la cova Genovesa on es concentra en abundància a la picnolina d'una sala a on probablement s'alimenta dels floculs de bacteris en suspensió que enllà es desenvolupen per aportacions d'aigües residuals d'un pou negre. Pot resistir concentracions molt baixes d'oxigen dissolt. A la cova des Coll ha aparegut als sectors més interiors, amb salinitats compreses entre el 8 i el 34 ‰. Al sistema Pirata-Pont-Piqueta es va localitzar també preferentment a les zones de la columna d'aigua, properes a la picnolina. A la cova des Pas de Vallgornera s'ha pescat preferentment entre 1,5 i 3 m de fondària, zona habitual de la picnolina, que correspon a salinitats d'entre 12 mS/cm fins als 35 mS/cm. S'han localitzat habitualment al sector Antic i també és freqüent observar-los al sector de les Grans Sales. També s'han observat exemplars de l'espècie per damunt d'escars deixats dins zones de salinitat marina al sector Subaquàtic de Gregal (Fig. 51).

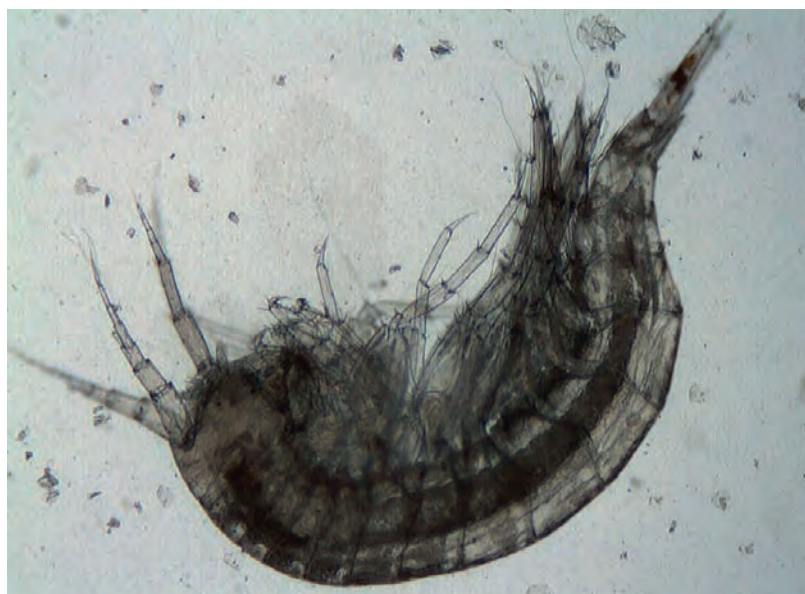


Figura 49: *Salentinella angelieri*, amfípode esti-gobiont. Viu en aigües moderadament salabroses o fins i tot totalment dolces. (Foto M. Vadell).

Figure 49: *Salentinella angelieri*, *stygo-bite* amphipod. It lives in slightly brackish waters or even in freshwaters. (Photo M. Vadell).



Figura 50: *Typhlocirolana moraguesi*, isòpode estigobiont endèmic balear. A la cova des Pas de Vallgornera s'ha localitzat a qualsevol fondària, especialment al sector Antic. (Foto M. Vadell).

Figure 50: *Typhlocirolana moraguesi*, *stygo-bite* isopod endemic from the Balearic Islands. In the Cova des Pas de Vallgornera, it has been observed at whatever depth especially in the Sector Antic. (Photo M. Vadell).



Figura 51: *Tethysbaena scabra*, espècie estigobiont endèmica de l'ordre de crustacis peracàrids. Localitzat preferentment a la franja de picnoclina. (Foto M. Vadell).

Figure 51: *Tethysbaena scabra*, endemic *stygo-bite* species belonging to the order of peracarida. It is preferentially found at the pycnocline horizon. (Photo M. Vadell).

Agraïments

Els treballs subaquàtics han estat finançats parcialment gràcies als projectes de la Obra Social de SA NOSTRA, dins les convocatòries d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2008. Volem agrair al Sr. Andreu Ramis, al Sr. Antoni Sorà, al Sr. Bartomeu Tomàs i a la Sra. Isabel Mozo de la Fundació "SA NOSTRA", Caixa de Balears la seva bona disposició i professionalitat.

Cal consignar que bona part de les tasques desenvolupades s'emmarquen dins del projecte d'investigació del *Ministerio de Ciencia e Innovación* - FEDER CGL2006-11242-C03-01/BTE.

Als bussos de coves que en més o manco ocasions han vingut a la cavitat i també han contribuït d'alguna manera a les feines realitzades o que han fet més agradable l'estada a la cavitat: Mateu Febrer, Peter Watkinson, Miquel Vives, Carlos Bernat, Hugo Doyle, Xavier Alemany, Franck Brehier, Guillaume Tixier, José López, Enrique Ballesteros, Hilari Moreno, Jean-marc Belin, Gabriel Soler, Thomas Baum, Jean-Pierre Montseny, Antoni Cirer, Gian Ameri, Miguel Romans i Juanjo Lavergne.

Als companys, espeleòlegs no bussos, anomenats amistosament per nosaltres com "els terrestres", que han ajudat en múltiples ocasions a transportar tancs de busseig i demés equipament pesat fins al llac d'entrada: Antoni Croix, Anders Kristoffersson, Antoni Mulet, Guillem Mulet, Antoni Merino, Miquel Àngel Barceló, Pedro Riera, Paco Albuquerque, Miquel Dot, Pere Cifre, Tòfol Monserrat, Vicente Villalonga, Santi García, Manolo Luque i molts d'altres, en ocasions de visita puntual a la cavitat, que ens han alleugerat una mica en la feixuga feina del transport. Els hem enyorat molt en travessar la sala Que No Té Nom i a la tornada a l'exterior una vegada acabades les immersions.

A Joaquín Ginés, a qui volem agrair la revisió atenta de l'article i la traducció a l'anglès del resum i dels peus de figures.

A les intenses activitats exploratòries i topogràfiques portades a terme pels equips d'espeleòlegs del Grup Espeleològic de Llubí i de l'Agrupació Voltors, els quals han treballat de forma continuada en la cova des Pas de Vallgornera d'ençà de l'any 2004.

A Antoni Cirer "Chirino", per la seva excel·lent tasca fotogràfica i professionalitat.

A Mateu Vadell, per fotografiar les espècies de crustacis aquàtiques.

A Jaume Serra per proporcionar-nos fotografies i informació oral de les primeres immersions a la cavitat par part del club CAS Triton.

Bibliografia

- ALCOVER, J. A.; LLABRÉS, M. & MORAGUES, LL. (2000): *Les Balears abans dels humans*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 8: 78 pàgs. Palma. Edit. SA NOSTRA-SHNB.
- BINI, A.; CAVALLI GORI, M. & GORI, S. (1978): A critical review of hypotheses on the origin of vermiculations. *Int. Jour. Speleol.*, v. 10, 1, pàgs: 11-33.

- COLLIGNON, M. (1982): Une première des spéléos namurois a Majorque (Espagne). *Au Royaume d'Hades. Groupe Spéléo Namur-Ciney*, 2: 15-26. Bouge, Bèlgica.
- FORNÓS, J.J.; GINÉS, J. & GRÀCIA, F. (2009): Present-day sedimentary facies into the coastal karst caves of Mallorca island (western Mediterranean). *Journal of Cave and Karst Studies*, 71(1): 86-99.
- GINÉS, A. (1995): Els espeleotemes de les coves de Mallorca / The speleothems of Majorcan caves. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. *Endins*, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 87-97. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. (2000a): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29 (2): 139-148. Ljubljana.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67. Bologna, Itàlia.
- GINÉS, J. (2000b): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs + 29 llms. Inèdit.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; MERINO, A.; MULET, A. & MULET, G. (2008a): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). Una localitat excepcional des del punt de vista del patrimoni geoespeleològic. In: PONS, G. X. (edits.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i resums*. Soc. Hist. Nat. Balears, 39-40. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2008b): Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009a): On the role of hypogene speleogenesis in shaping the coastal endokarst of southern Mallorca (Western Mediterranean). In: KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (eds.) *Hypogene speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1: 91-99. Simferopol, Ucraïna.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009b): About the genesis of an exceptional coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). The lithological control over the pattern and morphology of Cova des Pas de Vallgornera. In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 481-487. Kerrville, U.S.A.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata - Pont - Piqueta (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. i FORNÓS, J.J. (2007): Cavitats costaneres de les Balears generades a la zona de mescla, amb importants continuacions subaquàtiques. In: PONS, G.X. & VICENS, D. (eds.) *Homenatge a Juan Cuerda*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca.
- HILL, C. & FORTI, P. (1997): *Cave minerals of the world*. National Speleological Society. 463 pp.
- MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 19: 17-23. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2002): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Boletín SEDECK*, 3. Madrid.
- MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49 - 70. Palma de Mallorca.

- MERINO, A. (2007a): Algunos espeleotemas poco habituales hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. Nuevas observacions. *Endins*, 31: 111-116. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2007b): Solutional sculpturings and uncommon speleothems found in the Cova des Pas de Vallgornera, Majorca, Spain. *NSS News*, 65 (9): 14-20. Huntsville, USA.
- MERINO, A. (2008): Nueva aportación al conocimiento de les espeleotemas y morfologías existentes en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 32: 43 - 48. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A. i MULET, G. (2006): La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kil6metros de desarrollo topografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29 - 48. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2007): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): 40 kil6metros de desarrollo topografiado *Endins*, 31: 101-110. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2008): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca) alcanza los 55 kil6metros de desarrollo topogràfico. *Endins*, 32. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2009): Cova des Pas de Vallgornera: an exceptional littoral cave from Mallorca Island (Spain). In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 522-527. Kerrville, U.S.A.
- MONTORIOL-POUS, J. (1958): Sobre el origen de las vermiculaciones arcillosas. *Proc. 2nd Int. Cong. Speleology, Bari*, 1: 389-395.
- MULET, G. (2006): Cova des Pas de Vallgornera. In: MAYORAL, D. & MATEU, T. (eds.) *Mallorca, bellezas en la oscuridad. Guía práctica y visual de la espeleología en Mallorca*. Espeleo Mallorca S.C. 249-266. Sant Llorenç des Cardassar, Mallorca.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave Geology*. Cave Books. 454 pp. Dayton.
- PARENZAN (1961): Sulle formazioni argillose-llimose dette vermicolari. *Atti Int. Symp., Varenna*, v. 1, p. 120-125.
- RACOVITZA, E.G. (1905): *Typhlocirolana moraguesi* n. g. n. sp. isopode aquatique cavernicole des grottes du Drach (Baléares). *Bull. Soc. Zool. de France*, 30: 72-80.