

ENDINGS

**PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA
Núm. 32 • NOVEMBRE 2008 • MALLORCA**



Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca)

ENDINS

Publicació d'Espeleologia. Federació Balear d'Espeleologia
núm. 32 • Novembre 2008.

Sumari

JAUME DAMIANS GELABERT 1960 – 2008 per Joaquín Ginés i Àngel Ginés	7
L'AVENC DEL PUIG CARAGOLER (Escorca, Mallorca) per Tomeu Plomer i Joaquín Ginés	11
EL TORRENT DELS PICAROLS (Selva, Mallorca) per Gabriel Santandreu	23
LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor, Mallorca): ALCANZA LOS 55 KILÓMETROS DE DESARROLLO TOPOGRÁFICO per Antoni Merino, Antoni Mulet, Guillem Mulet, Antoni Croix y Francesc Gràcia	33
NUEVA APORTACIÓN AL CONOCIMIENTO DE LOS ESPELEOTEMAS Y MORFOLOGÍAS EXISTENTES EN LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA per Antoni Merino	43
NOVES OBSERVACIONS SOBRE L'ESPELEOGÈNESI EN EL MIGJORN DE MALLORCA: ELS CONDICIONANTS LITOLÒGICS EN ALGUNS GRANS SISTEMES SUBTERRANIS LITORALS per Joaquín Ginés, Àngel Ginés, Joan J. Fornós, Francesc Gràcia i Antoni Merino	49
COVES LITORALS, GEOMORFOLOGIA I JACIMENTS DEL QUATERNARI DE LA MARINA DE LLUCMAJOR. ZONA 1: LA FRANJA COSTANERA ENTRE ES RACÓ DES LLOBETS I CALA ESGLESIETA (1a PART) per Antelm Ginard, Damià Vicens, Damià Crespí, Mateu Vadell, Pere Bover, Pau Balaguer i Francesc Gràcia ...	81
LES COVES DE CALA BLANCA (Ciutadella de Menorca) per Pere Arnau, Natalia Laínez, Mónica Zubillaga i David Gómez	105
LES INSCRIPCIONS DE LES COVES DE CALA BLANCA: COVA DE S'AIGO I COVA DES MÀRMOL (Cala Blanca, Ciutadella de Menorca) per Pere Arnau, Natalia Laínez i Mónica Zubillaga	139
CARACTERÍSTIQUES SEDIMENTÀRIES DE LA COVA D'EN BASSOL (Felanitx, Mallorca) per Joan J. Fornós, Francesc Gràcia i Bernat Clamor	151
MÉS DADES SOBRE ELS SOTERRANIS DE SANT FELIP A L'ILLA DE MENORCA per Miquel Trias	165
PRIMERA CITA DE <i>Eurygeophilus multistiliger</i> (Verhoeff, 1899) (Chilopoda, Geophilomorpha) PARA LAS ISLAS BALEARES por Mateo Vadell y Guillem Pons	171
<i>Trichoniscus perezi</i> sp. n. (Oniscidea: Synocheta: Trichoniscidae), UN NUEVO ISÓPODO TERRESTRE CAVERNÍCOLA DE JAÉN (Andalucía oriental, Sur de la Península Ibérica) per Lluç Garcia	175

Foto portada:

Cova des Pas de Vallgornera. Galeria del Quilòmetre (Llucmajor, Mallorca).
Fotografia: Toni Merino.

Foto contraportada:

Cova des Pas de Vallgornera. Sala Que No Té Nom (Llucmajor, Mallorca).
Fotografia: Daniel Mayoral.

NORMES DE PUBLICACIÓ

ENDINS publica tot tipus de treballs sobre el carst, les coves i l'espeleologia de les Balears en tots els seus aspectes, prèvia acceptació per part de la Junta de Publicacions.

Igualment, ENDINS dóna cabuda a originals que, encara que surtin de l'àmbit geogràfic anteriorment descrit, siguin considerats d'interès a criteri de la Junta de Publicacions.

L'idioma oficial d'ENDINS és el català. No obstant això, es poden publicar també treballs en qualsevol dels idiomes següents: castellà, anglès, francès, italià i alemany.

De tots els treballs s'ha de presentar un original i una còpia, en fulls DIN A4, en una sola cara, a doble espai i amb un marge de 2,5 cm per cada costat. S'ha d'adjuntar una còpia en suport informàtic feta amb un processador de textos actual per facilitar les tasques d'edició.

S'ha d'especificar, en full a part, el títol del treball, el nom de l'autor o autors, l'adreça de contacte i, si és possible, un número de fax o adreça de correu electrònic.

L'extensió no ha de sobrepassar les 20 pàgines, incloent-hi la bibliografia, les figures i les taules. La Junta de Publicacions es reserva la possibilitat de publicar articles més extensos. S'ha d'adjuntar obligatòriament dos resums, en català i en anglès. Opcionalment, se pot afegir un altre resum en l'idioma que l'autor o autors considerin oportú, amb un màxim de 25 línies cada un d'ells.

Les figures han d'estar clarament referenciades amb un número, al qual s'ha de fer referència al text. Les fotografies s'han de presentar preferentment en diapositives o en còpies de paper, tant en color com en blanc i negre. Totes les figures s'han d'enviar en paper vegetal, en format DIN i s'exigeix una presentació i una retolació acurades. En el cas concret de topografies, és convenient que incloguin les informacions següents:

1.- Nom de la cavitat i del municipi on s'ubica.

2.- Nom dels autors dels treballs topogràfics, precedits del que dirigeix la feina.

3.- Nom del grup o grups espeleològics que realitzen la topografia, si s'escau.

4.- Escala gràfica. Una sola escala per al conjunt de la topografia. Els detalls i els diagrames es poden presentar en una escala diferent, però ben diferenciats de la resta del dibuix.

5.- Nord magnètic amb data de l'aixecament topogràfic.

I és convenient, a més, seguir les normes següents:

a.- El dibuix ha d'estar correctament delineat, amb retolació clara i espaiada per fer possible reduccions òptimes.

b.- La topografia ha d'estar formada per plantes, seccions i detalls de l'espai subterrani que es vol representar, correctament col·locats d'acord amb les normes elementals del dibuix i l'estètica.

Es poden presentar fotografies no publicades de les cavitats o el carst de les Balears, per a la portada de la revista, sense necessitat de presentar cap treball. El màxim serà de 3 diapositives per autor. Cada imatge haurà d'estar correctament identificada i s'especificarà detalladament el lloc on està presa.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

ENDINS publica todo tipo de trabajos sobre el karst, las cuevas y la espeleología de las Baleares en todos sus aspectos, previa aceptación por parte de la Junta de Publicaciones.

Igualmente, ENDINS da cabida a originales que, aún saliendo del ámbito geográfico balear, sean considerados de interés general a criterio de la Junta de Publicaciones.

El idioma oficial de ENDINS es el catalán. No obstante se publicarán asimismo trabajos en cualquiera de los idiomas siguientes: castellano, inglés, francés, italiano y español. De todos los trabajos se ha de presentar un original y una copia, en hojas DIN A4, por una sola cara, a doble espacio y con un margen de 2,5 cm por lado. Se ha de adjuntar una copia en soporte informático hecha con un procesador de textos actual para facilitar la edición.

Se especificará el título del trabajo, el nombre del autor o autores, la dirección de contacto y, si es posible, un número de fax o dirección de correo electrónico.

La extensión no ha de sobrepassar las 20 páginas, incluyendo la bibliografía y las figuras. La Junta de Publicaciones se reserva la posibilidad de publicar artículos más extensos. Se ha de adjuntar obligatoriamente dos resúmenes, en catalán y en inglés. Opcionalmente, se puede añadir otro resumen en el idioma que el autor o autores consideren oportuno, con un máximo de 25 líneas cada uno.

Las figuras han de estar claramente referenciadas con un número y hacer referencia de ellas en el texto. Las fotografías se han

de presentar preferentemente en diapositivas o en copias en papel, tanto en color como en blanco y negro. Todas las figuras se han de enviar en papel vegetal, en formato DIN y con una presentación y rotulación esmeradas. En el caso concreto de las topografías, es conveniente que incluyan las informaciones siguientes:

1.- Nombre de la cavidad y del municipio en que se ubica.

2.- Nombre de los autores de los trabajos topográficos, precedidos por el que dirige el trabajo.

3.- Nombre del grupo o grupos espeleológicos que realizan la topografía.

4.- Escala gráfica. Una única escala para el conjunto de la topografía. Los detalles y los diagramas se pueden presentar en una escala diferente, pero bien diferenciados del resto del dibujo.

5.- Norte magnético con la fecha del levantamiento topográfico. Además es conveniente seguir las normas siguientes:

a.- El dibujo ha de estar correctamente delineado, con rotulación clara y espaciada para hacer posible reducciones óptimas.

b.- La topografía ha de estar formada por plantas, secciones y detalles del espacio subterráneo que se quiere representar, correctamente colocados de acuerdo con las normas elementales del dibujo y de la estética.

Se pueden presentar fotografías inéditas de las cavidades o el karst de las Baleares, para la portada de la revista, sin necesidad de presentar ningún trabajo. El número máximo será de 3 diapositivas por autor. Cada imagen estará correctamente identificada y se especificará detalladamente el lugar de procedencia.

PUBLICATION RULES

ENDINS publishes a wide-range of papers on the speleology and karstology of the Balears in all their aspects.

The journal will also consider for publication papers on the caves and karst of other geographical regions.

The official language of ENDINS is Catalan, but even so, it will also publish papers written in English, French, German, Italian and Spanish.

All submission are subject to the approval of the journal's Editorial Board.

All papers must be submitted in duplicate on DIN A4 paper written on one side only, double-line spaced and with 25 mm margins. Also the text and any tables should be submitted on a 3.5" diskette under a widely used file format to easy editing.

On a separate sheet of paper, the title of the paper, the names of the author or authors, a contact address, and, if possible, a fax number or an e-mail address should be included.

All papers should have at least two abstracts being no more than twenty-five lines long each, one of which must be in English and the other preferable in Catalan or Spanish.

No paper, including all figures, tables and the bibliography, should exceed, except at the Editorial Board's discretion, twenty pages in all.

All figures and tables have to be clearly numbered with a reference to each one in the text.

Any photographs should be submitted preferably as slides, or as prints in colour or in black and white.

All figures should be done on DIN A-sized tracing paper with carefully executed linework and labelling.

In the specific case of surveys, the following should be included:

1.- the name of the cave and of the municipality (or equivalent) where it is located;

2.- the name of the lead surveyor followed by any others;

3.- date of survey;

4.- the name of speleologic club or clubs, if applicable; a scale bar and, if there is more than one, each one must be clearly labelled;

5- true north or magnetic north and date;

It is also recommendable to follow the following guidelines:

a.- the survey must be correctly draughted in accordance with accepted practices with clear lettering and labelling, keeping in mind that the survey may be reduced in size for publication;

b.- the survey should consist of a floor plan, an extended or main section, cross-sections and other details, as required by the cave's development and layout.

Unpublished photographs, as slides, of caves and the karst on the islands can also be submitted for the journal's cover. It is not necessary that the author has submitted a paper. There is maximum of three slides an author and each slide must be correctly identified and the location specified.

FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA

JUNTA DIRECTIVA

PRESIDENT:	Julián VEGA SANZ
VICE-PRESIDENT:	Francisco Javier DÍAZ DELGADO
SECRETARI:	Antonio SALAZAR MIRA
TRESORERA:	Josefina LUENGO VERGAZ
DIRECTORA EBE:	Beatriz PAYA GALLEGO
VOCAL ESPELEOSOCORS:	Manuel LÓPEZ TOLEDANO
VOCAL CONSERVACIÓ:	Antoni MERINO JUNCADELLA
VOCAL PUBLICACIONS:	Francesc GRÀCIA LLADÓ

JUNTA DE PUBLICACIONS

DIRECTOR:	Francesc GRÀCIA LLADÓ
	Pere BOVER ARBÓS
	Damià CRESPI BESTARD
	Antelm GINARD FULLANA
	Vicenç PLA MARTÍNEZ
	Guillem PONS BUADES
	Miquel TRIAS GUSÓ
	Damià VICENS XAMENA
	Peter WATKINSON

© ENDINS

ISSN 0211-2515

Dipòsit Legal: PM 165-1974

Correspondència i intercanvi:

ENDINS

Federació Balear d'Espeleologia
Carrer Margarida Xirgu, 16
07011 - PALMA DE MALLORCA
(Spain)
e-mail: xescgracia@yahoo.es

Impressió:

Sairpa S.L.

C/ Islas Baleares, 26

Poligono Ind. Son Bugadellas

07180 Santa Ponsa (Calvià)

Tel. 971 69 76 76

e-mail: sairpa@terra.es

Maquetació:

Natalia Riera

Tel. 619 73 72 83

La publicació d'aquest número d'ENDINS ha estat possible gràcies a les subvencions concedides per:



Govern de les Illes Balears

Conselleria de Medi Ambient
Direcció General de Biodiversitat



Govern de les Illes Balears

Conselleria de Medi Ambient
Direcció General de Recursos Hídrics



Govern de les Illes Balears

Conselleria d'Esports i Joventut
Direcció General d'Esports



Govern de les Illes Balears

Conselleria d'Educació i Cultura
Direcció General de Política Lingüística

Obra Social
SA NOSTRA Caixa de Balears

 **Consell de
Mallorca**



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS



FEDERACION ESPAÑOLA
DE ESPELEOLOGIA

Jaume Damians Gelabert 1960 - 2008



Fotografia relativament recent d'en Jaume Damians "el Menda", presa durant una de les seves campanyes bioespeleològiques.

El començament d'aquest segle ens està privant de la presència de persones significatives dins el devenir històric de la Federació Balear d'Espeleologia ja que, per segona vegada en els darrers cinc anys, hem d'emprar les pàgines d'Endins per retre homenatge a un altre amic que ens ha deixat de manera sobtada i dolorosa. En Jaume Damians, "el Menda", tal i com el coneixíem els seus companys més propers, ha finat enguany després de patir una malaltia implacable, motiu pel qual ens veiem en la necessitat de rememorar la seva figura –encara que resulti dolorós– i així passar revista a les seves contribucions relacionades amb l'espeleologia balear i la nostra institució federativa.

En Jaume nasqué a Palma als inicis de la dècada dels 60 del passat segle, i ben prest va resultar atret per la muntanya mallorquina i les activitats relacionades amb ella. D'aquesta manera, en la seva joventut començà a efectuar sortides muntanyenques i també espeleològiques en companyia d'amics de la seva generació com en Tòfol Payeras i en Pep Toni Aguiló. El començament de la seva dedicació a l'espeleologia

cal situar-lo devers l'any 1977, i poc temps després passà a formar part de l'Speleo Club Mallorca (SCM), amb seu aleshores al Museu de Mallorca. Dins aquest grup de gent inquieta, i de la mà sobretot d'en Miquel Trias, es va anar interessant en l'espeleologia de caire cultural, efectuant fins i tot alguna incursió de tipus arqueològic així com diverses campanyes d'exploració i topografia a Menorca i les Pitiüses. El 1979 s'integrà en el Grup Espeleològic EST, de Palma, entitat en la que desenvoluparà tota la seva activitat espeleològica.

Els primers anys d'activitat esportiva i exploratòria d'en Jaume foren certament molt intensos. Així, cap a finals de la dècada dels 70, fou un dels principals impulsors de l'aplicació de les tècniques de "sols corda" a l'exploració de les cavitats mallorquines, juntament amb un seguit d'amics i companys com en Martínià Mediavilla, en Miquel Trias, en Lina Borràs i en Joaquín Ginés. A nivell insular, el desenvolupament d'aquestes noves tècniques donà resultats interessants, en facilitar l'exploració de finestres laterals en diverses cavitats com l'Avenc de s'Aigo (1982) o l'Avenc d'Escorca



Fotografia feta el març del 1978 a l'entrada de la Cova des Drac (es Rafal des Porcs, Santanyi). En Jaume Damians "el Menda" (a l'esquerra) apareix al costat de l'enyorat amic Joan Pons "el Xoni", qui malauradament ens deixà l'any 2003.



En Jaume Damians, al centre de la imatge, fotografiat l'abril de 1979 a la boca de l'Avenc des Travessets (Artà), amb companys de l'Speleo Club Mallorca (Jaume Rosselló, a l'esquerra de la foto, i Miquel Trias, a la dreta).



Instantània presa el 1981 a la Cova de sa Bassa Blanca (Alcúdia), durant les tasques de mostreig del Projecte HADES. En Jaume (a la dreta de la foto) apareix conversant amb diversos membres de l'equip, durant un dels animats sopars (d'esquerra a dreta: en Joaquín Ginés, n'Àngel Ginés i n'Antoni Rodríguez-Perea).

(1986), ambdós al municipi d'Escorca. A més d'aquestes exploracions més rellevants, en Jaume participava de forma activa i continuada en les tasques de tot tipus que el Grup Espeleològic EST anava desenvolupant, sobretot a l'illa de Mallorca.

Les activitats espeleològiques no es limitaren al nostre entorn geogràfic sinó que abraçaren també indrets com la cornisa Cantàbrica on, els primer dies de l'any 1981, en Jaume formà part –juntament amb companys del Grupo de Espeleólogos Granadinos i d'altres grups de l'estat– d'un dels primers equips espanyols que efectuà la travessia Cueto-Coventosa (Cantàbria), realitzada feia poc temps per primer cop per part d'espeleòlegs francesos. Cal esmentar també la participació en les campanyes efectuades el 1984 i 1985 a Escuaín (Osca), organitzades pel Centro de Espeleología de Aragón.

Pel que fa a la seva implicació en la nostra vida federativa, el 1979 s'incorporà a la Junta Directiva de la Federació Balear d'Espeleologia com a Coordinador del Catàleg de Cavitats. Un any més tard, en Jaume Damians passà a desenvolupar les tasques de Coordinador de Tècnica i Socors, càrrec que ocuparà al llarg dels períodes 1980-1987 i 1991-1992 essent president de la FBE en Joaquín Ginés. Durant la dècada dels 80, i sota la direcció d'en Jaume, comença a funcionar l'Escola Balear d'Espeleologia i es dona un important impuls a l'espeleologia esportiva d'alt nivell ja que, de fet, les generacions posteriors d'espeleòlegs que aniran passant per l'Escola es beneficiaren o aprengueren les tècniques verticals de la seva mà. En aquests anys també es posà en funcionament el Grup de Socors, coincidint amb una etapa en la qual els poders públics no podien donar bona resposta als incidents de caire espeleològic o similar. D'aquesta manera, el Grup de Socors de la Federació (i en Jaume, en particular) participà en diversos rescats en la Fosca com, per exemple, el realitzat l'estiu de 1986.

Passant a un pla més personal, l'any 1983 en Jaume coneix a na M^a Agustina Janés –na "Gusi"– que serà des d'aleshores la seva incondicional companya fins als seus darrers dies. Amb aquesta amiga i companya, també muntanyenca i espeleòloga, tindrà tres fills fruit de les seves activitats extra-espeleològiques: en Bernat, nascut el 1986, i els bessons Xavier i Jordi, nascuts el 1989. D'altra banda, la seva vida professional va estar relacionada en tot moment amb el món de la informàtica.

Cap a la segona meitat de la dècada dels 80 els interessos del Menda se centren en els coleòpters i la vida cavernícola, sota la influència de bioespeleòlegs i naturalistes com en Joan Pons, n'Àngel Ginés i en Xavier Bellés. Així, el 1987 promou una profitosa campanya bioespeleològica a Menorca, efectuada en col·laboració amb en Xavier Bellés del CSIC (Barcelona) i en Joan L. Pretus, biòleg menorquí establert també a Barcelona. Les activitats desenvolupades a Menorca tindran continuïtat amb diverses tasques realitzades amb el seu bon amic en Guillem Pons, company biòleg i naturalista lligat a la Societat d'Història Natural de les Balears, així com amb en Damià Jaume, investigador de l'IMEDEA-CSIC; cal esmentar, en aquest sentit, la campanya bioespeleològica efectuada per tots tres l'any 1997 a la República Dominicana així com l'espècie de copèpode



Descansant durant la travessia Cueto-Coventosa (Cantàbria), efectuada el gener de 1981 amb companys del Grupo de Espeleólogos Granadinos i d'altres grups de l'estat. "El Menda" apareix a baix a l'esquerra, al costat de Manuel J. González Ríos (al centre) qui amablement ens ha cedit aquesta fotografia.

harpacticoide, trobat a la Cova de na Mitjana, que li va ser dedicada: el *Superornatiremis mendai* Jaume, 1997. Quant al vessant organitzatiu i institucional, en Jaume Damians entrà a formar part de la Junta Directiva de la Societat d'Història Natural de Balears com a Vocal, entre els anys 1994 i 1999.

Pel que fa referència a la nostra publicació Endins, en Jaume ha estat un dels autors habituals, publicant un total de 12 articles que abracen des de temes arqueològics fins a abundants referències relacionades amb la bioespeleologia, passant també per treballs descriptius de cavitats de les nostres illes.

Cap a finals dels anys 90, les inquietuds culturals del nostre amic es desvinculen bastant tant de l'espeleologia com de les ciències naturals en general, per dirigir-se cap a les arts escèniques. En aquest sentit, fou actor i fundador de la companyia de teatre L'Ombra del Cranc així com ajudant de direcció i regidor d'Iguana Teatre; des de 1999 estava també vinculat a la Fundació Teatre del Mar.

En Jaume és un dels nombrosos exemples de persones que, des d'una formació autodidacta, han efectuat aportacions valuoses al coneixement científic de la nostra natura. Aquesta circumstància la destacàvem en referir-nos al company Joan Pons, dolorosament desaparegut fa cinc anys, amb qui compartia una edat similar i plantejaments existencials anàlegs, en els quals



Campanya bioespeleològica a la República Dominicana, realitzada el maig de 1997. D'esquerra a dreta: en Jaume Damians, en Damià Jaume i en Guillem Pons.

prevalien els valors morals i intel·lectuals sobre els aspectes prosaics de la vida material. De fet tant en Jaume Damians com en Joan Pons, que eren íntims amics, compartien moltes coses sobretot pel que fa a les seves actituds vitals progressistes, inconformistes i irreverents enfront d'instruments de control social com la religió, però tal vegada massa coses en el cas de la seva afecció pel tabac, amb les seves nefastes conseqüències. Amb tots dos hem compartit multitud d'inigualables moments, que han contribuït a configurar el mode de ser i de viure d'una generació d'espeleòlegs mallorquins representativa de la segona meitat del segle XX.

L'escriptura d'aquestes pàgines d'homenatge a l'amic Jaume Damians ens deixa, com és lògic, un sabor agredolç. Rememorar els bons moments viscuts –i fer-ne partícips als possibles lectors– resulta un exercici molt gratificant, emperò tot d'una ens du a ensopegar amb la crua realitat de la seva desaparició física de l'univers particular de les nostres existències personals. Amb aquestes planes pretenem honorar la memòria d'un company i amic irremplaçable, alhora que expressar el condol de la nostra institució als seus familiars i nombrosos amics.

Joaquín Ginés i Àngel Ginés



En Jaume Damians "el Menda" fotografiat dins l'ambient que li era més grat: la natura i les muntanyes de les nostres Illes.

Algunes cites bibliogràfiques

- BELLÉS, X. & DAMIANS, J. (1989): *Aglenus brunneus* (Gyllenhal) (Coleoptera) al medi cavernícola de Mallorca (Cova de s'Algar, Artà). *Endins*, 14-15: 65-67. Palma de Mallorca.
- BELLÉS, X.; DAMIANS, J. & PRETUS, J.L. (1989): "Minor-87": una campanya biospeleològica a Menorca. *Endins*, 14-15: 69-75. Palma de Mallorca.
- DAMIANS, J. (1977): Troballa arqueològica a Sencelles. *Endins*, 4: 53-56. Palma de Mallorca.
- DAMIANS, J. (1980): Distribución en Mallorca del género *Duvalius*, Delarouzée (1859) (Coleoptera, Trechidae). *Endins*, 7: 23-25. Palma de Mallorca.
- DAMIANS, J. (1989): Introducción a la Bioespeleología. *Curso de Monitores de Espeleología. Apuntes*. Federación Española de Espeleología. 81-88. Madrid.
- DAMIANS, J. & GINÉS, J. (1981): Algunas observaciones mineralógicas y morfológicas sobre el sistema Cueto-Coventosa (Santander). *Endins*, 8: 13-19. Palma de Mallorca.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1982): Avenc de s'Aigo (Escorca, Mallorca). *Endins*, 9: 37-40. Palma de Mallorca.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1986): S'Era d'Escorca (Escorca, Mallorca) i algunes cavitats veïnes. *Endins*, 12: 3-11. Palma de Mallorca.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1986): Algunos resultados de las campañas de 1984 y 1985 en Escuin (Huesca). *Endins*, 12: 35-40. Palma de Mallorca.
- PONS, G.X. & DAMIANS, J. (1992): Els aràcnids de la Cova de sa Cometa des Morts (Escorca, Mallorca). *Endins*, 17-18: 51-56. Palma de Mallorca.
- PONS, G.X. & DAMIANS, J. (1992): Fauna malacològica d'algunes cavitats de l'illa de Mallorca. *Endins*, 17-18: 67-72. Palma de Mallorca.
- PONS, G.X.; JAUME, D. & DAMIANS, J. (1995): Fauna cavernícola de Mallorca / Cavernicolous fauna of Mallorca. 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: 125-143. Palma de Mallorca.

L'AVENC DEL PUIG CARAGOLER (Escorca, Mallorca)

per Tomeu PLOMER¹ i Joaquín GINÉS^{2,3}

Resum

Les feines d'exploració que ha fet el Grup Nord de Mallorca dins els darrers anys a Mallorca, i principalment a la zona nord de l'illa, han donat com a fruit la localització de moltes cavitats de gran interès.

En aquesta ocasió presentam l'estudi de l'Avenc del Puig Caragoler (Escorca) que, avui en dia, és la cavitat vertical més important de l'illa de Mallorca –amb una fondària de -318 m–, constituint un excel·lent exemple d'avenc de dissolució de la zona vadosa, desenvolupat en un entorn de muntanya mitjana-alta ben representatiu del carst de la Serra de Tramuntana.

L'orografia del terreny, la climatologia, l'altura on es troba l'avenc i la disponibilitat de temps, han fet difícils les exploracions i la topografia d'aquesta cavitat, allargant-se alguns anys.

Abstract

The exploration tasks carried out by the *Grup Nord de Mallorca* during the last years in Mallorca island –mainly in its northern sector– have permitted the localisation of abundant cavities, some of them of great speleological interest.

In this paper the description and survey of Avenc del Puig Caragoler (Escorca) are presented, including as well some observations on the geology and geomorphology of the area. Nowadays this pot-hole is the most important in Mallorca, with a maximum depth of -318 m, being an excellent example of vertical solutional cavity of the vadose zone, developed in a mid to high mountain environment very characteristic of Serra de Tramuntana natural region.

The rough mountain territory in which the pot-hole is located, together with some other non favourable factors (adverse climate conditions and scarcity of available time), have made difficult the exploration and survey tasks of this cavity developed along the last five years.

Introducció

Una de les tasques desenvolupades pel Grup Nord de Mallorca, a més de l'espeleologia exploratòria i d'investigació en les seves diferents modalitats (terrestre i subaquàtica), és la recerca de noves cavitats. Encara que algunes troballes són resultat de casualitats o d'indicacions de propietaris, una actitud constant d'exploració del terreny ens ha duit a aconseguir localitzacions de cavitats de gran interès dins el món espeleològic mallorquí (ENCINAS, 1994; GRÀCIA *et al.*, 2007; GRUP NORD DE MALLORCA, 1994, 2007; PLOMER, 2006; TRIAS *et al.*, 1990).

L'estiu de 2003 en Guillem Alemany, membre del GNM, a una sortida en solitari, va efectuar una prospecció a una zona del Puig Caragoler i trobà l'entrada d'un avenc. Va decidir d'entrar-hi el mateix dia descendint

uns metres, comprovant que la cavitat era mereixedora d'una exploració més detinguda. Va arribar a un replà a uns seixanta metres de profunditat. Des d'aquest replà va llançar una pedreta a un dels pous que hi havia davant d'ell i va poder constatar que estava davant el que seria una nova gran troballa espeleològica.

Història de les exploracions

El 12 de juliol de 2003 en Guillem Alemany, va localitzar l'entrada a la cavitat (Figura 1). El següent cap de setmana, dia 17 de juliol, en G.A. i en Bernat Clamor van transportar el material necessari per envestir l'avenc amb una instal·lació d'atac. Baixaren per un gran pou; molt ample i vertical, fins arribar a la cota de -170 m. En aquest punt, penjats enmig d'una foscor angoixant, van haver de deixar l'exploració per manca de material.

1 Grup Nord de Mallorca. Pollença.

2 Grup Espeleològic EST. Palma de Mallorca

3 Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca.



Figura 1: Aspecte de la boca de l'Avenc del Puig Caragoler, Escorca (Foto: P. Plomer).

Figure 1: Entrance to Avenc del Puig Caragoler, Escorca (Photo: P. Plomer).

Dies després, en B.C. juntament amb en Bartomeu Rubí i en Gabriel Salas començaren l'equipament de tot l'avenc de bell nou. Pensaven canviar els ancoratges que havien posat anteriorment per poder fer una instal·lació més segura, ja que preveïen que l'exploració de l'avenc duraria bastant de temps.

Després de reequipar correctament el pou, arribaren al que semblava que era la part final de l'avenc, a uns 230 m de fondària.

Aquest mateix dia, quan remuntaven el pou, observaren que hi havia unes finestres bastant interessants, que quedaren pendents d'exploració.

En B.C. i en Moisès Bonnín, el 26 de juliol exploraren una de les finestres que havien vist la darrera vegada. Per això varen haver d'escalar una paret d'uns quants metres des de la base del pou. Des d'aquí pogueren baixar a un nou pou d'uns dotze metres, amb una àmplia base on hi havia una gatera difícil de superar. Ho deixaren per a una pròxima exploració i començaren les tasques topogràfiques, traçant una poligonal del pou principal. Desinstal·laren novament l'avenc i després de 12 hores ininterrompudes, fatigats per l'esforç realitzat, decidiren posposar l'exploració fins a la tardor a causa de la manca de temps i les altes temperatures de l'estiu.

Passat l'estiu, entre el 27 de setembre i el 4 de novembre en Moisès, en Gabriel i en Guillem varen reprendre la tasca, i feren les prospeccions de les finestres que havien deixat pendents l'hivern passat. Aquestes incursions no donaren grans resultats, però es localitzaren

noves finestres, les quals a hores d'ara resten pendents d'exploració. Tot i així, en una nova visita a la cavitat, en Moisès, en Bernat i en Tomeu superaren, no sense dificultat, la gatera abans esmentada al final del segon pou.

A partir de llavors les tasques foren merament exploratòries. Es varen realitzar noves escalades per inspeccionar altres finestres, les quals varen donar lloc a la continuació de la cavitat. Dins el recorregut superaren més gateres i varis pous, alguns de quasi vint metres, fins arribar finalment a una gran sala. En aquest punt pareixia que l'avenc havia arribat al final, però no fou així ja que es trobaren un engolidor a la part inferior de la sala on, una vegada superats els primers metres, fou impossible continuar.

El 26 de juny de 2004, en M.B., en G.A. i en Tomeu Plomer rectificaren i optimitzaren la instal·lació existent, baixaren fins a la sala final de la cavitat amb la intenció de començar la topografia de la sala i seguir treballant en la desobstrucció de l'engolidor pel qual circulava un fort corrent d'aire. El treball s'havia de fer en mala posició i dins un espai molt reduït. Hi varen invertir més temps del que s'esperaven i això va fer que no es pogués començar la topografia prevista. Malgrat el temps i l'esforç invertit, no fou possible obrir suficient lloc per passar.

Després dels treballs realitzats fins aquest moment, l'exploració restà aturada un cert temps arran de l'inici de diferents treballs a altres cavitats localitzades pel Grup Nord de Mallorca. No es reprengueren fins bastants mesos després quan ja es varen concloure totes



Figura 2: Pou del Rellotge, pendent de topografiar (Foto: P. Plomer).

Figure 2: Pit named Pou del Rellotge, that nowadays is not yet surveyed (Photo: P. Plomer).

les feines alienes a la cavitat que ens ocupa i es varen reorganitzar les feines iniciades anteriorment. Al mateix temps, la Federació Balear d'Espeleologia estava organitzant un campament espeleològic al qual ens va convidar a fer una presentació dels treballs duts a terme fins aleshores. El Grup Nord de Mallorca va acceptar, cosa que va fer que s'haguessin d'accelerar alguns treballs.

Conscients que no hi havia temps per fer una topografia completa, entre setembre i octubre de 2005, sis components del GNM realitzaren una poligonació completa i fotografies d'exploració de la cavitat. També aprofitaren l'avinentesa per donar nom a l'avenc, al qual fins aleshores havien anomenat "l'avenc gros".

El novembre, al refugi dels Tossals Verds, presentarem el que hem anomenat Avenc del Puig Caragoler. Teníem pendent finalitzar l'exploració però, tot i així, podíem assegurar que era, fins el moment, l'avenc més fondo de les Illes Balears.

Les següents visites realitzades a la cavitat varen ser exploratòries, sense donar cap nou resultat. A partir d'aquest instant es decideix avançar la topografia de la cavitat.

El 13 de maig de 2006 en M.B. i en T.P. acompanyats de Pedro Gamundí seguien amb la topografia i pogueren acabar el pou d'entrada.

Mentrestant, altres membres del GNM pogueren desobstruir el pas de l'engolidor. Aquest fet facilità un pas fins a sumar una trentena de metres més de desnivell, per acabar a una sala de mides discretes però amb una aportació important d'aigua i una bellesa singular.

Dia 20 de gener de 2007, en Rafel Pons i en T.P. varen començar a topografiar la sala gran i deixaren per una altra ocasió la zona de l'engolidor.

Un mes més tard, el 25 de febrer, en Rafel i en Tomeu tornaren a baixar a la sala i seguien topografiant fins a uns 70 m cap a la boca de l'avenc. Aquest dia, quan sortiren de l'avenc i estaven de camí cap el cotxe, en Tomeu patí un petit accident que li va provocar una torçuda a un peu. Va haver de fer repòs un temps.

Passats uns mesos, el 18 d'agost, en Rafel i en Tomeu, decidiren tornar-hi encara que el dia era molt calorós. Després de varies hores de treballar, amb la il·luminació al límit de reserves, amb molta gana i bastant cansats, aconseguiren enllaçar la topografia amb la base del pou principal topografiat anteriorment.

El 20 d'octubre, en T.P., en R.P. i en Pere Plomer varen topografiar la zona de l'engolidor. És la part més fonda de l'avenc i la més dura. La feina es féu difícil perquè els instruments i els papers quedaren xops per l'aigua que hi havia. Aprofitaren aquest dia, també, per repassar algunes dades pendents.

Després de l'experiència, pensaren esperar a temps menys plujós per tornar-hi, així l'avenc estaria més eixut.

L'abril de 2008 la topografia ja estava pràcticament enllestida. Tornaren amb el company Joaquín Ginés per fer un estudi morfogeològic de la cavitat. També es varen concretar alguns detalls de la topografia. Mesos abans en Joaquín ja havia realitzat les oportunes prospeccions geològiques de camp a l'exterior de la cavitat. Aquest dia es finalitzà la primera fase topogràfica. Hi ha algunes finestres que resten per explorar i pous que resten per topografiar, com el *pou del Rellotge* (Figura 2).

Situació i localització

Al nord de Mallorca, a la Serra de Tramuntana, s'alça el conjunt format pel Puig Rodó (801 m) i el Puig Caragoler (921 m), ambdós situats dins el terme d'Escorca. El massís està situat entre la Tossa de ses Banyes (E), Coll dets Ases (SW), Coll des Pinetons (NW) i el Coll Ciuró a la seva vessant nord-est. Aquest darrer és accessible des del camí que passa per les possessions de Femenia Nou i Femenia Vell (Figura 3).

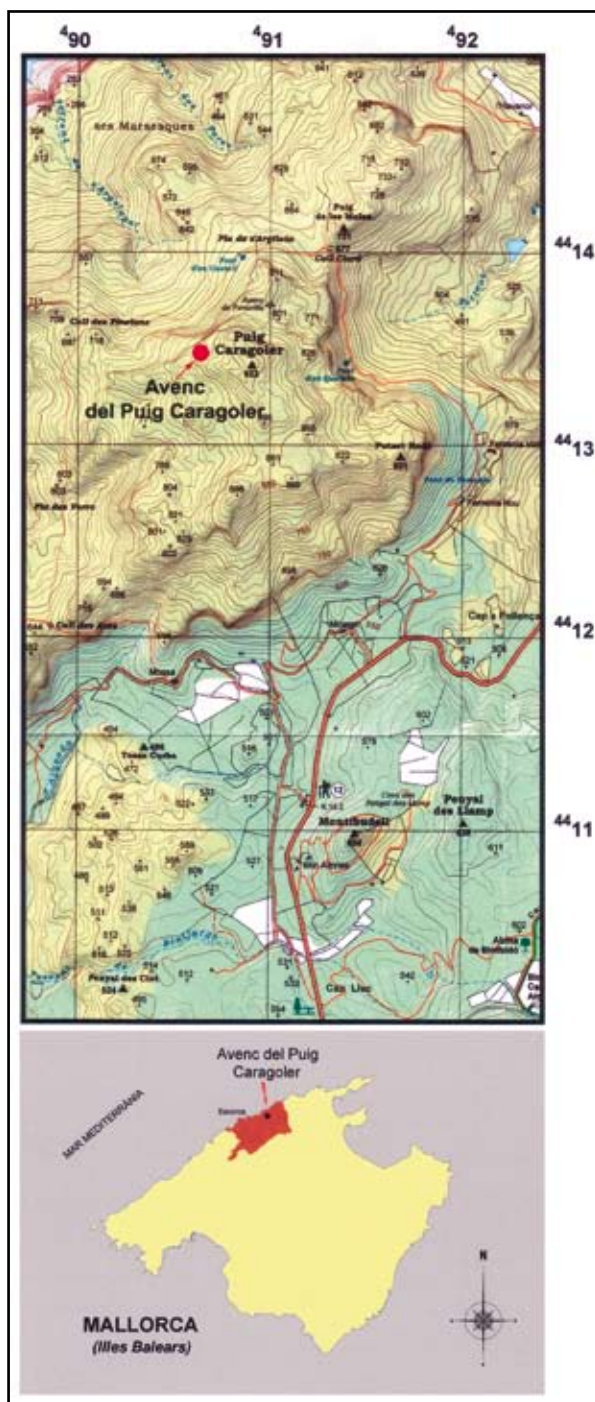


Figura 3: Mapa de la zona amb la situació de la cavitat.

Figure 3: Map of the area including the location of the pot-hole.

L'aproximació a la cavitat es pot fer per diferents indrets, però la ruta usada essencialment ha estat la que parteix del Coll Ciuró un poc abans d'arribar al Pla de l'Argilota. D'aquest indret cap al sud-oest es puja un pronunciat coster que et deixa a un coll vora unes balmes. Des d'aquí es voreja el Puig Caragoler per la seva vessant nord, superant diferents declivis i passant a prop l'Avenc de Femenia, avenc bastant conegut dins la comunitat espeleològica. Se seguirà en direcció sud-oest uns 350 m alternant trossos de terrenys planers i trossos molt empinats, fins assolir l'altura de l'entrada de la cavitat.

L'Avenc del Puig Caragoler, òbviament fent referència al puig on es troba, està situat al costat d'un replà, dins un esquetjar, dissimulat entre l'eura, a la posició aproximada definida per les coordenades UTM (ED-50) 490.660, 4.413.510, a 835 m snm.

Marc geològic

La geologia del Puig Caragoler de Femenia participa plenament dels trets litoestratigràfics i tectònics del sector septentrional de la Serra de Tramuntana, on s'emmarca la zona estudiada. Aquesta unitat morfoestructural de l'illa de Mallorca està constituïda, en línies generals, per un seguit de plecs, falles i encavalcaments orientats de SW a NE (FALLOT, 1922) que donen lloc a una disposició en làmines imbricades de roques ma-

joritàriament carbonatades. Predominen al llarg de tota la serra els materials rocosos d'edat mesozoica (entre 250 i 65 milions d'anys d'antiguitat), els quals presenten un cabussament general cap al SE com a conseqüència de la seva estructuració durant l'orogènia alpina, ocorreguda en el nostre cas a partir de l'Oligocè terminal i fins al Miocè mitjà (fa entre 25 i 15 Ma). Aquesta important fase tectònica produí una successió d'encavalcaments, ocasionats en desplaçar-se la placa africana contra la placa ibèrica, que posen de manifest una direcció de transport i apilament de les capes rocoses cap al NW (GELABERT, 1998).

Centrant-nos ja en l'àrea concreta que ens interessa, i tenint en compte tan sols aspectes fisiogràfics, resulta cridanera la presència de dues moles calcàries veïnes (el Puig Roig i el Puig Caragoler de Femenia) que es localitzen a prop de la línia de costa, i netament aïllades de les altres elevacions muntanyoses que voregen la conca de Lluc. Aquest fet es deu a que ambdós massissos formen part d'una *klippe*, que denominarem convencionalment "*klippe* del Puig Roig" (GELABERT, 1998; ITGE, 1992); aquest terme geològic es refereix a una particular disposició tectònica, consistent en una massa rocosa que ha restat aïllada com a resultat de l'erosió d'un mantell de corriment que encavalcava un substrat de materials més recents. En el cas de la *klippe* del Puig Roig (Figura 4) una sèrie carbonàtica superior, que inclou materials del Triàsic i del Lias corresponents a la Unitat II de FALLOT (1922), descansa mitjançant contacte mecànic sobre els materials subjacents de la Unitat I en la qual, a més de les calcàries del Lias, estan

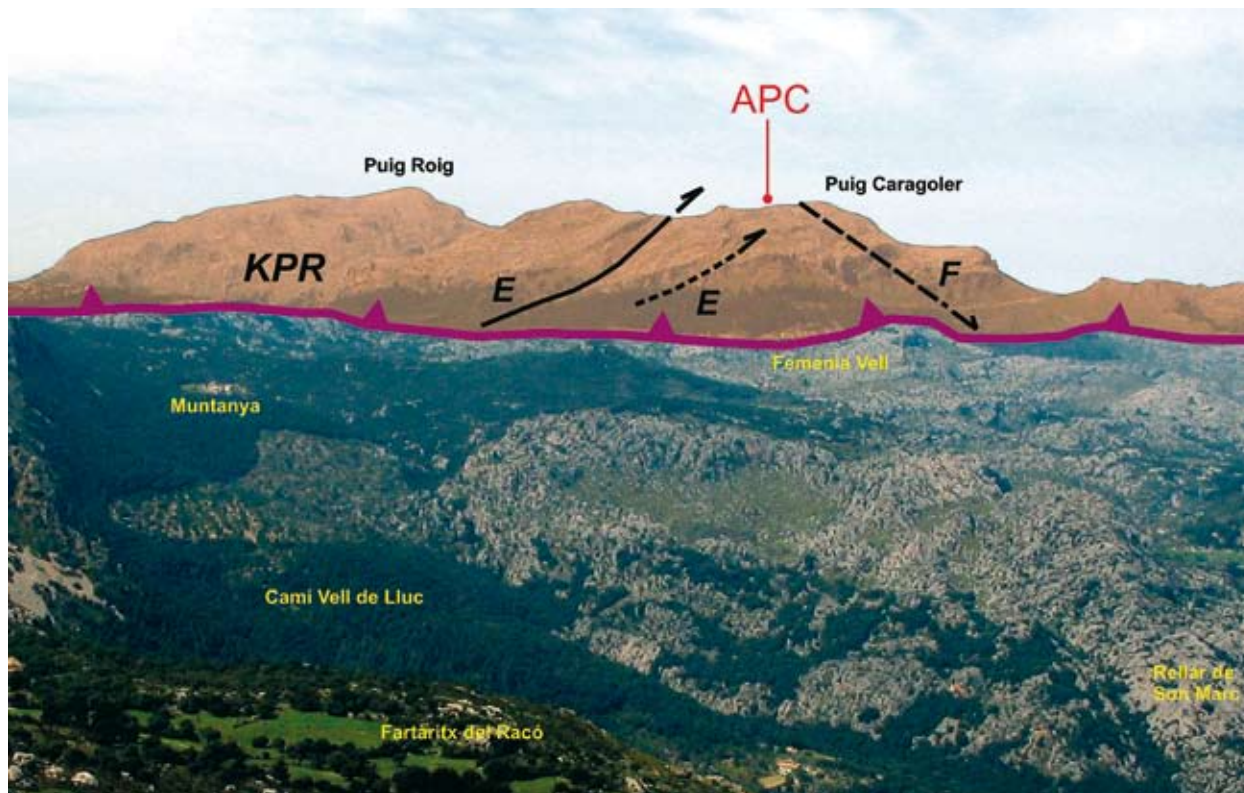


Figura 4: El massís del Puig Caragoler de Femenia (Escorca), fotografiat des de la Cuculla de Fartàritx. **KPR**: *klippe* del Puig Roig; **E**: encavalcaments; **F**: falla normal.

Figure 4: The Puig Caragoler de Femenia massif (Escorca), photographed from Cuculla de Fartàritx peak. **KPR**: klippe of Puig Roig; **E**: overthrusts; **F**: normal fault.

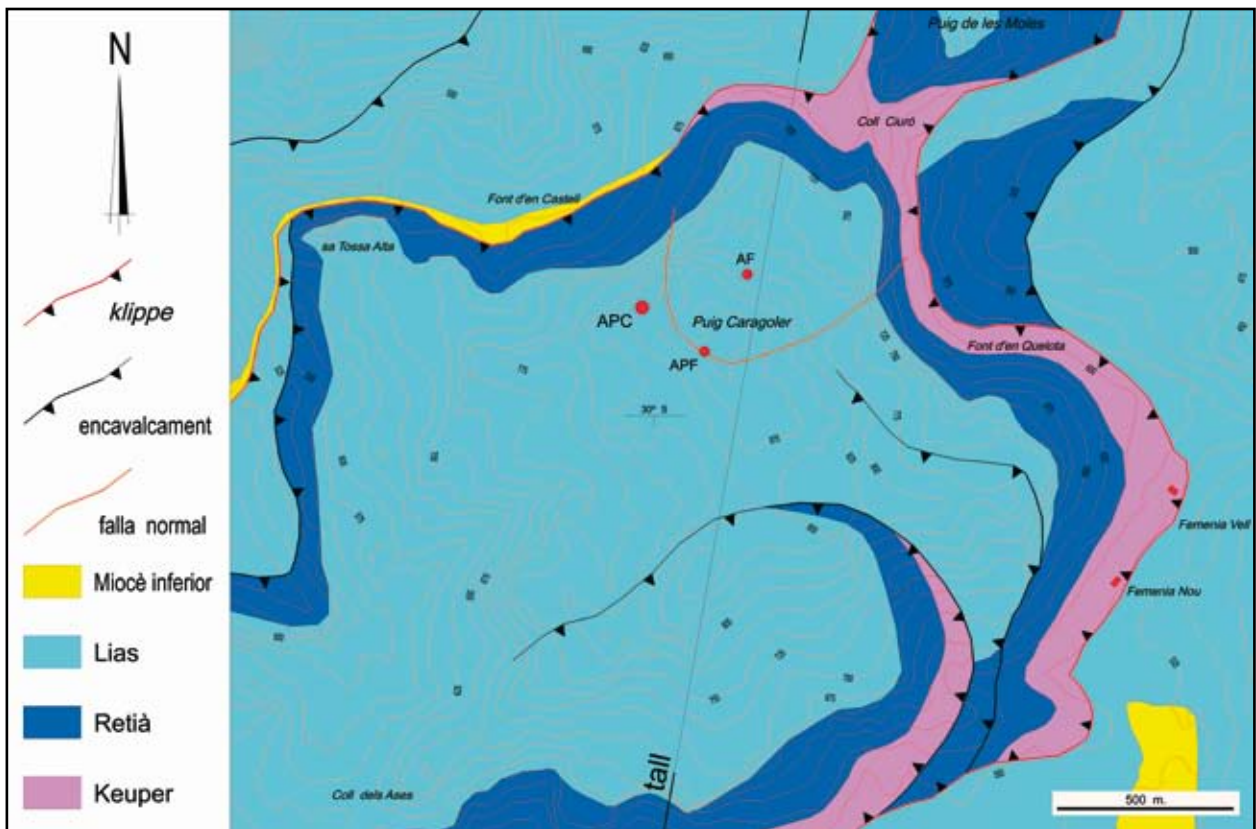


Figura 5: Mapa geològic del Puig Caragoler de Femenia (Escorca). A més de l'Avenc del Puig Caragoler (APC), apareixen també situades les altres dues cavitats importants del massís: l'Avenc de Femenia (AF) i l'Avenc Petit de Femenia (APF). Segons GELABERT (1998) i observacions personals.

Figure 5: Geological map of Puig Caragoler de Femenia (Escorca). Besides the location of Avenc del Puig Caragoler (APC) the other two important shafts of this massif are also represented: Avenc de Femenia (AF) and Avenc Petit de Femenia (APF). According to GELABERT (1998) and personal field observations.

involucrats fins i tot dipòsits atribuïts al Miocè inferior (Figures 5 i 6). GELABERT (1998) també descriu en detall la disposició estructural de l'àrea, si bé considera tot el conjunt com a pertanyent a la mateixa unitat tectònica; no obstant això, distingeix una subunitat superior que denomina d'Escorca –on s'inclouria la *klippe* del Puig Roig– la qual encavalca una subunitat inferior, denominada de Lluc.

Les litologies millor representades en el massís del Puig Caragoler són d'una banda els dipòsits dolomítics i margosos del Retià (Triàsic superior) i, sobretot, les calcàries massives del Lias. Els materials del Retià afloren a les vores del massís i constitueixen una mena de sòcol sobre el que descansen potents capes de calcàries del Lias, les quals configuren una gran mola grisencada per penya-segats de notables dimensions (Figura 7a i b). Aquestes dues litologies són l'escenari d'importants processos de carstificació tot al llarg de la Serra de Tramuntana (FORNÓS & GELABERT, 1995), encara que és a les calcàries del Lias on les formes exo- i endocàrstiques presenten un major desenvolupament.

La Figura 5 recull un mapa geològic simplificat del massís, on es pot observar com l'extrem NE de la *klippe* del Puig Roig (o sigui el Puig Caragoler, pròpiament dit) presenta a la seva base els materials margosos del Keuper, que afloren seguint una franja relativament estreta des de les cases de Femenia fins a arribar al Coll Ciuró. Per damunt d'aquests dipòsits, i contornejant

les vores del massís, se situa una potència variable (menys de 100 m) de roques dolomítics del Retià o Infralias (Figura 7b), que poden incloure intercalacions margoses i carniols, i es presenten ben estratificades en bancs d'ordre decimètric o submètric; els dipòsits del Retià marquen el trànsit cap al Juràssic amb l'inici d'una sedimentació marina, cada cop més fonda, que durarà tot el Mesozoic. Finalment trobem una potència superior als 200 m de calcàries grises del Lias, les quals conformen la pràctica totalitat de la part superior del puig i donen lloc als importants espadats que l'envolten (Figura 7a i b). Aquestes calcàries es presenten habitualment amb un caràcter molt massiu, que fa difícil destriar l'estratificació; no obstant això, el paquet calcari pareix presentar, a la part alta del puig, un cabussament de devers 30° en direccions variables que van del SE al SW. Cal remarcar que, malgrat el caràcter massiu de les calcàries liàsiques, aquestes mostren puntualment una aparença bretxada (Figura 7c i d), observable en llocs concrets del massís com per exemple el sector planer existent al nord de l'Avenc de Femenia, al voltant de la cota 800 m snm. Així mateix, és necessari consignar la presència de dipòsits margocalcaris del Miocè inferior, que afloren sobretot formant una estreta faixa al vessant septentrional del massís. Aquests materials constitueixen el sostre de la unitat inferior, assenyalant la zona de contacte amb la unitat superior (la *klippe* del Puig Roig) que s'estén part damunt de la Font d'en Castell.

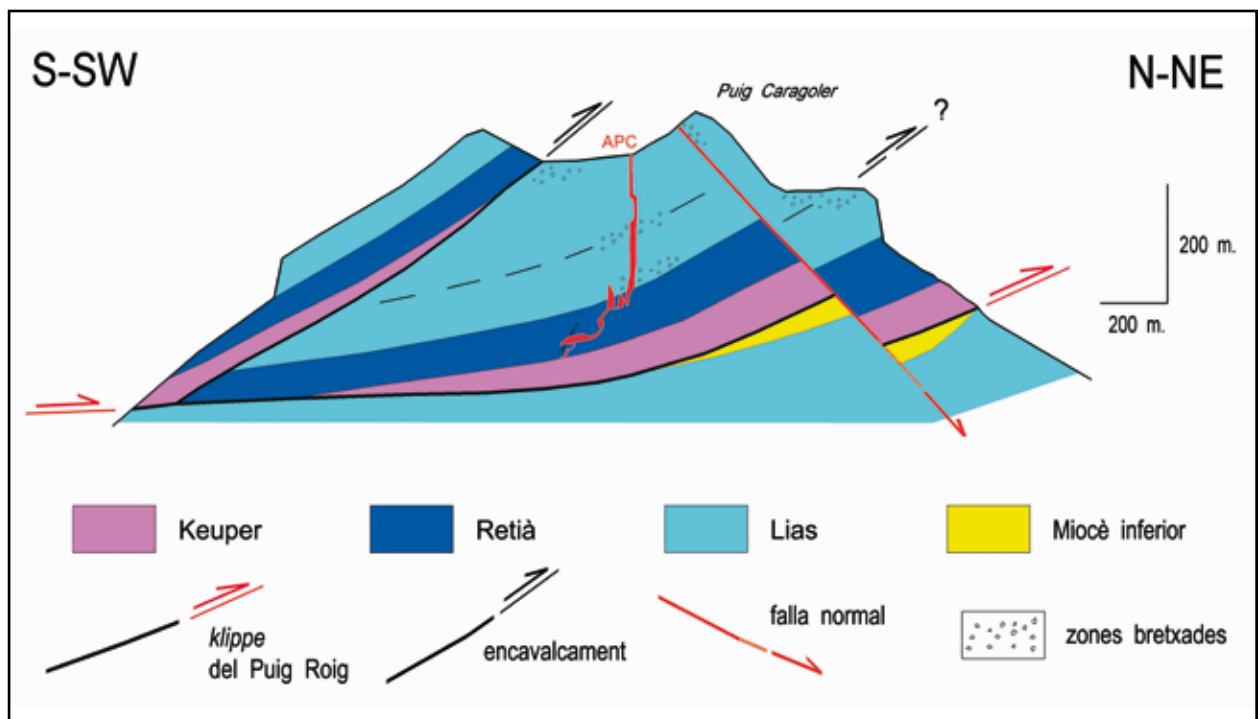


Figura 6: Tall geològic esquemàtic del Puig Caragoler de Femenia (Escorca), amb representació de la trajectòria de l'avenc (APC).

Figure 6: Schematic geological profile of Puig Caragoler de Femenia (Escorca), including a sketch of the pot-hole survey (APC).

Des del punt de vista estructural, a més de la ja sobradament esmentada integració dins la *klippe* del Puig Roig, cal citar dos aspectes que condicionen la topografia del Puig Caragoler (Figures 4 i 5). Per una part, el vessant meridional del massís mostra un sistema de làmines imbricades que suposen diverses repeticions de les calcàries liàsiques (sector S-SW de la Figura 6). Per altra banda, a l'extrem nordoriental del puig s'observa una falla distensiva (el pla de la qual cabussa uns 30° cap al NE) que ha causat l'enfonsament relatiu d'aquest sector del massís (sector N-NE de la Figura 6; Figura 7a). Encara que l'Avenc del Puig Caragoler no es veu afectat per aquest important accident estructural, l'esmentada falla té algunes repercussions sobre l'endocarst que cal consignar. Per exemple, la base del gran pou de 120 m de l'Avenc de Femenia (GINÉS *et al.*, 2006) sembla coincidir amb la situació del pla de falla, que hauria marcat el límit de la penetració vertical de l'avenc. A més a més, una altra de les cavitats importants del massís (l'Avenc Petit de Femenia) s'obre molt a prop del seu cim, aprofitant aquesta rellevant discontinuïtat estructural (Figures 5 i 7e).

Per tal de completar adequadament aquest apartat, a la Figura 6 s'ha recollit un tall litoestructural esquemàtic del massís on s'ha representat, així mateix, la secció de l'Avenc del Puig Caragoler, amb la finalitat de facilitar la descripció de l'estructura geològica de l'àrea en relació amb les observacions fetes a la cavitat. Com ja s'ha comentat abans, el conjunt del puig constitueix les restes erosionades d'un mantell de corriment (*klippe* del Puig Roig) que encavalca una unitat inferior, que de fet és la continuació de l'altiplà de Lluc. A l'extrem meridional del tall s'observa la presència d'algunes làmines imbricades que configuren aquest vessant del massís (Figura 4), mentre que l'extrem oposat (N-NE) es ca-

racteritza per estar enfonsat, en termes relatius, degut a l'important falla normal que descendeix del cim cap al NE (Figura 7a). En el bloc central del tall s'obre l'Avenc del Puig Caragoler, que travessa verticalment tot el potent paquet de calcàries del Lias amb un espessor proper als 200 m, probablement a causa de la repetició de la sèrie liàsica degut a les estructures imbricades abans citades. Aquesta gruixuda massa de calcàries mostra un caràcter bretxat en alguns punts del gran pou de 170 m de vertical que s'inicia a la cota -59 m i, sobretot, a la base del paquet liàsic, entorn dels -190 m de fondària. A partir més o manco de la cota -205, i coincidint amb els replans existents uns 25 m per sobre de la base del gran pou, apareixen les roques dolomítiques del Retià, que es presenten ben estratificades en bancs entre decimètrics i mètrics fins a arribar al fons d'aquesta gran vertical, ja a la cota -229 m. La resta de la cavitat es desenvolupa en els dipòsits del Triàsic (Retià ?), els quals es van tornant cada vegada més margosos, a mesura que es guanya profunditat; el cabussament general de les capes triàsiques és de 30° - 40° cap al S. L'àmplia sala existent al voltant dels -280 m de fondària presenta afloraments puntuals de materials margosos, estructurant-se a favor d'algunes petites falles subverticals d'orientació E-NE - W-SW. A la part final de l'avenc no arriben a observar-se amb claredat els dipòsits del Keuper, si bé aquests molt probablement limiten i condicionen la continuació de la cavitat, donat el seu caràcter relativament impermeable. Els materials margosos del Keuper, que inclouen nombroses intercalacions de roques efusives bàsiques (basalts), afloren abundantment al llarg de la pista que porta al Coll Ciuró (Figura 7f), constituint el substrat impermeable que dona lloc a petites surgències com la Font d'en Quelota.



Figura 7: Aspectes geològics del Puig Caragoler de Femenia (Escorca). a: vista de l'extrem septentrional del massif (des de la pista del Coll Ciuró) amb indicació de la falla normal que el travessa; b: els penya-segats NW del puig, a l'alçada de l'indret conegut com la Font d'en Castell (KPR: klippe del Puig Roig; R: Retià; L: Lias; APC: Avenc del Puig Caragoler); c: les calcàries del Lias presenten extensions fortament bretxades que alternen amb trams molt més massius; d: detall de les zones bretxades de les calcàries del Lias; e: aspecte de les calcàries massives del Lias a les cotes superiors del puig (la boca de l'Avenc Petit de Femenia s'obre, sota l'espeleòleg, aprofitant la falla normal que enfonsa l'extrem septentrional del massif); f: els dipòsits margosos del Keuper resulten tallats per la pista del Coll Ciuró, al llarg de la qual s'observen nombrosos afloraments de roques efusives bàsiques (basalts).

Figure 7: Geological aspects of Puig Caragoler de Femenia (Escorca). a: view of the northern part of the massif (from the way to Coll Ciuró) with indication of the normal fault that crosses it. b: picture of the NW cliffs of the massif, near the place named Font d'en Castell (KPR: klippe of Puig Roig; R: Raethian; L: Lias; APC: Avenc del Puig Caragoler). c: Lias limestones show some extensions that are strongly brecciated alternating with more massive outcrops. d: detail of the brecciated Lias limestones. e: appearance of Lias limestones at the upper part of the peak (the entrance to Avenc Petit de Femenia opens below the caver, following the normal fault which causes the lowering of the northern end of the massif); f: the Keuper marly deposits are sectioned by the recent car-way to Coll Ciuró, giving place to abundant outcrops of basaltic rocks.

Descripció

L'entrada, de forma esbrancada, dóna accés al primer pou que passa per un replà de mides molt discretes, enllaçant amb el pou principal, d'amplada cada vegada més grossa i de forma irregular. A uns 30 m de desnivell s'entreforca en dos pous quasi paral·lels que es tornen a unir uns 20 m més avall. Si es descendeix per un d'ells s'arriba a un replà de forma allargada i amb pendent cap a una balconada que connecta amb l'altre pou. Aquest pou encara no està representat a la topografia que presentam, tot i així, l'hem batejat amb el nom del *pou del Rellogte* i fa uns 15 m de fondària. Seguint per l'altre pou, s'arriba directament a un segon replà a -60 m. Es tracta d'un replà còmode i amb lloc suficient per estar-hi varies persones; hi ha un petit gorg que permet proveir-se d'aigua. Aquí es troba la capçalera del següent pou (*pou Duyuyu*), que comença amb mides tals com 2 x 4 m, per passar a proporcions de 14 x 20 m. Criden l'atenció les seves dimensions i verticalitat (170 m), només interrompuda per petites rossoles que donen treva a l'espeleòleg en el descens. Un replà a la cota de -205 m posa fi a l'espectacular tram aeri de l'avenc per portar-nos, sense deixar el gran pou, als darrers 25 m de vertical, en la base dels quals s'assoleixen els 229 m de fondària.

Arribats a aquest punt, s'ha de superar una remuntada a la paret frontal d'uns pocs metres per, seguidament, descendir fins als -236 m on la cavitat pren, horitzontalment, direcció sud. S'ha de vèncer una desplaent gatera (Figura 8) per arribar a la base d'una gran xemeneia. A partir d'aquí cal tornar remuntar uns metres. Aleshores, l'avenc progressivament augmenta de desnivell per diverses galeries entre blocs de tota mida i desploms fàcilment superables. Dos desnivells importants



Figura 8: Un dels passos més estrets de la cavitat, a la cota -236 m.

Figure 8: One of the tightest passages of the pot-hole, at a depth of -236 m.

—de 10 i 20 m (s'han d'usar cordes)— ens aproximem a una galeria, baixa i força estreta en alguns llocs, que fa de llindar amb la gran sala que trobarem a continuació (Figura 9). A la sala (*sala Inesperada*) hi accedim per l'oest, i presenta un rost molt pronunciat en direcció sud bàsicament.

Des d'aquesta sala es pot continuar per un engolidor amb qualche pas anguniant i bastant negat en èpoques de pluja. S'arriba a una zona més ampla i alta on l'avenc et regala un ventall de colades amb sorolloses cascades. Als -318,75 m l'aigua s'avenca. Resta una incògnita la continuació, fins aquest moment. Donades les dificultats exploratòries d'aquest sector de la cavitat, a la topografia que s'adjunta tan sols ha estat possible incloure l'alçat, per ara.



Figura 9: Zona nord de la sala *Inesperada*, de grans dimensions i situada quasi al final de la cavitat (Foto: T. Plomer).

Figure 9: North sector of Sala *Inesperada*, a big chamber located at the final part of the pot-hole.

Aspectes morfogenètics

L'Avenc del Puig Caragoler presenta en termes generals les característiques morfològiques habituals en les cavitats verticals de dissolució, que tant sovintegen a la muntanya mallorquina (GINÉS, 1995, 1998). De fet aquesta localitat constitueix un exemple espectacular d'*avenc de dissolució vadosa*, relacionat amb el drenatge vertical de les precipitacions dins la zona d'infiltració d'un massís càrstic de muntanya entre mitjana i alta. Encara que els trets morfogenètics de la cavitat són prou clars com per incloure-la en la categoria abans esmentada, hi ha aspectes concrets que resulten en certa mesura destacables, i als quals és necessari fer referència dins aquest apartat.

En primer lloc resulta cridanera la situació de l'avenc, obert en un replà orientat al NW, a prop del capcurucull del puig (Figura 10), i a tan sols unes desenes de metres dels grans espadats que cauen sobre la Font d'en Castell. La magnitud de l'avenc és difícil de justificar amb la minsa i poc definida zona d'alimentació actual, fet que ens inclina a pensar que es tracta d'una cavitat residual generada en condicions topogràfiques ben diferents de les actuals. Per altra banda, la ubicació d'aquest fenomen subterrani, a tan escassa distància de la vora superior dels grans penya-segats al-ludits, sens dubte haurà influït positivament en la seva gènesi degut als processos de distensió mecànica provocats per la proximitat a aquest important accident topogràfic. Avui en dia la petita boca de l'avenc es presenta com una esclatxa de lapiaz, i mostra una aparença certament no massa espectacular (Figura 1).

La primera part de la cavitat consisteix en una successió de grans pous excavats en les calcàries del Lias, que assoleixen unes dimensions notòries (fins gairebé uns 20 m de diàmetre, en alguns punts) arribant fins als -229 m de fondària. En aquesta sèrie de grans pous, encadenats pràcticament sense solució de con-



Figura 10: Indret on es localitza l'avenc, a pocs centenars de metres del cim del Puig Caragoler (Foto: P. Plomer).

Figure 10: General view of the place where the pot-hole is situated, only a few hundred metres from Puig Caragoler (Photo: P. Plomer).

tinuïtat, predominen les morfologies de dissolució que es mostren molt ben desenvolupades als trams verticals o lleugerament subverticals de les parets dels pous. Aquestes formes configuren espectaculars exemples de lapiaz subterrani, consistents en grans regates verticals d'amplada decimètrica i alguns metres de llargària. En ocasions, les morfologies de dissolució afecten capes gruixades de colades estalagmítiques, observables a les parets dels pous, circumstància que denota diferents episodis morfogenètics dins l'evolució de l'avenc, relacionats amb vicissituds climàtiques ocorregudes al llarg del Quaternari.

Una vegada assolida la base de la sèrie de pous d'accés, la morfologia de la cavitat canvia substancialment. De fet, als replans existents al voltant de la cota -205 m apareixen ja les roques dolomítiques del Retià, ben estratificades en bancs d'alguns decímetres de potència, litologia en la que es desenvoluparà la resta de l'avenc. Aquest segon sector de la cavitat consisteix en una complicada successió de petits pous, alguns pas-



Figura 11: La Covatxa: petita cambra situada al nord de la sala Inesperada (Foto: T. Plomer).

Figure 11: La Covatxa, a small chamber located at the northern sector of Sala Inesperada (Photo: T. Plomer).



Figura 12: Sedimentació detrítica a la zona sud de la sala Inesperada.

Figure 12: Detritic sedimentation at the southern sector of Sala Inesperada.



Figura 13: Rierol que és forma a la part més fonda de la sala Inesperada. (Foto: T. Plomer).

Figure 13: Small water-flow that gathers at the deepest part of Sala Inesperada (Photo: T. Plomer).

sos estrets i meandres no massa elaborats, que segueixen més o manco el cabussament general cap al S de les capes rocoses i drenen les aportacions hídriques col·lectades per les grans verticals del sector inicial.

En arribar aproximadament a la cota -280 m, els passatges més aviat estrets pels quals hem anat progressant desemboquen en una gran sala d'uns 1.000 m² de superfície, on la morfologia torna a canviar de manera radical. El paviment presenta un pendent general cap al S, trobant-se recobert en part per colades estalagmítiques fortament cruiades per fenòmens de compactació i assentament dels materials margosos i argiles subjacents. Els espeleotemes resulten destacables en aquest indret (*racó "du Mois"*), sobretot en comparació amb la resta de la cavitat; a més dels espeleotemes de degoteig habituals (estalactites, estalagmites) estan representades les colades pavimentàries, alguns gours i nombroses concrecions coral·loides, que es poden observar a *la Covatxa*, una petita cambra existent a l'extrem septentrional de la sala (Figura 11).

La morfogènesi d'aquesta àmplia sala està condicionada per dos aspectes clau: la presència de materials margosos que constitueixen el seu paviment, així com la participació d'algunes falles d'orientació W-SW – E-NE que delimiten la trajectòria del seu costat meridional. Els processos de reajustament mecànic de les voltes han contribuït al desenvolupament volumètric d'aquesta part de la cavitat, essent possible observar alguns grans blocs despresos de més d'un metre d'eix major. En la part més fonda de la sala s'aprecia una potent sedimen-

tació detrítica de llims i arenes fines (Figura 12), que corresponen a episodis d'inundació parcial i decantament dels materials fins, rere moments de fortes precipitacions que no resulten drenades eficientment per les estretes galeries per on continua l'avenc (Figura 13).

El sector terminal de la cavitat consisteix en un seguit de passos, meandres i pouets molt estrets que van guanyant fondària, fins a arribar a un punt impracticable per mor de l'estretor. En aquesta zona s'observen signes de circulació hídrica en els moments de precipitacions intenses, escolant-se normalment un corrent d'aigua per l'estretor terminal de l'avenc. El límit final de la cavitat sembla que ha d'estar relacionat amb la presència dels materials margosos del Keuper, malgrat que aquests dipòsits no afloren amb claredat.

L'Avenc del Puig Caragoler és avui en dia la cavitat vertical més important i espectacular de l'illa de Mallorca, constituint un excel·lent exemple d'avenc de dissolució de la zona vadosa (Figura 14), desenvolupat en un entorn de muntanya mitjana-alta ben representatiu del

carst de la Serra de Tramuntana (GINÉS, 1995). Encara que no existeixen evidències clares sobre l'edat de la cavitat, la presència de fases antigues de deposició de colades a les parets dels pous, juntament amb la particular ubicació de l'avenc, apunten cap a una cronologia clarament pre-aternària pel que fa a l'inici de la carsificació de l'àrea.

Fitxa tècnica

Per completar aquesta nota afegirem unes pinzellades per acomplir amb l'equipament de la cavitat. És evident que el *pou Duyuyu* consumeix quasi tot el gruix del muntatge. Arribats al final del pou, comencen les galeries que podríem anomenar la zona horitzontal. En aquesta zona només hi ha dos pous a esmentar, situats als -247 m i als -252 m. S'han muntat amb ancoratges na-



Figura 14: Descendent el pou d'entrada (Foto: P. Plomer).

Figure 14: Descending the entrance pit (Photo: P. Plomer).

turals i algun "espit" de seguretat, els quals són evidents i no creiem necessari exposar. Apuntam, també, que la majoria d'ancoratges són de material inoxidable, per tal d'evitar la pròpia degradació i la de la cavitat. A continuació s'exposa la instal·lació usada fins al moment.

Abans d'accedir a l'entrada es pot usar un ancoratge natural que hi ha just a la dreta, passant una baga a uns forats que hi ha a la roca. Després i així com es va baixant trobarem:

Pou Duyuyu

-7 m	2 espits capçalera
-12 m	1 espits desviador
-20 m	1 espits fraccionament
-24 m	2 espits fraccionament
-55 m	1 espits desviador
-60 m	2 espits capçalera
-84 m	1 espits fraccionament
-97 m	1 espits fraccionament
-120 m	1 espits fraccionament
-148 m	1 anella fraccionament
-166 m	1 anella fraccionament
-205 m	3 espits passamà
-207 m	2 espits capçalera

Agraïments

Agraïm a tots els membres del Grup Nord de Mallorca que d'una manera o altra hagin fet la seva aportació a l'estudi i exploració d'aquesta cavitat. Entre ells, vull donar el reconeixement merescut a Guillem Alemany, que lluny de cap protagonisme ha estat el descobridor i primer explorador de la cavitat. A Bernat Clamor pel muntatge i exploració. A Moisès Bonnín pel muntatge, exploració i també per les seves dades topogràfiques. Als binissalemers Gabriel Salas i Tomeu Rubí que han realitzat desobstruccions que han permès seguir explorant. També vull donar el meu especial agraïment a Rafel Pons, que amb el seu esforç, la seva paciència i el seu tarannà infatigable ha duit endavant la tasca més soporífera: aguantar llargues sessions de preses de dades topogràfiques. Agraïr l'ajuda logística rebuda per part de Pedro Gamundí i Guillem Jordà. A Pere Plomer per les seves fotografies, i col·laboració a la topografia.

Les observacions geològiques i geomorfològiques realitzades s'emmarquen dins del projecte d'investigació

del *Ministerio de Ciencia e Innovación* – FEDER, CGL2006-11242-C03-01/BTE. Cal agrair a Bernadí Gelabert i Joan J. Fornós, del Departament de Ciències de la Terra de la UIB, les precisions aportades sobre la geologia de la Serra de Tramuntana, així com a Angel Ginés i Mateu Fiol la participació en les prospeccions geològiques de camp.

Bibliografia

- ENCINAS, J.A. (1994): *501 grutas del término de Pollensa (Mallorca)*. Ediciones JAES, Colección Tarsilbet, III. 609 pàgs. + 1 mapa. Pollença, Mallorca.
- FALLOT, P. (1922): *Étude géologique de la Sierra de Majorque*. Lib. Polyt. Ch. Beranger ed. 420 pàgs. Paris.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (1995): Litologia i tectònica del carst de Mallorca / Lithology and tectonics of the Majorcan karst. 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: 27-43. Palma de Mallorca.
- GELABERT, B. (1998): *La estructura geològica de la mitad occidental de la Isla de Mallorca*. Instituto Tecnológico Geominero de España. 129 pàgs. Madrid.
- GINÉS, J. (1995): L'endocarst de Mallorca: els mecanismes espeleogenètics / Mallorca's endokarst: the speleogenetic mechanisms. 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: 71-86. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. (1998): L'endocarst de la serra de Tramuntana de Mallorca. In: FORNÓS, J.J. (ed.) *Aspectes geològics de les Balears*. Universitat de les Illes Balears. 391-421. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; FIOU, M. & GINÉS, A. (2006): Els avencs i el cançoner popular de Mallorca: algunes aportacions inèdites. *Endins*, 30: 83-86. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J. & CLAMOR, B. (2007): Cavitats costaneres de les Balears generades a la zona de mescla, amb importants continuacions subaquàtiques. In: PONS, G.X. & VICENS, D. (eds.) *Geomorfologia litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 299-352. Palma de Mallorca.
- GRUP NORD DE MALLORCA (1994): Últimas exploraciones. Balears. [Avenc d'en Xim]. *Subterrànea*, 1: 5-6. Barcelona.
- GRUP NORD DE MALLORCA (2007): Últimas exploraciones. Illes Balears, Mallorca. [Avenc del Puig Caragoler]. *Subterrànea*, 27: 5. Madrid.
- ITGE (1992): *Mapa Geològic de España. Escala 1:50.000. Hoja 643/644/645 - Sa Calobra-Pollensa-Cap Formentor*. Instituto Tecnológico Geominero de España. 62 pàgs + 1 mapa. Madrid.
- PLOMER, T. (2006): L'Avenc dels Cans (Selva, Mallorca). *Endins*, 30: 21-28. Palma de Mallorca.
- TRIAS, M.; ESPINAR, M. & BOSCH, J.R. (1990): L'Avenc de Fra Rafel (Escorca, Mallorca). *Endins*, 16: 11-15. Palma de Mallorca.



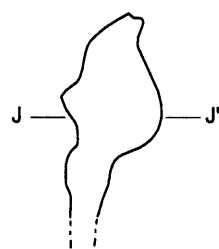
Avenc del Puig Caragoler

Escorca: 490.660, 4.413.510, 835

Topografia:

Tomeu Plomer, Rafel Pons,
Moisés Bonnín, Pere Plomer

G.N.M.: 2006 - 2008

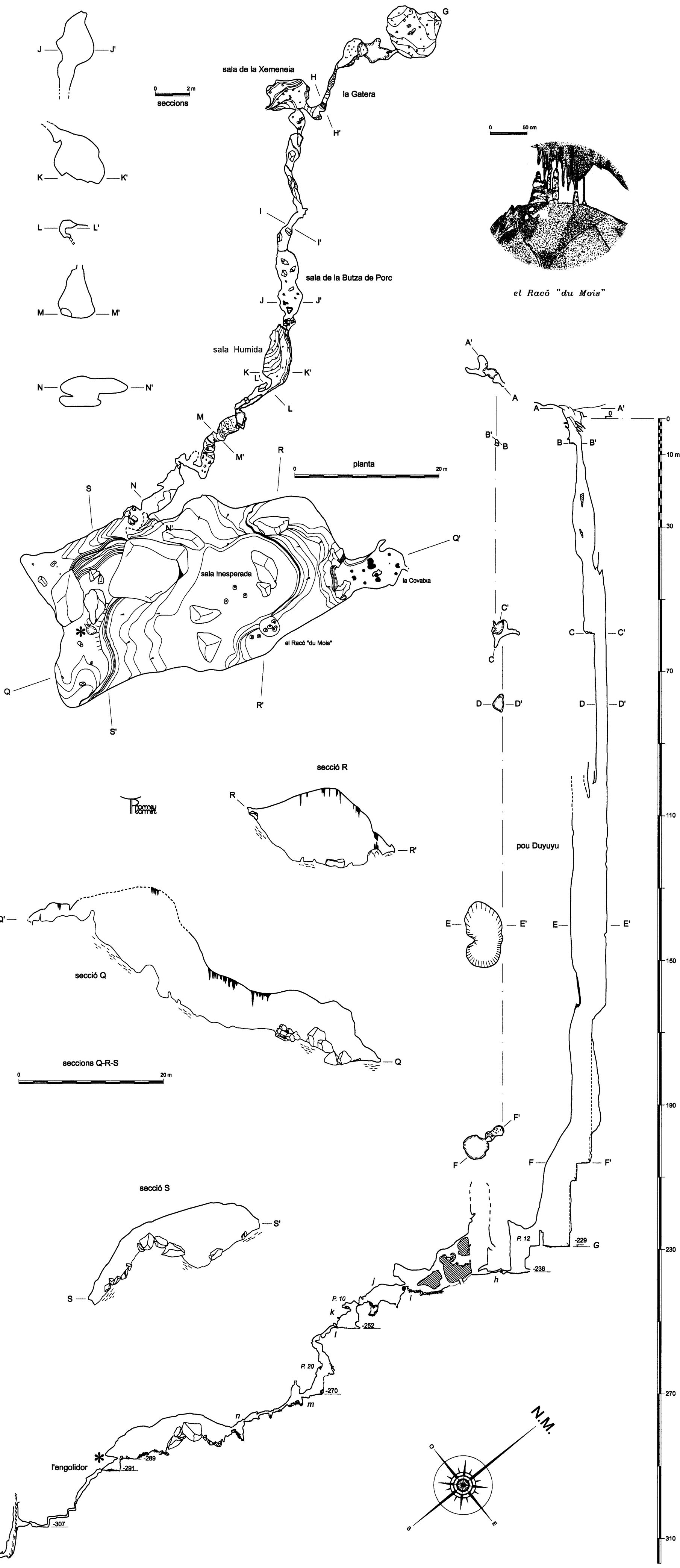


0 2 m
seccions

0 50 cm

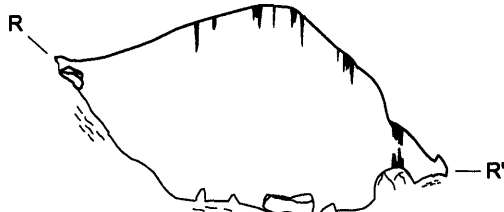


el Racó "du Mois"

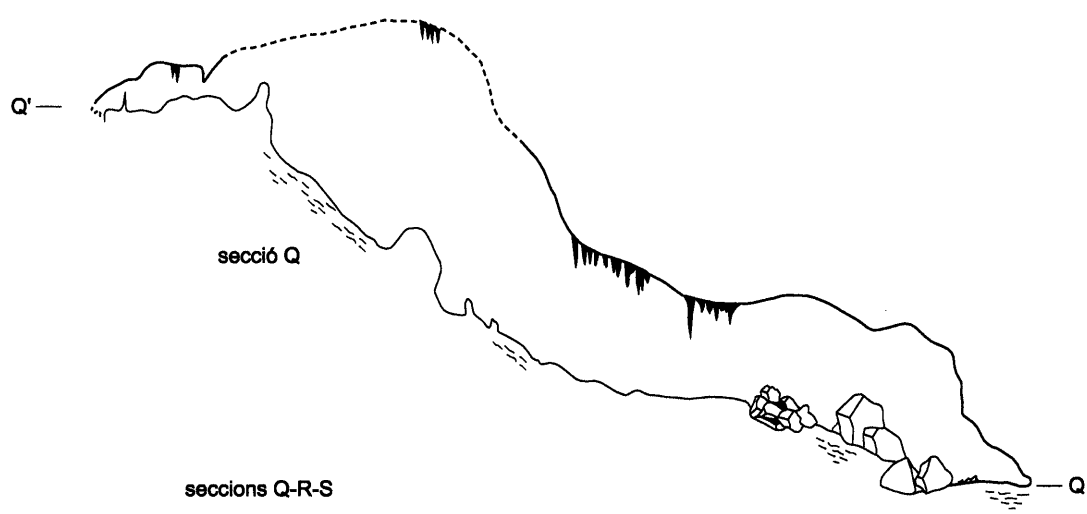


0 20 m
planta

secció R



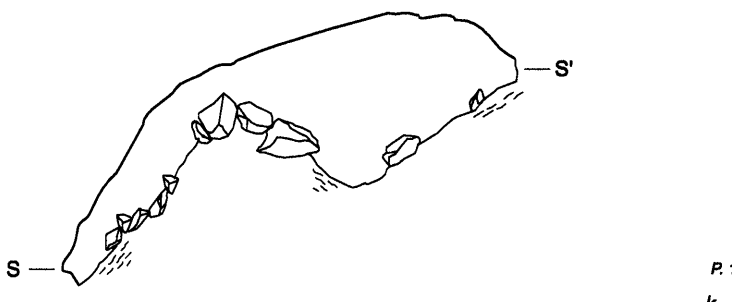
secció Q



seccions Q-R-S

0 20 m

secció S



EL TORRENT DELS PICAROLS (Selva, Mallorca)

per Gabriel SANTANDREU ¹

Resum

Es presenta la descripció geogràfica i l'aixecament topogràfic del torrent dels Picarols al terme municipal de Selva. El torrent es localitza al sector central de la serra de Tramuntana, a la zona compresa entre el puig Tomir, la serra des Pas d'en Bisquerra i sa Capella Blava. Es presenta com un curs fluvio-càrstic que comparteix protagonisme a la zona amb el proper torrent des Guix. Tot i que compta amb un discret recorregut esportiu, el seu major atractiu es troba tant a la morfologia interior com a l'intens grau d'engorjament del tàlveg que es fa prou palès en alguns sectors del recorregut. L'escrit es complementa amb diversos aspectes geològics, geogràfics i toponímics.

Abstract

We present the geographic description and survey for the Torrent dels Picarols in the municipal district of Selva. The creek is located in the central section of the Serra de Tramuntana, in the zone between puig Tomir, la Serra des Pas d'en Bisquerra and Sa Capella Blava, and it constitutes a fluvio-karstic water course sharing relevance in the area with Torrent des Guix canyon. Although it has a discrete sport use, its main attraction is found in both its interior morphology and the intense entrenchment of the talweg which are quite patent in some sections of its run. This paper is complemented with diverse geological, botanical and toponymic aspects.

“Por todas partes de su término tiene Selva aguas manantiales, a excepción de las tierras de Caymari, Massanella y Biniamar que son lugares secos, por causa de los muchos avenjos que tienen las vertientes de aquellos montes, que beben las aguas...”

*“Historia general del Reino de Mallorca dirigida a los jurados del mismo reino el año 1595”
J.B. Binimelis*

Introducció

El **torrent dels Picarols** és juntament amb el **torrent del Guix**, el principal curs fluvio-torrencial i forma de drenatge superficial de la zona compresa entre la **vall de Lluc** i la **serra des Pas d'en Bisquerra**. Se situa al sector central de la serra de Tramuntana. Es tracta d'un fenomen geomorfològic de caràcter propi modelat al rocam calcari, que es defineix per una extensa capçalera, un traçat prou definit i un marcat grau d'engorjament en alguns sectors del seu tàlveg. Per altra banda el recorregut esportiu és més aviat discret; una gran quantitat de petits ressalts seran la dominant i tan sols una sèrie de bots de modesta alçada que es concentren al tram final del descens.

El seu traçat es mou dins terres del terme de **Selva**, al NE d'aquest nucli. Té la particularitat, com altres torrents de la serra, de tenir la conca de recepció i part del recorregut al cor d'aquesta serralada; configurant un paisatge abrupte i de complicada estructura geològica. Un cop abandonat aquest territori, el recorregut es desenvoluparà amb un itinerari de rost moderat exempt d'engorjament cap a terres del Raiguer, on un terreny més planer i aturonat serà la tònica paisatgística. És en aquesta zona on hi ha bona part del seu recorregut i on adopta diversos topònims. Tal vegada el més reconegut és el que pren a la contrada de **Campanet**: el **torrent de Sant Miquel**.

El recorregut es pot considerar una alternativa per realitzar el descens des de **ses Figueroles** o **Alcanella** cap a **Binibona** seguint un traçat poc habitual. De to-

¹ Secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca. Palma.

tes maneres, tot i la seva aparent poca complicació, no s'ha d'oblidar que es tracta del curs d'un torrent i com a tal, compta amb totes les particularitats d'un torrent com poden ser: un cabal variable o la necessitat de l'ús de cordes a determinats ressalts. Aquestes circumstàncies, requisits tècnics i preparació adequada han de ser sempre avaluats per afrontar amb garanties el seu descens (pels aspectes generals veure TRIAS & RAMON, 1999).

Aspectes geogràfics, geològics i toponímics

El torrent pertany a la conca hidrogràfica d'**Alcúdia**, també anomenada **cubeta de Muro - Sa Pobla** (GELABERT, 1998). La seva extensió superficial aproximada és d'unes 1.020 ha. La direcció dominant del seu traçat és clarament N-S, divergint del veí **torrent des Guix** que ho fa en direcció NO-SE. Tot i presentar un tram marcadament sinuós, el traçat del torrent és gairebé rectilini, característica anàloga a altres cursos fluviocàrstics de la Serra, on el control estructural juga un factor decisiu (GINÉS, 1998).

El recorregut des de **ses Figueroles** fins la confluència amb el **torrent des Guix** és d'uns 2.000 m. El recorregut descrit que coincideix en bona part amb el sector topografiat (des de **ses Figueroles** fins a la sortida de l'engorjat després del **salt de sa Cadena**) es redueix a poc més de 900 m, mentre que la zona on es concentra el desnivell i per tant, el major interès esportiu, es limita a uns 500 m.

Pel que fa a l'aspecte geològic; a la zona de **ses Figueroles** el curs es localitza a materials triàsics concretament del Keuper. El primer sector del torrent -que es pot identificar com el de la zona on talla transversalment la **serra des Pas d'en Bisquerra**- es troba igualment a materials triàsics, però en aquest cas de l'estatge Retià. Seguint el sentit hidrogràfic, la major part del torrent travessa materials juràsics corresponents al Lias. És en aquesta zona on es troba el sector més engorjat i on el tàlveg presenta el major grau d'incisió, d'igual manera és el tram on es concentra el major desnivell del descens. Al sector final, la confluència amb el torrent des Guix -a llevant del **puig Mitjà**- ho fa de nou amb materials del Keuper (ITGE 671, 1991).

El curs principal del torrent neix de la confluència de xaragalls i torrenteres de divers ordre, que tot plegat configuren el tàlveg principal prop de **ses Figueroles**. A l'extensa capçalera es poden distingir una sèrie de cursos tributaris dels quals es pot destacar una branca que prové de la petita vall d'**Alcanelleta** i que arreplega les aigües de la façana septentrional de **sa Capella Blava** (682 m), la **serra des Pas d'en Bisquerra** i del coster de migjorn del **puig des Boix** (641 m). Tot i que el nom d'alguns d'aquests torrentons s'ha perdut, en alguna publicació (ORDINAS, 1989) apareixen esmentats com a **torrent d'Alcanella** i **torrent de sa Moleta**, sense altres dades que permetin destriar amb més precisió a quin torrentó correspon cada topònim.

Una altra branca més difosa, la formen diversos xaragalls que provenen del N-O, tant de la **serra d'en Massot** com del **puig Ferrer** (771 m); límit de mestral de la conca. Una nova aportació és la que desguassa prop de **ses Figueroles** i que es forma per la coma descrita entre el **puig ses Covasses** (753 m) i el **puig des Castellot** (694 m). Un darrer curs destacable prové del coster de migjorn del **puig Tomir** (1.104 m), punt més elevat i que tanca pel nord la conca hidrogràfica del torrent. Tota aquesta ampla xarxa conflueix a la depressió on es troben les cases de **ses Figueroles**, des d'on arranxa ja el jaç ben definit del **torrent dels Picarols**. De totes maneres, i ja al curs pròpiament indicat, segueix rebent noves aportacions entre les quals es poden destacar al coster de la **serra des Pas d'en Bisquerra**: la **coma de ses Vaques**, i més endavant -ja fora del tram esportiu-, el minso jaç de la **coma Llarga**. Al coster oposat es localitza la que es coneix amb el topònim de **coma Primera**.

Pel que fa a l'aspecte meteorològic, els valors més alts referents a mitjanes de precipitació anual a la zona, es concentren als mesos d'octubre, novembre i desembre, on les dades mitjanes de precipitació mensual oscil·len als voltants dels 108 litres/m² de màxima (ORDINAS, 1998, modificat de INM). Ocasionalment i de forma aïllada, s'han donat episodis de precipitacions d'especial intensitat que han donat lloc a importants revingudes del torrent amb virulents cabals (octubre 2007 -sense dades-). Tot i aquests episodis puntuals podem dir que es tracta d'un curs que resta eixut bona part de l'any i on l'aigua es concentra a llocs molt determinats sense formar en cap cas gorgs d'especial rellevància.

A la conca del **torrent dels Picarols** es localitzen una sèrie de fonts i surgències entre les que es poden destacar: la **font de sa Rota** i **sa font de sa Mata al comellar de ses Figueroles**, **sa font d'en Tesà** a **sa coma Llarga** i, propera al **coll Fossar**, al coster nord del **puig Mitjà**, la **font des Balanci**.

Topogràficament el torrent presenta dos sectors ben diferenciats. Deixant de banda l'ampla conca de recepció, formada per nombrosos xaragalls poc definits i torrenteres, així com i el tram del torrent que arranxa amb la confluència amb el **torrent del Guix** formant el **torrent de Sant Miquel**, ja a terres del Pla dins els municipi de Campanet, el torrent presenta dos sectors ben definits topogràficament. El primer correspon al tram inicial a les rodalies de **ses Figueroles** (inici de la topografia). Es tracta d'un recorregut amb un jaç definit però ben obert; gairebé una coma de costers suaus atapeïts de pinar. La característica dominant és el poc desnivell, configurat per un tram d'escassa pendent amb salts de poca entitat (no superiors al 5 metres) formats per acumulacions de blocs i que en la majoria dels casos es poden davallar (o evitar per fora del tàlveg) sense gaire dificultats. Tan sols es poden trobar uns pocs gorgs, normalment eixuts, encara que l'efecte dels episodis de revinguda és en alguns indrets, considerable i es fa palès a les marques de nivell de l'aigua en forma d'acumulacions de branques i restes de vegetació. Cap al final d'aquest primer sector, s'aprecia com el tàlveg deixa de ser rectilini per començar una sèrie de revolts sinuosos alhora que es comença a encaixar accentuant l'aspecte de gorja.

El segon sector correspon a un tram marcadament engorjat on l'ample tàlveg és un traçat sinuós encaixat entre altes parets de rocam carstificat. És en aquest sector on es concentra el recorregut més atractiu del descens i on es troben els salts de major entitat. El màxim exponent és l'anomenat **salt de la Cadena** d'una quinzena de metres d'alçada.

Pel que fa a l'aspecte toponímic són poques les referències al·lusives al nom del torrent. ORDINAS (1989) exposa l'origen com a topònim amb sentit possiblement metafòric, citant a JUAN (1986).

Però més enllà del seu origen i arrelament popular, es poden afegir una sèrie de dades documentals on apareix fixat el topònim. La primera correspon a un llibre de capbreu amb data de 16 de novembre de 1731, on Miquel Amer capbreua les seves propietats en Alou de Magdalena Fuster. El text és el següent: "... l'empriu de les Montañes y bosch de Binibona fins a la cima del Puig nespler, mirant á Comafreda, de altra part ab montañes de Caymari, fins a la Cima del Puig del Grau, de altre ab las montañes de Juan Amer de Iluch y ab cova del Presseguer, de altre part las solanas y codol gros de Aucanella, de altre part ab lo torrent dels Picarols qui abaxa fins Binibona." (ARM sig 2021. Capbreuacions 1731-1748). A més del **torrent dels Picarols** com a fita plenament reconeguda, apareix al text el que anomenen com a **cova del Presseguer** (en l'actualitat, **cova des Passeguer**) cavitat situada al coster de migjorn del **puig de ses Covasses**.

Amb la mateixa signatura però amb data de 1760 es parla de: "...torrent real dits dels Picarols que abaxa d'alcanella." En aquest cas és curiosa la denominació de "torrent real" referint-se al torrent dels Picarols. Es tracta d'un referència un poc inusual pel que fa als torrents de la Serra, i que faria al·lusió a les aigües del torrent com a part del patrimoni reial. Patrimoni que, ben segur, seria gestionat per la citada casa amb diversos graus de cessió.

Sense deixar l'aspecte documental i a manera de curiositat, es pot esmentar com alguns topònims de la zona ja es troben documentats a primerencs documents; com és el cas de ses Figueroles, on a un contracte de compra i venda de terres entre diversos propietaris signat l'any 1291 es diu el següent: "... li ven la part que tenen al rafal dit Figueroles i un alzinar, tot en el terme d'Inca, per preu de 42 lliures." (ARM, 352, f. 249).

Un altre document interessant que creiem convenient esmentar, fa referència a un fenomen endocàrstic. El document es refereix a una cova situada a l'alqueria de Benimala (l'actual Binibona) i redacta la intervenció de la Procuració reial de Mallorca pel que fa a la recerca d'un presumpte tresor amagat a l'esmentada cova. El text que porta data de l'any 1368 deixa constància del pagament de les despeses tant a l'escrivà com als qui cavaren dins la cova per manament de la Cort. El text diu així: "...per veure e regonèxer una cova que's el terme del dit loch en l'alqueria de Benimala on segons que's dehia alguns entenien a cavar per cercar tresor, en la qual cosa pus avant no fo en res procehit per ço com no'y volqueren fer massió aquels que lo dit tresor entenien a cercar". (ARM RP 3.440 f.83) (ORDINAS, 1998).

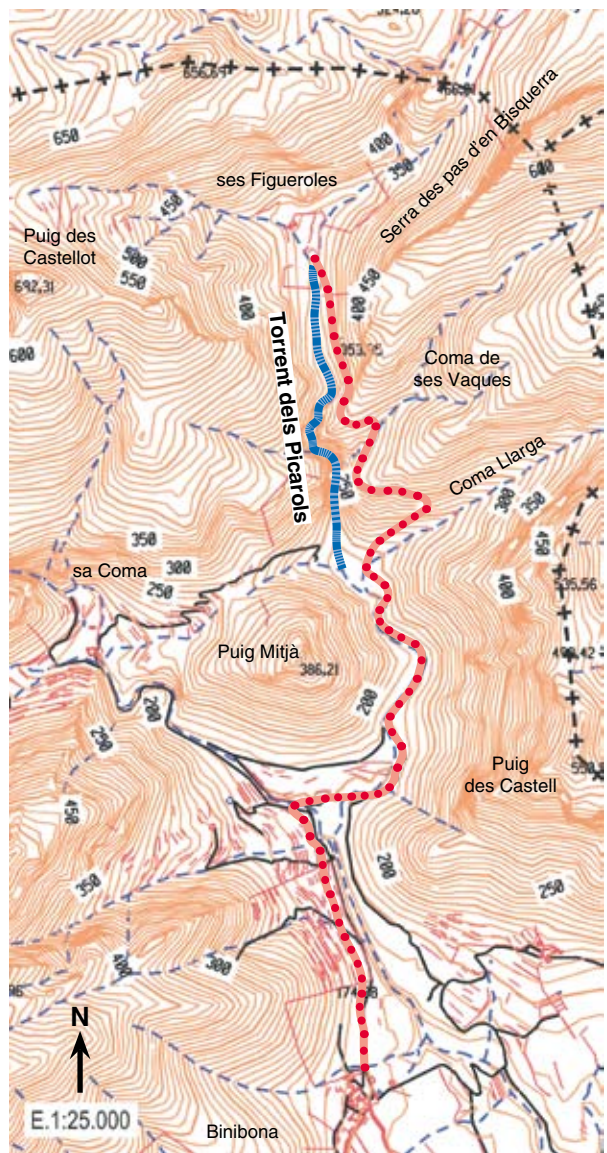


Figura 1: Mapa de situació del torrent dels Picarols. Cortesia de SITIBSA.

Figure 1: Location map of Torrent des Picarols. Courtesy of SITIBSA.

Accés

La manera més senzilla d'arribar al torrent és pel **camí d'Alcanella i ses Figueroles** (VV/AA, 1993), antiga via que comunicava el llogaret de **Binibona** amb les possessions de **ses Figueroles** i **Alcanella**. D'aquesta manera l'aproximació comença des de **Binibona** partint en direcció nord per un camí asfaltat dominat al coster de llevant pel **puig des Castell** i la **penya des Migdia**. Deixats enrere uns tancats d'oliveres i conreu, no es torba a comparèixer a la dreta el **torrent de Sant Miquel**, amagat dins l'alzinar. El camí deixa l'asfalt per convertir-se en una pista de terra, arribats a aquest punt, s'ha de parar esment ja que a uns 100 metres més endavant i després d'un revolt, s'ha d'abandonar el camí i tornar a la dreta en direcció al torrent. Tot d'una compareix

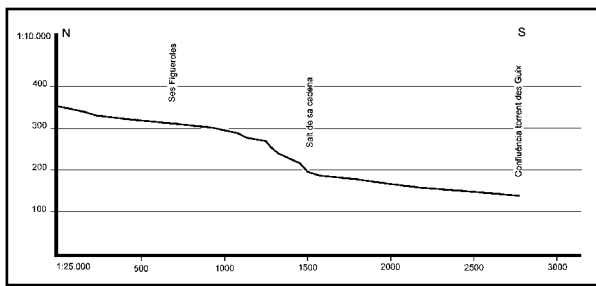


Figura 2: Perfil longitudinal del torrent.

Figure 2: Longitudinal profile of the creek.

un tàlveg, és **el torrent del Guix** que travessarem per continuar per un caminó interromput per un portell. Tot seguit apareix un nou tàlveg -**el torrent dels Picarols**- que igualment travessarem sense complicacions per un llit ben obert arribant finalment a una pista ampla de terra. S'ha de prendre cap a l'esquerra en direcció nord. La pista avança per una coma oberta mentre el torrent paral·lel a aquesta ho fa enclotat al marge esquerre. En algun indret la panoràmica s'obri fins al **puig Caragoler** i el de **Massanella** mentre a ran del camí apareixen alguns forns de calç i una pista ascendent que s'ha d'obviar. Al marge esquerre, a la vessant oriental del **puig Mitjà**, dins la petita coma que cau del **coll Fossar**, s'hi localitza la **font des Balanci**, una de les fonts de minso cabal que aboquen les seves aigües al torrent. No molt lluny el torrent es fa més evident i s'aprecia una de les preses artificials bastides per controlar les revingudes. Amb poc més de mitja hora i sense deixar la pista, aquesta enfila l'engorjat del torrent per tombar cap a llevant a un punt on descriu un revolt ample a manera de placeta. Aquest és el punt on es retornarà al camí una vegada acabat el descens i abandonat el tàlveg. És un camí ample amb marcades síquies d'escorrentia d'aigües superficials que s'enfila per la **coma Llarga**. Uns metres més amunt, a un redol on el camí s'eixampla, s'ha de localitzar un tirany que surt cap a l'esquerra marcat amb un munt de fites. L'itinerari és ara un tirany que puja per un alzinar ben espès. És ja el **camí d'Alcanella**, que mostrarà bocins empedrats i d'altres més degradats, essent, però en general el seu estat bo. El camí assolirà alçada amb alguns revolts a l'indret anomenat la **costa d'en Barral**. A les cotes superiors ofereix una bona panoràmica de l'esquerra sinuosa del torrent que avança enclastat entre penyes metres més avall. Enfront, a l'altre costat del torrent es pot destriar un aspre comellar que cau dins el torrent; és la **coma Primera**. El camí recupera la direcció nord i per un tram va paral·lel al jaç; poc després gira a llevant enfilant la **coma de ses Vaques**. Aquest és un ample comellar que neix a la vessant de migjorn de sa **Capella Blava** i cau fins a confluïr amb el **torrent dels Picarols** al seu tram engorjat. El camí avança per un dels costers de la coma mantenint l'alçada, per un pic travessada començar un suau ascens pel coster oposat fins a arribar a un collet. Una vegada assolit el coll, el camí passa per unes penyes, una feixa rocosa a manera de pas on s'hi localitza una petita abeurada anomenada el **Cocó dets Ases**. A partir d'aquí comença el descens per una vall ampla en direcció a **ses Figueroles**. És

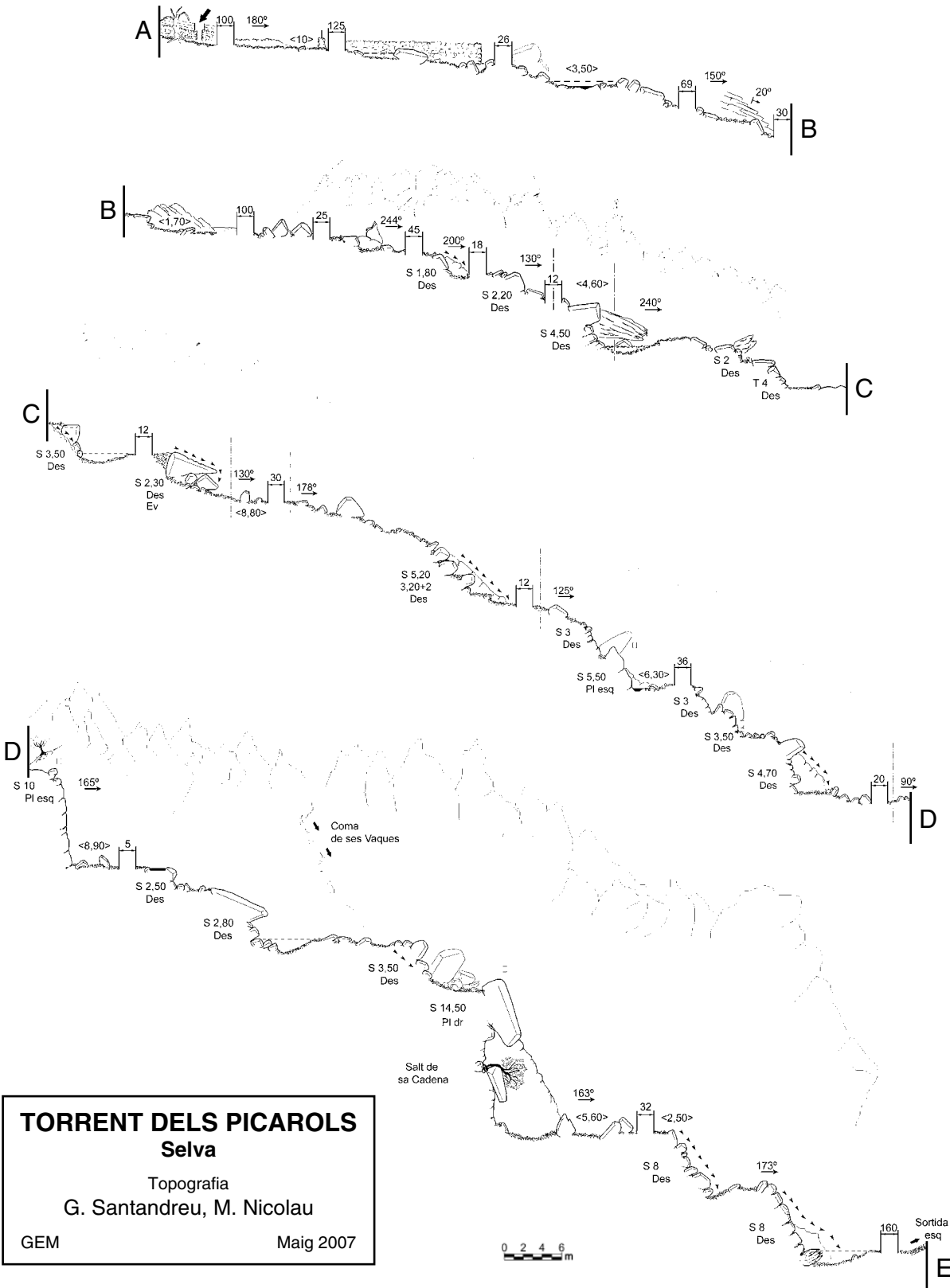
un camí ben marcat amb restes de suport lateral i que avança paral·lel al jaç obert del torrent. Supera tres portells fins a arribar a uns tancats de zones de conreu. És ja una zona planera on el camí s'endinsa dins un alzinar espès. Poc després apareix una cruïlla amb un camí empedrat ascendent que condueix a **Alcanella**; s'ha de tombar a l'esquerra cap a un portell amb filferro. Tot seguit apareix el jaç del torrent no molt enfora de ses cases de **ses Figueroles** i unes rotes delimitades per una paret seca amb una característica figuera (*Ficus carica*) al cantó. Aquesta opció d'aproximació es pot completar amb poc més d'una hora de marxa des de **Binibona**.

Encara que l'opció descrita sembla la més completa i aconsellable per fer el descens del torrent, ja que el complementa amb una interessant excursió, existeix l'alternativa de realitzar l'aproximació des del **coll de sa Batalla** per l'anomenat **camí de ses Figueroles** (GARCIA, 1969). Aquesta és una opció per l'estil de llarga que l'anterior, però presenta l'emperò d'una feixuga i ineludible combinació de cotxes.

Si s'opta per aquest itinerari, el punt de partida és al **coll de sa Batalla**. S'ha de seguir una pista amb direcció a gregal que arranca just al coll. Més endavant es bifurca fins a arribar a un coll de caçadors on el caminó tomba a la dreta i es perd a causa de la caiguda d'arbres. El camí es pot seguir evitant els nombrosos arbres caiguts fins arribar a unes penyes on passa per una escletxa als penyals; és l'anomenat **pas d'en Bartomeu**. A partir d'aquí l'itinerari és torna més incert i s'ha de tenir esment al seguit de fites. En tot cas avança pel coster de migjorn del **puig de ses Covasses**, bo de reconèixer per una evident obertura al rocam anomenada la **cova des Passeguer**. A l'alçada des **puig des Castellot**, el camí assoleix el **coll de sa Rota de Dalt**. Des d'aquest punt enfila el **comellar de ses Figueroles**, passant primer per les runes de les cases de **sa Rota** amb la propera **font de sa Rota** vora una bassa. El camí és més evident i fins i tot en alguns trams presenta restes d'empedrat. Ben a baix s'interna dins pinar espès on es pot localitzar la **font de sa Mata**, poc després apareixeran les cases de **ses Figueroles** just devora el jaç d'un torrentó. Aquest, és una de les branques que van a confluïr al **torrent dels Picarols** que es troba a un centenar de metres més a baix seguint els conreus cap a migjorn. El torrent es localitza vora una paret seca amb un portell i una gran figuera, punt on conflueix amb una altra branca que ve d'**Alcanella**.

Descripció

El recorregut comença molt a prop de les cases de **ses Figueroles**, vora uns camps de conreu; s'era de **ses Figueroles**. És un indret obert caracteritzat per uns murs que tanquen els citats conreus i que limiten un dels costats del torrent amb una gran figuera (*Ficus carica*) a un dels cantons. En aquest paratge conflueixen dos dels brancals importants del torrent formant un tàlveg únic, que a partir d'ara es dirà el **torrent dels Picarols**. És també el lloc on ens porta el camí d'aproximació des de **Binibona**.



TORRENT DELS PICAROLS
Selva
 Topografia
 G. Santandreu, M. Nicolau
 GEM Maig 2007

C Centre	S Salt	— —	Llargada zona no representada	— —	Nivell de Lindar
A Arbre	T Tobogan	— —	Orientació del talveg	— —	Nivell mínim observat
B Baga	Des Desgripmable	— —	Amplada del talveg	— —	
Pl Placa	Ev Evitable	— —	Colze		
□ o anella	dr Dreta	— —			
R Roca	esq Esquerra	— —			



Foto 1: Inici del tram engorjat del torrent. S'aprecia el llit de còdols, el tàlveg ben definit i les parets verticals que ho delimiten. Foto G. Santandreu.

Photo 1: An initial view of the narrowest part of the creek. The well-defined thalweg with pebble deposits and the vertical walls of the canyon are visible in this picture. Photo G. Santandreu.

En aquest punt, el torrent presenta una direcció de 180°. Un primer tram d'uns 100 m avança per un tàlveg ben obert i assolat amb una paret seca al coster dret amb un redol de frondoses alzines; és la **roteta de ses Figueroles**. Es pot remarcar la presència d'un dipòsit sedimentari format per un conglomerat de còdols, dipòsit que en algun punt assoleix una potència de 1 m. El pendent del tàlveg és molt suau i té una amplària de 10 m.

El torrent travessa un portell de pedra amb filferro

mentre al coster dret segueix la paret seca ben a ran de la llera. És un tram igualment obert d'uns 125 m dominat a la llunyania pels estreps calcaris del massís de la **serra des Pas d'en Bisquera**, on el càrritx l'envaeix parcialment i on s'aprecien les restes de revingudes. El llit està format per blocs de mida mitjana i clapes de roca mare. Una vegada deixat enrere el caire de la paret seca apareixen un seguit de petits gorgs dels quals se'n pot destacar un que amida uns 7 m de llargària per 3,50 m d'amplada, normalment ben eixut.

Segueix un tram sense complicacions amb abundant bardissa on es pot destacar l'existència d'un coster que mostra uns estrats capbussats ben marcats. L'orientació del tàlveg no difereix gaire: 150°. Tot d'una el torrent forma un minúscul estret on s'hi pot situar la seva amplada mínima: 1,70 m. A aquest indret apareix una interessant representació de falgueres de la família de les aspleníacies i les polipodiàcies tan característiques de torrents i zones ombrívols: el *Asplenium trichomanes*, *Asplenium ceterach* i *Polypodium cambricum*. Igualment a la sortida d'aquest breu estret s'aprecia com el tàlveg s'ha aprofundit en favor d'una incisió dins un paquet de materials al·luvials. Un centenar de metres més endavant, al marge esquerre, s'aprecia un considerable esbaldrec que arriba fins al llit. Una mica més amunt, es pot desferriar uns dels marges que sustenten el camí per on hem fet l'aproximació des de **Binibona**.

Passat aquest punt, al coster esquerre del jaç, s'aixequen unes altes penyes (15/20 m) que el delimiten, mentre al coster oposat segueix essent ben obert. És en aquestes penyes i vora un petit ressalt on es localitza una mica enlairat per sobre del tàlveg un covitxol d'escassa entitat. Tal vegada el seu tret més interessant i que serveix per relacionar-ho amb el torrent, sigui l'existència d'unes grans colades molt desfetes per l'erosió o la possible acció del torrent. En aquest indret l'orientació del torrent és de 244°.

Un tram d'uns 45 m de tàlveg planer dóna pas a un dels primers ressalts dignes del descens, un **S 1,80** que es pot davallar per l'esquerra sense gaire complicacions. Presenta un gorg amb còdols de 3x1 m de fondària, mentre que l'orientació varia una mica cap als 200°. Poc després apareix un nou bot, un **S 2,20** més vertical que l'anterior i que es pot descendir per la dreta. La panoràmica a aquest punt des del tàlveg es veu tancada per una gran paret vertical, no debades ens trobam als inicis de la zona més encanonada del torrent (Foto 1). Aquí, les parets laterals configuren una pregona gorja de verticals parets modelades per un marcat rellar. L'alçada d'aquestes parets oscil·la entre els 20 i els 30 m al límit del jaç, essent igualment digne de menció el traçat sinuós del tàlveg que com veurem canvia d'orientació de forma contundent en diverses ocasions.

Així doncs, ens trobam tot seguit amb un dels primers canvis d'orientació on el tàlveg assoleix els 130° de direcció descrivint un gir cap a l'esquerra hidrogràfica. L'amplada del tàlveg és de 4,60 m i hi trobam un **S 4,50** format per una aglomeració de grans blocs. El salt es pot davallar per la dreta per un canal vertical que exigeix un cert esment. Fruit de l'acumulació de blocs, el salt configura una petita coveta, mentre un dels costers del gorg es delimita per un bloc caigut de grans dimensions amb marcades estries de lapiaz.

Al cap de poc el torrent descriu un nou gir a la dreta orientant-se cap als 240°. Uns metres planers acaben a un **S 2** entre blocs bo de baixar per la dreta, igualment flanquejat per un gran bloc amb marques de lapiaz. Gairebé encadenat segueix un **T 4** sub-vertical que tant es pot baixar pel centre com pel costat dret.

Segueix un tros planer on al llit del torrent es pot destriar la roca mare aflorant per sobre la capa de còdols. Seguint la tònica dels petits ressalts, un **S 3,50** anima de nou el descens. És un salt que es pot baixar pel coster dret tenint esment a la roca que es presenta molt polida i llenegadissa. L'espai de sota està ocupat per un gorg generalment eixut, d'uns 5 m de llargària per 1m de fondària màxima.

Una dotzena de metres separen aquest salt d'un nou desnivell. Es tracta d'un **S 2,30** format per una gran roca caiguda: una enorme llosa planera que ocupa tot el jaç. El salt es pot superar tant caminant sobre la llosa fins a l'extrem final, on és precís un bot una mica delicat damunt un bloc inclinat, com abandonant el jaç pel coster dret. Un pic a sota, el torrent descriu un nou gir cap a l'esquerra amb un revolt ample, orientant-se cap als 130°.

Segueix un tram ample on el tàlveg amida 8,80 m d'amplada i avança ben encaixat entre altes parets laterals, mentre el llit es troba ocupat per grans blocs caiguts. Un cop més, el tàlveg descriu un nou revolt cap a la dreta amb direcció 178°.

Als metres propers el jaç presenta poc rost, mentre els laterals rocosos van perdent alçada amb la sensació que s'abandona la gorja. En aquest tram, un **S 3,20** encadenat a un **S 2** forma l'únic ressalt destacable. Es tracta d'una acumulació de blocs de forma escalonada que es pot baixar primer pel centre per un tros delicat i després assolint una rampa rocosa a l'esquerra fins a la base del salt. Superat aquest desnivell, s'aprecia com les parets laterals accentuen la pèrdua d'alçada, perdent la sensació d'engorjament. Així i tot, el curs del torrent segueix ben definit i no es torbarà massa a tornar a engorjar-se. Una trentena de metres més endavant, les restes d'una filferrada travessen el tàlveg a manera de partió. En aquest punt el curs descriu un nou gir cap a l'esquerra assolint la direcció de 125°. Al mateix indret, les parets laterals es tornen a alçar configurant una estreta gorja, que amb zones més ombrívoles i encaixades, ja no abandonarà fins al final del tram descrit.

Després d'uns grans blocs que ocupen part del llit, apareix un **S 3** que finalitza a un replà en forma de gorguet. Es tracta de la capçalera del **S 5,50**, el primer dels salts que trobam equipats pel descens i inici de la part més atractiva del torrent. El ressalt es pot superar amb un ancoratge, una placa instal·lada a un gran bloc a l'esquerra. De perfil sub-vertical, el salt acaba dins un petit gorg amb aigua que es podrà evitar sense complicacions. En aquest punt l'aspecte del tàlveg és d'un gran gorg d'aspecte rodonenc amb una amplada de 6,30 m.

Seguint uns 35 m ja per un recorregut ben encanyonat, apareixen un seguit de ressalts gairebé encadenats. El primer és un **S 3** que es pot davallar per la dreta, format per grans blocs que tot d'una lliga amb un **S 3,50** que en aquest cas es pot baixar pel coster esquerre. Segueix un **S 4,70** que per tal d'evitar un voladís rocós s'ha de davallar amb esment per una espècie de canal



Foto 2: Vista del canyó càrstic al tram final del descens. La imatge correspon al sector comprès entre el **S 10** i el **S 14,50**. Foto G. Santandreu.

Photo 2: View of the ending part of the karstic canyon. The picture shows the sector comprised between **S 10** and **S 14.50**. Photo G. Santandreu.

per l'esquerra. L'orientació del curs en aquest tram és de 90°. El llit l'ocupen gran quantitat de blocs caiguts, tot i que en algun indret aflora la roca mare que es presenta marcadament estratificada.

Un nou revolt, en aquest cas a la dreta, orienta el tàlveg a 165°. Després compareix un nou salt. És un **S 10** d'aspecte ben vertical des d'on s'aprecia una privilegiada panoràmica de la gorja (Foto 2). El salt es pot superar amb un ràpel a una placa instal·lada a l'esquerra davall un arbret. Ens trobam a un tram ben engorjat, de llit planer que amida 8,90 m.

Continua el descens amb un **S 2,50**; un gran bloc planer amb una petita bassa que es pot baixar per la dreta. Una gran llosa inclinada configura un nou salt, es tracta d'un **S 2,80** que es podrà superar amb un bot final al seu extrem. Als peus d'aquest darrer salt s'hi troba un gorg que, encara que gairebé sempre eixut, pot arribar a una profunditat màxima de poc més d'un metre.

En aquest sector cal destacar el grau d'encastament del tàlveg marcat per una pregona incisió al rocam. Així mateix cal destacar l'aportació de la **coma de ses Vaques**, que compareix formant un canal en colze solcant el coster hidrogràfic esquerre del tàlveg.

El llit planer envaït per grans blocs caiguts dona pas a un **S 3,50** que es troba a l'alçada d'una coveta oberta



Foto 3: Capçalera del **S 14,50**. Destaca la gran acumulació de blocs gegantins que envaeixen el tàlveg i configuren el salt.

Photo 3: Starting point of **S 14.50**. The great accumulation of big boulders building up this vertical pit outstands in this image. Photo G. Santandreu.

a les penyes laterals. Una vegada davallat i avançant entre enormes blocs s'arriba a la capçalera del **S 14,50** (Foto 3). És el que es coneix amb el neotopònim de **salt de la cadena**. Es tracta del salt de més alçada del recorregut del torrent i està format per unes gegantines penyes encastades que configuren un desnivell amb trams volats. Està equipat pel seu recorregut esportiu amb una placa a un replanet a la dreta. En aquest indret també s'hi localitza una cadena metàl·lica (element que dona nom al salt) ancorada de forma rudimentària. La seva existència, com a bàsic i precari element d'assegurança per tal de salvar tan important desnivell -a manera de pas- es pot atribuir a caçadors, pastors o trescadors de la zona. La qual cosa fa pensar que com a mínim aquest tram del torrent és o ha estat una zona de pas relativament freqüent pels col·lectius mencionats.

En tot cas i retornant al descens esportiu, és aconsellable realitzar el ràpel de descens seguint el traçat d'una espècie de relleix inclinat que solca la paret pel coster dret (Foto 4). Aquesta opció evitarà el tram central del bot (grans blocs) així com les empipadores branques

Foto 4: Baixant el **S 14,50 (salt de la cadena)**. A l'extrem esquerre de la imatge s'aprecia la cadena metàl·lica que s'hi localitza com a precari passamà a tan vertical pas. També es poden veure els grans blocs que col·lapsen el tàlveg i formen el salt. Foto G. Santandreu.

Photo 4: Descending the **S 14.50 (salt de la cadena)**. At the left side of the picture, the metal chain rigged to negotiate this vertical pass is visible. The big boulders that build up the pit are also noticeable. Photo G. Santandreu.



d'una figuera (*Ficus carica*). Un cop superat el ressalt, s'aprecia com la part inferior l'ocupa un gran gorg rodonenc ben eixut. Ens trobam a un tram del tàlveg prou engorjat i ombrívol d'aspecte ben torrençer que amida 5,60 m d'amplada amb una direcció de 163°. Uns metres més a baix l'aspecte s'accentua en un indret on les verticals parets laterals s'apropen configurant un tàlveg de 2,50 m d'amplada (Foto 5). Trobarem en aquest redol les restes d'una filferrada malmenada per les revingudes, i al coster esquerre, la boca d'una coveta enlairada uns metres per damunt el jaç.

Deixat enrere aquest tram, el recorregut s'apropa al seu final. Avança ara per un tram menys ombrívol però que conserva l'encisador aspecte d'un canó. El descens es veu interromput per un nou **S 8**. Es tracta d'un ressalt considerable format per un caos de blocs. La baixada tant es podrà realitzar pel centre del salt com pel seu coster dret, aprofitant la forma esglaonada del ressalt.

S'arriba tot d'una a un altre **S 8**, on el torrent assoleix els 173°. Es tracta d'una desgrimpada una mica més compromesa que l'anterior i que es pot salvar pel coster dret a ran de paret. El peu del salt es troba ocupat per un gran gorg eixut d'un metre i poc de fondària i una amplada de 7'60 m; juntament amb una gran penya caiguda amb marcades estries de lapiaz. Aquest és el darrer ressalt destacable del descens. En endavant el jaç enfila, ja cada cop més obert, cap a un petit puig que domina el paisatge; és el **puig Mitjà**. Els metres finals del descens ens duen per un tàlveg ja obert acompanyat de bardissa amb cap desnivell destacable. No es torba

en aparèixer al coster dret una paret seca i uns metres més endavant les restes d'un paretó. A més, s'aprecia el que es pot considerar una filada de blocs al tàlveg a manera de gual. En aquest indret i després d'haver recorregut 160 m des del darrer **S 8** es troba el punt on abandonarem el torrent. El torrent seguirà el seu curs ja amb un tàlveg ben obert i planer per dins l'alzinar.

Així doncs, la sortida es farà cap a l'esquerra, on s'haurà de parar atenció al punt esmentat on es destrien les restes d'una paret de pedra i el que es pot considerar un gual per travessar el tàlveg. Abandonat el tàlveg, segueix un tram de bardissa que tot seguit travessa un camp d'estepes (*Cistus monspeliensis*). Finalment s'arriba a un dels revolts de la pista de terra que hem fet servir per fer l'aproximació i que, en aquest cas i desfent l'itinerari abans descrit per l'accés -des de Binibona-, ens portarà al llogaret de **Binibona**.

RESUM DE DADES TÈCNIQUES

Material: 1 corda de 30 metres o 2 de 20 metres. Tal i com és habitual en el descens de torrents, cal preveure alguna corda de més per afrontar imprevists, així com material divers per renovar o reforçar ancoratges en cas de deteriorament natural o intencionat. Material personal de descens de torrents i de seguretat.

Desnivell de la zona esportiva: uns 170 m.

Temps d'aproximació des de Binibona: poc més de 1 hora per desnivell ascendent moderat.



Foto 5: Tram final del torrent ben engorjat. En aquest sector el tàlveg amida 2,50 m d'amplada. Foto G. Santandreu.

Photo 5: Final part of the canyon. In this sector the thalweg is 2.50 m wide. Photo G. Santandreu.

Temps dels descens: 2 hores. Tenir en compte l'estat del torrent (cabal, humitat de la roca, etc.) i experiència del grup.

Temps de tornada: 30 ó 40 mins. Desfent l'itinerari aconsellat per l'anada. Un cop abandonat el torrent, l'itinerari enllaça al marcat revolt que dona pas a la **coma Llarga**. Des d'aquí se seguirà la pista de terra (direcció aproximada a migjorn) cap a **Binibona**.

Època: Es pot fer tot l'any. A l'estiu és un recorregut molt assolellat i calorós, sobretot en el tram inicial. A la tardor i època de pluges, pot presentar un cabal inusual que cal avaluar.

Agraiments

Vull agrair la col·laboració en el present treball de Miquela Nicolau a les tasques de topografia i de camp. A Joan Alorda i Alberto Francioli del Servei d'Informació Territorial de les Illes Balears (SITIBSA) per la cessió i permís de publicació de la cartografia. A l'amic Miquel Trias per les apreciades i valuoses ensenyances dins i fora del món del carst. A Margalida Font li vull agrair la bona disposició i eficiència amb la revisió ortogràfica del manuscrit. Per últim, estic ben agraït a Antoni Reynés -veritable conhort espiritual i sentimental- per l'aportació d'enriquidors aspectes documentals.

Bibliografia

- BINIMELIS, J (1927): *Historia general del Reino de Mallorca dirigida a los jurados del mismo reino el año 1595*. Traducida de su original mallorquín al castellano por Guillermo Tarrasa. Palma: Imprenta de José Tous.
- GARCIA PASTOR, J. (1967): Sa Capella Blava. *Rutas escondidas de Mallorca*, nº 19. Palma. 20 pàgs.
- GARCIA PASTOR, J. (1969): Lluc – sa Coma (por ses Figueroles i el portell des Vent). *Rutas escondidas de Mallorca*, nº 32. Palma. 16 pàgs..
- GELABERT, B. (1998): L'estructura geològica de la serra de Tramuntana de Mallorca. In *Aspectes geològics de les Balears*. Joan J. Fornós (editor) en commemoració del X Symposium sobre l'Ensenyament de les Ciències de la Terra (AEPECT). Universitat de les Illes Balears. Palma: 95-116.
- GINÉS, A. (1998): L'exocarst de la serra de Tramuntana. In: J.J. FORNÓS (ed.) *Aspectes geològics de les Balears*, X Symposium sobre l'Ensenyament de les Ciències de la Terra (AEPECT). Universitat de les Illes Balears. Palma:361-389.
- ITGE (1991): Mapa geológico de Espanya, Inca. 1:50.000. 671/39-26. Madrid.
- JUAN MESTRE, R. (1986): Entre el Castell i l'Alcadena. Comunicació a *Lluc*. nº 33.
- ORDINAS GARAU, A. (1989): *Els noms de lloc del terme de Selva*. Ajuntament de Selva, Conselleria d'Educació, Cultura i Esports del Govern Balear. 216 pàgs. + 1 mapa.
- ORDINAS GARAU, A. (1989): *Mapa toponímic del terme de Selva*. Ajuntament de Selva, Conselleria d'Educació, Cultura i Esports del Govern Balear.
- ORDINAS GARAU, A. (1998): *Caimari: apunts històrics i geogràfics*. Ajuntament de Selva. 204 pàgs.
- ORDINAS GARAU, A. (2001): *Selva (Mallorca). Guía de los pueblos de Mallorca* nº 28. Hora Nova. 150 pàgs.
- TRIAS, M. & RAMON F. (1999): Els torrents clàssics de la serra de Tramuntana. Miquel Font editor. Ciutat de Mallorca. 150 pàgs.
- VV/AA, (1993): *Catàleg dels antics camins de la Serra de Tramuntana*. Consell insular de Mallorca. Projecte Leader Serra de Tramuntana. 355 pàgs.

LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor, Mallorca): ALCANZA LOS 55 KILÓMETROS DE DESARROLLO TOPOGRÁFICO

por Antoni MERINO ¹, Antoni MULET ¹, Guiem MULET ¹, Antoni CROIX ² y Francesc GRÀCIA ³

Resum

Al llarg del darrer any les tasques s'han centrat bàsicament en l'exploració i topografia de galeries situades al sector del Tragus i al sector de Gregal. També s'ha anat completant la topografia de les galeries del sector F. Al primer dels sectors anomenats, ha aparegut un sector nou, el sector Nord. Els resultats exploratoris sota l'aigua han suposat, per raons pràctiques, la creació d'un sector propi, l'anomenat sector Subaquàtic de Gregal. La conjunció de totes aquestes tasques ha suposat incrementar en més de 15 km el desenvolupament topogràfic de la cova que totalitza en aquests moments els 55.736 m.

Resumen

Durante el último año los trabajos se han centrado básicamente en la exploración y topografía de galerías situadas en el Sector del Tragus y en el Sector de Gregal. También se ha ido completando la topografía de galerías del Sector F. En el primero de los sectores mencionados ha aparecido un nuevo sector, el Sector Nord. Los resultados exploratorios bajo el agua han supuesto, por razones prácticas, la creación de un sector propio, el denominado Sector Subacuático de Gregal. La conjunción de todos estos trabajos ha supuesto elevar en más de 15 km el desarrollo topográfico de la cueva que se sitúa en estos momentos en 55.736 m.

Abstract

In the course of the last year the work in the cave has been basically focused on the exploration and survey of passages located in Sector del Tragus and Sector de Gregal, besides the survey in Sector F. In the former sector a new area has been discovered, the Sector Nord. The outcome of the underwater explorations have meant, because of practical reasons, the establishment of a new sector called Sector Subacuático de Gregal. The combination of all these works has added 15 km of new passageways to the cave, meaning that the current surveyed length is 55,736 m.

Introducción

La Marina de Llucmajor està formada per dipòsits carbonatats tabulars postorogénics del Mioceno superior, caracteritzats per una alternància de calcarenites que passen a calizas arrecifals massives, finalitzant la sèrie amb calcarenites i calizas oolítiques del complex terminal (FORNÓS & POMAR, 1983). Aquests materials estan afectats per fallas normals (distensives), formades en el Neògen superior, amb fractures d'orientació N-S i N060E.

A continuació se resumeix breument la història dels descobriments efectuats en la cavitat. Per a una major informació i detall, es poden con-

sultar els treballs que se han anat publicant i de los que se fa referència en el text. El descobriment de la Cova des Pas de Vallgornera va tenir lloc en l'any 1968, al excavar-se un pou negre per a les aigües residuals del Hotel Es Pas. Es van fer exploracions en la cavitat per part dels equips espeleològics del Centre de Activitats Espeleològiques (CAE), el Grup Espeleològic EST i el Speleo Club Mallorca (SCM). En dates posteriors espeleòlegs i buceadors belgas van procedir al levantament d'una primera topografia (COLIGNON, 1982). A raïz d'un trobada celebrada en 1990 entre el Grup Espeleològic EST i membres de la Secció d'Espeleologia de l'ANEM se decidí portar a terme la topografia i l'estudi de tota la cavitat (**Sector Antic**), activitats que se van iniciar en l'any 1991 per finalitzar-se en 1992 (MERINO, 1993). El desenvolupament estimat de la cavitat era de uns 2 km.

1 Grup Espeleològic de Llubi
2 Agrupació Esportiva Voltors
3 Grup Nord de Mallorca



Foto 1: Anchurón cercano a la Galería d'en Navarrete donde destaca el depósito de materiales arcillosos que cubren el suelo y las marcadas morfologías espongiiformes que afectan al techo y las paredes. Foto A. Merino.

Photo 1: Spacious room located near to Galería d'en Navarrete, its mud deposits covering the floor and the marked spongework patterns on the ceiling and walls must be highlighted. Photo A. Merino.

En 1994, Miquel Àngel Barceló y Pere Riera descubren el acceso a nuevas galerías y salas de la cueva (**Noves Extensions**) y realizan importantes hallazgos que determinan que a finales de 1999 la cavidad pase a tener un desarrollo topografiado de 6.435 m (MERINO, 2000).

A partir de 2002, miembros del Grup Espeleològic Llubí y de la Secció d'Espeleologia de l'ANEM se centran en revisar lugares concretos investigando la existencia de una corriente de aire. Dos años de continuo trabajo dieron como resultado que, en 2004, se encontrara un paso por donde se perdía ésta. Una vez desobstruido se accedió en primer lugar a un conjunto de galerías y pasos estrechos entre bloques que daban la impresión que acabarían cerrándose por completo impidiendo la progresión hasta que, Guiem Mulet, después de varias horas explorando entre bloques, descubre la **Sala Que No Té Nom**. Posteriormente junto con Toni Mulet y Toni Merino exploran esta enorme sala y acceden a todo un enorme complejo de nuevas galerías y salas. Entre 2004 y 2006 se añaden 16.565 m más de recorrido a la cavidad llegando a los 23 kilómetros de galerías (MERINO *et al.*, 2006).

A lo largo de los años 2006 y 2007 los distintos grupos de espeleólogos que trabajan en la cavidad continúan las exploraciones y la topografía, centrándose los

trabajos en una serie de sectores comprendidos entre la **Galería d'en Pau** y la **Línea 200**, también se sigue topografiando la parte interna del **Sector "F"**, verdadero laberinto de pequeñas galerías interconectadas. Además se descubre un nuevo sector, el **Sector del Clypeaster** situado en la parte NW de la cavidad. Por último se consolidan los trabajos de exploración y topografía de los espeleobuceadores del Grup Nord de Mallorca (GNM) descubriéndose importantes continuaciones subacuáticas en el **Sector de les Grans Sales** y en el **Sector de Gregal**. Todo ello provocó que la cavidad alcanzara los 40 km de desarrollo topográfico (MERINO *et al.*, 2007).

Durante el último año los trabajos se han centrado básicamente en la exploración y topografía de galerías situadas en el **Sector del Tragus** y en el **Sector de Gregal**. También se ha ido completando la topografía de galerías en el **Sector F**. El recorrido subacuático de la cavidad también se ha visto incrementado de los 2.500 m en el 2007 a los 6.582 m actuales. Los resultados exploratorios bajo el agua han supuesto, por razones prácticas, la creación de un sector propio, denominado **Sector Subaquàtic de Gregal**. La conjunción de todos estos trabajos ha permitido elevar en más de 15 km el desarrollo topográfico de la cueva que se sitúa en estos momentos en 55.736 m.

Descripción de las zonas topografiadas

SECTOR DE GREGAL

En la zona más hacia el E de la **Sala Blanca** existe un pequeño lago con el fondo cubierto de bloques. Desde este punto parten dos galerías, una en dirección NE y otra hacia el E. Esta última se inicia en torno al nivel freático pero a los pocos metros se estrecha al tiempo que una serie de bloques caídos obligan a superar este tramo por la parte más alta y en oposición. Las paredes están cubiertas de abundante moonmilk y de sedimento de color marrón existiendo también algunas coladas parietales y depósitos arcillosos. Superada esta pequeña zona de bloques se progresa de nuevo a nivel de las aguas freáticas, a partir de aquí la roca está menos descompuesta y la galería gana en altura alcanzando unos 3 m, manteniendo una anchura aproximada de 1 m. Se observan algunos depósitos de barro en los laterales de la galería y la profundidad varía bastante, desde lugares donde existen bloques encajados bajo el agua que permiten andar, a otros donde se debe progresar nadando. A lo largo del primer tramo de esta galería

y en su margen izquierdo se abren algunos pasillos estrechos que comunican con otra galería casi paralela. Ésta tiene unas características morfológicas parecidas a la anterior, aunque es bastante más angosta, 0,5 m de media, teniendo una altura que no sobrepasa los 2 m.

De nuevo en el lago E de la **Sala Blanca**, y en dirección NE existe una galería de unos 150 m de longitud totalmente acuática y con unas dimensiones iniciales de poco más de 1 m de ancho por unos 4 m de altura, aunque la mayor parte de la galería es más estrecha con una media de unos 0,7 m. Debido a esta reducción progresiva de las dimensiones de la galería, ésta acaba sifonándose al final. No existen espeleotemas, observándose algunas formas de corrosión que afectan a las paredes. En la primera mitad de esta galería y en su lado NW existe un pequeño sector laberíntico de galerías con secciones estrechas y de techo plano y muy bajo, la profundidad del agua no suele superar los 1,5 m. Una de estas galerías llega a comunicar con la **Galería del Quilòmetre**, aunque esto sólo es posible cuando el nivel freático está bajo.

Un hecho que condiciona de manera notoria la posibilidad de progresión y por lo tanto de acceso a galerías de pequeñas dimensiones situadas al nivel freático es la altura que alcanza este último. Dependiendo de las va-



Foto 2: Galería paralela a la Galería d'en Navarrete mostrando una importante acumulación de sedimentos arcillosos de notable grosor en uno de sus lados. Al mismo tiempo se observan interesantes formas de disolución, visibles principalmente en el margen derecho de la fotografía. Foto A. Merino.

Photo 2: Passage parallel to Galeria d'en Navarrete showing an important accumulation of thick mud sediments on one of its sides. At the same time significant solutional sculpturing can be seen on the right side of the photo. Photo A. Merino.



Foto 3: Sala de la Menorquina. Parte del suelo está formado por grandes bloques que a su vez están cubiertos de una gruesa capa de moonmilk sobre la que se observa un sedimento de color marrón. Destaca la superficie lisa de las paredes de la sala. Foto A. Merino

Photo 3: Sala de la Menorquina. Partially floored with large boulders that are covered with a thick layer of moonmilk on which a brown sediment can be spotted. The smooth walls chamber's surface is remarkable. Photo A. Merino

riaciones un tanto cíclicas del nivel freático es posible acceder o no a ciertas galerías o al menos a parte de ellas.

A lo largo de la **Galería del Quilòmetre** se ha ido completando la topografía de todas las galerías que se abren a ambos lados de la misma, lo que ha llevado al descubrimiento de importantes ramificaciones y también una sala de pequeño tamaño.

En el primer tercio de la **Galería del Quilòmetre** se han localizado toda una serie de pasillos inundados, en general de pequeñas dimensiones, sin espeleotemas y con algunas formas de disolución allí donde no se han producido colapsos de paredes y techos. En los lugares donde ha ocurrido esto, los bloques han hecho desaparecer o enmascaran dichas formas. Un conjunto de galerías con estas características situadas en la parte NE de la **Galería del Quilòmetre** permiten comunicar con los pasillos inundados que existen en la parte E de la **Sala Blanca**. Es de destacar un grupo de galerías acuáticas estrechas y de techo en general plano, existente al E de la zona donde la **Galería del Quilòmetre** hace un giro brusco de dirección NW. Éstas comunican con la denominada **Sala de la Menorquina**, que tiene una altura máxima de unos 5 m, y cuyas paredes y techo son lisos y planos estando cubiertos de una gruesa capa de moonmilk. La parte central tiene el suelo cubierto de grandes bloques que a su vez presentan sobre su

superficie una fina capa de moonmilk con un elevado porcentaje de agua, lo que le confiere un tacto mantecoso y que hace que sea muy difícil transitar sobre ellos sin resbalar. El perímetro de la sala está ocupado por un pequeño lago de forma irregular y profundidad variable. Destacar por último la existencia de un sedimento muy fino y de color ocre que cubre los bloques y algunas partes de la sala. En el lado E de la sala existen dos galerías acuáticas de pequeñas dimensiones que acaban confluyendo en otra, a través de la cual y siempre que el nivel de agua lo permita, nos conduce a un reducido anchurón desde el cual parte una nueva galería de techo plano y muy bajo, el día de la exploración el espacio de aire entre el nivel del agua y el techo era de unos 30 cm. Finalmente y después de recorrer unos 40 m, la galería desemboca en la **Sala de la Fadrina Vella** descubierta por los espeleobuceadores.

De nuevo en el punto donde la **Galería del Quilòmetre** hace el quiebro hacia el NW, existe una importante acumulación de grandes bloques que desfiguran la galería. En dirección NE se ha topografiado una extensión de la galería principal a lo largo de casi 70 m. El inicio de ésta se sitúa en el mismo caos de bloques estrechándose progresivamente, al tiempo que el techo plano va bajando hasta convertirse en una fractura vertical muy angosta. Existen algunas formas de reconstruc-

COVA DES PAS DE VALLGORNERA (LLUCMAJOR)

TOPOGRAFIA SECTOR ANTIC	
M. SALOM A. MERINO P. VEGA M. RODRIGUEZ	
EST - ANEM 5-1-91 / 1-11-92	
TOPOGRAFIA NOVES EXTENSIONS	
A. MERINO P. VEGA G. MULET T. CROIX J. MIR M. SALOM	P. CIFRE E. BELMONTE M.A. BARCELO B. CABANELLAS M. FERNANDEZ J. RAMIREZ
ANEM - GELL 11-12-94 / 27-11-99	
TOPOGRAFIA SUBAQUÀTICA SECTOR ANTIC	
A. TRIAN C. HUERTA A. ALONSO	J. SERRA P. ANGUERA J. GUINDOS
ANEM- TRITON 6-91 / 11-92	
TOPOGRAFIA SUBAQUÀTICA SECTOR GREGAL I G.SALES	
F. GRÀCIA M. FEBRER	P. GAMUNDÍ B. CLAMOR
GNM 2007 - 2008	
TOPOGRAFIA DESCOBRIMENTS 2004-2008	
A. MERINO A. MULET F. MARTI G. MULET T. CROIX D. MAYORAL T. MATEU G. MATEU	J. MATEU A. KRISTOFERSSON M. SANCHEZ S. GARCIA P. CALAFAT B. AMER G. JORDÀ 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 Menorquina
- 10- Sala Fadrina Vella
- 11- Galeria del Titani
- 12- Plaça de Toros
- 13- Sala Jaume Damians

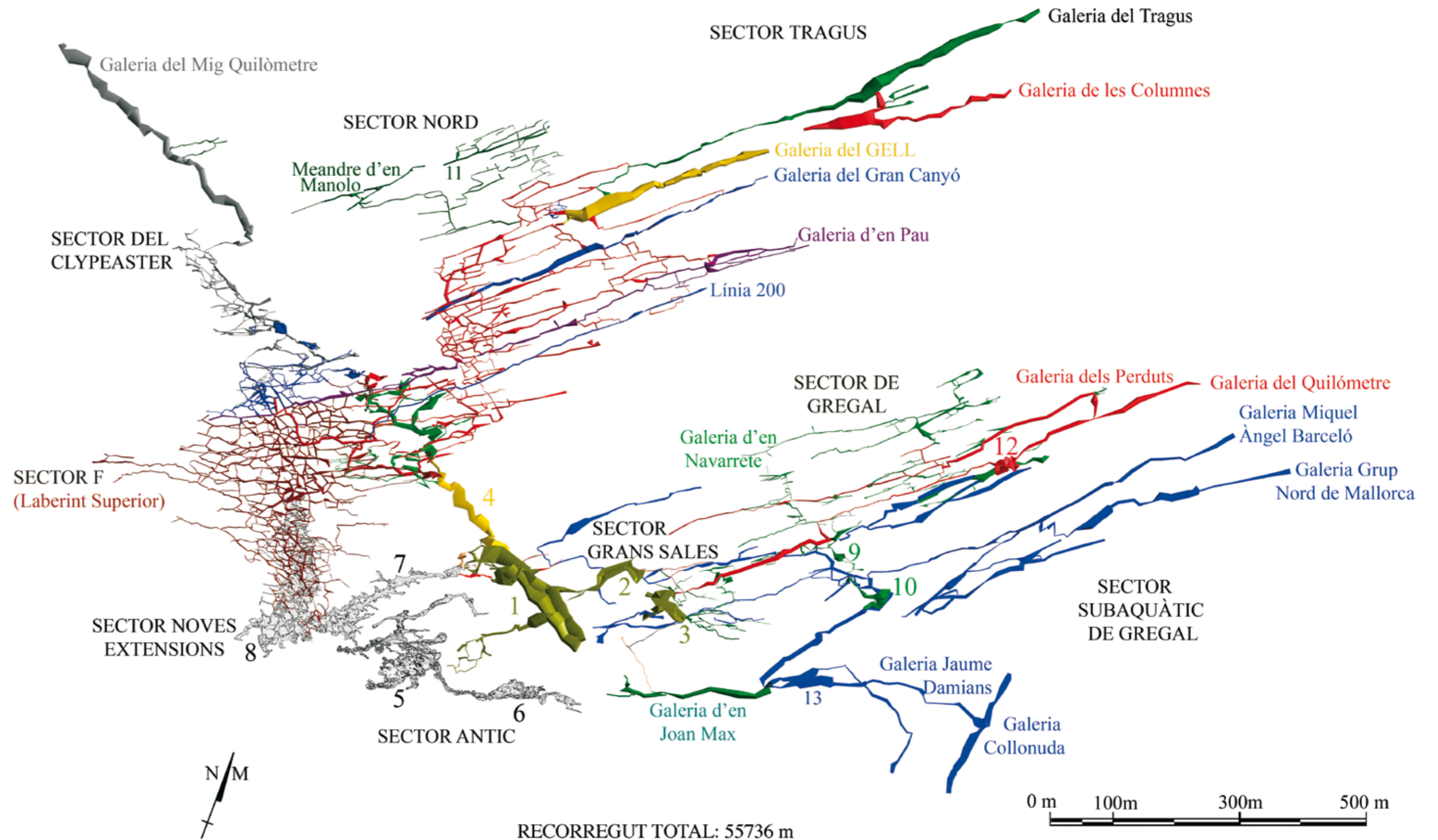




Foto 4: Extremo E de la Sala Blanca desde donde parten algunas galerías angostas y totalmente inundadas que comunican con la Galería del Quilòmetre. Hacia el centro de la foto se observa una estrecha grieta que es el inicio de un ramal de pasillos inundados de escasas dimensiones. Foto A. Merino

Photo 4: Eastern end of Sala Blanca, from this point some narrow and flooded passage lead to Galería del Quilòmetre. Towards the centre of the photo a tight slot can be seen, that is the beginning of a small net of flooded and pretty scarce dimensions galleries. Photo A. Merino

ción como banderas, algunas estalactitas y estalagmitas que han aprovechado tanto las juntas de estratificación como las fracturas para desarrollarse. Muchos de estos espeleotemas están afectados por procesos degenerativos. La parte final es un estrecho pasillo semi inundado y con una profundidad de unos 3 m cuyas paredes están cubiertas de formaciones. Se pueden observar como por debajo del agua la galería continúa.

A lo largo de los dos tercios restantes de la **Galería del Quilòmetre** e incluyendo la **Sala Plaça de Toros** se han topografiado otras galerías de techo plano y de escasa altura, por norma general mantienen direcciones paralelas a la galería principal.

Galería dels Perduts

Siguiendo con la exploración y topografía metódica del Sector de Gregal, se pasó a completar el estudio de la **Galería dels Perduts**. Iniciándose el trabajo desde su extremo situado más hacia el NE. En la primera mitad de dicha galería existen algunos pasillos bastante estrechos e inundados, pero sin más interés. Posteriormente siguiendo una galería paralela a la principal y en dirección NE se encuentra un caos de bloques que se eleva unos metros sobre el nivel freático, en la parte superior

hay un estrecho laminador donde las paredes y el techo están cubiertos de abundante moonmilk, superado este tramo y en sentido descendente se llega de nuevo al nivel freático. A partir de aquí se toma una galería que en dirección NW conduce hasta el centro de este nuevo sector. Las paredes y el techo presentan marcadas morfologías espongiiformes, al tiempo que el fondo de la galería empieza a tener una notable acumulación de barro. La galería se va ensanchando y unos 30 metros más adelante confluye con la **Galería d'en Navarrete** que queda dividida en dos en este punto. Aquí se ha formado una pequeña sala de techo bajo donde resalta la gran acumulación de bloques de barro de distintos tamaños que cubren totalmente el suelo elevándose incluso 1 m por encima del nivel del agua. Se mantienen las morfologías espongiiformes que afectan por igual al techo y las paredes. Tomando el ramal de la galería en dirección NE, ésta continúa durante unos 110 m hasta hacerse de momento impracticable. La profundidad del agua a lo largo de toda la galería es muy variable. Al principio el fondo sigue cubierto de barro, las paredes de la mitad inferior de la galería presentan una roca sin descomponer y a medida que se desplaza hacia el techo la roca empieza a estar cubierta de moonmilk y algo más descompuesta, presentando la galería una sección



Foto 5: Galería estrecha instalada sobre una fractura vertical en el Sector Nord. Este tipo de galería es muy característica de esta zona siendo común que muchas de ellas alcancen todavía dimensiones mucho menores, dificultando notoriamente el paso por las mismas. Foto A. Merino

Photo 5: Narrow passageway developed on a vertical fracture in Sector Nord. This kind of passageway characterizes that zone being quite common to find much tighter galleries whose narrowness makes it difficult to walk through. Photo A. Merino

triangular. Se mantienen estas características hasta llegar a un punto donde el barro desaparece, abriéndose algunas galerías estrechas en los lados, también existen algunos bloques desprendidos que obstruyen el paso. Luego la galería se va ensanchando progresivamente y de nuevo las formas esponjiformes cubren el techo y las paredes. El final de este tramo acaba con un estrechamiento que se sifona. Situándonos de nuevo en el cruce que secciona la **Galería d'en Navarrete**, y en dirección SW ésta presenta unas morfologías algo diferentes, teniendo en general una anchura que no supera 1 m y prolongándose este ramal casi unos 200 m. A los pocos metros de iniciarse la galería, en torno al nivel freático el suelo gana algo de altura presentando coladas pavimentarias y gours de apreciable longitud que están llenos de agua dulce. Se observan algunas formas de corrosión que afectan principalmente a las paredes. Paralela a la anterior existe una galería de notable longitud aunque de anchura reducida, con una altura inicial de unos 3 m, en su extremo más hacia el NE está totalmente inundada y es donde alcanza una mayor anchura, comunicándose con la **Galería d'en Navarrete**. A medida que nos desplazamos en dirección SW, en el margen derecho se abre un estrecho pasillo que comunica con un nuevo anchurón, situado unos decímetros por encima del nivel freático, con el suelo totalmente

cubierto de barro donde las paredes y el techo presentan de nuevo unas acusadas formas de disolución. A continuación existe un pequeño entramado de galerías, con el suelo cubierto de algunas coladas pavimentarias, aflorando el nivel freático en algunos puntos.

De nuevo en la galería principal y tras recorrer unas decenas de metros, se abandona el nivel freático, avanzando sobre un suelo formado por unas notables acumulaciones de barro durante unos 65 m, estas masas arcillosas al principio ocupan el lado derecho de la galería, quedando luego apiladas justo a lo largo de su centro, lo que complica bastante el tránsito por la misma. Estos depósitos de barro llegan a alcanzar una potencia superior a 1 m. Así como el barro va desapareciendo, se llega de nuevo al nivel freático, nivel que prácticamente no se abandona a lo largo de la restante longitud de la galería, unos 230 m. Este tramo de galería presenta unas anchuras medias inferiores a 1 m, el suelo suele estar formado por coladas pavimentarias y algunos gours que contienen macrocristales de calcita. En las paredes es posible observar algunas formas de disolución poco marcadas, el tramo final es un estrecho laminador que acaba haciéndose impracticable.

SECTOR NORD

Este nuevo sector de la cavidad se encuentra situado en la parte más al SW del Sector de Tragus. En general se trata de galerías de pequeña entidad desarrolladas en el piso superior, con una estructura bastante laberíntica. A efectos descriptivos la zona puede dividirse en dos partes, la primera que tiene como eje principal la galería formada por el **Meandre d'en Manolo**, y la segunda donde sobresale por sus medidas la **Galería del Titani**. Estas dos últimas siguen una misma alineación y se desarrollan sobre la misma fractura, pero no se han conseguido unir, quedando separadas por los extremos, unos 30 m entre ambas.

Al **Meandre d'en Manolo** se accede a través de una serie de galerías muy estrechas y con el techo bajo, donde prácticamente no existen formas de reconstrucción. Con una longitud aproximada de unos 250 m, esta galería de aspecto meandriforme tiene una altura media de 8 m, estando sus tramos más bajos ocupados por las aguas freáticas. La anchura del tramo meandriforme se mantiene entre unos 0,5 y 1 m, siendo la parte inferior la más estrecha, las paredes están cubiertas en muchos puntos por coladas parietales. En torno a la zona central de la galería se localiza un ensanchamiento que crea una pequeña sala irregular cubierta de grandes bloques, cuyas paredes y techos están cubiertos de morfologías esponjiformes. En algunos puntos se han depositado potentes coladas parietales que han servido de base para el desarrollo de espeleotemas coraloides.

El conjunto de galerías que conducen y rodean la **Galería del Titani** son en general bastante estrechas, alrededor de 1 m, variando su altura desde unos 5 m en las galerías meandriformes hasta algunos decímetros en los laminadores. Las formas de corrosión que existen son suaves afectando de manera desigual a la roca, hay lugares donde las formas más marcadas se encuentran en el tercio inferior de la galería, mientras

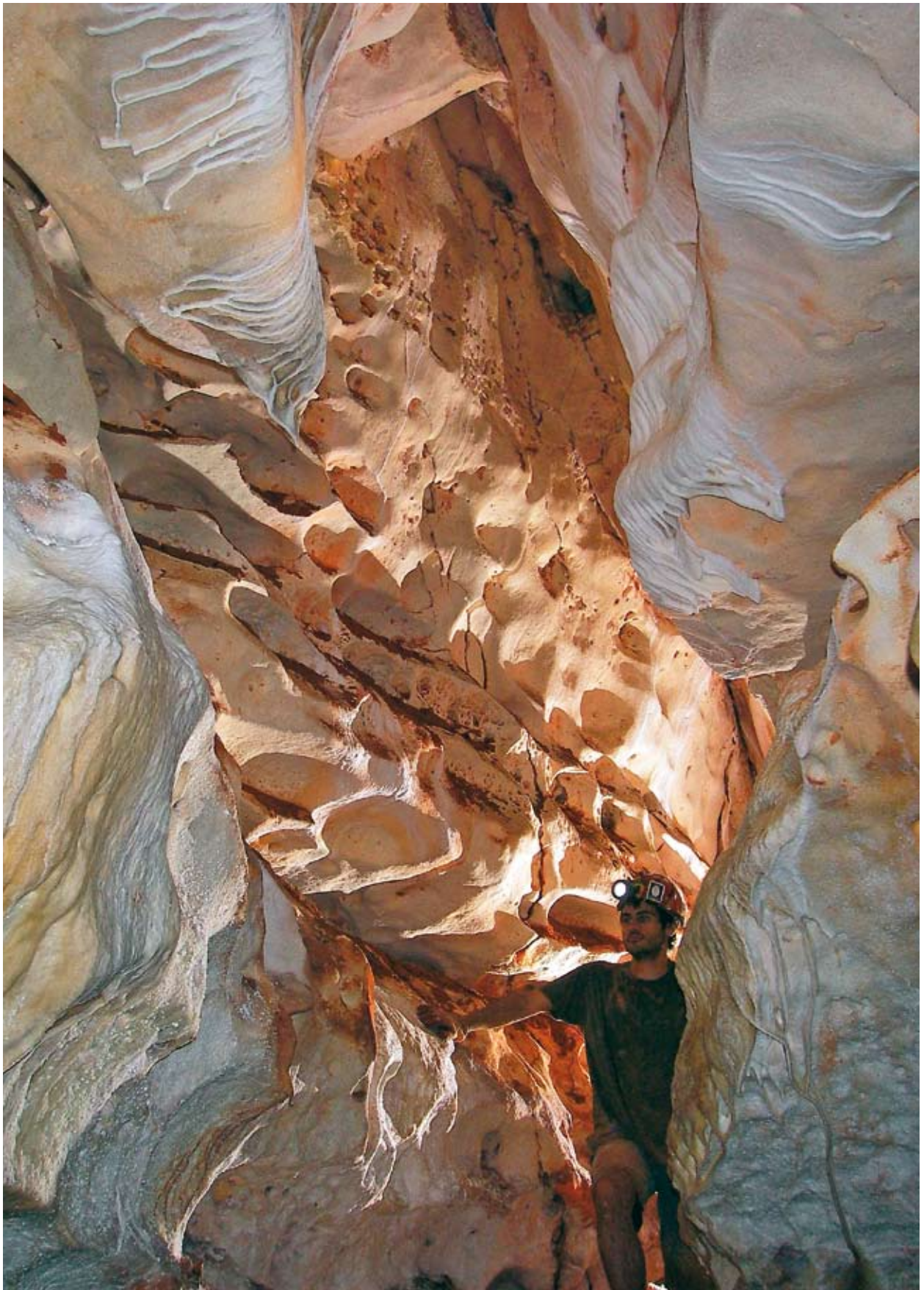


Foto 6: Espectaculares formas de corrosión que afectan a las paredes de la Galería del Titani, la de mayores dimensiones por el momento de toda la zona. Foto A. Merino

Photo 6: Outstanding solutional features covering the walls of Galería del Titani, which in turn it is the largest gallery in the area so far. Photo A. Merino



Foto 7: Foto panorámica de la Sala de la Fadrina Vella, sala aérea con predominio acuático de más de 50 m de longitud y 20 m de anchura. Esta sala de hundimiento, con abundantes bloques, algunos de los cuales sobresalen fuera del agua, representa un lugar de tránsito obligado para acceder con material de buceo a la Galería Jaume Damians y a la Galería Collonuda. Foto A. Merino

que en otros lo están en la parte media o superior, observándose también depósitos de moonmilk. Los espeleotemas más abundantes son los gourls muchos de ellos llenos de agua, las coladas tanto parietales como pavimentarias son comunes habiendo también algunas formas coraloides. Hay lugares donde se ha acumulado una cantidad apreciable de barro que con posterioridad se ha desecado lo que ha provocado la existencia de polígonos de retracción, cuyas grietas en muchos casos están rellenas de carbonato cálcico. El hecho más peculiar de este sector es la existencia combinada de galerías meandriformes y de laminadores. Las primeras suelen tener decenas de metros de longitud y se desarrollan sobre fracturas verticales que afectan al paquete de estratos, son estrechas y alcanzan cierta altura, manteniendo una dirección NE-SW. Por el contrario los laminadores tienen un recorrido corte de una serie de metros y se instalan sobre juntas de estratificación, de dirección NW-SE, son muy bajos y la anchura varía bastante siendo incluso de varios metros. Las galerías meandriformes existentes son más o menos paralelas entre sí, estando comunicadas por los laminadores que a su vez presentan también un acusado paralelismo. La galería más significativa de este sector es la **Galería del Titani** que con sus aproximadamente 180 m de longitud, una altura de 6 m y una anchura variable de entre 1 y 2 m es la de mayores dimensiones de este sector. En las paredes se pueden apreciar los paquetes de estratos cubiertos de formas de disolución, que a modo de escalones conforman una sección de la propia galería muy peculiar. En la parte inferior de la misma es donde las formas de disolución son más marcadas. Las juntas de estratificación propician lugares bastante planos sobre los cuales se han depositado sedimentos arcillosos que muestran un notable cuarteado consecuencia de la formación de polígonos de retracción, al mismo tiempo estas son las zonas donde la galería adquiere mayor anchura. En el sector más hacia el SW la galería empieza a estar cubierta de bloques, finalmente la galería queda colmatada por coladas.

SECTOR SUBAQUÀTIC DE GREGAL

Para llegar a este sector hay que recorrer, cargados con el material de inmersión, los 54 m que separan la base del pozo de entrada hasta el lago. De aquí se cruzan unos 80 m de sifón que sigue las antiguas guías instaladas en las primeras exploraciones y que se enlazan con las descubiertas por el GNM en el año 2001. Esta parte se halló al final de las guías precedentes, al poder pasar, prácticamente sin dificultad, entre formaciones estalagmíticas y proseguir unos 195 m hasta emerger, sin saberlo, en un lateral de la **Sala Que No Té Nom**. Una vez situados en la sala, hay que desequiparse y cruzarla transversalmente hasta alcanzar el **Llac Quadrat**, para ello se deben sortear 71 m entre bloques y coladas estalagmíticas. Por último, volver a equiparse para el buceo y nadar 147 m de lago hasta que se llega a la **Galería Miquel Àngel Barceló**, que se vuelve a sifonar. Hasta aquí se han recorrido linealmente un total de 547 m. Por razones prácticas y exploratorias se denomina **Galería Miquel Àngel Barceló** a la galería subacuática formada por la unión de varias galerías sucesivas que se enlazan linealmente. El primer tramo se inicia en el extremo NE del **Llac Quadrat** y supera diversos bloques inestables en el techo y varios pasos estrechos que hacen que ésta sea una zona de acceso restringido y peligroso por su dificultad. Consta de dos partes, la primera de 78 m y dirección variable que enlaza con la zona de acceso aérea y el segundo tramo de 185 m y 61° de dirección que corta a la **Galería del Quilòmetre**. En este segundo tramo hay abundantes zonas con el techo aéreo. En total suponen 283 m de galería (**Llac Quadrat – Galería del Quilòmetre**). Actualmente constituye el acceso más cómodo, sin tener que salir a la **Sala Blanca** para proseguir después bajo el agua. Una vez en la **Galería del Quilòmetre** a la cual cruza transversalmente, hay que volver a sumergirse en una galería relativamente estrecha que consideramos por razones prácticas la continuación de la **Galería Miquel Àngel Barceló**. Aquí se avanzan 173 m en diversas direcciones, aunque con



Photo 7: Panoramic view of Sala de la Fadrina Vella. The chamber, with predominance of aquatic zones, is longer than 50 m and about 20 m in width. This breakdown chamber, with a large accumulation of boulders, some of them standing out above the water level, it is a milestone to gain access, using diving equipment, to Galeria Jaume Damians and to Galeria Collonuda. Photo A. Merino.

tendencia E, para luego seguir 655 m generalmente por una amplia y profunda galería que finaliza en una zona bellamente concrecionada, después de pasar una larga cámara aérea. El recorrido lineal total es de 1.091 m partiendo desde el **Llac Quadrat** hasta el final de la **Galeria Miquel Àngel Barceló**. Si se contabilizan los 547 m del inicio de la cavidad, el recorrido lineal total en la cavidad supone 1.638 m.

La **Galeria Grup Nord de Mallorca (GNM)** recorre 709 m, en dirección aproximada de 50°, hasta finalizar en una zona de hundimiento de techo plano y con las rocas del techo de aspecto margoso. A lo largo de la galería, de control claramente estructural, se suceden diversas morfologías, con predominio de las de corrosión, siendo mucho más escasas las de precipitación. A lo largo de diversos tramos de la galería, presenta zonas aéreas y acuáticas a la vez. La distancia lineal desde el **Llac Quadrat** hasta el final de la **Galeria GNM** es de 1.119 m, la penetración máxima si se contabilizan los 547 m iniciales alcanza los 1.666 m. La galería conecta con la **Galeria Miquel Àngel Barceló** por dos sitios. Al lado oriental de la **Galeria GNM** se localiza otra galería de menor longitud (unos 300 m) y también de aspecto muy variable a lo largo de su recorrido, sucediéndose zonas con abundantes morfologías espongiiformes y otras de paredes lisas. Localmente también presenta abundantes espeleotemas, especialmente subacuáticos y coladas estalagmíticas.

El lado oriental de la **Galeria del Quilòmetre** posee una galería paralela que se inicia en un giro de la **Galeria Miquel Àngel Barceló**, a los 60 m de haber cruzado la **Galeria del Quilòmetre**. La distancia lineal es de unos 400 m. Los primeros centenares de metros, en una galería de anchura escasa, son especialmente decorados por espeleotemas. Posteriormente la galería se bifurca aumentando mucho sus dimensiones. Se llega a la **Sala Plaça de Toros** por dos vías diferentes y un ramal S alcanza otro hundimiento de techo bajo que cierra el paso.

La **Sala de la Fadrina Vella** es una sala aérea, con

predominio acuático de más de 50 m de longitud y 20 m de anchura que presenta las típicas características de una sala de hundimiento, con abundantes bloques, algunos de los cuales sobresalen fuera del agua y permiten la existencia de pequeñas zonas terrestres separadas entre sí. En algunas zonas hay presencia de espeleotemas, especialmente estalactitas y algunas banderas. La parte más decorada es la zona subacuática situada al N de la sala y que precede a la zona aérea.

De la **Sala de la Fadrina Vella**, en dirección SW (215°) se prosigue por una amplia galería de 229 m de longitud con abundantes ramificaciones pendientes de exploración o topografía que conecta con la **Galeria Joan Max** por su extremo terminal.

De la **Galeria Joan Max** parten dos posibles vías bajo el agua, la más importante va en dirección 70°, que después de 59 m emerge en la **Sala Jaume Damians**. Es la última sala aérea conocida del **Sector Subaquàtic de Gregal**. La longitud de la zona con aire es de unos 60 m, y la anchura es de unos 10 m, aunque los márgenes bajo el agua, especialmente al N, representan una anchura total que supera los 20 m. Al final y siguiendo la misma dirección (70°) la **Galeria Jaume Damians** se vuelve a hacer subacuática y continúa unos 153 m hasta que se produce un cambio de dirección, para proseguir 125 m más y llegar a un cruce en el que contacta con una importante y amplia galería (la **Galeria Collonuda**). Dicha galería prácticamente es de dirección N-S (8°), con un volumen importante. El ramal N a partir del cruce prosigue un centenar de metros y presenta diversas continuaciones que están en vías de exploración y topografía. Volviendo al cruce y en dirección S se sigue 133 m, con múltiples zonas pendientes de explorar en dirección W.

Regresando a la **Galeria Joan Max**, se puede seguir al N de la **Galeria Jaume Damians**, en una misma dirección (70°), un centenar de metros hasta estrecharse. Toda esta zona viene a ser el extremo N de la **Sala Jaume Damians**. A unos 43 m en adelante se produce un cambio de dirección (120°), para a los 42 m cruzar

la **Galería Jaume Damians**. Se prosiguen 119 m más (120°) hasta cambiar a dirección S, en una galería paralela a la **Galería Collonuda**, que avanza 74 m. En esta última, se atisban diversas continuaciones a ambos lados de sus paredes. El recorrido subacuático total de la cavidad es actualmente de 6.582 m, de los cuales hay 6.107 m explorados y topografiados por el GNM y las evidencias indican que posiblemente en breve se verá notablemente incrementado.

Otros trabajos llevados a cabo en la cavidad

Siguiendo con el desarrollo y puesta en marcha del proyecto de gestión y protección que está siendo ultimado por la Direcció General de Medi Ambient del Govern Balear, a lo largo del último año se han llevado a cabo una serie de actuaciones para dotar a la cavidad de un plan de emergencias en caso de accidente.

Para ello un grupo de bomberos perteneciente al Consell Insular de Mallorca junto con miembros del Grup Espeleològic Llubí visitaron la cavidad en varias ocasiones con la idea de evaluar los posibles riesgos existentes y las medidas a implantar para minimizar éstos. Como consecuencia de ello y dentro de una primera fase, se identificaron algunos de los puntos principales donde se centrarían las dificultades para un hipotético rescate. Como parte de este plan, se han balizando con cintas de plástico una serie de galerías que acaban conduciendo a un punto central de la cavidad. Desde aquí y mediante guías, flechas y reflectantes se puede seguir perfectamente la ruta que conduce hasta la entrada de la cueva. Al mismo tiempo y en puntos estratégicos se han instalado una serie de botiquines con material de primeros auxilios y de emergencia para ayudar a solventar incidentes que se puedan producir en la cueva a lo largo de las jornadas de topografía o exploración y también durante las visitas. Se han confeccionado también unos planos guía con indicación de los itinerarios balizados para que en caso de accidente, el equipo de rescate pueda llegar a la zona donde se encuentre el accidentado.

Más recientemente se han adquirido e instalado una serie de sensores para la monitorización de distintos parámetros ambientales dentro y fuera de la cavidad. Concretamente se pretende llevar un registro de las variaciones en el nivel freático, temperatura y conductividad del agua, además de la presión y temperatura del aire, pudiéndose también llevar a cabo registros de presión y temperatura exteriores. Resumidamente los aparatos de medida instalados son unos datalogger, CTD-Diver y Baro-Diver fabricados por la empresa Van Essen Instruments. Se trata de sistemas compactos con una batería incorporada y memoria, que pueden ser sumergidos en el agua o mantenidos fuera de ella, constan de tres sensores. El primero de ellos de presión para poder determinar la altura de la columna del agua, el segundo registra la temperatura y el último un sensor de cuatro electrodos que mide la conductividad del agua. La memoria inter-

na puede almacenar hasta 16000 medidas, incluyendo cada una de ellas la siguiente información: fecha, hora, nivel de agua, temperatura y conductividad.

Agradecimientos

Las exploraciones y actividades topográficas llevadas a cabo han contado con la inestimable colaboración de los compañeros del Grup Espeleològic de Llubí, desde aquí nuestro más sincero agradecimiento. También hay que agradecer de manera especial a Anders Kristoffersson de la Agrupación Voltors su valioso trabajo exploratorio y topográfico, sin olvidar tampoco a Pedro Calafat, Vicente Villalonga y Santi García del mismo grupo. Hemos contado también con el apoyo de Joaquín Ginés y Mateu Fiol del Grup Espeleològic EST. Las exploraciones y topografía de las galerías totalmente inundadas del Sector Subaquàtic de Gregal, han sido realizadas por el Grup Nord de Mallorca, con la participación de Pere Gamundí y Bernat Clamor.

Los trabajos de exploración y topografía subacuáticos se han podido llevar a término al estar parcialmente financiados por un proyecto de la Fundació "SA NOSTRA", Caixa de les Balears, dentro de la convocatoria de ayudas para Proyectos de Conservación de la Biodiversidad 2008.

Debemos resaltar la ayuda y buena predisposición de la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear, en especial la labor de Margalida Femenía, por autorizar y respaldar los trabajos efectuados en la cueva, así como su inestimable ayuda en la protección de la cavidad.

Bibliografía

- COLIGNON, M. (1981-1982): Une "premiere" des spéléos namurois à Majorque (Espagne). *Groupe Speleo Namur-Ci-ney*, 2: 15-26.
- FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA (2000): *Informe espeleològic sobre la Cova des Pas de Vallgornera* (in-édito).
- FORNÓS, J. J. & POMAR, L. (1983): El Mioceno Superior de Mallorca: Unidad calizas de Santanyí (Complejo Terminal). In: POMAR, L.; OBRADOR, A.; FORNÓS, J. J. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. (eds) *El Terciario de las Baleares. Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología*. Institut d'Estudis Baleàrics, UIB. 177-206. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 19: 17-23. Ciutat de Mallorca.
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21.
- MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49-70.
- MERINO, A.; MULET, A. y MULET, G. (2006): La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kilómetros de desarrollo topografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29-48.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. y GRÀCIA, F. (2007): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): 40 kilómetros de desarrollo topográfico. *Endins*, 31: 101-110.

NUEVA APORTACIÓN AL CONOCIMIENTO DE LOS ESPELEOTEMAS Y MORFOLOGÍAS EXISTENTES EN LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA

por Antoni MERINO ¹

Resumen

En este trabajo se describen una serie de espeleotemas y morfologías que se han encontrado a lo largo de las últimas exploraciones realizadas en la cavidad.

Resum

En aquest treball es descriuen una sèrie d'espeleotemes i morfologies trobades al llarg de les exploracions que han tingut lloc a la cavitat.

Abstract

The aim of this article is to describe speleothems and morphologies found in the course of the late explorations that have been taking place in the cave.

Introducción

Los espeleotemas y las morfologías de diferentes tipos hallados en la Cova des Pas de Vallgornera han constituido y constituyen una parte muy importante del valor geológico y espeleológico de la cavidad. En anteriores artículos (FBE, 2000; MERINO, 1993; MERINO, 2006; MERINO, 2007), se han dado a conocer toda una serie de espeleotemas y formas de corrosión presentes en la cavidad a los que hay que añadir las formaciones descritas en este artículo. La terminología empleada se corresponde con la usada por HILL & FORTI (1997).

Espeleotemas

PERLAS DE LAS CAVERNAS (*cave pearls*)

Este espeleotema, aunque frecuente en otras cavidades de Mallorca, solamente ha sido hallado en una galería totalmente inundada, sobre una pequeña terraza formada por una colada pavimentaria que con una pe-

queña inclinación termina en el nivel freático (Foto 1). Se trata de un conjunto de unas 30 perlas distribuidas a lo largo de una pequeña superficie, concentrándose principalmente en una oquedad, de unos seis centímetros de diámetro por un centímetro de profundidad, que a modo de copa congrega al mayor número de individuos. Las perlas varían de tamaño desde unos milímetros hasta unos 2 cm de diámetro, algunas tienen forma esférica mientras que otras son cilíndricas o tienen aspecto irregular. Son de color blanco y la superficie es lisa, pulida y brillante (Foto 2), algunas están pegadas al suelo, estando la mayoría sueltas. Este grupo de perlas de las cavernas se ha formado en un lugar donde dependiendo de la altura que alcanza el nivel freático se forma un pequeño lago de profundidad variable o queda prácticamente seco, estas variaciones ocurren de manera cíclica a lo largo del día. En los momentos en que el nivel de las aguas subterráneas llega a su máxima elevación las perlas quedan sumergidas varios centímetros bajo el agua. Cuando este espeleotema queda fuera del agua, recibe de manera puntual un pequeño flujo hídrico proveniente de los goteos que caen sobre la superficie de la colada pavimentaria donde se sitúan; al mismo tiempo el goteo directo proveniente del techo ayuda también a la formación de las perlas.

¹ Grup Espeleològic de Llubí. cosconar@eresmas.net

SEPTARIA

Es un subtipo del espeleotema denominado *Boxwork* que se ha encontrado en varios puntos de la cavidad, estando muy bien representado en el Sector Nord.

Se desarrolla sobre sedimentos arcillosos cubiertos por una delgada capa calcítica y depositados en el suelo de la cavidad o sobre los nichos creados por las juntas

de estratificación (Foto 3). Las masas arcillosas han sufrido un proceso de cuarteamiento como consecuencia de la desecación de la arcilla, creando un conjunto de polígonos de retracción separados por grietas. Todo ello ha favorecido la existencia de este espeleotema. Se trata de conjuntos reticulares de calcita de color blanco que a modo de pequeñas venas sobresalen hasta 5 mm sobre la superficie del sedimento (Foto 4). Tienen un



Foto 1: Conjunto de perlas. Foto Toni Merino

Photo 1: Group of cave pearls. Photo Toni Merino



Foto 2: Detalle del nido de perlas. Foto Toni Merino

Photo 2: Close-up of the cave pearls' nest. Photo Toni Merino



Foto 3: *Septaria*. Superficie irregular de un nicho sobre el cual se ha desarrollado el espeleotema. Foto Toni Merino

Photo 3: Septaria. Uneven niche surface on which the speleothem has been developed. Photo Toni Merino



Foto 4: Detalle del conjunto de grietas rellenas por pequeñas venas de calcita. Foto Toni Merino.

Photo 4: Close-up of a crack net filled with small calcite veins. Photo Toni Merino.

grosor de entre 1 y 5 mm y rellenan los espacios vacíos existentes al formarse las grietas de retracción. La forma y el tamaño de los polígonos de calcita son muy variables. Conviene remarcar por último que los depósitos de sedimentos donde se asienta el espeleotema, muestran también sobre su superficie una delgada capa de material calcáreo endurecido que confiere a todo el conjunto un aspecto compacto.

Morfologías diversas

VERMICULACIONES (vermiculations)

Se trata de unos depósitos finos e irregulares de un material de aspecto arcilloso de escaso grosor que se encuentra sobre techos y paredes de las galerías. El material tiene color marrón u ocre, estando distribuido de manera discontinua sobre la superficie de una capa de roca alterada con aspecto de *moonmilk* de unos 2 cm de grosor. Los núcleos que constituyen el sedimento tienen formas muy irregulares, variando su tamaño desde unos pocos milímetros hasta unos 3 cm, al mismo tiempo existe un espacio entre ellos, que a modo de aureola aísla e individualiza los polígonos de diferentes colores (Foto 5). Se ha podido constatar que esta morfología está relacionada con la desecación de la fina capa de material pulverulento de color marrón u ocre que cubre las paredes o los techos. Hay lugares donde se ha observado un estadio inicial del proceso de formación; en este caso la película de sedimento empieza a contraerse debido a la pérdida de agua, lo que provoca la aparición de unas pequeñas grietas que individualizan los distintos núcleos. Dentro del área ocupada por las vermiculaciones se observan zonas donde la densidad de estas morfologías es menor, estando los depósitos menos individualizados. Al mismo tiempo existe una marcada línea horizontal en la pared, probablemente de



Foto 5: Pared cubierta de vermiculaciones. En la parte inferior de la foto se observa una marcada línea horizontal que limita estas formaciones. Foto Toni Merino

Photo 5: Wall covered with vermiculations. At the lower part of the photo a marked horizontal line can be seen limiting these formations. Photo Toni Merino

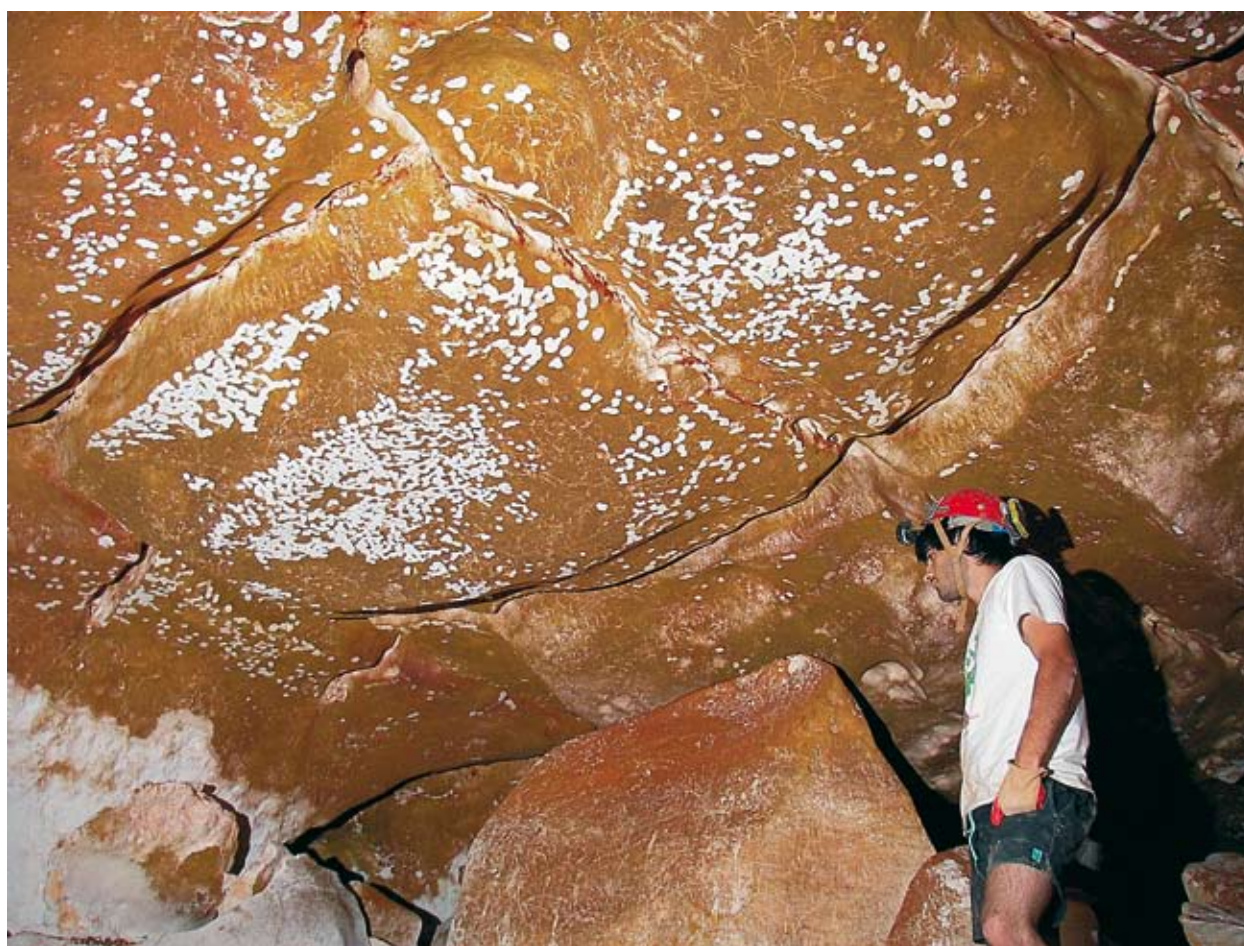


Foto 6: Techo moteado cubierto de material marrón. Foto Toni Merino.

Photo 6: Spotted ceiling covered with brown material. Photo Toni Merino.

un antiguo nivel de estabilización de las aguas freáticas, a partir de la cual las vermiculaciones quedan prácticamente desdibujadas, existiendo sólo una escasa coloración que atestigua que esta formación cubrió un área mayor de la pared. La subida y posterior estabilización de dicho nivel provocó que las vermiculaciones que quedaron por debajo del nivel de inundación fueran prácticamente borradas de la pared.

TECHOS MOTEADOS

En algunas zonas de la cavidad se han descubierto techos donde parte del material pulverulento que los cubre se ha desprendido (Foto 6). Se trata de unas morfologías que se desarrollan siempre sobre techos de galerías que están cubiertos de una fina capa de un material disgregado de color marrón u ocre de aproximadamente un 1 mm de grosor (Foto 7). La morfología se presenta como una pequeña área de forma circular y de color blanco al haberse desprendido del techo una fina capa de material marrón y dejar al descubierto la roca que tiene debajo. Mantiene una forma más o menos circular cuando se presenta aislada, mientras que al irse uniendo por coalescencia varias unidades, su forma varía bastante. El diámetro de estas motas o manchas suele ser de unos 2 cm, pudiéndose apreciar formas de

mayores dimensiones al unirse varias de ellas (Foto 8). La porción de roca que queda al descubierto presenta una delgada capa de menos de 1 mm de grosor que está afectada por un proceso de disolución. En la vertical de los puntos desde donde se han desprendido estas ronchas marrones, podemos encontrar los discos de material más oscuro que a modo de manchas cubren el suelo o los bloques. Se ha podido apreciar que en los lugares con una pendiente acusada sobre los cuales han caído los discos marrones, las partículas que los constituyen se han ido deslizando hasta que han quedado totalmente extendidas sobre dicha superficie. Todo ello parece indicar que la génesis de estas morfologías pudiera estar relacionada con la humectación del material marrón que cubre el techo, lo que provocaría que éste aumentara su peso lo suficiente como para que no pudiera mantenerse pegado al techo y cayera. El aporte de agua pudiera ser consecuencia de un fenómeno de percolación a través de la roca, que provocaría que al llegar aquella a la superficie adquiriera una forma circular, siendo absorbida posteriormente por el material disgregado del techo. Otra causa que pudiera aportar la humedad necesaria para la existencia de esta morfología, que de momento ha sido hallada en cruces importantes de galerías de cierta entidad, podría ser la condensación de gotas de agua en puntos concretos del techo. Al mismo tiempo, y en los límites de los bloques



Foto 7 y 8: Detalle de las manchas blancas. Foto Toni Merino.

Photo 7 and 8: White spots close-up. Photo Toni Merino.

de roca que forman el techo, se puede observar una cierta alineación de esta morfología quizás originada por el deslizamiento de gotas de agua, llegando a provocar el mismo resultado que en el caso anterior.

MOLDES POLIGONALES EN EL MOONMILK

En una galería del piso superior se ha localizado una terraza formada a favor de la estratificación, sobre la cual existe una gruesa capa de una sustancia blanca, de aspecto esponjoso semejante al *moonmilk*, que a su vez está cubierta por un conjunto de placas de material arcilloso, proveniente al parecer de polígonos de retracción de dichos sedimentos finos. Estas placas llegan a tener más de 3 cm de grosor en algunos casos, son de color marrón rojizo y presentan un cierto grado de humedad (Foto 9). Están separadas entre ellas por una especie de canales de 1 cm de profundidad y anchura variable. Al levantar las placas de su posición original se observa como queda un molde en la masa esponjosa de *moonmilk*, que en la muestra estudiada alcanza casi 2 cm de profundidad, siendo su forma exacta a la de la placa encajada (Foto 10).

Los procesos de reacciones químicas entre rocas carbonatadas y depósitos sedimentarios ya han sido descritos y citados en anteriores trabajos (RENAULT,



Foto 9: Placas de material arcilloso sobre *moonmilk*. Foto Toni Merino

Photo 9: Clay brick-shaped sediment on moonmilk. Photo Toni Merino.



Foto 10: Molde interno sobre la capa de *moonmilk* dejado por la placa de sedimento arcilloso. Foto Toni Merino

Photo 10: Internal mould on the moonmilk caused by the clay brick-shaped sediment. Photo Toni Merino.

1968; ZUPAN HAJNA, 2002). Para el primero de dichos autores, los materiales arcillosos con una cierta acidez pueden dar lugar a procesos degradativos en las rocas carbonatadas sobre las que están depositados. En el ejemplo aquí descrito una superficie de roca bastante plana parece haber servido para que sobre ella se depositara un sedimento arcilloso en condiciones freáticas. Posteriormente la masa de sedimento se ha ido desecando creando los polígonos de retracción. Al mismo tiempo la roca ha sido sometida a un proceso de meteorización por percolación de aguas agresivas que han aprovechado la gran porosidad de la calcarenita tortoniense para ir descomponiéndola, en particular en la zona no cubierta por los sedimentos arcillosos. Como consecuencia de todo ello se ha creado una gruesa capa de roca meteorizada con aspecto de *moonmilk*, sobre la cual descansa un material arcilloso que conserva cierta humedad y que va disolviendo progresivamente el material carbonatado. Lo que finalmente provoca que las placas de sedimento arcilloso vayan hundiéndose literalmente en el *moonmilk* al ser éste totalmente disuelto.

Agradecimientos

A Guillem Mulet, Toni Mulet, Toni Croix y Anders Kristofersson por su entusiasmo al acompañarme en las jornadas de toma de datos y fotografía. A Joaquín Ginés y Xisco Gràcia por la lectura crítica del texto y sus acertadas sugerencias.

Bibliografía

- FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA (2000): Informe espeleològic sobre la Cova des Pas de Vallgornera (inédito).
- HILL, C. & FORTI, P. (1997): *Cave minerals of the world*. National Speleological Society, 238 pgs. Huntsville.
- MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 19: 17-23. Ciutat de Mallorca.
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21.
- MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49-70.
- MERINO, A. (2007): Algunos espeleotemas poco habituales hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. Nuevas observaciones. *Endins*, 31: 111-116.
- RENAULT, P. (1968): Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la espéléogénese (Troisième partie). *Annales de Spéléologie*. Centre National de la Recherche Scientifique, 23 (3): 530-596. Moulins.
- ZUPAN HAJNA, N. (2002): Chemical weathering of limestones and dolomites in a cave environment. V: Gabrovšek, F. (ed.). *Evolution of karst: from prekarst to cessation*, (Carsologica). Postojna: Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU; Ljubljana: Založba ZRC, 347-356.

NOVES OBSERVACIONS SOBRE L'ESPELEOGÈNESI EN EL MIGJORN DE MALLORCA: ELS CONDICIONANTS LITOLÒGICS EN ALGUNS GRANS SISTEMES SUBTERRANIS LITORALS

per Joaquín GINÉS ^{1,2}, Àngel GINÉS ^{1,2}, Joan J. FORNÓS ¹, Francesc GRÀCIA ^{1,3} i Antoni MERINO ⁴

Resumen

El endokarst desarrollado en los materiales calcáreos del Mioceno superior de las Baleares es bastante más heterogéneo y complejo, en lo que respecta a su morfogénesis, de lo que se postuló hace ya algunas décadas. Ciñéndonos al ámbito geográfico de Mallorca, la exploración reciente de grandes sistemas subterráneos en los municipios de Manacor y Lluçmajor ha introducido nuevas perspectivas, en lo que respecta a las características morfológicas y la génesis de las cuevas de la región kárstica del Migjorn. En el presente trabajo se procede a efectuar una detallada discusión sobre la espeleogénesis en estas áreas litorales de nuestra isla, poniendo especial atención en el papel desempeñado por los condicionantes geológicos en la configuración de las cavidades resultantes. También se exponen, a título comparativo, los rasgos específicos de la endokarstificación en las rocas del Mioceno superior de las otras islas del archipiélago balear.

Las observaciones efectuadas en la Cova de sa Gleda y, sobre todo, en la Cova des Pas de Vallgornera ponen de manifiesto un control muy estricto de la litología sobre el patrón de estas grandes redes subterráneas y sus morfologías de detalle. Concretamente, se constata una dicotomía muy clara entre las salas y pasajes generados en las facies de frente arrecifal, con abundantes corales, y las galerías excavadas en las facies de lagoon, de permeabilidad mucho más baja; en las primeras predominan las grandes salas de colapso, mientras que en las segundas dominan las galerías de disolución sometidas a un fuerte control estructural.

La excepcionalidad de la Cova des Pas de Vallgornera, con un desarrollo actual que supera los 55.000 m y unos rasgos morfológicos únicos en nuestro ámbito geográfico, permite ilustrar a la perfección el papel clave de los condicionantes geológicos en la génesis de esta singular cueva. Asimismo, esta localidad plantea evidencias de una espeleogénesis pluricausal en la que, además de la karstificación litoral, estarían implicadas la alimentación hídrica meteórica y una posible recarga de origen hipogénico. La morfogénesis del endokarst del Migjorn de Mallorca muestra una realidad cada vez más compleja que apenas llega a ser esbozada en estas páginas, abriéndose unas perspectivas futuras de investigación de considerable amplitud.

Abstract

Regarding to its morphogenesis, the endokarst developed on the Upper Miocene carbonate rocks of the Balearic archipelago is much more heterogeneous and complex than postulated some decades ago. Within the geographical frame of Mallorca Island, the recent exploration of great underground systems in Manacor and Lluçmajor municipalities has supplied new insights on the genesis and morphological characteristics of the abundant caves existing in the Migjorn karst region. A detailed discussion on speleogenesis in this littoral area of the island is performed in this paper, paying special attention to the role of geological factors in the configuration of the resultant caves. The specific trends of endokarst in the Upper Miocene rocks from the other islands of Balearic archipelago are also exposed for comparison.

The observations carried out in Cova de sa Gleda and, specially, in Cova des Pas de Vallgornera put forward a very strict control of the lithological characteristics on the pattern of these extensive cave systems and their morphological features. In short, a very sharp dichotomy exists between the passages and chambers formed in the reef front facies, where abundant corals are present, and those galleries excavated in the lagoon facies, which show a very lower permeability. In the former the big collapse chambers are dominant, whereas in the latter the solutional passages with a strong structural control are the ruling tendency.

Cova des Pas de Vallgornera is an exceptional cave, with a current development longer than 55,000 m, showing a morphological assemblage unique in Mallorca that perfectly illustrates the key-role of geological factors in its genesis. Furthermore, this cave seems to contain evidences of a multi-causal speleogenesis embracing, besides the coastal karstification, a noticeable meteoric water recharge together with a possible basal recharge of hypogenic origin. Morphogenesis of endokarst in the Migjorn region of Mallorca Island displays a reality of increasing complexity, which merely has been outlined in this paper; the future investigation perspectives are certainly very wide and variegated.

1 Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca.

2 Grup Espeleològic EST. Palma de Mallorca.

3 Grup Nord de Mallorca (GNM). Pollença, Mallorca.

4 Grup Espeleològic de Llubí. Llubí, Mallorca.

Introducció

La carstificació de la plataforma calcària del Llevant i Sud de Mallorca ha estat objecte d'interès des de les darreries del segle XIX. De fet, una de les espectaculars cavitats subterrànies que es desenvolupen en aquests materials carbonatats del Miocè superior –concretament les Coves del Drac, al municipi de Manacor– fou documentada molt d'hora per viatgers i erudits com l'Arxiduc Lluís Salvador d'Àustria (HABSBURG-LOTHRINGEN, 1884) o GAY & CHAMPSAUR (1885), autors que descriuen la seva notable bellesa i justifiquen el seu origen en l'acció de les aigües subterrànies conjuminada amb l'existència de dislocacions de l'escorça terrestre, encara que també fan esment de l'influx marí perceptible en els nombrosos llacs de la cavitat. Les Coves del Drac foren explorades i estudiades detingudament, amb posterioritat, per part d'Edouard-Alfred Martel, personatge considerat un autèntic pioner de l'espeleologia europea. Aquest investigador francès elaborà una detallada descripció i topografia de la cavitat (MARTEL, 1896), en la qual propugnava l'actuació exclusiva de les aigües marines com a factor explicatiu en la formació d'aquesta important cova mallorquina: “... *Tout ceci démontre amplement que la caverne du Dragon est en somme une grotte marine, mais d'exceptionnelle étendue ... Aussi est-ce la mer, et non pas une rivière souterraine qui paraît avoir creusé la Cueva del Drach ... dans ces conditions, les grosses tempêtes introduisent aisément, le long des plans d'interstratification, les vagues qui peuvent alors élargir, par corrosion et érosion, toutes les fissures de la roche ...*”

A partir d'aquells moments, es va anar produint una literatura relativament abundant que fa referència a la gènesi de les Coves del Drac en particular i, més en general, a l'espeleogènesi en tota la regió càrstica del Migjorn de Mallorca, tal i com es defineix a GINÉS & GINÉS (1989). Encara que sigui molt breument, per tal de començar a situar aquestes qüestions, serà necessari fer esment d'algunes etapes clau en l'evolució de les idees sobre la formació de les cavitats naturals de les rodalies de Portocristo. Cal citar, en primer lloc, alguns treballs apareguts al llarg del primer terç del segle XX, que posen en qüestió de manera oberta la gènesi estrictament marina –argumentada per MARTEL (1896, 1903), en ocupar-se de les Coves del Drac– proposant en canvi diverses modalitats d'excavació per part de les aigües subterrànies continentals (MAHEU, 1912; FAURA y SANS, 1926; DARDER, 1930). Durant les dècades posteriors, serà habitual que es vagin reproduint, a la literatura naturalística del moment, les idees exposades durant la primera meitat del segle XX en relació amb l'indubtable origen càrstic de les Coves del Drac i les Coves dels Hams. No obstant això, també es poden trobar encara al·lusions a un possible origen marí d'aquestes cavitats subterrànies –tot resseguint les antigues argumentacions de Martel–, sobretot en publicacions de caire turístic i/o periodístic.

Cal esperar a la dècada dels 90 del segle passat per trobar referències que aportin noves dades sobre l'espeleogènesi de les Coves del Drac, com a exponent paradigmàtic de l'endocarstificació en els materials del Miocè superior del Migjorn i Llevant de Mallorca.

En aquest sentit, al treball de GINÉS & GINÉS (1992) s'efectua una revisió històrica exhaustiva de les idees que han estat exposades sobre la gènesi d'aquesta important cova, al temps que es proposa un nou model explicatiu on es contempla la seva formació en la zona de mescla litoral. Posteriorment, les importants exploracions subaquàtiques realitzades en coves litorals de la regió càrstica del Migjorn han permès precisar encara més els trets morfològics de les coves d'aquesta part de l'illa (GRÀCIA & CLAMOR, 2002; GRÀCIA *et al.*, 2000, 2003, 2005, 2006, 2007a), facilitant en gran mesura les generalitzacions sobre els mecanismes espeleogènics implicats.

Els darrers anys, la investigació detallada d'algunes cavitats ja conegudes del sud i llevant de l'illa ha suposat l'exploració dels sistemes espeleològics més extensos de Mallorca: la Cova de sa Gleda, al municipi de Manacor (GRÀCIA *et al.*, 2007b), i la Cova des Pas de Vallgornera, a Lluçmajor (MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008), ambdós desenvolupats en els dipòsits postorogènics miocens i amb uns recorreguts subterranis que superen amb escreix els 10.000 i 55.000 m respectivament. Aquestes troballes recents han aportat noves perspectives sobre l'espeleogènesi a la regió càrstica del Migjorn, temàtica que serà abordada de bell nou en el present treball, dedicant particular atenció al paper que juga el factor litològic en l'organització dels sistemes endocàrstics costaners.

Marc teòric i conceptual dels processos espeleogènics costaners

L'interès pels mecanismes que han participat en la formació de les coves existents a les illes carbonatades –i a les àrees litorals en general– és relativament recent i es remunta, a tot estirar, a la segona meitat del segle XX. Els primers treballs que s'ocupen amb detall de les morfologies peculiars de les coves litorals tenen lloc dins l'àmbit geogràfic caribenc, centrant-se tant en les àrees costaneres de Cuba (NÚÑEZ-JIMÉNEZ, 1967) com, sobretot, a l'arxipèlag de les Bahames tal i com es recull a la recent revisió del tema feta per MYLROIE & MYLROIE (2007). Al mateix temps, el caràcter excepcional d'algunes localitats de l'illa de Mallorca, com les ja referides Coves del Drac, propicià línies de treball que s'interessaven en l'endocarst de la regió del Migjorn i, concretament, en aspectes morfològics i evolutius lligats a la presència de llacs hipogeus d'aigües salabroses (GINÉS & GINÉS, 1975, 1977, 1987).

Amb la incorporació continuada de noves informacions procedents d'altres zones geogràfiques, es pot afirmar que avui en dia els coneixements sobre l'espeleogènesi en els ambients litorals és quantitativa i qualitativament important, tal i com veurem cap a la part final d'aquest apartat. Emperò abans d'entrar en matèria, i encara que el nostre objecte d'interès sigui l'endocarstificació litoral, s'ha considerat imprescindible dedicar algunes planes a situar de manera adequada

el marc conceptual en el que han anat evolucionant les teories espeleogenètiques, fins a arribar a les formulacions actuals. En aquest sentit, una exhaustiva revisió històrica d'aquestes qüestions pot ser consultada a LOWE (1992), essent necessari també fer esment de l'existència d'una important monografia (KLIMCHOUK *et al.*, 2000) que consolida l'espeleogènesi —és a dir els processos de formació de cavitats subterrànies— com a un objecte específic d'investigació dins del conjunt de l'estudi del carst.

EVOLUCIÓ GENERAL DE LES TEORIES ESPELEOGENÈTIQUES

Durant el primer quart del segle XX, les investigacions sobre el carst estan centrades en aspectes geomorfològics i hidrogeològics molt generals, relacionats (entre d'altres qüestions) amb l'adequació de les idees sobre el cicle d'erosió, proposades pel geòleg nordamericà W.M. Davis, a l'evolució geomorfològica dels territoris calcaris. Des del punt de vista de la formació de les cavitats càrstiques, aquesta època està presidida per una important controvèrsia —origen vadós *versus* origen freàtic—, que apareix ben documentada a les obres de recapitulació coordinades per SWEETING (1981) i per WHITE & CULVER (2007). Dintre d'aquesta controvèrsia, els investigadors europeus es trobaven familiaritzats amb carsts de muntanya mitjana o alta, i interpretaven les cavitats existents com a sistemes de conductes que funcionen com a autèntics rius subterrànies (MARTEL, 1921) els quals flueixen, dins una zona vadosa molt dinàmica, des dels punts d'infiltració de les aigües superficials fins a les surgències; aquests plantejaments negaven la presència d'una autèntica zona freàtica o saturada en els massissos càrstics, on tots els buits existents es trobessin ocupats per les aigües subterrànies en relació amb un determinat nivell de base. Contràriament, les àrees càrstiques estudiades pels geomorfòlegs americans (de relleu moderat i situades en uns contextos geològics ben diferents que els dels països circummediterranis) contenien extenses xarxes subterrànies excavades inequívocament en condicions freàtiques, malgrat que haguessin experimentat amb posterioritat una més o manco perllongada evolució morfo-sedimentària en la zona vadosa del carst (DAVIS, 1930; BRETZ, 1942).

Arribats a mitjans del segle XX, les idees espeleogenètiques de l'escola nordamericana —i, per extensió, dels territoris anglosaxons— relacionaven l'origen de les xarxes espeleològiques amb les lleis generals que governen la hidrologia subterrània, mantenint-se encara un cert grau de discussió sobre si les condicions dels fluxos subterrànies corresponien a rutes freàtiques profundes o es limitaven a la franja més superficial de la zona saturada (SWINNERTON, 1932). En aquest sentit, RHOADES & SINACORI (1941) postulaven la possible coexistència d'ambdós patrons de flux dins del mateix aqüífer, observant-se una evolució en el temps que parteix d'unes condicions freàtiques profundes fins arribar a una circulació epifreàtica en les proximitats de les surgències, a mesura que van progressant els processos de dissolució i eixamplament de conductes. Les investigacions desen-

volupades per aquesta escola estableixen amb claredat que l'excavació de les coves es troba en tot moment controlada pel drenatge superficial contemporani, de tal forma que es possible establir correlacions entre nivells abandonats de galeries freàtiques i antigues terrasses de sistemes fluvials (DAVIES, 1960). Segons aquest autor, l'excavació freàtica inicial dels conductes ve seguida normalment per una evolució més o manco complexa i dilatada en la zona vadosa del carst, essent factible reconèixer morfologies i sediments específics relacionats amb la seva història morfogènica desenvolupada diacrònicament en ambdues zones hidrogeològiques.

La preocupació creixent per interpretar la disposició en planta de les grans xarxes espeleològiques, permeté a PALMER (1975) distingir dos patrons bàsics de cavitats subterrànies: el *dendrític* i el *laberíntic*. La presència d'un o un altre patró vindrà condicionada per factors bàsicament hidrogeològics, en concret pel caràcter de la recàrrega de l'aqüífer. Per a aquest autor, les xarxes de planta dendrítica es corresponen amb una alimentació hídrica molt focalitzada (presència de dolines i engolidors a la superfície), ja sigui autòctona o fins i tot al·lòctona. En canvi, les coves laberíntiques es relacionen amb els valors extrems del rang de velocitats del flux de les aigües subterrànies; aquests valors extrems poden correspondre ja sigui a una infiltració molt difusa (velocitats de flux baixes) o, contràriament, a situacions topogràfiques i/o geològiques concretes on tenen lloc postes en càrrega dels aparells hidrogeològics durant moments de creixuda.

Un important pas qualitatiu dins el pensament espeleogènic actual ve donat per l'aportació de FORD & EWERS (1978), autors que analitzen la disposició de les xarxes subterrànies centrant-se en la seva component vertical, i relacionant els patrons tridimensionals de les cavitats amb els condicionants geològics i hidrològics. Les idees formulades estableixen diversos estadis pel que fa a la quantitat de discontinuïtats de la massa rocosa susceptibles de ser utilitzades per les aigües subterrànies (la *frequència de fissuració*), paràmetre que s'incrementa amb el factor temps. Aquest desenvolupament teòric, basat sobretot en localitats britàniques, integrada en un únic marc coherent les controvèrsies prèvies respecte de la gènesi vadosa, freàtica o epifreàtica dels sistemes espeleològics. De fet en un mateix sistema podran coexistir alguns sectors generats en la zona vadosa amb d'altres excavats en condicions freàtiques i, en aquest darrer cas, l'evolució en el temps de la frequència de fissuració afavorirà el canvi des d'una espeleogènesi freàtica profunda cap a una excavació epifreàtica dels conductes més moderns.

Ja a les acaballes del segle XX, PALMER (1991) publica un treball clau on desenvolupa i completa les idees exposades alguns anys abans (PALMER, 1975). Aquest investigador nordamericà continua interessant-se pels patrons planimètrics de les cavitats subterrànies, elaborant una matriu de doble entrada que té en consideració el caràcter de la recàrrega de l'aqüífer (meteòrica, ja sigui concentrada o difusa, profunda...) i el control geològic de tipus litològic-estructural (permeabilitat basada en la fracturació, en l'estratificació, o en la porositat intergranular). En la publicació que ens ocupa es fa una interessant distinció —que anirà consolidant-se en

el futur— entre l'espeleogènesi *epigènica* (relacionada amb la participació del CO₂ procedent de l'atmosfera o el substrat edàfic) i l'espeleogènesi *hipogènica*, en la qual el potencial de dissolució té un origen no atmosfèric (aportacions de H₂S, CO₂ d'origen profund, termalisme, processos de mescla en general...). L'actuació dels factors al·ludits més a dalt es materialitza en cinc patrons de coves, que es corresponen amb combinacions específiques dels dos condicionants principals: recàrrega i porositat. Els tipus de cavitats distingits per PALMER (1991, 2000) són: a) dendrític (*branchwork*), b) laberíntic anastomósat (*anastomotic maze*), c) laberíntic sobre fractures (*network maze*), d) esponjiforme (*spongework*), i e) ramiforme (*ramiform*). Al llarg del present treball es tractaran i descriuran algunes d'aquestes tipologies —en particular les tres darreres— en ocupar-nos dels sistemes espeleològics del Migjorn de Mallorca. Aquestes idees han experimentat reformulacions i desenvolupaments addicionals força complexos (PALMER, 2007), que apareixen reproduïts a la Figura 1.

Un aspecte comú, que es troba present a totes les formulacions teòriques sobre els mecanismes espeleogenètics, és la influència gairebé determinant dels condicionants geològics en la formació de les cavitats subterrànies (KLIMCHOUK & FORD, 2000). Aquesta influència abraça des de qüestions estrictament litològiques, com són la porositat primària o les característiques mineralògiques de la roca encaixant, fins al paper de les discontinuïtats de la roca (plans d'estratificació, fracturació...) en l'organització del drenatge subterrani. Dins d'aquesta línia, algunes investigacions recents posen de relleu que, freqüentment, els gran sistemes espeleològics es desenvolupen a favor d'unes poques discontinuïtats de la massa rocosa, que constitueixen horitzons preferencials on s'inicien els processos espeleogenètics. Es tracta del que es coneix actualment com a *inception horizons* (LOWE, 2000; LOWE & GUNN, 1997), els quals bàsicament s'estableixen en discontinuïtats estratigràfiques importants, on es generen els primers sistemes de protocavitats que ulteriorment evolucionaran cap a xarxes eficients de drenatge subterrani.

L'estudi de l'endocarst durant el darrer quart del segle XX, està marcat pel reconeixement de processos espeleogenètics molt particulars, però a la vegada bastant generalitzats, que estan relacionats amb la dissolució de la roca calcària per fluids d'origen profund que donen lloc a una agressivitat no meteòrica de les aigües (presència de H₂S, termalisme...); es tracta de l'espeleogènesi *hipogènica*, esmentada ja de passada en referir-nos als treballs de PALMER (1991, 2000). En aquest sentit, els exemples d'algunes cavitats molt singulars —com les existents a les Guadalupe Mountains (New Mexico, USA)— permeten reconèixer el gran abast de l'espeleogènesi ocasionada per l'àcid sulfúric, procedent de l'oxidació de fluids que contenen H₂S provinent, al seu torn, de jaciments propers d'hidrocarburs (EGEMEIER, 1981; HILL, 1990). Per altra banda, l'espeleogènesi associada a fenòmens de termalisme ha estat reconeguda i documentada amplament a partir dels carsts centreeuropeus (DUBLYANSKY, 2000, 2005). Totes aquestes qüestions es troben adequadament sistematitzades a una monografia recent (KLIMCHOUK, 2007) on es passa revista a les diferents modalitats del

que es denomina *hypogene speleogenesis*, concepte que abraça la formació de coves mitjançant processos espeleogenètics diversos (des de l'oxidació de H₂S fins a l'excavació de cavitats lligada al refredament d'aigües termals), en aquífers en els que s'observa una alimentació hídrica basal —siguin de caràcter confinat o no— en lloc d'una recàrrega d'origen meteòric. Fent referència així mateix a la carstificació hipogènica, convé deixar constància que, en el seu treball més recent, PALMER (2007) inclou les coves de la zona de mescla costanera —a les quals ens referirem més endavant— dins la categoria de les coves hipogèniques (Figura 1), donat que la seva excavació no es relaciona amb una agressivitat derivada de processos superficials controlats per la participació del CO₂ d'origen atmosfèric i/o edafològic. En aquestes pàgines, l'ús que farem de l'adjectiu *hipogènic* s'adaptarà als plantejaments de KLIMCHOUK (2007) donant-li així un contingut exclusivament hidrogeològic, que no implica cap lligam amb un o altre mecanisme responsable de l'agressivitat de les aigües subterrànies.

Les tendències més recents dins els estudis espeleogenètics es decanten per la modelització —sobretot numèrica— de la hidrogeologia dels aquífers càrstics i l'evolució de les xarxes subterrànies, amb la finalitat de corroborar i donar solidesa a les assumpcions derivades de l'observació directa de l'endocarst. Uns exemples adients d'aquestes tendències estan representats pels treballs inclosos a PALMER *et al.* (1999), així com per l'excel·lent monografia de DREYBRODT *et al.* (2005)

L'ESPELEOGÈNESI A LES ÀREES LITORALS

Centrant-nos ja en les coves dels territoris litorals (Taula I), no és fins a la dècada dels 70 del passat segle que es comença a reconèixer l'especificitat del comportament geoquímic de la zona de mescla entre les aigües dolces meteòriques i les aigües marines (PLUMMER, 1975), tenint en compte, de més a més, que els mecanismes espeleogenètics convencionals no són capaços d'explicar satisfactòriament les peculiaritats de les cavitats presents a les illes calcàries. Gairebé al mateix temps, es dóna un creixent interès per la carstificació litoral en general, aspecte que es manifestarà més endavant en la presència de capítols concrets sobre la matèria en els principals manuals de geomorfologia càrstica (JENNINGS, 1985; FORD & WILLIAMS, 1989).

L'agressivitat associada a la zona de mescla litoral fou argumentada per PALMER *et al.* (1977) a l'hora d'explicar la gènesi de les coves de les Bermudes, així com per BACK *et al.* (1984) en interpretar alguns trets de la geomorfologia litoral de la península del Yucatán (Mèxic). Partint de la base d'aquests treballs, i com a resultat d'una intensa tasca d'investigació dirigida als fenòmens endocàrstics de les Bahames, MYLROIE & CAREW (1990) exposaren un model espeleogenètic que explica la formació de coves de dissolució freàtica a la franja litoral de les illes calcàries: és el tipus de cavitat que es passarà a conèixer internacionalment com a *flank margin caves*, denominació derivada del fet que aquestes coves es desenvolupen en el marge distal de la lent d'aigua dolça existent a les illes carbonatades, justament sota els flancs perifèrics dels territoris emergits.


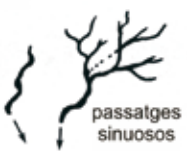
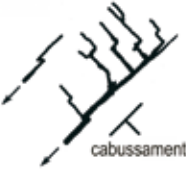
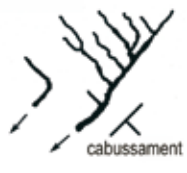












		PATRÓ GENERAL DE LA COVA	CARÀCTER ESTRUCTURAL DE LA ROCA			
			fractures	junes d'estratificació	porositat intergranular	
TIPUS DE RECÀRREGA	DEPRESSIONS CÀRSTIQUES	dolines (petites fluctuacions de la descàrrega)	<p>Cursos subterranis actius de planta dendrítica, normalment en múltiples nivells. També estan presents coves actives formades per una única galeria. Els passatges vadosos solen seguir el cabussament de les capes. Les galeries són sinuoses en roques ben estratificades i angulars en roques fortament fracturades.</p>	<p>cabussament suau</p>  <p>passatges angulars</p>	 <p>passatges sinuosos</p>	<p>ramals amb escassos tributaris</p>
		engolidors de corrents superficials (grans fluctuacions de la descàrrega)	<p>Cursos subterranis actius toscament dendrítics, o formats per una única galeria, amb xarxes anastomosades adjacents i morfologies d'injecció hídrica associades a crescudes. Algunes s'han generat al llarg de terrasses de rius, voreres de pantans o llacs.</p>	<p>cabussament acusat</p>  <p>cabussament</p>	 <p>cabussament</p>	<p>poden dispersar-se en obertures impenetrables</p>
	DIFUSA	engolidors de corrents superficials (grans fluctuacions de la descàrrega)	<p>Cursos subterranis actius toscament dendrítics, o formats per una única galeria, amb xarxes anastomosades adjacents i morfologies d'injecció hídrica associades a crescudes. Algunes s'han generat al llarg de terrasses de rius, voreres de pantans o llacs.</p>	 <p>laberints i fissures superposades sobre galeries actives</p>	 <p>laberints anastomosats</p>	<p>laberints espongiformes (rars)</p>
		a través de roques insolubles suprajacents o subjacents	<p>Extenses xarxes reticulars, sistemes de pous-canyons, o zones de porositat, segons l'estructura de la roca. Les coves es concentren just sota la base de la roca insoluble.</p>	 <p>fissures, laberints reticulars</p>	 <p>arenisca</p> <p>complexos de pous i canyons; dissolució a la part superior de la roca soluble</p>	 <p>arenisca</p> <p>buïts de dissolució; les coves penetrables són rares</p>
		en roques solubles poroses o fracturades	<p>Epicarst and xarxes reticulars somes en roques fracturades, formades per recàrrega dispersa a través de totes les fissures. Cavitats espongiformes rudimentàries en roques poroses.</p>	 <p>epicarst</p>	<p>les coves penetrables son rares; amb cabussaments acusats, les juntes d'estratificació es comporten com a fractures</p>	<p>petits pous i esclèxes; la majoria es converteixen en petits porus eixamplats per dissolució</p>
		zones de mescla costaneres o profones	<p>Coves espongiformes i toscament ramiformes en les calcàries litorals poroses. Xarxes reticulars i fissures aïllades en zones de mescla profones.</p>	 <p>fissures disperses, moltes d'elles cegues, mineralitzades</p>	 <p>coves espongiformes 2-D</p>	<p>coves espongiformes, toscament ramificades</p>
		aigües termals (mesclades amb aigües meteòriques)	<p>Xarxes irregulars de fissures. És possible l'eixamplament de les juntes d'estratificació, però amb fissures estenent-se per davall. Coves espongiformes en roques poroses.</p>	 <p>xarxes irregulars de fissures</p>	<p>secció</p>  <p>juntes d'estratificació eixamplades són intersectades per fissures disperses</p>	<p>coves espongiformes</p>
		àcid sulfúric en zones d'oxidació de H ₂ S	<p>Laberints reticulars irregulars, coves espongiformes 2-D i 3-D. Poden estar presents també grans sales disperses. En els trespols normalment s'obren fissures. Algunes coves contenen corrents hídrics actius.</p>	 <p>laberints reticulars, algunes fissures aïllades</p>	 <p>patrons ramiformes i espongiformes 2-D</p>	<p>patrons espongiformes 3-D i ramiformes</p>

Figura 1: Sistematització dels patrons de les coves càrstiques en funció del tipus de la recàrrega hídrica i les característiques estructurals de la roca. Els patrons de les cavitats estan representats en planta, excepte aquells casos colorats en marró clar. Reproduït per cortesia de Arthur N. Palmer, del seu llibre "Cave Geology" (2007).

Figure 1: Summary of cave patterns in relation to the type of groundwater recharge and structural character of the rock. Cave patterns are shown in map view, except those shaded in light brown colour. Reproduced by courtesy of Arthur N. Palmer, from his book "Cave Geology" (2007).

El model establert per MYLROIE & CAREW (1990) té en consideració l'agressivitat pròpia de les zones de mescla que es produeixen a l'esmentada lent d'aigua dolça, emfatitzant en particular els processos de dissolució freàtica litoral lligats a la interfase entre les aigües dolces i les aigües marines subjacents. Les coves així generades tenen una estructura peculiar en forma de sales més aviat amples, disposades marginalment al llarg de la línia de costa, les quals es perllonguen escassament cap a l'interior mitjançant conductes menors i petits buits bastant ramificats que arriben a fer-se impenetrables. En els treballs realitzats pels esmentats autors queda patent en tot moment la subordinació de l'espeleogènesi al control imposat per la posició altimètrica del nivell marí (MYLROIE, 1983; MYLROIE & CAREW, 1988), amb la seva complexa història de fluctuacions glacioeustàtiques. La formació d'aquest tipus de coves càrstiques litorals –les *flank margin caves*– pot ser molt ràpida, havent-se documentat exemples excavats en tan sols uns quants milers d'anys en eolianites quaternàries (MYLROIE & CAREW, 1986); cal afegir que aquests mecanismes espeleogenètics han estat descrits a partir d'illes constituïdes per roques calcàries molt recents (del Quaternari o, en tot cas, neògenes), les quals es troben en una fase immadura de litificació i estan dotades sempre d'una elevada porositat primària.

Les investigacions desenvolupades a les Bahames i les Bermudes, juntament amb les efectuades en altres entorns insulars oceànics (Illa de Mona, Illes Marianes...), portaren a l'elaboració d'un model de carstificació en les illes calcàries, que contempla diferents disposicions de les roques carbonatades i del basament no carstificable (MYLROIE & CAREW, 1997, 2000). Aquest model (CIKM = *Carbonate Island Karst Model*) ha anat evolucionant amb el temps fins a assolir la formulació actual en quatre tipologies –que es pot consultar a JENSON *et al.* (2006) i MYLROIE & MYLROIE (2007)– la qual contempla la presència o no de basament impermeable, juntament amb diferents disposicions de les roques carbonatades en relació amb l'esmentat basament. Tots els casos estudiats se situen en un context de carstificació *eogenètica* (VACHER & MYLROIE, 2002) de materials carbonatats d'elevada porositat i litificació immadura, en contraposició als carsts *telogenètics* desenvolupats en roques calcàries que han sofert importants i dilatats processos de diagènesi.

La formació de cavitats en les zones costaneres dels continents han merescut també atenció, sempre en íntima relació amb les investigacions desenvolupades a les illes calcàries, emperò contemplant els trets diferencials –sobretot hidrogeològics– que la major extensió de les àrees càrstiques confereix a l'espeleogènesi litoral. Cal esmentar, per exemple, els treballs recents de SMART *et al.* (2006) sobre els gran sistemes subaquàtics del Yucatán, o les investigacions de FLOREA *et al.* (2007), que s'ocupen de l'endocarst de la península de Florida, distingint diferents nivells d'excavació de conductes en relació amb l'evolució quaternària del nivell marí. En tots els casos està admès el paper geoquímic rellevant de la zona de mescla entre aigües marines i continentals, reconeixent-se processos d'excavació actius associats a les zones d'haloclines.

EL CARST LITORAL DE MALLORCA

Fent referència de manera explícita al carst costaner de Mallorca, els treballs publicats sobre espeleogènesi són relativament escassos fins a les darreries del segle passat (Taula I). Deixant de banda les publicacions històriques de MARTEL (1896, 1903), que consideraven les Coves del Drac com a un fenomen litoral ja que se li atribuïa un origen estrictament relacionat amb l'erosió marina (GINÉS, 1999), les cavitats de l'àrea de Portocristo són contemplades amb posterioritat des de l'òptica de la carstificació convencional. Així, diferents autors proposen la seva excavació per part de les aigües subterrànies continentals que circulen cap a la costa, en forma de rius subterranis més o manco tumultuosos (MAHEU, 1912; DARDER, 1925, 1930); no obstant això, en tots els casos es fa patent la influència de la proximitat a la línia de costa, evidenciada per la presència de llacs d'aigües salabroses controlats pel nivell marí (RODÉS, 1925). Dins d'una línia semblant, encara que quelcom més encertada, FAURA Y SANS (1926) parla de l'actuació de corrents d'aigües subterrànies, a la vegada que argumenta l'acció dissolvent conjunta de les infiltracions i les aigües marines, posant l'accent així –tal vegada de manera una mica casual– en l'especificitat que suposa el caràcter litoral dels processos de carstificació que han tingut lloc.

Algunes dècades més tard, en diverses publicacions sobre coves del llevant de l'illa es posa l'èmfasi en el paper dels processos de reajustament mecànic de les voltes i parets de les cavitats (GINÉS & GINÉS, 1976, 1987; TRIAS & MIR, 1977), que pràcticament arriben a desmantellar uns buits inicials excavats en condicions freàtiques. Aquests processos queden en molt de casos fortament emmascarats per una exuberant decoració d'espeleotemes.

Cal esperar a la dècada dels 90 per trobar una discussió crítica sobre l'espeleogènesi de les famoses Coves del Drac, feta des d'una perspectiva històrica (GINÉS & GINÉS, 1992), on s'adapten a l'àmbit geogràfic del llevant i migjorn de Mallorca els coneixements generats a les illes del Carib. En aquest treball es proposa un model evolutiu per a les cavitats de la regió càrstica del Migjorn –tal i com fou definida a GINÉS & GINÉS (1989)– on es contemplen unes fases espeleogenètiques inicials, desenvolupades en condicions freàtiques a la zona de mescla litoral, seguides per processos de col·lapse generalitzat dels sòtils i parets de les coves que, a la vegada, s'intercalen amb episodis de deposició d'espeleotemes; tot això resulta condicionat i controlat en tot moment per la complexa història de les fluctuacions del nivell marí al llarg del Quaternari (Figura 2). Aquestes idees apareixen exposades i complementades en un treball posterior on s'esbossa una classificació genètica de les coves de Mallorca (GINÉS, 1995), així com en un estudi monogràfic dedicat a posar al dia els coneixements disponibles sobre el carst litoral del llevant de l'illa (GINÉS, 2000b).

Durant els darrers anys, els progressos en l'exploració subaquàtica de les coves litorals mallorquines han anat aportant un enorme bagatge de dades morfològiques, hidrològiques i espeleocronològiques (GRÀCIA *et al.*, 1997, 1998a, 1998b, 2000, 2001, 2003,

2005, 2006, 2007a; TUCCIMEI *et al.*, 2006), que permeten tenir una visió molt més acurada de la disposició tridimensional de les cavitats, dels trets morfològics dominants, de la seva extensió real i dels límits cronològics

on s'emmarca l'evolució de l'endocarst. Així mateix, les exploracions en la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor) anaven convertint aquesta localitat en una de les coves més importants de Mallorca, allora que aportaven

any	<i>bibliografia internacional</i>	<i>bibliografia Migjorn de Mallorca</i>
1896		Coves del Drac formades per erosió marina (MARTEL, 1896)
1912		Coves dels Hams excavades per un riu subterrani (MAHEU, 1912)
1925-1930		gènesi de les cavitats de Portocristo deguda a l'acció d'aigües subterrànies (DARDER, 1925; FAURA Y SANS, 1926)
1975	agressivitat de la zona de mescla entre aigües marines i continentals (PLUMMER, 1975)	
1976-1977	agressivitat de la zona de mescla en l'espeleogènesi de les Bermudes (PALMER <i>et al.</i> , 1977)	excavació freàtica de les coves de les rodalies de Portocristo (GINÉS & GINÉS, 1976; TRIAS & MIR, 1977)
1983	comencen les publicacions sobre la morfogènesi de les coves de les Bahames (MYLROIE, 1983; MYLROIE & CAREW, 1986)	
1984	agressivitat de la zona de mescla com a explicació d'alguns trets de la geomorfologia litoral del Yucatán (BACK <i>et al.</i> , 1984)	
1987-1989	les cavitats costaneres de les Bahames com a indicadores de paleonivells marins del Pleistocè superior (MYLROIE & CAREW, 1988)	definició de la regió càrstica del Migjorn i les seves característiques morfogèniques (GINÉS & GINÉS, 1987; 1989)
1990	model espeleogenètic basat en les coves de les Bahames: <i>Flank margin cave model</i> (MYLROIE & CAREW, 1990)	
1992		model genètic de les Coves del Drac basat en l'excavació litoral en la zona de mescla (GINÉS & GINÉS, 1992)
1995		classificació genètica de les coves de Mallorca (GINÉS, 1995)
1997	model que explica l'espeleogènesi en illes carbonatades: <i>Carbonate Island Karst Model</i> (MYLROIE & CAREW, 1997, 2000)	primera exploració subaquàtica rellevant en el carst del Migjorn: la Cova des Coll (GRÀCIA <i>et al.</i> , 1997)
2000-2006	evolució del <i>Carbonate Island Karst Model</i> , fins a contemplar quatre diferents situacions possibles (JENSON <i>et al.</i> , 2006; MYLROIE & MYLROIE, 2007)	exploracions subaquàtiques importants en l'endocarst del Migjorn; reconeixement de la rellevància dels processos de col·lapse i observació de dissolució en haloclines (GRÀCIA <i>et al.</i> , 2000 - 2007; GINÉS & GINÉS, 2007)
2006-2008	estudis recents sobre l'espeleogènesi a zones litorals del continent americà, com Yucatán i Florida (SMART <i>et al.</i> , 2006; FLOREA <i>et al.</i> , 2007)	exploració d'una extensa xarxa subterrània en la Cova des Pas de Vallgornera (~ 56 km), amb una morfogènesi força complexa (MERINO, 2000, 2006; MERINO <i>et al.</i> , 2006, 2007, 2008; GINÉS <i>et al.</i> , 2008)

Taula I: Evolució cronològica del coneixement sobre la morfogènesi endocàrstica a les àrees litorals, tant a escala internacional com a escala local. En groc s'indiquen les publicacions antigues sobre coves de Mallorca, mentre que en blau i en verd es ressalten, respectivament, les fites bibliogràfiques recents a nivell internacional i local.

Table I: Chronological evolution of the knowledge about the endokarstic morphogenesis in coastal areas, both at an international and local scale. The ancient publications on Mallorcan caves are shaded in yellow, whereas in blue and green are pointed out the relevant recent contributions at an international and local level respectively.

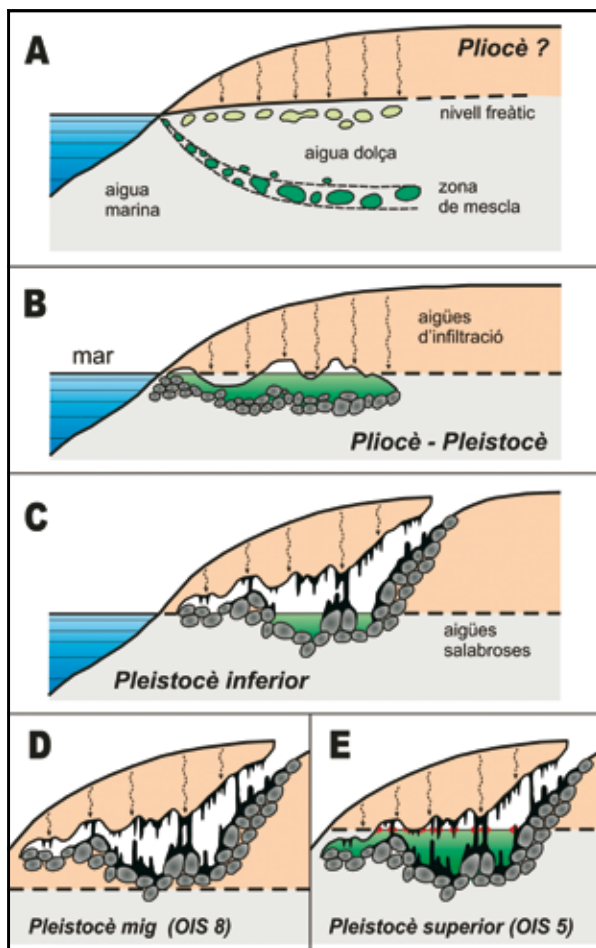


Figura 2: Seqüència evolutiva proposada per a la morfogènesi de les coves litorals del Migjorn de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 1992). **a)** excavació inicial per dissolució en règim freàtic, lligada a situacions geoquímiques específiques (zona epifreàtica i zona de mescla entre aigües continentals i marines); **b)** desenvolupament volumètric de la cavitat mitjançant esfondraments i ajustaments mecànics de les voltes; **c)** espectaculars fenòmens d'estalagmitització cobreixen un potent substrat de blocs rocosos; **d)** durant les oscil·lacions negatives del nivell marí es formen estalagmites aèries en el que són els actuals llacs de la cova; **e)** les fluctuacions glacioeustàtiques positives del nivell marí queden enregistrades en forma d'alineacions d'espeleotemes freàtics.

Figure 2: Evolutionary sequence proposed to explain the morphogenesis of littoral caves in the Migjorn region from Mallorca island (GINÉS & GINÉS, 1992). **a)** initial phreatic excavation by dissolution, linked to specific geochemical situations (epiphreatic zone and mixing zone between fresh and marine waters); **b)** volumetric enlargement of the caves by means of the ceiling's breakdown and collapse; **c)** spectacular speleothems deposition phenomena cover thick accumulations of fallen rock blocks and boulders; **d)** during Pleistocene sea level falls, stalagmites can be formed in the present-day pools of the caves; **e)** positive glacioeustatic fluctuations of the sea level are recorded as phreatic speleothems alignments.

noves dades morfogenètiques de rellevància (MERINO, 1993, 2000, 2002, 2006, 2007; MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008). Totes aquestes investigacions sustenten, en línies generals, el model evolutiu proposat el seu dia per GINÉS & GINÉS (1992), aportant endemés evidències de processos actius de dissolució freàtica en les haloclines observables en algunes cavitats (GRÀCIA *et al.*, 2007b).

Finalment, cal fer referència a alguns treballs publicats els darrers anys on es posa l'accent en el paper del processos de col·lapse i reajustament mecànic en la morfogènesi de les coves del Migjorn de Mallorca (GINÉS, 2000a; GRÀCIA *et al.*, 2006), situant al mateix temps l'espeleogènesi de l'àrea dins el context de la carstificació litoral desenvolupada en materials carbonatats relativament recents (GINÉS & GINÉS, 2007).

Els condicionants litològics: els dipòsits del Miocè superior del Sud i Llevant de Mallorca

L'illa de Mallorca està formada per una sèrie alternant de zones elevades, les Serres, i àrees deprimides, les Marines i el Pla, resultat dels moviments extensius que han afectat l'illa des del Miocè superior, i que han estructurat definitivament tot el conjunt de làmines encavalcants (el promontori balear, continuació de les serrallades Bètiques) emplaçades durant l'orogènia alpina –des de l'Oligocè fins al Miocè mig– amb una clara vergència vers el NW. Aquestes estructures compressives són clarament visibles a les Serres, els *horsts*, afectant als materials majoritàriament carbonatats mesozoics que es dipositaren al marge occidental del Tethys (FORNÓS & GELABERT, 2004).

Les zones deprimides, els *grabens*, estan reblertes pels materials considerats postorogènics i que abracen des del Miocè mig fins el Pliocè-Quaternari. Dins d'aquestes conques neògenes les parts més subsidents presenten potències importants de Pliocè i Quaternari, mentre que a les parts menys subsidents són els dipòsits tabulars del Miocè superior els que afloren amplament (Figura 3a). Aquests dipòsits conformen el relleu estructural de la part oriental i sud de Mallorca (Migjorn), que acaba a la línia de costa amb un seguit d'espectaculars penya-segats, amb una gran continuïtat només trencada per l'acció incisiva dels barrancs i torrents, i on els fenòmens endocàrstics hi són ben presents.

Malgrat l'aparent uniformitat litològica carbonatada del Migjorn, els dipòsits del Miocè superior mostren una certa complexitat, diferenciant-s'hi una sèrie de seqüències que es corresponen amb els diversos ambients deposicionals (Figura 3b), disposats en arquitectures també complexes pròpies de les plataformes carbonatades d'àmbit tropical, i que es caracteritzen des del punt de vista litològic per una gran variabilitat textural.

Així, seguint a FORNÓS *et al.* (2002b) la seqüència inferior, que correspon cronològicament al Tortonian inferior i està disposada en direcció a conca sobre el mesozoic plegat, correspon a les *Calcsilitites amb Heterostegina* (POMAR, 1979). Es tracta de materials dipositats en una plataforma marina, en un ambient de rampa carbonatada, i que estan compostos majoritàriament per calcilitites que alternen amb capes de calcarenites, la qual cosa els hi confereix una visible estratificació horitzontal. Entre els grans bioclàstics que la componen, a més d'abundants foraminífers i equinoderms, són les algues coral·linàcies el component dominant, essent els

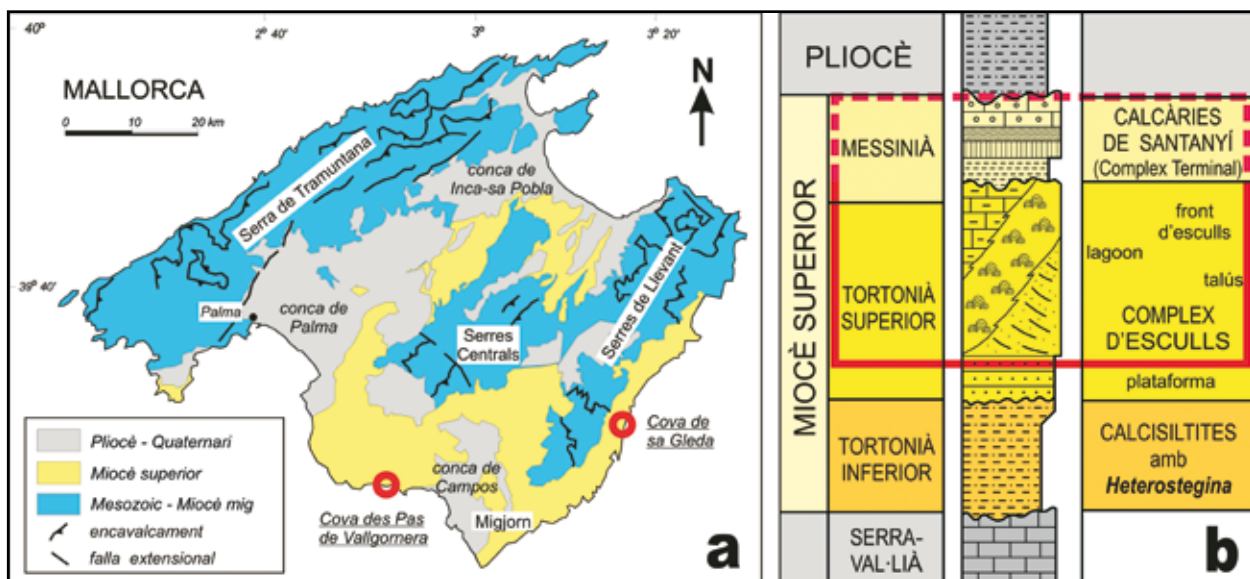


Figura 3: Mapa geològic simplificat de l'illa amb la situació de les cavitats (a) i columna litoestratigràfica sintètica del Miocè superior de Mallorca (b). Apareixen remarcatades en vermell les unitats on es desenvolupa l'endocarst del Migjorn.

Figure 3: Simplified geological map of the island with the location of the caves (a) and synthetic litho-stratigraphical column of the Upper Miocene in Mallorca (b). The geological units where the endokarst of Migjorn region is developed are highlighted in red.

coralls absents. La textura fina dels materials (*packstone* –TUCKER & WRIGHT, 1990 p. 20–) afavoreix la presència de bandes amb una intensa bioturbació. Des del punt de vista hidrològic aquesta unitat es pot considerar un aqüítard, comportant-se com una unitat semiimpermeable en la qual els fenòmens de carstificació hi són pràcticament inexistents.

Disposada de forma concordant sobre l'anterior, o discordant sobre el basament mesozoic plegat, trobem la següent unitat que correspon al *Complex d'Escullós* (POMAR *et al.*, 1983) d'edat Tortonià superior – Messinià inferior (Figura 3b). Aquesta unitat presenta una gran variabilitat textural ocasionada per la complexa arquitectura que en resulta de la disposició dels diferents subambients implicats, en funció de les oscil·lacions del nivell de la mar (POMAR *et al.*, 1996). En aquest sentit, i donada la importància que té la variabilitat textural resultant pel que fa a l'espeleogènesi, paga la pena diferenciar les litofàcies que es poden trobar dins d'aquest complex escullós, disposat en franges paral·leles a la paleolínia de costa, la progradació del qual ha donat lloc a les actuals marines. Així, les fàcies més profundes i obertes associades al desenvolupament escullós (fàcies de plataforma i de talús distal) estan formades per una alternança de calcarenites, més o menys fangoses (*grainstone-packstone*) de grans gruixuts i en les quals les algues vermelles formant rodolits són els components principals, amb nivells més calcisilític (*packstone-wackestone*) que contenen foraminífers planctònics i abundants fragments de mol·luscs, equinoderms i algues vermelles. El conjunt presenta poca porositat. A peu del talús escullós, i caracteritzat per la laminació amb fort pendent en direcció a conca, trobem sediments calcarenífics molt grollers i de gran variabilitat (*packstone, grainstone, rudstone, floatstone*) que tenen com a bioclasts fragments de mol·luscs, equinoderms, algues vermelles i verdes, briozous i també fragments de coralls. Aquesta litofàcies (fàcies de talús) es caracteritza per una elevada porositat interpartícula.

Les fàcies que pertanyen al nucli de l'escull, sigui a la cresta com a la paret progradant, presenten una textura *framestone* formada pel creixement de les colònies coral·lines, dominades pel gènere *Porites* i caracteritzades pel diferent hàbit de creixement coral·lí que varia en funció de la profunditat. L'estratificació d'aquesta fàcies de front escullós es poc visible donant cossos massius de potència variable, en els quals es fa difícil observar cap laminació. És molt abundant la presència de macroorganismes, tant reomplint els buits deposicionals com de forma incrustant sobre els coralls. Aquesta litofàcies es caracteritza tant per l'elevadíssima porositat primària de tipus interpartícula com per la porositat secundària de tipus motlle, afavorida per la diferent mineralogia carbonatada d'alguns dels seus components, especialment els coralls aragonítics. Aquest fet li confereix una especial predisposició a l'espeleogènesi càrstica en raó de la seva elevada permeabilitat (FORNÓS & GELABERT, 1995) i, en la mateixa línia, afavoreix la posterior evolució morfològica de l'endocarst mitjançant successius processos de col·lapse i dissolució dels materials resultants (GINÉS & GINÉS, 2007).

Finalment, trobem les litofàcies corresponents als subambients més restringits del complex escullós, aquelles que corresponen al *lagoon*, en les seves parts més externes o obertes i les més internes o restringides. En funció del grau d'obertura del *lagoon*, en les fàcies que podríem denominar externes, s'incrementa la mida de gra (*grainstone-packstone*) disminuint el percentatge de fang i mostrant una major variabilitat en el tipus de components presents, com és per exemple la presència de coralls aïllats (*patch reefs*). Aquestes fàcies de *lagoon extern* presenten baixa porositat primària però assoleixen una elevada permeabilitat mitjançant la fracturació. Com a fàcies que caracteritzen els ambients hidrodinàmicament més tranquils i interns del *lagoon*, tenim aquelles que mostren una clara laminació horitzontal i una textura fina (*mudstone-wackestone*), en les quals els peloids i

mol-luscs (sencers) en són els components principals. Des del punt de vista hidrològic aquests nivells de *lagoon intern* també es poden considerar aquitards, en raó de la seva baixa porositat, i són poc favorables per a l'actuació dels processos càrstics.

La darrera seqüència pertanyent al Miocè superior correspon al Messinià (Figura 3b). A part d'una sèrie d'unitats menors –relacionades amb dinàmiques d'ambient litoral i restringit o amb fàcies de conca– presenta com a unitat més important, i molt ben representada en el Migjorn de Mallorca, les *Calcàries de Santanyí* també denominades *Complex Terminal* (ESTEBAN, 1979/80). Disposada de forma lleugerament discordant sobre una superfície d'erosió, aquesta unitat està afectada per un fort desenvolupament dels fenòmens paleocàrstics (FORNÓS, 1999). El Complex Terminal presenta dues clares associacions de fàcies: la basal, caracteritzada per una marcada estratificació en capes decimètriques (formades per *packstones* de mil·lòlids amb ostrèids i altres mol-luscs), que mostren estructures verticals degudes a arrels hidromorfes i nivells finament laminats per recobriments criptalgals; i la superior que correspon a un nivell massiu amb una gran presència de les estructures tractives d'origen mareal i composició oolítica (*grainstone*), les quals alternen amb creixements estromatolítics amb domos que poden superar el metre de diàmetre. La presència de nivells centimètrics d'argiles i de materials carbonatats fins, a la base de les Calcàries de Santanyí, individualitza aquesta unitat des del punt de vista hidrològic. A més a més, el grau de cimentació elevat i la poca porositat primària de la roca fan que l'espeleogènesi càrstica estigui en general poc desenvolupada.

Cova de sa Gleda

Localitzada a la marina de Manacor, en terrenys de Son Josep Nou, es tracta de la cavitat subaquàtica més important de Mallorca –i una de les més destacables d'Europa– amb un recorregut topografiat que supera els 10.500 m, gairebé en la seva totalitat desenvolupats per sota del nivell marí actual. Compta amb una ja extensa bibliografia (FORNÓS *et al.*, 1989; GRÀCIA & CLAMOR, 2001, 2006; GRÀCIA *et al.*, 2007a) entre la que destacarem l'estudi detallat dels tres sectors inicials de la cova publicat per GRÀCIA *et al.* (2007b), que serveix de base a la descripció que segueix i, eventualment, permetrà als interessats ampliar detalls sobre aquesta excepcional localitat.

BREU DESCRIPCIÓ DE LA CAVITAT

L'únic accés a la cova s'efectua mitjançant l'esfondrament del sòtil d'una àmplia sala (72 per 44 m), el fons de la qual, a la cota -36 m, es troba ocupat per un llac d'aigües salabroses. Aquest llac permet accedir a una extensa i voluminosa xarxa de sales i galeries, majoritàriament subaquàtiques, que inclou tan sols quatre cambres terrestres (Sala dels Dos Llacs, Sala del

Cendrar, Cambra dels Moros i l'extrem de la Galeria de les Còniques) corresponents a diversos esfondraments, que arriben fins i tot a tenir reflex a la superfície del terreny.

A la Cova de sa Gleda es distingeixen de moment cinc sectors principals (Sector Clàssic, Sector de Ponent, Sector Cinc-cents, Sector de la Unió i Sector de Gregal) els quals conformen un conjunt de passatges i sales de planta en certa manera laberíntica (Figura 4), que es desenvolupen amb una tendència general SW-NE, de forma grollerament paral·lela a la línia de costa, i a devers dos quilòmetres de la mateixa. La distància en línia recta entre els punts extrems de la xarxa topografiada fins al moment és d'uns 1.200 m. La fondària màxima que s'assoleix a les galeries submergides és de -25 m per sota del present nivell marí.

Les morfologies dominants en tota la cavitat són els esfondraments de les seves voltes i parets (Figura 5a i b). De fet, la part explorada de la cova agrupa al manco vuit grans unitats de col·lapse, gairebé independents però enllaçades de manera més aviat aleatòria. Aquestes unitats d'esfondrament tenen en general dimensions compreses entre 70 i 120 m de diàmetre, essent el factor explicatiu de les cambres terrestres abans esmentades (Figura 6), tres de les quals es relacionen al seu torn amb enfonsaments en superfície (Clot dels Ullastres i Clots des Cendrar I i II). Entre les grans sales de col·lapse existents a la cavitat destaquen, per les seves dimensions, la Sala Francesc Ripoll (100 per 80 m) i, sobretot, la Galeria Cinc-cents de devers 500 m de llargada i fins a 80 m d'amplada màxima.

Malgrat el domini morfològic dels processos de col·lapse i reajustament mecànic de les voltes, les formes de dissolució de molt variades mides i tipologies són abundants arreu de la cova (GRÀCIA, *et al.*, 2007b). Aquestes morfologies primàries de corrosió estan presents en aquelles porcions concretes de la cova que no es troben desarticulades pels esfondraments generalitzats que l'han afectada. Concretament, en algunes zones com les galeries de les Haloclines i dels Gemecs, o el Sector de Gregal, sovintegen les galeries de dissolució de seccions transversals irregulars o horitzontals, desenvolupades a favor dels plans d'estratificació (Figura 5c). Les parts de la cavitat excavades aprofitant discontinuïtats estructurals resulten molt escasses.

Els espeleotemes són certament destacables encara que es tracti d'una cova negada per les aigües freàtiques litorals. A la deposició de les formacions habituals de degoteig (estalactites, estalagmites, colades...) durant els importants descensos del nivell marí associats a les glaciacions, s'afegeix la presència de nombrosos paleonivells d'espeleotemes freàtics relacionats amb diverses estabilitzacions de la Mediterrània al llarg del Pleistocè superior (TUCCIMEI *et al.*, 2006). A diversos sectors de la cova és freqüent trobar els espeleotemes fortament alterats i dissolts, en relació amb l'agressivitat que es dona a la zona de mescla entre aigües de diferents salinitats (Figura 5d); aquests fets es mostren de manera ben patent a la Galeria de les Haloclines i la Sala Francesc Ripoll, on bona part dels espeleotemes estan molt malmesos pels processos de dissolució lligats a les haloclines. La sedimentació detrítica fina suposa un altre tret a destacar en sectors concrets de la cova, i

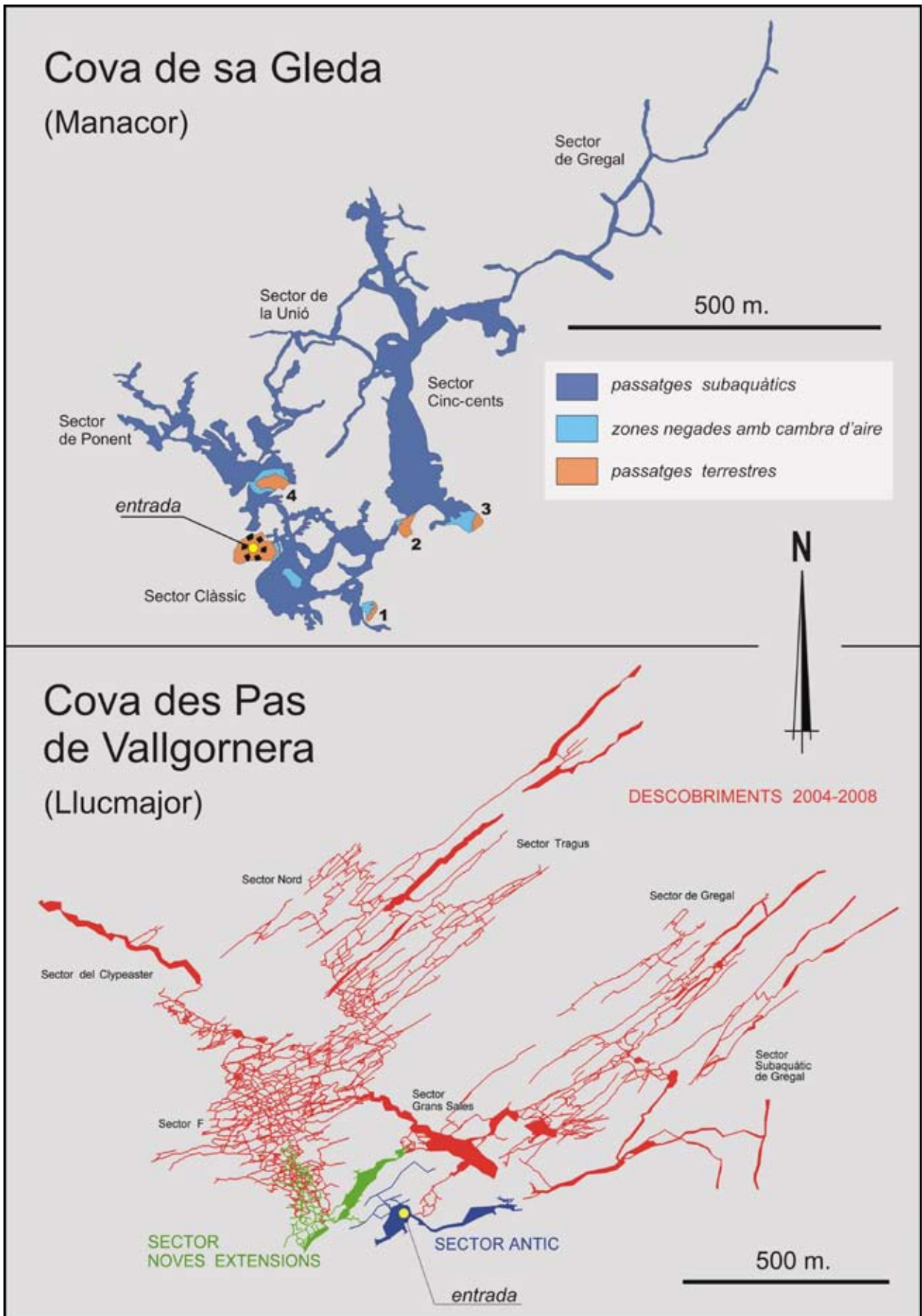


Figura 4: Topografies simplifiades de les dues principals coves càrstiques del Migjorn de Mallorca.

Figure 4: Simplified surveys of the two more extensive caves in the Migjorn region from Mallorca island.



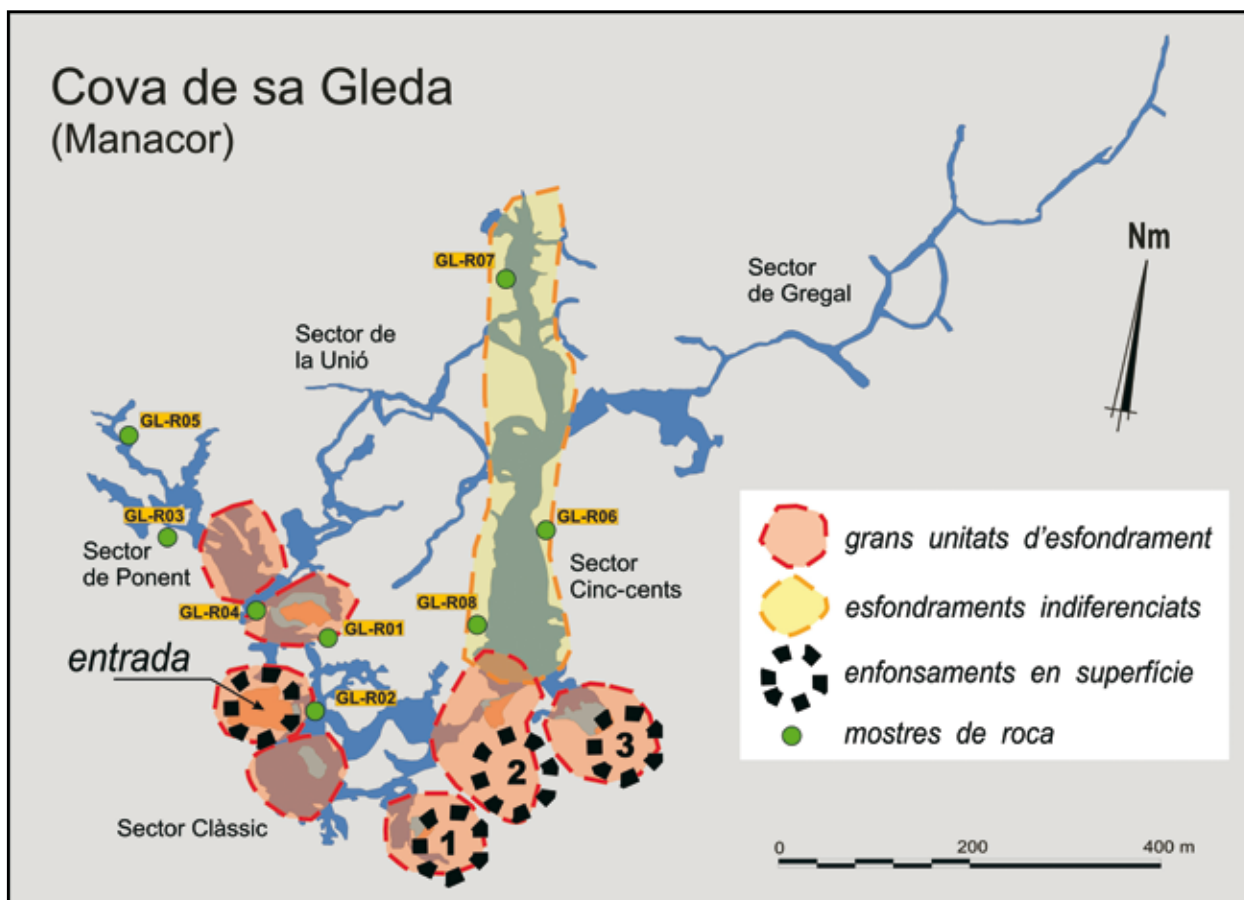


Figura 6: Topografia de la cova en la que s'indiquen les grans unitats d'esfondrament observables i la seva relació amb enfonsaments en superfície. 1) Clot dels Ullastres; 2) Clot des Cendrar I; 3) Clot des Cendrar II. També s'assenyala la localització de les mostres de roca recol·lectades.

Figure 6: Survey of the cave showing the delimitation of the main breakdown units and its relation with collapse features observed on the surface. 1) Clot dels Ullastres; 2) Clot des Cendrar I; 3) Clot des Cendrar II. The location of collected rock samples is also included in the drawing.

presenta les característiques típiques ressenyades en altres cavitats del Migjorn (GRÀCIA *et al.*, 2005, 2006). S'observen sediments al·lòctons silícis relacionats amb les obertures a l'exterior –actuals o pretèrites–, juntament amb una important sedimentació autòctona tant de precipitats químics carbonatats lligats a la superfície dels llacs com de partícules rocoses desagregades per la dissolució de les calcarenites miocenes.

ASPECTES GEOLÒGICS DE DETALL

Des d'un punt de vista geològic, a la Cova de sa Gleda s'hi observen clarament les dues unitats superiors del Miocè de Mallorca. Ja a l'esfondrament que permet l'entrada a la cavitat s'observa amb molt de detall la seqüència sedimentària pertanyent al Complex Terminal (Calcàries de Santanyí); per a la seva descrip-

ció remetem al lector al treball de FORNÓS *et al.* (1989). Aquesta seqüència es disposa sempre per damunt dels nivells del Complex d'Escullés, que és on s'hi desenvolupen totes les sales i galeries explorades fins ara a la cavitat. El contacte entre ambdues unitats consisteix en un contacte subhoritzontal, que puntualment mostra les deformacions produïdes per l'evolució del paleocarst intramiocè.

Els primers nivells observables corresponents al complex escullós –encara en la cavitat subaèria– presenten una bona estratificació plano-paral·lela en la que s'aprecia una alternança de nivells calcarenítics i calcisiltítics característics de fàcies de lagoon. Per davall, ja ràpidament i gairebé coincidint amb les parets de les parts submergides de la cova, hi trobem nivells de calcàries massives lleugerament dolomítiques sense estratificació evident i amb una gran porositat primària i de dissolució, parcialment reomplerta per ciment esparí-

Figura 5: Aspectes morfològics de la Cova de sa Gleda (Manacor). a) els blocs rocosos relacionats amb l'esfondrament de les voltes estan presents a la majoria de sectors de la cavitat; b) els mecanismes generalitzats d'esfondrament arriben a produir sales de grans dimensions (Galeria Cinc-cents); c) galeria de dissolució de secció horitzontal desenvolupada a favor dels plans d'estratificació; d) regata de dissolució generada presumiblement en relació amb les haloclines que s'observen entre -13,5 i -14 m per sota del present nivell marí. (Fotos: César Bodi).

Figure 5: Morphological aspects of Cova de sa Gleda (Manacor). a) the rock blocks produced by breakdown processes are present all along the cave; b) breakdown mechanisms contribute to the generation of chambers which dimensions are quite remarkable (Galeria Cinc-cents); c) solutional gallery with horizontal cross-section developed along bedding planes; d) solutional notch formed presumably at the current haloclines, observed between -13,5 and -14 m below the present-day sea level. (Photos: César Bodi).

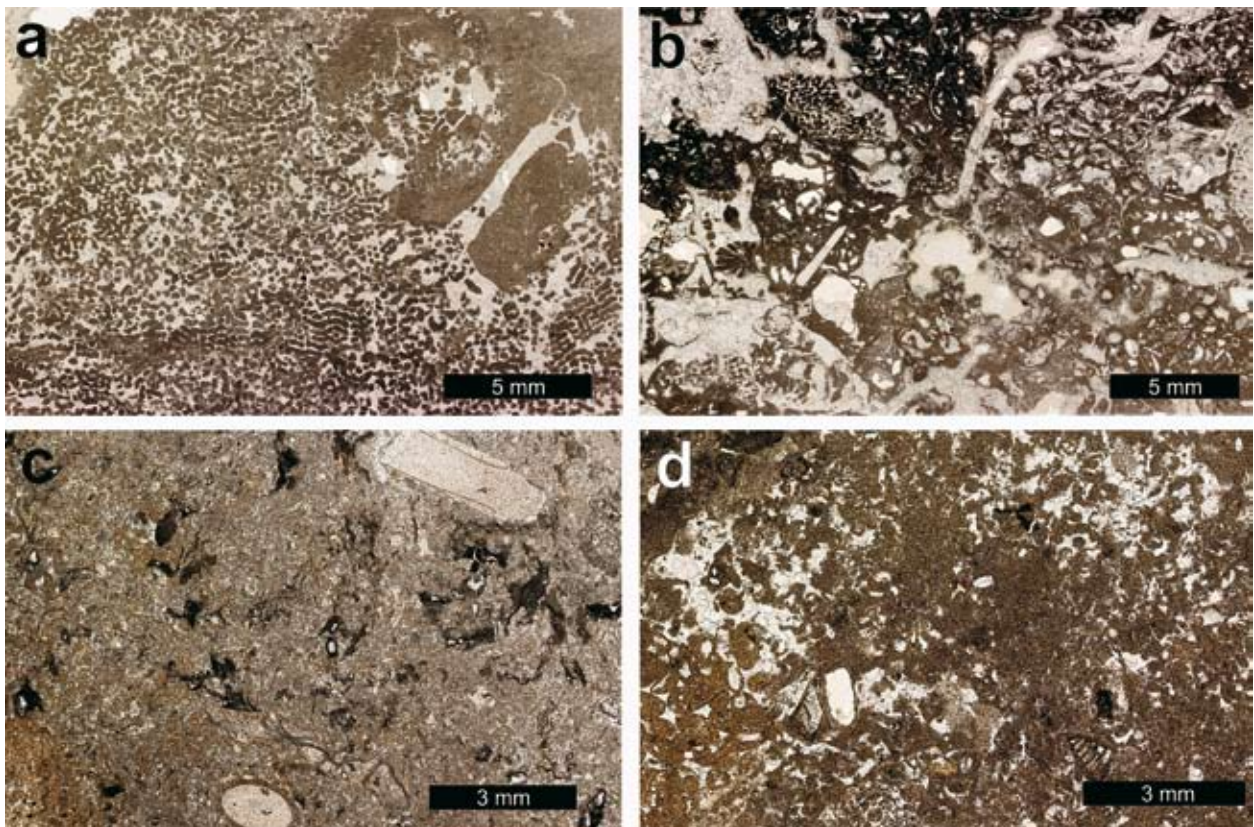


Figura 7: Làmines primes (llum paral·lela) de les fàcies del Miocè superior més representatives presents a la Cova de sa Gleda, on s'hi observen les característiques texturals i de composició. **a)** textura *framestone* amb coralls (*Porites*) de la fàcies de front d'escull; **b)** textura *rudstone* amb coralls i altra macrofauna (fàcies de front d'escull); **c)** *packstone* amb equinoderms, foraminífers i mol·luscs (fàcies de lagoon extern); **d)** *wackestone* amb abundants peloids i foraminífers (fàcies de lagoon intern).

Figure 7: Textural and compositional characteristics of representative Upper Miocene rock facies present at Cova de sa Gleda observed in thin section (parallel light). **a)** framestone texture showing corals (*Porites*) corresponding to the reef front facies; **b)** rudstone texture with corals and varied macrofauna (reef front facies); **c)** packstone with equinoderms, foraminifers and molluscs (external lagoon facies); **d)** wackestone with abundant peloids and foraminifers (internal lagoon facies).

tic. Corresponen des del punt de vista textural a *framestone* de creixement coral·lí, amb abundants coralls tipus *Porites*, que caracteritzarien les fàcies de front escullós (Figura 7a). Aquestes se complementen amb nivells més calcítics amb textures *rudstone* tot presentant abundant macrofauna de mol·luscs i també amb una gran porositat, tant primària com de motlle (Figura 7b). Les fàcies descrites estan presents al llarg tant de tot el Sector Clàssic com del Sector Cinc-cents, amb lleugeres modificacions diagenètiques que les hi donen una coloració rosada. En canvi, en direcció nord-oest (a la Sala dels Dos Llacs) afloren els materials més calcisiltítics de color blanc que mostren una bona estratificació, corresponents a fàcies atribuïdes al lagoon extern (Figura 7c). Es tracta de calcàries blanques amb textura que va de *packstone* a *grainstone*, però també *wackestone*, amb abundant presència dels foraminífers com a components bioclàstics, peneròplids, rotàlids i qualche discòrbid, endemès de fragments d'algues vermelles, briozous, equínids, balànids i, també, algun fragment de corall. Aquesta fauna és característica dels ambients de lagoon obert, probablement amb la presència d'algunes clapes de praderes de fanerògames marines donada la gran quantitat d'organismes epífits que s'hi observen. Més al nord-oest, nivells similars amb coloracions vermelloses i textures tipus *wackestone-packstone*, amb abundants foraminífers de tipus aglutinat (incloent-hi

textularíds) endemès d'abundants gasteròpodes (Figura 7d), suggereixen un ambient més restringit probablement corresponent al lagoon intern.

ASPECTES MORFOGENÈTICS

Considerada en el seu conjunt, la Cova de sa Gleda és una xarxa de sales d'esfondrament connectades entre sí mitjançant restes de galeries freàtiques, amb una disposició més aviat ramiforme (en el sentit usat per PALMER, 2000, 2007) i amb morfologies de dissolució espongiformes a petita i mitjana escala. Cal indicar que la diferenciació entre xarxes espongiformes i ramiformes efectuada per l'esmentat autor (Figura 1) es mostra bastant subtil, essent possible una gradació entre els diversos tipus de coves laberíntiques, sobretot entre els patrons espongiformes i ramiformes. En el nostre cas, l'apel·latiu de ramiforme ve justificat per tractar-se de sales i buits irregulars dotats d'una tendència lleugerament ramificada, i una peculiar disposició tridimensional, per mor de l'actuació dels processos d'esfondrament (Figura 6).

Encara que els mecanismes de reajustament mecànic de les voltes estan molt avançats i generalitzats, existeixen evidències clares de dissolució activa lligada aparentment a les haloclines actuals, situades devers -11 m a la Sala Francesc Ripoll. Cal dir, emperò, que

tant l'agressivitat associada a les zones de mescla com els mecanismes de col·lapse (i ulterior dissolució dels blocs rocosos resultants), han estat condicionats durant tot el Quaternari per les oscil·lacions glacioeustàtiques de la Mediterrània, amb l'escassa estabilitat temporal i espacial que aquest fet comporta.

La relació entre els trets morfològics de la cova i la litologia de detall no presenta pautes molt definitives, donat que tota la xarxa subterrània es troba excavada en el Complex d'Escullers del Tortonian, sense que s'observin variacions litològiques molt marcades entre els distints subambients deposicionals. Estan representats els *mudstone* microesparítics i els *grainstone* bioclàstics, si bé és en els *rudstone* i *framestone* amb coralls –dotats d'una alta porositat primària– on es desenvolupen les grans unitats d'esfondrament.

En suma, sembla tractar-se d'una cavitat relacionada, pel que fa a la seva excavació, amb la zona de mescla costanera, sense que hagi indicis de la participació d'altres modalitats espeleogenètiques (Taula II). Els buits inicials de dissolució freàtica litoral s'han excavat preferencialment en les zones de major permeabilitat, representades pels subambients deposicionals amb presència de coralls; per altra banda, és en aquests ambients amb abundants bioconstruccions coral·lines on han tingut lloc els esfondraments i col·lapses generalitzats, que desorganitzen els buits freàtics inicials. De fet, la planimetria de la cova té un cert patró laberíntic ramiforme (PALMER, 2007), però el qual és en bona

mesura conseqüència no tant de les formes primàries d'excavació, com de la coalescència de les grans unitats volumètriques generades pels successius col·lapses (GINÉS & GINÉS, 2007). Tota la morfogènesi del sistema espeleològic ha estat controlada –tal i com ja s'ha suggerit abans– per la història de les oscil·lacions de la Mediterrània durant el Quaternari, com ho posen de manifest, per exemple, els espeleotemes freàtics que enregistren antigues estabilitzacions de la superfície de les aigües freàtiques.

Cova des Pas de Vallgornera

Situada a la Marina de Lluçmajor, en terrenys de la possessió que dona nom a la urbanització on s'obre la cova, és en l'actualitat el fenomen espeleològic més extens de l'illa de Mallorca amb un recorregut superior als 55.000 m (MERINO *et al.*, 2008). La seva única entrada artificial fou perforada casualment el 1968, i les exploracions rigoroses s'han anat succeint des dels anys 80 (COLLIGNON, 1982; MERINO, 1993, 2000, 2002), amb un ritme extraordinari durant els últims cinc anys (MULET, 2006; MERINO, 2006, 2007a, 2007b, 2008; MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008; GINÉS *et al.*, 2008). Per a una descripció detallada de la cavitat i les seves morfologies, recomanem la lectura dels darrers treballs citats.

localitat	mecanisme espeleogenètic	tipus de cavitats i formes dominants	
		Miocè superior del Migjorn (Complex d'Escullers)	
		fàcies de front	fàcies de lagoon
Cova de sa Gleda	excavació freàtica a la zona de mescla costanera	grans cavitats ramiformes o espongiformes on dominen les morfologies de col·lapse abundants formes de dissolució i presència de galeries excavades a favor dels plans d'estratificació	presència de galeries de dissolució excavades a favor dels plans d'estratificació
Cova des Pas de Vallgornera	excavació freàtica a la zona de mescla costanera	grans cavitats ramiformes o espongiformes on dominen les morfologies de col·lapse	
	possible gènesi hipogènica: recàrrega basal i mescla amb aqüífer meteòric	galeries sinuoses excavades en la barrera de coralls escasses galeries amb clar control estructural abundants formes de dissolució	gran xarxa laberíntica amb fort control estructural petites sales de col·lapse en coralls aïllats abundants formes de dissolució freàtica soma formes de dissolució de possible origen hipogènic

Taula II: Mecanismes espeleogenètics implicats a les dues grans xarxes subterrànies estudiades, i associació morfològica resultant en funció dels condicionants litològics.

Table II: Speleogenetic mechanisms implied in the two studied caves, and resulting morphological assemblage as a function of the lithological constraints.

BREU DESCRIPCIÓ DE LA CAVITAT

La cova s'inicia amb una successió de sales que assoleixen el nivell freàtic (el Sector Antic) i comuniquen amb un espectacular conjunt de galeries i passatges aquàtics (el Sector Noves Extensions, descobert el 1994) proveïts d'una rica decoració d'espeleotemes. Després de travessar el Llac de na Gemma, un pas estret situat a la Sala de na Bàrbara marca la connexió amb les importants extensions descobertes a partir de l'any 2004. Aquests sectors recentment explorats, que de fet són els més importants del sistema espeleològic, comencen amb una agrupació de grans sales disposades en direcció NW-SE, entre les quals destaca la Sala Que No Té Nom (Figura 8a), amb unes dimensions de 200 per 80 m.

A partir d'aquest sector, denominat de les Grans Sales, es diferencien fins a sis sectors addicionals (Figura 4) que es disposen en dos pisos netament diferenciats: el primer d'ells situat al voltant (o per davall) del nivell freàtic inclou bàsicament el Sector de Gregal i el Sector Subaquàtic de Gregal, mentre que el segon es localitza a una alçada d'uns 11 m per sobre de les aigües freàtiques i abraça el Sector Tragus, el Sector Nord i el Sector F (Laberint Superior). Finalment, el Sector del Clypeaster es desenvolupa en torn al nivell freàtic, però guanya altura progressivament en desembocar a l'espectacular Galeria del Mig Quilòmetre (Figura 8b).

Els sectors interiors de la cova tenen una disposició bastant laberíntica, encara que es poden distingir al manco set grans galeries rectilínies (Galeria del Tragus, Galeria de les Columnes, Galeria del GELL, Galeria d'en Pau, Línia 200, Gran Canyó i Galeria del Quilòmetre), disposades paral·lelament en una direcció aproximada SW-NE al llarg de longituds d'ordre quilomètric. Recents exploracions subaquàtiques han posat de manifest l'existència d'extenses galeries que es desenvolupen per sota del present nivell freàtic, de les quals s'han topografiat fins al moment al manco 6.000 m, que s'agrupen en el que s'ha denominat Sector Subaquàtic de Gregal.

Principals trets morfològics

Quant als aspectes morfològics, la Cova des Pas de Vallgornera és bastant variada, circumstància que queda en part explicada per les seves excepcionals dimensions, que donen cabuda a ambients subterranis d'aspecte netament diferenciat. Els mecanismes de col·lapse de les voltes, encara que són presents en major o menor mesura tot al llarg de la cavitat, es mostren dominants al Sector Antic (Sala d'entrada i Galeria dels Blocs) i al Sector Grans Sales, ja en les zones descobertes fa pocs anys (Figura 8a). Els dos sectors citats estan enllaçats entre sí mitjançant magnífiques i molt extenses zones aquàtiques d'aigües salabroses —el Sector Noves Extensions, que inclou el Laberint Inferior i el Llac de na Gemma— on són omnipresents les morfologies de dissolució d'aparença esponjiforme, alternant amb nombrosos i delicats espeleotemes. En aquests sectors més "externs" del sistema espeleològic (en el sentit que es tracta de les parts de la cavitat més properes a la

línia de costa) són molt freqüents les bioconstruccions de coralls dissoltes (Figura 8c), de tal manera que es generen buits i concavitats de formes i superfícies ben irregulars.

Els espeleotemes en general es distribueixen arreu de la cova i exhibeixen una riquesa i varietat de formes única a Mallorca, i fins i tot remarcable a nivell internacional (MERINO, 2006, 2007a, 2007b, 2008). A banda dels espeleotemes convencionals de degoteig i de tipologies relativament poc habituals, hi ha magnífics conjunts d'helicitites i tota una immensa varietat de cristallitzacions subaquàtiques, lligades a les grans extensions de gours que es troben a les grans galeries del Sector Tragus. També estan representats els espeleotemes freàtics, essent ben cridaners els sobrecreixements subactuals d'aragonita que es dipositen a l'actual superfície dels llacs, així com alguns paleonivells relacionats amb pulsacions transgressives del nivell marí com, per exemple, els corresponents a l'últim interglacial.

A partir del Sector Grans Sales, la morfologia i topografia del sistema canvia radicalment, ja que s'estén una zona laberíntica per damunt del nivell freàtic (Sector F) on s'observen passatges controlats per directrius estructurals ben evidents (diàclasis i fractures, en general). Dins aquest extens laberint, corresponent al nivell superior, s'individualitzen un seguit de galeries rectilínies en direcció NE (Galeria del Tragus, Galeria de les Columnes, Galeria del GELL, Galeria d'en Pau, Línia 200 i Gran Canyó) que es troben rígidament condicionades per fractures més o manco paral·leles. Les formes de dissolució freàtica esculpeixen totalment les parets de les galeries (Figura 9a), predominant les concavitats de dissolució de petita i mitjana mida (sobretot decimètriques) i molt variades tipologies; les regates horitzontals també sovintegen, associades a *facetes* fortament inclinades i modelades al seu torn per petits canals subverticals de dissolució (MERINO, 2006). Tal i com ja s'ha esmentat abans, en determinats punts aquestes galeries estan ben ornamentades per espeleotemes de tot tipus, i tenen bona part dels seus paviments ocupats per fantàstics gours fins i tot de desenes de metres de longitud. Cal deixar constància, també, dels processos degradatius de la roca que es poden observar arreu de la cavitat, i que afecten principalment els sòtils i parts superiors de les parets de sales i galeries. Aquests processos donen lloc a extensions de roca pulverulenta, i més o manco pastosa, de coloracions ben diverses que van des del blanc fins al marró obscur (MERINO, 2000, 2008). Malgrat que col·loquialment se'ls denomini *moonmilk*, sembla tractar-se de fenòmens d'alteració i degradació de la roca, en els quals encara està per determinar la possible participació de microorganismes.

El Sector de Gregal arrenca de la Sala Que No Té Nom i està integrat per diverses galeries rectilínies de notable longitud, emperò d'aparença força diferent en comparació amb les galeries del Sector Tragus; aquest fet es deu a que són en la seva majoria passatges molt aquàtics, que s'estenen al voltant i per davall del nivell freàtic i és necessari recórrer bàsicament nedant. Així mateix, els processos d'esfondrament són un fenomen generalitzat tot al llarg de la Galeria del Quilòmetre (Figura 9b), el que li confereix un volum notable encara que es manté el rígid control estructural SW-NE.



Figura 8: Cova des Pas de Vallgornera (LLucmajor); aspectes morfològics de les sales i galeries corresponents a les fàcies de front d'escull. **a)** les grans sales d'esfondrament són molt abundants i assolixen grans dimensions (Sala que No Té Nom); **b)** la Galeria del Mig Quilòmetre (al Sector del Clypeaster) està excavada, sense cap control estructural, tot al llarg del front de coralls i mostra espectaculars formes de dissolució en tota la seva secció; **c)** detalls de les construccions coral·lines afectades pels processos de dissolució. (Fotos: Antoni Merino).

Figure 8: Cova des Pas de Vallgornera (LLucmajor); morphological aspects of the passages and chambers corresponding to reef front facies. **a)** breakdown chambers are very abundant reaching in some cases notable dimensions (Sala que No Té Nom); **b)** the passage called Galeria del Mig Quilòmetre (Sector del Clypeaster) runs over 500 m all along the reef front, without any structural control and showing spectacular dissolution features on its whole cross-section; **c)** detail views of coral buildings affected by solutional processes. (Photos: Antoni Merino).

Cal fer una referència especial, finalment, a la Galeria del Mig Quilòmetre que constitueix l'extrem nord-occidental del Sector del Clypeaster. Es tracta d'una curiosa galeria de dimensions respectables (500 m de llargada i 10 m d'amplada mitjana) que es desenvolupa, amb un traçat sinuós, tot resseguint el front coral·lí del complex escullós miocè, el qual ha estat literalment buidat per dissolució (Figura 8b). El control estructural del traçat d'aquest passatge és inexistent i les morfologies de dissolució esponjiformes han modelat les seves voltes i parets, així com els blocs que constitueixen el seu paviment. Els espeleotemes hi són absents, a excepció d'algun punt concret cap al final de la galeria.

Tant als passatges del nivell superior (Sector F, Sector Tragus) com als del Sector de Gregal existeixen notables acumulacions relictas de sediments fins, majoritàriament vermellosos, en ocasions recoberts per una patina negrenca que es presenta, així mateix, formant una fina crosta a les parets de determinades galeries. Algunes de les acumulacions sedimentàries observables a la cova estan relacionades amb aportacions exteriors com, per exemple, els dipòsits arenosos de l'extrem oriental de la Sala Que No Té Nom, o els nombrosos restes de *Myotragus* que es troben mesclats amb sediments fins a la part terminal de la Galeria del Tragus.

ASPECTES GEOLÒGICS DE DETALL

La Cova des Pas de Vallgornera s'ubica en la seva totalitat 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. El Complex Terminal (Calcàries de Santanyi) aflora de forma molt limitada als penya-segats de la zona costera (Figura 10), on es disposa en contacte sobre el Complex d'Esculls mijançant una superfície d'erosió clarament visible a n'es Dos Ulls. Aquí s'hi observa un paleopenya-segat esculpit sobre fàcies de lagoon del Complex d'Esculls, amb parets verticalitzades d'uns vuit metres al peu de les quals s'hi acumulen grans blocs despresos i fossilitzats per les calcarenites corresponents a les Calcàries de Santanyi (POMAR *et al.*, 1983). Aquest contacte marca probablement el límit de la cavitat en direcció sud, al menys fins a la cota on hi afloren aquests dipòsits.

Centrant-nos en el desenvolupament de la xarxa subterrània, observem que ja des de l'entrada de la cavitat i comprnent la major part del Sector Antic, Sector Grans Sales i Sector del Clypeaster hi afloren les fàcies pròpiament característiques del front escullós (Figura 10). Estan integrades per calcàries i calcarenites de color blanc molt ben cimentades, amb textura *framesto-*

ne i *rudstone*, i presència d'abundant macrofauna així com colònies coral·lines bàsicament compostes pel gènere *Porites*; els materials tenen una gran porositat de tipus primari i també de tipus motlle (Figura 11a), parcialment reblerta per ciment esparític. Aquestes fàcies estan cobertes en aquest punt, i de forma especialment visible en part del Sector F, per fàcies de lagoon que correspondrien a una seqüència deposicional posterior al desenvolupament escullós anteriorment descrit, seguint l'arquitectura descrita per POMAR *et al.*, (1996). En aquest cas es tracta d'una roca blanca de composició calcítica amb textura *packstone* que presenta com a components principals foraminífers de tipus porcel·lanoide (alveolínids, peneròplids, miliòlids petits), alguns briozous i fragments de mol·luscs característics de condicions hipersalines i interpretats com a de fàcies de lagoon bastant restringit (Figura 11b).

En direcció nord-est, seguint el model deposicional de l'escull i abraçant els sectors de Gregal, Tragus, Nord així com bona part del Sector Subaquàtic de Gregal (Figura 10), hi aflora una roca calcària blanca força pulverulenta (calcisilita) de gra fi i composició calcítica, amb textures variables tipus *wackestone*, *packstone* i fins i tot *grainstone* (Figura 11c). Els seus components principals són els foraminífers, petits miliòlids, *Elphidium*, textulàrids, *Cibicides*, *Ammonia*, a part de restes d'equínids i alguns fragments d'algues vermelles que caracteritzarien les fàcies del lagoon més obert, probablement amb clapes de praderes de fanerògames. A destacar també en aquest sector, la presència de petites colònies coral·lines, poc desenvolupades i en forma de doms d'ordre mètric (*patch reefs*), característics d'aquests nivells del lagoon extern.

Finalment, en el sector més nordoriental del recorregut de la cavitat la roca esdevé més blanca i pulverulenta (calcisilita), així com lleugerament dolomítica i amb una certa recristal·lització, mostrant a més una estratificació ben marcada. Presenta com a textura dominant la *wackestone* (Figura 11d). Les seves característiques permeten interpretar aquestes com a fàcies de transició entre el lagoon extern i l'intern, amb abundants foraminífers tipus *Elphidium*, *Cibicides* i *Ammonia*, entre d'altres, que indicarien probablement variacions estacionals de salinitat.

ASPECTES MORFOGENÈTICS

Pel que fa a la interpretació de la morfogènesi de la Cova des Pas de Vallgornera, el primer i substancial fet que crida l'atenció és sens dubte l'extraordinària magnitud del fenomen, del qual es duen topografiats fins a la data més de 55.000 m (MERINO *et al.*, 2008). El seu desenvolupament planimètric és força complex i –amb

Figura 9: Cova des Pas de Vallgornera (LLucmajor); aspectes morfològics de les galeries corresponents a les fàcies de lagoon. **a)** galeria amb formes de dissolució molt cridaneres (regates, facetes, concavitats de diverses mides...) excavada a favor d'una fractura clarament visible al seu sòtil (Foto: Antoni Merino); **b)** a la Galeria del Quilòmetre (Sector de Gregal) els processos d'esfondrament estan ben presents, encara que el control estructural (diàclasis) és evident al sòtil del passatge (Foto: Bogdan Onac); **c)** els canals ascendents de dissolució, de possible origen hipogènic, són abundants sobretot en les galeries del Sector de Gregal (Foto: Antoni Merino).

Figure 9: Cova des Pas de Vallgornera (LLucmajor); morphological aspects of the passages corresponding to lagoon facies. **a)** view of a gallery shaped with spectacular dissolution features (notches, bevels, pockets of diverse size...) and excavated along a joint clearly visible in its ceiling (Photo: Antoni Merino); **b)** in the gallery known as Galeria del Quilòmetre (Sector de Gregal) breakdown blocks are very frequent, besides the clear structural control (joints) evidenced at the passage ceiling (Photo: Bogdan Onac); **c)** conspicuous solutional rising channels, of a possible hypogenic origin, are well-represented particularly in the passages from Sector de Gregal (Photo: Antoni Merino).



algunes matisacions— entra de ple en el que podríem denominar coves laberíntiques (PALMER, 1975, 1991, 2000, 2007), encara que cal destacar, en aquest cas, que la cova mostra una disposició espacial bastant heterogènia si es comparen entre sí els diferents sectors que la integren (Figura 4). En aquest sentit, el patró laberíntic de la cavitat varia des d'una disposició esponjiforme-ramiforme en els sectors més sudoccidentals, on abunden les morfologies d'esfondrament, fins a una xarxa de galeries amb rígid control estructural, però que no arriben a formar un patró reticular massa evident.

El paper de la variabilitat litològica

Els aspectes geològics de detall són els responsables de l'existència d'ambients morfogenètics ben diferenciats, els quals estan totalment controlats per les característiques litològiques i hidrogeològiques dels subambients deposicionals dels dipòsits calcaris del Miocè superior (Taula II). Per una banda, les zones de la cavitat amb esfondraments i col·lapses generalitzats de les voltes (Sector Antic, Sector Grans Sales i començament del Sector del Clypeaster) tenen lloc en les fàcies de front coral·lí del Complex d'Esculls del Tortonià (Figura 10), on són presents per tot arreu les

bioconstruccions de coralls buidats pels mecanismes de dissolució diferencial (Figura 8c). Els processos de reajustament mecànic dels buits creats per dissolució són particularment intensos en aquestes fàcies molt poroses i poc consistents. Així mateix, un exemple paradigmàtic d'espeleogènesi del tot condicionada per la litologia és la abans citada Galeria del Mig Quilòmetre (a l'extrem NW del Sector del Clypeaster), que suposa un cas excepcional de passatge que ressegueix el front de coralls, sense cap adaptació a directrius estructurals de caràcter tectònic (Figura 8b).

En contraposició als exemples anteriors, les grans galeries i zones laberíntiques adjacents, corresponents als sectors interns de la cova (Sector Tragus, Sector Nord, Sector de Gregal), es desenvolupen en les fàcies de lagoon extern del Complex d'Esculls (POMAR *et al.*, 1996). Aquí, els materials calcaris són de caràcter bastant massiu i presenten una baixa permeabilitat però una important fracturació, en la que dominen les direccions SW-NE (Figura 10), paral·leles als accidents estructurals que determinen l'enfonsament de la veïna conca de Campos. 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 el conjunt del lagoon extern; la Plaça de

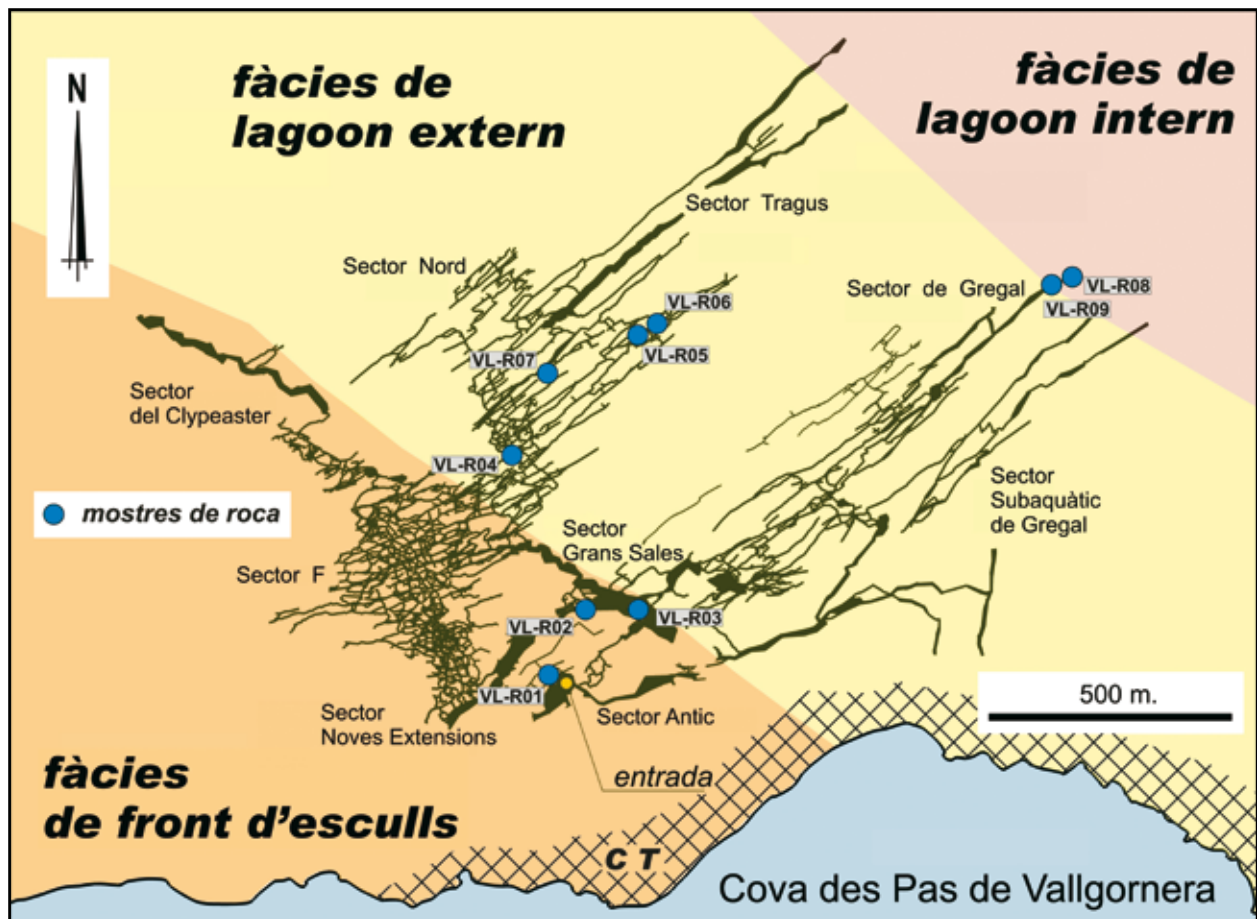


Figura 10: Desenvolupament planimètric de la xarxa subterrània, en relació amb la disposició de les fàcies del Complex d'Esculls del Tortonià superior a la plataforma de Lluçmajor. El Complex Terminal messinià (CT) aflora tan sols als penya-segats litorals de la zona.

Figure 10: The plan pattern of the cave shows clear relations with the facies disposition within the Upper Tortonian Reef Complex in the Lluçmajor platform. The Messinian Terminal Complex (CT) outcrops only at the sea cliffs of the area.

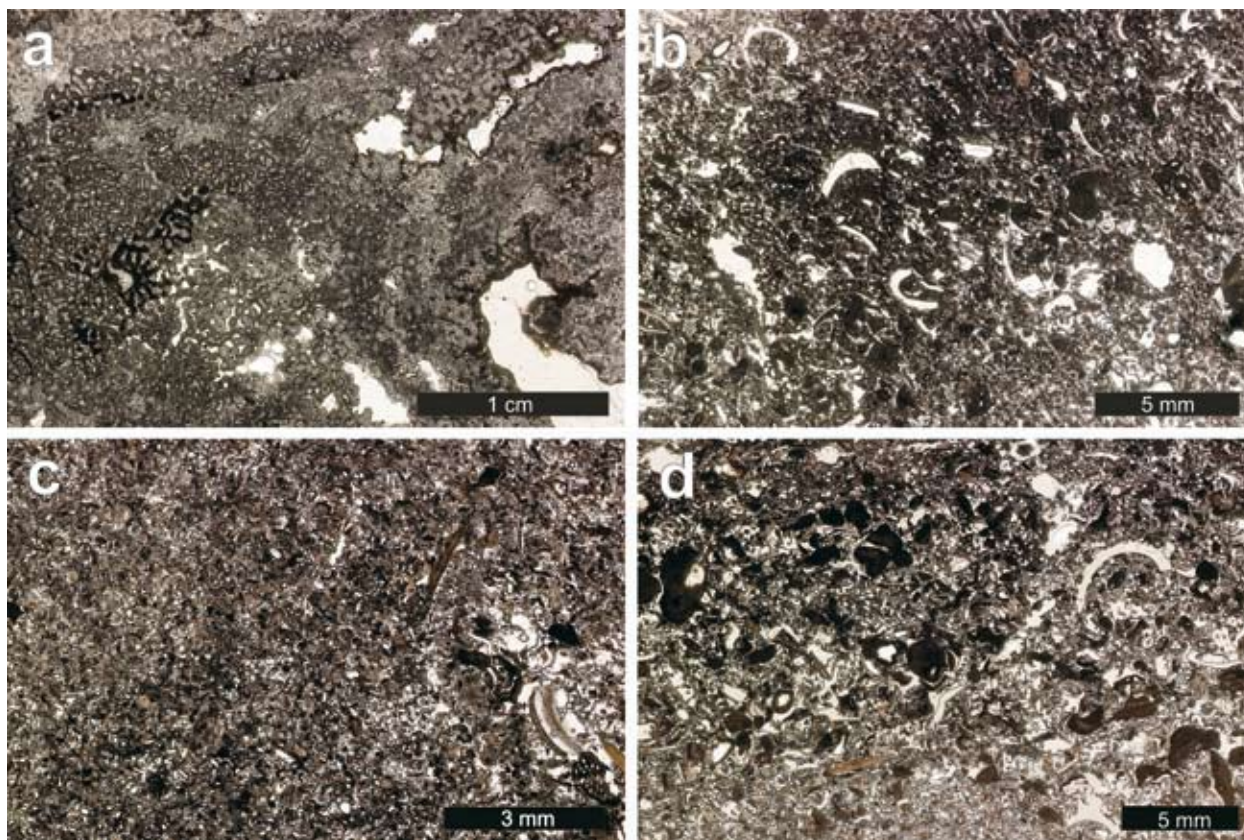


Figura 11: Làmines primes (llum paral·lela) de les fàcies del Miocè superior més representatives presents a la Cova des Pas de Vallgornera, on s'hi observen les característiques texturals i de composició. **a)** textura *framestone* amb coralls (*Porites*) i una important porositat primària, corresponent a la fàcies de front d'escull; **b)** textura *packstone* amb foraminífers, briozous i fragments de mol·luscs (fàcies de lagoon intern, condicions hipersalines); **c)** *packstone* amb foraminífers, equinoderms i algues vermelles (fàcies de lagoon extern); **d)** *wackestone-packstone* amb foraminífers (fàcies de lagoon intern).

Figure 11: Textural and compositional characteristics of representative Upper Miocene rock facies present at Cova des Pas de Vallgornera observed in thin section (parallel light). **a)** *framestone* texture showing corals (*Porites*) and abundant primary porosity, corresponding to the reef front facies; **b)** *packstone* texture with foraminifera, bryozoans and mollusc fragments (*internal lagoon facies*, hypersaline conditions); **c)** *packstone* with foraminifera, equinoids and red algae (*external lagoon facies*); **d)** *wackestone-packstone* with foraminifera (*internal lagoon facies*).

Toros i alguns altres eixamplaments de la Galeria del Quilòmetre estan relacionats amb la dissolució massiva d'edificis de coralls dispersos.

El final de les grans galeries que integren el Sector Tragus i el Sector 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 la part terminal tant de la Galeria del Tragus com de la Galeria del Quilòmetre, el rocam perd el caràcter massiu que ha presentat tot al llarg d'aquests importants passatges, mostrant una disposició en bancs de materials més calcisil·tífics, de potència entre decimètrica i mètrica. Fins al moment tots els grans eixos SW-NE de la cova tenen un acabament ben net, a una distància més o manco constant en relació amb la posició deduïda del front coral·lí del Tortonà (Figura 10).

Els mecanismes espeleogenètics

Una vegada establerta la morfologia general i el patró espacial del sistema subterrani –i després de comprovar com la litologia condiciona ambdós aspectes– cal intentar reunir dades sobre els mecanismes es-

peleogenètics implicats. Els processos de mescla litoral han estat argumentats a l'hora d'explicar la gènesi de les coves costaneres del Migjorn de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 1992; GRÀCIA *et al.*, 2007a). Certament, les zones de la Cova des Pas de Vallgornera més properes a la línia de costa no es diferencien gens, quant a la seva morfologia, de les cavitats clàssiques de l'àrea de Portocristo; en tots els casos és un fet determinant la participació dels processos d'esfondrament en la configuració volumètrica de l'endocast (GINÉS, 2000a; GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2006, 2007b).

Malgrat la gairebé inqüestionable implicació dels mecanismes espeleogenètics lligats a l'agressivitat de la zona de mescla costanera, les zones laberíntiques i –sobretot– les grans galeries dels sectors interns de la cova exhibeixen uns trets morfològics ben diferents. Es tracta d'extenses formes de conducció ben modelades per morfologies de dissolució que semblen indicar una excavació en condicions freàtiques somes. Abunden les regates horitzontals associades a *facets* de dissolució inclinades (Figura 9a), així com concavitats irregulars centimètriques i decimètriques; no s'observen vertaders *scallops* en cap part de la cavitat. Aquesta associació de caràcters morfològics apunta cap a l'existència de processos espeleogenètics que han tingut lloc en la zona

freàtica d'un aqüífer litoral, però en el qual és present una funcionalitat drenant al llarg d'una ben estructurada xarxa de fractures eixamplades per la carstificació. Malgrat l'escassa pluviometria actual, la recàrrega meteorica de l'aqüífer és i ha estat important, sobretot si es té en compte l'extensió superficial considerable de la plataforma de Lluçmajor. Els diversos episodis de sedimentació detrítica fina observables en les parts internes de la cavitat, evidencien aportacions des de l'exterior lligades a la infiltració directa de les precipitacions atmosfèriques.

Les possibles evidències d'espeleogènesi hipogènica

Un aspecte addicional a tenir en consideració, pel que fa a l'espeleogènesi del sistema, és la possible participació de mecanismes d'excavació de tipus hipogènica, en el sentit que KLIMCHOUK (2007) dóna a aquest terme en relacionar-lo amb una recàrrega d'origen profund, no meteoric. De fet el patró planimètric –i alguns dels trets morfològics– que presenta aquest extens fenomen espeleològic no és del tot consistent amb una alimentació càrstica convencional (veure Figura 1), a la vegada que mostra estructures laberíntiques difícils de justificar amb els mecanismes de mescla litoral, emperò semblants als patrons de les cavitats produïdes per una recàrrega profunda i la seva eventual mescla amb aqüífers meteorics som (Taula II).

A més de la disposició espacial de la xarxa subterrània, existeixen algunes evidències que apunten també cap a la implicació de processos d'espeleogènesi hipogènica en la formació d'aquesta singular cova. En les galeries del Sector de Gregal, així com en altres parts de les zones internes de la cavitat, sovintegen uns curiosos canals ascendents de molt diverses mides que semblen correspondre's amb fenòmens de dissolució freàtica antigraavitatòria, en la línia dels *rising wall channels* documentats per KLIMCHOUK (2007) en descriure l'associació de formes que aquest autor denomina sota el terme *Morphological Suite of Rising Flow*. Les morfologies observades consisteixen en canals de dimensions que van des del mil·límetre fins a alguns decímetres d'amplada, i en ocasions de fins i tot més d'un metre de longitud (Figura 9c), que recorren verticalment per les zones extraplomades de les parets de les galeries. Freqüentment tenen el seu inici en petitíssims orificis o esclatxes de la paret situades dins concavitats alveolars centimètriques o decimètriques o, en el cas dels canals més grans, arrenquen d'estrets conductes de tan sols alguns centímetres de diàmetre; cap a dalt, aquestes formes ascendents van perdent amplada i fondària, fins a la seva total extinció. Algunes d'aquestes morfologies són similars als *bubble trails* descrits per PALMER (2007) consistents en canals originats per l'alliberament de gasos (CO₂ o H₂S, per exemple), que contribueixen a l'agressivitat de les aigües freàtiques seguint trajectòries ascendents; de moment, no existeixen indicis de que l'oxidació de H₂S sigui un procés actiu en aquesta cova.

Fent referència a formes d'escala molt superior, també s'observen, en els sectors interns de la cova, pe-

tites galeries o cambres que acaben en *culs-de-sac*, en els paviments dels quals s'obren conductes verticals impenetrables que tal vegada poden correspondre a *feeders*, en el sentit emprat per KLIMCHOUK (2007). Una darrera morfologia per ventura relacionada en qualque manera amb una alimentació hipogènica serien les *toberes* (MERINO, 2006), consistents en orificis verticals de parets llises i molt corroïdes, que comuniquen pisos superposats de galeries i presenten, a les seves voreres superiors, curioses cristal·litzacions conegudes com a *cave rims*.

Totes aquestes formes podrien ser indicis d'una recàrrega hipogènica basal (KLIMCHOUK, 2007), de la qual està per determinar el seu caràcter hidrogeoquímic. Els mecanismes espeleogenètics concrets que podrien estar involucrats abraçarien des del refredament d'aigües termals, fins a l'aportació d'aigües amb elevats continguts de CO₂ hipogènica, passant també per l'agressivitat derivada dels fenòmens de mescla entre l'aqüífer meteoric som i la recàrrega profunda hipogènica (DUBLYANSKY, 2000; KLIMCHOUK, 2007; PALMER, 2007). Un altre mecanisme geoquímic implicat podria ser la generació de CO₂ com a resultat de l'oxidació de metà (CH₄) d'origen profund; gas que ha estat reportat en pous amb aigües termals de la zona meridional de Mallorca (LÓPEZ, 2007). Precisament, l'existència d'anomalies geotèrmiques a l'aqüífer lliure de la plataforma de Lluçmajor, on s'han documentat aigües termals amb temperatures de fins a 51,6° C (LÓPEZ *et al.*, 2004; LÓPEZ & MATEOS, 2006), vendria a sustentar la probable participació de l'espeleogènesi hipogènica en la configuració d'aquest gran sistema endocàrstic (Figura 12). Així mateix, les recents observacions efectuades a la Cova Nova de Son Lluís (Porreres) apuntarien també al possible origen hipogènica d'aquesta cova, situada al límit septentrional de la plataforma de Lluçmajor però ja en materials calcaris del Mesozoic (GINÉS & GINÉS, 2006).

Cal consignar, finalment, la presència de sediments específics –no observats de moment a altres cavitats del Migjorn– consistents en dipòsits negreus que apareixen com una patina que cobreix tant les parets d'algunes galeries com l'interior de les fractures del rocam Miocè o, fins i tot, els sediments detrítics vermellosos que abunden en determinats passatges. Dipòsits semblants han estat localitzats en algunes galeries submergides del Sector Subaquàtic de Gregal, on formen crostes minerals semblants a bimbolles centimètriques. En tots els casos, aquests materials presenten continguts elevats de Mn i en menor quantia de Fe, elements que són moderadament solubles en les aigües anòxiques profundes i que, en assolir els aqüífers oxigenats més superficials, poden precipitar en forma d'hidròxids i òxids (PALMER, 2007).

La posició del nivell de base i l'edat de l'endocarst

Una qüestió important, que precisa de qualque comentari al respecte, rau en la possibilitat d'esbrinar alguna dada geomorfològica sòlida que permeti situar l'evolució temporal de la gènesi de la cova. Per una banda, les fluctuacions glacioeustàtiques de la Mediterrània durant el Quaternari han determinat un nivell de base

Figura 12: Localització d'algunes anomalies geotèrmiques conegudes a la part meridional de Mallorca. 1) pous a prop de la població de Lluçmajor; 2) Païssa (Lluçmajor); 3) Font Santa (Campos). La Cova Nova de Son Lluís (Porreres), que mostra morfologies de possible origen hipogènic, se situa en materials carbonatats plegats del Mesozoic.

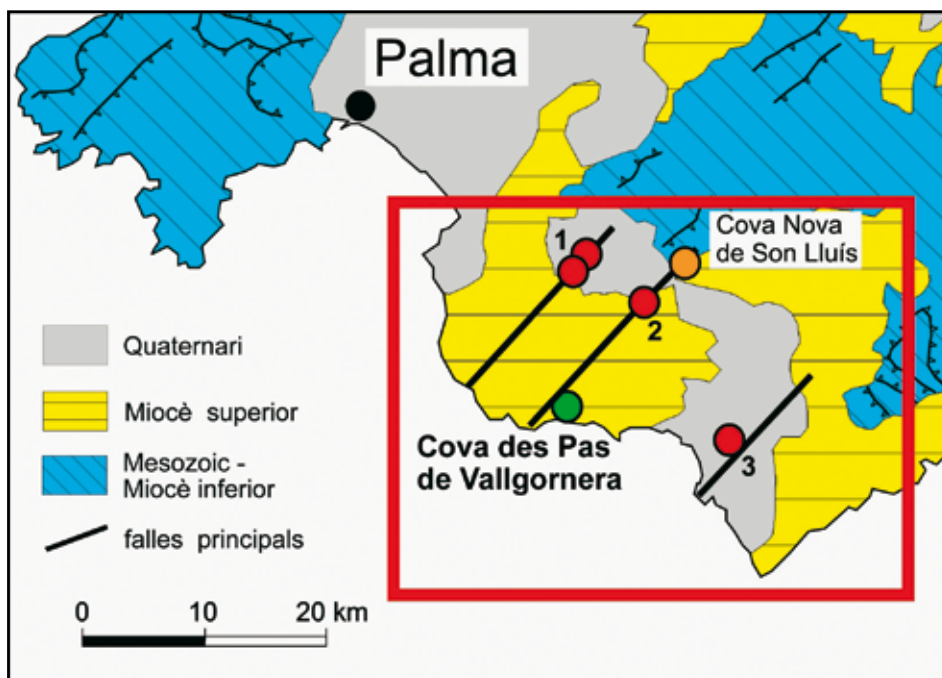


Figure 12: Location of some geothermal anomalies known at the southern part of Mallorca island. 1) wells near Lluçmajor village; 2) Païssa (Lluçmajor); 3) Font Santa (Campos). Cova Nova de Son Lluís (Porreres), that contains features of a possible hypogenic origin, is located in folded Mesozoic carbonate rocks.

molt canviant, caracteritzat per una successió de dilatats períodes de caràcter regressiu entre els que s'intercalen moments de nivell marí semblant a l'actual (interglacials), on es podria situar l'excavació del sistema en unes condicions freàtiques litorals. Si tenim present l'existència d'espeleotemes freàtics que enregistren la transgressió del darrer interglacial (PAZZELLI, 1999; MERINO, 2000), en diversos punts de la cavitat, la gènesi del sistema subterrani hauria de remuntar-se com a mínim al Pleistocè mig o, més probablement, al manco al Pleistocè inferior.

Per altra banda, a la variabilitat del nivell de base associada al glacioeustatisme, cal afegir el fet que la plataforma calcària del Miocè superior es troba afectada per una tectònica distensiva finiterciària o fins i tot quaternària. En aquest sentit, el Complex d'Esculls del Tortonà aflora gairebé al nivell de la mar a l'extrem sud de Mallorca, mentre que a l'àrea de Lluçmajor (Cap Blanc) apareix a més de 50 m d'alçada (POMAR *et al.*, 1996), posant en evidència la rellevància de les deformacions tectòniques recents que han afectat el carst del Migjorn (FORNÓS *et al.*, 2002a). Els paratges de Vallgornera - Cala Pi s'inclouen en aquest sector aixecat en termes relatius, circumstància que ve a introduir una inestabilitat addicional a l'hora d'interpretar els nivells de base que han controlat l'excavació del sistema.

Dins aquest context d'inestabilitat tectònica, és menester recordar l'existència d'un extens dèdal de galeries (Sector Tragus, Sector Nord i Laberint Superior) situades devers 11 m per sobre del present nivell marí, la posició altimètrica de les quals molt probablement és conseqüència de l'esmentat aixecament relatiu. També és interessant ressaltar la presència d'un altre important conjunt laberíntic de galeries (Sector de Gregal i Sector Subaquàtic de Gregal) que es desenvolupen en torn al nivell marí actual o per sota d'ell. Queda per resoldre la incògnita de si es tracta d'un conjunt unitari de gale-

ries generades de mode sincrònic, i després aixecades diferencialment als seus sectors més septentrionals; una altra possibilitat contemplaria una gènesi diacrònica d'ambdós pisos, essent el pis superior aixecat més antic que les galeries dels sectors de Gregal. Qualsevol de les dues possibilitats implica una antiguitat important de l'espeleogènesi, que probablement es remunti fins al Pliocè

Altres exemples d'espeleogènesi en el Miocè superior de les Illes Balears

La carstificació en els materials neògens postorogènics de les Balears no es limita a la regió natural del Migjorn de Mallorca, a la qual estem dedicant la nostra atenció, sinó que també les illes menors presenten algunes regions càrstiques ben individualitzades en roques carbonatades del Miocè superior. En aquest sentit, una visió general del carst balear publicada ja fa alguns anys (GINÉS & GINÉS, 1989) reconeixia, a més del Migjorn mallorquí, dues regions naturals amb abundants formes subterrànies dins els materials neògens tant de la meitat meridional de Menorca com de la petita illa de Formentera. En aquell treball no es profunditzava en les possibles característiques diferencials de les esmentades regions càrstiques, descrivint-les simplement com a plataformes tabulars litorals de roques carbonatades d'elevada porositat primària, que hostatgen abundants cavitats subterrànies i, en canvi, mostren un modelat exocàrstic bastant pobre. Emperò, els avenços notables dels darrers anys pel que fa al coneixement espeleològic, sobretot de l'illa de Menorca, posen de manifest que la carstifi-

cació del Miocè superior presenta a les diferents illes clars trets diferencials, controlats per factors litològics i geomorfològics dels que ens ocuparem tot seguit.

Fent referència als condicionants geològics, en línies generals les unitats que és possible reconèixer arreu de l'arxipèlag són molt similars des del punt de vista litoestratigràfic (Figura 3b). De fet, com ja hem esmentat en el cas de Mallorca, es poden distingir dins el Miocè superior de les Balears tres grans unitats, la correspondència de les quals a les diferents illes queda ben establerta a POMAR *et al.* (1996). En primer lloc trobem una unitat basal corresponent al Tortonian inferior, de caràcter calcisiltític-calcarenític, que apareix a Mallorca i Menorca, encara que tan sols dóna coves rellevants a aquesta darrera illa, tal i com es veurà més endavant (Taula III). La segona unitat (el Complex d'Esculls) pertany al Tortonian superior - Messinià inferior i està present a les tres regions càrstiques abans citades - Migjorn de Mallorca, Migjorn de Menorca i Formentera - tractant-se de fàcies d'escull d'elevada porositat primària i molt carstificables; de fet, la gran majoria de les coves de les regions al·ludides es desenvolupen en aquests complexos de materials calcaris formats per les construccions coral·lines. Finalment, trobem una tercera unitat atribuïda al Messinià (el Complex Terminal, o Calcàries de Santanyi), que no apareix representada a Menorca i tan sols hostatja alguna cova important al sud de Mallorca (Taula III).

Es procedirà ara a avaluar les característiques diferencials de l'espeleogènesi a les àrees càrstiques de les illes menors, amb la finalitat de veure com incideixen en aquests casos els condicionants litològics, en conjunció amb uns marcs geomorfològics bastant diferents dels que actuen al Sud i Llevant de Mallorca.

EL MIGJORN DE MENORCA

Aquesta regió natural, que ocupa la meitat meridional de l'illa, ofereix una relativa homogeneïtat fisiogràfica donat que està integrada en la seva totalitat per dipòsits postorogènics miocens, els quals prograden cap al sud sobre un basament tectonitzat que abraça des del Paleozoic fins al Neogen. En els materials del Miocè superior de Menorca es distingeixen habitualment dues unitats (OBRADOR & POMAR, 2004). La inferior, que sol ser designada com a *Unitat Inferior de Barres (UIB)*, mostra una gran variabilitat textural, en predominar-hi les calcarenites i calcisiltites, i fins i tot els conglomerats, segons l'ambient deposicional; des del punt de vista estratigràfic, es correspondria amb la unitat Calcisiltites amb *Heterostegina*, que apareix a la base del Tortonian de Mallorca (POMAR *et al.*, 1996). La unitat superior, en canvi, correspon al Complex d'Esculls amb abundants cossos bioconstruïts, algues coral·linàcies i rodòlits que alternen, així mateix, amb fàcies més calcarenítiques.

En general, aquestes dues unitats superposades presenten una distribució paral·lela al litoral on afloren preferentment (però de forma discontinua) els dipòsits de la unitat superior. La disposició estructural dels materials postorogènics del Migjorn és relativament simple, ja que es troben disposats subhorizontals, o una mica inclinats cap al SW. El conjunt dels materials calcaris es

presenta bombat cap al centre de la regió, formant una laxa estructura anticlinal, l'eix del qual segueix una direcció NNE-SSW (GELABERT, 2003). Aquest aixecament relatiu del sector central del Migjorn repercuteix de manera decisiva en la distribució espacial tridimensional de les unitats del Miocè superior. Com a resultat d'aquesta disposició estructural, a l'esmentat sector aixecat central predominen els dipòsits de la unitat inferior (UIB), mentre als extrems occidental i oriental aflora extensament la unitat d'esculls superior, amb una lògica conseqüència consistent en l'endocartificació diferenciada dels tres sectors que es poden distingir dins aquesta regió natural (GINÉS & FORNÓS, 2004).

La configuració litoestructural que hem descrit determina la hidrologia subterrània de les distintes subzones del Migjorn, així com l'abundància de cavitats i les seves característiques morfogèniques (GINÉS, 2003; TRIAS, 2004). Així, als dos sectors extrems (oriental i occidental) la presència de les fàcies esculloses de la unitat superior del Miocè postorogènic fa que aquests aqüífers litorals es caracteritzin per una elevada permeabilitat -fins a 25 m/dia com a valors màxims- i un funcionament hidrològic semblant al dels medis porosos (BARÓN *et al.*, 1979). En contraposició, la porció central del Migjorn presenta baixes permeabilitats del rocam (0,1 m/dia, en els materials de la Unitat Inferior de Barres), dins d'un context geomorfològic constituït per un bloc aixecat tectònicament, en el qual s'hi encaixen importants valls fluvials.

El modelat endocàrstic resultant és força distint en les tres subzones esmentades (Taula III). Per una part queda molt clarament individualitzat un sector central, en el qual el fet diferencial més destacable consisteix en l'existència de nombroses formes subterrànies de drenatge, que s'obren a les parets dels principals barrancs (TRIAS, 2004). L'evolució de les coves d'aquest sector va estar controlada -en primera instància i des dels punts de vista hidrològic i geomorfològic- per la incisió dels barrancs que integren la xarxa fluvial. Algunes de les cavitats conegudes són hidrològicament actives, com la Font de sa Vall (o Cova de s'Aigo de Son Boter, al municipi d'Es Migjorn Gran) que assoleix més de 3 km de desenvolupament, pendents de confirmació topogràfica. La gènesi i evolució del carst a la porció central del Migjorn està condicionada pel següent fet: la baixa permeabilitat, a petita escala, de la unitat inferior (UIB) que afavoreix una carstificació molt focalitzada cap a les discontinuïtats estructurals de la plataforma calcària. En particular, és a l'endocarst on es fa ben evident la concentració del drenatge a favor de les discontinuïtats estructurals, ja que les formes de drenatge que es localitzen a les vores dels barrancs exhibeixen plantes rectil·lines rígidament controlades per la fracturació que afecta la massa rocosa.

Per altra banda, les coves dels extrems occidental i oriental del Migjorn, localitzades a les fàcies esculloses de la unitat superior del Miocè postorogènic, s'haurien excavat en condicions freàtiques litorals, lligades presumiblement a l'activitat geoquímica de la zona de mescla entre aigües marines i continentals. El control estructural és molt menys evident en aquest tipus de cavitat gràcies a la major porositat i permeabilitat del rocam, que es manifesta amb la presència de llacs subterranis d'aigües

salabroses afectats per les fluctuacions del nivell marí. Com a resultat de tot això, l'endocarst d'ambdós sectors extrems ofereix trets distintius, com són el predomini de les sales àmplies evolucionades mitjançant mecanismes d'esfondrament de les voltes, com per exemple la coneguda Cova de s'Aigo (o de Parelleta) situada a Cala Blanca, al municipi de Ciutadella. Les formes de drenatge de tendència rectilínia són gairebé inexistents als dos sectors extrems del Migjorn de Menorca (GINÉS & FORNÓS, 2004; TRIAS, 2004).

Cal dedicar algun comentari a la Cova d'en Xoroi (municipi d'Alaior), cavitat explotada turísticament que s'obre als penya-segats litorals de Cala en Porter. Consisteix en un seguit de sales d'origen freàtic, disposades de manera paral·lela a la línia de costa, i dotades

d'abundants ramificacions de dimensions petites que penetren molt poc terra endins. La morfologia de la cavitat presenta acusades semblances amb les *flank margin caves* de MYLROIE & CAREW (1990); es tractaria d'un cas particular d'espeleogènesi litoral, que tan sols apareix representat clarament al Miocè superior de Formentera, tal i com es veurà a continuació.

Les dades exposades posen de manifest que el Migjorn de Menorca és un molt bon exponent de com els factors litològics –mitjançant les diferències de permeabilitat degudes a la variabilitat textural de la roca–, juntament amb els condicionants imposats per l'estructura tectònica i l'evolució geomorfològica de l'àrea, donen lloc a tipus diversos de coves dins d'una regió natural fisiogràficament d'aparença més aviat

regions càrstiques	a estratigrafia		b tipus de cavitats		
	cronologia	litologia	sales de col·lapse	galeries freàtiques	coves marginals litorals
Migjorn de Menorca (sectors oriental i occidental)	Messinià	—			
	Tortonian sup.	Complex d'Esculls	●		
	Tortonian inf.	Unitat Inferior Barres (calcarenites i calcisilites)			
Migjorn de Menorca (sector central)	Messinià	—			
	Tortonian sup.	—			
	Tortonian inf.	Unitat Inferior Barres (calcarenites i calcisilites)		●	●
Formentera	Messinià	Complex Terminal (fàcies oolítiques i estromatolítiques)			
	Tortonian sup.	Complex d'Esculls	●	●	●
	Tortonian inf.	—			
Migjorn de Mallorca	Messinià	Complex Terminal (fàcies oolítiques i estromatolítiques)		●	
	Tortonian sup.	Complex d'Esculls (fàcies de lagoon)		●	
		Complex d'Esculls (fàcies de front)	●	●	
	Tortonian inf.	Unitat Calcisilites amb <i>Heterostegina</i>			

● abundància ● presència

Taula III: Característiques de l'endocarst a les distintes regions que es poden distingir en el Miocè superior de les Illes Balears. Dades estratigràfiques (a) i tipus de cavitats representats (b).

Table III: Characteristics of the endocarst at the different regions that can be distinguished in the Upper Miocene of the Balearic islands. Stratigraphical data (a) and existing cave typologies (b).

bastant homogènia. L'actuació de processos espeleogenètics diferenciats, fa possible l'existència de cavitats litorals lligades a la zona de mescla en els extrems occidental i oriental de la regió, mentre que al sector central només estan presents formes de conducció (funcionals o no) evolucionades en relació amb la xarxa hidrogràfica exterior.

LA PETITA ILLA DE FORMENTERA

El Miocè superior de la menor de les Illes Pitiüses aflora de manera espectacular en els penya-segats de la Mola, mostrant una complexa seqüència de calcarenites esculloses amb abundants rodòlits que supera els 100 m de potència. Aquests materials es corresponen bàsicament amb el Complex d'Esculls (Tortonià superior) encara que, al Cap de Barbaria, apareixen els dipòsits del Complex Terminal (Messinià) que presenten una sedimentació de tipus oolític-estromatolític (FORNÓS, 1992).

Les coves de Formentera són relativament abundants, sobretot si es consideren les petites dimensions de l'illa, alhora que bastant variades pel que fa a la seva morfologia (TRIAS, 1983, 1986; TRIAS & ROCA, 1975). Deixant de banda algunes escasses cavitats de caire laberíntic, com les Coves de Sant Val-lero, estan representades algunes coves integrades per petites sales d'esfondrament (Cova de Can Ferrando, Cova d'en Jeroni), tipologia aquesta que, com ja s'ha vist, és habitual en les calcàries esculloses del Miocè superior de les Balears.

A banda dels tipus de coves abans esmentats (Taula III), sense cap dubte el tret més original de l'endocarst de Formentera consisteix en el que TRIAS (1983) anomena *coves de cingle*. Aquesta tipologia és molt abundant en determinats indrets de l'illa, com són la Mola i el Cap de Barbaria (TRIAS, 1986; TRIAS & ROCA, 1975), i consisteix en coves de dimensions reduïdes o modestes que reuneixen una sèrie de característiques ben definïtories: presenten boques àmplies que s'obren als penya-segats litorals; les seves plantes són allargassades i paral·leles als espadats costaners, comptant amb escassa penetració cap a l'interior del massís; normalment consten d'una sala principal de la que parteixen ramificacions de menor entitat; dominen les morfologies de dissolució, mentre que els processos de reajustament mecànic de les voltes estan poc desenvolupats.

Les *coves de cingle* que acabem de descriure es corresponen amb una precisió notable amb els caràcters morfològics de les *flank margin caves* descrites per MYLROIE & CAREW (1990). La gènesi d'aquestes "*coves marginals litorals*" —efectuant una traducció lliure i simple del terme anglès— es relaciona, tal i com ja s'ha exposat al començament del treball, amb els processos de mescla associats a la perifèria de la lent d'aigua que s'estableix a les illes carbonatades. El fet que la petita illa de Formentera ofereixi l'única representació àmplia i clara de *flank margin caves* a les Balears (Taula III), té a veure sens dubte amb la mida de les diferents unitats territorials que integren l'arxipèlag. En aquest sentit cal remarcar que, als medis insulars, la variabilitat de la seva extensió superficial té una repercussió hidrogeo-

lògica inqüestionable (MYLROIE & MYLROIE, 2007), tenint en compte que mentre la superfície d'una illa (o sigui la recàrrega) s'incrementa exponencialment segons ho fa el seu radi, el perímetre de l'illa (és a dir, les zones de descàrrega de l'aquífer) tan sols s'incrementa linealment. Així, l'augment en la mida de les illes determina la transició cap a sistemes de drenatge més organitzats en les illes majors, en detriment de les *coves marginals litorals* que serien característiques de les illes de poca entitat superficial.

En el cas de Formentera, l'abundància de *coves marginals litorals* (les *coves de cingle* de TRIAS, 1983) estaria controlada per factors geomorfològics i hidrogeològics relacionats amb l'escassa extensió superficial de la Pitiüsa menor. La gran alçada a la que s'obren alguns dels millors exemples d'aquesta tipologia —més de 100 m, pel que fa a algunes coves de la Mola— apunta cap a una cronologia relativament antiga d'aquests processos d'espeleogènesi litoral (Pleistocè inferior, al manco), donat que aquestes formes endocàrstiques costaneres han estat afectades per uns fenòmens d'aixecament neotectònic que assoleixen una magnitud gens menyspreable.

EL CARST EN EL MIOCÈ SUPERIOR DE LES BALEARS: UNA VISIÓ DE CONJUNT

A la Taula III s'ha intentat sistematitzar els tipus de cavitats dominants a les distintes regions càrstiques que es poden distingir en el Miocè superior de les Balears. Si ens centrem en primer lloc en els dipòsits del Complex d'Esculls —d'edat Tortonià superior—, els quals són presents arreu de l'arxipèlag, es pot comprovar que la morfogènesi endocàrstica és força variada en aquests materials carbonatats d'elevada porositat primària. Mentre que a Formentera predominen les *coves marginals litorals* (*flank margin caves*), per mor dels condicionants hidrogeològics lligats a les petites dimensions de l'illa, a les altres illes majors són del tot majoritàries les coves evolucionades pels esfondraments generalitzats d'unes cavitats primigènies, però amb una molt escassa pervivència de restes o evidències de les mateixes. A més a més, els importants canvis laterals i verticals de fàcies (i de permeabilitat) relacionats amb l'arquitectura del Complex d'Esculls, determinen l'existència d'altres tendències morfogèniques diferenciades (presència de conductes rectilinis i de xarxes laberíntiques) fins i tot dins el mateix sistema espeleològic, tal i com succeeix a la Cova des Pas de Vallgornera.

Els altres pisos de la seqüència carbonatada del Miocè superior (les unitats calcisilítiques del Tortonià inferior i el Complex Terminal del Messinià) hostatgen bàsicament formes de drenatge rectilínies, en general no funcionals, generades sobretot aprofitant la porositat secundària establerta a favor de la fracturació (Taula III). Tots aquests condicionaments han contribuït a configurar una realitat molt diversificada on els factors litològics determinen els valors de permeabilitat, i als quals se superposen uns marcs geomorfològics diferenciats a cada illa, que regulen el funcionament hidrològic i l'espeleogènesi desenvolupada a les distintes regions càrstiques de l'arxipèlag.

L'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: una realitat cada cop més complexa

Al llarg dels primers apartats d'aquest treball hem tingut ocasió de comentar la relativa simplicitat de l'espeleogènesi en els ambients litorals (MYLROIE & CAREW, 1990, 2000; MYLROIE & MYLROIE, 2007), des d'una perspectiva purament teòrica. En definitiva, quan es parla de carstificació litoral i, en concret, de l'espeleogènesi a les illes carbonatades, s'està sempre invocant l'actuació de processos de dissolució en la zona de mescla entre aigües marines i aigües dolces, els quals tenen lloc molt sovint en materials calcaris recents amb una elevada porositat primària. Les coves resultants no tenen una funcionalitat hidrològica destacable pel que fa al drenatge subterrani, ni presenten una adaptació evident a directrius estructurals (diàclisis, falles...), degut sobretot a la important permeabilitat de la roca. Les fluctuacions glacioeustàtiques esdevingudes durant el Quaternari suposen variacions espacials notables dels nivells de base, amb clares repercussions evolutives i geocronològiques.

Descendent a un nivell més proper a la nostra realitat, s'acaba d'exposar amb cert detall fins a quin punt l'endocarst desenvolupat als materials del Miocè superior de les Balears està ben lluny de presentar una homogeneïtat morfogènica marcada. Ans al contrari, la diversitat de condicionants litològics i hidrogeològics presents a les nostres illes produeixen una varietat notable de fenòmens subterranis, que abracen des de les petites coves marginals (*flank margin caves*) de Formentera a les grans xarxes subterrànies existents en el cas del Migjorn de Mallorca, a més de l'interessant i bigarrat endocarst del Migjorn menorquí (Taula III).

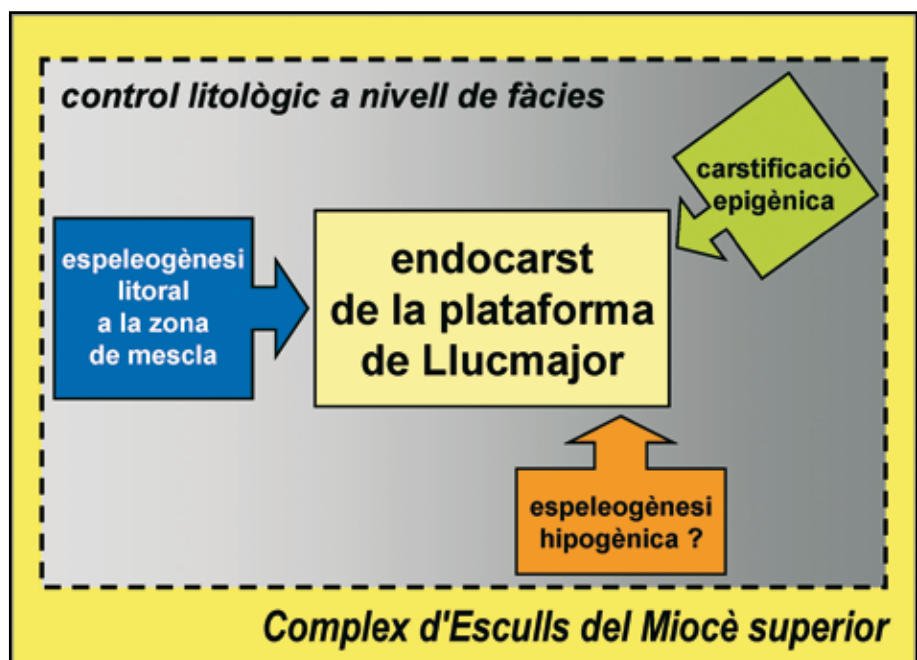
Centrant-nos finalment en el llevant i sud de Mallorca, les noves exploracions espeleològiques subaquàti-

ques, realitzades sobretot a la darrera dècada (GRÀCIA *et al.*, 2007a), han aportat nova llum que complementa l'esquema espeleogenètic proposat en treballs anteriors (GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS, 1995, 2000b). Un dels aspectes més destacables que es desprenen de les investigacions recents és sens dubte el notable desenvolupament planimètric assolit per algunes cavitats, en particular com a resultat de l'exploració i topografia de les seves galeries submergides; aquest fet té el màxim exponent en el cas de la Cova de sa Gleda, a Manacor, que supera els 10 km de recorregut majoritàriament subaquàtic (GRÀCIA *et al.*, 2007b). Altres cavitats com la Cova des Coll, a Felanitx –també de dimensions notables, ja que assoleix els 7 km de desenvolupament– mostren un control estructural evident, al temps que tenen una funció de drenatge més activa, relacionada en bona mesura amb els fluxos provocats per les oscil·lacions mareals (GRÀCIA *et al.*, 2005). En general, resulta cridanera l'elevada connectivitat existent entre algunes coves properes, malgrat que el seu tret morfològic dominant sigui la concatenació de grans sales d'esfondrament gairebé independents les unes de les altres (GINÉS, 2000a); aquesta situació queda ben representada pel sistema espeleològic Pirata - Pont - Piqueta, a Manacor, recentment estudiat per GRÀCIA *et al.* (2006). En algun cas concret, com a la Cova de s'Ònix i la Cova dels Fumassos (GINÉS *et al.*, 2007), trobem fenòmens de col·lapse en els materials rocinosos del Miocè superior, emperò induïts per la carstificació de les calcàries mesozoiques subjacents; no obstant això, aquesta situació no pareix generalitzable al conjunt del Migjorn i tan sols ha estat observada a les dues localitats esmentades, molt properes entre sí.

Per acabar, cal fer una menció a part de la Cova des Pas de Vallgornera (MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008; GINÉS *et al.*, 2008), a Lluçmajor, cavitat del tot singular dins l'endocarst del Migjorn de Mallorca, en la qual es conjuminen aspectes clàssics dins la configuració morfològica de les coves litorals d'aquesta regió

Figura 13: La Cova des Pas de Vallgornera mostra evidències d'una gènesi complexa en la que conflueixen tres vectors espeleogenètics que han actuat conjuntament, però molt condicionats pels factors litològics.

Figure 13: The genesis of Cova des Pas de Vallgornera is a complex matter owing to the confluence of three speleogenetic vectors that have acted altogether, but conditioned by strong lithological factors.



càrstica amb d'altres trets força especials (Taula II). Els aspectes singulars d'aquesta localitat, que podem qualificar d' excepcional, fins i tot a escala internacional, són ben explícits i cridaners. Per una banda, es tracta d'una xarxa subterrània de magnitud inesperada (més de 55 km de desenvolupament), en la que és patent un control litològic molt rígid que determina característiques netament diferenciades en els diversos sectors de la cova. En aquest sentit salta a la vista una clara dicotomia entre els sectors de la cavitat excavats en les fàcies corresponents al front coral·lí i aquells altres que es desenvolupen a les fàcies més internes del Complex d'Esculls del Miocè superior. Com a conseqüència de tot això, coexisteixen a la mateixa cova zones de grans sales de col·lapse (fàcies de front amb construccions coral·lines) i sectors francament laberíntics on s'individualitzen nombroses galeries paral·leles de major entitat (fàcies de lagoon), en les quals són ben presents les directrius estructurals SW-NE associades a l'enfonsament de la cubeta de Campos. Finalment, cal consignar l'observació d'evidències morfosedimentàries que podrien apuntar cap a una participació hipogènica (*sensu* KLIMCHOUK, 2007) en la recàrrega i l'excavació del sistema subterrani.

Tot això dibuixa un panorama força complex pel que fa a l'espeleogènesi en la plataforma de Llucmajor, que és menester tenir en consideració en interpretar l'endocarst del Migjorn de Mallorca, encara que aquest model no ha de ser necessàriament extensiu al conjunt de la citada regió càrstica. La complexitat del fenomen il·lustrat per la Cova des Pas de Vallgornera queda reflectida a la Figura 13, on es postula la confluència de tres vectors espeleogenètics: dissolució freàtica litoral associada a la zona de mescla, carstificació epigènica produïda pel drenatge de les precipitacions meteòriques, així com una probable recàrrega basal hipogènica relacionada amb les anomalies geotèrmiques conegudes a aquesta part de l'illa (LÓPEZ *et al.*, 2004; LÓPEZ & MATEOS, 2006; LÓPEZ, 2007). L'actuació dels tres vectors espeleogenètics citats resulta mediatitzada en tot moment pels canvis laterals i verticals a nivell de fàcies, que es donen en els diversos subambients deposicionals que constitueixen el Complex d'Esculls del Miocè superior, els quals provoquen importants variacions de paràmetres hidrogeològics clau com la porositat i la permeabilitat.

Aquest entramat de condicionants litològics i processos genètics diferenciats –dels quals està per determinar la seva importància relativa– constitueixen un objecte d'investigació sobre el que només s'han insinuat ara les seves línies més bàsiques. Les perspectives futures de treball en aquestes excepcionals coves del Migjorn de Mallorca són d'una amplitud considerable.

Agraïments

El present treball s'ha beneficiat de les intenses activitats exploratòries i topogràfiques portades a terme pels equips d'espeleòlegs del Grup Espeleològic de Llubí, Agrupació Voltors i Grup Nord de Mallorca, els

quals estan treballant de forma continuada en la Cova des Pas de Vallgornera i en la Cova de sa Gleda. En especial, cal agrair la col·laboració en les tasques de camp dels següents companys: Toni Croix, Mateu Fiol, Andreas Kristofersson, Guillem Mulet i Toni Mulet. Les aportacions efectuades pels companys espeleobussejadors Bernat Clamor, Mateu Febrer i Pere Gamundí han estat també inestimables. Les fotografies subaquàtiques es deuen a l'autoria de César Bodi i Oscar Espinasa. El col·lega i amic Dr. Bogdan Onac (Institute of Speleology Emil Racovitza, Cluj i University of South Florida, Tampa) ha subministrat també material fotogràfic, al mateix temps que ha contribuït amb dades sobre aspectes mineralògics, geocronològics i morfològics.

Ens plau expressar el nostre reconeixement al Dr. Arthur N. Palmer (State University of New York, Oneonta) per la seva amabilitat en permetre la reproducció de material gràfic per ell elaborat.

Les presents investigacions han comptat amb la col·laboració de personal divers lligat a la Universitat de les Illes Balears. Concretament, el Dr. Guillem Mateu-Vicens ha participat amb el reconeixement dels foraminífers, mentre que Joan Miquel Carmona, del Departament de Ciències de la Terra, ha contribuït amb la confecció de les làmines primes. A Joan Cifre, dels Serveis Científico-Tècnics de la UIB, es deu l'obtenció de difractograms de les mostres.

Els treballs subaquàtics han estat finançats parcialment gràcies als projectes de la Fundació "SA NOSTRA", Caixa de Balears, dins les convocatòries d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2007 i 2008. Volem agrair al Sr. Andreu Ramis, al Sr. Antoni Sorà, al Sr. Bartomeu Tomàs i a la Sra. Eva Villalonga de la Fundació "SA NOSTRA", Caixa de Balears les seves atencions i bones disposicions.

Finalment, 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*.

Bibliografia

- BACK, W.; HANSHAW, B.B. & VAN DRIEL, J.N. (1984): Role of groundwater in shaping the eastern coastline of the Yucatan Peninsula, Mexico. In: LAFLEUR, R.G. (ed.) *Groundwater as a geomorphic agent*. Allen & Unwin Inc. 281-293. Boston, USA.
- BARÓN, A.; BAYÓ, A. & FAYAS, J.A. (1979): Relación modelo geológico – modelo hidrogeológico. Ejemplo: el acuífero mioceno de la isla de Menorca. *Act. II Simposio Nacional Hidrogeología*. 4, 19 pàgs. Pamplona.
- BRETZ, J.H. (1942): Vadose and phreatic features of limestone caverns. *The Journal of Geology*, 50 (6): 675-811.
- COLLIGNON, M. (1982): Une première des spéléos namuroises a Majorque (Espagne). *Au Royaume d'Hades. Groupe Spéléo Namur-Ciney*, 2: 15-26. Bouge, Bèlgica.
- DARDER, B. (1925): La tectonique de la région orientale de l'île de Majorque. *Bull. Soc. Géol. de France*, 4^e série, 25 (4-5): 245-278. París.
- DARDER, B. (1930): Algunos fenómenos cársticos en la isla de Mallorca. *Ibérica*, 33 (818): 154-156. Tortosa, Tarragona.
- DAVIES, W.E. (1960): Origin of caves in folded limestone. *Nat. Speleol. Society Bulletin*, 22 (1): 5-18. Huntsville, USA.

- DAVIS, W.M. (1930): Origin of limestone caverns. *Geological Society of America Bulletin*, 41: 475-628.
- DREYBRODT, W.; GABROVŠEK, F. & ROMANOV, D. (2005): *Processes of speleogenesis: a modeling approach*. Karst Research Institute at ZRC SAZU. ZRC Publishing. 376 pàgs. Ljubljana.
- DUBLYANSKY, Y. (2000): Hydrothermal speleogenesis: its settings and peculiar features. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 292-297. Huntsville, USA.
- DUBLYANSKY, Y. (2005): Hydrothermal caves. In: CULVER, D.C. & WHITE, W.B. (eds.) *Encyclopedia of caves*. Elsevier. Academic Press. 300-305. Burlington, USA.
- EGEMEIER, S.J. (1981): Cavern development by thermal waters. *Nat. Speleol. Society Bulletin*, 43: 31-51. Huntsville, USA.
- ESTEBAN, M. (1979/80): Significance of the Upper Miocene Reefs of the Western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 29: 169-188.
- FAURA Y SANS, M. (1926): *Cuevas de Mallorca*. XIV Cong. Geol. Intern., Inst. Geol. España, Gráficas Reunidas, S.A. 78 pàgs. Madrid.
- FLOREA, L.J.; VACHER, H.L.; DONAHUE, B. & NAAR, D. (2007): Quaternary cave levels in peninsular Florida. *Quaternary Science Reviews*, 26: 1344-1361.
- FORD, D.C. & EWERS, R.O. (1978): The development of limestone cave systems in the dimensions of length and breadth. *Canadian Journal of Earth Science*, 15: 1783-1798.
- FORD, D.C. & WILLIAMS, P.W. (1989): *Karst geomorphology and hydrology*. Unwin Hyman. 601 pàgs. Londres.
- FORNÓS, J.J. (1992): Geología de las Pitiüses. La Era Terciaria. *Guía de la Naturaleza de Eivissa y Formentera*, 3: 25-36. Eivissa.
- FORNÓS, J.J. (1999): Karst collapse phenomena in the Upper Miocene of Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Acta Geologica Hungarica*, 42 (2): 237-250.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (1995): Litología i tectònica del carst de Mallorca / Lithology and tectonics of the Majorcan karst. 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: 27-43. Palma de Mallorca.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (2004): Balears. In: VERA, J.A. (ed.) *Geología de España*. Sociedad Geológica de España - IGME. 450-464. Madrid
- FORNÓS, J.J.; GELABERT, B.; GINÉS, A.; GINÉS, J.; TUCCIMEI, P. & VESICA, P.L. (2002a): Phreatic overgrowths on speleothems: a useful tool in structural geology in littoral karstic landscapes. The example of eastern Mallorca (Balearic islands). *Geodinamica Acta*, 15: 113-125.
- FORNÓS, J.J.; POMAR, L. & RAMOS-GUERRERO, E. (2002b): Balearic Islands. In: GIBBONS, W. & MORENO, T. (eds.) *The Geology of Spain*. The Geological Society. 327-334. London.
- FORNÓS, J.J.; PRETUS, J.L. & TRIAS, M. (1989): La Cova de sa Gleda (Manacor, Mallorca), aspectes geològics i biològics. *Endins*, 14-15: 53-59. Palma de Mallorca.
- GAY, S. & CHAMPSAUR, B. (1885): *Album de las Cuevas de Artá y Manacor*. Luis Fábregas, Librería Española. 50 pàgs + 25 gravats. Palma de Mallorca. Barcelona.
- GELABERT, B. (2003): La estructura geològica de Menorca: las zonas de Tramuntana y Migjorn. In: ROSSELLÓ, V.M.; FORNÓS, J.J. & GÓMEZ-PUJOL, L. (eds.) *Introducción a la Geografía Física de Menorca. Guía de Campo de las XVIII Jornadas de Geografía Física*. AGE - Universitat de València - Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 10: 39-48. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. (1999): Edouard-Alfred Martel et la spéléologie à Majorque. *L'Année Martel 1997. L'homme qui voyageait pour les gouffres*. 291-300. França.
- 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. (1975): Los medios lacustres hipogeos representados en el karst mallorquín, y sus respectivas tendencias morfogénicas. *Endins*, 2: 9-12. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1977): Datos bioespeleológicos obtenidos en las aguas cársticas de la isla de Mallorca. *6è Simposium d'Espeleologia*. Escola Catalana d'Espeleologia - S.I.S. del C.E. de Terrassa. 81-95. Terrassa, Barcelona.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1987): Características espeleológicas del karst de Mallorca. *Endins*, 13: 3-19. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes històrics y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20. Palma de Mallorca.
- 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. (1995): L'endocarst de Mallorca: els mecanismes espeleogenètics / Mallorca's endokarst: the speleogenetic mechanisms. 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: 71-86. Palma de Mallorca.
- 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 làms. Inèdit.
- GINÉS, J. (2003): 5. El modelado kárstico. In: ROSSELLÓ, V.M.; FORNÓS, J.J. & GÓMEZ-PUJOL, L. (eds.) *Introducción a la Geografía Física de Menorca. Guía de Campo de las XVIII Jornadas de Geografía Física*. Asociación de Geógrafos Españoles - Universitat de València - Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 10: 65-70. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & FORNÓS, J.J. (2004): 16. Caracterització del carst del Migjorn: la seva contribució al modelat del territori. In: FORNÓS, J.J.; OBRADOR, A. & ROSSELLÓ, V.M. (eds.) *Història natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 259-274. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1976): Ses Coves del Pirata. *Endins*, 3: 41-45. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1989): El karst en las Islas Baleares. In: DURÁN, J.J. & LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. (eds.) *El karst en España*. Sociedad Española de Geomorfología. Monografía 4: 163-174. Madrid.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2006): La Cova Nova de Son Lluís (Porreres, Mallorca). Notes sobre aspectes històrics i geoespeleològics. *Endins*, 29: 5-24. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; TRIAS, M.; GINÉS, A. & SANTANDREU, G. (2007): Els fenòmens endocàrstics de la zona de Ca n'Olesa: la Cova de s'Ònix i altres cavitats veïnes (Manacor, Mallorca). *Endins*, 31: 5-30. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; MERINO, A.; MULET, A. & MULET, G. (2008): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). Una localitat excepcional des del punt de vista del patrimoni geoespeleològic. In: PONS, G.X. (ed.) *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*, Soc. Hist. Nat. Balears, 59-60. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2001): La Cova de sa Gleda. *Subterrànea*, 16: 24-34. Madrid.
- GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2002): Las exploraciones subacuáticas en el karst litoral del Migjorn de Mallorca / Les exploracions subaquàtiques al carst costaner del Migjorn de Mallorca. *Boletín SEDECK*, 3: 56-75. Madrid.
- GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2006): Cova de sa Gleda. In: MAYORAL, D. & MATEU, T. (eds.) *Mallorca, bellezas en la oscuridad. Guía práctica y visual de la espeleología en Mallorca*. Espeleo Mallorca S.C. 229-238. Sant Llorenç des Cardassar, Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; AGUILÓ, C. & WATKINSON, P. (1998a): La Cova des Drac de Cala Santanyí (Santanyí, Mallorca). *Endins*, 22: 55-66. Palma de Mallorca.

- 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.; JAUME, D.; FORNÓS, J.J.; URIZ, M.J.; MARTÍN, D.; GIL, J.; GRACIA, P.; FEBRER, M. & PONS, G.X. (2005): La Cova des Coll (Felanitx, Mallorca): espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; LANDRETH, R.; VICENS, D. & WATKINSON, P. (2001): Evidències geomorfològiques dels canvis del nivell marí. In: PONS, G.X. & GUIJARRO, J.A. (eds.) *El canvi climàtic: passat, present i futur*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 9: 91-119. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & LAVERGNE, J.J. (2000): Les coves de Cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 23: 41-57. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & WATKINSON, P. (1998b): La Cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre Cala sa Nau i Cala Mitjana (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 22: 5-18. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J. & CLAMOR, B. (2007a): Cavitats costaneres de les Balears generades a la zona de mescla, amb importants continuacions subaquàtiques. In: PONS, G.X. & VICENS, D. (eds.) *Geomorfologia litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 299-352. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; CLAMOR, B.; FEBRER, M. & GAMUNDÍ, P. (2007b): La Cova de sa Gleda I. Sector Clàssic, Sector de Ponent i Sector Cinc-cents (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, sedimentologia i hidrologia. *Endins*, 31: 43-96. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; JAUME, D.; RAMIS, D.; FORNÓS, J.J.; BOVER, P.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A. & VADELL, M. (2003): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). II: La Cova Genovesa o Cova d'en Bessó. Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna, paleontologia, arqueologia i conservació. *Endins*, 25: 43-86. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36. Palma de Mallorca.
- HABSBURG-LOTHRINGEN, L.S. (1884): *Die Balearen in Wort und Bild geschildert*. Brockhaus. Vol. 5. Leipzig.
- HILL, C.A. (1990): Sulfuric acid speleogenesis of Carlsbad Cavern and its relationship to hydrocarbons, Delaware Basin, New Mexico and Texas. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 74: 1685-1694.
- JENNINGS, J.N. (1985): *Karst geomorphology*. Basil Blackwell. 293 pàgs. Oxford.
- JENSON, J.W.; KEEL, T.M.; MYLROIE, J.R.; MYLROIE, J.E.; STAFFORD, K.W.; TABOROŠI, D. & WEXEL, C. (2006): Karst of the Mariana Islands: the interaction of tectonics, glacio-eustasy, and freshwater/seawater mixing in island carbonates. In: HARMON, R.S & WICKS, C. (eds.) *Perspectives on karst geomorphology, hydrology and geochemistry*. Geological Society of America, Special Paper 404: 129-138.
- KLIMCHOUK, A.B. (2007): *Hypogene speleogenesis: hydrogeological and morphogenetic perspective*. National Cave and Karst Research Institute. Special Paper 1. 106 pàgs. Carlsbad, New Mexico.
- KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (2000): Lithologic and structural controls of dissolutional cave development. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 54-64. Huntsville, USA.
- KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) (2000): *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 527 pàgs. Huntsville, USA.
- LÓPEZ, J.M. (2007): *Las manifestaciones hidrotermales del sur de Lluçmajor, Mallorca*. Memòria d'Investigació. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 132 pàgs. Inèdita.
- LÓPEZ, J.M. & MATEOS, R.M. (2006): Control estructural de las anomalías geotérmicas y la intrusión marina en la plataforma de Lluçmajor y la cubeta de Campos (Mallorca). *Las aguas subterráneas en los países Mediterráneos*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, 17: 607-613. Madrid.
- LÓPEZ, J.M.; MATEOS, R.M. & BALLESTER, A. (2004): Aportaciones del sondeo de investigación geotérmica Lluís Moragues al modelo de funcionamiento hidrogeológico de las aguas termales de la plataforma de Lluçmajor (Mallorca). *VIII Simposio de Hidrogeología*. Asociación Española de Hidrogeólogos. 2: 379-388. Zaragoza.
- LOWE, D.J. (1992): A historical review of concepts of speleogenesis. *Cave Science*, 19 (3): 63-90.
- LOWE, D.J. (2000): Role of stratigraphic elements in speleogenesis: the speleoception concept. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 65-76. Huntsville, USA.
- LOWE, D.J. & GUNN, J. (1997): Carbonate speleogenesis: an inception horizon hypothesis. *Acta Carsologica*, 26 (2): 457-480. Ljubljana.
- MAHEU, J. (1912): Exploration et flore souterraine des cavernes de Catalogne et des Iles Baléares. *Spelunca*, 8 (67-68): 1-108. París.
- MARTEL, E.A. (1896): Sous Terre. Cueva del Drach, a Majorque. *Ann. Club Alpin Franc.*, 23: 1-32. París.
- MARTEL, E.A. (1903): Les cavernes de Majorque. *Spelunca*, 5 (32): 1-32. París.
- MARTEL, E.A. (1921): *Nouveau traité des eaux souterraines*. Librairie Octave Doin. 838 pàgs. París.
- MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera (Lluçmajor, Mallorca). *Endins*, 19: 17-23. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Lluçmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2002): La Cova des Pas de Vallgornera (Lluçmajor, Mallorca). *Boletín SEDECK*, 3: 134-141. 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 los espeleotemas y morfologías existentes en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 32. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A. & MULET, G. (2006): La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kilòmetros de desarrollo topografiado (Lluçmajor, 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 (Lluçmajor, Mallorca): 40 kilòmetros 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 (Lluçmajor, Mallorca) alcanza los 55 kilòmetros de desarrollo topográfico. *Endins*, 32. Palma de Mallorca.
- 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.

- MYLROIE, J.E. (1983): Karst Geology and Pleistocene history of San Salvador Island, Bahamas. In: GERACE, D.T. (ed.) *Proceedings of the First Symposium on the Geology of San Salvador Island, March 22-25, 1982*. CCFL. 6-11. Ft Lauderdale, Florida.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (1986): Minimum duration for speleogenesis. *Com. 9º Cong. Intern. Espeleol.*, 1: 249-251. Barcelona.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (1988): Solution conduits as indicators of late Quaternary sea level position. *Quaternary Science Reviews*, 7: 55-64.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (1990): The flank margin model for dissolution cave development in carbonate platforms. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15: 413-424.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (1997): Land use and carbonate island karst. In BECK, B.F. & STEPHENSON, J.B. (eds.) *The engineering geology and hydrogeology of karst terranes*. Brookfield. 3-12. Balkema.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (2000): Speleogenesis in coastal and oceanic settings. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 226-233. Huntsville, USA.
- MYLROIE, J.R. & MYLROIE, J.E. (2007): Development of the carbonate island karst model. *Journal of Karst and Cave Studies*, 69 (1): 59-75. Huntsville, USA.
- NÚÑEZ-JIMÉNEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Academia de Ciencias de Cuba. 224 pàgs. La Habana.
- OBRADOR, A. & POMAR, L. (2004): 4. El Miocè del Migjorn. In: FORNÓS, J.J.; OBRADOR, A. & ROSSELLÓ, V.M. (eds.) *Història natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist Nat. Balears, 11: 73-92. Palma de Mallorca.
- PALMER, A.N. (1975): The origin of maze caves. *National Speleological Society Bulletin*, 37: 56-76. Huntsville, USA.
- PALMER, A.N. (1991): Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*, 103: 1-21.
- PALMER, A.N. (2000): Hydrogeologic control of cave patterns. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 77-90. Huntsville, USA.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave geology*. Cave Books. 454 pàgs. Dayton, Ohio.
- PALMER, A.N.; PALMER, M.V. & QUEEN, J.M. (1977): Geology and the origin of caves in Bermuda. *Proceedings 7th International Speleological Congress*. 336-338. Sheffield.
- PALMER, A.N.; PALMER, M.V. & SASOWSKY, I.D. (1999): *Karst modeling*. Karst Water Institute, Special Publication 5. 265 pàgs. Charlottesville, USA.
- PAZZELLI, L. (1999): *Variazioni del livello del mare nel Mediterraneo occidentale durante il Tardo Pleistocene, misurate attraverso la datazione U/Th di concrezioni freatiche su speleotemi sommersi nelle grotte costiere dell'isola di Mallorca (Spagna)*. Tesi di Laurea. Università degli Studi "Roma Tre". 114 pàgs. Inèdit.
- PLUMMER, L.N. (1975): Mixing of sea water with calcium carbonate ground water. In: WHITTEN, E.H.T. (ed.) *Quantitative studies in geological sciences*. Geological Society of America Mem. 142: 219-236.
- POMAR, L. (1979): La evolución tectonosedimentaria de las Baleares: Análisis crítico. *Acta Geológica Hispánica*, 14: 293-310.
- POMAR, L.; ESTEBAN, M.; CALVET, F. & BARÓN, A. (1983): La Unidad Arrecifal del Mioceno Superior de Mallorca. En: POMAR, L., OBRADOR, A., FORNÓS, J.J. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. (eds.) *El Terciario de las Baleares*. Guía de las Excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología. Menorca. 139-175.
- POMAR, L.; WARD, W.C. & GREEN, D.G. (1996): Upper Miocene reef complex of the Llucmajor area, Mallorca, Spain. In: FRANSEEN, E.; ESTEBAN, M.; WARD, W.C. & ROUCHY, J.M. (eds.) *Models for carbonate stratigraphy from Miocene reef complexes of the Mediterranean regions*. SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology, 5: 191-225.
- RHOADES, R. & SINACORI, N.M. (1941): Patterns of groundwater flow and solution. *Journal of Geology*, 49: 785-794.
- RODÉS, L. (1925): Los cambios de nivel en las cuevas del Drach (Manacor, Mallorca) y su oscilación rítmica de 40 minutos. *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 19 (7): 207-221. Barcelona.
- SMART, P.L.; BEDDOWS, P.A.; COKE, J.; DOERR, S.; SMITH, S. & WHITAKER, F.F. (2006): Cave development on the Caribbean coast of the Yucatan Peninsula, Quintana Roo, Mexico. In: HARMON, R.S & WICKS, C. (eds.) *Perspectives on karst geomorphology, hydrology and geochemistry*. Geological Society of America, Special Paper 404: 105-128.
- SWEETING, M.M. (ed.) (1981): *Karst Geomorphology*. Hutchinson Ross Publishing Company. Benchmark Papers in Geology, Vol. 59. 429 pàgs. Stroudsburg, Pennsylvania.
- SWINNERTON, A.C. (1932): Origin of limestone caverns. *Geological Society of America Bulletin*, 43: 662-693.
- TRIAS, M. (1983): *Espeleologia de les Pitiüses*. Institut d'Estudis Eivissencs. Estudis breus, 2. 59 pàgs. Eivissa.
- TRIAS, M. (1986): Contribució al catàleg espeleològic de Formentera. *Endins*, 12: 25-29. Palma de Mallorca.
- TRIAS, M. (2004): 17. El paisatge subterrani meridional de Menorca. In: FORNÓS, J.J.; OBRADOR, A. & ROSSELLÓ, V.M. (eds.) *Història natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist Nat. Balears, 11: 275-290. Palma de Mallorca.
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet - Cala Varques. *Endins*, 4: 21-42. Palma de Mallorca.
- TRIAS, M. & ROCA, L. (1975): Noves aportacions al coneixement de les coves de sa Mola (Formentera) i de la seva importància arqueològica. *Endins*, 2: 15-33. Palma de Mallorca.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, C.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J. & TADDEUCCI, A. (2006): Last interglacial sea level changes in Mallorca island (Western Mediterranean). High precision U-series data from phreatic overgrowths on speleothems. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 50 (1): 1-21. Berlín.
- TUCKER, M. & WRIGHT, V.P. (1990): *Carbonate sedimentology*. Blackwell Scientific Publications. 482 pàgs.
- VACHER, H.L. & MYLROIE, J.E. (2002): Eogenetic karst from the perspective of an equivalent porous medium. *Carbonates and Evaporites*, 17 (2): 182-196.
- WHITE, W.B. & CULVER, D.C. (eds.) (2007): *Benchmark papers in karst science*. Karst Water Institute. Special Publication, 11. 590 pàgs. Leesburg, VA.

COVES LITORALS, GEOMORFOLOGIA I JACIMENTS DEL QUATERNARI DE LA MARINA DE LLUCMAJOR ZONA 1: LA FRANJA COSTANERA ENTRE ES RACÓ DES LLOBETS I CALA ESGLESIETA (1a part)

per Antelm GINARD^{1,4}, Damià VICENS^{2,4,8}, Damià CRESPI^{2,5}, Mateu VADELL^{1,4,5}, Pere BOVER^{1,4,5,6}, Pau BALAGUER^{4,7} i Francesc GRÀCIA^{3,4,8}

Resum

Presentam la topografia i descripció de 12 coves litorals de Lluçmajor (Illa de Mallorca). Es comenta la seva possible gènesi i les peculiaritats morfològiques més destacades.

Es descriuen jaciments del Pleistocè superior marí, basant-nos en la bibliografia existent, els fòssils presents a les col·leccions de la Societat d'Història Natural de les Balears i en observacions personals. Els jaciments de la pedrera de cala en Bassí, Na Blanca, la cova Foradada i es cocó de Ca n'Esglesieta eren inèdits fins ara.

Resumen

Presentamos la topografía y descripción de 12 cavidades litorales de Lluçmajor (Isla de Mallorca). Se comenta su posible génesis y los rasgos morfológicos más destacados.

Se describen yacimientos paleontológicos del Pleistoceno superior marino, y para ello nos basamos en la bibliografía existente, en los fósiles presentes en las colecciones de la Societat d'Història Natural de les Balears y en observaciones personales. Los yacimientos de Cala en Bassí, Na Blanca, la Cova Foradada i es Cocó de Ca n'Esglesieta eran inéditos hasta la fecha.

Abstract

We present the topographic survey and description of 12 littoral caves in the municipality of Lluçmajor (Mallorca). We also comment on their possible origins and the more remarkable morphological features.

In addition we describe marine deposits from the Upper Pleistocene according to published bibliography, the collections curated at the Natural History Society of the Balearic Islands and personal observations. Some new deposits are presented here (Cala en Bassí, Na Blanca, Cova Foradada and Cocó de Ca n'Esglesieta).

Introducció

Lluçmajor és el terme més gran de Mallorca i presenta un litoral constituït per platges, cales i penya-segats instal·lats a la plataforma post-orogènica miocena.

ROSSELLÓ (1964), CUERDA i SACARÈS (1992) descriuen les costes de la marina de Lluçmajor com a poc estructurades, a excepció del sector occidental i de la zona de cala Beltran i cala Pi.

A Mallorca hi ha tres zones litorals amb relleus tabulars post-orogènics, que estan separades per àrees de conca reblides per dipòsits plioquaternaris. La marina de Lluçmajor, que n'és una d'elles, té una longitud de 41,2 km (BALAGUER, 2007).

Segons GOMEZ-PUJOL *et al.* (2007b), les majors cotes i verticalitat a la costa de Lluçmajor es troben en el sector del cap Blanc-Escut del Barcelona, on hi ha penya-segats de més de 120 m. Ambdós costats del cap Blanc les cotes van disminuint progressivament fins a passar a costes amb escaló o en *nip*, tant a Son Verí com a s'Estelella.

-
- 1 Grup Espeleològic EST. Palma.
 - 2 Secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca. Palma.
 - 3 Grup Nord de Mallorca. Pollença.
 - 4 Societat d'Història Natural de les Balears. Margarida Xirgu 16 baixos. E-07011. Palma.
 - 5 Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra Palma-Port de Sóller, km 30,5. E-07100. Sóller.
 - 6 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, Ctra de Valldemossa km 7,5. E-07122. Palma.
 - 7 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, IMEDEA (CSIC-UIB), Miquel Marqués 21. E-07190. Esporles.
 - 8 Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa km 7,5. E-07122. Palma. email: naburguesa@gmail.com

Els dipòsits quaternaris d'aquesta zona han estat estudiats per diferents autors, sobretot per Joan Cuerda. Quant al Miocè de la marina de Lluçmajor es poden diferenciar dues unitats estratigràfiques. La inferior és la Unitat d'Esculls en la qual es poden observar clarament diferents fàcies: fàcies de plataforma, fàcies de talús escullós, fàcies de front escullós i fàcies de rere l'escull coral·lí o *lagoon* (POMAR *et al.*, 1983). Per sobre d'aquesta unitat, i discordant amb ella, hi trobam el complex de les Calcàries de Santanyí, també anomenat Complex Terminal (FORNÓS i POMAR, 1983). Aquest complex consta de diverses unitats deposicionals: calcàries oolítiques, estromatòlits, calcàries evaporítiques, esculls de serpúlids i calcàries d'aigües salobres (manglars), que corresponen a sediments de plataforma i seqüències litorals. Les coves que presentem en el present treball es localitzen principalment en el complex de les Calcàries de Santanyí, encara que algunes s'excaven parcialment en materials pleistocènics.

En aquest treball es cataloguen cavitats litorals des d'es Racó des Llobets fins a cala Esglesieta, que foren topografiades entre els estius de 2007 i de 2008, qüestió ja comentada a GINARD *et al.* (2008). S'han situat 29 cavitats, 2 basses temporals i 2 torrents, dels quals s'han topografiat 12 cavitats.

La toponímia del litoral de Lluçmajor ha estat estudiada detalladament per AGUILÓ (1996), per la qual cosa molts dels noms de les coves descrites en aquest treball, provenen de la toponímia recollida per aquest autor.

Dins la denominació genèrica de cova litoral tenen cabuda les captures càrstico-marines i les coves marines (o d'abració marina). A les primeres originalment existeix una forma endocàrstica que és capturada pel progrés de l'erosió litoral i el consegüent retrocés de la línia de costa. Les coves marines, en el sentit estricte de la paraula, s'originen a partir de processos aliens als de la carstificació i són cavitats excavades per l'acció erosiva lligada a la dinàmica litoral de les aigües marines. Les cavitats de gènesi marina no són exclusives de les costes amb litologia calcària i són presents a qualsevol tipus de litologia (GINÉS, 2000). Les coves d'abració marina estan ben definides per GRÀCIA i VICENS (1998), GINÉS (2000) i GRÀCIA *et al.* (2001), per la qual cosa ens estalviem les característiques d'aquest tipus de cavitat. SERVERA (2004) tracta les mesoformes litorals i la geomorfologia litoral d'una forma molt aclaridora.

Totes les coves litorals d'aquest treball tenen la seva gènesi lligada a l'abració marina, encara que també és possible que hi hagi captures càrstico-marines, i es troben instal·lades dins materials del Miocè i del Quaternari.

La presència de jaciments del Pleistocè és una característica rellevant de la zona, per la qual cosa s'han revisat tots els jaciments del Pleistocè superior amb fauna marina coneguts fins ara i s'han descrit els jaciments inèdits. Es fa una ressenya dels jaciments basant-nos en la descripció ja feta per autors anteriors i en observacions personals. També s'han consultat les col·leccions de la Societat d'Història Natural de les Balears on hi havia material procedent de la zona d'estudi.

Situació geogràfica

La zona d'estudi està situada al sud-est de l'illa de Mallorca. L'àrea que tractam es troba a la franja costanera de la marina de Lluçmajor, entre les badies de Campos i Palma. El sector prospectat està situat d'est a oest, des d'es Racó des Llobets fins a cala Esglesieta i constitueix més de 8 km de litoral i abraça sis possessions: es Llobets, Son Bieló, Son Reinés, Son Fideu, Son Avall i s'Estelella.

La toponímia d'aquesta zona, com s'ha dit abans, s'ha agafat de Cosme Aguiló (AGUILÓ, 1996). Concretament, sobre el topònim de s'Estelella, cal dir que no hem fet servir la forma Estalella, molt més coneguda a Lluçmajor, i hem fet servir la forma Estelella (AGUILÓ, 1992).

Marc físic i geomòrfic de la zona d'estudi

El tram de costa comprés entre cala Esglesieta i es Racó d'es Llobets (Figura 1) té una longitud aproximada de 8.600 m, dels quals 8.500 m pertanyen a l'illa de Mallorca i uns 100 m pertanyen a l'Illot de s'Estanyol de Migjorn. Es tracta d'un segment costaner localitzat dins del municipi de Lluçmajor, a uns 400 m a l'est de la urbanització de Vallgornera, i conforma la línia de costa dels nuclis urbans de s'Estanyol i de la urbanització de Son Bieló. La major part de la línia de costa no presenta modificacions (79%, 6.760 m) i pràcticament la totalitat de les modificacions per part de l'home es concentren a la zona de s'Estanyol de Migjorn, al voltant del club nàutic (21%, 1.840 m).

Es pot observar una disminució constant en l'altura de la línia de costa del tram estudiat d'oest cap a est (ROSSELLÓ, 1964; CUERDA i SACARÉS, 1992). Aquesta disminució en l'altura està relacionada amb el basculament de la marina de Lluçmajor o de Migjorn que presenta les majors altures de costa a la seva part central (cap Roig - cap Blanc) i van perdent altura a mesura que ens desplaçam cap als seus extrems. A la zona de cala Esglesieta les costes presenten altures compreses entre els 15 i els 20 metres, mentre que a la zona d'es Racó des Llobets es troben costes baixes amb altures compreses entre l'1 i els 2 metres (Figura 1), desenvolupant-se costes d'erosió en estrats o de tipus sapa (BUTZER, 1962; ROSSELLÓ, 1975). Aquesta pèrdua d'altura, de l'oest cap a l'est, indica el pas progressiu dels relleus tabulars post-orogènics del Miocè Superior de la marina de Lluçmajor o de Migjorn cap a la conca de Campos rebllida per materials d'edats compreses entre el Miocè Mitjà i el Plio-Quaternari a on la potència dels sediments pot arribar a assolir de l'ordre dels 300 metres (FUSTER, 1973).

La seqüència estratigràfica de la zona d'estudi no és uniforme i varia d'acord amb la disminució progressiva de l'altura de la línia de costa. Com a tret general, en els trams costaners amb major altura, les calcàries i cal-

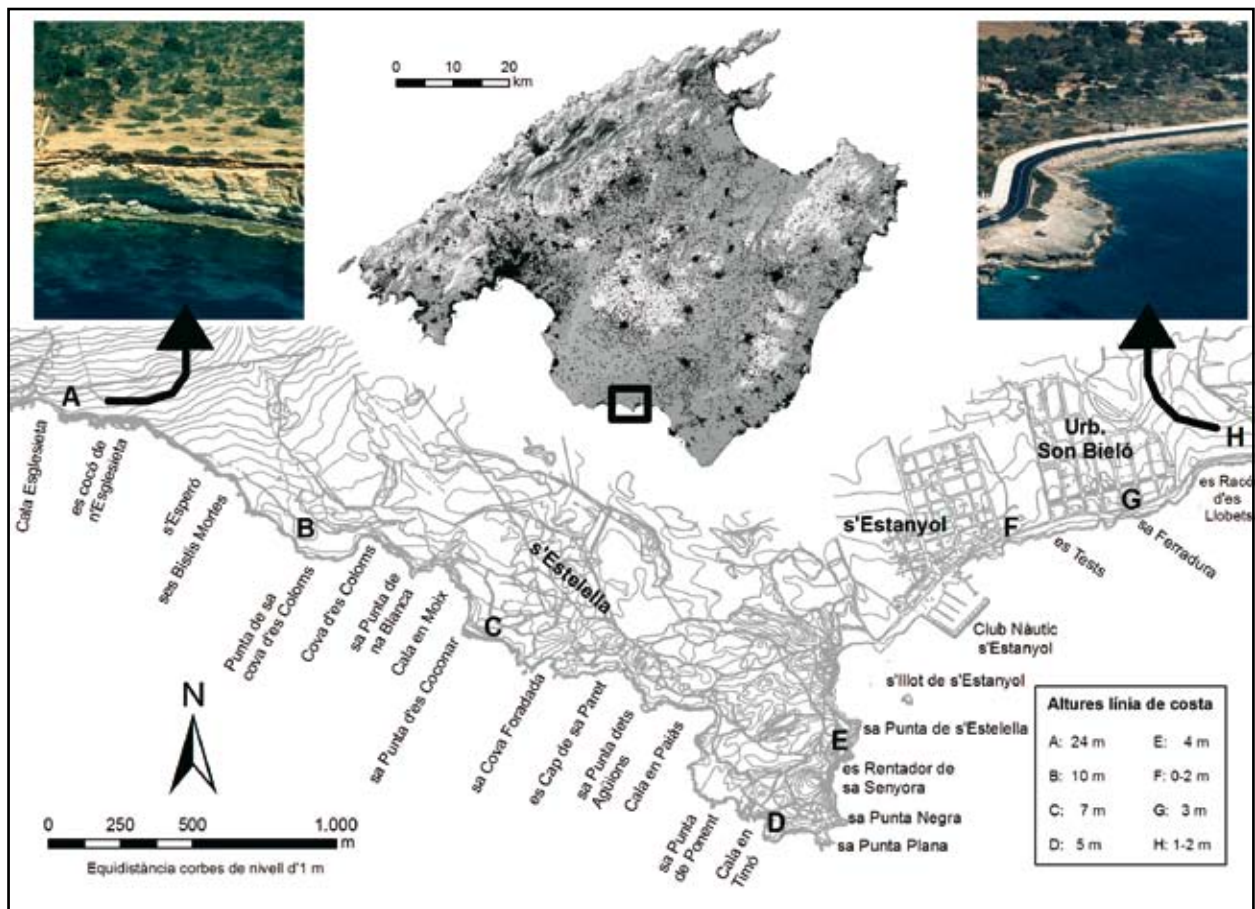


Figura 1: Localització de la zona d'estudi compresa entre cala Esglésieta i es racó d'es Llobets (Llucmajor). La característica més notable és la pèrdua d'altura de l'oest cap a l'est i els canvis en les litologies que contacten amb la mar relacionat amb aquest fenomen.

Figure 1: Location of the study zone between Cala Esglésieta and Es Racó d'es Llobets (Llucmajor). The most remarkable characteristic is the loss in height from West to East and the changes in the lithologies contacting the sea, related to this phenomenon.

carenites del Miocè Superior ocupen la major part de la columna estratigràfica (Foto 1). Per altra banda, la resta de materials de la seqüència, atribuïts als temps Quaternaris (CUERDA i SACARÈS, 1992), adquireixen major protagonisme a mesura que ens acostem a la zona de la torre de s'Estellella i s'Estanyol. Malgrat aquestes variacions geomòrfiques del front litoral es pot assumir, de forma molt general, que la seqüència estratigràfica generalitzada respon a la presència de calcàries i calcarenites corresponents a la Unitat Calcàries de Santanyí (FORNÓS, 1983) i sobre aquestes i amb un contacte erosiu i discordant es disposen els materials Quaternaris. La condició de trobar-nos a una zona constituïda per materials post-orogènics, dipositats amb posterioritat de l'Orogènia Alpina, implica que aquests es disposen d'acord amb una estratificació horitzontal o subhoritzontal deguda, en alguns casos, a reajustaments tectònics puntuals com el que es manifesta a la zona de s'Estellella (SERVERA i RODRÍGUEZ-PEREA, 1997) a on s'han constatat moviments tectònics recents.

Quant a les implicacions de l'onatge i del clima marítim en el model de la línia de costa és important assenyalar que el segment costaner objecte d'estudi està orientat al sud (Figura 1), amb la qual cosa pot rebre directament l'onatge de direccions compreses entre Ponent (oest) i Xaloc (sud-est). El règim mitjà direccional

de l'onatge és molt paregut al que s'observa a la resta del litoral sud i sud-est de Mallorca, predominant els onatges i els vents de direccions provinents del sud-oest i del sud-est (GÓMEZ-PUJOL *et al.*, 2007c). Cal assenyalar que el tram comprès entre cala Esglésieta i punta Plana rep de manera més directe els onatges del sud-oest que és precisament la direcció en la qual arriben els majors valors d'altura significant d'onatge (CAÑELLAS *et al.*, 2007).

Basses temporals

Les basses temporals són depressions molt poc profundes i de dimensions reduïdes, disposades sobre algun tipus de terreny impermeable, que no tenen cap aportació permanent d'aigua; s'omplen amb les pluges i es buiden més o menys tard en funció de les precipitacions que s'hagin produït durant l'hivern i la primavera, del vent i de la temperatura (MUNTANER, 2006). A la zona estudiada n'hem localitzat dues: la primera, anomenada es Bassal, es forma a la desembocadura des torrent de Garonda. Aquesta bassa és l'origen del nom de s'Estanyol, que ha esdevingut un pur fòssil (AGUILÓ,



Foto 1: Cala Eslesieta. Calcàries i calcarenites del Miocè superior (Messinià) complex de les calcàries de Santanyí i eolianites i paleosòls del Pleistocè (Foto M. Vadell).

Photo 1: Cala Eslesieta. Upper Miocene (Messinian) limestones and calcarenites Santanyí limestone complex and Pleistocene aeolianites and paleosoils (Photo M. Vadell).

1996). En aquesta bassa hi podem trobar fauna molt característica de les basses com ara l'invertebrat *Triops cancrivorus* o el vertebrat *Bufo viridis*. La segona bassa és localitzada molt a prop de la torre de s'Estelella (Foto 2). A la marina de Lluçmajor trobam la concentració més important de basses de les Balears.

Geomorfologia litoral

La geomorfologia litoral té com a objecte descriure les formes del relleu en aquest espai i explicar els processos que les generen. El temps és un factor clau en la interpretació i explicació del relleu i de la seva evolució. La posició i configuració d'un litoral és el resultat de la combinació de tres factors independents: els processos geològics esdevinguts en el passat i els actuals, el nivell relatiu de la mar i la relació local entre l'erosió i l'acumulació, i un tercer factor que resulta de diversos processos actius, subaeris i marins, engegats per agents de naturalesa mecànica, química i biològica (SERVERA, 2004).

Els primers treballs descriptius o temàtics de la costa mallorquina daten de finals del XIX, emperò el primer treball de síntesi n'és un de Karl W. Butzer, aparegut a

una revista americana l'any 1962. De llavors ençà els treballs realitzats sobre la geomorfologia mallorquina són nombrosos i abracen diferents línies d'investigació. Una visió històrica, on surten els principals treballs referits a la geomorfologia litoral, ve donada per GOMEZ-PUJOL i PONS (2007).

Nosaltres seguim una línia iniciada per GRÀCIA *et al.* (1997), on s'intenta topografiar totes les cavitats litorals d'una zona. És clar que moltes d'aquestes cavitats, per no dir la majoria, no tenen una gènesi d'origen càrstic i són originades per l'erosió marina, emperò algunes d'elles que s'han originat en períodes interglacials i han tingut temps per estar enfora de la mar en períodes glacials quant la línia de costa estava més baixa, poden presentar fenòmens relacionats amb el carst (GINÉS, 2000).

Referent al mesomodelat dels penya-segats de les marines mallorquines es pot trobar un esquema de les morfologies més freqüents a GRÀCIA i VICENS (1998). A GRÀCIA *et al.* (2001) surt un esquema un poc més ampliat. A GINÉS (2000) es poden consultar diversos exemples on es relaciona el modelat litoral amb l'endocarst.

Recentment, GOMEZ-PUJOL *et al.* (2007a) avaluen la magnitud dels processos erosius que actuen sobre el penya-segats carbonatats de la zona de cala Esglesieta.



Foto 2 : Bassa temporal a prop de la torre de s'Estelella (Foto D. Vicens).

Photo 2 : Temporary pool near Torre de s'Estelella (Photo D. Vicens).

Tot el que serien les microformes de meteorització del litoral calcari, ben definides per GOMEZ-PUJOL i FORNÓS (2001), presents per tota la zona d'estudi, es deixen per un proper treball.

Situació geològica

Ens trobam a la plataforma post-orogènica de la marina de Lluçmajor. A la zona d'estudi hi ha materials del Miocè superior i del Quaternari (Foto 1). Comentam breument el Miocè, per donar pas al Quaternari que sí detallam, sobretot els dipòsits del Pleistocè superior amb fauna marina. Els dipòsits amb mol·luscs terrestres del Quaternari de la zona d'estudi són més aviat modestos si els comparam amb alguns de la zona septentrional de Mallorca (veure VICENS i PONS, 2007) o amb altres del mateix litoral de Lluçmajor (veure CUERDA, 1975).

MIOCÈ

En la zona d'estudi els materials miocens es troben just per sota dels nivells d'eolianites i paleosòls del Pleistocè. Aquests afloren als penya-segats costaners, en tot el litoral d'aquesta àrea. En la zona del present treball, el Miocè està representat per les Calcàries de Santanyí (també anomenat Complex Terminal). Segons FORNÓS i POMAR (1983) aquesta unitat estratigràfica consisteix essencialment en calcàries oolítiques, associades a nivells estromatolítics, calcàries evaporítiques, esculls de serpulíds i calcàries d'aigües salobres (manglars); totes elles corresponen a sediments de plataforma i a seqüències litorals. Aquests materials són atribuïts al Messinià. Corresponen, doncs, a materials postorogènics, que només poden veure's afectats per la tectònica distensiva. Estratigràficament es troben per sobre de la Unitat d'Esculls que formen la plataforma de la marina de Lluçmajor. La potència de les Calcàries de Santanyí no sobrepassa els 30 m.

Les coves que trobam en aquesta zona d'estudi es troben en aquests materials, encara que algunes també s'emplanten parcialment en els materials del Pleistocè.

FORNÓS i POMAR (1983) diferencien diverses unitats en aquest complex. La majoria de cavitats s'encaixen en la Unitat Oolítica, format essencialment per un *grainstone* oolític, que pot presentar estratificacions creuades. Segons aquests autors correspon a ambients deposicionals de fàcies litorals, intermareals i submareals. Encara que en la nostra zona d'estudi no aflorin clarament, més a prop de la urbanització de Vallgonera, trobam un altre complex de nivells que forma part de la unitat estratigràfica de les Calcàries de Santanyí. Aquest és el Complex de Manglars, que aflora per sota de la Unitat Oolítica, on els penya-segats són més elevats. Es caracteritza per la alternança de nivells biocalcarenífics de miliòlids amb bioturbació vertical i nivells més fangosos, amb estratificació horitzontal. També poden trobar-se nivells d'argiles verdes amb clastes negres. Aquests nivells contenen una fauna amb espècies d'aigües dolces, d'altres d'aigües salobres i, fins i

tot, algunes marines. Les argiles es dipositen per decantació als estanys mentre que els clastes negres són restes vegetals carbonosos.

A GOMEZ-PUJOL *et al.* (2007a) es pot trobar una explicació de l'estratigrafia de la zona de cala Esglesieta.

QUATERNARI

Antecedents

BUTZER i CUERDA (1960) descriuen dipòsits quaternaris amb fauna marina a s'Estelella, un de l'interglaciari Mindel-Riss just per damunt del Miocè i l'altre de l'Eutirrenià, amb la peculiaritat que es troben a una alçada poc freqüent a les Balears, a uns +10,5 m snm. També estudien els dipòsits del Pleistocè entre s'Estanyol i la punta de son Bieló.

SOLÉ-SABARÍS (1962) presenta un tall estratigràfic de s'Estanyol, sense fer precisions dels fòssils presents.

BUTZER i CUERDA (1962a) presenten el tall de la punta de Son Bieló.

BUTZER i CUERDA (1962b) estudien els dipòsits del Pleistocè amb fauna marina de s'Estelella situats a +4,5 m snm.

ROSSELLÓ (1964) recull els coneixements que es tenien fins a les hores del Quaternari de la zona.

CUERDA (1975) descriu els jaciments de la zona a la seva obra del Quaternari balear, posant un especial esment en els jaciments de s'Estelella per la seva importància.

ROSE (1978) presenta un tall del racó de s'Arena i de s'Estelella.

CUERDA *et al.* (1983) estudien el jaciment de cala en Paiàs (denominat com a cala en Timó pels autors esmentats) i li donen una cronologia neotirreniana.

CUERDA (1987) fa referència als jaciments de la zona al parlar de determinades espècies.

CUERDA i SACARÉS (1992) fan una recopilació dels jaciments del Quaternari marí de Lluçmajor.

SERVERA (1997) a la seva tesi sobre sistemes dunars litorals de les Balears, parla àmpliament del sistema dunar de s'Estelella.

SERVERA i RODRIGUEZ-PEREA (1997) parlen de les dunes recents i quaternàries de s'Estelella.

VICENS i GRÀCIA (1998) en un article de caire general, reproduïxen el dibuix de s'Estelella de CUERDA (1975).

MOREY (2008) fa una catalogació i valoració dels jaciments més coneguts de la zona.

Metodologia

En primer lloc hem revisat tots els articles que fan referència als dipòsits quaternaris del sector estudiat. S'ha prospectat la zona i es presenten talls estratigràfics dels jaciments del Pleistocè superior més significatius (Figura 3). També s'ha revisat la col·lecció CUERDA, en la què hi ha catalogats el mol·luscs marins (PONS *et al.*, 2008), i la col·lecció VICENS (ambdues dipositades a la Societat d'Història Natural de les Balears), on hi ha-

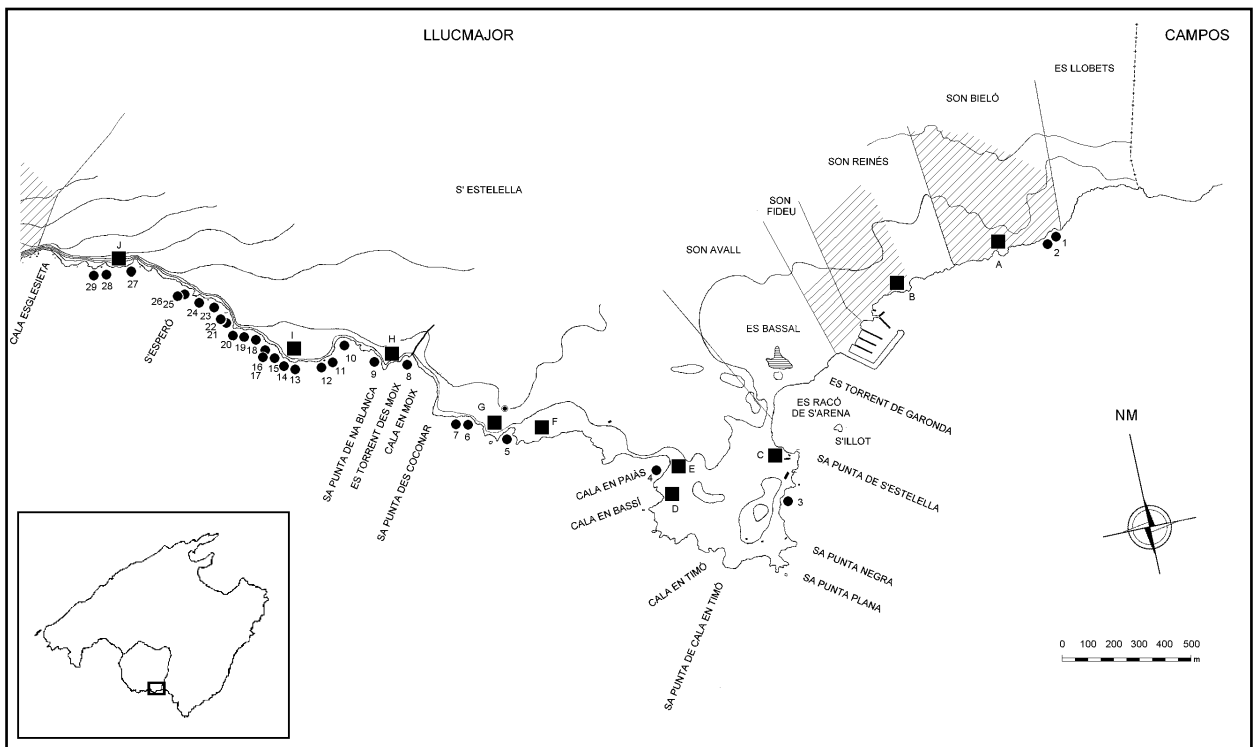


Figura 2: Mapa de la zona amb la situació de les cavitats (basat en AGUILÓ, 1996): 1) Cova des Ribell, 2) Cova des Mollet des Canons, 3) Cova Pudenta, 4) Cova de Cala en Paiàs, 5) Cova de sa Torre, 6) Cova des Metge Mames, 7) Cova des Coconar, 8) Cova de Cala en Moix, 9) Cova de na Blanca, 10) Cova des Coloms I, 11) Balma de s'Escui, 12) Cova de s'Escui, 13) Cova de sa Punta, 14) Cova Foradada, 15) Cova de s'Estelella I, 16) Cova de s'Estelella II, 17) Balma des Coloms, 18) Cova des Coloms II, 19) Balma des Cap, 20) Cova des Cap, 21) Cova de ses Bistis Mortes I, 22) Cova de ses Bistis Mortes II, 23) Cova des Cap de sa Paret, 24) Cova de s'Esperó I, 25) Cova de s'Esperó II, 26) Cova de s'Esperó III, 27) Cova des debaixador de Ca n'Esglesieta, 28) Cova de s'Enterrossai, 29) Cova de sa Panada. Situació dels jaciments del Pleistocè superior marí: A) Rentador de ses Egos, B) S'Estanyol, C) Niu de Metralladora, D) Pedrera de Cala en Bassí, E) Cala en Paiàs, F) Torre de s'Estelella nivell +3m i +4,5m, G) Torre de s'Estelella nivell +10,5m, H) Punta de na Blanca, I) Cova Foradada, J) Cocó de Ca n'Esglesieta.

Figure 2: Location map of the caves (based on AGUILÓ, 1996): 1) Cova des Ribell, 2) Cova des Mollet des Canons, 3) Cova Pudenta, 4) Cova de Cala en Paiàs, 5) Cova de sa Torre, 6) Cova des Metge Mames, 7) Cova des Coconar, 8) Cova de Cala en Moix, 9) Cova de na Blanca, 10) Cova des Coloms I, 11) Balma de s'Escui, 12) Cova de s'Escui, 13) Cova de sa Punta, 14) Cova Foradada, 15) Cova de s'Estelella I, 16) Cova de s'Estelella II, 17) Balma des Coloms, 18) Cova des Coloms II, 19) Balma des Cap, 20) Cova des Cap, 21) Cova de ses Bistis Mortes I, 22) Cova de ses Bistis Mortes II, 23) Cova des Cap de sa Paret, 24) Cova de s'Esperó I, 25) Cova de s'Esperó II, 26) Cova de s'Esperó III, 27) Cova des debaixador de Ca n'Esglesieta, 28) Cova de s'Enterrossai, 29) Cova de sa Panada. Location of the Upper Pleistocene marine paleontological: A) Rentador de ses Egos, B) S'Estanyol, C) Niu de Metralladora, D) Pedrera de Cala en Bassí, E) Cala en Paiàs, F) Torre de s'Estelella level +3m and +4,5m, G) Torre de s'Estelella level +10,5m, H) Punta de na Blanca, I) Cova Foradada, J) Cocó de Ca n'Esglesieta.

via material procedent dels jaciments d'aquesta zona.

Per a la toponímia i situació dels jaciments (Figura 2), s'ha utilitzat el mapa toponímic d'AGUILÓ (1996).

La datació relativa dels dipòsits està basada en els estudis de CUERDA (1975, 1987) i en la proposta feta per VICENS *et al.* (2001), referent a les faunes de mol·luscs marins durant el Pleistocè superior de les Balears i en la qual es poden distingir tres faunes: una fauna termòfila amb fauna senegalesa en el subestadi isotòpic 5e, una fauna termòfila empobrida en el subestadi isotòpic 5c i una fauna banal en el subestadi isotòpic 5a.

Descripció dels jaciments del Pleistocè superior marí

PUNTA DE SON BIELÓ-S'ESTANYOL

Entre la punta de Son Bieló i s'Estanyol, BUTZER i CUERDA (1960) parlen de dos jaciments molt semblants i distants uns 300 m. El més occidental diuen que és el que va mencionar SOLÉ-SABARÍS (1962). Aquest

darrer autor presenta un tall amb una estratigrafia molt senzilla del jaciment i diu que hi ha un nivell fòssilífer comprès entre 5 i 10 cm de potència, fins els +2 m snm, recobert per uns llims vermellosos amb una crosta. Aquests nivells pleistocens estan per sobre del Miocè (Figura 3-B).

BUTZER i CUERDA (1960) citen fòssils dels dos jaciments, emperò a la col·lecció CUERDA només hi ha una localitat denominada com a s'Estanyol.

BUTZER i CUERDA (1960) descriuen el jaciment denominat per aquests autors com a punta de Son Bieló (Figura 3-A). Per sobre de les calcàries del Miocè hi ha uns 20 cm de llims rosats, per donar pas a uns 50 cm de llims roig-groguencs cimentats i calcària marina d'uns 10 cm de potència. Per damunt hi ha uns 20 cm d'arenas marines llimoses, no massa cimentades i amb còdols de platja i concrecions. També s'observen dipòsits terrestres no massa cimentats de llims roig-groguencs contemporanis dels sediments marins que arriben als +2m snm. A la part superior, els uns i els altres presenten una crosta rosada. El nivell marí era bastant fòssilífer.

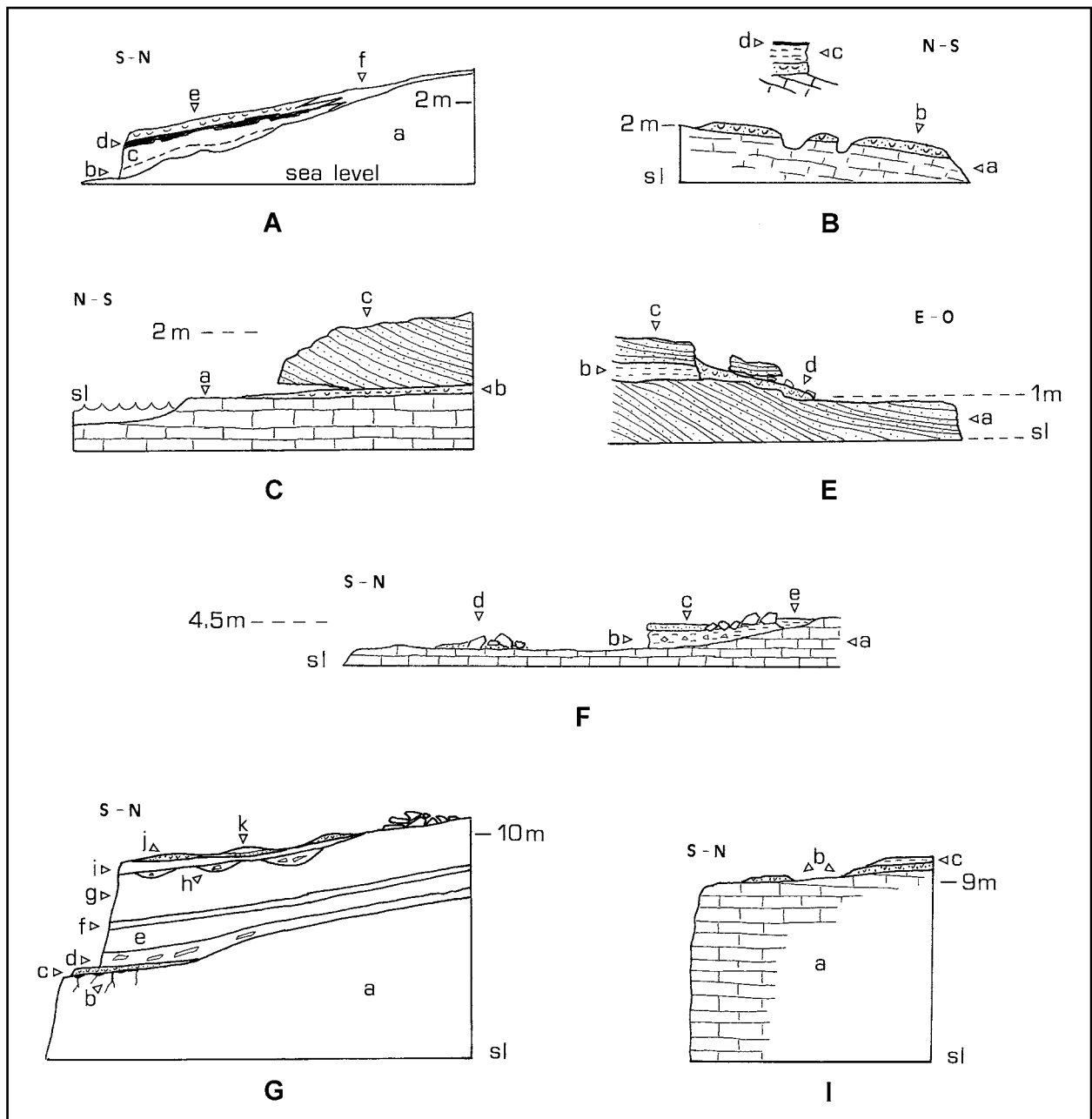


Figura 3: Estratigrafia dels principals jaciments del Pleistocè superior situats entre es racó des Llobets i cala Esglesieta. A) Rentador de ses Egos (en el treball original punta de Son Bieló) segons BUTZER i CUERDA (1962a): a- Margo-calcàries del Miocè. b- Llims col·luvials. c- Llims col·luvials. d- Beach rock. e- Dipòsit neotirrenià amb fòssils marins. f- Llims continentals. B) S'Estanyol segons SOLÉ-SABARÍS (1962): a- Miocè. b- Nivell fòssilífer del Pleistocè superior. c- Llims. d- Crosta. C) Es Niu de Metralladora: a- Calcàries del Miocè. b- Dipòsit neotirrenià amb fòssils marins. 2 c- Eolianita. E) Cala en Paiàs (en el treball original cala en Timó) segons CUERDA et al.(1983): a- Eolianita pleistocena. b- Llims pleistocens. c- Eolianita pleistocena. d- Dipòsit neotirrenià amb fòssils marins. F) Torre de s'Estelella nivell +3m i + 4,5m segons CUERDA (1975): a- Miocè. b- Bretxa amb llims. c- Sediments marins del Eutirrenià final. d- Blocs cimentats amb llims arenosos i fòssils marins. e- Llims del Würm. G) Torre de s'Estelella, nivell +10,5m segons BUTZER i CUERDA (1962a): a- Calcàries del Miocè. b- Sol de terra rossa originada in situ. c- Platja del Tirrenia I. d- Llims i col·luvions. e- Eolianita. f- Llims i col·luvions. g- Eolianita. h- Llims i col·luis. i- Eolianita. j- Dipòsit del Tirrenià II amb *Strombus bubonius*. k- Llims continentals. I) Cova Foradada: a- calcàries del Miocè. b- Dipòsit del Eutirrenià. c- Llims continentals.

Figure 3: Stratigraphy of the main deposits of marine Upper Pleistocene located between Es Racó des Llobets and Cala Esglesieta. A) Rentador de ses Egos (in the original paper cited as Punta de Son Bieló) according to BUTZER & CUERDA (1962a): a- Miocene limestones. b- Colluvial silts. c- Colluvial silts. d- Beach rock. e- Fossiliferous marine sand. f- Terrestrial silts. B) S'Estanyol according to SOLÉ-SABARÍS (1962): a- Miocene. b- Upper Pleistocene fossiliferous level. c- Silts. d- Crust. C) Es Niu de Metralladora: a- Miocene calcarenite. b- Neotyrrenian deposit with marine fossils. c- Aeolianite. E) Cala en Paiàs (in the original paper cited as Cala Entimó) according to CUERDA et al.(1983): a- Pleistocene aeolianite. b- Pleistocene silts. c- Pleistocene aeolianite. d- Neotyrrenian deposit with marine fossils. F) Torre de s'Estelella level +3m and + 4,5m according to CUERDA (1975): a- Miocene. b- Breccia with silts. c- Late Eutyrrhenian marine sediments. d- Cemented blocks with sandy silts and marine fossils. e- Würmian silts. G) Torre de s'Estelella, level +10,5m according to BUTZER & CUERDA (1962a): a- Miocene calcarenite. b- Terra rossa soil in situ. c- Tyrrhenian I beach. d- Silt and colluvium. e- Aeolianite. f- Silt and colluvium. g- Aeolianite. h- Silt and colluvium. i- Aeolianite. j- Tyrrhenian II beach containing *Strombus bubonius*. k- Terrestrial silts. I) Cova Foradada: a- Miocene limestones. b- Eutyrrhenian deposit. c- Terrestrial silts.

Posteriorment BUTZER i CUERDA (1962a) presenten un tall del jaciment. Anys més tard, CUERDA i SACARÈS (1992) simplement el citen fent pocs comentaris. Per la fauna present i per l'alçada del jaciment respecte del nivell de la mar BUTZER i CUERDA (1960) el varen situar cronològicament al Tirrenià III (també denominat Neotirrenià).

MOREY (2008) presenta un tall de BUTZER i CUERDA (1961) que no és tal. En primer lloc aquest autor s'equivoca d'any, ja que Butzer i Cuerda varen publicar un tall d'aquest indret l'any 1962, i en segon lloc hi ha diferències significatives respecte el dibuix original.

Referent al jaciment denominat s'Estanyol-sa Ràpita per MOREY (2008), a la taula 10 del seu treball, surt denominat com sa Ràpita, per la qual cosa hem intentat esbrinar a partir d'aquest binomi toponímic, de quin jaciment es tractava. En primer lloc, hem consultat els tàxons citats per MOREY *et al.* (2006) a s'Amarador des Càrritx (situat vora el port esportiu de sa Ràpita) i els hem comparat amb els tàxons citats per MOREY (2008) i hem observat que les diferències són enormes, per la qual cosa no és aquest jaciment. També l'hem comparat amb els altres jaciments de la zona i el resultat ha estat infructuós. Les espècies de fauna càlida que cita MOREY (2008) no han estat observades per cap altre autor que hagi estudiat la zona entre s'Estanyol i sa Ràpita (veure BUTZER i CUERDA (1960); SOLÉ-SABARÍS (1962); BUTZER i CUERDA (1962a); i aquest treball), per la qual cosa creiem que és tracta d'un error.

Si ens atenem a la toponímia d'AGUILÓ (1996) el jaciment descrit per BUTZER i CUERDA (1960, 1962a) es troba entre sa Ferradura i es Tests, circumdant es rentador de ses Egos. L'estratigrafia proposada per BUTZER i CUERDA (1962a) no s'observa d'una forma clara (veure Figura 2-A). El que si es pot observar uns 70 m a l'est des rentador de ses Egos és un dipòsit constituït per arenos llimosos de color vermellós-groguenc (7.5YR 6/8), còdols arrodonits de platja i fòssils marins, situats entre 0,8 i 1,8 m snm sobre una antiga plataforma d'abrasió marina sobre les calcàries del Miocè. A la part alta de la plataforma, entre els 1,5 i 1,8 m snm, es poden observar dos dipòsits marins de poca potència (no superiors als 30 cm cadascun) constituïts per conglomerats i que presenten una crosta de pocs mm a sostre de cada estrat. Si ens acostam a unes petites coves d'abrasió marina (uns 50 m a l'est des rentador de ses Egos), en unes bretxes vermelloses (7.5YR 7/6) d'origen continental que presumiblement omplien un crull, s'ha observat la presència d'*Iberellus companyonii* i de *Trochoidea frater*.

A la part oriental des rentador de ses Egos és on el jaciment ocupa una major extensió (entre 100 i 300 m² aproximadament). El nivell fossilífer es troba des de +0,5 m fins els +2m snm. Els clastes presents no es troben arrodonits i a uns +2 m es pot observar una crosta per sobre del nivell fossilífer de pocs mm d'espessor.

La part occidental del rentador també té dipòsits fossilífers, emperò l'extensió ja és molt més petita. Si ens dirigim cap a l'oest hi ha una llarga plataforma d'abrasió marina, situada entre el nivell de la mar i +1,2 m, on hi ha alguna taca de Quaternari.

Adjacent al litoral de Son Bieló, just a l'est-sud-est, es troba el litoral de Son Reinés. És en aquest indret on

SOLÉ-SABARÍS (1962) realitza el seu tall (Figura 3-B). Els dipòsits de platja pleistocena són de poca potència (entre 5 i 20 cm) i es troben situats entre +0,8 i + 2 m snm, per sobre del Miocè.

L'estratigrafia dels dipòsits quaternaris d'aquesta zona és molt més senzilla aparentment que el proper jaciment de s'Amarador des Càrritx estudiat per MOREY *et al.* (2006), què té un nivell Neotirrenià i un contingut faunístic molt similar als estudiats. La poca alçada que presenten els jaciments respecte al nivell marí, que afavoreix l'acció erosiva de la mar, i les infraestructures associades a la primera línia com són un port esportiu i el carrer que va cap a Sa Ràpita són factors que possiblement dificulten l'observació d'altres tipus de dipòsits quaternaris litorals.

Si observam la Taula 1 veurem que totes les espècies citades per BUTZER i CUERDA (1960) són presents a la seva col·lecció, això sí algunes amb canvis en el nivell específic o en la varietat. *Bivonia semisurrecta* i *Theridium rupestre* presents a la col·lecció CUERDA no havien estat citades. Hem d'afegir al llistat d'aquests jaciments, procedents de la col·lecció VICENS, *Chama gryphoides*, *Patella aspera*, *Thais haemastoma*, *Pusia tricolor*, *Mitra ebenus*, *Gadinia garnoti* i el mol·lusc terrestre *Tudorella ferruginea*.

És de destacar que no s'ha trobat a les col·leccions (ni a la col·lecció CUERDA ni a la col·lecció VICENS) ni amb les observacions personals d'aquest sector, cap espècie termòfila, ni tan sols fragments, a pesar de la riquesa amb fòssils que presenten alguns llocs. Per la semblança litològica dels dipòsits, per els fòssils i per l'alçada sobre el nivell actual de la mar, aquests dipòsits de platja compresos entre sa Ferradura i es mollet Vei són presumiblement del OIS 5a, confirmant la cronologia proposada inicialment per BUTZER i CUERDA (1960) com del Tirrenià III. VICENS *et al.* (2001) a l'hora d'establir les diferents faunes de mol·luscs del Pleistocè superior de Mallorca, utilitzen aquest jaciment com a típic del Neotirrenià mallorquí.

RACÓ DE S'ARENA

ROSE (1978) presenta tres talls d'aquesta zona que no hem observat de forma clara en aquest indret.

En aquest indret hi ha eolianites amb un gran nombre de petjades de *Myotragus balearicus*, que segons SERVERA i RODRIGUEZ-PEREA (1998) és una característica de les dunes würmianes i diferenciadora de les dunes del Riss d'aquesta zona (Fotos 3 i 4).

MOREY (2008) cita un jaciment en es racó de s'Estelella, emperò no el descriu.

Prop del Niu de Metralladora hi ha un dipòsit de mides modestes del Pleistocè superior amb la següent seqüència estratigràfica (Figura 3-C): a- Calcàries del Miocè. b- Lloms rosats (5YR 8/3) d'escassa potència (entre 5 i 10 cm) amb fauna marina situats a +0,3 m del nivell de la mar. S'ha observat la presència de *Theridium* sp, *Hinia* sp i *Conus mediterraneus*. Per la semblança amb els dipòsits propers de s'Estanyol i pel context estratigràfic creiem que es tracta d'un nivell neotirrenià. c- Eolianita würmiana de color rosat (7.5YR 8/3) que arriba a una alçada de +2m.



Foto 3: Es racó de s'Arena. Les eolianites que hi ha en el pinar són de cronologia würmiana (Foto D. Vicens).

Photo 3: Es Racó de s'Arena. The aeolianites located in the pinewood have a Würmian chronology (Photo D. Vicens).

PEDRERA DE CALA EN BASSÍ

A una pedrera de marès abandonada, situada uns 100 m al SSO de cala en Paiàs, i a la part més occidental de cala en Bassí, es va observar una estratigrafia inusual per la zona. Davall l'eolianita considerada per CUERDA *et al.* (1983) com eutirreniana hi ha un nivell de platja d'uns 20 cm amb fauna marina (Foto 5).

L'estratigrafia es la següent:

- a- Eolianita basal de color rosat (7.5YR 8/4).
- b- Llims vermells (7.5YR 7/4) cimentats d'uns 100 cm de potència. No s'ha observat la presència de fòssils.
- c- Eolianita de color groc (10YR 8/4) d'uns 2,5 m de potència. Aquesta eolianita on CUERDA *et al.* (1983) van fer el tall té 1 m de potència, al igual si ens dirigim uns 80 m a l'est de la pedrera.
- d- Arenes de platja cimentades de color groc (10YR 8/3) amb clastes subarrodonits procedents del nivell b i lloses procedents del nivell c, amb fauna marina, d'una potència d'uns 20 cm. S'han pogut determinar els següents tàxons:
 - Rhodophyceae indet.
 - Echinoidea indet.
 - Brachyurus indet.
 - *Arca noae*
 - *Barbatia barbata*
 - *Barbatia plicata*
 - *Striarca lactea*

- *Spondylus gaederopus*
- *Lima* sp
- *Ctena decussata*
- *Cardita calyculata*
- *Patella* sp
- *Gibbula* sp
- *Monodonta turbinata*
- *Littorina neritoides*
- *Luria lurida*
- *Columbella rustica*
- *Cantharus viverratus*

- e- Llims de color rosat (5YR 7/4) amb mol·luscs marins i terrestres ficats dins un crull subvertical a l'eolianita c. Les espècies observades són les següents: *Thais haemastoma* i *Iberellus companyonii*.

Per descomptat que quadra a la perfecció si proposam que el nivell d és eutirrenià, ja que per sobre hi ha l'eolianita considerada eutirreniana (nivell c) i prop d'aquest indret a cala en Paiàs hi ha un dipòsit neotirrenià adossat als llims vermells i a l'eolianita c. Nosaltres emperò creiem que aquesta proposta no és la correcta. En primer lloc no hem observat a cap altre indret d'aquesta zona el nivell d que hi ha entre el nivell b i el c. En segon lloc sembla que la part superior del nivell b i la part inferior del nivell c han estat erosionats per l'acció de les aigües de la mar. Les lloses procedents del nivell c haurien caigut en el buit subhoritzontal originat per l'erosió. Per acabar dir que aquest nivell s'encunya



Foto 4: Es racó de s'Arena. Bioturbacions produïdes per les petjades de *Myotragus balearicus* a les eolianites del Würm (Foto D. Vicens).

Photo 4: Es Racó de s'Arena. Bioturbations produced by *Myotragus balearicus* footprints in the Würmian aeolianites (Photo D. Vicens).

i desapareix pocs metres terra endins. Per tot això i el que havíem dit abans, creiem que aquest nivell és un reompliment d'un crull durant el Pleistocè superior i que per la fauna present tant podria ser de del OIS 5e com del OIS 5c.

CALA EN PAIÀS

CUERDA *et al.* (1983) varen estudiar el jaciment i el citen com a cala en Timó. El tall que presenten aquests autors ens ha servit per comprovar on es troba aquest dipòsit. Mirant la toponímia d'AGUILÓ (1996), aquest jaciment es troba a cala en Paiàs.

MOREY (2008) presenta un tall i dona l'autoria als autors abans esmentats. La representació de MOREY (2008) té notables diferències amb el tall original. En primer lloc no apareixen els llims vermells que hi ha entre dues eolianites i en segon lloc apareix un sistema dunar holocè que és inexistent en aquest indret.

Segons CUERDA *et al.* (1983), a la base hi ha una eolianita pleistocena que qüestionen si és o no del Riss. Per damunt hi ha paleosòl constituït per uns llims arenosos de color vermell d'una potència no superior a 0,5m.

Tàxon	Col. Cuerda	Col. Vicens	Butzer i Cuerda 1960
<i>Ctena decussata</i>	X		X
<i>Chama gryphoides</i>		X	
<i>Cardita calyculata</i>	X	X	X
<i>Diodora gibberula</i>	X	X	X
<i>Patella aspera</i>		X	
<i>Gibbula varia</i>			X
<i>Gibbula turbinoides</i>	X		
<i>Gibbula divaricata</i>	X		X
<i>Monodonta</i> sp		X	
<i>Monodonta articulata</i>	X		X
<i>Clanculus jussieui</i>	X		X
<i>Littorina neritoides</i>	X	X	X
<i>Alvania cimex</i>	X		X
<i>Rissoa variabilis</i>	X		
<i>R. variabilis</i> var <i>braevis</i>			X
<i>Rissoina bruguierei</i>	X		X
<i>Bivonia semisurrecta</i>	X		
<i>Theridium</i> sp		X	
<i>Theridium vulgatum</i>			X
<i>T. vulgatum</i> var <i>puchella</i>	X		
<i>Theridium rupestre</i>	X		
<i>Trunculariopsis trunculus</i>			X
<i>T. trunculus</i> var <i>conglobata</i>	X		
<i>Thais haemastoma</i>		X	
<i>Ocenebrina edwardsi</i>	X	X	X
<i>Columbella rustica</i>	X	X	X
<i>Cantharus d'orbigny</i>	X	X	X
<i>Chauvetia minima</i>	X		X
<i>Amyclina corniculum</i>	X		X
<i>Amyclina corniculum</i> var.	X		X
<i>Hinia costulata</i>	X	X	X
<i>Pusia tricolor</i>		X	
<i>Mitra ebenus</i>		X	
<i>Gibberula miliaria</i>	X		X
<i>Conus mediterraneus</i>	X	X	X
<i>Gadinia garnoti</i>		X	
<i>Tudorella ferruginea</i>		X	
<i>Brachyurus</i>		X	

Taula 1: Fòssils a la col·lecció CUERDA i a la col·lecció VICENS procedents dels jaciments situats entre la punta de Son Bieló i s'Estanyol i fòssils citats per BUTZER i CUERDA (1960) d'aquest indret.

Table 1: Fossil specimens curated in the collection CUERDA and collection VICENS coming from the deposits located between Punta de Son Bieló and S'Estanyol and fossils from this place cited by BUTZER & CUERDA (1960).



Foto 5: Detall de la pedrera de cala en Bassí. Nivell inferior de la foto: llims vermells (capa b). Nivell superior: eolianita (capa c). Nivell central: Crull entre els dos nivells anteriors, omplert per arenes cimentades de platja, clastes procedents de la capa b i c, i fòssils marins del Pleistocè superior (capa d) (Foto D. Vicens).

Photo 5: Detail of the Cala en Bassí quarry. Lower part of the photo: red silts (layer b). Upper part: aeolianite (layer c). Center part: fissure between the two former levels, filled by cemented beach sand, clasts from layers b and c, and marine fossils from Upper Pleistocene (layer d) (Photo D. Vicens).

Per sobre del llims, hi ha una eolianita de cronologia probablement eutirreniana i una potència d'1 m en el jaciment estudiat (Figura 3-E).

Superposat als nivells anteriors hi ha un dipòsit de platja constituït per grans clastes poc rodats i arenes llimoses de color rosat i fòssils marins (veure Taula 2). Totes les espècies viuen actualment a les nostres aigües i la única espècie que ofereix un cert valor estratigràfic és *Monodonta lineata* ja que actualment és rara a les nostres costes.

Hi ha una sèrie d'espècies citades per CUERDA *et al.* (1983) que no són presents a la col·lecció CUERDA (Taula 2, com ara: *Cladocora caespitosa*, *Paracentrotus lividus*, *Barbatia barbata*, *Glycimeris violascens*, *Lima lima*, *Loripes lacteus*, *Diodora gibberula*, *Monodonta articulata*, *Littorina neritoides*, *Alvania subcrenulata*, *Turboella similis* i *Luria lurida*).

Pels tàxons presents a la col·lecció VICENS, hem d'afegir a la llista de cites d'aquest jaciment: *Rodophyceae indet.* i *Vermetidae indet.*

TORRE DE S'ESTELELLA. NIVELL EUTIRRENIÀ +10,5 M

BUTZER i CUERDA (1960) són els primers en descriure aquest nivell del Pleistocè superior en aquest in-

dret. Segons els autors esmentats per sobre del complex del Riss i a un màxim de +10,2 m snm s'observen uns 30 cm d'arena fina i consolidada, amb llims vermells, clastes angulosos i fòssils. La plana superfície topogràfica de les dunes rissianes no va permetre que es conservàs una clara ranura litoral. L'edat assignada és del Tirrenià II inicial.

BUTZER i CUERDA (1962a) presenten un tall estratigràfic més acurat que la descripció inicial (Figura 3-G). ROSE (1978) presenta un tall basant-se amb els autors anteriors.

STEARNS i THURBER (1965,1967) daten aquest nivell eutirrenià a partir de material que Cuerda va recollir. El mètode de cronologia absoluta utilitzat és el del Th 230-U 234 i dona una edat de 135 ± 10 Ka.

CUERDA (1975) presenta un tall més simple que el realitzat anys abans. Per sobre de l'eolianita superior del Riss hi ha petits dipòsits de bretxes vermelles (nivell e a CUERDA, 1975). Per damunt del nivell anterior hi ha llims arenosos de color roig-groguenc amb *Chondrula gymnesica* (nivell f a CUERDA, 1975). Un poc més endarrere, i sembla que per sobre del nivell anterior, hi ha els sediments marins eutirrenians amb abundants espècies senegaleses. CUERDA i SACARÈS (1992), al igual que VICENS i GRÀCIA (1998), reproduïxen aquest tall en treballs de caire general, sense afegir cap novetat.

MOREY (2008) presenta una taula (en concret la taula 10) on hi ha un llistat de la fauna trobada en el jaciments més fossilífers de Mallorca. A la taula hi ha com a jaciment, s'Estelella. A s'Estelella, aquest autor fa una relació dels tàxons presumiblement citats per CUERDA (1975, 1987) i d'altres tàxons mai no citats, però no especifica quins fòssils s'han trobat ni al nivell de +10,5 m, ni al nivell de +4,5 m, ni al nivell de +3 m, per la qual cosa no podem utilitzar les dades que aquest autor aporta.

Les següents espècies citades per CUERDA (1975) tenen significació estratigràfica: *Barbatia plicata*, *Brachidontes senegalensis*, *Hytissa mcgintyi*, *Strombus bubonius*, *Cymatium costatum* (Foto 6), *Cantharus viverratus*, *Mitra fusca* i *Conus testudinarius*, per la qual cosa la cronologia presumible segons VICENS et al. (2001) seria dins el OIS 5e.

Deixam per un proper treball la revisió dels fòssils d'aquest indret de la col·lecció CUERDA i de la col·lecció VICENS així com també la revisió de l'estratigrafia d'aquest dipòsit eutirrenià.

TORRE DE S'ESTELELLA. NIVELL EUTIRRENIÀ +4,5 M

BUTZER i CUERDA (1962b) descriuen el jaciment. Per damunt de les calcàries miocenes hi ha les següents

capas: a- 100 cm de llims arenosos poc cimentats de color vermellós-groguenc que presenten freqüentment una crosta a la part superior; b- 50 cm de llims arenosos consolidats que passen a la part superior a una arena de platja alternant amb llims i conglomerats marins, arribant a +4,5 m snm (Figura 3-F). Els fòssils són nombrosos, citant BUTZER i CUERDA (1962b) 15 tàxons, i posteriorment CUERDA (1975) 29 tàxons. c- 50 cm d'arenes llimoses amb clastes procedents de les dues capes anteriors. Hi ha fauna marina i terrestre. Es va trobar *Chondrula gimnesica*, al igual que la capa a (CUERDA, 1975).

Lithothamnium sp, *Hytissa mcgintyi*, *Irus irus*, *Fisurella nubecula*, *Patella aspera*, *Gibbula varia*, *Monodonta turbinata*, *Clanculus jussieui*, *Littorina punctata*, *Theridium vulgatum*, *Theridium cf rupestre*, *Strombus bubonius*, *Muricopsis inermis*, *Amyclina corniculum* var *ruricosta* i *Conus mediterraneus*, presents a la col. CUERDA i procedents del nivell de +4,5 m no s'havien citat a CUERDA (1975). També hi ha fòssils citats per CUERDA (1975) del nivell de +4,5 m no trobats a la seva col·lecció com són *Cymatium costatum* i *Bursa scrobiculata*.

BUTZER i CUERDA (1962b) diuen que la fauna és molt similar al veïnat nivell de +10.5 m, emperò han trobat diferències morfològiques en els *Thais haemastoma* present a cada nivell, per la qual cosa els dos nivells estan separats en el temps, si bé tot dos es troben dins l'Eutirrenià.

Tàxon	Col. Cuerda	Col. Vicens	Cuerda et al. 1983
Rhodophyceae		X	
<i>Cladocora caespitosa</i>			X
<i>Paracentrotus lividus</i>			X
<i>Arca noae</i>	X	X	X
<i>Barbatia barbata</i>		X	X
<i>Striarca lactea</i>	X		X
<i>Glycimeris</i> sp		X	
<i>Glycimeris violascens</i>			X
<i>Spondylus gaederopus</i>	X		X
<i>Lima lima</i>			X
<i>Loripes lacteus</i>			X
<i>Ctena decussata</i>	X	X	X
<i>Chama gryphoides</i>	X		X
<i>Pseudochama gryphina</i>	X	X	X
<i>Cardita calyculata</i>	X		X
<i>Diodora gibberula</i>		X	X
<i>Patella</i> sp	X	X	
<i>P. caerulea</i>	X		X
<i>P. caerulea</i> var. <i>subplana</i>			X
<i>P. lusitanica</i>	X		X
<i>Monodonta</i> sp		X	
<i>Monodonta articulata</i>			X
<i>Monodonta lineata</i>	X		X
<i>Clanculus jussieui</i>	X		X
<i>Littorina neritoides</i>			X
<i>Alvania subcrenulata</i>			X
<i>Turboella similis</i>			X
Vermetidae		X	
<i>Thais haemastoma</i>	X		X
<i>Columbella rustica</i>	X	X	X
<i>Amyclina corniculum</i>			X
<i>Amyclina corniculum</i> var.	X		X
<i>Theridium vulgatum</i>	X		X
<i>Luria lurida</i>			X
<i>Conus mediterraneus</i>	X	X	X
<i>Gadinia garnoti</i>	X		X

Taula 2: Fòssils a la col·lecció CUERDA i a la col·lecció VICENS procedents del jaciment de cala en Paiàs i fòssils citats per CUERDA et al. (1983) d'aquest jaciment.

Table 2: Fossil specimens curated at the collection CUERDA and collection VICENS coming from Cala en Paiàs and fossils from this deposit cited by CUERDA et al. (1983).

Les següents espècies citades per CUERDA (1975) o presents a la seva col·lecció tenen significació estratigràfica: *Barbatia plicata*, *Hyotissa mcgintyi*, *Strombus bubonius*, *Cymatium costatum*, *Bursa scrobiculata*, *Cantharus viverratus* i *Conus testudinarius*, per la qual cosa la cronologia assignada segons VICENS et al. (2001) estaria presumiblement en el OIS 5e.

MOREY (2008) donant l'autoria d'un tall a CUERDA (1975) no dibuixa els llims arenosos de color vermellós groguenc que hi ha entre les calcàries del Miocè i el dipòsit amb fauna marina de l'Eutirrenià, els quals si apareixen a la figura de CUERDA (1975).

TORRE DE S'ESTELELLA. NIVELL PLEISTOCÈ SUPERIOR +3 M

CUERDA (1975) descriu aquest dipòsit quaternari que es troba situat entre la mar i el dipòsit de +4,5 m. Es tracta d'uns llims arenosos que cimenten una filera de blocs que es troba paral·lela a la costa, a uns +3 m snm (Figura 3-F). Només es va trobar com a espècie bioindicadora *Patella ferruginea*, i no es varen trobar més espècies termòfiles, per la qual cosa se li va assignar una cronologia de l'Eutirrenià final, essent més modern que el nivell de +10,5 m i el de +4,5m. CUERDA i SACARÈS (1992) assignen una edat neotirreniana a aquest dipòsit. També es fa una assignació al Neotirrenià quan es parla de *P. ferruginea* d'aquest dipòsit a CUERDA (1987), emperò quan es parla a la mateixa obra de *Conus me-*

diterraneus var *vayssieri* trobat en aquest dipòsit se li assigna una edat eutirreniana.

MOREY (2008) assigna una edat del OIS 5e₂ en el seu tall, emperò no diu en què es basa per fer tal precisió i a més diu que no ha localitzat aquest aflorament.

A la col. CUERDA, del nivell de +3m hi ha *Spyroglypus glomeratus*, *Thericium vulgatum* i *Conus mediterraneus* var *vayssieri* que no s'havien citat a CUERDA (1975). Al contrari, *Chamelea gallina* citat a CUERDA (1975) no s'ha trobat a la col·lecció. A CUERDA (1987) es fan comentaris respecte a la varietat d'aquest *C. mediterraneus*, atorgant-li valor estratigràfic.

PUNTA DE NA BLANCA

Jaciment de mides modestes i situat per damunt del Miocè a +6 m snm. El dipòsit està constituït per blocs, entre els quals hi ha bretxes vermelloses (7.5YR 7/6) amb fòssils marins. S'han pogut determinar les següents espècies:

- *Arca noae*
- *Barbatia barbata*
- *Lima lima*
- *Patella aspera*
- *Columbella rustica*

Just a la vora d'aquest dipòsit hi ha zones amb llims arenosos cimentats del mateix color que les bretxes anteriors. El color del dipòsit no és uniforme i hi ha zo-



Foto 6: *Cymatium costatum* procedent del nivell eutirrenià de +10,5 m de la torre de s'Estellella. Alçada: 75 mm (Col. Vicens. SHNB) (Foto D. Vicens).



Photo 6: *Cymatium costatum* coming from the Eutyrrhenian level of +10,5 m near the Torre de s'Estellella. Height: 75 mm (Col. Vicens. SHNB) (Photo D. Vicens).

nes amb un color més blanquinós (7.5YR 8/2). Creiem que aquests llims arenosos són coetanis al dipòsit amb fauna marina. S'hi ha observat la presència d'*Iberellus companyonii* i de *Tudorella ferruginea*.

A pesar de no haver trobat fauna càlida, per la semblança al propers jaciments de la cova Foradada i de la torre de s'Estelella (nivell +10,5 m), ens inclinam a situar cronològicament aquest dipòsit al pis Eutirrenià del Pleistocè superior i presumiblement al OIS 5e.

COVA FORADADA

Aquest jaciment es troba per sobre de la cova Foradada entre +9 m i +10,5 m snm (núm. 92 a AGUILÓ, 1996). Gairebé a prop del penya-segat es troben taques de Quaternari consistents amb arenes de platja i llims molt cimentats d'un color blanquinós (10YR 8/3) amb clastes angulosos i fòssils marins. Entre uns 10 i 20 m cap a l'interior el dipòsit és troba menys cimentat, té color rosat (7.5YR 7/4) i està constituït per arenes i llims amb clastes angulosos i fòssils marins. De vegades hi ha una crosta de pocs mil·límetres per sobre de color rogenc (7.5 YR 6/4). A la Figura 3-1 es pot observar un tall simplificat d'aquest jaciment. Els fòssils trobats en aquest dipòsit, la major part dels quals són fragments, són els següents:

- *Balanus perforatus*
- *Arca noae*
- *Barbatia barbata*
- *Barbatia plicata*
- *Spondylus gaederopus*
- *Lima lima*
- *Chama gryphoides*
- *Cardita senegalensis*
- *Dentalium vulgare*
- *Patella* sp
- *Patella lusitanica*
- *Spirogyphus glomeratus*
- *Theridium vulgatum*
- *Strombus bubonius*
- *Cymatium costatum*
- *Cymatium cutaceum*
- *Bursa scrobiculator*
- *Trunculariopsis trunculus*
- *Thais haemastoma*
- *Columbella rustica*
- *Cantharus viverratus*
- *Chauvetia minima*
- *Conus mediterraneus*

Aquest dipòsit és molt semblant al jaciment eutirrenià de la torre de s'Estelella +10,5 m. A més, hi ha espècies bioindicadores com ara *Barbatia plicata*, *Cardita senegalensis*, *Strombus bubonius*, *Cymatium costatum*, *Bursa scrobiculator* i *Cantharus viverratus*, per la qual cosa sens dubte és del Eutirrenià i presumiblement del OIS 5e.

Cymatium cutaceum és una espècie poc citada en el Quaternari de les Balears (CUERDA, 1987). En aquest jaciment només s'ha trobat un fragment del labre, emperò ha estat suficient per a la determinació de l'espècie.

COCÓ DE CA N'ESGLESIIETA

En aquest indret hi ha una eolianita adossada al penya-segat. Per sobre de l'eolianita, a uns +3 m snm, s'ha observat una petita taca de dipòsit de platja, amb fòssils marins molt romputs, per la qual cosa no se n'ha pogut determinar cap. La duna es troba bastant erosionada i el més probable és que els distints nivells alts de la mar del darrer interglacial l'erosionassin. El més lògic és que l'eolianita sigui cronològicament del Riss.

També s'han observat bretxes de color vermellós molt cimentades amb *Iberellus companyonii* i *Tudorella ferruginea*, entre els blocs del Miocè.

Descripció de les cavitats

COVA DES RIBELL

Coordenades UTM: 493830 / 4357277

És una cova baixa, d'una alçada de 1,60 m, no gaire gran, en la què hi predominen els cocons. Agafa el nom d'un d'aquests cocons en forma de ribell, d'uns 0,6 m de diàmetre. Era un dels punts on calaven la solta (AGUILÓ, 1996). També és coneguda com *cova Ribell* o *cova de Son Bieló*. Es troba en el litoral de Son Bieló, entre sa punta de Son Bieló i es mollet des Canons.

COVA PUDENTA

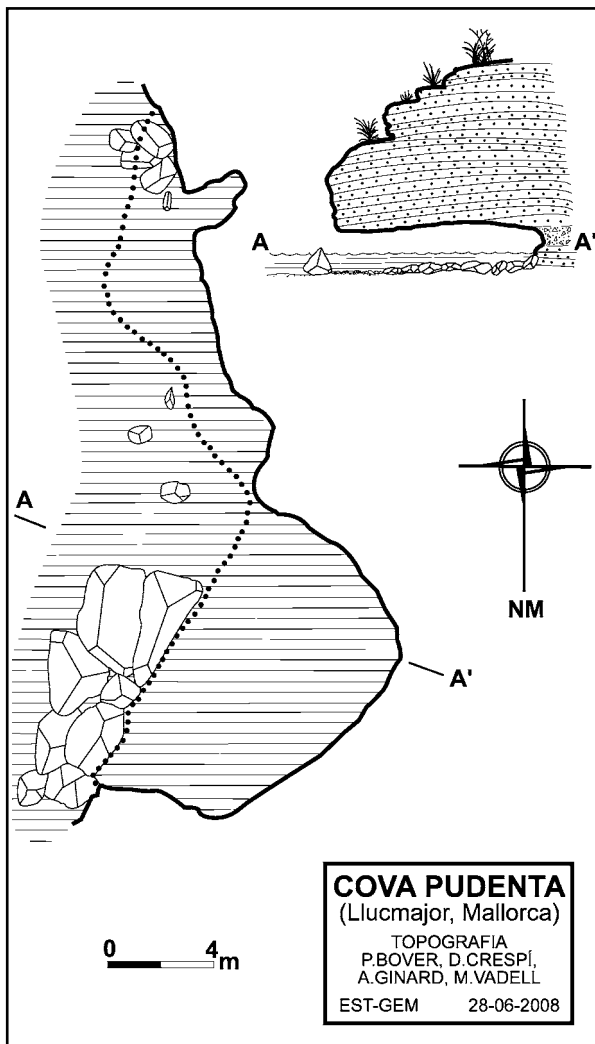
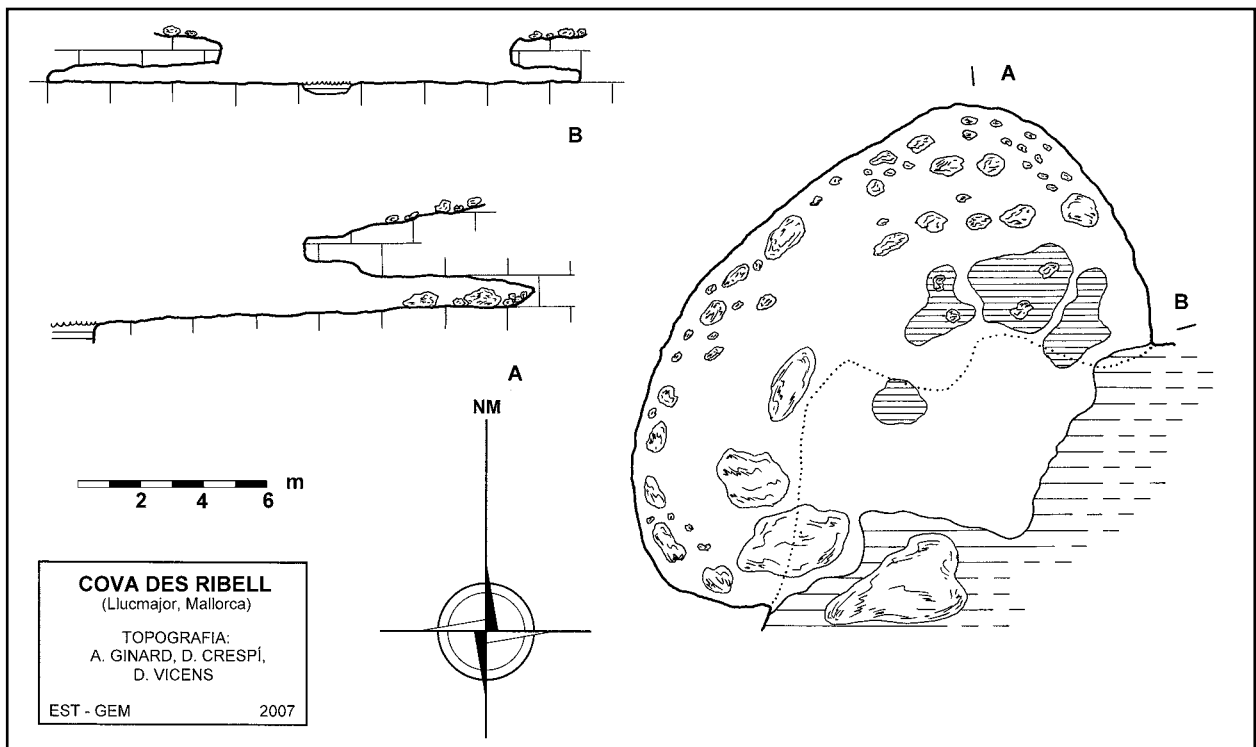
Coordenades UTM: 492664 / 4356340

La cova es troba dins el litoral de s'Estelella, a prop de sa punta Plana. És una cova petita, d'uns 22 metres de llargària per un màxim de 10 metres d'amplària. El sòtil s'alça a un poc menys d'un metre sobre l'aigua. La profunditat a tota la sala és d'uns 60 centímetres. L'entrada és protegida per una roca caiguda del penya-segat, que deixa obert a l'esquerra un pas de prop de 4 metres, per on la mar diposita, de vegades, molta posidònia, que amb la putrefacció desprèn una olor forta, causa indubtable del seu nom (AGUILÓ, 1996). Així i tot de vegades es troba ben neta i amb l'aigua transparent.

COVA DE SA TORRE

Coordenades UTM: 491689 / 4356721

Cova que es troba en les proximitats de sa torre de s'Estelella (Foto 7). La torre de s'Estelella és una construcció defensiva de planta circular, d'uns 6,70 m de diàmetre per uns 9,20 m d'alçada. Té escarpa inferior i cambra coberta de volta. Les mesures de l'entrada són 0,60 m per 1,20 m i es troba a una distància aproximada de la mar d'uns 80 m (AGUILÓ, 1996). La torre formava part de l'antic cinyell de vigilància del litoral i fou edificada el 1577 (FONT, 1978). Aquesta cova és coneguda també



com cova *Foradada*, nom que es pot confondre amb el d'una altra cavitat del mateix litoral de s'Estelella.

Aquesta és una cova de dimensions no menyspreables, ja que d'est a oest arriba a fer 37 m. En aquesta cavitat hi podem diferenciar dos nivells, el superior ofereix una entrada des de terra, que s'obri en el trespol a prop de la torre de s'Estelella. Aquest forat té unes dimensions de 4,5 x 4 m i una forma més o menys ovalada i dona pas a la sala superior de la cova. La sala superior té unes dimensions de 15 x 11 m i a la part est té una rampa que ens conduirà fins a la part inferior de la cavitat. Aquesta és la part més desenvolupada de la cova, on hi ha la boca que s'obre cap a la mar. La boca té una amplada de 37 m i una alçada màxima de 4,5 m. Es pot dir que és un típic exemple de cova d'abrasió marina excavada en el penya-segat.

El forat de entrada superior d'aquesta cavitat travessa les eolianites i un nivell de paleosòl del Pleistocè mitjà. La resta de la cavitat es troba emplaçada en les Calcàries de Santanyí del Miocè superior. Corresponen a la part alta d'aquest complex amb estratificacions encreuades visibles i algun nivell amb motlles abundants de bivalves.

COVA DES METGE MAMES

Coordenades UTM: 491519 / 4356790

Cova que es troba en el litoral de s'Estelella, entre sa punta des Coconar i sa torre de s'Estelella (Foto 8). Els temporals de ponent hi batien molt fort. Potser era el lloc habitual de pesca d'un popularíssim metge camper (AGUILÓ, 1996).

És una cova amb aigua, d'abrasió marina. S'hi ha d'accedir des de la mar a través d'una de les tres en-



Foto 7: Cova de sa Torre (Foto D. Vicens).

Photo 7: Cova de sa Torre (Photo D. Vicens).

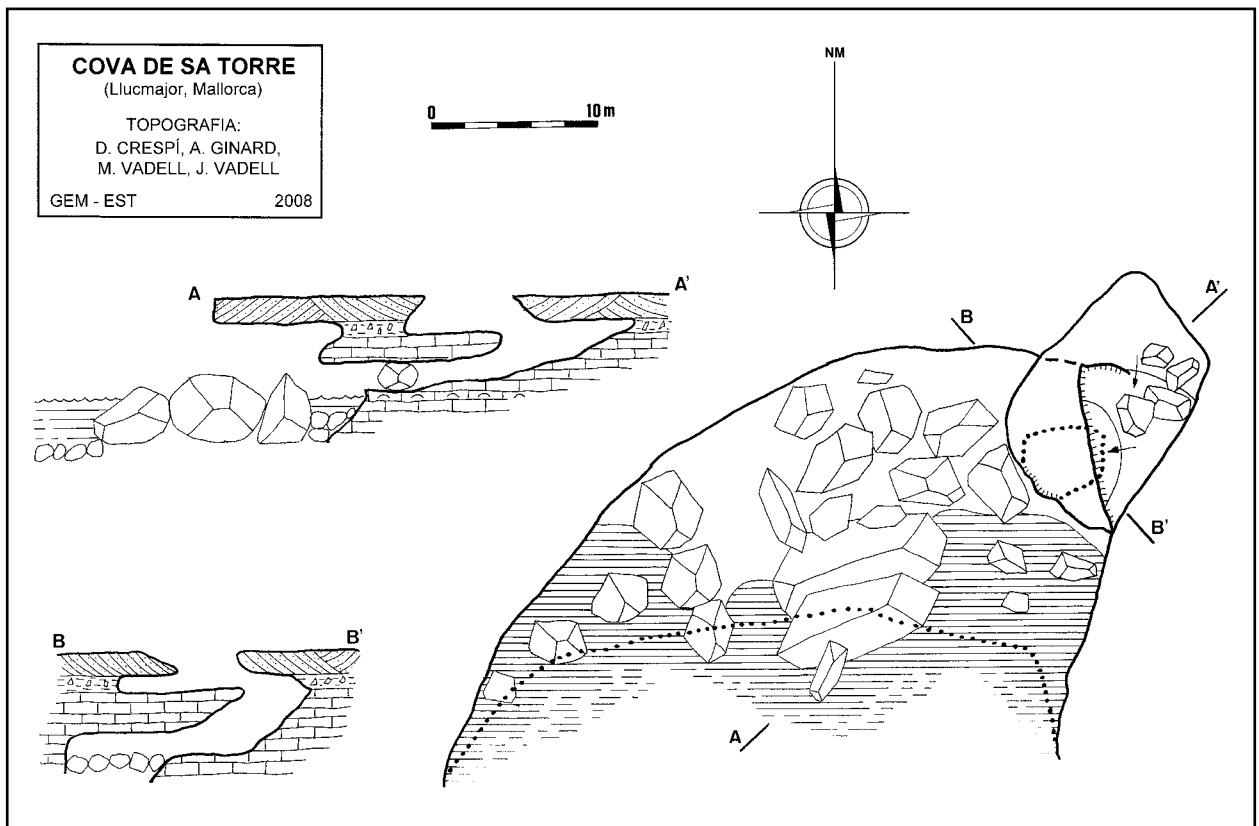
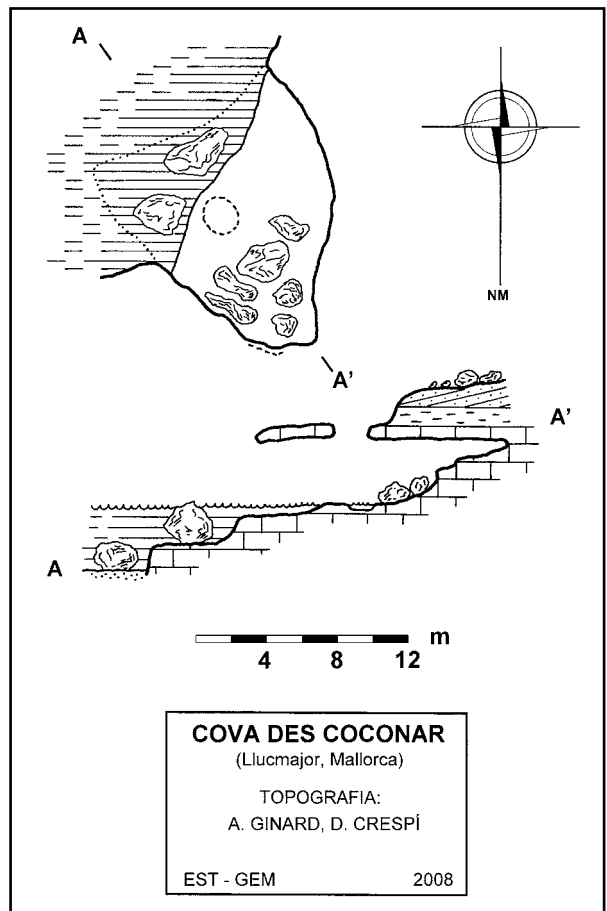
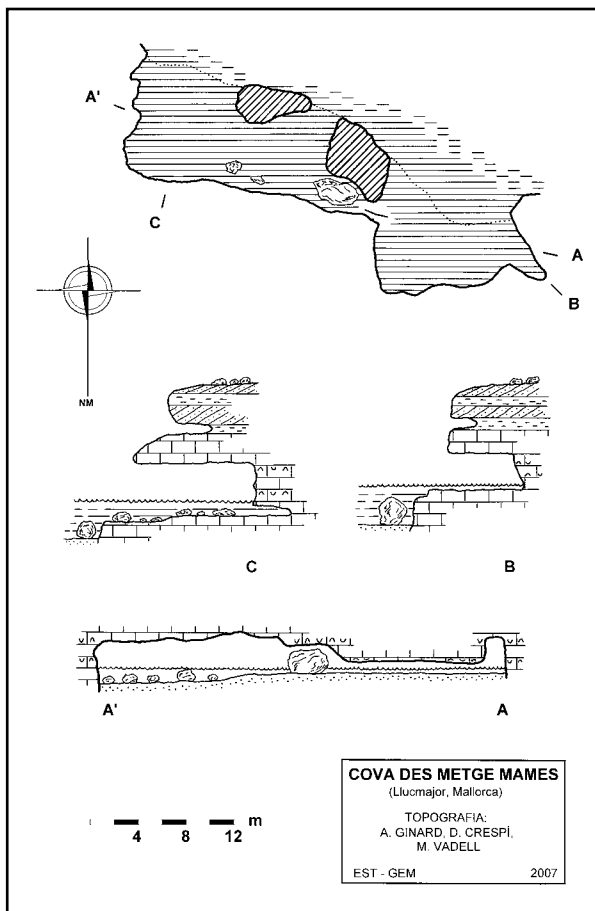




Foto 8: Cova des Metge Mames (centre-dreta) i cova des Coconar (esquerra) (Foto D. Vicens).

Photo 8: Cova des Metge Mames (center-right) and Cova des Coconar (left) (Photo D. Vicens).



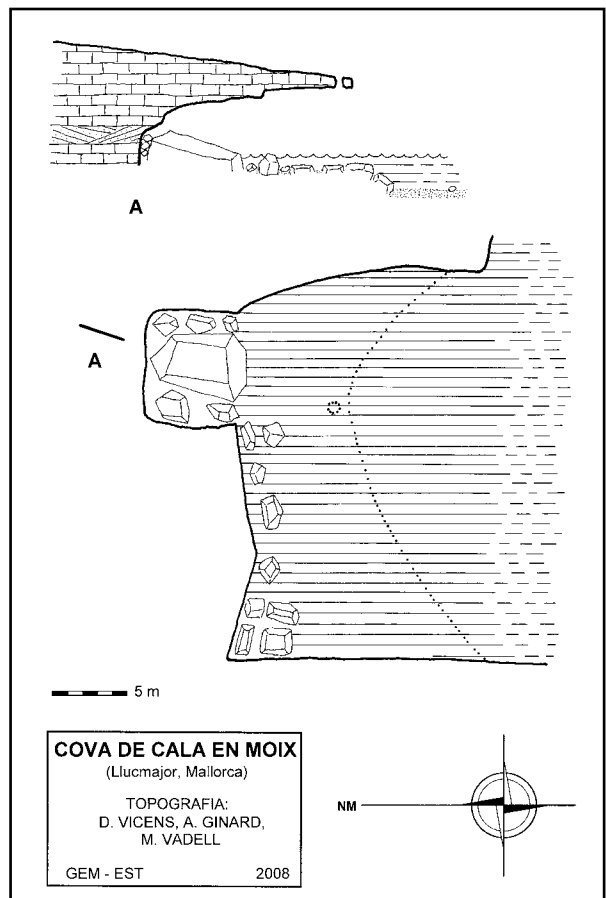
trades que té. La cova està formada per dues sales comunicades; la més gran és una sala amb aigua, de 21 x 10 m. aproximadament, a la qual es pot accedir o bé per una boca de dimensions considerables (8 x 3 m) o bé per una entrada pràcticament subaquàtica, atès que la part aèria només és d'uns 40 cm. Aquesta sala més gran, en direcció oest, comunica amb una altra sala més petita, també amb aigua, de dimensions més discretes (15 x 8 m), que té una zona molt baixa, d'uns 40 cm dels quals només 20 cm són aeris. Aquesta zona tant baixa, en direcció sud, dóna a una balma de dimensions 11 x 3 m aproximadament.

COVA DES COCONAR

Coordenades UTM: 491476 / 4356795

Cova que es troba en el litoral de s'Estelella, a prop de la cova des Metge Mames (Foto 8). Atès que no sabem que la cova tengués cap nom i tenint en compte que està situada molt a prop de sa punta des Coconar, l'hem anomenada cova des Coconar. És una cova d'abrasió marina de dimensions discretes, aproximadament de 13 x 10 m. S'hi ha d'accedir des de la mar. Té un bufador des del qual no es pot accedir a la cova.

A sa punta des Coconar, a més del nombre elevat de cocons de sal que caracteritzen la zona, cal destacar-hi una marmita de gegant, de 1,5 m de diàmetre i 1 m de fondària, i que es troba a una alçada de 5,30 m snm.



COVA DE CALA EN MOIX

Coordenades UTM: 491290 / 4357059

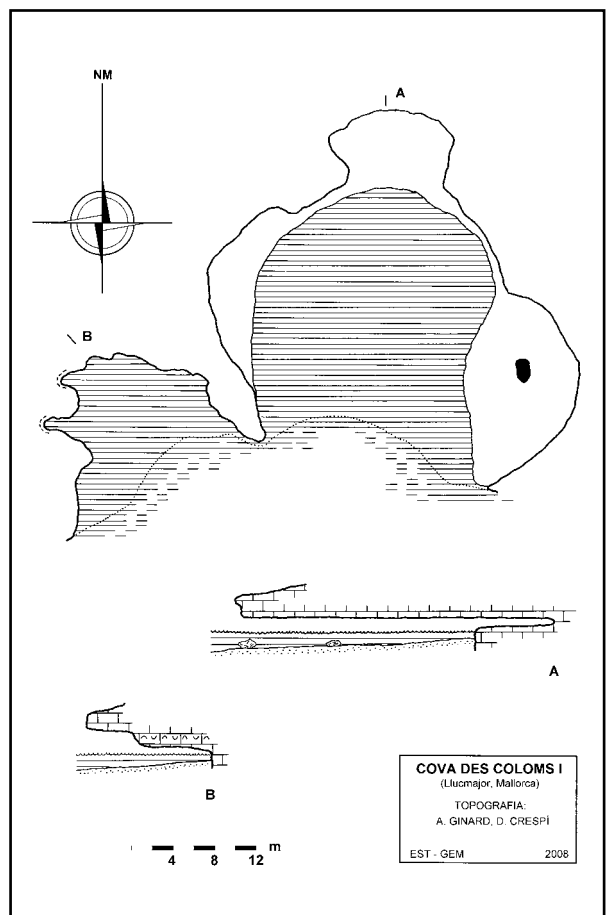
Cavitat situada prop de la desembocadura del torrent i a ponent de cala en Moix, per la qual cosa hem aprofitat aquest topònim per anomenar-la. Es tracta d'una cova originada per l'abrasió marina, instal·lada dins materials del Miocè que té una planta de irregular de 26 x 14 m. La ampla boca, que té una alçada d'uns 4,5 m snm com a màxim i una amplada de 26 m, està oberta cap el sud. Entre +1 i +2,2 m snm hi ha un estrat on s'observen laminacions encreuades. El paladar a la zona més proximal a la boca presenta un gruix d'1 m. També hi ha un forat d'uns 60 cm de diàmetre.

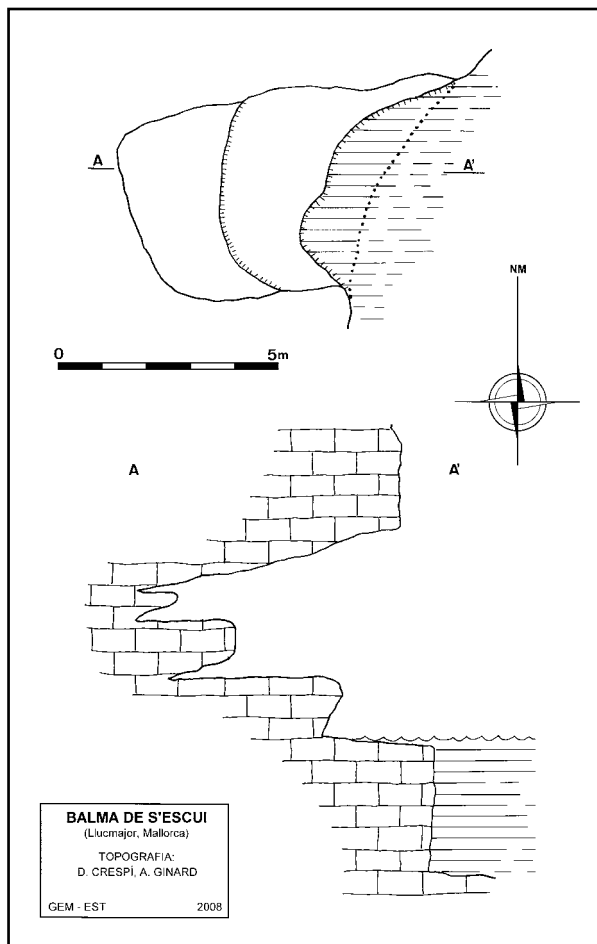
COVA DES COLOMS I

Coordenades UTM: 491036 / 4357155

Cova que es troba en el litoral de s'Estelella, a prop de la punta de na Blanca. És nom molt més popular que el d'una altra cova que s'anomena de la mateixa manera i que no es troba gaire lluny (AGUILÓ, 1996). Ambdues coves, conegudes amb el mateix nom, estan dins el litoral de s'Estelella, i per diferenciar-les hem afegit al topònim una xifra romana, I i II.

Cova d'abrasió marina, amb dues balmes, una al costat de l'altra, que no es comuniquen i a les quals s'hi ha d'accedir des de la mar (Foto 9). Els temporals hi





baten molt fort i només l'embat de mar ja és suficient perquè sigui difícil entrar a la cova. Això fa que s'acumuli molta posidònia a dins la cova fins al punt d'omplir tota la zona terrestre.

BALMA DE S'ESCUI

Coordenades UTM: 490972 / 4357084

Balma de dimensions reduïdes, que només arriba als 6 m de profunditat, mentre que la boca té una amplada de 5,5 m i una alçada de 4,7 m. Està totalment excavada en les calcàries del Miocè Superior. Es troba situada molt a prop de la cova de s'Escui.

L'hem anomenat balma de s'Escui perquè la cavitat es troba situada davant un escull, conegut com s'escui de sa Cova des Coloms (AGUILÓ, 1996).

COVA DE S'ESCUI

Coordenades UTM: 490961 / 4357078

Aquesta és una cova curiosa (Foto 10 i 11). Presenta dues entrades que s'obrin cap a la mar, el trespol de les quals és una plataforma litoral. La més oriental és la més grossa, l'entrada té una alçada de 2 m i per sobre de la plataforma litoral presenta alguns blocs despresos de les parets de la cova. La més occidental és la més baixa (només 0,5 m) i estreta, però per sota té una altra entrada submarina. De les dues entrades s'accedeix a



Foto 9: Cova des Coloms I (Foto M. Vadell).

Photo 9: Cova des Coloms I (Photo M. Vadell).



Foto 10: Cova de s'Escui. Vista cap a l'exterior (Foto D. Crespi).

Photo 10: Cova de s'Escui. View towards the outside of the cave (Photo D. Crespi).



Foto 11: Petita cambra inundada de la cova de s'Escui (Foto D. Crespi).

Photo 11: Small drowned chamber, Cova de s'Escui (Photo D. Crespi).

una zona inundada per l'aigua de la mar on es pot nedar agradablement. Aquest llac interior té una fondària màxima de 5,7 m devora l'entrada submarina.

Tota aquesta cavitat es troba excavada en materials calcaris del Miocè superior. Podem veure l'estratificació encreuada típica de la Unitat Oolítica de les Calcàries de Santanyí, mentre que també podem veure dos nivells amb motlles de bivalves.

L'hem anomenat cova de s'escui perquè la cavitat es troba situada davant un escull, conegut com s'escui de sa Cova des Coloms (AGUILÓ, 1996).

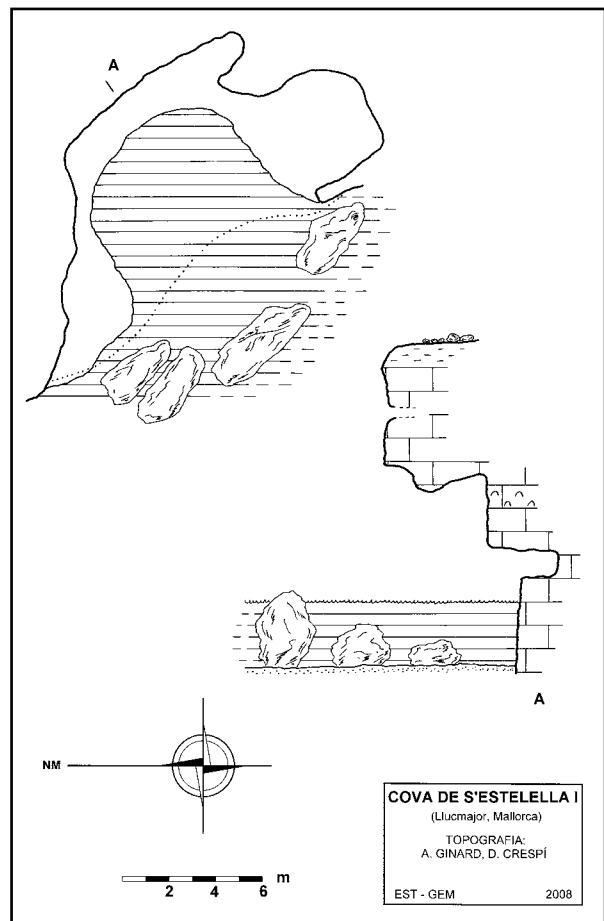
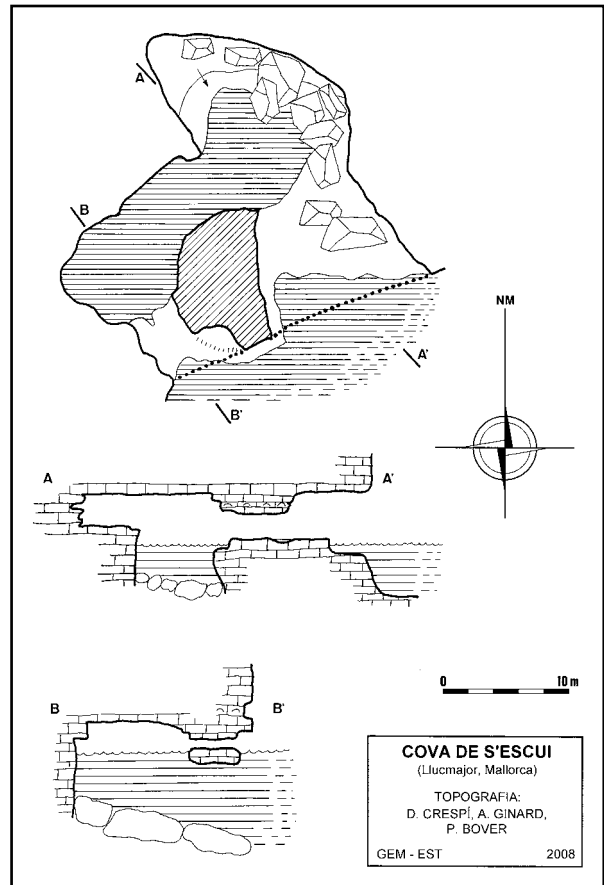
COVES DE S'ESTELELLA

Coordenades UTM, cova I: 490797 / 4357141

Coordenades UTM, cova II: 490777 / 4357158

Coves de nom poc conegut (AGUILÓ, 1996), situades en el litoral de s'Estelella, a prop de la punta de sa Cova des Coloms.

Són dues coves d'abració marina, una al costat de l'altra (Foto 12). Ambdues coves només tenen accés des de la mar. Per poder-les diferenciar hem anomenat I a la cova de llevant, i II a la de ponent. Ambdues cavitats



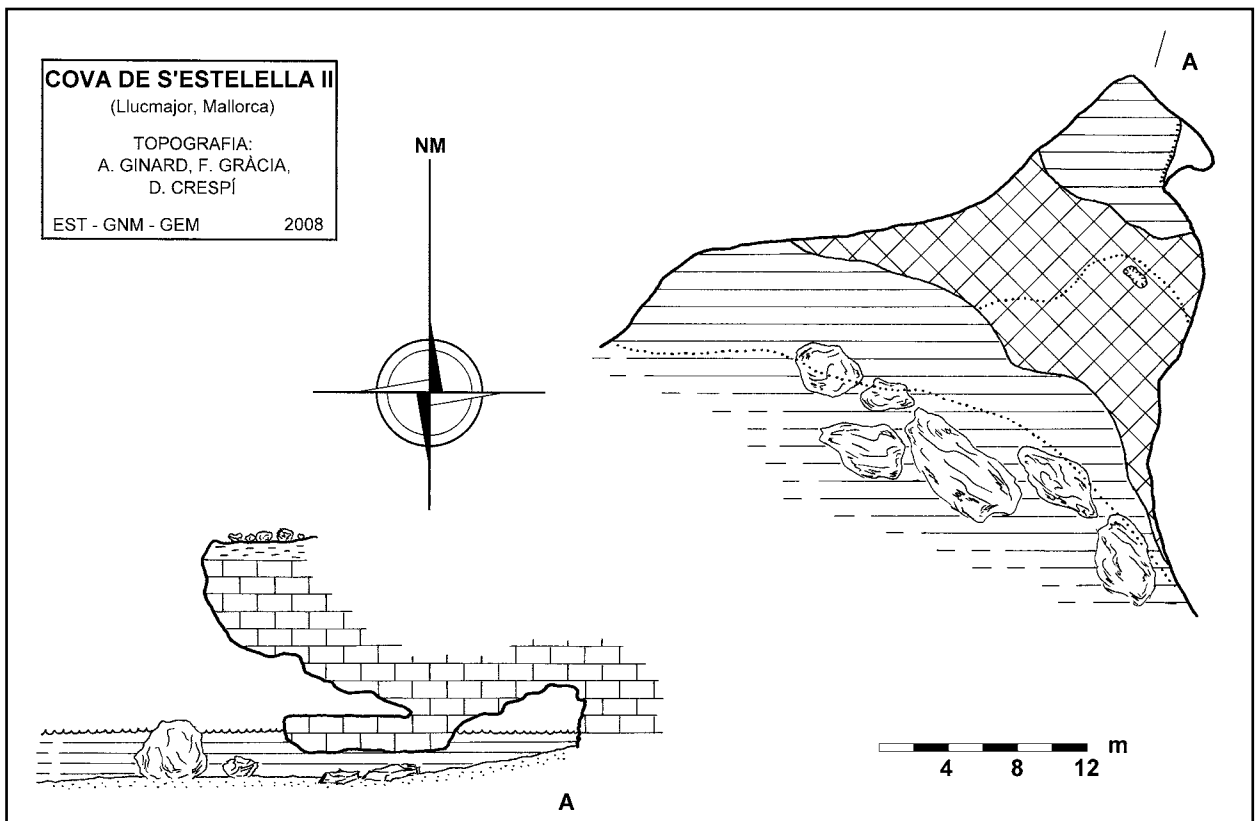


Foto 12: Cova de s'Estelella I i cova de s'Estelella II (Foto D. Vicens).

Photo 12: Cova de s'Estelella I and Cova de s'Estelella II (Photo D. Vicens).

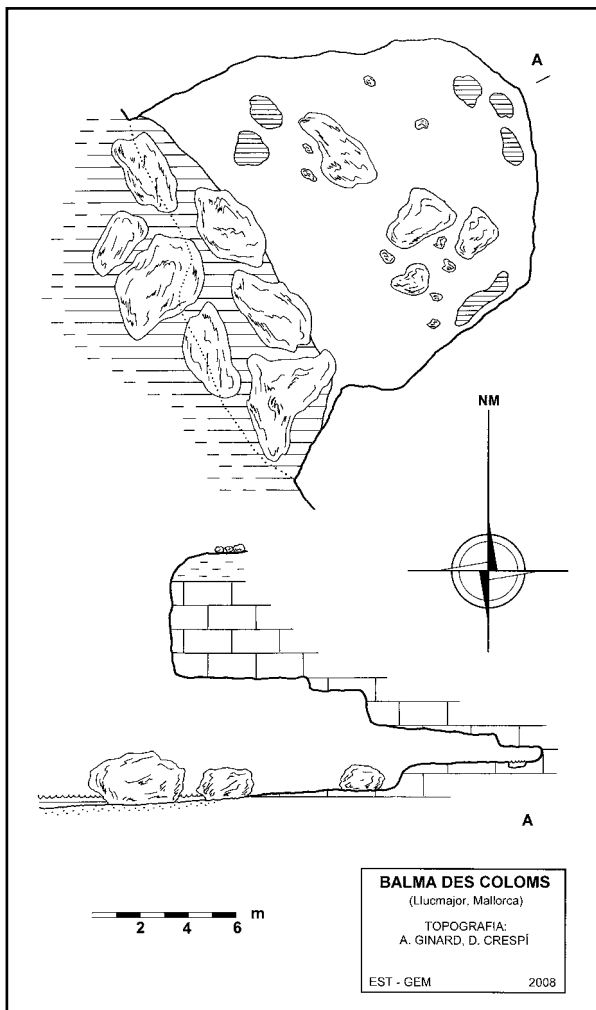
tenen les entrades protegides per una sèrie de roques caigudes del penya-segat. La de llevant és una balma amb aigua i una terrassa al voltant d'1 m. En direcció oest hi ha una sala de dimensions discretes.

La cova de ponent forma també una balma amb aigua amb una terrassa de 8 m. En aquesta terrassa hi ha un bufador que connecta amb la zona subaquàtica (Foto



Foto 13: Bufador que dona accés a la zona subaquàtica; cova de s'Estelella II (Foto A. Ginard).

Photo 13: Blowhole giving access to the subaqueous sector; Cova de s'Estelella II (Photo A. Ginard).



13). Aquesta zona subaquàtica forma un sífó, la longitud del qual pel costat est, és de 11 m i la seva amplària supera els 14 m. La fondària general de la part submergida és de 2,1 m, encara que puntualment s'han mesurat els -2,4 m. El sostre del sífó es troba a -1 m. S'ha desenvolupat aprofitant per formar-se els plans d'estratificació, fet que s'evidencia al sostre del sífó, totalment pla i horitzontal. El perfil del terra es va fent progressivament ascendent. En alguns llocs del centre i l'oest, les grans lloses caigudes del sostre dificulten el trànsit. El sífó connecta amb una zona amb aire, que es fa terrestre a l'extrem nord-est, escalant un desnivell. Podem definir la cavitat com una típica cavitat d'abració marina de perfil ascendent, amb una porció subaquàtica que emergeix a la part interior en forma de cambra aèria.

BALMA DES COLOMS

Coordenades UTM: 490758 / 4357161

Balma d'abració marina de 14 m per 13 m. Té una alçada de 5 m. És destacable el nombre de cocons de sal de l'interior de la balma. L'entrada està protegida per un gran bloc. S'hi ha d'accedir des de la mar.

No tenim constància que aquesta balma tengués cap nom. El nom de balma des Coloms li hem posat per l'elevat nombre de coloms que normalment hi ha a la cavitat.

Agraïments

A Cosme Aguiló, per aclarir-nos alguns dubtes sobre neotopònims d'algunes cavitats d'aquest article. A Julián Vadell, membre de les noves generacions d'espeleòlegs, que ens ha acompanyat en algunes sortides espeleològiques i ens ha ajudat en la topografia d'algunes cavitats.

Bibliografia

- AGUILÓ, C. (1996): *La toponímia de la costa de Lluçmajor*. Institut d'Estudis Catalans. Treball de l'Oficina d'Onomàstica II: 1-184.
- AGUILÓ, C. (1992): La toponímia a l'interior de s'Estelella, a *Miscel·lània d'homenatge a Sebastià Cardell i Tomàs, Lluçmajor, Edicions de Pinte en Ample*: 187-197.
- BALAGUER, P. (2007): Inventari quantitatiu de les costes rocoses de Mallorca. In: PONS, G. X. i VICENS, D. (Edit.). *Geomorfologia Litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 201-230.
- BUTZER, K.W. (1962) Coastal geomorphology of Majorca. *Annals of Assoc. American Geographers*, 52 (2): 191 - 212.
- BUTZER, K. W. i CUERDA, J. (1960): Nota preliminar sobre la estratigrafia y la paleontología del Cuaternario marino del Sur y S.E. de la isla de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 6: 9-29.
- BUTZER, K. W. i CUERDA, J. (1962a): Coastal stratigraphy of Southern Mallorca and its implications for the Pleistocene chronology of the Mediterranean Sea. *Journal of Geol.*, 70,4: 398-416.

- BUTZER, K. W. i CUERDA, J. (1962b): Nuevos yacimientos marinos cuaternarios de las Baleares. *Notas y Comunicaciones Inst. Geol. Min.*, 67: 25-70.
- CAÑELLAS, B. ORFILA, A.; MÉNDEZ, F.J.; MENÉNDEZ, M.; GÓMEZ-PUJOL, L. i TINTORÉ, J. (2007) Application of a POT model to estimate the extreme significant wave height levels around the Balearic Sea (Western Mediterranean). *Journal of Coastal Research*, SI, 50 (Proceedings of the 9th International Coastal Symposium): 329-333. Gold Coast, Australia.
- CUERDA, J. (1975): *Los tiempos Cuaternarios en Baleares*. Inst. Est. Bal. Palma. 304 pp.
- CUERDA, J. (1987): *Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno balear*. Caja de Baleares "Sa Nostra". Palma. 420 pp.
- CUERDA, J. i SACARÉS, J. (1992): *El Cuaternari al Migjorn de Mallorca*. Conselleria de Cultura Educació i Esports. Govern Balear. Palma. 130 pp.
- CUERDA, J.; SOLER, A. i ANTICH, S. (1983): Nuevos yacimientos del Pleistoceno marino de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears.*, 27: 117-125.
- FONT, B. (1978). Historia de Lluçmajor, volum III. Mallorca.
- FORNÓS, J.J. (1983): *Estudi sedimentològic del Miocè Terminal de l'illa de Mallorca*. Tesi de Llicenciatura. Universitat de Barcelona. Inèdit.
- FORNÓS, J.J. i POMAR, L. (1983): Mioceno Superior de Mallorca: Unidad Calizas de Santanyí ("Complejo Terminal"). A: POMAR, L.; OBRADOR, A., FORNÓS, J. i RODRIGUEZ-PEREA, A. (Eds.) *El Terciario de las Baleares (Mallorca – Menorca)*. *Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología*. Institut d'Estudis Baleàrics-Universitat de Palma de Mallorca, 177-206.
- FUSTER, J. (1973): *Estudio de las reservas hidráulicas totales de Baleares. Informe de síntesis general*. Ministerio de Obras Públicas, Industria y Agricultura. 2 Tomos.
- GINARD, A.; CRESPI, D. i VICENS, D. (2008): Les coves litorals de Lluçmajor (Mallorca): geomorfologia i Quaternari. In: PONS, G. X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 48.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesi doctoral. Inèdit. Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs.
- GOMEZ-PUJOL, LI. i FORNÓS, J. J. 2001. Les microformes de meoteorització del litoral calcari de Mallorca: aproximació a la seva sistematització. *Endins*, 24: 169-185.
- GOMEZ-PUJOL, LI. i PONS, G. X. La geomorfologia litoral de Mallorca cuarenta y cinco años después. A: FORNÓS, J.J., GINÉS, J. y GOMEZ-PUJOL, L (eds.) *Geomorfología Litoral: Migjorn y Llevant de Mallorca*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 15: 17-37.
- GOMEZ-PUJOL, LI.; BALAGUER, P. i FORNÓS, J.J. (2007a): Freqüència, magnitud i escala en la morfodinàmica de les costes rocoses: observacions a s'Alavern (S de Mallorca, Mediterrània occidental). In: PONS, G. X. i VICENS, D. (Edit.). *Geomorfologia Litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 181-199.
- GOMEZ-PUJOL, LI.; BALAGUER, P. i FORNÓS, J.J. (2007b): El litoral de Mallorca: síntesis geomòrfica. A: FORNÓS, J.J., GINÉS, J. y GOMEZ-PUJOL, L (eds.) *Geomorfología Litoral: Migjorn y Llevant de Mallorca*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 15: 39-59.
- GÓMEZ-PUJOL, LI.; ORFILA, A.; CAÑELLAS, B.; ÁLVAREZ-ELLACURIA, A.; MÉNDEZ, F.J., MEDINA, R. i TINTORÉ, J. (2007c) Morphodynamic classification of sandy beaches in low energetic environment. *Marine Geology*, 242: 235-246.
- GRÀCIA, F. i VICENS, D. (1998): Aspectes geomorfològics quaternaris del litoral de Mallorca. In: FORNÓS J. J. (ED.). *Aspectes Geològics de les Balears*. Universitat de les illes Balears: 307-329.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; LANDRETH, R.; VICENS, D. i WATKINSON, P. (2001): Evidències geomorfològiques del canvis del nivell marí. In: PONS, G. X. i GUIJARRO, A. (Eds.). *El canvi climàtic: passat, present i futur*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 9: 91-119.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. i LANDRETH, R. (2001): Les coves de la zona ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.
- MOREY, B. (2008): *El patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca. Catalogació, caracterització, valoració. Propostes de gestió i conservació*. Memòria d'Investigació. Universitat de les Illes Balears. Dep. Ciències de la Terra. Inèdit. 288 pp.
- MOREY, B.; VICENS, D. i PONS, G. X. (2006): El Pleistocè superior marí de la badia de Campos (Sa Ràpita-Es Trenc, Mallorca, Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 123-136.
- MUNTANER, J. (2006): *Les basses temporals*. Quaderns de natura, 17. Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears.
- POMAR, L.; ESTEBAN, M.; CALVET, F. i BARÓN, A. (1983): La unidad arrecifal del Mioceno superior de Mallorca. A: POMAR, L.; OBRADOR, A., FORNÓS, J. i RODRIGUEZ-PEREA, A. (Eds.) *El Terciario de las Baleares (Mallorca – Menorca)*. *Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología*. Institut d'Estudis Baleàrics-Universitat de Palma de Mallorca, 139-175.
- PONS, G.X.; VICENS, D.; RAMIS, D.; GRÀCIA, F.; LLOBERA, M.; SOCIAS, M.; GRAU, A.M.; MORAGUES, LI.; BALAGUER, P. i TORRES A. (2008): La col·lecció paleontològica de Joan Cuerda Barceló (MNIB-SHNB). Mol·luscs marins quaternaris. In: PONS, G. X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 425-428.
- ROSE, J. (1978): Shorlines at s'Estanyol. In: ROSE (ed.) *The Quaternary of Mallorca*. Quaternary Research Association. Field meeting guide. 82-84.
- ROSSELLÓ, V. M. (1964): *Mallorca. El Sur y Sureste*. Càmera de Comerç i Navegació. 553 pp. Palma.
- ROSSELLÓ, V. M. (1975): El litoral de Mallorca. Assaig de genètica i classificació. *Mayurqa*, 14: 5 -19. Palma de Mallorca.
- SERVERA, J. (1997): *Els sistemes dunars litorals de les illes Balears*. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears. Dep. Ciències de la Terra. Inèdit. 903 pp.
- SERVERA, J. (2004): *Geomorfologia del litoral de les Illes Balears*. Quaderns de la natura de les Balears. Edicions Documenta Balear. 88 pp. Palma.
- SERVERA, J. i RODRIGUEZ-PEREA, A. (1997): Geomorfologia costanera de s'Estalella. A *l'entorn de Lluçmajor: estudis i comentaris*, 1: 9-30.
- SOLÉ SABARÍS, L. (1962): Le Quaternaire marin des Baleares et ses rapports avec les côtes méditerranéennes de la Peninsule Iberique. *Quaternaria*, 6: 309-342.
- STEARNS, CH. E. i THURBER, D. L. (1965): Th 230-U 234 dates of late Pleistocene marine fossils from the Mediterranean littorals. *Quaternaria*, 7: 29-42.
- STEARNS, CH. E. i THURBER, D. L. (1967): Th 230-U 234 dates of late Pleistocene marine fossils from the Mediterranean and Moroccan littorals. *Prog. Oceanography*, 4: 293-305.
- VICENS, D. i GRÀCIA, F. (1998): Aspectes paleontològics i estratigràfics del Pleistocè superior de Mallorca. In: FORNÓS J.J. ed. *Aspectes geològics de les Balears*: 191-220. UIB. Palma.
- VICENS, D. i PONS, G. X. (2007): Els mol·luscs terrestres del Pleistocè superior a jaciments costaners de la zona septentrional de Mallorca (Artà, Alcúdia i Pollença). In: PONS, G. X. i VICENS, D. (Edit.). *Geomorfologia Litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 231-258.
- VICENS, D.; PONS, G. X.; BOVER, P. i GRÀCIA, F. (2001): Els tàxons amb valor biogeogràfic i cronoestratigràfic: bioindicadors climàtics del Quaternari de les Illes Balears. In: PONS, G. X. i GUIJARRO J. A. (Eds.) *El canvi climàtic: passat, present i futur*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 9: 121-146.

LES COVES DE CALA BLANCA (Ciutadella de Menorca)

per Pere ARNAU ^{1,2}, Natalia LAÍNEZ ², Mónica ZUBILLAGA ² i David GÓMEZ

Resum

Les coves objecte d'aquest treball es troben ubicades en els terrenys situats al nord de Cala Blanca, àrea urbanitzada que es localitza uns pocs quilòmetres al sud de Ciutadella. Geològicament s'han desenvolupat en materials del Miocè superior. De les set cavitats principals que formen part d'aquest estudi, quatre d'elles comptaven amb antecedents topogràfics i les altres tres són inèdites. Destaca com a novetat la cova de na Megaré, de 480 m de recorregut. De les coves explorades, només tres contenen restes arqueològiques: la cova de s'Aigo, la cova des Màrmol i la cova de na Rafalera. La cronologia de la ceràmica trobada comprèn del pretalaiòtic fins als nostres dies. Algunes de les cavitats han estat objecte de diversos impactes antròpics que fan perillar la preservació del patrimoni natural subterrani.

Abstract

The caves being the object of this paper are situated in an area to the north of the Cala Blanca cove, in a built up area a few kilometres to the south of Ciutadella, Menorca. Geologically speaking they have formed in materials from the Upper Miocene. From the seven main caves under study, four have existing surveys and the other three are unpublished. The Cova de na Megaré, with a survey length of 480 m is the most noteworthy in terms of novelty and dimensions. Of the explored caves, only three contained archaeological remains: Cova de s'Aigo, Cova des Màrmol and Cova de na Rafalera. The chronology of the found pottery covers the period from the *pre-Talaiotic* to the present. Some of the caves have been the object of human activity which has endangered the conservation of this natural subterranean heritage.

Introducció

Aquest article forma part de l'estudi encomanat per l'Ajuntament de Ciutadella de Menorca sobre les coves de Cala Blanca. El treball ha estat efectuat en tres fases, repartides al llarg dels anys 2004, 2005 i 2006.

Els estudis sobre les cavitats de Cala Blanca s'inicien amb la publicació "Los fenómenos kársticos de Parelleta (Ciudadela, Menorca)" d'en THOMAS-CASAJUANA i MONTORIOL-POUS (1951). A més a més, també hi ha abundants referències de les cavitats a les següents publicacions, revistes i articles de premsa:

- Descripció de les coves de Parella dins l'apartat topogràfic de l'obra de n'Armstrong.
- Referències a les coves de Parella a l'obra de l'Arxiduc Lluís Salvador d'Àustria.
- "Encantaments, sa ciutat de Parella".
- Referència a la cova de Parelleta a l'obra de P. Riudavets. *Historia de Menorca*, 1888.
- Referència a la llegenda de la ciutat de Parella al diccionari Alcover.
- "Geografía e historia de Menorca", topografia de la

cova de sa Figuera, a l'apartat de prehistòria escrit per J. Mascaró Passarius; al·lusió a la cova de sa Figuera, dins l'apartat de romanització de Menorca, escrit per Joan de Nicolàs.

- Referència a una cova a la Cala de Parelleta a l'obra de J. M^a Quadrado.
- Referència a les coves de Parella i Parelleta, a l'obra de L. Lafuente.
- Descripció de la cova de Parella per Lindemann. *Descripció geogràfica de l'illa de Menorca*. 1786.
- "Inventario de protección del patrimonio histórico" de l'Ajuntament de Ciutadella. Joan de Nicolàs.
- Topografia de la cova de s'Aigo. Autor indeterminat.
- "Cavernas y grutas", pàgina menorquina de *El Bien Público*. Num. 340. Mahón, 26 de septiembre de 1929.
- "Sobre la cueva de "Na Figuera" en Parella (Menorca)". Juan Maluquer de Motes, *Archivo de prehistoria levantina* 3, 1952. Valencia.
- "Las exploraciones arqueológicas en Menorca", J. Mascaró Pasarius. *Revista Tramontana*, juliol 1955.
- "Los hombres-rana del E.R.E. explorarán la Cueva de S'Aigo en Ciudadela". *Diario de Menorca*, 6 de julio de 1955.

1 Museu Municipal de Ciutadella.

2 Grup Nord de Mallorca (GNM).

- "Exploraciones submarinas", el Iris. Noticia sobre l'exploració del llac de la cova de s'Aigo, que realitzen membres de l'E.R.E. en 1955.
- "Un habitat prehistòric en las fantásticas Cuevas de Parella", J. Mascaró Pasarius, diario de Menorca. Noticia sobre l'exploració ja descrita a l'article de l'Iris en 1955.
- "Guía de las grutas de Europa". V. Aellen. i P. Strinati, 1978.
- "Estudio de los materiales arqueológicos hallados en sa cova de s'Aigo de Parelleta (Ciudadella de Menorca)", J. Sastre Moll, Revista Mayurqa 20 (1981-1984) pp.5-18.
- "La cueva natural de Cala Blanca, en pésimo estado de conservación", Diario de Menorca, 30 de agosto de 1985.
- "Una visita al mundo subterráneo". Diario de Menorca, 7 de marzo de 2003.
- "Un lago sotto le case", Guido Pfeiffer y Flory Calo, Revista Sub, N.209, Febrero de 2003.
- "Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà". J.J. Fornós, A. Obrador i V.M. Roselló (eds.), 2004.
- Fins i tot es va fer una postal de la cova de s'Aigo feta pel fotògraf Hernando l'any 1974.

De les set cavitats principals que formen part d'aquest estudi, quatre d'elles contaven amb antecedents topogràfics. S'ha explorat, sense èxit, tota la part submergida de la costa de ponent de la cala, des de la platja fins a la punta Rafalera. Es va escollir aquesta zona per ser la més propera a les coves terrestres que coneixem, ja que a l'altre costat de la cala, el de llevant, no se'n coneix cap. L'objectiu era poder arribar a accedir a alguna altra cova terrestre des de la mar, a través d'alguns petits forats que actuen de surgències.

Vàrem començar a inspeccionar una cova submarina que ja apareix citada a la bibliografia antiga (THOMAS-CASAJUANA & MONTORIOL-POUS, 1951). Es troba molt a prop de la platja i just sota el restaurant que ocupa les plataformes que donen a la mar. Sempre s'ha sabut

d'aquesta cova per la gran quantitat d'aigua dolça que sol treure cap a la mar, i segons alguns veïns aquesta aigua de vegades surt bruta, donant-li un color verdós a la cala. Això sempre ha succeït a l'estiu quan totes les cases es troben habitades, així com els restaurants funcionant, i s'ha relacionat amb alguna possible filtració d'aigües brutes, no controlada. El nostre interès per comprovar-lo va ser inútil ja que la cova a pesar de ser molt àmplia, és tan baixa que no permet el pas amb equip més enllà d'uns vuit metres, sent impossible accedir a la zona interior.

Sortint de la cala i a uns cent metres s'observen diverses surgències d'aigua dolça actives, que provenen de la zona de les cavitats. Aquestes són petites fissures sense possibilitat de penetrar al seu interior. Abans d'arribar a la punta Rafalera, vàrem poder entrar en dues cavitats que ens van permetre progressar fins a uns 20 m terra endins. Finalment, a prop de punta Rafalera, es va poder explorar una cova que s'endinsa 40 m i es divideix en diverses galeries. Aquesta cavitat tal vegada podria estar relacionada amb el conjunt de les coves estudiades, tant pel seu recorregut com per la proximitat a la zona.

Situació geogràfica i geològica

L'illa de Menorca està situada en la part nord-oriental de l'arxipèlag balear i té una disposició allargada en direcció WNW-ESE, amb una longitud màxima de 48 km entre el cap de Bajolí i la punta de s'Esperó i una amplària màxima de 22 km, entre el cap de Cavalleria i la costa S. L'illa morfoestructuralment pot dividir-se en dues regions que presenten diferències notables quant a la seva estratigrafia, litologia i tectònica les quals són les responsables d'una morfologia molt dispar: Tramuntana i Migjorn. La zona de Tramuntana, al N, és una regió molt fragmentada i està constituïda fonamentalment pels materials més antics que afloren a l'illa com són els



Foto 1: Cala Blanca, paisatge litoral de roca calcària prop d'on es localitzen les cavitats.

Photo 1: Cala Blanca, littoral scene of calcareous rock near to the zone where the caves are located.



Foto 2: Fotografia aèria de la urbanització de cala Blanca, amb la superposició de les cavitats a escala.

Photo 2: Aerial photograph of the Cala Blanca housing estate, with the caves to scale superimposed.



Foto 3: Vista del corredor Montoriol de la cova de s'Aigo, en la qual s'aprecia al fons l'entrada de la cova. S'observa el camí artificial construït anys enrera amb l'objectiu de facilitar la visita fins al llac.

Photo 3: View of the Corredor Montoriol passage in the Cova de s'Aigo, where the entrance can be appreciated in the background. The path can be seen that was constructed years ago to ease the access for visitors to the cave pool.

del sòcol paleozoic i els de la cobertera mesozoica. Té un relleu muntanyenc amb àmplies valls i petits pujols l'altura màxima dels quals és el Monte Toro (357 m). Dels 702 km² de superfície de Menorca una mica més de 435 km² estan ocupats per la regió de Migjorn; aquesta presenta un relleu tabular, lleugerament basculat cap al S esculpit en roques del Miocè superior, de composició calcària les quals formen una plataforma, d'uns 100 m d'altura mitja, denominada "marina". Aquest relleu tabular es veu tallat per una xarxa de barrancs molt encaixats i perpendiculars a la costa meridional en la qual desemboquen, excepció feta de l'àrea de Ciutadella en la qual els torrents drenen cap al W.

Les coves objecte d'aquest treball es troben situades en els terrenys situats al nord de cala Blanca, àrea urbanitzada que es localitza uns pocs quilòmetres al sud de Ciutadella. Geològicament s'han desenvolupat en materials que pertanyen a la unitat superior, denominada també Unitat d'esculls per OBRADOR *et al.* (1983 i 1992). Aquesta unitat es va dipositar en una zona de plataforma d'esculls en la qual s'han distingit facies de front d'escull i de talús, el qual exhibeix megalàmies croades o clinoformes de progradació cap a mar obert. Concretament, les coves naturals de cala Blanca es troben excavades en sediments calcarenítics de gra gruixut que estan constituïts per *grainstones* bioclàstics i, localment, *floatstones* de rodòlits (algues rodofíceas). Abunden els fragments de corals i algues rodofícies, equínids, mol·luscs i briozous.

Espeleogènesi

Les coves s'han format per processos de dissolució càrstica litoral (GINÉS & FORNÓS, 2004; TRIAS, 2004) a favor de dos sistemes de diàclasis; un principal de direcció NE-SW (N30-60S), coincidint amb l'orientació

principal de cala Blanca, i un altre de secundari E-W (N90-110E), que subdivideixen les cavitats en diferents sales. De totes maneres, l'estratificació també exerceix un control en el desenvolupament de les coves en estar constituïda per una alternança d'estrats decimètrics, amb un capbussament suau cap al W i afectats per diferents graus de cementació i porositat.

A més de les diferents formacions d'espeleotemes que emplen les cavitats, també s'observen acumulacions d'argiles vermelles que han reblit alguns conductes de dissolució i recobert part del paviment d'algunes zones. La composició mineralògica d'aquesta argila és de quars, filosilicats de tipus moscovita i argiles caolinitiques, tal com queda reflectit en el difractograma de raigs X que es va realitzar, la mostra de la qual pertany a la sala del Laberint de la cova de na Megaré. Del conjunt de coves naturals de cala Blanca, constitueix una excepció la cova de na Rafalera per la seva gènesi d'abrasió marina.

Descripció de les cavitats

COVA DE S'AIGO

Coordenades: 31S571255.18mE4424859.46mN

Història de les Exploracions

La primera topografia data de 1948 i va ser realitzada per THOMAS-CASAJUANA i MONTORIOL-POUS (1951), la segona la van portar a terme en el 2002, M.Trias, J. Florit, J.A. Alcover i J. Márquez dels grups GEM i UEM (TRIAS, 2004). La caverna es troba bastant modificada per l'acció humana, en haver estat condicionada antigament per a visites turístiques, cosa que al final va acabar descartant-se.

Les nostres exploracions es van iniciar a la zona que

Foto 4: Llac, de notables dimensions, de la cova de s'Aigo.

Photo 4: A pool of notable dimensions in the Cova de s'Aigo.



se situa en la rampa de descens cap al llac, on es van localitzar diferents accessos, entre blocs d'esfondrament que condueixen a espais irregulars i caòtics. Alguns d'aquests buits arriben a assolir el nivell freàtic i s'han trobat fragments ceràmics procedents del nivell superior. A l'inici del llac, en el costat oest s'observa una galeria subaquàtica que ha estat explorada per l'espeleòleg mallorquí Francesc Gràcia, del Grup Nord de Mallorca, a l'any 2003, qui a més també ha explorat la resta del llac. Curiosament estan documentades immersions en una campanya per part d'espeleobussejadors catalans de l'ERE l'any 1955 (MARTÍNEZ I RIUS, 1994) sense documentar resultats ni deixar rastre de guies d'exploració (GRÀCIA *et al.*, 2007). L'equip italià de PFEIFFER & CALO (2003) bussetgen al llac i publiquen un article de divulgació sobre el llac de la cova de s'Aigo, en el qual no aporten tampoc noves dades exploratòries de la cavitat.

Descripció de la cavitat

El seu desenvolupament és notable, ja que presenta un recorregut d'uns 420 m, sense sumar la part subaquàtica, encara pendent de topografia, que segons GRÀCIA *et al.* (2007) representa uns 200 m més de recorregut.

ZONA D'ENTRADA

La longitud és de 31 m, amb una amplària de 23 m i una alçària d'entre 2,5 i 4 m. L'orientació és de N50°E. Aquesta sala presenta dos pendents descendents, un cap al llac i l'altre es desenvolupa de nord a sud. En la part nord el sostre es troba a 2,5 m d'alçada, mentre que en la zona sud el sostre es manté en la mateixa cota, però el paviment baixa bruscament proporcionant-li a la zona una altura de 4 m al punt més alt. Segons en Pep Mayans, l'entrada a la cova fa 50 anys no era la mateixa que ara; pel que sembla s'accedia a la cavitat per un forat al sostre aproximadament d'1x1m. Com s'ha comentat abans, l'entrada es va modificar per a fer la cova visitable.

ZONA DEL CORREDOR

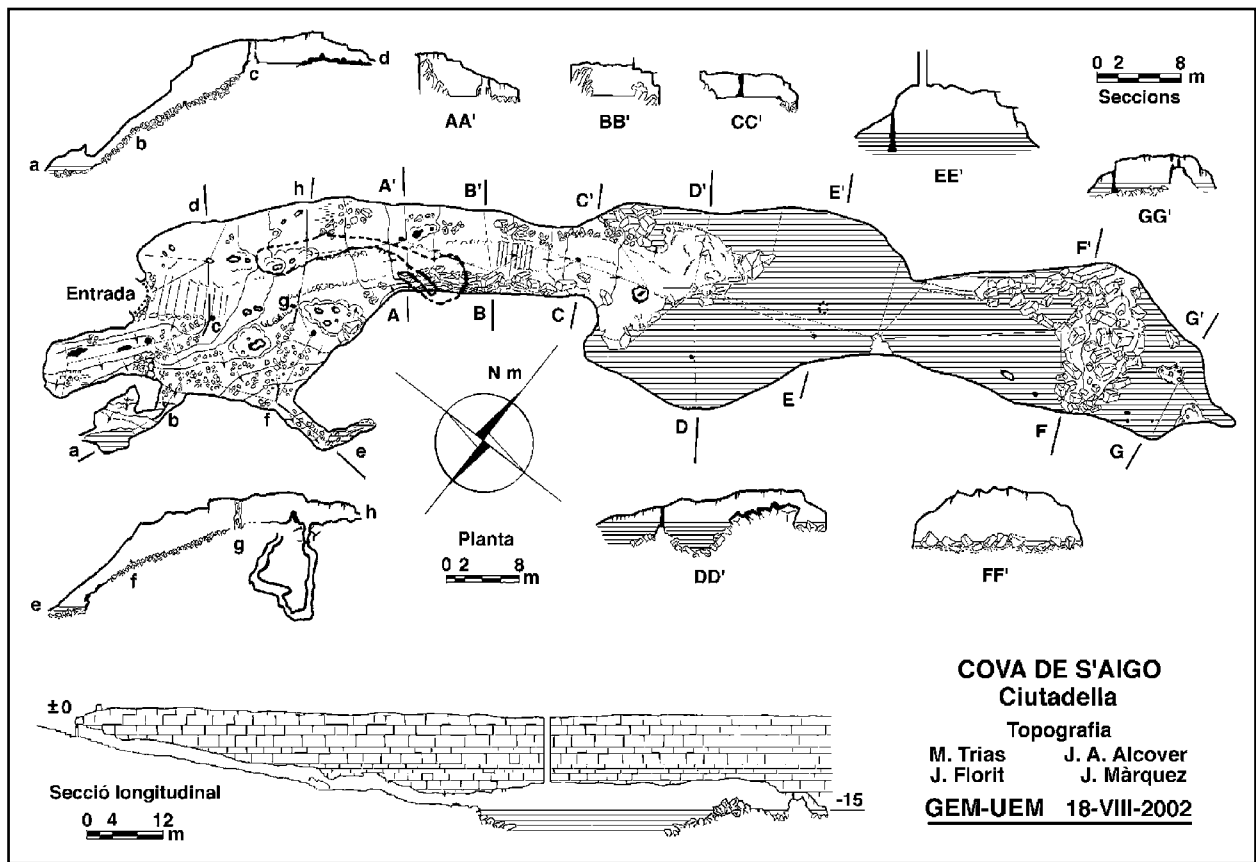
La longitud és de 24 m, amb una amplària d'entre 7,5 i 9 m i una alçària de 3 m. L'orientació és també de N50°E. Aquesta zona en forma de corredor descendeix cap al llac i es troba molt modificada per la construcció d'una escala de formigó, així com per l'acumulació de blocs i pedres en els laterals de l'escala, que van ser apartats al realitzar aquesta obra.

ZONA DEL LLAC

La longitud màxima és de 77 m, amb una amplària de 22,5 m i una alçària màxima per damunt l'aigua de 4,5 m. La superfície del llac és d'un 500 m² aproximadament, amb una fondària d'entre 1 i 2,5 m. L'orientació segueix essent N50°E. La zona del llac se subdivideix en dues parts separades per un lleuger estretor. La primera part té en el sostre un pou artificial excavat antigament per a extreure aigua, la boca del qual està actualment segellada. En la segona part, la zona del fons, s'observen, al seu torn, dos espais definits per un illot format per blocs caiguts del sostre.

Sediments

A la zona d'entrada, en la rampa sud descendent, els sediments han entrat mitjançant processos d'arrossegament natural i estan compostos en part per matèria orgànica i amb forta influència antròpica. Aquests sediments alterats es relacionen amb la modificació de l'entrada de la cova, i amb la construcció de l'escala de formigó. En la mateixa sala, però en la part nord, s'observen argiles compactades procedents d'una sedimentació més antiga. Tant en la part nord, com en la sud, s'aprecia material arqueològic barrejat amb els sediments. A la resta de la cova, en direcció al llac, predomina el sediment argilós, de vegades amb presència de material arqueològic. El fons del llac té un fi sediment calcari de roca descomposta, barrejat amb argiles.



Espeleotemes

Malgrat la seva important magnitud, la cavitat no presenta gran varietat de formes litoquímiques. Al voltant de l'entrada el sostre està poc concrecionat, augmentant els espeleotemes de cap a l'interior. A la part nord de la sala d'entrada es troba longitudinalment un massís estalagmític actualment inactiu. Més cap al sud es localitzen columnes i colades pavimentàries folrant grans blocs, que en l'actualitat es veuen bastant inactives. Una de les parets que formen el passadís presenta també colades parietals importants, mentre que al costat contrari tot just hi ha acció litoquímica. Per tota la paret sud de la cova crida l'atenció l'escassetesa de colades parietals.

A la zona del llac, les formacions, com ara columnes i massissos estalagmítics, reapareixen i es veuen més actius. Desapareixen les colades parietals i en canvi augmenta la presència de colades pavimentàries sobre blocs. Al sostre del llac es concentren en alguns punts estalactites fistuloses. Sota

Foto 5: a) Curiosa formació de precipitació prop del llac de la cova de s'Aigo, a on s'observa una llauna antiga totalment calcificada pel degoteig de l'aigua, el que demostra que la formació d'una concreció pot ésser relativament ràpida, en funció de la intensitat del degoteig.

b) Detall de la llauna a on s'aprecien les cristallitzacions formades a l'interior.

Photo 5: a) Curious precipitation formation near the pool in the Cova de s'Aigo, where an old tin totally calcified from dripping water can be seen, which shows that the formation of a concretion can be quick depending on the rate of dripping.
b) Detail of the tin where the crystallisations on its inside can be appreciated.

l'aigua també s'observen estalagmites, columnes i colades pavimentàries generades en condicions vado- ses al llarg de pulsacions regressives del Mediterrani.

Processos clàstics

Aquests són importants a tota la cova, essent espe- cialment destacables en la zona d'entrada i el corredor, en el qual es forma l'estretor per l'acumulació de blocs. L'illot de la part final del llac, que ho subdivideix en dues parts, és una bona mostra dels processos clàstics a la cavitat.

COVA DES MÀRMOL

Coordenades: 31S571271.44mE4424645.96mN

Història de les Exploracions

La primera topografia fou realitzada l'any 1948 per THOMAS-CASAJUANA i MONTORIOL-POUS (1951) i la segona es va portar a terme el 1952 per Maluquer. Va ésser utilitzada com a pedrera (com. pers. Pepe Ma- yans) fins fa aproximadament 30 anys, essent Tomeu Camps, propietari d'una empresa de marbres, l'últim en utilitzar-la per aquesta finalitat. Abans d'explorar la cova des Màrmol vàrem adoptar les mesures de segu-

retat oportunes pel que fa a l'existència de gasos, ja que les diferents fosses sèptiques que conté aquesta cova feien pensar en la possible existència de gasos per descomposició de la matèria orgànica. Per a això abans d'introduir-nos en ella baixàvem el detector de gasos subjectant-lo amb una corda; una vegada comprovat que la zona propera a l'accés no revestia perill, vàrem col·locar una escala per a iniciar el descens. Dúiem el detector de gasos amb nosaltres per tota la cova, per a estar segurs que no existia perill. Iniciàrem l'exploració a la sala principal, immens caos de blocs procedents de l'exploració de la cavitat com a pedrera.

La nostra primera presa de contacte amb la cavitat es va fer seguint la planimetria de Thomas-Casajuana i Montoriol-Pous, planimetria que ens va servir de punt de partida per a la realització de la nova topografia de la cova. Vàrem comprovar en aquesta primera presa de contacte que algunes formacions representades en aquell plànol, ja no existeixen a causa de l'activitat mine- ra i que alguns espais han canviat per obres de reforma en la superfície, que varen afectar a l'interior de la cova. Posteriorment es va realitzar la revisió detallada i minu- ciosa de possibles continuacions de la cavitat, havent de superar en moltes ocasions passos molt estrets i de bas- tant dificultat sense obtenir resultats dignes d'esmentar. A la sala de les Gerres, hi ha un conducte subaquàtic en el qual es va realitzar una immersió avançant alguns metres, fins a arribar a un pas molt perillós en el qual s'intueix més enllà un conducte de notables dimensions



Foto 6: Illot Serra-Rafols de la cova de s'Aigo, situat cap al fons del llac i format íntegrament per blocs despresos del sostre. En aquest lloc és on es localitzen algunes de les inscripcions més interessants de les coves de Cala Blanca.

Photo 6: The Illot Serra-Rafols islet in the Cova de s'Aigo, is situated at the end of the pool and entirely made up of blocks fallen from the roof. It is here where some of the most interesting inscrip- tions found in the cave are located.



Foto 7: Vista general de la sala Principal de la cova des Màrmol. La sala ha quedat plena de runes després de que la cova s'utilitzés com a pedrera.

Photo 7: General view of the Sala Principal chamber in the Cova des Màrmol. The chamber is full of rock fragments after it was used for quarrying.



Foto 8: La galeria Sinistra (cova des Màrmol) crida l'atenció pel contrast entre les dues parets, una plena de formacions i l'altra a on són totalment absents.

Photo 8: The Galeria Sinistra passage (Cova des Màrmol) calls one's attention because of the contrast between the two walls: one covered with formations and the other where they are completely absent.

del qual no es veu el final. Dintre d'ell, no s'aprecia cap cambra d'aire però pot arribar a tenir-la o fins i tot comunicar amb una altra cova. De fet, la seva direcció apunta cap al xalet Eivissa, sota del qual, segons referències

orals, hi ha una gran cova que va esser segellada en construir una piscina.

Descripció de la cavitat

La cova té un recorregut que arriba als 280 m, encara que es troba bastant modificada per l'acció humana, en haver estat utilitzada com a pedrera entre els anys 1930 i 1970. Malgrat que la cavitat té multitud de racons, petites sales i galeries secundàries, la dividirem en quatre espais principals, que són els assenyalats a la topografia antiga (la zona d'Entrada o sala Principal, la galeria Sinistra, la sala de les Marmites i la sala de les Gerres).

SALA PRINCIPAL

La longitud màxima és de 50 m, amb una amplària màxima de 24 m i una alçària de 5,5 m. L'orientació és de N90°E. Aquesta part de la cova tot just conserva formacions originals, ja que durant dècades es va emprar com a pedrera de colades estalagmítiques per obtenir pedra ornamental (mal anomenada "màrmol"). Les cotes del sòl varien, a causa d'això, de forma brusca en una mateixa zona, com a resultat de la gran acumulació de restes d'extracció de pedra. Els massissos estalagmítics laterals i les colades parietals també han estat eliminades o alterades en la seva gran majoria.

GALERIA SINISTRA

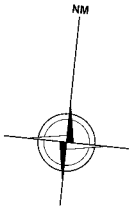
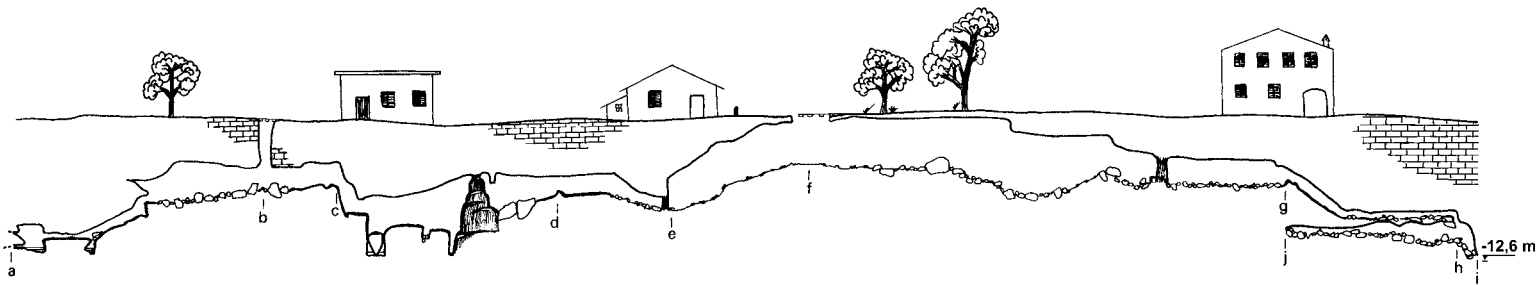
Pel flanc SW de la sala Principal i a partir d'una notable minva de l'amplària, neix la galeria Sinistra, d'orientació N45°E. La longitud màxima és de 91 m, amb una amplària màxima de 24 m i una alçària en el punt més alt de 5,5 m. Tota ella és recorreguda longitudinalment per uns nivells inferiors ocupats per l'aigua. La galeria s'assembla a una gran esquadra amb blocs encaixats.

SALA DE LES MARMITES

La longitud màxima és de 15 m, amb una amplària de 22 m i una alçària de 3 m. L'orientació és de N50°E. L'accés en aquesta sala és a través de dos massissos estalagmítics que componen una part del lateral nord de la sala Principal. La sala de les Marmites és un espai més ample que llarg i adopta una forma d'el·lipse amb una depressió en el centre. El sòl és un caos de blocs, els de la part superior recoberts per colades estalagmítics. El sostre manté la mateixa cota fins a l'extrem nord que baixa bruscament i forma una visera final.

SALA DE LES GERRES

La longitud és de 13 m, amb una amplària màxima de 10 m i una alçària de 2 m. L'orientació és de N10°E. La sala és espaiosa, amb les parets formades per blocs i cons d'enderrocs. Tot el flanc nord-est és un reduït laminador, que li afegeix a la sala uns 10 m. Està composta de diferents nivells pavimentaris, el que li confereixen el seu aspecte laberíntic. En tres punts, en els quals es pot baixar entre els blocs al nivell més baix, s'observa el

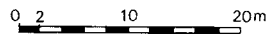
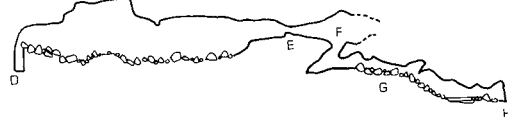
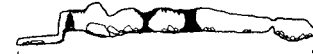
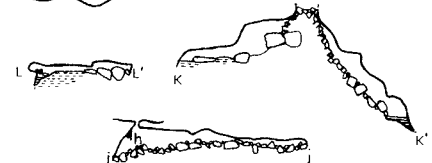
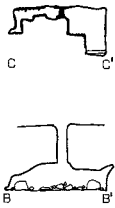


Sala de les Marmites

Sala de les Gerres

Sala Principal

Galeria Sinistra



COVA DES MÀRMOL
Ciutadella

Topografia
M. ZUBILLAGA, P. ARNAU, N. LAINET

GNM 2005



Foto 9: Laminador d'accés a la sala de les Gerres (cova des Màrmol).

Photo 9: Access section to the Sala de les Gerres chamber (Cova des Màrmol).

nivell freàtic. Un d'ells dona accés a una galeria submergida de difícil exploració.

Sediments

En realitat es fa gairebé impossible parlar de sediments originaris de la cavitat, ja que els processos antròpics han resultat espectaculars. La major part de la cova s'ha vist alterada i molt modificada, tant el seu paviment, com les seves parets. Només la galeria Sinistra, la sala de les Marmites i la sala de les Gerres, conserven en diversos trams, sediments poc alterats. La sala de les Gerres presenta un sediment argilós i en el fons de l'aigua, sediments de composició carbonàtica procedents de la roca descomposta. La galeria Sinistra presenta un sediment negre, procedent de matèria orgànica en descomposició, com a resultat d'aportacions des de l'exterior, bé per via de filtracions, arrels que entren per fissures, etc. La sala de les Marmites presenta sediments principalment argilosos i que en aquesta zona es mantenen molt humits.

Espeleotemes

És del tot necessari en aquest apartat, ressenyar la gran alteració que ha sofert la cova per l'acció humana, ja que d'ençà de 1930 aproximadament, es va venir emprant com a pedrera d'extracció de formacions litoquímiques, tant de colades parietals, com de pavimentàries i espeleotemes de tot tipus. L'explotació va continuar fins als anys 70 aproximadament, per la qual cosa trobar espeleotemes es fa gairebé impossible en més de la meitat de la cavitat. Algunes fotos antigues són testimoni de la riquesa de columnes i altres formacions que va tenir antany la cavitat. La sala Principal presenta restes de formacions estalactítiques en el sostre, així com de colades parietals amb marques de cartutxos de barrobins amb que els quals van realitzar les extraccions. Queden alguns vestigis de massissos estalagmítics a l'entrada i de cap a la sala de les Marmites. De les colades pavimentàries no va quedar cap resta visible i de la multitud de columnes que hi va haver, només queden les marques en el sostre i tres o quatre que so-



Foto 10: Exemple de colada estalagmítica afectada per l'explotació de la cova des Màrmol com a pedrera.

Photo 10: An example of flowstone affected by the quarrying exploitation in the Cova des Màrmol.



Foto 11: Una de les poques columnes que se salvaren de la cova des Màrmol. A la base s'observen les marques d'extracció.

Photo 11: One of the few remaining columns in the Cova des Màrmol. At its base quarrying marks can be seen.

breviuen senceres i amb signes d'haver estat començades a demolir. El pas del laminador cap a la sala de les Gerres i la pròpia sala, tot just presenten formacions. La sala de les Marmites es compon d'un gran massís estalagmític que obre pas a una sala rodona, amb una important acumulació de blocs amb algunes estalagmites i colades que els recobreixen i diversos massissos a l'extrem nord-oest. La galeria Sinistra discorre al llarg d'una esquerra emplenada a trams per colossals blocs folrats per colades importants. Tota la paret sud tot just compta amb formacions litoquímiques, al contrari

que la nord, que presenta un gran massís estalagmític poblat d'estalactites i estalagmites encara actives.

Processos clàstics

Aquests processos són molt importants i presents a tota la cavitat, encara que a la sala Principal l'acumulació de pedres a causa dels treballs de la pedrera, ho distorsiona tot. A les fotos antigues s'aprecien grans blocs, el que indica que anteriorment aquesta sala, ja presentava desprendiments. Per altra banda en alguns trams de la sala de les Gerres, formada per blocs sense cimentar, s'accedeix al nivell freàtic, el qual sembla presentar un lleuger corrent en alguns punts i s'aprecien canvis de nivell cada cert temps.

COVA DE NA MEGARÉ

Coordenades: 31S571198.16mE4424779.31mN

Història de les Exploracions

El nom de la cova és un neotopònim. Els primers propietaris de la casa on es troba l'entrada artificial, varen fer un pou i trobaren la cavitat. Aquests només exploraren la sala Parella, el Pas i part de la sala del Laberint, ja que per explorar la resta de la cova va esser necessari realitzar desobstruccions. És la cavitat més gran, 480 m de recorregut, i de major dificultat de totes les quals s'han explorat en aquest estudi. Nosaltres vàrem començar per la sala de l'Ocell, espai que es troba en el lateral dret de la cova i al que s'anomena d'aquesta manera per unes petjades d'ocell que es localitzen a l'argila de la sala. Segurament va caure per un forat excavat per a la presa de terra d'una de les cases, que es troba sobre la cova. En aquesta sala es localitzà una continuació al fons de la mateixa, en un espai amb gran quantitat de formacions estalagmítiques. Una vegada superat aquest estret pas entre formacions, vàrem arribar a la sala de l'Esquitx, per les esquitxades d'argila que s'observen en el sostre de la mateixa. Es va recórrer aquest espai, localitzant un petit gour en el fons i observant la quantitat de formacions que ocupaven l'espai de l'esquerra com si es tractés d'un bosc d'estalactites. Exploràrem diversos punts en aquesta zona de l'esquerra arrossegant-nos lentament entre estalactites i comprovàrem que conduïen al mateix lloc al qual s'arriba pel camí principal, així que tornàrem per aquest camí i ho vàrem recórrer fins a travessar un petit pas que s'obre entre un barrera estalagmítica i que ens va conduir a un espai al que denominàrem el Descans, perquè separa la sala de l'Esquitx de les següents i a més permet posar-se en peus després d'haver passat els espais anteriors arrossegant-se o de genolls.

El Descans donà accés a la sala dels Espeleotemes, a través d'un tram en el qual vàrem haver de passar allargats. La sala dels Espeleotemes rep el nom per la quantitat de formacions que conté. En aquesta sala es va observar a més, un gran gour i una barrera estalag-



Foto 12: a) Imatge de la façana d'una casa de Ciutadella en la que va esser utilitzat el material extret de la cova des Màrmol.
b) Detall d'una façana en la qual s'aprecien els fragments de formacions estalagmítiques extretes de la cova des Màrmol.

Photo 12: a) Image of the the façade of a house in Ciutadella where the material extracted from the Cova des Màrmol can be seen.
b) Detail of a façade where fragments of stalagmitic formations extracted from the Cova des Màrmol can be appreciated.



Foto 13: Con format artificialment degut a l'existència d'una antiga fossa sèptica. El forat és ben visible al sostre. La cavitat està afectada per altres abocaments residuals (cova des Màrmol).

Photo 13: Artificial rubbish cone formed owing to the presence of and old cesspool. The feeding hole is clearly visible in the roof. The cave is affected by other openings for sewage disposal (Cova des Màrmol).

mítica de gran bellesa. El final de la sala, i del recorregut per aquesta zona de la cova, es troba en un petit espai amb gran quantitat de formacions, i en el qual desta-

quen els espeleotemes epiaquàtics, on es va fer impossible continuar ja que a l'extrem nord-est l'angostura del conducte ho impedeix. Es va tornar a la sala Parella, una vegada allà ens dirigírem cap a la part sud-oest de la cova per la galeria denominada el Pas que és una de les galeries principals de la cavitat; en ella ens introduïrem per uns petits forats situats a la paret nord que no oferien continuació. Concloua l'exploració en aquesta galeria, vàrem accedir a la sala del Laberint, que rep el nom per la quantitat de possibles itineraris que es poden recórrer arribant a poder perdre l'orientació. En aquesta sala exploràrem diversos llocs, el primer d'ells és un espai en la zona esquerra de la sala, d'escassa altura i amb gran quantitat de formacions estalactíiques; ens introduïrem en ell arrossegant-nos amb cura i avançàrem uns metres fins que no vàrem poder continuar per les petites dimensions de l'espai. De nou en la sala del Laberint vàrem continuar l'exploració de la part esquerra per uns petits conductes amb gran quantitat d'argila; després de recórrer uns pocs metres, vàrem arribar al final, així que calia regressar i dirigir-se de cap a la part dreta de la sala. No trobarem cap lloc per explorar fins que arribarem al fons d'aquest lloc, en ell ens introduïrem en una zona d'escassa altura i que conté diversos gours amb aigua i gran quantitat d'estalactites i barreres estalagmítiques que separen àmbits. Amb cura de no caure dins l'aigua, poguérem accedir a un espai de petites dimensions en el qual avançàrem ajupits; a través de la barrera estalagmítica s'albirà una galeria a la qual també es pot accedir des de la sala del Laberint. Ja en la galeria, anomenada el Corredor de s'Aigo, pel nivell d'aigua que es troba en diverses zones de la mateixa, ens dirigírem fins al fons, arribant a una part on les seves reduïdes dimensions no ens permetien seguir, a pesar de que la galeria continuava.

Tornàrem a la sala del Laberint i exploràrem l'únic punt de la mateixa que ens quedava per investigar. Es tracta d'un pas a l'extrem esquerre de la sala, i al que denominam pas Criminal, per les seves reduïdes dimensions i per les formacions estalagmítiques que dificulten



Foto 14: Pou d'entrada a la cova de na Megaré.

Photo 14: Entrance well to the Cova de na Megaré.

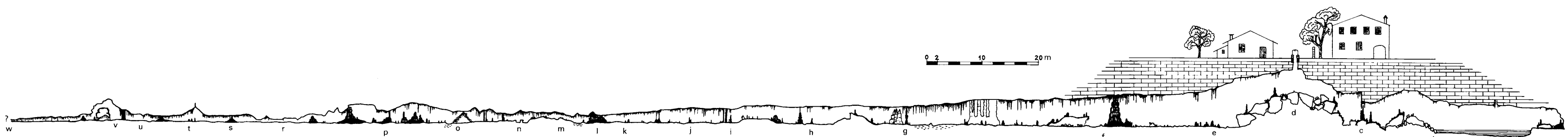
enormement l'accés a l'espai posterior. El pas Criminal condueix a una sala amb gran quantitat de formacions litoquímiques, on trobàrem una fossa sèptica ja en desús; el material tant de deixalla com d'enderroc que va caure a través d'ella forma un con que dóna nom a aquesta sala. A la sala del Con ens desplaçàrem amb dificultat, per la seva escassa altura i la gran quantitat de formacions, cap a uns conductes que es troben a l'esquerra del con, als quals s'accedeix a través d'un laminador de fang; aquest condueix a una sala de poca altura en la qual únicament vàrem poder romandre allargats. Ens arrossegàrem fins que la grandària de la sala ens ho va permetre, però finalment es va fer impracticable i tampoc vàrem poder albirar el final a causa de la gran quantitat de formacions.

Una vegada concloua l'exploració d'aquests espais ens dirigírem cap a la dreta del con, arribant a la següent sala que rep el nom de sala Blanca pel color de les seves formacions. Aquesta sala, de grans dimensions, ens permet caminar alçats i en ella localitzàrem diverses obertures amb possibilitats de continuació. La primera de les possibles continuacions es troba a la part esquerra de la



Foto 15: Vista general de la sala Parella de la cova de na Megaré. És la sala més gran de la cavitat. Les dues siluetes de persones que s'observen en el centre y al fons de la imatge donen una idea de la seves dimensions.

Photo 15: General view of the Sala Parella chamber in the Cova de na Megaré. It is the largest chamber in the cave. The two silhouettes of the people that can be seen in the centre and in the background give an idea of its dimensions.

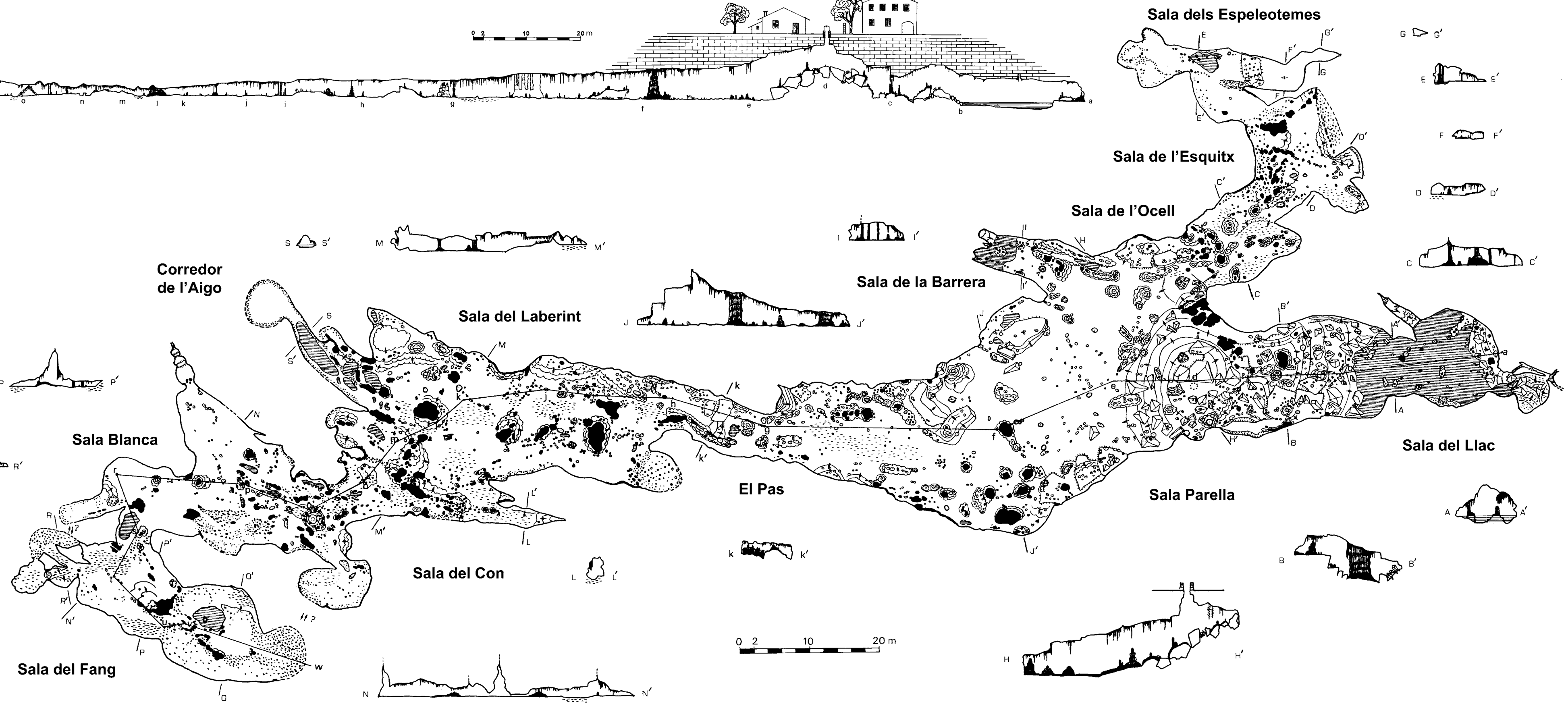
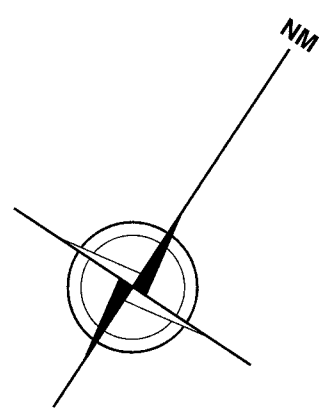


COVA DE NA MEGARÉ

Ciutadella

Topografia
M. ZUBILLAGA, P. ARNAU, N. LAINET

GNM 2005



sala i és un espai d'escassa altura pel qual avançarem arrossegant-nos entre formacions, fins que ja ens és impossible continuar per la seva petita grandària. El següent lloc d'exploració es trobà molt pròxim a l'anterior i desembocà en la part esquerra de la sala Blanca.

A continuació localitzarem en la mateixa zona esquerra un laminador a través del qual s'observava una sala per la qual la cova prosseguia; es va intentar entrar però la poca altura del laminador ens va impedir progressar. Veient que la continuació de la cova es trobava a l'altre costat del laminador, intentarem trobar una entrada alternativa al mateix, que ens permetés accedir a aquesta continuació, per això s'exploraren les zones a banda i banda del laminador, arrossegant-nos per conductes molt baixos i plens de formacions que finalment varen acabar sense permetre'ns l'entrada a l'espai.

Es va trobar, no obstant això, un petit forat que dona accés al mateix espai que el laminador; les condicions de situació i de grandària del mateix, fan que fos apte per a realitzar una desobstrucció que ens permetés passar a l'altre costat. Intentarem desobstruir aquest pas amb mitjans manuals, concretament amb una maça, una escarpra i un punter de dos metres de longitud, ja que la zona pròxima al forat és tan baixa que no només no ens permetia incorporar-nos per a picar, sinó que en moltes ocasions ens obligava a estar tombats, per això utilitzarem aquest punter que ens va permetre arribar a la zona a picar des de certa distància. Les pèssimes condicions a l'hora de treballar per a desobstruir l'accés i la duresa de la roca, van impedir que poguéssim acabar el treball, per la qual cosa deixarem les tasques de desobstrucció a l'espera de comptar amb mitjans mecànics que varem sol·licitar a l'ajuntament de Ciutadella.

Continuarem l'exploració de la sala Blanca recorrent la seva part dreta, fins a arribar a tres petits espais als quals s'accedeix a través de passos alts i que finalment acaben estrenyent-se en una petita esquerdada. D'aquesta forma es va donar per conclosa l'exploració de la sala Blanca i de la part sud-oest de la cova, a l'espera de continuar els treballs de desobstrucció.

L'exploració de la cova va seguir cap a la seva part nord-est, recorrent tota aquesta zona fins al llac, sense trobar cap continuació. Una vegada conclosa aquesta exploració, varem travessar el llac per a arribar fins a l'extrem del mateix, en el qual es localitzà un caos de blocs, cercant poder seguir per aquesta part. Una vegada a l'extrem del llac, es va observar que a la zona dreta de l'esfondrament s'obre un petit accés a un espai posterior; travessarem aquest accés fins un espai de petites dimensions format per blocs d'esfondrament. En ell, varem localitzar dos petits conductes, que explorarem avançant lentament fins que les seves reduïdes dimensions ens van impedir continuar.

Únicament faltava per concloure la desobstrucció del forat de la sala Blanca, per això utilitzarem gran quantitat de mitjans que l'ajuntament de Ciutadella va posar a la nostra disposició, com ara un generador, 150 metres de cable i un diferencial, ja que la gran quantitat d'humitat i aigua existent als espais per on havia de travessar el cable, suposava un gran perill a l'hora de treballar amb aparells elèctrics; d'aquesta manera el diferencial, desconnectaria automàticament el dispositiu davant l'existència de qualsevol problema. També es va



Foto 16: Arrels de gran bellesa que es despengen fins a una formació estalagmítica de la sala Parella (cova de na Megaré).

Photo 16: Roots of great beauty hanging down to a stalagmitic formation in the Sala Parella chamber (Cova de na Megaré).

utilitzar des d'un martell hidràulic fins a una màquina de disc i un trepant. Avançarem lentament a causa de les difícils condicions del treball que ho van fer extremadament dur, en haver de treballar tombats i en un espai tan reduït. Per a evitar respirar la pols produïda per les eines i que se'ns introduís també en els ulls, varem incorporar al nostre equip habitual, màscara i ulleres protectores. Finalment aconseguirem travessar el pas i varem poder accedir a una sala en la qual es fa necessari avançar ajupits o arrossegant-se per la seva escassa altura. Aquesta sala la denominarem sala del Fang, perquè presenta gran quantitat de fang en diversos llocs. S'arriba a una part de la sala que ens permet posar-nos dempeus i té en la seva base forma de con estalagmític. A la dreta d'aquest con ens introduïrem arrossegant-nos per un espai d'escassa altura amb gran quantitat de fang, fins a arribar a un punt en el qual varem tornar a estar dempeus; en ell trobarem un forat superior, que ens portà a manera de pont fins a l'espai següent on poguérem avançar allargats entre formacions, fins que l'angostura de l'espai ens va impedir continuar. S'arribà de bell nou al con estalagmític de la sala del Fang i ens dirigírem cap a un dels seus extrems, assolint un espai a través d'un petit accés entre formacions i que conté gran quantitat de fang; avançant amb dificultat, varem arribar a una sala final de petites dimensions.

El llac principal de la cavitat té unes dimensions notables, pel que vàrem pensar que pogués existir alguna galeria submergida que comunicàs amb altres espais aeris. Per aquest motiu es va procedir a explorar amb equip de busseig tot el perímetre del llac. Els resultats han estat negatius ja que tot aquest perímetre es troba totalment tancat per la roca mare.

Descripció de la cavitat

A causa del gran recorregut d'aquesta cova, que arriba a els 480 m, s'ha dividit la cavitat en diferents sales.

SALA DEL LLAC

L'orientació és de N40°E i es troba situada a l'extrem nord-est de la cavitat. La longitud màxima és de 30 m, amb una amplària de 14 m i una alçària màxima de 6,5 m.

SALA PARELLA

La longitud màxima és de 85 m, amb uns valors màxims d'amplària de 34 m i una alçària de 9 m. L'orientació és de N40°E. És la sala principal tant perquè l'entrada a la cova, es realitza per un pou excavat al sostre de la mateixa, com per les seves grans dimensions. L'amplitud de la sala ve perfectament definida per unes parets rectes, així com per un sostre molt horitzontal. A la sala destaca un gran con de materials clàstics pel qual es descendeix des del pou; una vegada a la base del con, el sòl discorre en horitzontal i d'ell s'aixequen enormes formacions litoquímiques.

EL PAS

La longitud màxima és de 13 m, amb una amplària de 7 m i una alçària de 2,5 m. L'orientació és de N60°E. És un passadís o zona de transició entre la sala Parella i



Foto 17: L'abundància i encant de les formacions litoquímiques és una constant a la cova de na Megaré.

Photo 17: The abundance and charm of the speleothems is noteworthy in Cova de na Megaré (Sala Parella).



Foto 18: Vista del llac de la cova de na Megaré (sala del Llac), situat a l'extrem NE de la cavitat.

Photo 18: View of the pool in the Cova de na Megaré (Sala del Llac), situated at the NE extreme of the cave.

la sala del Laberint. Aquest tram presenta un canvi brusca en amplària i altura respecte a la sala Parella, encara que les seves dimensions permeten un pas còmode i agradable per la quantitat de formacions que s'observen per totes bandes.

SALA DEL LABERINT

La longitud màxima és de 45 m, amb una amplària de 36 m i una alçària de 2,5 m. L'orientació és de N40°E. Aquesta sala és un bosc d'espeleotemes que tot just deixen apreciar les dimensions reals de la mateixa. És una sala de gran extensió però inferior en altura a la sala Parella. La seva grandària augmenta considerablement en el seu extrem nord-oest i permet així, gaudir d'una sensació de major amplitud. En el seu extrem est aquest presenta també una galeria de 3 m d'altura que acaba tancant-se.

CORREDOR DE L'AIGO

La longitud màxima és de 20 m, amb una amplària de 2,5 a 3 m i una alçària de 1,2 m. L'orientació és de N90°E. Aquest espai se situa a l'extrem oest de la sala del Laberint. És una zona de recorregut longitudinal, de menor amplària que longitud. Destaca la presència d'aigua al llarg de tot el corredor, formant gours successius de molt poca profunditat.

SALA DEL CON

La longitud màxima és de 16 m, amb una amplària de 15 m i una alçària d'entre 1 i 2 m. L'orientació és de N40°E. La separació entre la sala del Con i la sala del Laberint, ve donada per una barrera de massissos estalagmítics, que presenta només un accés per un pas de reduïdes dimensions. Aquesta sala rep el nom per

Foto 19: Detall de les formacions coral·loides que adornen la vorera del llac de la cova de na Megaré.

Photo 19: Detail of the coralloidal formations that adorn the pool shore in the Cova de na Megaré.

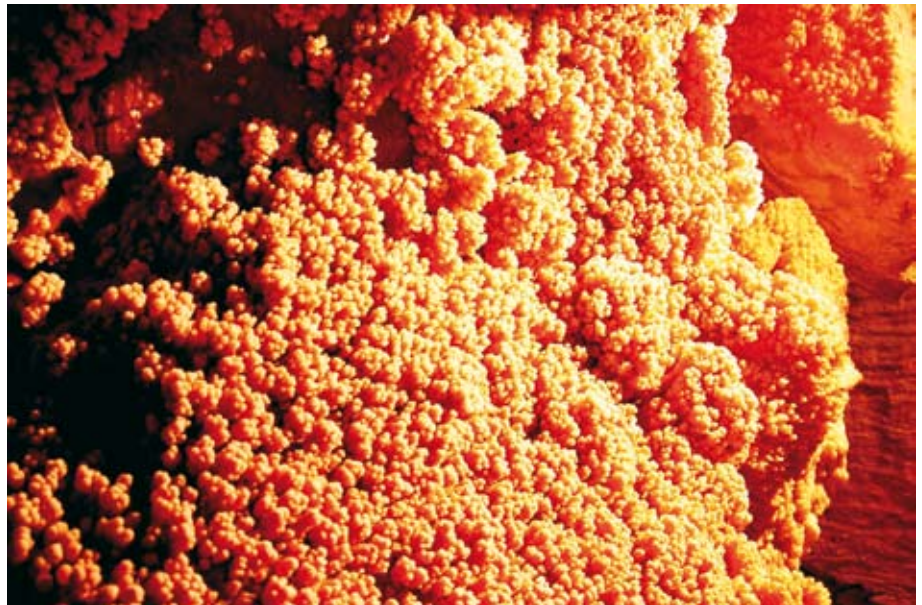


Foto 20: Espeleotemes en forma de plat de gran bellesa a la sala del Con. També s'observen estalactites de color blanc intens i alguns gours plens d'aigua (cova de na Megaré).

Photo 20: Plate shaped speleothems of great beauty in the Sala del Con chamber. Intense white stalactites and some gours full of water can also be seen (Cova de na Megaré).



la presència d'un con de matèria orgànica, procedent d'una fossa sèptica avui ja en desús. És una zona relativament baixa i difícil de transitar.

SALA BLANCA

La longitud és de 31 m, amb una amplària de 20 m i una alçària de 4 m. L'orientació és de N40°E. En aquesta sala, després de travessar la sala del Con, la cova arriba a un volum important. A l'extrem oest apareix una petita galeria sense continuïtat d'uns 6 m de longitud. El pis de la sala és colada estalagmítica, sobre la qual s'assenten algunes formacions molt belles.

SALA DEL FANG

La longitud és de 44 m, amb una amplària de 14 m i una alçària de 2,5 m. L'orientació és de N80°E. L'accés a aquesta sala, mai abans explorada, va ser molt difícil. A aquesta zona s'accedeix una vegada superat un laminador, per un pas desobstruït i que tot just supera els 25 cm d'altura. Aquest forat dona accés a una zona que reprèn altura en molt pocs punts i que va disminuint, a mesura que s'expandeix la sala, que duu una direcció est-oest.

SALA DE LA BARRERA

La longitud és de 14 m, amb una amplària de 5,5 m i una alçària de 2,5 m. L'orientació és de N60°E. Aquesta sala és un apèndix que s'obre en una de les parets nord-oest de la sala Parella. La sala, quadrangular i regular

quant a dimensions, presenta el pis pla i conté una fina capa d'aigua.

SALA DE L' OCELL

La longitud és de 13 m, amb una amplària de 11,5 m i una alçària d'entre 2,5 i 3 m. L'orientació és de N0°. Aquesta sala es configura com una segona branca de la cavitat principal, prenent la direcció nord-sud, ja que la cova des d'aquí s'estén cap a les pròximes sales, sumant entre totes un recorregut total d'aproximadament 60 m. La sala té una forma bastant quadrada amb els sostres molt plans i regulars i parets ben definides. Quant al pis, és molt pla i d'ell emergeixen nombroses formacions.

SALA DE L' ESQUITX

La longitud és de 15 m, amb una amplària d'11 m i una alçària de 1,4 m. L'orientació és de N0°. L'accés des de la sala de l'Ocell es fa per una galeria de reduïdes dimensions, adornada per petites columnes estalagmítiques. Aquesta sala té menys altura que l'anterior i segueix la direcció est-oest. És àmplia i amb desnivells creats per l'acció litoquímica, amb el pis cobert d'una llisa colada pavimentaria molt mullada pel degoteig de les formacions.

EL DESCANS

La longitud és de 4 m, amb una amplària d'1 m i una alçària d'1,7 m. L'orientació és nord-oest-sud-oest.



Foto 21: Sala del Laberint (cova de na Megaré) on s'aprecia gran quantitat de formacions de tot tipus.

Photo 21: The Sala del Laberint chamber (Cova de na Megaré) where a large number of formations of all types can be appreciated.

Foto 22: La sala Blanca ofereix una imatge de gran bellesa pels abundants espeleotemes que presenta (cova de na Megaré).

Photo 22: The Sala Blanca chamber offers an image of great beauty owing to the abundance of speleothems that it has (Cova de na Megaré).



Foto 23: Laminador difícil de superar que permet l'accés a la sala del Fang (cova de na Megaré).

Photo 23: A difficult section to get through which permits access to the Sala del Fang chamber (Cova de na Megaré).



Encara que estructuralment segueix formant part de la sala de l'Esquitx, són dos espais separats per barreres estalagmítiques. Respecte a la sala abans esmentada, augmenta d'altura de forma brusca fins a assolir 1,7 m, amb una paret nord molt recta, el que permet un bon descans enfront del tram anterior, que és complicat de travessar.

SALA DELS ESPELEOTEMES

La longitud és de 31m, amb una amplària d'1 m i una alçària de 1,7 m. L'orientació és nord-oest-sud-est. Després del Descans i de passar un pas molt baix i estret, s'arriba a una última sala, la sala dels Espeleotemes. És una sala allargada en direcció est-oest. L'extrem oest acaba en un conducte que segueix direcció nord-est. Aquest extrem oest de la sala, és un espai que correspon a un antic gour ja sec, adoptant la paret una forma circular. A la part central hi ha una zona amb aigua, de la qual emergeixen columnes de gran bellesa.

Sediments

Aquesta cova presenta molt poca variació sedimentològica, això és degut al fet que el procés litoquímic ha estat tan important que a la major part de les sales el pis està format per colades pavimentàries de considerable gruix. Així i tot l'argila està present en algunes zones. Part important de la sala Parella està ocupada pel gran con de pedres, d'origen clàstic, en la part superior del qual es troba el pou artificial d'accés a la cavitat. En aquesta part superior, hi ha una mica de sediment orgànic procedent de l'exterior i l'origen del qual és antròpic. Aquí s'observen algunes restes d'obra i indicis de matèries fecals, que van ser abocades per un petit forat situat just al costat del pou d'accés i utilitzat com a fossa sèptica fa alguns anys. També s'observa argila en algunes zones de la sala del Laberint, dipositada sobre la colada pavimentària, en els punts més baixos. Això indica que ha estat arrossegada per l'aigua des de petits conductes amb argila que s'observen a les parets late-

Als. Aquests conductes encara poden aportar aigua a la cova després de dies de fortes pluges, com hem pogut observar. És de destacar el con de sediments fecals de la sala del Con. Aquest es va formar fa uns anys, quan la cova va servir de fossa sèptica d'una de les cases construïdes per sobre d'aquesta sala. La sala Blanca té un pis de colada en el qual no s'aprecien sediments, en canvi a la sala del Fang hi ha alguns llocs on s'acumula argila vermella molt fina sobre el pis de colada. Aquesta prové de les diàclasis superiors que juntament amb l'aigua filtrada ocasionalment, es diposita formant alguns tolls fangosos. De totes maneres només són casos puntuals, ja que a la resta de la sala el pis de colada pavimentària és molt net. És el mateix cas que la sala de l'Ocell, el pis de la qual a pesar d'ésser de colada, està envaït en part per una capa fina d'argila vermella. A la resta de la cova no s'aprecia sediment d'interès, a excepció dels materials procedents de la descalcificació de la roca, a Menorca denominat "sauló", que omple alguns racons entre els blocs que donen accés a la zona del llac. El fons del llac està cobert per llims composts d'argila i sediment carbonatat.

Espeleotemes

La cova és molt rica en formacions litoquímiques i el procés reconstructiu ha estat tan intens que poden trobar-se en ella una gran varietat d'espeleotemes. En accedir a la sala Parella i baixar pel gran con de derrubis, ja s'observa la magnitud d'aquest procés. Les formacions en general, es troben en molt bon estat de conservació, gràcies en part, a que aquesta cova no era coneguda amb anterioritat i la seva entrada es troba en una parcel·la privada.

COLADES PAVIMENTÀRIES I PARIETALS

La major part de la cova presenta el pis concrecionat, format per gruixudes colades pavimentàries. Aquestes són especialment netes i planes a la sala dels Espeleotemes, sala de l'Esquitx, la sala Blanca i la part final de la sala del Fang. En altres zones, no obstant això, l'argila cobreix part d'aquestes colades en haver-se dipositat a les parts més baixes arrossegada per l'aigua. Accedint a la sala del llac s'observa un pendent format per grans blocs entre els quals s'han format colades pavimentàries molt irregulars. Les colades parietals estan presents en gairebé tot el perímetre de la cova, amb algunes realment espectaculars, principalment al sector nord de la sala Parella, en el Pas i part de la sala del Laberint. Algunes d'aquestes colades són esglaonades i posseeixen un color groc i vermellós, que juntament amb la seva textura rugosa, donada per la multitud de microgours que presenta, li confereixen una gran bellesa.

ESTALACTITES, ESTALAGMITES I COLUMNES

Són extraordinàriament abundants. Només en accedir a la cova ja s'observa a la sala Parella gran quantitat d'estalagmites formades damunt dels blocs. Aquestes són de grandària considerable i algunes són esglaona-

des o de tipus palmera, el que realça el seu atractiu. En la volta d'aquesta sala s'observen llargues estalactites que han crescut en grups alineats, seguint algunes fractures per les quals s'ha filtrat l'aigua. Aquestes fissures es fan més evidents cap al sector sud-oest de la sala, on les filtracions han estat tan importants com per a formar un conjunt d'enormes columnes. A partir d'aquí i seguint el recorregut de la cova pel Pas, les formacions van en augment. Estalactites, estalagmites i columnes formen un espès bosc especialment a la sala del Laberint. El mateix succeeix en altres sales com la sala del Con, la sala Blanca i la sala del Fang, que es troben densament decorades. Cap al nord-oest de la sala Parella, la sala de la Barrera, la sala de l'Ocell, la sala de l'Esquitx i la sala dels Espeleotemes, també contenen amb formacions molt abundants però més fines i delicades. A la sala del llac es poden veure algunes columnes i estalagmites importants, fins i tot dintre del llac, però són menys freqüents les estalactites.

EXCÈNTRIQUES I HELICTITES

Encara que aquests espeleotemes estan presents a les altres coves de cala Blanca, com en la cova de sa Tauleta, és en la cova de na Megaré, on són especialment boniques i on es troben en gran quantitat. La principal acumulació d'excèntriques es localitza en la zona del Descans i li segueix la paret sud de la sala Parella al costat de la zona del Descans, sala del Laberint i la sala Blanca.

GOURS I CRISTAL·LITZACIONS SUBAQUÀTIQUES

Les seves dimensions poden ser d'uns pocs centímetres (microgours), fins a diversos metres. A la cova de na Megaré, hi ha gours de tot tipus i la majoria d'ells es troben actius. La sala dels Espeleotemes conté bona mostra d'aquestes formacions amb aigua i formacions molt interessants. En general tota la cova presenta gours amb aigua, però sempre són més abundants a la meitat nord de la cavitat. Just accedint a la sala del Con, s'observen alguns de notables dimensions, que són dels pocs que es troben actualment secs.

FORMACIONS BOTRIOIDALS I ALTRES

Altres formacions que demostren la riquesa d'aquesta cova són les anomenades botrioidals. En aquesta cova s'observen en gran quantitat i diversitat de grandàries i colors. Trobam exemples espectaculars d'aquestes formes, per exemple en la riba sud-oest del llac, on les formacions coral·loides s'acumulen folrant les pedres del sòl. En la sala dels Espeleotemes, nord de la sala Parella i la sala Blanca, abunden les botrioidals, encara que en aquesta última tenen una forma molt peculiar que s'assembla als xampinyons amb un finíssim tronc.

Processos clàstics

Els processos clàstics són molt importants a una zona concreta, mentre a tota la resta de la cavitat són

Foto 24: Detall de les estalactites de la sala dels Espeleotemes, especialment abundants en aquesta zona i de gran puresa (cova de na Megaré).

Photo 24: Detail of the stalactites in the Sala dels Espeleotemes chamber, especially abundant in this area and also of great purity (Cova de na Megaré).



Foto 25: Curioses formacions epiaquàtiques de la sala dels Espeleotemes (cova de na Megaré). Les línies negres que s'observen al terra són arrels descompostes.

Photo 25: Curious epiaquatic formations in the Sala dels Espeleotemes chamber (Cova de na Megaré). The black lines that can be seen on the ground are decomposed roots.

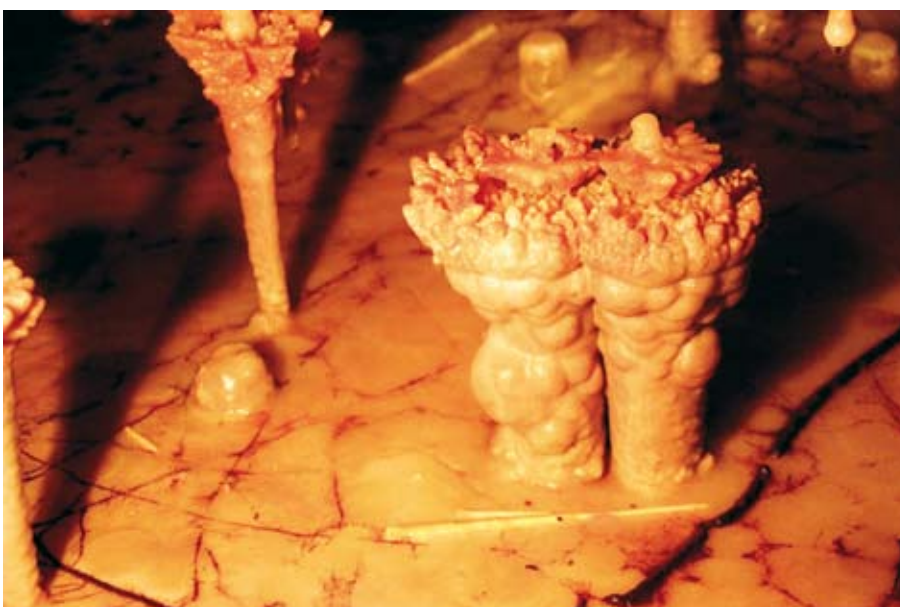


Foto 26: Excèntriques de la sala dels Espeleotemes. Són formacions abundants a tota la cavitat, encara que en aquesta sala destaquen especialment (cova de na Megaré).

Photo 26: Helictites in the Sala dels Espeleotemes chamber. They are abundant formations all along the cave, though in this chamber they are especially noteworthy (Cova de na Megaré).



de poca importància. Aquest fenomen està representat aquí pel con de derrubis situat a la part sud-est de la sala Parella i que s'estén fins al llac. Quan s'entra a la cova pel pou obert al sostre de la sala, s'accedeix al cim del con, format per immensos blocs de pedra. El pendent sud-oest dóna accés al nivell pla del pis original de la sala Parella. El pendent nord-est per la seva banda, ens permet descendir fins a la sala del Llac, arribant a la vorera de l'aigua. El desprendiment de la majoria d'aquests blocs no és un fet recent, ja que, sobre molts d'ells, es localitzen grans estalagmites. La cova presenta també algun conjunt més de blocs situats al costat de les parets sud-est i nord-oest d'aquesta mateixa sala. D'altra banda, només es localitzen alguns esbucaments puntuals de poca rellevància.

COVA DES CAMELLS (COVA DE CAS GUARDA)

Coordenades: 31S571422.30mE4424896.47mN

Història de les Exploracions

Va ésser topografiada l'any 1948 per THOMAS-CASAJUANA i MONTORIOL-POUS, J. (1951) i va tornar a ser objecte de topografia per segona vegada en 1952 per Maluquer. La revisió exploratòria d'aquesta cavitat no ha proporcionat cap novetat important. A la part esquerra únicament s'ha trobat un accés estret que comunica amb una petita cambra.

Descripció de la cavitat

La longitud màxima és de 30 m, amb una amplària de 13 m i una alçària màxima de 2,8 m. L'orientació és de N40°E. La cavitat apareix citada a la bibliografia an-

tiga formant part de les conegudes coves de Parella. Malgrat això, no s'aporta molta informació sobre ella per la seva petita mida, que no supera els 30 m. Es pot considerar una sola sala, encara que presenta alguns estrets conductes, que amplien un poc més el recorregut. L'entrada a la cova es realitza per un forat protegit per un marge de pedres. Uns graons també de pedra ens conduïxen a l'interior de la sala. El pis es presenta com un pronunciat pendent que descendeix en direcció nord-oest fins a un pla situat 6,50 m més baix. A pesar de ser una mateixa sala, unes potents columnes i massissos estalagmítics separen alguns espais. Des d'aquí es pot optar per dirigir-se als extrems oest i nord de la cova, en els quals s'observen dos estrets i impracticables conductes, a favor d'una diàclasi, relacionada amb la gènesi de la cavitat.

Sediments

La cavitat presenta una enorme quantitat de sediments, la majoria d'origen orgànic, llevat de l'argila que s'observa en els conductes dels extrems. L'entrada en pendent de la cova ha propiciat que les pluges arrosseguessin la terra i pedres del camp exterior cap a dintre, així com restes orgàniques. També s'observen escombraries aportades per l'acció humana en època relativament recent.

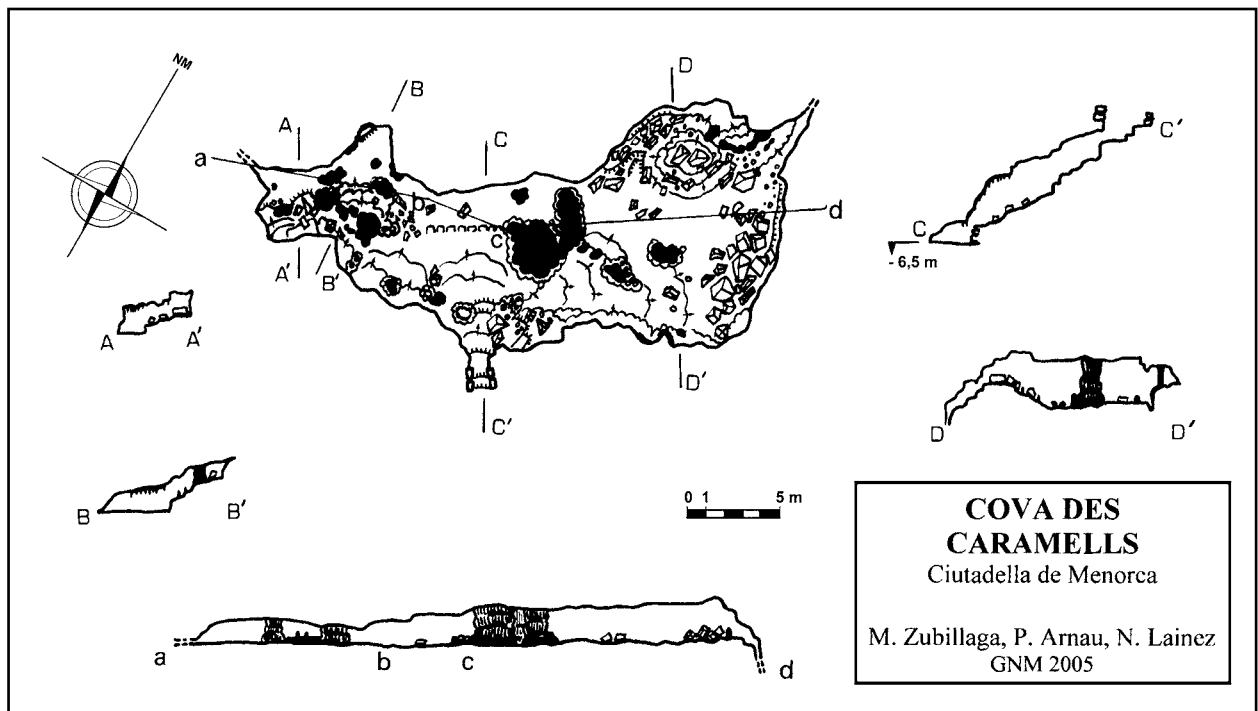
Espeleotemes

Les formacions litoquímiques d'aquesta cova són importants encara que les seves formacions es troben molt deteriorades a causa de l'acció humana. No presenta molta varietat de formes, ja que aquestes es limiten a algunes columnes i massissos estalagmítics, d'una envergadura notable, que es concentren en el centre de



Foto 27: Columnes situades en el centre de la sala principal de la cova des Caramells. Són de les poques formacions que se conserven a la cova, que ha rebut freqüents visites.

Photo 27: Columns situated in the centre of the main chamber in the Cova des Caramells. They are some of the few remaining formations in this frequently visited cave.



la sala i l'extrem oest. A l'extrem nord-est s'observa alguna estalagmita de petita mida i evidències de trencament d'espeleotemas.

Processos clàstics

En diversos llocs s'acumulen blocs caiguts del sostre, de grandària petita. On major incidència ha tingut aquest procés és en els extrems est i nord; en aquest darrer destaca un con de derrubis.

AVENC D'EN FONSO

Coordenades: 31S571511.75mE4425134mN

Història de les Exploracions

La seva localització va ser facilitada per l'antic guarda de la urbanització, el nom del qual s'ha utilitzat per a denominar la cavitat (neotopònim). Per a la seva exploració es va haver d'alçar una gran llosa que tapava l'entrada. La cavitat es trobava plena de residus de tot tipus i a més una gran quantitat de pedres obstruïa l'avenc, per la qual cosa es va procedir a retirar els blocs fins a esgotar les possibilitats de continuació per una estreta galeria.

Descripció de la cavitat

Les seves dimensions màximes de longitud, amplària i altura són 4, 2,5 i 4 m respectivament. L'orientació és N80°E. Aquesta cavitat no havia estat citada a la bibliografia antiga ni havia constància oficial d'ella, fins

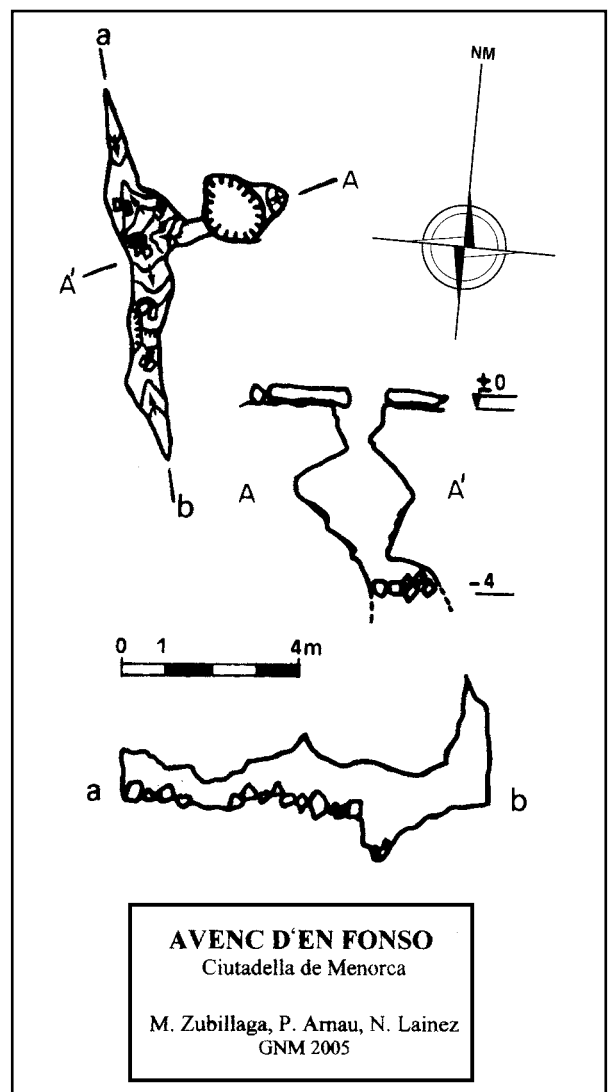




Foto 28: Pou d'entrada a la cova de sa Tauleta, a la qual se baixa per una escala de ferro.

Photo 28: Entrance well to the Cova de sa Tauleta, in which a metal ladder is used.

que l'antic guarda de cala Blanca, el Sr. Alfonso, va informar que havia un forat amagat entre unes mates. Es tracta d'una cavitat de desenvolupament vertical que es presenta com un forat en el sòl al qual només es

pot descendir amb una corda o escala. Donada la seva situació podria haver actuat com engolidor, servint de desguàs a les tanques de la zona, en cas de fortes pluges. Actualment està obstruït per l'acumulació de blocs, terra i escombraries.

Sediments

Pràcticament no s'aprecia sediment original de la cova. L'únic que hi ha és orgànic i procedeix de l'exterior, així com escombraries i objectes d'origen antròpic.

Espeleotemes

El procés litoquímic ha estat pràcticament nul, es limita a algunes colades parietals de poca rellevància situades a la meitat del pou de descens.

COVA DE SA TAULETA

Coordenades: 31S571381.80mE4424779.15mN

Història de les Exploracions

La cova de sa Tauleta compta amb una topografia realitzada l'any 1988, per TRIAS & GINÉS (1989), publicada també posteriorment a GINÉS & FORNÓS (2004). A la zona dreta de la cova, situant-nos des de l'escala d'accés, es va avançar per una zona de blocs caiguts fins a trobar un espai pel qual es va descendir i es va poder accedir a diversos espais inferiors que condueixen al nivell freàtic. Un altre d'aquests espais va dur per zones que també presenten nivells d'aigua; per això vàrem

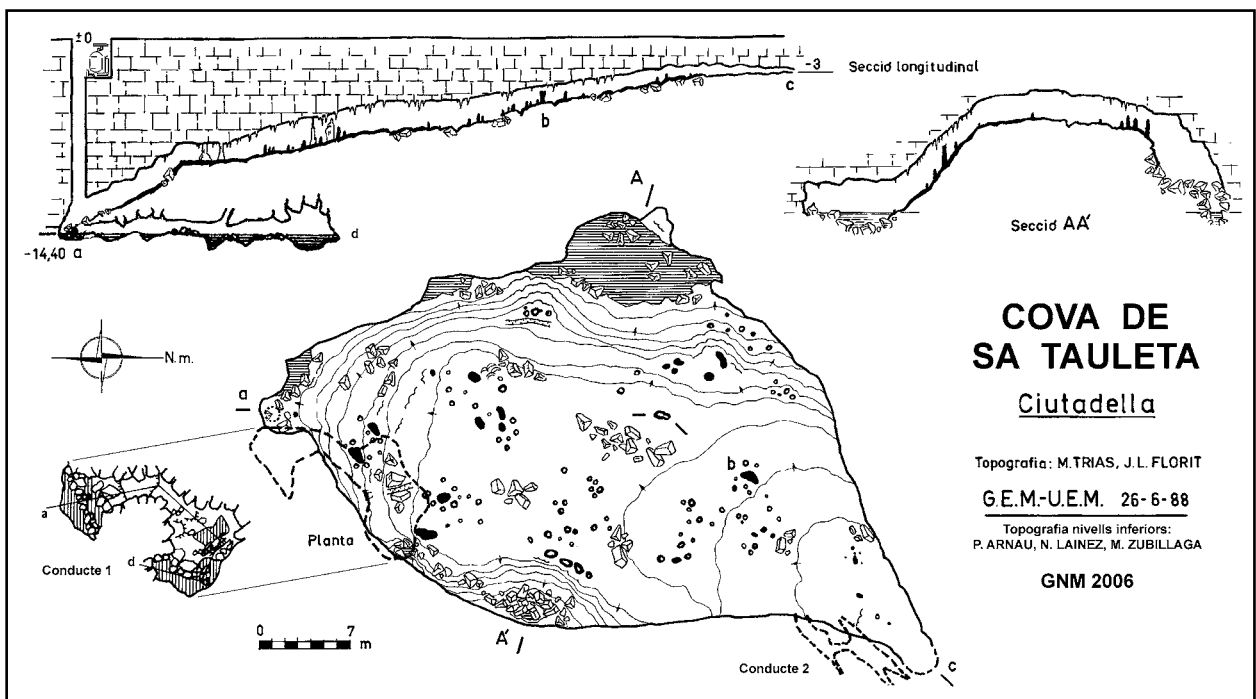


Foto 29: Vista de la zona central de la cova de sa Tauleta.

Photo 29: Central view of the Cova de sa Tauleta.



Foto 30: La cova de sa Tauleta destaca per l'abundància i bona conservació de les seves formacions.

Photo 30: The Cova de sa Tauleta outstands for its abundant and well-preserved formations.



haver de travessar corredors de reduïdes dimensions, un laminador pel qual avançarem arrossegant-nos i un espai en el qual va ésser necessari fer equilibris per no caure a l'aigua. També es va explorar la zona dreta de la cova cap a l'extrem oposat a l'entrada. Avançarem amb dificultat per una zona d'escassa altura i gran quantitat de formacions estalagmítiques, fins a situar-nos davant d'un diminut accés entre estalactites, que dona pas a un espai que sembla seguir. Per a comprovar-ho vàrem haver de travessar el pas més petit i difícil de tots els realitzats en l'exploració del conjunt de coves de Cala Blanca. Per a superar-lo va ésser necessari arrossegar-se amb dificultat i fins i tot vàrem haver de treure l'aire dels pulmons per a reduir el seu volum al màxim, ja que una punta de roca ens impedia el pas. Una vega-

da superat aquest punt, vàrem seguir arrossegant-nos fins a un petit espai, a on una gatera ens va permetre continuar; a l'altre costat trobàrem una sala per la qual seguirem avançant a ròssec, encara que era de majors dimensions que tot l'anterior. Finalment i per un pendent situat en un lateral d'aquesta sala, accedirem a un espai superior amb un petit pas que condueix a la sala principal de la cova.

S'ha realitzat l'exploració subaquàtica, amb equip d'immersió, en les dues zones principals d'aigua: el llac principal situat a l'oest de la sala i el segon llac que es localitza en el lateral d'aquest, amagat entre grans blocs caiguts. En cap d'aquests dos llacs s'ha pogut avançar més d'uns pocs metres, a causa de l'acumulació de pedres submergides. En el llac principal no s'observaren



Foto 31: Exemple de formacions litoquímiques afectades per un procés de solifluxió que ha desplaçat cap a baix i lateralment el pis de la cavitat (cova de sa Tauleta).

Photo 31: An example of lithochemical formations affected by mechanical readjustments which had lowered and laterally displaced the floor of this cave (Cova de sa Tauleta).



Foto 32: Davallada de cap al llac principal de la cova de sa Tauleta.

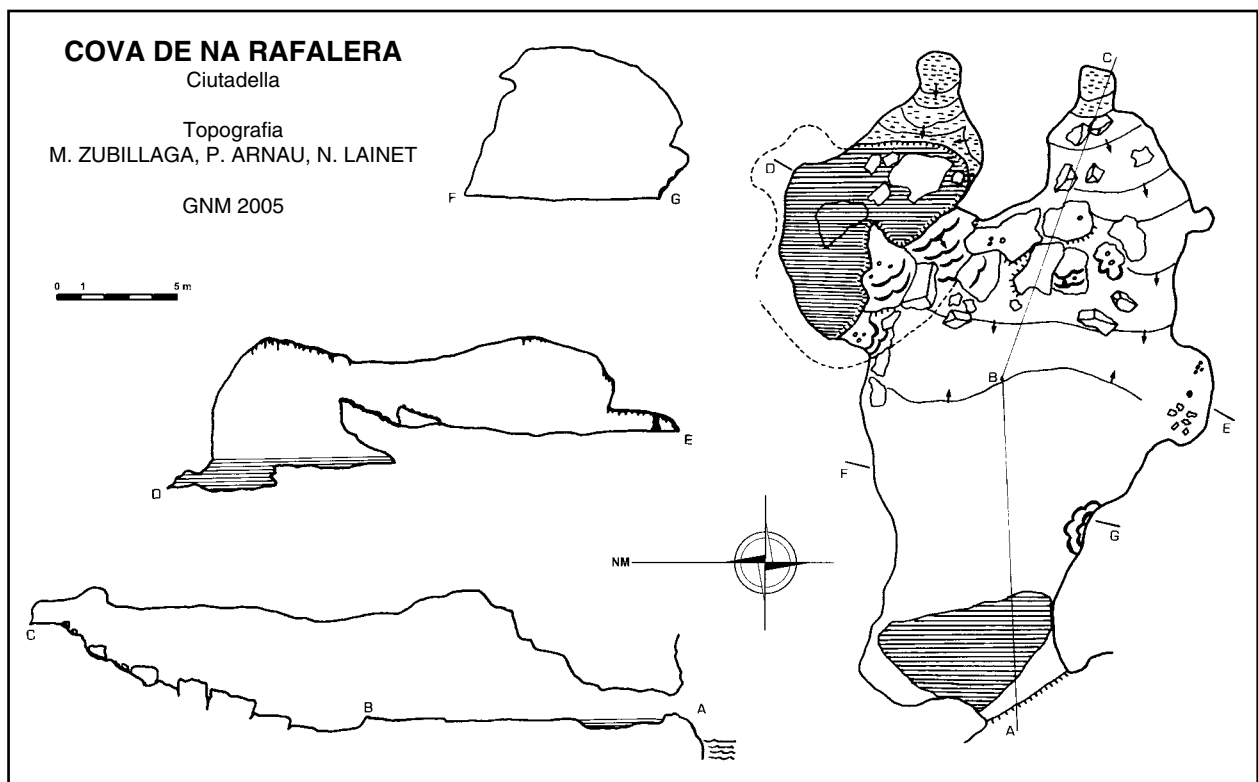
Photo 32: Descending towards the main pool in the Cova de sa Tauleta.

possibilitats d'avançar, ni tan sols utilitzant mètodes de desobstrucció. En canvi, en el llac secundari es va veure, més enllà d'uns blocs submergits, un notable espai que podria ser una continuació subaquàtica; però desgraciadament moure aquests blocs significaria, amb tota seguretat, provocar un desprendiment massa perillós, ja que aquests blocs subjecten a uns altres que es troben per damunt seu.

Descripció de la cavitat

Els seus valors màxims de longitud, amplària i alçària són 60, 35 i 5 m respectivament. El recorregut

total de la cavitat és de 85 m. L'orientació general de la cova és N30°E. Aquesta cova no figurava a la bibliografia més antiga, ja que va ser localitzada fa uns anys per mor de l'excavació d'un pou per subministrar d'aigua una piscina, situada just damunt de la cavitat, avui dia abandonada i en avançat estat de degradació. Malgrat tot, la cova està molt ben conservada i presenta gran riquesa d'espeleotemes. La cova pot considerar-se com a única sala subdividida per blocs i formacions litoquímiques. Amb els nous treballs hem localitzat dos nous espais (conducció 1 i conducció 2). El conducció 1 transcorre com a pis inferior de part de la sala principal i per sota de gegantines lloses que formen el pis d'aquesta. El conducció 2 s'estén un poc cap a l'extrem nord-est de la cova.



Sediments

La cavitat pràcticament no presenta sediment; només en el centre de la sala principal s'observa argila vermella que acaba desapareixent sota un pis de colada.

Espeleotemes

Les formacions litoquímiques són molt abundants i variades. Destaca l'acumulació d'excèntriques cap a la zona del llac, un bosc espectacular d'estalactites fistuloses cap al fons de la sala i gran quantitat d'estalactites i estalagmites en diferents localitzacions. És interessant la presència de geodes de calcita a les parets.

Processos clàstics

Tota la cavitat actualment està condicionada pels processos d'esfondrament, ja que tot el pis de la cova són grans lloses i blocs caiguts que han provocat el creixement ascensional de la cavitat. S'observa també que el pis de blocs de la sala s'ha anat assentant provocant un procés de solifluxió. Això s'aprecia principalment a les columnes que s'han anat desenganxant del sostre al baixar el pis i alhora s'han desplaçat cap a un costat.

COVA DE NA RAFALERA

Coordenades: 31S570928.51mE4425134.84mN

La longitud màxima de la cova és de 27 m, amb una amplària màxima de 16 m, l'altura màxima que arriba a

tenir és de 5,5 m i l'orientació és de N90°E. El nom de la cova és un neotopònim relacionat amb el fet d'estar situada just al costat sud de la punta Rafalera. D'ella no s'ha trobat cap referència bibliogràfica. L'accés a aquesta cavitat es realitza exclusivament per mar i les seves dimensions són modestes, ja que no supera els 35 m de recorregut. La situació de la cova, l'entrada de la qual està a tan sols 1 m sobre el nivell del mar, fa que sigui envaïda en part per les ones els dies de temporal.

Descripció de la cavitat

La cavitat és bàsicament una gran sala encara que es pot considerar subdividida en dos espais: la sala Principal i el Llac, que delimita una zona més baixa.

SALA PRINCIPAL

Rep llum de l'exterior, ja que en ella es troba l'entrada de la cova. Aquesta està situada a l'extrem oest de la sala i amida uns 3 m d'ample per 0,9 m d'alt. En aquest extrem, el pis està envaït per un toll d'aigua de mar i és molt pla, mentre que després comença una suau pujada que es veu interrompuda en el centre de la sala, per una depressió en la qual el pis baixa 70 cm. Seguidament ascendeix de forma dràstica fins a arribar, en el fons de la part sud-est, a una cota de gairebé 5 m sobre el nivell marí. Aquí s'observa l'inici d'un conducte totalment reblit. A l'extrem nord-est el pis acaba de cop, donant lloc a una caiguda vertical de 2 m que arriba al nivell del llac. El sostre de la sala, bastant irregular, a la part més propera a l'entrada es veu afectat per l'acció de la mar que ho ha erosionat progressivament.



Foto 33: Petits gours formats a la colada pavimentària de la zona del llac de la cova de na Rafalera.

Photo 33: Small gours formed on a flowstone in the area of the pool in the Cova de na Rafalera.

EL LLAC

La longitud és de 8 m, mentre que l'amplària i altura són de 6 m. La profunditat màxima del llac arriba als 1,3 m. L'orientació és N85°E. Aquest espai es troba situat a l'extrem nord-est de la sala Principal i a un nivell inferior. De fet, una part del llac se situa per sota del pis d'aquesta sala gran. Gairebé el total d'aquesta zona està envaïda per l'aigua, llevat d'algunes roques que formen un petit illot i d'un conducte suspès i totalment emplenat per argila. L'aigua del llac és bastant salobre i sembla coincidir amb el nivell del mar. Quan es produeixen forts temporals de ponent, sembla ser que el mar arriba a esquitjar el llac, el que provoca el grau de salinitat que aquest té i alhora aporta el sediment d'arena que compon el fons del mateix.

Sediments

Presenta dos tipus de sediments molt bé diferenciats. D'una banda l'arena aportada per la mar i per un altre l'argila vermella aportada per l'aigua subterrània. Des de l'entrada de la cova cap a l'interior, més de la meitat de la sala té el pis net de sediments, encara que la roca està formada per arena cimentada, procedent d'una duna fòssil quaternària que ocuparia part de l'exterior, on avui està el mar. El sediment sorrenc es localitza en dos punts concrets, un és un entrant de la paret sud de la sala Principal i l'altre el fons del llac. L'argila es troba acumulada en tota la part final de la cavitat, ja que procedeix de dos conductes reblits que es localitzen als dos extrems de la sala.

Espeleotemes

El que més destaca són les colades pavimentàries que es localitzen cap al fons de la sala, sobretot pels

seus colors cridaners i variats. Aquestes colades comencen a cobrir alguns blocs caiguts del sostre i sobre elles han crescut algunes formacions botrioidals molt interessants. Les estalactites són molt escasses i disperses. On més s'observen és a l'espai situat en la paret sud i a la meitat de la sala. És una zona lateral de la cova on l'activitat de degoteig és més intensa. Aquí s'observen també algunes petites columnes i estalagmites que són igualment molt escasses. En el pis situat prop de la caiguda al llac, hi ha alguns gours actius amb aigua i algunes colades parietals. Pel que fa a altres tipus de formacions litoquímiques, són pràcticament inexistentes.

Processos clàstics

Tenen poca rellevància a la cova. Alguns blocs caiguts del sostre es concentren a la rampa de pujada al fons de la sala, la majoria emmascarats per les colades pavimentàries.

ALTRES POSSIBLES CAVITATS

Sabem, per referències orals, que existeixen altres coves sota la urbanització de cala Blanca. Algunes se sap cert que existeixen, unes altres no és tan segur, però el que està clar és que actualment no tenen cap entrada accessible que permeti accedir al seu interior per al seu estudi. Cap d'aquestes coves figura a la bibliografia antiga, ja que van ser localitzades posteriorment arran d'obres realitzades durant el procés d'urbanització. Així mateix, van ser segellades per a poder acabar les obres. Les referències orals més fiables es refereixen a cinc coves:

- Cova situada per sota del soterrani de l'hotel Sagitari. Aquesta va aparèixer quan la màquina pesada, que excavava dit soterrani es va enfonsar. Segons es diu,

la cova continuava, encara que no sabem en quines condicions va quedar; sí sabem que l'obra es va acabar i va quedar segellada.

- Cova situada sota un petit supermercat que es troba en el carrer "Muntanya del Toro". Es va localitzar en fer unes obres en el pis del local. Seguidament es va segellar i es va acabar el treball enrajolant de nou.
- Cova situada sota el "xalet Eivissa", a la parcel·la 73 del carrer "Passatge dels Murters". Es va localitzar en excavar un pou ample en el jardí de l'habitatge. Segons diuen, és una cavitat de grans dimensions. El propietari de la parcel·la baixava a ella assíduament amb il·luminació elèctrica, fins que un dia va rrelliscar i va caure a l'aigua morint electrocutat, ja que pel que sembla la cova tenia un llac. Temps després d'aquest desgraciat accident, el pou va ser emplenat de material i es va construir una piscina damunt. Tenim la certesa de l'existència de la cova, gràcies a l'explicació de persones que van ajudar a treure el cos de la víctima de l'accident. No sabem fins a on arriba, ja que no va ser explorada en la seva totalitat.
- Cova situada per sota d'una parcel·la indeterminada, podria ser la 214 del carrer "Passatge de l'Espígol". Sembla ser que va aparèixer en realitzar obres a l'interior de l'habitatge. Es diu que té formacions importants. No sabem de que manera es va tapar el forat.
- Cova situada sota una parcel·la indeterminada del carrer "Avinguda de Cala Blanca"; sembla ser que es va localitzar en fer una obra i es va segellar ràpidament.

Hidrologia i contaminació

Tan sols s'ha apreciat un lleuger corrent hídric, en moments puntuals, a la galeria submergida de la sala de les Gerres de la cova des Màrmol. També s'han pogut observar oscil·lacions del nivell d'aigua a totes les coves, principalment pujades de fins a 25 cm, alguns dies després de fortes pluges. Les anàlisis d'aigua realitzats durant aquest estudi, han demostrat que la composició d'aquesta és diferent en cada cova. En alguns casos l'aigua d'aquestes coves es veu afectada per problemes de contaminació derivats de la urbanització.

Arqueologia

Cala Blanca és una zona rica des del punt de vista arqueològic. Hi trobam una necròpolis pretalaiòtica amb un hipogeu de planta allargassada i un naveta d'habitació vora la platja, excavada per Margaret Murray; a més hi ha diverses coves artificials talaiòtiques, situades a la zona verda rera la platja. Sabent açò era d'esperar que existissin restes arqueològiques en alguna de les coves naturals objecte del nostre estudi. En teníem coneixement a partir del testimoni de persones que n'havien vist i de notícies antigues. Per tant, abans de començar l'exploració de les coves, sol·licitarem un permís de prospecció amb caràcter d'urgència al Con-



Foto 34: Entre les restes arqueològiques de la cova de s'Aigo es troben grups de ceràmiques fragmentades de diverses formes, tant d'època pretalaiòtica com talaiòtica.

Photo 34: Among the archaeological remains in the Cova de s'Aigo were found diverse forms of fragmented pottery, both from the pre-Talaiotic and Talaiotic epochs.



Foto 35: Un dels grups de ceràmica prehistòrica de la cova de s'Aigo.

Photo 35: One of the groups of prehistoric pottery in the Cova de s'Aigo.

sell Insular de Menorca; ja que les condicions de les coves pel que fa a malmenament i accés incontrolat, feien necessària una ràpida localització, classificació i documentació de les restes. De les coves explorades, només tres contenen restes arqueològiques: la cova de s'Aigo, la cova des Màrmol i la cova de na Rafalera. A totes hi realitzarem una prospecció conjunta a l'exploració, localitzant el material arqueològic documentat i classificat posteriorment.

COVA DE S'AIGO

Abans de començar la prospecció d'aquesta cavitat, ja en teníem notícies de l'existència de restes; especialment sabíem de la troballa d'ossos humans al fons del llac. Però també sabíem del malmenament i espoli que havia sofert la cavitat durant anys; tanmateix els resultats foren millor del que esperàvem, ja que poguérem localitzar abundants fragments de ceràmica indígena que presenten formes i decoracions interessants, a més de restes humanes i de fauna. Les restes es trobaren majorment entre els blocs en llocs de difícil accés, i són



Foto 36: Fragment de formatgera d'època talaiòtica trobat a la cova de s'Aigo.

Photo 36: A fragment of a cheese dish from the Talaiotic epoch found in the Cova de s'Aigo.

per tant posteriors a la caiguda d'aquells i s'han introduït per gravetat. La majoria surten agrupats, i citam els llocs on els trobarem amb la idea de facilitar-ne la seva ubicació.

A continuació feim una relació dels diferents grups.

Grup 1

Localitzat a l'esquerra de l'entrada, entre els buits d'una zona de colada.

- 1 fragment de contenidor pretalaiòtic de llavi rodó i paret corbada amb ansa aplicada. Pasta grisosa, feta a mà.
- 1 fragment de vora resta de vas talaiòtic. Pasta gris, feta a mà.
- 2 fragments de vora oberta i rodona d'atuell globular talaiòtic. Pasta grisa, feta a mà.
- 2 fragments de vora expandida i rodonenca d'olleta globular talaiòtica. Pasta gris vermelloso irregular, feta a mà.
- 1 fragment de vora de vas troncocònic pretalaiòtic. Vora de secció triangular. Pasta negra, feta a mà.
- 1 fragment d'ansa aplicada de vas pretalaiòtic. Pasta grisa brunyida, feta a mà.
- Fragment de cul pla de vas talaiòtic.
- Olla globular de pasta negra, feta a mà
- Fragment informe de ceràmica comú romana

Grup 2

Es va localitzar al peu d'un massís estalagmític a l'esquerra de l'entrada, amagat en el sediment argilós.

- 2 fragments de vora d'olleta globular talaiòtica amb vora en S.
- 5 fragments informes de ceràmica talaiòtica feta a mà. Algunes restes de fauna.

Grup 3

Trobat a l'esquerra de la rampa de davallada al llac, dins sediment argilós.

- 11 fragments informes d'àmfora romana.
- 2 fragments informes de ceràmica oxidant medieval.



Foto 37: Olla pretalaiòtica trobada al fons del llac de la cova de s'Aigo.

Photo 37: Pre-Talaiotic pot found on the bottom of the pool in the Cova de s'Aigo.



Foto 38: Restes humanes submergides al fons del llac (cova de s'Aigo).

Photo 38: Submerged human remains on the bottom of the pool (Cova de s'Aigo).

Grup 4

Aïllat en el primer tram de la galeria inferior, dins sediment argilós.

- 1 fragment de vora de secció triangular, diferenciada i recta amb perforació en el llavi i ansa aplicada. Ceràmica talaiòtica feta a mà.

Grup 5

Situat entre pedres, al costat esquerre de la cova.

- Fragment amb vora oberta i regruixada de ceràmica globular pretalaiòtica, feta a mà.
- 2 fragments d'àmfora romana.
- 1 fragment d'àmfora púnico-ebusitana.
- 3 fragments de ceràmica oxidant medieval.

Grup 6

Localitzat a l'esquerra de les escales que davallen a la sala del llac, damunt d'una colada inferior.

- 1 fragment de vora oberta i regruixada de vas globular. Ceràmica pretalaiòtica feta a mà.



Foto 39: Peça de coure trobada fa una cinquantena d'anys, actualment dipositada al Museu Municipal de Ciutadella. Possiblement es tractava d'un fanal o fester.

Photo 39: Copper piece found about fifty years ago in the Cova de s'Aigo, currently at the Museu Municipal de Ciutadella. Possibly it was a lighting device.

- 1 fragment de boca ampla o tulipa de contenidor esfèric pretalaiòtic. Ceràmica feta a mà.
- 3 fragments de ceràmica pretalaiòtica de pasta grisa feta a mà.

Grup 7

A una gatera que davalla vertical a la dreta de la primera rampa.

- 2 fragments cul pla de ceràmica talaiòtica de pasta gris vermellova.
- Fragment informe ceràmica talaiòtica de pasta vermellova.

Grup 8

Situat a uns conductes davall la sala principal.

- 1 fragment de vora recta de secció triangular d'un atuell talaiòtic. Ansa aplicada perpendicular a la vora, en forma de dos mugrons. Pasta vermellova talaiòtica.
- 11 fragments de ceràmica talaiòtica.
- Restes de fauna.

Grup 9

Localitzat als accessos verticals de la galeria que hi ha davall la rampa principal.

- 1 fragment de vora recta ampla o tulipa amb ditades. Contenidor talaiòtic de pasta gris negrenca.
- 1 fragment de contenidor talaiòtic de pasta gris negrenca.

Grup 10

Entre els blocs de la dreta de la rampa de davallada al llac.

- 1 fragment de vora rodonenca oberta de contenidor talaiòtic. Pasta vermellova.
- 2 fragments de cul pla de ceràmica talaiòtica brunyida exteriorment.
- 6 fragments informes de ceràmica talaiòtica.

Grup 11

Molt a prop del grup anterior

- 1 fragment informe de ceràmica islàmica medieval amb decoració pintada de línies.
- 1 fragment d'ansa de ceràmica islàmica medieval.
- 7 fragments informes de ceràmica talaiòtica.

Grup 12

Entre els primers blocs del costat dret.

- 1 fragment de vora oberta de contenidor esfèric pretalaiòtic. Pasta color gris fosc.
- 1 fragment de vora oberta d'olleta globular pretalaiòtica. Pasta grisa.
- 1 fragment d'ansa de ceràmica comú oxidant medieval.
- 11 fragments informes de ceràmica majorment talaiòtica.

Grup 13

En el mateix conjunt de blocs del grup anterior, en un espai d'accés difícil.

- 1 fragment de vora recta de boca ampla o tulipa amb ditades en el llavi. Contenidor talaiòtic de pasta gris fosc.
- 1 fragment de vora oberta d'olleta globular talaiòtica. Pasta vermellova brunyida.
- 1 fragment de vora regruixada amb solc de mitja canya al coll. Pasta ocre brunyida talaiòtica.
- 1 fragment de vora dreta diferenciada. Contenidor talaiòtic pasta gris.
- 4 fragments d'un mateix atuell. Fragments de cul pla amb perforacions a manera de colador talaiòtic. Pasta negra-ocre.
- 3 fragments de cul pla talaiòtic.
- 31 fragments informes de ceràmica talaiòtica.
- 2 fragments de ceràmica comú medieval.
- fragments de colador.

Grup 14

Aquest grup es troba entre els cruïls i blocs de la part dreta.

- 1 fragment de cul pla de pasta gris vermellova brunyida pretalaiòtica.
- 1 fragment de cul de ceràmica gris pretalaiòtica.

- 4 fragments de vora dreta regruixada de boca de tulipa. Atuell de parets dretes amb dos aplics perpendiculars al llavi, a manera de mugrons. Pasta gris talaiòtica.
- 2 fragments de vora rodonenca d'olla globular amb incisions de mitja canya al coll i aplic en manera de anseta. Pasta gris vermellova talaiòtica.
- 2 fragments de vora en S d'olla globular. Pasta vermellova i negrenca respectivament, talaiòtiques.
- 1 fragment de vora d'olla globular de llavi pla amb ansa aplicada. Pasta talaiòtica.
- 1 fragment de vora oberta rodonenca d'olla globular. Pasta grisa talaiòtica.
- 1 fragment de vora oberta rodonenca. Pasta gris vermellova talaiòtica.
- 1 fragment de vora recta regruixada de pasta negra talaiòtica.
- 1 fragment de vora recta regruixada lleugerament exvasada. Pasta gris vermellova talaiòtica.
- 1 fragment de cul pla. Pasta negrenca talaiòtica.
- 1 fragment de cul pla. Pasta negrenca talaiòtica.
- 1 fragment d'ansa aplicada. Pasta gris vermellova talaiòtica.
- 28 fragments informes talaiòtics.
- 1 fragment de ceràmica vidriada moderna.

Grup 15

Situat a una rampa d'enderrocs que davalla cap al sud fins al nivell de l'aigua.

- 1 fragment de caduf de ceràmica medieval islàmica.
- 1 fragment de ceràmica comú medieval.

Grup 16

Localitzat dins argila a l'extrem sud de la cova, en una plataforma de blocs després de passar un massís estalagmític des del llac.

- 1 fragment de vora de llavi dret. Ceràmica brunyida. Contenedor semiesfèric de pasta gris vermellova pretalaiòtica.
- 1 fragment de vora en S. Ceràmica pretalaiòtica brunyida de pasta negrenca.
- 17 fragments de parets pretalaiòtiques i talaiòtiques.
- 1 fragment de vora d'àmfora romana.

Grup 17

Vora l'entrada, a l'esquerra dels primers graons.

- 1 fragment de tià de ceràmica vidriada moderna.
- material ossi calcificat a la colada estalagmítica.

Grup 18

En superfície, a l'esquerra abans de les escales que davallen al llac.

- Picarol de bronze d'època indeterminada.

Grup 19

A la vora de l'illot dins el llac.

- Atuell esfèric totalment calcificat, impossible destriar-ne la pasta; tanmateix sembla una olla pretalaiòtica.

Grup 20

En el fons del llac

- Ossos humans dispersos a diferents parts del llac.
- Ceràmica prop de la vorera, enterrada en sediments.

Grup 21

Aproximadament a 10 m de l'entrada, a l'esquerra del camí de baixada al llac.

- Fragment de cul d'àmfora romana, calcificat devora una estalagmita.

Grup 22

A l'extrem sud de la cova, a una cambreta baixa prop de l'aigua.

- Ossos humans

Grup 23

Localitzat al fons del llac entre la vorera i el pou.

- Peça de coure trobada per Pep Mayans fa una cinquantena d'anys, actualment al Museu Municipal de Ciutadella. Possiblement es tractava d'un fanal o fester.

Grup 24

En el fons del llac, trobat per un escafandrista; actualment al Museu Municipal de Ciutadella.

- Olla pretalaiòtica de pasta vermellova feta a mà.

Conclusions

Com podem veure pel material documentat, aquesta cova ha estat ocupada des del moment pretalaiòtic fins als nostres dies. Fa uns tres mil anys, durant el pretalaiòtic, el nivell de la mar era inferior a l'actual i per tant podem deduir que part de l'espai ocupat pel llac estaria eixut i aprofitable. Segons la nostra opinió els ossos humans que trobam a zones submergides, serien restes d'enterraments d'aquell període. Un altra dada que recolza aquesta opinió és el fet que trobam ossos a zones submergides, situades molt lluny de l'actual part emergida. No hi podien arribar un cop el llac hagués ocupat l'actual extensió, perquè no hi ha corrent que els pugui transportar.

Pensam que part dels atuells ceràmics trobats en el fons del llac serien part dels aixovars funeraris i d'altres servirien per arreplegar aigua, ja que és més que probable que sempre s'hi hagi mantingut un llac, si bé que més reduït que l'actual. Pel que fa a la ceràmica posterior, segurament s'empraria per a l'arreplegada d'aigua amb un nivell del llac proper a l'actual.

El testimoni d'en Pep Mayans, ens informa de l'abundància de restes arqueològiques fa 50 anys; segons aquesta informació, arreu de la cova trobaven fragments de ceràmica i copinyes foradades que servirien per fer collarets, com hem trobat a d'altres jaciments menorquins, v. g. Montefí (Ciutadella). També sabem de la gran quantitat de peces enterrades en el fang: en Pep se'n recorda de dos vasos talaiòtics de vora gruixuda

amb dues anses, de nombroses ceràmiques pretalaiòtiques de diferents formes, algunes amb ansa de broc, de ceràmica islàmica decorada amb almangra. Especialment recorda una peça d'un centímetre de gruix de paret, i d'unes mesures tan grans que no la podrien haver fet passar per l'accés d'aquell temps a la cova, cosa de la que deduïm que l'entrada a la cova a la prehistòria devia esser una altra. Per aquest informador sabem que moltes de les peces es trobaven just en arribar al llac, d'altres com les islàmiques eren a la part dreta del llac, on també hi havia molts d'ossos humans.

COVA DES MÀRMOL

Com hem esmentat als apartats anteriors, aquesta cavitat ha estat alterada quasi completament per l'acció humana i per tant la ubicació de algunes restes ceràmiques haurà estat modificada; n'hi ha que es presenten agrupades com a resultat de la selecció d'un espoli.

Seguint l'esquema de treball de la cova de s'Aigo dividim els materials en grups.

Grup 1

Es troba a la galeria Sinistra, a la penúltima sala d'aquesta galeria.

- 1 fragment de vora exvasada amb ansa aplicada paral·lela a coll i vora, pasta gris vermellosa. Ceràmica talaiòtica.
- Conjunt de 4 fragments d'una mateixa peça, vora reguixada amb mossa per encastar-hi una tapadora; coll i anses, de pasta ocre. Àmfora púnico-ebusitana.
- 4 fragments de vora de ceràmica púnico-ebusitana.
- 3 fragments d'ansa de ceràmica púnico-ebusitana.
- 77 fragments de parets de ceràmica púnico-ebusitana.

Grup 2

A la galeria Sinistra, a la seva penúltima sala.

- Fragments d'àmfora romana i púnico-ebusitana.

Grup 3

Localitzat al nivell inferior de la galeria Sinistra.

- Contenedor semiesfèric talaiòtic calcificat.

Grup 4

A la zona d'accés, a un conducte inferior de la sala principal anomenat el Laberint.

- 4 fragments informes de ceràmica pretalaiòtica
- 1 fragment de vora dreta amb ditades. Pasta negra i desgriquant gruixat calcari. Ceràmica talaiòtica.
- 4 fragments informes de ceràmica talaiòtica de pasta negra-gris vermellosa.
- 3 fragments de vora dreta de ceràmica oxidant islàmica, amb decoració pintada bru fosc.
- 2 anses de gerra medieval amb decoració pintada.
- 10 fragments informes de ceràmica islàmica. Decoració pintada bru fosc.
- 1 fragment informe medieval amb decoració impresa



Foto 40: Agrupació de ceràmica de diferents cronologies caigudes al Laberint des de la sala Principal de la cova des Màrmol.

Photo 40: Grouping of pottery from different chronologies which fell into the Laberint from the Sala Principal chamber, in the Cova des Màrmol.



Foto 41: Agrupació de ceràmiques de diferents èpoques localitzades a la zona denominada el Laberint (cova des Màrmol).

Photo 41: Grouping of pottery from different periods found at a zone called the Laberint (cova des Màrmol).

- de línies i punts.
- 3 fragments informes de ceràmica islàmica medieval.
- 1 fragment de cul pla d'escudella vidriada amb decoració de línies brunes. Ceràmica moderna.
- 1 fragment informe de ceràmica vidriada moderna.
- 1 fragment de crani humà (parietal).

Grup 5

Trobat a l'interior del Laberint, prop d'un nivell d'aigua, damunt d'un pont de blocs.

- 1 fragment de vora exvasada i arrodonida amb rabassell d'ansa. Ceràmica pretalaiòtica de pasta gris vermelloso.
- 1 fragment de cul pla, pasta gris negrenca porosa d'època pretalaiòtica.
- 3 fragments de paret amb forat, pasta gris vermelloso d'època pretalaiòtica.
- 27 fragments informes de la mateixa peça, pasta gris vermelloso d'època pretalaiòtica.
- 1 fragment de cul pla de pasta gris vermelloso i desgreixant calcari gruixat, d'època talaiòtica.
- 1 fragment de paret amb forat, pasta gris vermelloso talaiòtica
- 4 fragments informes, pasta gris vermelloso, ceràmica talaiòtica.
- Base i parets d'un caduf i fragments de paret de la mateixa. Ceràmica islàmica.
- 1 fragment de cul pla pintat amb línies bru fosc d'època medieval islàmica.
- 1 fragment còccix humà
- 2 fragments de crani humà (1 occipital, 1 indeterminat).
- 1 fragment crani de fauna indeterminada.
- 1 fragment mandíbula de fauna indeterminada.
- 3 fragments de radi-ulna de fauna indeterminada i 1 vèrtebra d'ovicaprí.

Grup 6

A la darrera sala del Laberint.

- 2 vores i parets de contenidors semiesfèrics pretalaiòtics, pasta gris negrenca.
- 2 fragments de vora exvasada. Ceràmica pretalaiòtica.
- 2 fragments de vora dreta amb ditades. Ceràmica pretalaiòtica.
- 1 fragment de paret amb aplic en manera d'ansa allargassada. Ceràmica pretalaiòtica.
- 4 fragments informes de ceràmica pretalaiòtica.
- 1 fragment cul pla, pasta negrenca desgreixant calcari. Època talaiòtica.
- 2 fragments de paret amb forat de pasta negrenca vermelloso. Època talaiòtica.
- 2 fragments informes de ceràmica talaiòtica.
- 1 fragment tapadora de ceràmica medieval islàmica.
- 2 fragments d'ansa de ceràmica medieval islàmica.
- 1 fragment de paret de ceràmica medieval islàmica.
- 2 fragments de vora dreta de ceràmica medieval.
- 1 fragment de ceràmica vidriada moderna.
- Restes òssies de fauna indeterminada.
- 1 tapadora de vidre moderna-contemporània.

Grup 7

A un clivell de la sala Principal. Impossible arribar-hi.

- Restes humanes; potser un dels fragments pertanyi a una tibia.

Grup 8

Al laminador d'accés a la sala de les Gerres.

- 1 fragment de paret amb rabassell d'ansa i forat de gafa de ceràmica púnico-ebusitana.
- 59 fragments informes de ceràmica púnico-ebusitana.
- 1 fragment d'ansa de ceràmica comú contemporània.
- 1 fragment de paret de ceràmica vidriada d'època contemporània.

Grup 9

A la sala de les Gerres, a prop de la seva entrada.

- Fragment d'àmfora decorada amb línies paral·leles en ocre i amb els nombres romans LVI pintats.

Conclusions

Igual que a la cova de s'Aigo, aquí també trobam restes arqueològiques de diferents cronologies, des del pretalaiòtic fins l'època contemporània, cosa que demostra que aquesta cavitat ha estat trescada sempre i en tot temps. La majoria de les ceràmiques es degueren emprar per arregar aigua, ja que presenta dos punts on n'hi trobam i que antigament devien esser relativament accessibles: la sala de les Gerres i la galeria Sinistra.

Per altra banda algunes restes humanes semblen insinuar un ús funerari de la cova, tot i que en haver-n'hi tan poques ho dubtam; en tot cas podríem pensar en una mort accidental. Si hi hagués hagut qualche enterrament les restes ceràmiques correspondrien a l'aixovar.

COVA DE NA RAFALERA

En aquesta cavitat hem trobat abundants restes arqueològiques: ceràmiques talaiòtiques i romanes, aquestes darreres les més nombroses. Alguns fragments es troben concrecionats en el pis d'arena quaternària al centre de la sala. Més nombrosos són al costat sud, enterrats en l'arena recent. La tercera i més important localització és el fons del llac, on hem trobat grans fragments d'àmfora romana, entre ells un coll sencer. Creiem que en el fons del llac (format per arena desfeta) hi pot haver més material arqueològic. Suposam que els materials ceràmics tenen relació amb l'aprofitament de l'aigua de la cova.

Grup 1

Al fons del llac; és el més important per quantitat i dimensions de les troballes.

- Fragments d'àmfora romana amb un coll sencer.

Grup 2

Al costat sud de la cova.

- Fragments d'àmfora romana.

Grup 3

Zona central de la sala Principal.

- Fragments de ceràmica talaiòtica i d'àmfora romana.

Conclusions

Pel material trobat pensam que aquesta cova va ser emprada per l'aprofitament de l'aigua dolça del llac que s'hi troba. La manca de restes humanes en descarta l'ús funerari. Actualment només s'hi pot entrar per mar, tot i que segons els estudis geològics és probable que en èpoques pretèrites un nivell marí més baix en permetés l'accés des de terra; cosa que seria lògica, vist que la proximitat d'altres coves amb aigua faria innecessari emprar una cavitat d'accés tan complicat.

Conclusions i propostes

En el cas que alguna obra doni accés a alguna d'aquestes coves o d'altres cal impedir que sigui tapat de nou, i cal aprofitar l'ocasió per a explorar i estudiar la situació, a més de determinar el valor de la cova com a patrimoni natural. És necessari controlar minuciosament qualsevol obra que es realitzi a la zona. És molt important que totes les coves de la urbanització acabin essent controlades i tinguin un accés protegit, encara que sigui a través d'un registre, per a realitzar inspeccions periòdiques.

COVA DE S'AIGO

La cova és de propietat municipal, per tant, fàcilment pot fer-se càrrec l'Ajuntament de Ciutadella, millorant les seves condicions i garantint-ne la seva conservació. Creiem que el més urgent hauria de ser fer una petita obra a l'entrada, col·locant una porta de seguretat amb ventilació. Això acabaria amb l'entrada incontrolada de persones i amb l'augment d'escombraries. Seguidament hauria de fer-se una neteja a fons de tota la cova. S'ha de tenir en compte la presència de la cova en utilitzar maquinària pesada en obres, per les vibracions que provoca.

COVA DE NA MEGARÉ

Aquesta és la cova més gran de totes les que es coneixen fins ara a cala Blanca. Recorre bona part de la urbanització i suporta el pes de 15 habitatges, com a mínim, que s'han construït damunt d'ella. Al llarg del seu recorregut s'aprecien dos punts problemàtics quant a contaminació, es tracta de dues acumulacions de matèria orgànica procedent de fosses sèptiques. També és molt important tenir una especial cura i control de les obres que es realitzin per sobre de la zona ocupada per la cova, especialment les realitzades amb maquinària pesada.

COVA DES MÀRMOL

Aquesta és la cova més problemàtica, tant per la contaminació que presenta com pel possible peri-

ll d'enfonsaments. Al seu interior s'observen diversos cons de matèria fecal procedent d'habitatges que vàrem utilitzar la cavitat com a fossa sèptica. Més greu és l'existència d'una zona d'aigua fortament contaminada que es va localitzar durant l'exploració. El nivell d'aigua contaminada varia segons els dies, el que demostra que és un abocament incontrolat que s'està realitzant en l'actualitat. L'aigua prové d'una esquerda lateral molt petita a la qual no es pot accedir. Això indica que no té perquè correspondre amb la casa situada damunt d'aquest punt, sinó que podria filtrar-se des de parcel·les més llunyanes. El cercle d'habitatges d'on pot procedir no és molt ampli. Es tractaria d'una de les següents parcel·les: 131-132-133 del "passatge des Arbocers"; 70-71-72-73 del "passatge dels Murters". Podria procedir d'algun safareig o bany que estigués separat de l'habitatge principal i no s'hagués connectat a la xarxa de clavegueram. Un altre tema a tractar és el dels possibles desprendiments. A pesar que damunt de la cova hi ha unes deu cases construïdes, segons les anàlisis de roca realitzats, no hi ha evidència que estiguin en perill, no obstant això hi ha un punt que no ofereix garanties de seguretat. Aquest és la part més alta de la volta de la sala principal, on passa per damunt el carrer "passatge dels Arbocers". Aquí el sostre ja està afeblit pels forats d'entrada a la cova, a més hi ha diverses esquerdes que travessen la part que correspon al carrer. El pas de vehicles petits no és el més problemàtic, però el pas de camions de moltes tones és molt arriscat. Finalment, també és preocupant l'existència d'un forat en el qual podria caure alguna persona. El punt d'accés utilitzat per nosaltres és de propietat municipal; es troba a la vorera del carrer i es tanca amb un pany, però l'altra entrada antiga que es localitza a la parcel·la núm.130, està oberta al costat de la mateixa vorera. Aquesta parcel·la, que es troba en estat d'abandonament, s'ajunta amb la vorera i no té paret ni tanques. El forat està mig tapat d'herbes i té una caiguda d'uns 6 m, això representa un seriós perill, sobretot per als nins que juguen a les proximitats. Quant al perill de desprendiment de la volta situada per sota del carrer, és imprescindible que es realitzin dos treballs. En primer lloc i amb caràcter d'urgència, s'hauria d'impedir el pas de vehicles pesats, com camions, amb la col·locació del corresponent senyal de tràfic a l'inici del carrer. En segon lloc, realitzar l'obra proposada pel calculista d'estructures. Es tracta de reforçar el tram de carrer que està en fals, creant una superfície sòlida, com una espècie de plataforma que reposi en cada extrem sobre la roca massissa que hi ha a cada costat de la cova. Finalment, també és molt urgent segellar el forat de la parcel·la 130, que es troba plena de vegetació i escombraries.

COVA DE SA TAULETA

La parcel·la on s'obre la cova, que és la 9B del carrer Muntanya del Toro, presenta un seriós problema: és propietat de més de 50 persones, repartida en parts tan petites que ningú es preocupa d'ella. Aquesta propietat forma part d'un bloc proper, en el qual a cada apartament pertany un percentatge de la piscina. Aquests apartaments han estat revenuts tantes vegades, que

alguns propietaris ni tan sols saben que tinguin part en la parcel·la; a més a més, altres propietaris es troben en parador desconegut. Tot això dificulta que l'Ajuntament pugui actuar sobre la parcel·la, però ha de trobar-se algun tipus de solució. Mai sota cap concepte, hauria d'omplir-se la piscina fins a dalt d'aigua o emplenar-la d'enderrocs, pedres o terra, segurament no suportaria el pes i s'enfonsaria. Qualsevol obra que es realitzi sobre la cova haurà d'anar precedida d'un estudi geotècnic.

COVA DES CAMELLS

Aquesta cova és de les més petites del conjunt i es troba al marge de la zona urbanitzada, en una zona agrícola, i en principi no està inclosa en la zona que s'està urbanitzant. Les visites de la gent a aquesta cavitat durant molts anys, ha provocat la desaparició de les estalctites, quedant només les formacions més resistents, com algunes columnes. Aquestes mateixes visites han provocat una acumulació d'escombraries en el seu interior.

Agraïments

Aquest treball forma part de l'estudi encomanat per l'Ajuntament de Ciutadella de Menorca de les coves de cala Blanca.

Volem donar les gràcies a les nombroses persones que han col·laborat amb la realització d'aquest estudi.

Bibliografia

- GINÉS, J. & FORNÓS, J.J. (2004): Caracterització del carst del Migjorn: la seva contribució al modelat del territori. *In: FORNÓS, J.J.; OBRADOR, A. & ROSSELLÓ, V.M. (eds.) Història natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 259-274. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J. i CLAMOR, B. (2007): Cavitats costaneres de les Balears generades a la zona de mescla, amb importants continuacions subaquàtiques. *In: PONS, G.X. i VICENS, D. 2007. Geomorfologia litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 14, 380 pp.
- JURADO, M.J. (1985): *Estudi sedimentològic del Neogen de l'àrea de Ciutadella*. Consell Insular de Menorca. Maó, 145pp.
- MARTÍNEZ I RIUS, A. (1994): La immersió a l'ERE. *Espeleòleg*, 40: 34-38.
- OBRADOR, A.; POMAR, L.; RODRÍGUEZ-PEREA, A. i JURADO, M.J. (1983): Unidades deposicionales del Neógeno menorquín. *Acta Geol. Hisp.*, 18 (2): 87-97.
- OBRADOR, A.; POMAR, L. i TABERNER, C. (1992): Late Miocene breccia of Menorca (Balearic Islands): a basis for the interpretation of a Neogene ramp deposit. *Sedimentary Geology*, 79: 203-223.
- PFEIFFER, G. i CALO, F. (2003): Un lago sotto le case. *Revista Sub*, núm, 209, febrero de 2003.
- ROSELL, J. i LLOMPART, C. (1983): Aportaciones al estudio del Mioceno del extremo oriental de Menorca. *Acta Geol. Hisp.*, 18 (2): 99-104.
- ROSELL, J.; ELIZAGA, E. i GÓMEZ-GRAS, D. (1990): Mapa Geológico de la isla de Menorca.
- THOMAS-CASAJUANA, J.M. i MONTORIOL-POUS, J. (1951): Los fenómenos kársticos de Parelleta (Ciudadela, Menorca). *Speleon*, 2 (4). 191-216. Oviedo.
- TRIAS, M. (2004): El paisatge subterrani meridional de Menorca. *In: FORNÓS, J. J.; OBRADOR, A. i ROSSELLÓ, V. M. (Eds.), Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 275-290.
- TRIAS, M. i GINÉS, J. (1989): Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca. *Endins*, 14-15: 5-16. Palma de Mallorca.

LES INSCRIPCIONS DE LES COVES DE CALA BLANCA: COVA DE S'AIGO I COVA DES MÀRMOL (Cala Blanca, Ciutadella de Menorca)

per Pere ARNAU ¹², Natalia LAÍNEZ ² i Mónica ZUBILLAGA ²

Resum

En aquest treball es fa referència a les inscripcions de la cova des Màrmol (cova de Parella o cova de na Figuera) i de la cova de s'Aigo (cova de Parelleta), ambdues a Cala Blanca, al terme municipal de Ciutadella de Menorca. La cova des Màrmol és la que té major nombre d'inscripcions llegibles, 181 en total, mentre que la cova de s'Aigo presenta 57 inscripcions. Es troben al costat de noms i cognoms típicament menorquins, altres estrangers, principalment d'origen anglosaxó que ens remeten a l'època d'ocupació britànica de la illa, en la majoria dels casos. Les dates més antigues proporcionades per les inscripcions es remunten al segle XV a la cova des Màrmol, anys 14(13-15) i 1471 i al segle XVI en el cas de la cova de s'Aigo, concretament a la data 158(). Després del procés de documentació fotogràfica i de localització de les inscripcions s'ha consultat el fons de l'arxiu diocesà a la recerca de dades dels autors de les signatures.

Abstract

In this paper we refer to the inscriptions found in the caves cova des Màrmol (cova de Parella or cova de na Figuera) and de la cova de s'Aigo (cova de Parelleta), both in the cove Cala Blanca, in the municipal district of Ciutadella de Menorca. The cova des Màrmol has the greatest number of legible inscriptions, 181 in total, while the cova de s'Aigo has 57 inscriptions. They are found on the walls and consist of names and surnames, typical Menorcan, others foreign, mainly of Anglo-Saxon origin, going back to when the British occupied the island, in the majority of cases. The oldest inscription dates found go back to the 15th century in the cova des Màrmol, the years 14(13-15) and 1471 in the 16th century in the case of the cova des'Aigo, being 158(). After the process of photographic documentation and the localisation of the inscriptions, the diocese archive was consulted for information about the authors of the signatures.

Introducció

No són gaire freqüents els estudis dels grafitis dins cavitats de les Balears. Exemples d'aquests estudis són els que tracten sobre la cova dels Coloms (BARCELÓ *et al.*, 2003) al terme de Calvià, la cova dels Escolapis (VICENS *et al.*, 2005) al terme de Palma, a les coves d'Artà del terme de Capdepera (GARAU, 2005), a les coves des Pirata i la cova des Pont al terme de Manacor (PASQUAL i NICOLAU, 2006) i a la cova Nova de Son Lluís al terme de Porreres (GINÉS i GINÉS, 2006). No coneixem cap investigació fins al present, que tracti de les coves de Menorca.

Aquest treball forma part de l'estudi encomanat per l'Ajuntament de Ciutadella de Menorca de les coves de

cala Blanca. La part descriptiva de les cavitats apareix publicada a ARNAU *et al.* (2008). Malgrat que fonts escrites, com l'apareguda en el diari "el Menorquí", daten el descobriment de la cova de s'Aigo o cova de Parelleta a l'any 1867, les inscripcions existents tant en aquesta cavitat com en la veïna cova des Màrmol (cova de na Figuera o cova de Parella), presenten en molts casos dates més antigues, el que demostra que aquestes coves ja eren freqüentades amb anterioritat al descobriment "oficial" de les mateixes. A la resta de coves de Cala Blanca no existeixen inscripcions llevat de la cova des Caramells, que per la seva escassetat i modernitat, no han estat considerades d'interès. Aquestes coves no només són importants pel fet de ser joies naturals, sinó perquè s'han convertit en testimonis directes de la història de Menorca.

1 Museu Municipal de Ciutadella.

2 Grup Nord de Mallorca (GNM).

Després de tot un procés de localització de les inscripcions a la cova des Màrmol i de la posterior documentació fotogràfica s'ha fet una aproximació als fons de l'arxiu diocesà a la recerca de dades, consultant les següents fonts:

- registre de baptismes de la Catedral de Menorca
- registres de baptismes de la parròquia de Sant Francesc
- registres d'expedients matrimonials de l'arxiu diocesà de Menorca
- registres de defuncions de l'arxiu diocesà de Menorca

Nombre d'inscripcions

De les dues coves a les quals ens referirem en aquest treball, la cova des Màrmol és la que té major nombre d'inscripcions, 181 en total. Aquest recompte es refereix a les inscripcions llegibles que s'han pogut recopilar encara que hi faltin diversos caràcters. Però en realitat el nombre de signatures és major tant en aquesta cova com en la cova de s'Aigo, ja que n'existeixen moltes que no ha estat possible reconèixer, per la seva deterioració o per trobar-se sota unes altres. La distribució de les inscripcions en ambdues coves ocupa diferents zones, encara que existeixen espais amb una major concentració. La topografia de les cavitats es pot consultar a ARNAU *et al.*, (2008).

En el cas de la cova des Màrmol, el nombre d'inscripcions que es troben a les diferents sales és el següent:

Sala de les Gerres: 18 inscripcions. Es localitzen en dos espais als quals s'accedeix per passos estrets i on s'assoleix el nivell de l'aigua. La localització es dona, doncs en un dels extrems de la cova, al final del recorregut principal en direcció oest.

Sala Principal: 64 inscripcions. Les inscripcions de la sala principal es troben en el seu extrem oest, ocupant tot aquest lateral de la cova tret del laminador que dona pas a la sala de les Gerres.

Galeria Sinistra: 36 inscripcions. En aquest cas trobam inscripcions al llarg de tota la galeria però amb una major concentració a l'estretor del primer tram que presenta colada en un dels costats i un nivell d'aigua a la part inferior; així com a la zona d'accés al següent tram.

Sala de les Marmites: 63 inscripcions. A la sala de les Marmites les signatures apareixen a l'extrem oposat a l'accés. Moltes d'aquestes inscripcions es troben en els nivells inferiors entre blocs.

TOTAL: 181 inscripcions a tota la cova.

A la cova de s'Aigo, malgrat tenir gran quantitat d'inscripcions, la majoria són il·legibles per l'estat de deterioració i sobretot per concentrar-se'n gran quantitat en un petit espai, cosa que fa que se superposin i sigui impossible desxifrar-les i transcriure-les. Per tot això el nombre de signatures que considerarem per a aquest estudi es redueix significativament.

La localització de les inscripcions en aquesta cova és la següent:

Zona del corredor Montoriol-Pous: 2 inscripcions.

Llac M.A. Moll: a la zona terrestre i de blocs que precedeix el llac, hi ha la major quantitat d'inscripcions; aquestes se concentren en diferents punts de l'espai: zona de la columna pròxima a l'escala : 3 inscripcions; zona de la riba del llac: 49 inscripcions; Illot Serra-Ráfols: 3 inscripcions. Es localitzen aquestes signatures tant en la paret de la cova com en els blocs d'esfondrament.

TOTAL: 57 inscripcions a tota la cova.

Anàlisi de les inscripcions

Tant a la cova des Màrmol, com a la cova de s'Aigo, vam trobar al costat de noms i cognoms típicament menorquins, altres d'estrangers, principalment d'origen anglosaxó. Aquestes inscripcions d'estrangers que van visitar les coves representen un percentatge considerable, sobretot en el cas de la cova des Màrmol, a la qual ascendeixen a un 22% de totes les signatures, amb un total de 40 inscripcions, enfront de les cinc trobades a la cova de s'Aigo, que suposen un 9% del total. En ambdues coves s'aprecia la relació d'algunes d'aquestes inscripcions amb el món militar, s'hi descriu el regiment, el grau de la persona que realitza la inscripció i en alguns casos el lloc d'origen o la seva nacionalitat i la data, que ens remet a l'època d'ocupació britànica de la illa, a la majoria dels casos. Quant a les inscripcions d'origen menorquí i castellà, hem recopilat els cognoms que ens ha estat possible desxifrar i llegir, sent els més freqüents els següents:

COVA DES MÀRMOL O DE PARELLA

- Camps. Apareix en dues inscripcions, una precedit del nom Joan i l'altra al costat de la de 1779. Pot ésser que ambdues corresponguin a la mateixa persona.
- Cavaller. Apareix en dues inscripcions, precedit pel nom de Rafael i en la inscripció de "Fra Cavaller" amb data 1660 .
- Gelabert. Apareix en tres inscripcions, al costat del nom Ramon i amb data de 1804 , amb el nom de Diego i la data de 1834 i finalment al costat de l'any 1844.
- Gil. Apareix tres vegades precedit dels noms Juan, Antonio i Miguel i al costat de la data de 1[9]05. Les signatures es troben juntes una sota l'altra, pel que es dedueix que pertanyien a la mateixa família.
- Goñalons. Apareix en dues ocasions, al costat del nom Josep i amb data 1839, i en la segona inscripció al costat de l'any 1838 .
- Marquès. Apareix dues vegades, amb el nom de Miguel i la data de 1786 i precedit del nom Margalida.
- Mercadal. Apareix en dues inscripcions, al costat del nom de Juan i en la segona amb data 1849 .
- Pons. Apareix en quatre ocasions, al costat dels noms Avelino i Martí, en solitari i finalment amb la data 1657.
- Preto. Apareix en dues ocasions al costat del nom de Tomás i la data 1874 , i al costat del nom de Carlos.
- Sastre. Apareix en dues inscripcions precedit del nom



Foto 1: Inscripció localitzada a la sala de les Gerres de la cova des Màrmol, està incompleta i va ésser escrita l'any 1415. S'ha de destacar que és la inscripció més antiga que hem localitzat a les coves. Transcripció: [A....] 1415.

Photo 1: Inscription located in the Sala de les Gerres of the Cova des Màrmol, it's incomplete and was written in 1415. It's the most ancient inscription that we found in the caves. Transcription: [A....] 1415.

Martín Miguel en la primera i del nom Miguel en la segona. Pot ser que les dues corresponguin a la mateixa persona. Al costat d'aquests, vam trobar signatures que es repeteixen diverses vegades i corresponen a la mateixa persona com és el cas de "Josep Sastressa" o el "de Juan Amangual", la signatura del qual apareix a diferents espais de la cova i fins i tot diverses vegades a la mateixa sala. En aquest sentit també cal fer referència al cas de la inscripció amb el nom de "Pere Pomar", la signatura del qual apareix en diverses ocasions amb dates diferents, com ara 1784, 1800 i 1804. La coincidència del nom així com de la cal·ligrafia ens fa pensar que es tracta de la mateixa persona que va visitar la cova en anys successius.

COVA DE S'AIGO O DE PARELLETA

En aquesta cova únicament es repeteix un cognom entre tots els recopilats:

- Vidal. Apareix en tres inscripcions, al costat del nom Joan i la data 1742, al costat del nom Bartomeu i finalment al costat de la data de 1815.

Cronologia de les inscripcions

Un altre tema, en relació amb les inscripcions que resulta d'especial interès, és el de la cronologia. Com es pot apreciar a l'apartat anterior, moltes de les signatures inclouen a més una data, que ens dona informació molt valuosa sobre el temps que les coves han estat visitades i el moment que s'inicià aquest coneixement de les cavitats, fet que com apuntàvem al principi, es va produir amb anterioritat al descobriment "oficial" de les coves, descobriment que en el cas de la cova de s'Aigo es data en el 1867. Si bé aquestes dades són de gran

importància, cal tenir en compte a l'hora de la seva interpretació, que moltes de les inscripcions no apareixen datades o resulten il·legibles i que fins fa poc temps el problema de l'analfabetisme era un fet comú a la majoria de la població, per tant les dates més antigues que trobam a les inscripcions ens serveixen de referència per a saber des de quan es van començar a visitar les coves, però aquestes visites es produïen ja abans de la data reflectida a les inscripcions. Sobretot si tenim en compte que tant la cova des Màrmol, com la de s'Aigo contenen restes de presència humana des d'època pretalaiòtica, talaiòtica, romana, medieval-islàmica...etc., de manera que sembla que aquestes cavitats s'hagin freqüentat ininterrompudament des d'època prehistòrica.

Les dates més antigues proporcionades per les inscripcions es remunten al segle XVI en el cas de la cova de s'Aigo i al segle XV a la cova des Màrmol, ja que existeixen dues inscripcions amb dates de 14(13-15) i de 1471. La relació de dates recopilades en les inscripcions d'ambdues coves és la següent:

Cova des Màrmol		
any 14(13-15)	any 1734	any 1832
any 1471	any 1736	any 1834
any 1586	any 1740	any 1838
any 1640	any 176(1)	any 1839
any 1644	any 1764	any 1844
any 1657	any 177(1)	any 1847
any 1660	any 1772	any 1849
any 1683	any 1779	any 1852
any 1684	any 1(7)84	any 1857
any 1696	any 1786	any 1874
any 1704	any 1787	any 1877
any 1710	any 1(799)	any 1893
any 1720	any 1800	any 1(9)0(5)
any 1722	any 1804	any 1907
any 1730	any 1811	any 1955
any 1733	any 1817	
Cova de S'Aigo		
any 158()	any 1742	any 1864
any 1602	any 1773	any 187()
any 1628	any 1784	any 1934
any 1710	any 1801	any 1942
any 1714	any 1815	
any 1737	any 1825	

Aquesta relació de dates mostra que les visites a les coves es mantenen bastant constants al llarg de diversos segles, existint pocs anys entre una data i altra, llevat d'una sèrie d'interval·ls que presenten espais més llargs de temps entre un any i el següent. Aquests interval·ls són els següents:

Cova des Màrmol	Cova de S'Aigo
14(13-15)-1471: 56-58 anys	158()-1602: +/- 22 anys
1660-1683: 23 anys	1602-1628: 26 anys
1907-1955: 48 anys	1714-1737: 23 anys
1742-1773: 31 anys	
1825-1864: 39 anys	



Foto 2: Inscripció de l'any 1471 a la sala de les Gerres de la cova des Màrmol. És la segona inscripció més antiga de les coves. Transcripció: 1471.

Photo 2: Inscription of 1471 in the Sala de les Gerres of the Cova des Màrmol. It's the second most ancient inscription of the caves. Transcription: 1471.



Foto 3: Inscripció de 148? escrita a la sala de les Marmites de la cova des Màrmol. Transcripció: Per 1484.

Photo 3: Inscription of 148? written in the Sala de les Marmites of the Cova des Màrmol. Transcription: Per 1484.

Aquestes dades mostren el major interval d'anys entre 1907 i 1955, en la cova des Màrmol. Encara que aquestes dades poden ser indicatives d'algun succés o canvi de tendència que provoqui l'absència de visites a les coves en aquests anys, també poden ser degudes a la desaparició de dates per deterioració, perquè s'hi ha escrit damunt d'elles o per que simplement no s'han escrit les dates en les inscripcions d'aquests anys. Per tot això cal tractar les dades amb cautela a l'hora de realitzar-ne interpretacions.

Investigació i documentació arxivística de les inscripcions de la cova des Màrmol

Després de tot un procés de documentació fotogràfica i de localització de les inscripcions a la cova des Màrmol, s'ha fet una aproximació als fons de l'arxiu diocesà a la recerca de dades dels autors de les signatu-



Foto 4: Inscripció de 1683 localitzada a la galeria Sinistra de la cova des Màrmol. Transcripció: [...]ca [...]Jan 1683.

Photo 4: Inscription of 1683 located in the Galeria Sinistra of the Cova des Màrmol. Transcription: [...]ca [...]Jan 1683.



Foto 5: Inscripció a on es llegeix possiblement el nom o llinatge Garay, escrita l'any 1710 a la sala de les Gerres de la cova des Màrmol. Transcripció: [G]aray 1710.

Photo 5: Inscription with possibly the name or surname of Garay, written in 1710 in the Sala de les Gerres in the Cova des Màrmol. Transcription: [G]aray 1710.

res. Malgrat el gran nombre de gent que signa en la parets i sostres, només alguns d'ells ho van fer amb data i un cognom, requisit indispensable per a poder situar-los cronològicament amb una mica d'incert. D'aquesta manera, descartant les inscripcions il·legibles, les que no tenen data i aquelles que per ésser d'estrangers no ha estat possible treure'n cap dada, el nombre de signatures objecte d'estudi s'ha reduït dràsticament tot just en una vintena. Partint de la data que apareix en aquests

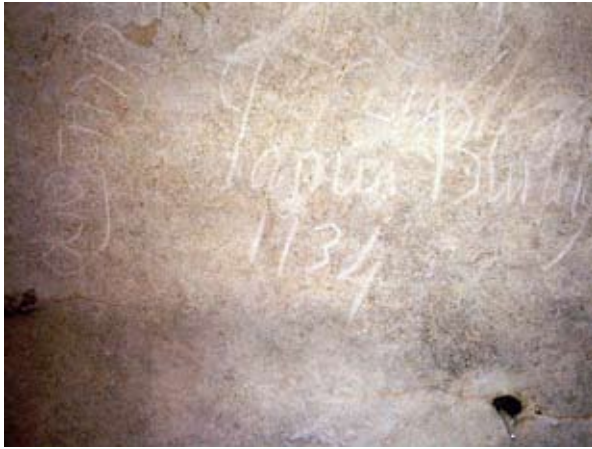


Foto 6: Inscripció signada per James Burleig el 1734 a la sala de les Gerres de la cova des Màrmol. Forma part del nombrós grup d'inscripcions de visitants anglesos, que es troben a les coves de Cala Blanca. Transcripció: James Burleig 1734.

Photo 6: Inscription signed by James Burleig in 1734 in the Sala de les Gerres of the Cova des Màrmol. It's part of the numerous group of inscriptions written by English visitors in Cala Blanca caves. Transcription: James Burleig 1734.

casos acompanyant al nom s'ha fet un càlcul aproximat de l'edat mínima que aquesta persona hauria de tenir en aquest moment i es resta uns 50 anys cap a enrere, per a així poder encertar en el dia del seu naixement. Per exemple existeix una signatura de Miguel Janer de 1804. Començam a cercar en els documents de baptismes de Ciutadella algun nin amb aquest nom en els 50 anys anteriors, 1755 aproximadament, fins a trobar una persona que tengui una edat coherent per la data de signatura a la cova. Més d'un cop hi ha més d'una persona amb aquest nom i primer cognom i en aquests casos s'ha de seguir investigant fins que se'n pugui descartar algun. Generalment, abans de descartar-ne a un o un altre és necessari anar als arxius de defuncions i de matrimonis per a veure si s'aclareix alguna cosa i només en algunes ocasions es pot arribar a descartar qualcú, per exemple perquè hagi mort abans de la data de la signatura o perquè es dedueix que se n'hagi anat a viure a Maó.

El punt de partida és que consideram que la gent que signa és gent de Ciutadella i voltants, ja que en aquella època no era tan fàcil desplaçar-se. Una vegada determinada la data de bateig i de naixença podem saber pels documents de l'arxiu diocesà de Ciutadella els noms dels pares i esbrinar el segon cognom que generalment no apareix en la inscripció. En molts casos no apareixen en els llistats de baptismes de les parròquies, així que la recerca comença a partir dels registres de casaments, tant amb gent del lloc com amb forans. Després hem investigat quan i amb qui es casen i la data aproximada de la mort, encara que en aquest últim assumpte l'arxiu presenta importants buits de documentació ja que les guerres i el temps han fet desaparèixer nombrosos documents, ara ja irrecuperables. S'ha intentat també esbrinar els oficis d'aquestes persones a partir de les seves defuncions i testaments. Atès açò, presentam a continuació els noms i les còpies de part dels arxius on se'n veu reflectit el naixement. La còpia



Foto 7: Inscripció incompleta a on es llegeix [...]lasyd, escrita el 1734 a la galeria Sinistra de la cova des Màrmol. Transcripció: [...]lasyd 1734.

Photo 7: Incomplete inscription, [...]lasyd, written in 1734 in the Galeria Sinistra of the Cova des Màrmol. Transcription: [...]lasyd 1734.

de les línies originals va acompanyada de la transcripció correcta per a la seva lectura.

Han estat molts els casos en els quals no s'ha pogut treure gens d'informació ja que no apareixen en cap tipus de registre. D'aquesta manera pareix deduir-se que eren en general gent que estava de passada a l'illa. El més probable és que fossin militars o mariners, que ni neixen a l'illa ni se casen amb ningú del lloc. És molt elevat el nombre de persones estrangeres en aquesta cova, cosa que li dona un caràcter més especial, si cap. Ja no només parlem de gent procedent de la península (hi ha casos de cognoms de Zamora per exemple) sinó també de llocs molt més llunyans, com són els casos dels militars americans (Boston...).

Els tres primers documents eren il·legibles en el seu suport original així que només es presenta la seva transcripció.

Miguel Mayans

Anno Domini Millesimo Septingentesimo Septuagesimo octavo. die sexto de octobris. Ego don Raymundus Carrio presbiter et vicarius hujus Parrochia ciuitella, secundum ritum Sancta Matris Ecclesia baptizau filium Michaelis Mayans et Magdalena Ferrer conyugam hujus Parrochia. Natum die dicta et nomen impossui Mi-

LOCALITZACIÓ DE LES INSCRIPCIONS A LA COVA DES MÀRMOL

GRUP 1. LOCALITZACIÓ: GALERIA SINISTRA

Bar[me]s Lia[u]t[....] reg u[.....] 176[1]	IV MCMLXI SFB EN	James Burleig 1734 John Hamilton	VIPA[...] F.SANCHO 1852	Antoni Andreu 1779 MOLIKE
Karl Simon[...]	BOLDO	Fulluj[eod] 1740	Carlos M[...e[g-y]e[.....]	SM SX MAUM [....] 173[4]
Lum[...rdame 1832	L.H.M. 177[1] Joan Gu[....]al	[Le...GX Wil[...a[...] 180[...]	LL DUKE	Pera Qua drado 1730
J.Nati[g]	173[6-5] [.....] [B]ando aug[.....]	18[...] Robe[...] Will[...]	spiga[...] G Will[...]	Gudalm[...] 16[...] Jordit
H.Sanchez	J=Hereu[...] [.....]	Joseph Camerer 1772	S Wakeman	[...] ca [...lan 1683
Raphel 1786	WINCHILSEA	[L] RANEDAS	Dall[a]n Fullwgod	1[5-8]86
Raphael Barcelo 1736		RWAMO[...]	Miquel Comas	
[...]lasyd 1734				
XXX				

GRUPS 2 i 3. LOCALITZACIÓ: SALA DE LES MARMITES

Pere Pomar	Milciccens 1720	Josep Goñalons 1839	1786	Aloy
Martí pons FB	t[ara]mt[i] pere fodes x[.....] [.....]	S Hugh	Joan [Vila]	Sastre Goñalons 1838
Victor MAR[....] [Yollet]	Ano[...n	Cantallops	Matheu	17[42]
Ana	Miguel	Olives 1696	Fra Cavaller 1660	Gue[vara] 1640
Nugem	Janer Añ 1804	Caymaris	1773 Miguel	Joan[...] Fa[....]
Iacord[...e]	Joan Camps	Joan Piris Andreu 17[7]2 Anrich	Gredo 1838	NEGRETE 1782
Josep 1779	Jph Chuhe[r] y W [...]	W Pitts	Pons 1657	Per 148[A]
Esqu[...a]	Pons	Ja[... Cam	Fra pere Fa[rran]	Pere Pomar 1804
1[7]84 1787	[...on[h]qala]	[SAURA]	Guevara	Joseph Sastra
Campomar [Tnas....]	Jph	Miguel Marques	[...]luriol	
1764 Antoni[....]d [....]Ouyfa[bu]	1684	Ba[...]	matheu ca[...]	Ramon Gelabert 1804
	LLorens Vi[da-net]		Pere Pomar 1804	
	Nicolau Saura			



Foto 8: Inscripció incompleta a on es llegeix fulluj[eod] i que data del 1740. Es troba a la galeria Sinistra de la cova des Màrmol. Transcripció: fulluj[eod]1740.

Photo 8: Incomplete inscription with the name fulluj[eod] and dated in 1740. It's located in the Galeria Sinistra of the Cova des Màrmol. Transcription: fulluj[eod]1740.



Foto 9: Inscripció d'en Miquel Mayans realitzada l'any 1804 a la sala de les Gerres de la cova des Màrmol. Transcripció: Miquel Mayans 1804.

Photo 9: Inscription of Miquel Mayans written in 1804 in the Sala de les Gerres in the Cova des Màrmol. Transcription: Miquel Mayans 1804.



Foto 10: Inscripció incompleta del segle XVI. Va esser escrita a la vorera esquerra del llac de la cova de s'Aigo. És la inscripció més antiga trobada en aquesta cavitat. Transcripció: 158[...] [..]sa[..]

Photo 10: Inscription of the 16th century. It was written in the left border of the lake in the Cova de s'Aigo. Transcription: 158[...] [..]sa[..].

chaelum. Fueron Patrini

Antonius Mayans et Magdalena Mayans hujus loci habitatores.

Miguel Mayans signa a la cova el 1804, de tal manera que segons el registre de bateig va néixer el 1778, així que quan va signar a la cova tenia 26 anys.

Pera Quadrado

A 6 Julio 1693 he baptizat yo Antoni Foner prebere Ab licencia un fill de Miguel Quadrado y de la nuller Juana Gornés foren Padrini Sebastián Roseda y Speranza Rosellona lo nom del niño Pera Magí Lluís.

Pedro Quadrado signa a la cova el 1730, de tal manera que segons el registre de bateig havia de tenir 37 anys d'edat

Lorenz Llorens

Yo el doctor José Juaneda Vicario a veinteynueve de octubre del año mil ochocientos veinte bautizo solemnemente un niño que nació el mismo día a la una de la madrugada hijo legítimo de Antonio Llorens, y de María Janet. Abuelos paternos Rafael Llorens y Antonia Hila. Maternos Lorenzo Janet y Antonia Serra. Se le puso por nombre Lorenzo. Fueron sus padrinos Jamet y Antonia Vila naturales todos y vecinos de esta ciudad de Ciudadela obispado de Menorca. De que doy fe yo: José Juaneda vicario.

Lorenz Llorens signa a la cova el 1847 pel qual es dedueix segons l'arxiu de batejos de la parròquia de Ciutadella que tenia 27 anys quan va entrar a la cova i va signar.

Diego Gelabert

Anno Domini Millesimo Septingentesimo Nonagesimo Die Decima nona Septembris Ego Don Raphael Pons Prebere loc hujus Parrochie Ciuidella secundum ritum Sancta Matris Ecclesia. Baptizau filium Raymundi Gelabert et Marie Gracie conyugum hujus Parrochianarum die dicta. Es nomen imposui Didacom. Fueruntque Padrini Joseph Serra et Magdalena Comellas, hujus loci habitatores.

Diego Gelabert va signar a la cova en 1834. Neix el 1790 i es casa amb Antònia Feliu Canet en 1808. Quan signa a la cova ja és casat i té 44 anys d'edat.

Pedro Pomar

Anno domini Millessimo Septingentesimo Octuagesimo Tercio. Die Decimo Sesto Novembris. Ego Doctor Raymundi Carrio Prebere et vicari hujus Parrochiae Cividella; secundum ritum Sancta Matris Ecclesia baptizau filium Joannis Pomar et María Mascaró conyugem hujus Parrochiae. Natum die Decima Quinta die dicta et nomen imposui Petrum. fueruntque Patrini; Petrus Pomar et Valentina Villalonga; hujus loci habitatores.

Pedro Pomar (Mascaró) neix el 1783. La inscripció de la cova està feta el 1804, de tal manera que tindria 21 anys. Però als arxius existeix un altre Pedro Pomar que també podria haver estat el que signés. La conservació de l'original és bastant dolenta així que presentam directament la transcripció:

Als Trenta Janer de Mil Set Cents Sisanat he baptizat jo [Barthomeu]Taltavull prebere y vicari un fill de Bartholomeu Pomar[]y de la sua]muller Margalida



Foto 11: Inscripció d'en Lord Georges Forbes del 1717, que es localitza a una pedra de l'illot Serra-Rafols de la cova de s'Aigo. El tractament de Lord indica que és una persona d'elevada posició dintre de la societat anglesa. Transcripció: Lord Georges Forbes 1717.

Photo 11: Inscription of Lord Georges Forbes of 1717, located in a stone in the Serra-rafols small island in the Cova de s'Aigo. The Lord treatment means that this man is part of the english high society. Transcription: Lord Georges Forbes 1717.

Juaneda [foren padrins] Francesch [Juaneda] y Margalida Gornes. El nom del [niño] Pere [] Magi nat als [] vint y [cinc] [] [] [] sinch de la tarda.

Segons aquest document, seria Pedro Pomar Juaneda nat el 1760 i tindria 44 anys en el moment de la signatura. En aquest cas ens quedam amb les dues possibilitats coherents, ja que no existeixen més arxius que descartin a un o altre. Ambdues edats són possibles per a entrar i explorar la cova.

Pere Canet

Als Vint Octubre de MilSet cents Cinquanta y dos he baptizat Jo lo reverent Antoni Piza prebere y vicari un fill de Rafel Canet y de la sua muller Maria Anna Pomar: foren Padrins Christofol Canet y Elisabet Barcelo: El nom del niño Pere Christofol Joseph Magí, nat dit die circa las 7 del matí.

Pere Canet entra a la cova en 1784 i segons el document que diu que neix el 1750, es dedueix que a la cova va signar amb 34 anys.

Miguel Marques

Als dos Decembre de Mil SetCents Cinquanta set he baptizat jo abaix firmat [ab lí lencia] un fill de Miguel Marquez y de la sua muller Juana Gornés. foren padrins el Magnific Donzell Llorens Esquella y la señora Doña Elisabeth Carreras. El nom del niño Miguel Juan Magí nat als dits circa las dos del matí. Juan Gornés prebere.

Miguel Marquès signa el 1786 i per tant té una edat de 36 anys.

Miguel Janer

Anno Domini Millessimo Septingentesimo Sexagesimo quinto Die vigessima [quinta] February ego don Gabriel Amangual presbiter et vicari hujus Parrochialy ecclesia Civitella secundum ritum Sancta Matry Ecclesia baptizau filium legitimum Michaely Janer et Sprança Gornés conyugum hujus Parrochia natum [] die

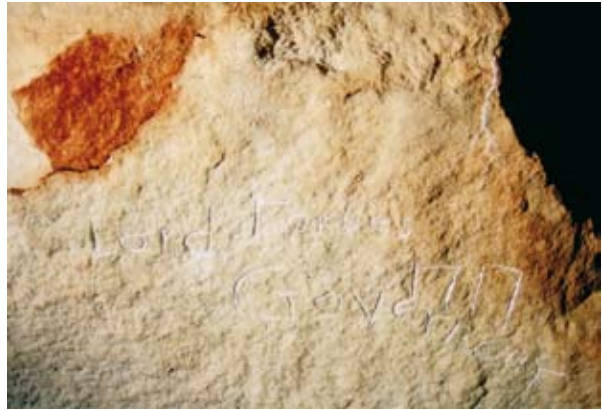


Foto 12: Inscripció que es localitza prop de l'anterior i pertany al mateix personatge, encara que en aquest cas s'afegeix la paraula "governour", que fa referència al càrrec de governador. No va ésser cap governador de Menorca. Transcripció: Lord Forbes governour 1717.

Photo 12: Inscription located near of the inscription above, it owns to the same person although in this case it has the word "governour", that refers to the governour post, although he wasn't menorca's governour. Transcription: Lord Forbes governour 1717.

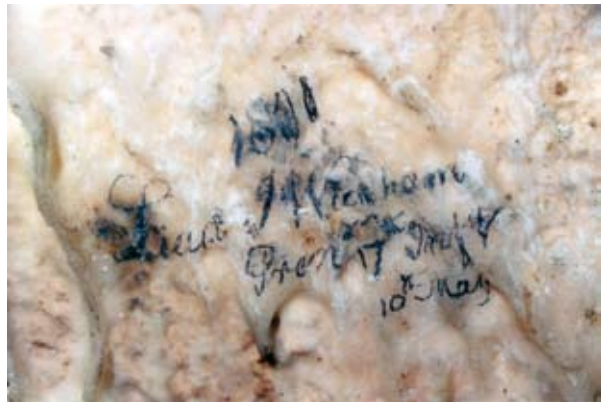


Foto 13: Inscripció del tinent J.Wickham del regiment número 11 de granaders, datada el 17 de juliol i el 10 de maig de 1801, del què es dedueix que visità al menys dues vegades la cova de s'Aigo. Aquesta inscripció es troba a la paret sud del llac Miquel Angel Moll. Transcripció: 1801 Lieut J Wickham Gren XI 17th July 10th May.

Photo 13: Inscription of Lieutenant J. Wickham, from the 11th regiment of grenadiers, dated in the 17th of July and the 10th of May in 1801, that means that he visited the cave at least two times this year. This inscription is located in the south border of the Miquel Angel Moll lake. Transcription: 1801 Lieut J Wickham Gren XI 17th July 10th May.

vigessima quinta dictorum et nomen imposui Michaeleno: fueruntque Patrinis Janer et María Monju hujus loci habitatores.

Miguel Janer neix el 1765 i a la cova signa el 1804 amb una edat de 39 anys. Es casa amb María Anna Moll Supenya el 1796.

Josep Vivó

Anno Millessimo Septingentesimo Nonagesimo Sexto. Die Quarta Desembris Ego Don Michali meía presbiter et vicari hujus Parroquia Civitelle secundum ritum Sancta Matris Ecclesia baptizau filium Gabrielis Vivó et Apolonia Caymaris hujus Parroquiae natum die dicta et nomen imposui Josephum; fueruntque patринi

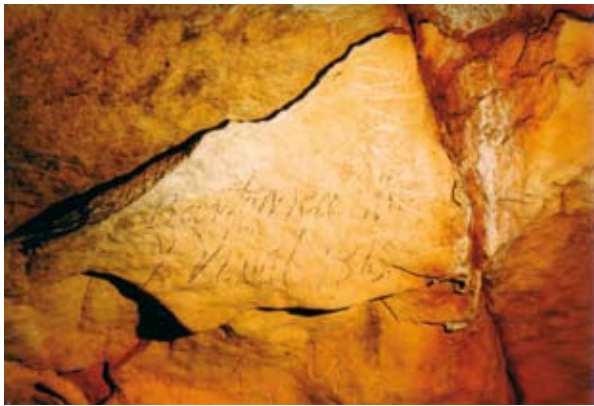


Foto 14: Inscripció d'en Bartomeu Vidal i Vidal de 1815, que es localitza prop de la vorera sud del llac Miquel Àngel Moll a la cova de s'Aigo. Transcripció: Bartomeu Vi[da]l y Vidal 1815.

Photo 14: Inscription from Bartomeu Vidal of 1815, located near of the south border of the lake Miguel Àngel Moll in the Cova de s'Aigo. Transcription: Bartomeu Vi[da]l y Vidal 1815.



Foto 15: Inscripció de 1864 d'en Miquel Dalmau, localitzada al començament del llac Miquel Àngel Moll, a la cova de s'Aigo. Transcripció: Miquel Delmau, 1864.

Photo 15: Inscription of 1864 of Miquel Dalmau, located near of the Miguel Àngel Moll lake in the Cova de s'Aigo. Transcription: Miquel Delmau, 1864.



Foto 16: Inscripció de 1877 a on es llegeix la paraula "seminario" localitzada al final de la sala Principal, prop del llac de la cova de s'Aigo. Podria ser una signatura que pertanyés a un grup de visitants relacionats amb el seminari de Ciutadella. Transcripció: SEMINARIO 1877.

Photo 16: Inscription of 1877 with the word "seminario" located in the end of the sala principal, near of the lake in the Cova de s'Aigo. It could be a signature of a group of visitors related with Ciutadella's seminary. Transcription: SEMINARIO 1877.

Sebastianus Caymaris et Maria Miret hujus loci habitatores

Josep Vivó neix el 1796, i la inscripció de la cova és de 1817. De tal manera que tenia una edat de 21 anys quan fa la inscripció. En aquest cas hem pogut esbrinar amb qui es casa. Ho fa amb María Cortès Florit el 1824. Aquest matrimoni es revela en els arxius com un no consentit pels pares, cosa per la qual la parella ha d'acudir al tribunal de l'església per a poder-se casar, que era el seu desig. El tribunal resol a favor d'ells argumentant que ja són majors d'edat i per tant no necessiten el consentiment dels pares per a casar-se. Les noces es converteixen així en un acte de casament al que no acudeix cap familiar.

Antoni Andreu

A la cova signa Antoni Andreu en 1779 i en la recerca en els arxius ens dona com a resultat tres possibles coincidències. Com no sabem el segon cognom que ens permetria afinar un poc més hem de jugar amb les tres possibilitats. Existeix un Antoni Andreu que es casa amb Catherina Camps, va tenir un fill de nom també Antoni Andreu. Existeix també un Jaume Andreu que es casa amb Francisca Feliu. En aquest cas el primer fill també es diu Antoni Andreu. La mort se'n duu a aquest primogènit del segon matrimoni en tot just el seu primer any de vida. Al segon fill que tenen li tornen a posar de nom Antoni Andreu.

Antoni Andreu Camps (1734)

Als sis de Juny de Mil set cents trenta y quatre he baptizat jo Don Miguel Morera prebere et vicari un fill de Antoni Andreu y de Catherina Camps conyuges. foren Padrins francesch Camps y Antonia Gelabert, El nom del niño Antoni de Padua Joseph Andreu dit dia circa las dotze del matí.

En aquest primer cas quan signés a la cova havia de tenir 45 anys.

Antoni Andreu Feliu (1744)

Als devuit Setembre de Mil Set Cents quaranta quatre he baptizat jo el reverent don Barthomeu Taltavull prebere y vicari in fill de Jaime Andreu y de la sua muller Francina Feliu. foren Padrins Esteva Feliu y Elisabeth Vila. El nom del niño Antoni Jaume Thomas. Nat als dits circa las sis del matí.

Antoni Andreu Feliu (1745)

Al tercer Setembre de Mil Set Cents quaranta cinc he baptizat jo el reverente Barthomeu Taltavull prebere et vicari un fill de Jaume Andreu y de la sua muller Francisca Feliu. foren Padrins Jaume Riera y Juana Gelabert. el nom del niño Antoni Jaume Matgí. nat als setse e dits circa las vuit de la nit.

El primer és el que sembla que va morir gairebé en un any. Segons açò, Antoni Andreu que signa el 1779 a la cova, havia de tenir en aquest cas una edat de 34 anys. Sembla ser que es casa amb Juana Gener

Miguel Flores

Anno Domini Millessimo Septingentésimo Nongésimo sexto Die Decisivo quinto January. Ego Doctor Raymundus Carrio Economyhujus Parrochia. Secun-

LOCALITZACIÓ DE LES INSCRIPCIONS A LA COVA DE S'AIGO

GRUP 1. LOCALITZACIÓ: ILLOT SERRA – RÀFOLS

George Lord Forbes 1717 Gouverneur	S L 1717
---	-------------

GRUP 2. LOCALITZACIÓ: ZONA DE ROQUES NEGRES PROP DE LA VORERA DEL LLAC M.A. MOLL

Diego Casasnovas 1869 Antoni Ba[rt]holoME Sintes 1714 1801 TORO Pere C[an]jet 1784 Saba Po[n]s 158[-] [-]SA[-]R Ioan	Vidal 1742 Dán[?][?] a[-]no Cor[-] WL Mi[-]jet F.Ba[-]a Ca[mp]s J.S.M. 1942 PICAON BO	[---]AN[B]AIS [-] 14 febre 1710 JMP 187[-] S.M. -15- 9NOS Rera Tir[?] 1722 MARTI LUIS Antoni R Florit Arguinbou J. Florit	AVI[S]P[PONS] La[---]a 17[-]6 19-X- 40 GPP 19-X[-]6 CBC ET EUM CONDE CIFUENTES 23-III- 40 CONPAÑIA 4 PINS 1737 E Frye	FILOMENA TORRENT Faner joan feo 1773 Morgan Ano[-] Munro geand [-]jenle ECHEVARRÍA E[-]d[-]ma Micaelo yP CAp[-]
---	---	---	--	--

GRUP 3. LOCALITZACIÓ: ZONA COMENÇAMENT DEL LLAC M. A. MOLL, PARET SUD

R Fonts 1864 AVISPONS Bartomeu Vi[da]l y Vidal 1815	L'ANTONI FORNARIS 187[-] miguel poguet	any 1602 Miguel Delmau 1864 S(ir) Mc Doualt	79 Reg JAum[-] 1825 Juan Llufrui 1801	Lieut J Wickham Gren XI 17th July 10th May
---	--	---	--	--

GRUP 4. LOCALITZACIÓ: ZONA PRIMERA COLUMNA SALA LLAC M.A. MOLL

TORI Jenar[-]	Sau[-]	S.L.F no[-] day[?]erga
------------------	--------	---------------------------

GRUP 5. LOCALITZACIÓ: PARET SUD DEL CORREDOR MONTORIOL-POUS

PAR [-]M M[-]	Steup[-]an Sol[t/k][--]d]as [K/R]O[-]p[-] na[---]ni 17[-]
---------------------	---

dum ritum Sancta Matris Ecclesia baptizauit filium Horaci Flores et Maria Liiteras conyugam hujus Parrochiae. Natum die dicta et nomen imposui Michaellem. Fueruntque Patrimi Joannes Benejam et Joanna Flores hujus loci habitatores.

Miguel Flores Llitas neix el 1796 i quan signa a la cova té 15 anys. En 1831 es casa amb Martina Parpal Cardona. En els arxius es descriu el moment de con-

treure matrimoni en el qual ell no està present i en el seu lloc hi és en Ramón Moll Gelabert. El més segur és que fos mariner o militar, pel fet de no poder esser-hi el dia acordat per a les noces.

Ramon Gelabert

També en aquest cas existeixen dues possibilitats:
Anno Domini Millessimo Septingentesimo octuage-

simo cuarto die nona Marzi Ego Don Raymundy Carrio Prebere et vicari: hujus Parrochia Civitella; secundum ritum Sancta Matris Ecclesia baptizau filium Joseph Gelabert et Maria Anna Caymaris conyugem hujus Parrochia; natum die dicta. et nomen imposui Raymundum Antonium Raphaelum. Fueruntque Patrini Raphael Gelabert et Antoninaetiam Gelabert; hujus loci habitatores

Ramon Gelabert Caymaris que neix en 1784 i llavors en signar a la cova tenia 20 anys.

Anno Domini Millesimo Septingentesimo Octuagesimo Quinto die Decimo Desembris. Ego Don Raphael Pons prebere et vicari. hujus Parrochia Civitella secundum ritum Sancta Matris Ecclesia Baptizau filium Raymundi Gelabert et Maria Gracie Serra, conjugum hujus Parroquia Nahum hesi; Et nomen imposui Raymundum. Fueruntque Patrini Jacobus Serra et Doriana Quintana, hujus loci habitatores.

Aquesta és l'altra possibilitat, segons la qual el naixement es produeix un any més tard que l'anterior, així que tindria 19 anys d'edat quan signés.

Investigació i documentació arxivística de les inscripcions de la cova de s'Aigo

Tal com succeeix a la cova des Màrmol, proporcionalment al nombre d'inscripcions que apareixen, només un mínim nombre d'elles ha pogut ser objecte d'estudi i finalment només una s'ha pogut trobar en els arxius. Moltes d'elles són il·legibles o les falta una data o bé un cognom. A més, igual que succeeix a la cova des Màrmol, són moltes les inscripcions d'estrangers i de militars. Fins i tot apareixen noms de frares (fra Andreu Busquets per exemple) així com d'unitats de l'exèrcit. D'aquesta forma, l'única inscripció en la qual s'ha pogut arribar a saber una mica de l'autor a través dels arxius, és la de Miguel Poguét.

A 29 de Setembre any dit [1584] baptizat lo noble mosén [] []prebere un fill del señor miguel poguet mariner, y de la muller Valentina Ague nom Miguel Rafael. Compare lo señor Rafael Vell, comare Catherina mar[]adale muller de bartomeu mercadal

La inscripció de Miguel Poguét és una de les més antigues que es troben a la cova de s'Aigo ja que signa amb la data de 1602. Segons els documents neix l'any 1584 així que a la cova havia de tenir 18 anys.

L'altra inscripció de la qual hem pogut aportar algunes dades és la inscripció del "Lieutenant J. Wickham", gràcies a la informació aportada per Bruce Laurie, estu-

diós de les dominacions angleses a Menorca. Malgrat la dificultat per a saber qui era, podem afirmar que el cognom Wickham era bastant conegut entre la gent d'alt estatus i per això no és sorprenent que entràs a la carrera militar, potser per tradició familiar. Pel que fa a les lletres GREN, que apareixen en la inscripció, el Sr. Laurie, apunta a una possible abreviatura de la paraula "grenadier", "granader", que faria referència al regiment de granaders al que pertanyia el tinent. Conèixer el regiment de granaders on servia requereix un estudi més detallat, per haver de consultar els arxius de l'exèrcit anglès, custodiats a l'edifici de Chelsea Barracks a Londres. Com es dedueix de la data de 1801 que apareix a la inscripció, el regiment del Lt. Wickham era un dels destinats a la guarnició de Menorca en aquesta època, potser per poc temps com era freqüent durant els règims dels governadors Stuart i Fox, abans de ser dirigits a una altra plaça més permanentment, cosa que significava una població flotant de fins a 10.000 homes a Menorca en aquest període.

Agraïments

Aquest treball forma part de l'estudi encomanat per l'Ajuntament de Ciutadella de Menorca de les coves de cala Blanca. La informació que hem pogut replegar sobre el tinent Wickham, es deu a la col·laboració del Sr. Bruce Laurie i de la periodista Laura Bañón, que ens va posar en contacte amb ell.

Bibliografia

- ARNAU, P.; LAINEZ, N.; ZUBILLAGA, M. i GÓMEZ, D. (2008): Les coves de cala Blanca (Ciutadella de Menorca). *Endins*, 32:
- BARCELÓ, M. A.; BOVER, P.; GINARD, A.; VADELL, M.; CRESPI, D. i VICENS, D. (2003): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 5: coma des Mal Pas (Calvià i Palma, Mallorca). *Endins*, 25: 87 - 106.
- GARAU, C. (2005): *Les Coves d'Artà. Capdepera (Mallorca)*. Edicions Documenta Balear. 106 pàgs. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. i GINÉS, À. (2006): La cova Nova de Son Lluís (Porreres, Mallorca). Notes sobre aspectes històrics i geoespeleològics. *Endins*, 29 : 5 - 24.
- PASQUAL i NICOLAU (2006) : Anàlisi dels grafitos de sa cova des Pirata i de sa cova des Pont (Manacor). *Endins*, 29 : 65 - 74.
- VICENS, D.; CRESPI, D.; BOVER, P.; GINARD, A.; VADELL, M. i BARCELÓ, M. (2003): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 7: les coves del Pilar i les mines de Guix (Palma, Mallorca). *Endins*, 27: 47 - 74.

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

per Joan J. FORNÓS¹, Francesc GRÀCIA^{1 i 2} i Bernat CLAMOR²

Resum

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

Abstract

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

Introducció

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

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

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

Breu descripció de la cavitat

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

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

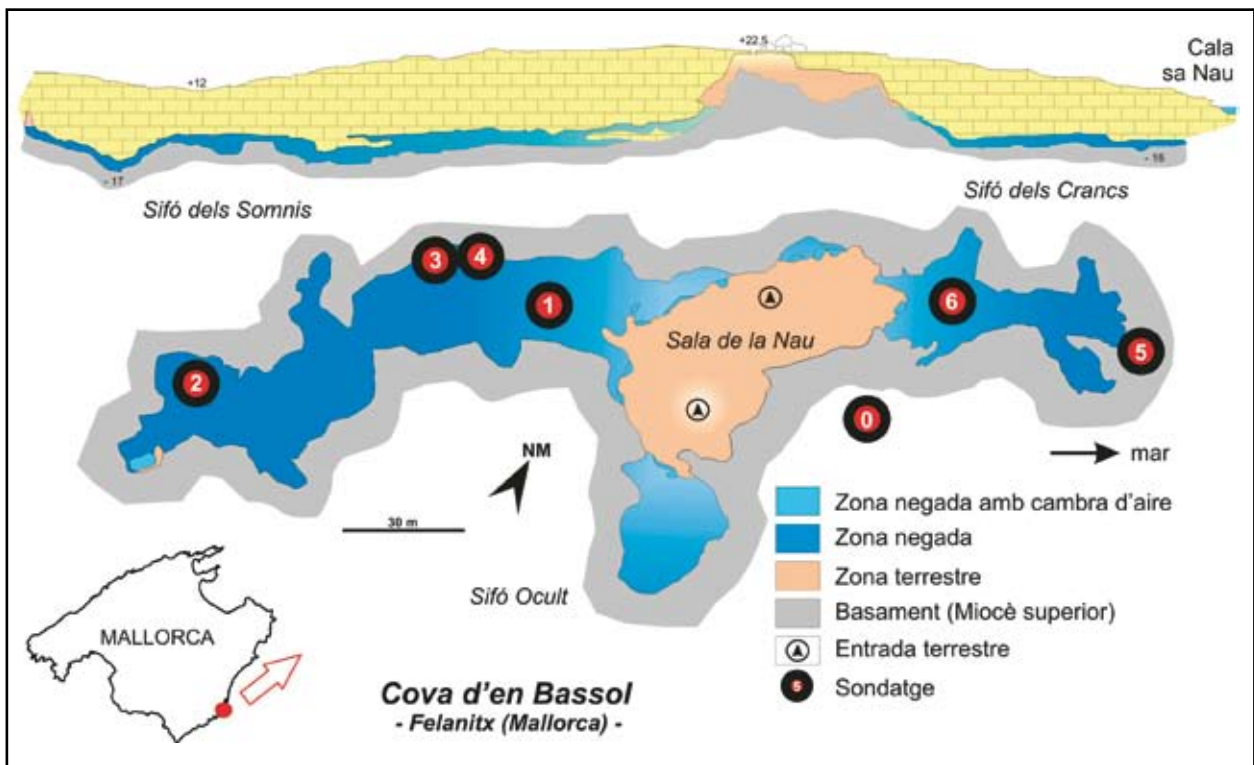


Figura 1: Plànol, secció, toponímia i localització de mostres i sondatges obtinguts a la cova d'en Bassol. Modificat de GRÀCIA et al., 1998.

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

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

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

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

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

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

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

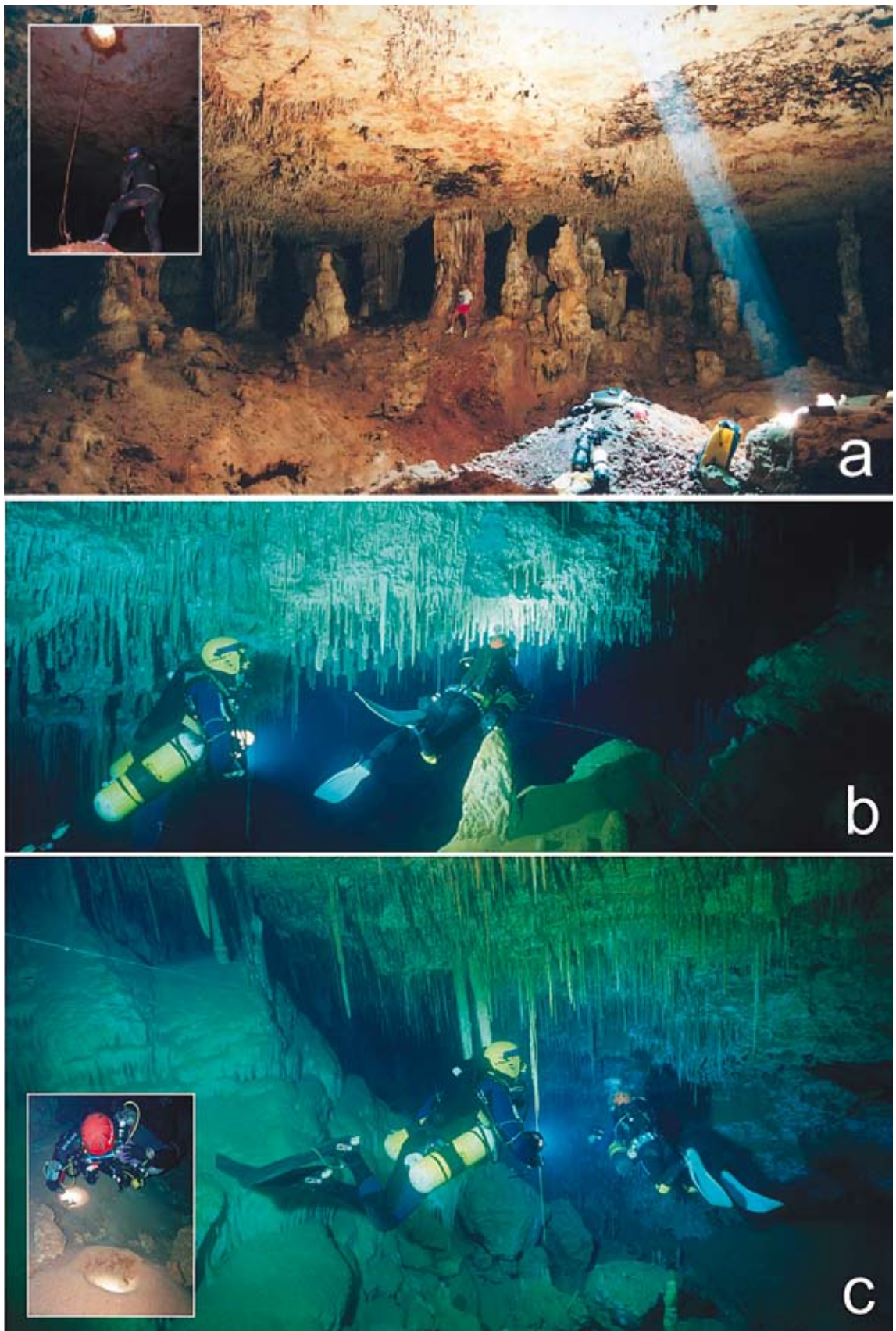


Figura 2: a) Vista general de la sala de la Nau amb el detall de l'entrada artificial practicada a la cavitat; b) sifó dels Somnis, observis una banda de creixement d'espeleotemes freàtics; c) sifó dels Somnis, amb profusió dels dipòsits estalagmítics i acumulació de grans blocs procedents de l'esfondrament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

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

Hidrologia

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

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

L'acumulació sedimentària

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

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

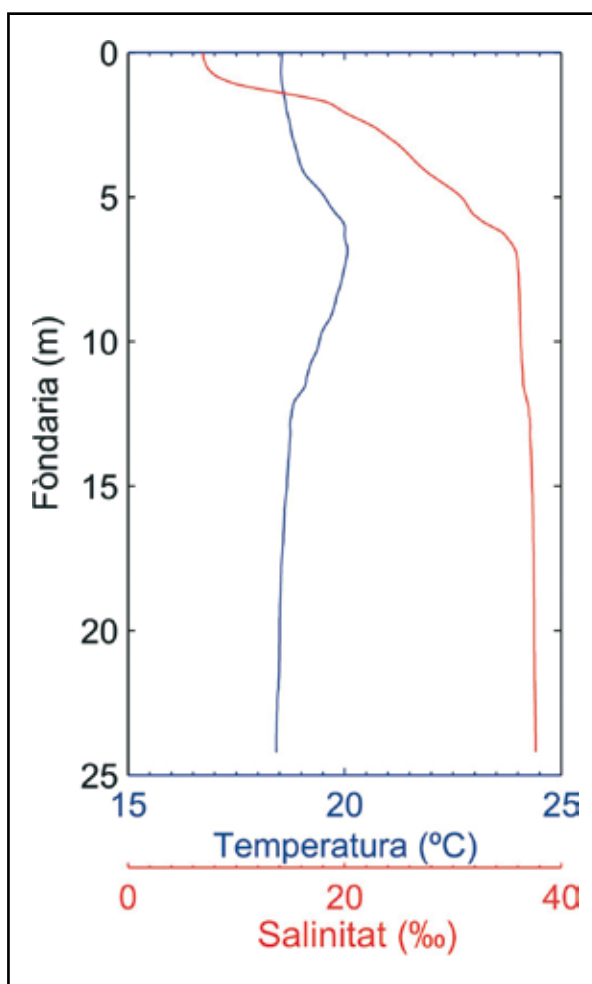


Figura 3: Perfil de salinitat (g/l) i de temperatura (°C) efectuat el mes d'agost (28/09/2006) al síf dels Somnis a la cova d'en Bassol.

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

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

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

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

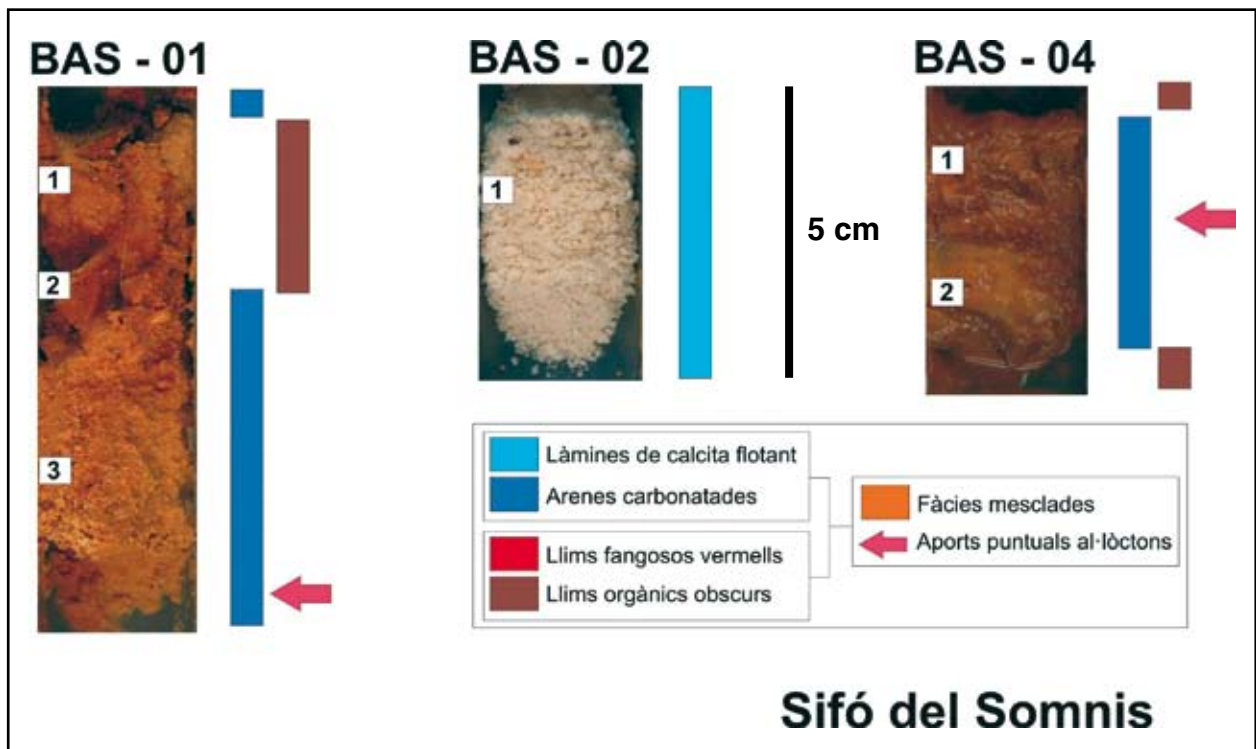


Figura 4: Sondatges obtinguts al sífó dels Somnis a la cova d'en Bassol. Vegeu-ne la localització a la Fig. 1.

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

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

EL SIFÓ DELS SOMNIS

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

Sondatge BAS 01

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

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

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

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

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

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

** F - fracció fina; G - fracció gruixuda

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

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

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

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

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

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

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

Sondatge BAS 02

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

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

Sondatge BAS 04

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

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

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

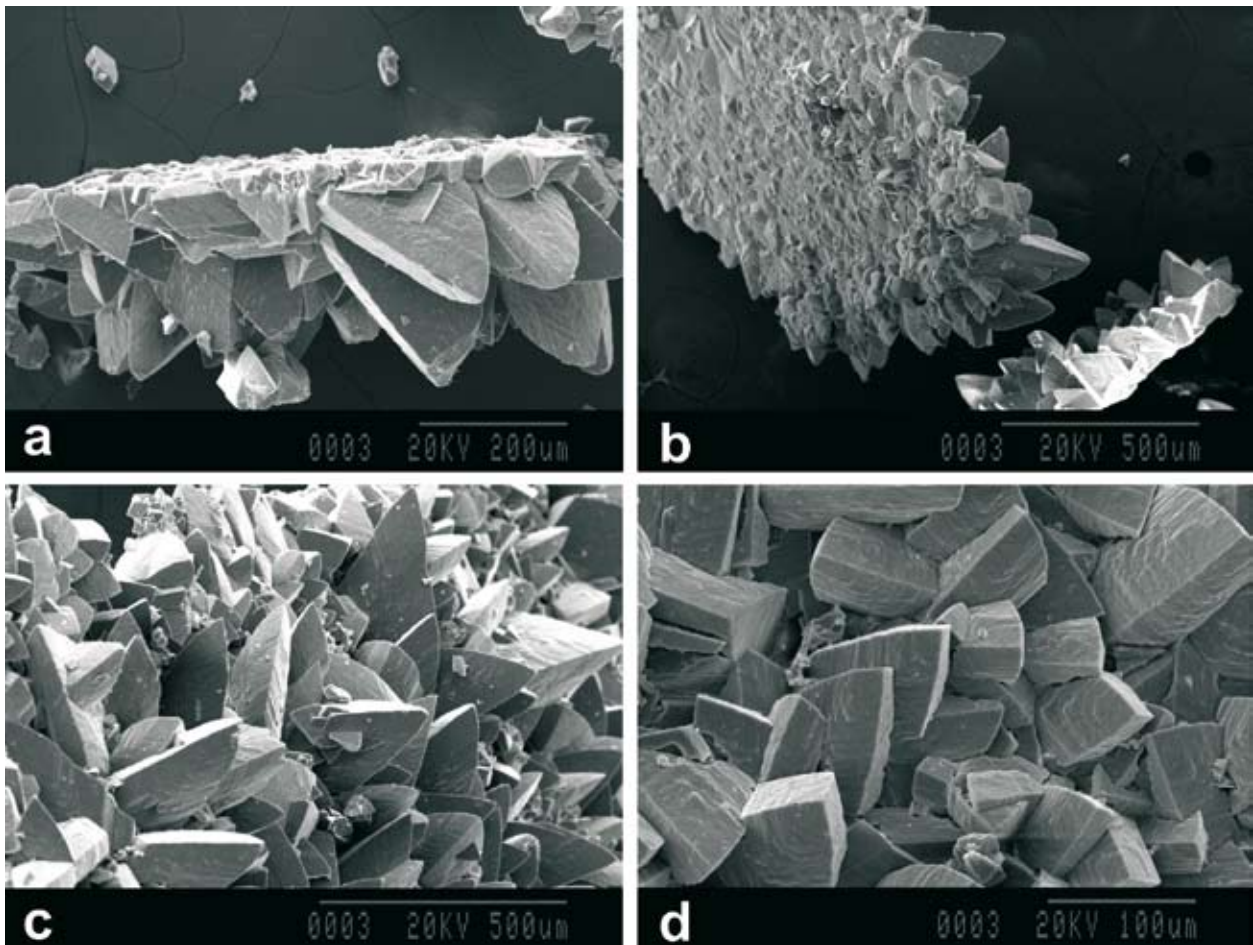


Figura 5: Fotografies al microscopi electrònic de rastreig (SEM) d'alguns detalls de les làmines de calcita flotant i dels seus hàbits cristal·lins que componen l'acumulació sedimentària enregistrada al sector més distal del sífó dels Somnis a la cova d'en Bassol.

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

La sedimentació al sífó dels Somnis

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

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

EL SIFÓ DELS CRANCS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Sondatge BAS 05

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

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

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

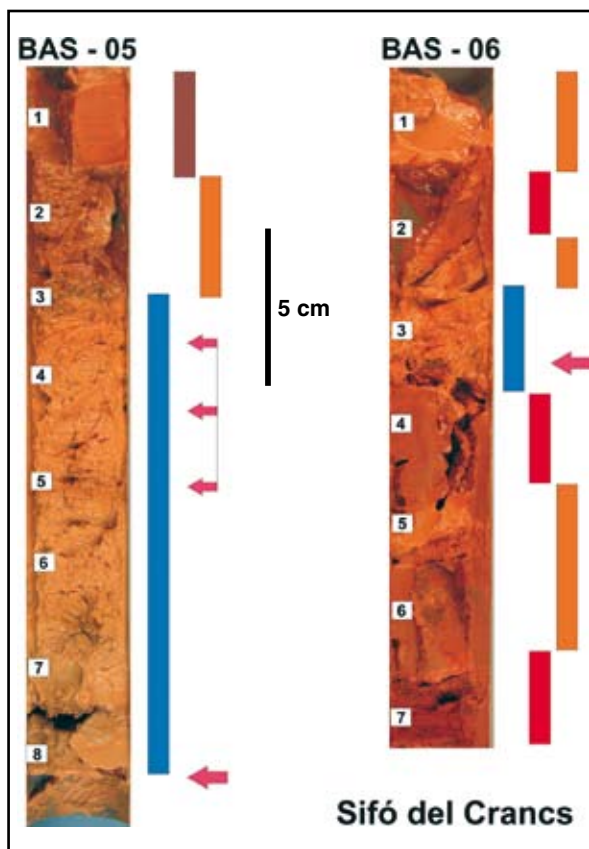


Figura 6: Sondatges obtinguts al sífo dels Crancs a la cova d'en Bassol. Vegeu-ne la localització a la Fig. 1 i llegenda a la Fig. 4.

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

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

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

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

Sondatge BAS 06

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

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

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

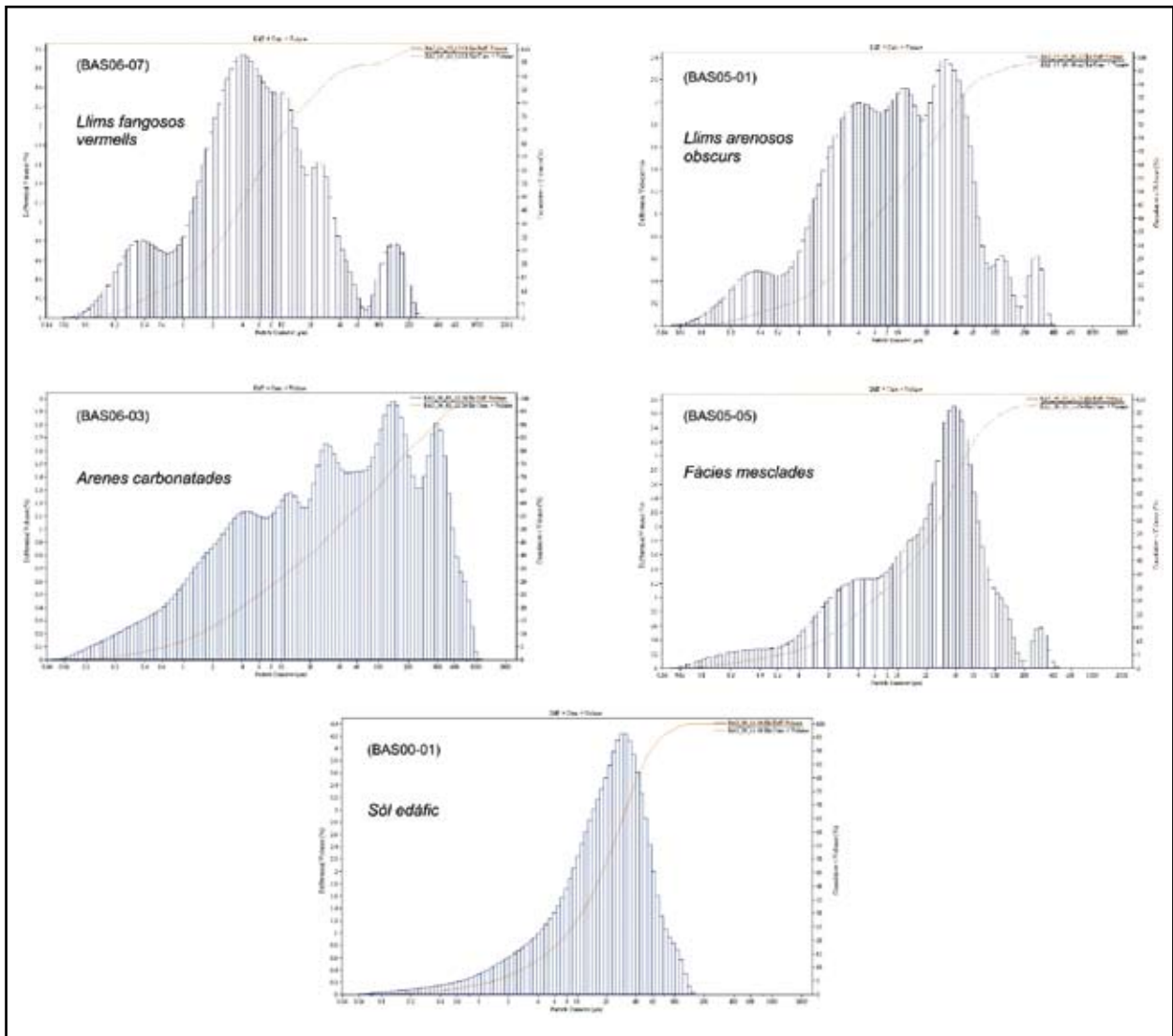


Figura 7: Resum de les característiques texturals de les principals fàcies presents a la cova d'en Bassol.

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

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

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

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

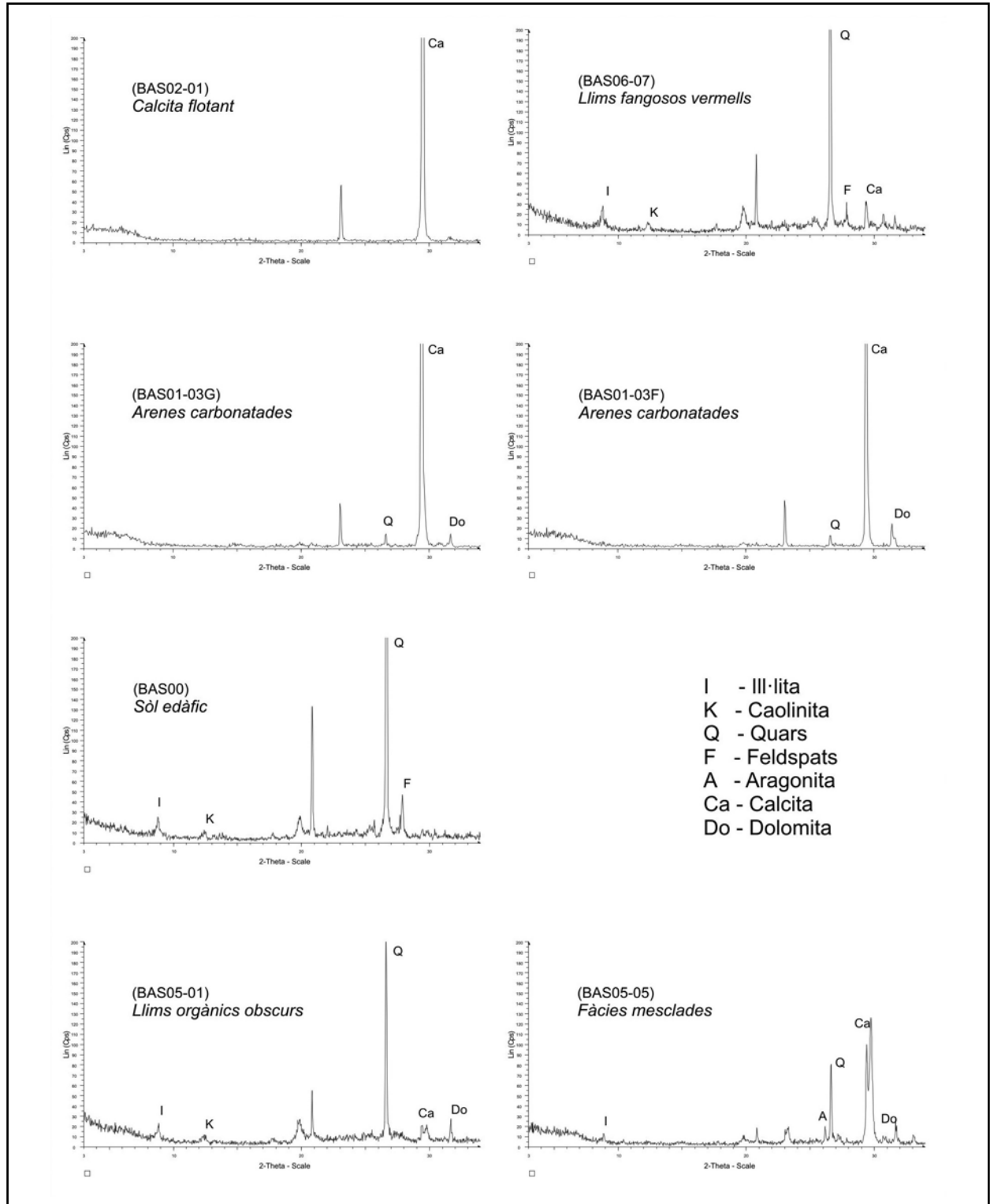


Figura 8: Resum de les característiques de la composició mineralògica de les principals fàcies presents a la cova d'en Bassol.

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

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

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

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

La sedimentació al Sifó dels Crancs

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

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

Discussió i conclusions

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

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

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

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

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

Agraïments

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

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

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

Bibliografia

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

MÉS DADES SOBRE ELS SOTERRANIS DE SANT FELIP A L'ILLA DE MENORCA

per Miquel TRIAS¹

Resum

El castell de Sant Felip està ubicat a la boca del port de Maó de l'illa de Menorca; un mínim de 8 quilòmetres de galeries i sales foradaven el subsòl d'aquesta impressionant fortalesa que s'estenia per més de 300 Ha de terreny. Quan el rei d'Espanya ocupa Menorca el 1782 va fer destruir el castell, incloent els soterranis, la majoria dels quals estan plens d'enderrocs. En el passat nombre d'Endins (TRIAS, 2007) publicàrem un treball extens sobre els soterranis amb les topografies que n'haviem fet fins al moment i una explicació general del castell i dels seus antecedents històrics. El present escrit no és més que una addenda a l'anterior on oferim la topografia i descripció de dos soterranis "inèdits" que tenen un desenvolupament aproximat de 300 m; tanmateix no hi manquen uns breus apunts sobre el castell, la seva arquitectura i història.

Abstract

The castle of Sant Felip is located at the mouth of the port of Maó on the island of Menorca; a minimum of 8 kilometres of galleries and chambers excavated under this impressive fort that covers more than 300 Ha of terrain. When the Spanish King occupied Menorca in 1782 the castle was destroyed, including the underground sections, most of which are full of rock falls. In the previous issue of Endins (TRIAS, 2007) we published an extensive paper on the underground sections with a survey we had produced up to that moment and an explanation of the castle and its history. This paper is no more than an addendum to the previous one and we offer a survey and description of two "unpublished" underground sections with a survey length of about 300 m; however we include a few brief notes about the castle, its architecture and its history.

Introducció

Entre els treballs de preparació per a la visita pública dels soterranis del castell de Sant Felip al port de Maó que realitza el Consorci del Museu Militar de Menorca figura la realització de topografies detallades. En el passat nombre d'Endins (TRIAS, 2007) publicàrem un treball extens sobre les topografies fetes fins al moment i una explicació general del castell i dels seus antecedents històrics. El 2008, coincidint amb el final de la feina de neteja i habilitació de dues galeries "inèdites" —Hannover i Gal·les— n'hem pogut dibuixar les topografies, que presentem ací amb una breu descripció i una més breu encara explicació del castell i la seva història. Per una explicació més completa us trametrem al treball esmentat més a dalt. Tanmateix a les nostres representacions hem afegit en gris les reconstruccions de les obres per davall les quals anaven les galeries, com també la reconstrucció parcial de castell hispànic, tot això per fer veure la magnificència d'una fortalesa que pertany al passat, com tants de monuments de la nostra terra.

Enquadrament històric-arquitectònic

Com s'explica en el citat treball, davant del perill turqués hom basteix, sota la direcció de Giovanni Battista Calvi una fortalesa a l'entrada del port de Maó, completada el 1597— **The Castle** en els mapes anglesos—. Formava un quadrat d'uns 90 m de costat; amb un bastió a cada cantó, orientats als quatre vents: Sant Jordi a tramuntana, Sant Antoni a llevant, Sant Jaume a migjorn i Sant Miquel a ponent; la diagonal entre puntes de bastió era de 175 m. El seu disseny no era gaire diferent del de la part nova de Sant Carles, castell que defensava Portopí a la ciutat de Mallorca, (LUCENA *et alia* 1997).

El 1708, durant la guerra de Successió Espanyola, els anglesos ocupen Menorca en nom del pretendent Carles d'Habsburg, però el 1713 pel tractat d'Utrecht el primer rei de la dinastia borbònica el cedeix a perpetuïtat a la corona anglesa. Anglaterra amplia Sant Felip afegint-

¹ Secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca. Ciutat

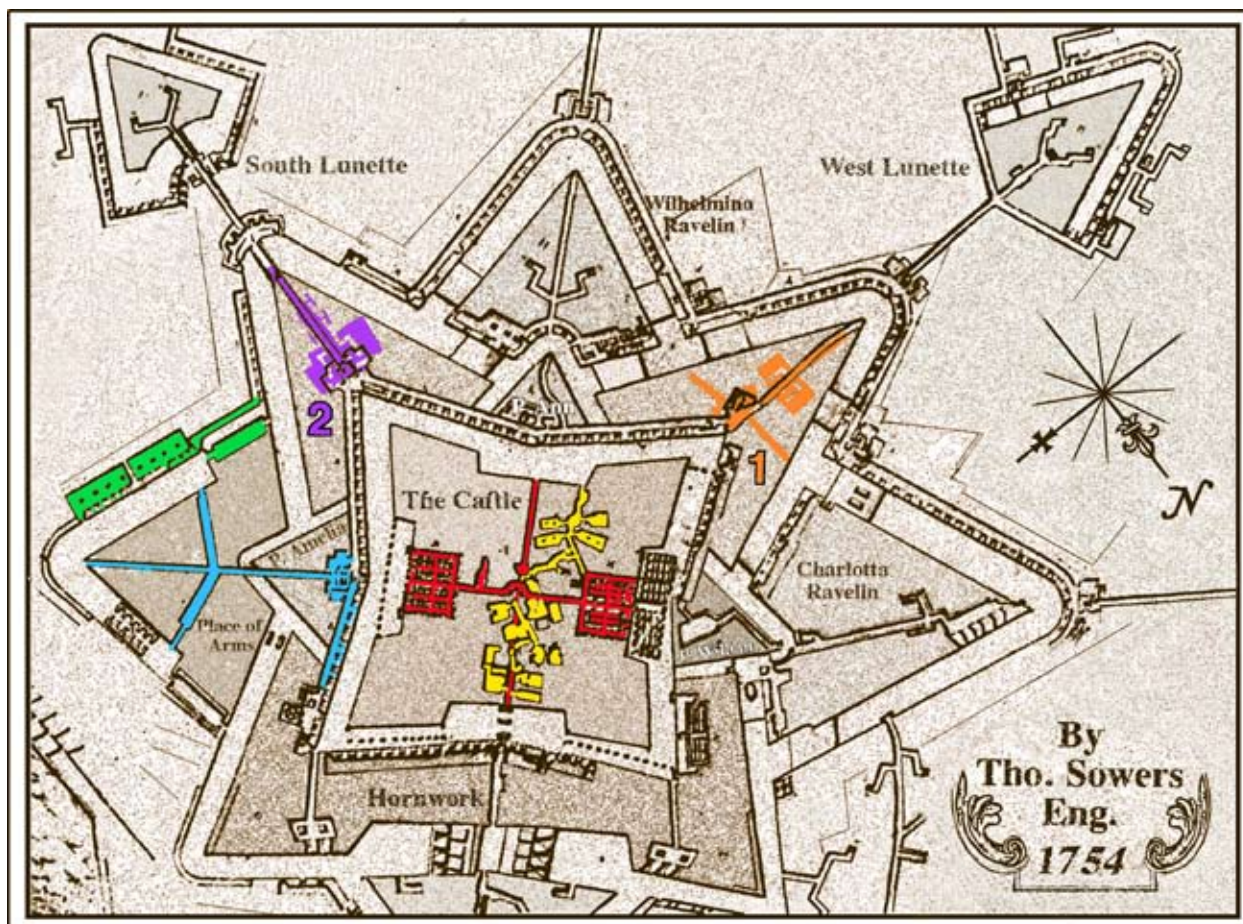


Figura 1: Fragment del plànol de 1754 de les obres subterrànies de castell de Sant Felip per T. Sowers, amb la nostra topografia superposada, 1: Galeria de Hannover. 2: Galeria de Gal·les. Els altres soterranis, descrits en el treball anterior, estan representats segons Sowers, si bé que omplits de color: Groc el primer nivell, Vermell el segon nivell, Blau, la Gran Galeria, i Verd les Quadres.

Figure 1: Fragment of a 1754 plan of the underground works on the castle of Sant Felip by T. Sowers, with our survey superimposed, 1: Hanover Gallery. 2: Welsh Gallery. The other underground sections, described in our previous paper, are represented according to Sowers, although now coloured: Yellow, the first level, Red, the second level, Blue, the Grand Gallery, and Green, the Stables.

hi hornabecs —en anglès **hornwork**—, revellins, —**ravelin**— contraaguàrdies —**counterguard**—, reductes —**redoubt**— i llunetes —**lunette**—, que formen un conjunt estrellat de construccions escampades entre el port i la cala de Sant Esteve amb una superfície de 270 hectàrees, a més de les 37,50 hectàrees del reducte de Marlborough situat a l'altre costat de Sant Esteve. Les dimensions màximes del conjunt sense Marlborough eren de 900 m per 600 m.

Per davall les fortificacions els enginyers anglesos excavaren un enorme conjunt de soterranis amb diferents funcions: per comunicar les diferents obres exteriors, per habitar, per emmagatzemar proveïments, —queviures, munició—, per defensa, a més de galeries de minat per volar un espai ocupat per l'enemic en cas d'atac. El desenvolupament lineal dels soterranis no creim que baixi dels 8 quilòmetres.

Tanmateix just acabada de conquerir l'illa per les forces franco-espanyoles el 1782, el rei borbó Carles III va ordenar la destrucció del castell. Recuperada l'illa pels anglesos el 1789 s'afanyen en la reconstrucció de Sant Felip incloent la restauració dels soterranis, però en aquests majorment es varen limitar a aprofitar un mínim d'espai acaramellant els enderrocs en marges o clapers.

El 1802 amb la recuperació espanyola de Menorca pel tractat d'Amiens continuen el treballs de voladura fins a deixar Sant Felip convertit en un camp de ruïnes i la majoria dels soterranis desfets i plens de runa.

Els soterranis

1— GALERIA HANNOVER

Les contraaguàrdies són construccions en forma de V que abracen les cortines dels bastions. La contraaguàrdia de Hannover —en anglès **Hanover Counterguard**— era la que cobria o defensava el bastió de Sant Miquel. Des de la seva gola, al fossat principal, fins a la punta la contraaguàrdia estava travessada per la galeria que descrivim i que sortia a l'escarpa del seu fossat; a la contraescarpa d'aquest començava una altra galeria que completava l'itinerari a redós des del centre de la fortificació fins a la lluneta de l'oest, **West Lunette**.

Referent a l'entrada hem observat una anomalia amb els mapes antics; aquests (HERBERT, 1735)



Foto 1: Galeria de Hannover, corredor transversal vist des del centre de la sala de tres pisos, a l'esquerra del personatge veim la marca d'extracció d'un cantó, al fons la sortida al vall de la conterguàrdia. Foto J. Florit.

Photo 1: Hanover Gallery, transverse corridor seen from the centre of this three-floor chamber, to the left of the person we can see the excavation of a conentment, in the background the exit to the conterguard fosse. Photo J. Florit.

ens mostren l'entrada del soterrani a llivell del pis del fossat, segurament 5 m per davall de l'entrada actual, mentre que la part baixa de les escales d'accés és penya natural fins a una cota de -5 m —vid. punt **d** de la secció longitudinal—. Així pensam que hi devia haver un desnivell de 3 m entre vall i galeria.

Després de les escales citades, la galeria d'Hannover s'eixampla amb una gran estança de 8 m de llargada, 5 m d'amplada i 8 m d'alçada de planta bastant irregular; hi podem veure senyes a les parets que hi havia hagut tres pisos: regates i forats per a bigues. Entre d'altres usos aquí hom feia pa, s'hi conserven les restes d'un forn amb abundants maons refractaris—al punt **e** de la topografia— el gran pou que veim al sostre devia servir per a l'evacuació del seu fum. Al costat oest, i després de passar un portal rodó arribam a una cambra on hi ha un pou —vid. secció **a-b-c**— la fondària és de 17,50 m respecte a la cota del que queda del fossat principal, potser uns 24 m per davall del pati central del castell hispànic; el pou actualment és eixut, però suposam que podria haver arribat a la capa freàtica tot i que no tenim les dades comparades de les cotes d'aquest pou i del



Foto 2: Galeria de Hannover, espitlleres del fortí o cos de guaita sud, és palesa la diferència d'altària amb el pis del fortí. Foto J. Florit.

Photo 2: Hanover Gallery, south fort loopholes or sentry box, the difference in height with the fort storey is manifest. Photo J. Florit.



Foto 3: Galeria de Hannover, vista axial. En primer terme les espitlleres del fortí sud; són les mateixes de la foto 2. En segon terme i a la dreta del personatge l'entrada a dit fortí. Darrera el personatge es distingeix l'arc de roca que comunica amb la sala dels tres pisos. Foto J. Florit.

Photo 3: Hanover Gallery, axial view. In the foreground loopholes of the southern fort; there are the same as in photo 2. In the midground and to the left of the person the entrance to this fort. To the right of the person, the rock arch to the three-floor chamber can be made out. Photo J. Florit.

central. L'eix de la galeria mesura 54 m de llarg fins al lloc on va esser barrobinada —punt **g**—, per una mitjana de 3 m d'amplada amb una alçada de devers 3 m.

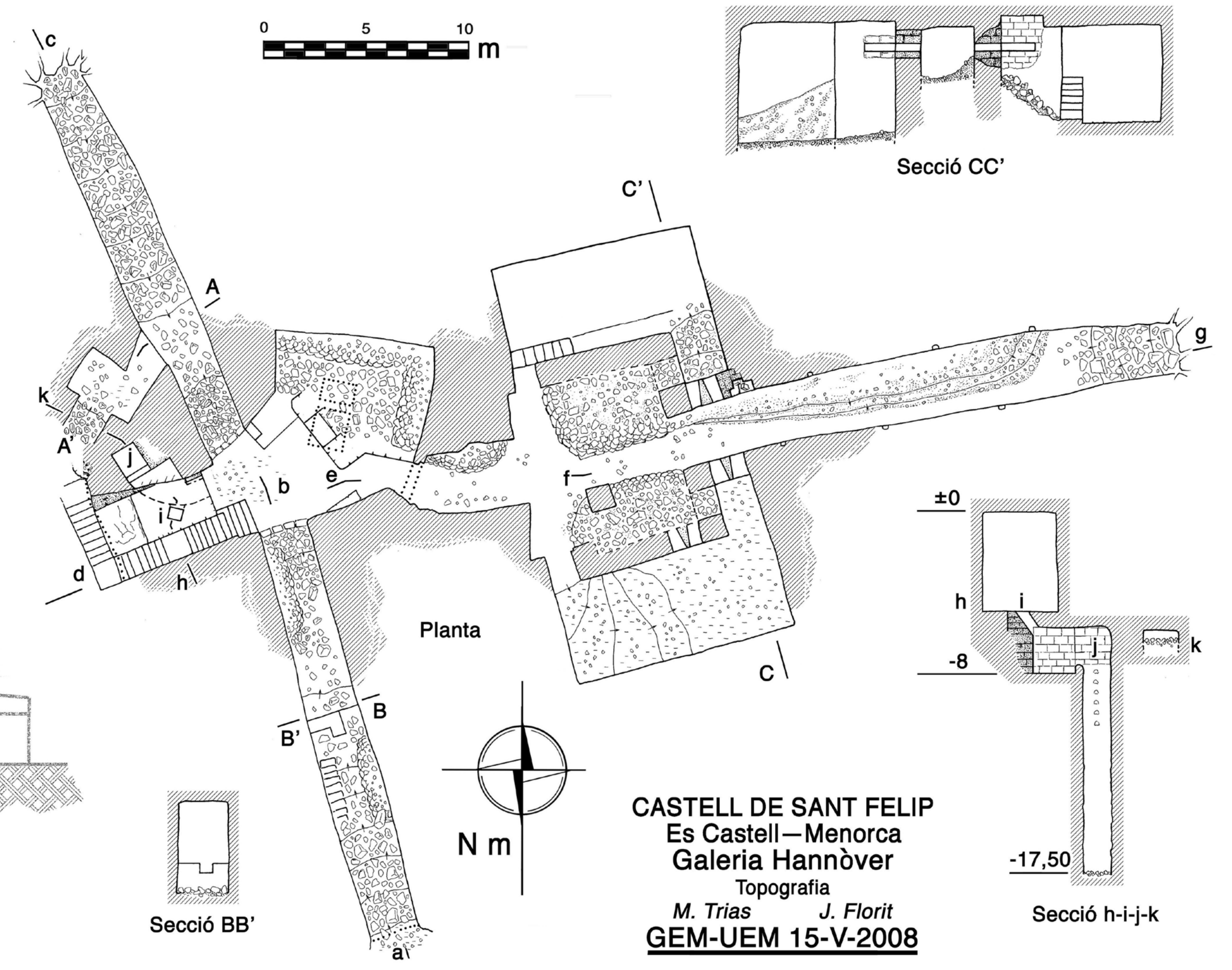
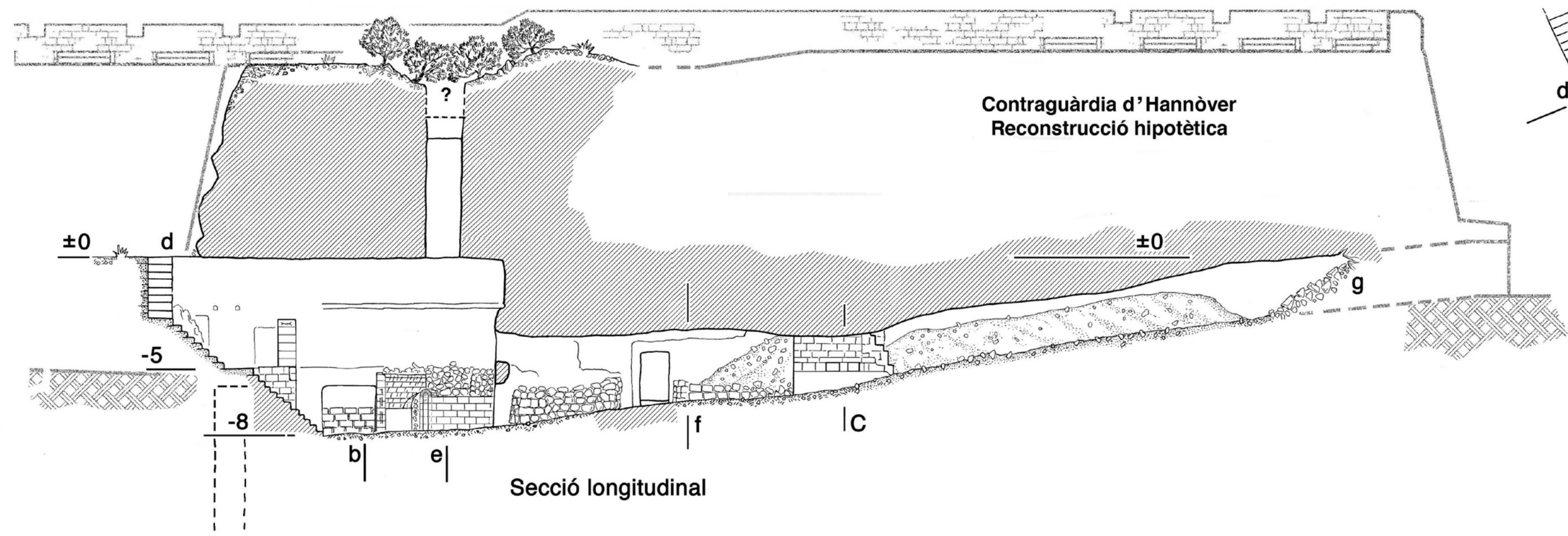
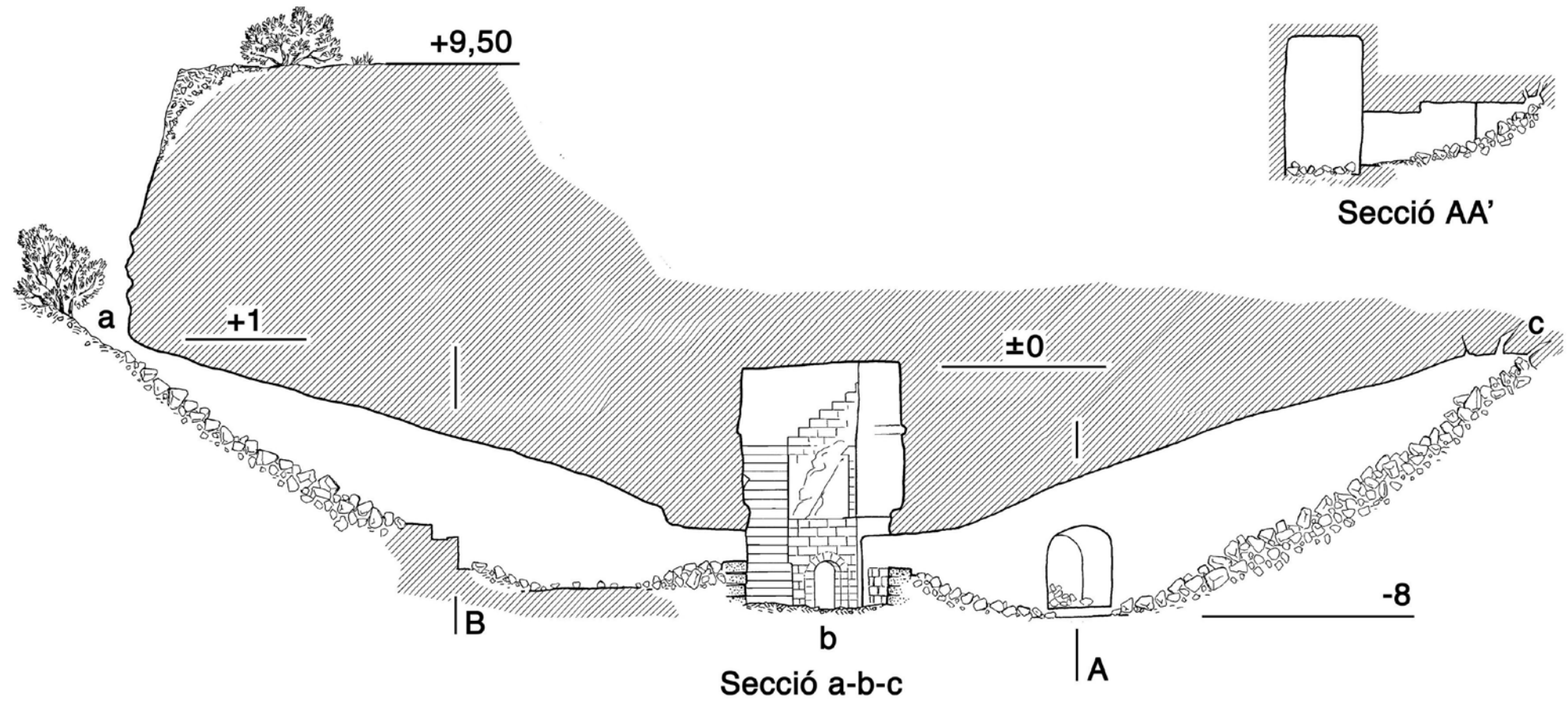
De l'estança parteixen dues galeries o corredors transversals que van a sortir, cap a sud i nord, al fossat a mitjan cara de la contraguàrdia. Val a dir que aquestes galeries no figuren al mapa de SOWERS (1754), no sabem si perquè encara no existien o per manca de cura de l'autor citat; les galeries laterals transversals mesuren uns 45 m en total, l'amplada és semblant a la de la galeria axial mentre que l'alçada devia esser més gran, uns 4 m; la sortida a vall de la galeria sud és impenetrable, mentre que la nord ens mena al que queda del vall—vid. foto 1.

Tampoc hi figuren les dues sales que trobam a part i banda a mitjan galeria; sales que en conjunt mesuren 20 m per 10 m i que segurament serien un cos de guaita o fortí defensiu, ja que presenten un doble sistema d'espitlleres—vid. foto 3. Actualment la cota del seu pis és molt més baixa que la de les espitlleres cosa que les fa inútils per a la defensa, per tant pensam que varen esser reemprades com a pedrera després de la primera voladura —vid. foto 2—. En general es veuen moltes modificacions del disseny d'aquests soterranis, demostrant diverses fases d'excavació: diferències d'alçada de sostre, eixos esbiaixats, cambres reexcavades i els inevitables clapers resultat del recondicionament de la galeria després de la

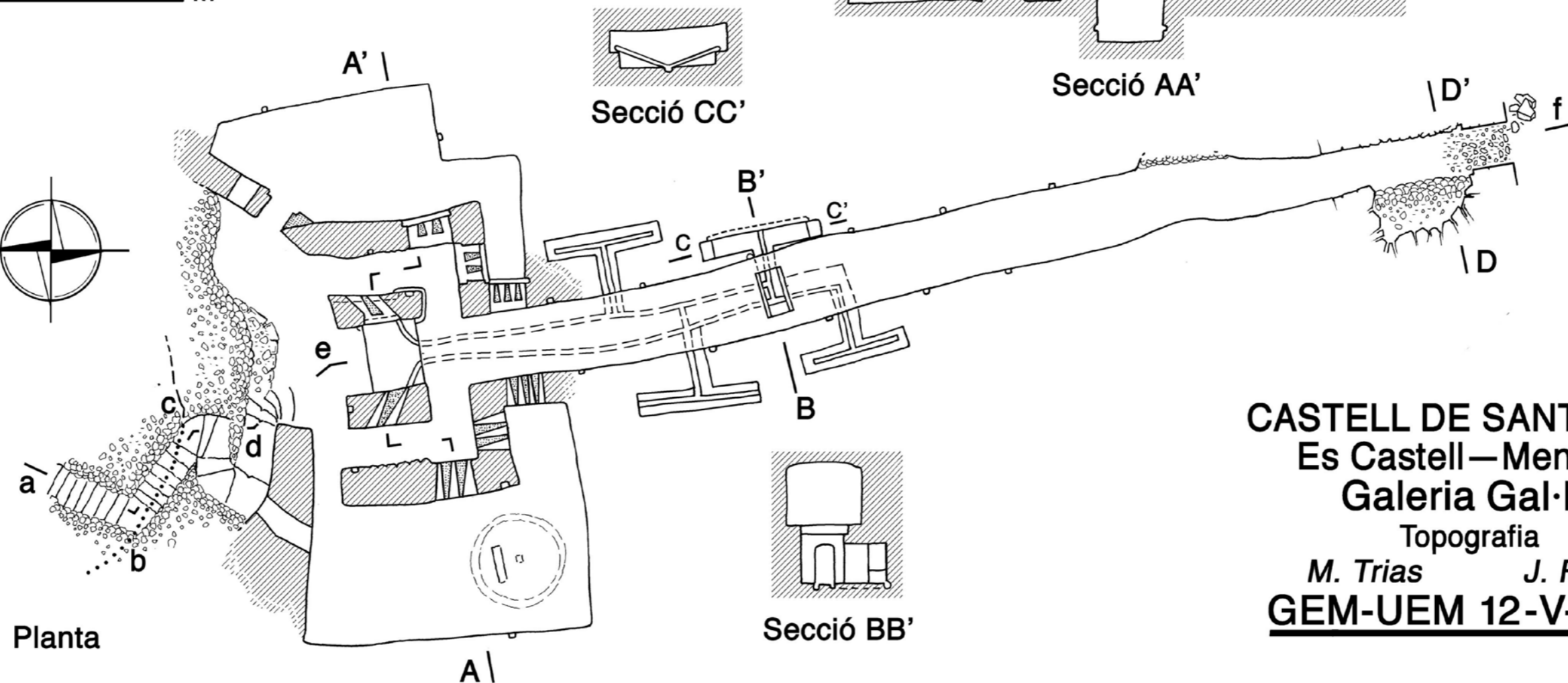
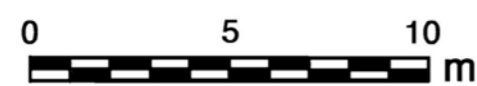
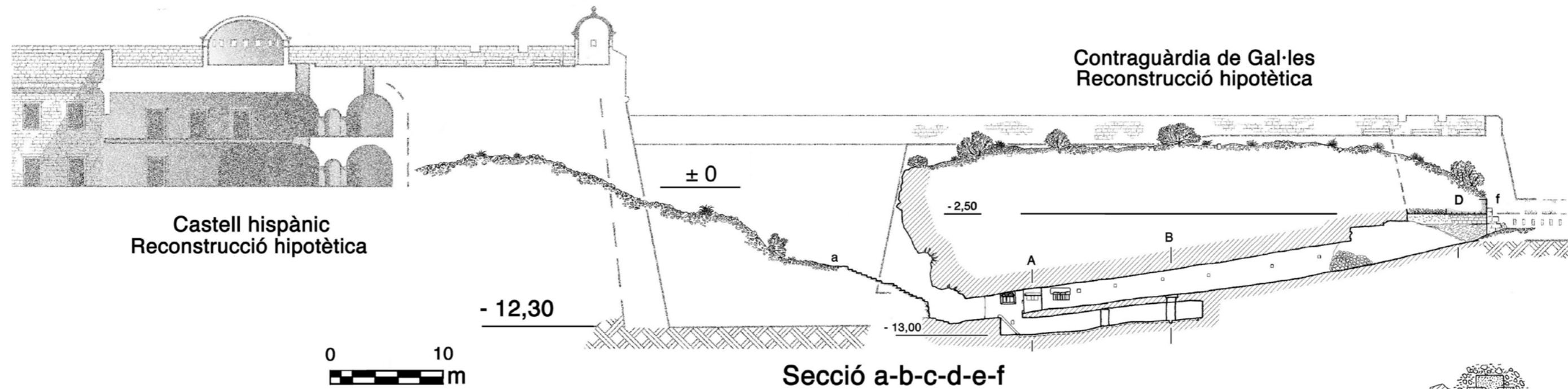
primera voladura —entre els punts **e** i **f** de la secció longitudinal— i caramulls de sauló, (pols de marès) —entre els punts **c** i **g**.

2— GALERIA GAL-LES

La contraguàrdia de Gal-les —en anglès **Welsh Counterguard**— és la que cobreix el bastió de Sant Jaume; pel seu eix o línia principal passa el soterrani que descrivim en aquestes línies; es tracta d'una galeria de comunicació que des del fossat principal connectava amb el fossat de la contraguàrdia, el passava per una caponera —galeria exterior coberta—i duia a una altra galeria que arribava a la lluneta del sud —**South Lunette**— que dominava la cala de Sant Esteve. És notable la potència de la voladura a l'entrada, manca una gran quantitat de roca del que seria la cara original de la contraescarpa, a més de veure's perfectament els punts on barrobinaren amb els clivells radials cap al centre de l'explosió. Té uns 50 m de llargada per uns 3 m d'alçada i 3,50 d'amplada. Vora l'accés des de la gola hi trobam un fortí-cos de guaita que en conjunt fa 20 m per 10 m amb doble sistema d'espitlleres semblant al que hem vist a Hannover; en el centre d'aquest conjunt hi ha un pou defensiu rectangular —pou de llop— de 2 m de fondària—vid. foto 4; d'aquest surt una galeria de minat, semblant a les de la Gran Galeria (TRIAS, 2007)



CASTELL DE SANT FELIP
Es Castell—Menorca
Galeria Hannòver
 Topografia
 M. Trias J. Florit
GEM-UEM 15-V-2008



CASTELL DE SANT FELIP
Es Castell—Menorca
Galeria Gal·les
 Topografia
M. Trias *J. Florit*
GEM-UEM 12-V-2008



Foto 4: Galeria de Gal·les, vista axial. En primer terme el "pou de llop" amb la galeria de minat. Al fons la sortida per la caponera. Foto J. Florit.

Photo 4: Welsh Gallery, axial view. In the foreground, the pit with the mined gallery. In the background, the caponier exit. Photo J. Florit.



Foto 5: Galeria de Gal·les, sortida per la caponera. Al centre un bloc de la volta volada; s'hi veuen clarament les dovelles a saltacavall. Foto J. Florit.

Photo 5: Welsh Gallery, caponier exit. In the centre, a blown block from the roof; the keystones can be clearly seen. Photo J. Florit.



Foto 6: Galeria de Gal·les. Cos de guaita o fortí est a l'entrada per la gola. Foto J. Florit.

Photo 6: Welsh Gallery. East pillbox or sentry box by the gorget entrance. Photo J. Florit.

amb una llargària de 18 m amb 4 fogons —cambres on va la càrrega explosiva— amb forma de T. Les regates per on anava la mànega o metxa per iniciar la voladura arriben a la part exterior del pou.

Crida l'atenció la irregularitat del cos de guaita est, amb un costat oest més o menys rectangular i un costat est amb una paret esbiaixada i una altra galgada amb el mur espitllerat exterior —vid planta i foto 6— tal vegada degut a reconstruccions després de la primera voladura.

Cap al sud, la galeria es va estrenyent per adaptar-

se a les mesures de la caponera: 1,50 m d'amplada per 2,50 m d'alçada; hi podem distingir perfectament la part picada a la roca i la part construïda. Els costats de la caponera són de paredat comú amb pasta de calç mentre que la volta rodona que la cobreix és una esplèndida feina de picapedrer amb les dovelles a saltacavall —vid. secció DD' i foto 5—; a la mateixa secció i al costat oest podem veure l'efecte d'un barrobí poc reeixit. A fora, allà on era el fossat veim un bon tros de volta barrobinada que ha conservat les dovelles en connexió.

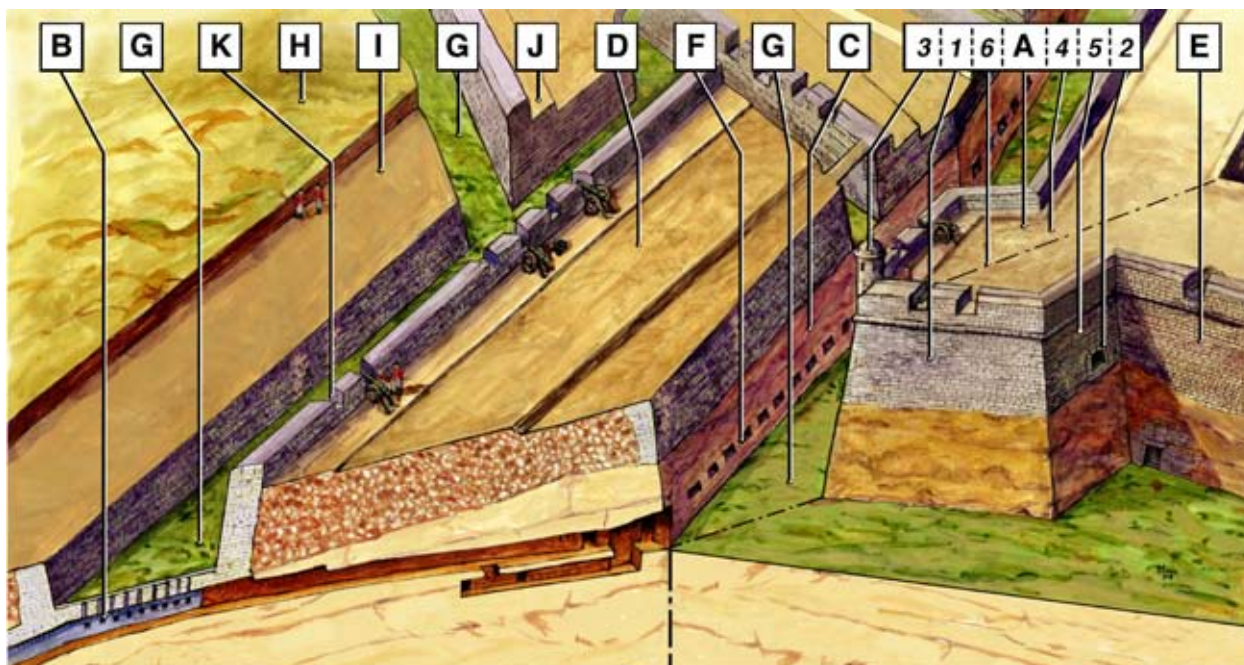


Figura 2: Explicació de les diferents parts d'una fortificació del segle XVII i XVIII. A: Bastió/Baluard. 1: Cara. 2: Casamata. 3: Garita. 4: Gola. 5: Flanc. 6: Línia Capital/ Pla de la Secció. B: Caponera. C: Contraescarpa. D: Conterguàrdia. E: Cortina. F: Espitlleres. G: Fossat/Vall. H: Glacis. I: Plaça d'Armes. J: Revellí. K: Tronera.

Figure 2: Explanation of the different works of a 17th and 18th century fortification. A: Bastion. 1: Face. 2: Casemate. 3: Sentry box. 4: Gorge. 5: Flank. 6: Principal line/Cutaway plan. B: Caponier. C: Counterscarp. D: Conterguard. E: Curtain. F: Embrasure. G: Moat. H: Glacis. I: Parade Ground. J: Ravelin. K: Gun port.

Agraïments

Volem manifestar el nostre més coral reconeixement a en Josep Florit, sense qui aquest treball ni s'hauria començat. També donam les gràcies al capità Girona, responsable del Consorci del Museu Militar de Menorca, per engrescar-nos a completar la feina començada ja fa dos anys.

Bibliografia

- FORNALS, F. (2007): *Castillo de san Felipe del puerto de Mahon, 2ª edició*. Museo Militar Regional de Menorca. 209 pp. Maó.
- FORNALS, F. (2006): *Las defensas subterranas del castillo de San Felipe del puerto de Mahon*. Museo Militar de Menorca. 46 pp. Maó.

- HERBERT, H. (1735): A plan of the upper works of St. Philips Castle in Minorca.
- HERNANDEZ, F.; PARPAL, C.; COTRINA, J. (2002): *El Castillo de San Felipe. Construcción y su posterior demolición*. Amigos del Museo Militar de Menorca. 153 pp. Maó.
- LINDEMANN, C. F. H. (2004): *Diario del asedio de la fortaleza de San Felipe en la isla de Menorca 1781-82*. Institut Menorquí d'Estudis. 434 pp. Maó.
- LUCENA, M.; FONTENLA, J. M.; MOSTEIRO, J. L.; Pomar, I. (1997): *Palma Guia d'Arquitectura*. Col·legi Oficial d'Arquitectes de Balears. 200 pp. Ciutat de Mallorca.
- SOWERS, T. (1754): Subterraneous works on St. Philips Castle Minorca.
- TERRON, J. L. (2002): *La fortaleza de san Felipe en el Puerto de Mahon*. Consorcio Museo Militar de Menorca. 235 pp. Maó.
- TRIAS, M. (2007): Els soterranis del castell de Sant Felip, espeleologia urbana a Menorca. *Endins*, 31: 31-42. Ciutat de Mallorca.

PRIMERA CITA DE *Eurygeophilus multistiliger* (Verhoeff, 1899) (Chilopoda, Geophilomorpha) PARA LAS ISLAS BALEARES

por Mateo VADELL^{1,2,3} & Guillem X. PONS^{3,4}

Resumen

Se da a conocer la primera cita de *Eurygeophilus multistiliger* (Verhoeff, 1899) para las Islas Baleares, localizada en la Cova de sa Cometa des Morts (Escorca, Mallorca) en la Serra de Tramuntana. También se exponen ciertas variaciones observadas en el segundo ejemplar macho conocido de la especie, de los ejemplares holotipos y sintipos de la especie.

Abstract

First record of *Eurygeophilus multistiliger* (Verhoeff, 1899) from the Balearic Island, located in the Cova de sa Cometa des Morts (Escorca, Mallorca) in the Serra de Tramuntana. We also describe some variations observed in the second well-known male of the species, with the specimen's holotypes and sintypes of the species.

Introducción

A pesar de ser una persona poco prolija respecto a la publicación científica, Jaume Damians (1960-2008) fue un continuo estimulador y motor de la biospeleología en el panorama de las Islas Baleares. Él fue quien, de la mano de Xavier Bellés y otros biospeleólogos, realizó campañas biospeleológicas en Menorca (BELLÉS *et al.*, 1989). Ese dinamismo, hiperactivo en algunos casos, fue el que participase en multitud de cursos (de socorro en cavidades y torrentes o de biospeleología), conferencias, salidas al campo, etc. Todo ello hizo mella en alguno de nosotros, que después de su maestrazgo tanto en la faceta humana como en la científica, intentamos, más modestamente, seguir sus pasos.

Jaume Damians nos ha dejado un legado en nuestros corazones más que importante, su generosidad con la Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB), de la que fue miembro de la Junta, también queda reflejada en lo que respecta a la creación de un proyecto museístico en el que estuvieran involucradas distintas personas y conservadas diversas colecciones científicas. Una de ellas, la suya, también quiso que estuviese conservada junto con sus amigos, en el seno de la SHNB. Este artículo es un fiel ejemplo de lo que hubiese deseado

J. Damians, el estimular desinteresadamente a sus amigos biospeleólogos en el estudio del material científico recolectado a lo largo de su vida.

Entre el material correspondiente a la colección de Chilopoda de J. Damians se ha determinado *Eurygeophilus multistiliger*. Esta especie se encuentra entre el material recolectado durante los años 1980 a 1991 en la Cova de sa Cometa des Morts (Escorca, Mallorca). La recolección la realizó J. Damians con ayuda de B. Vila, G.X. Pons y M. Palmer, con el objetivo de conocer mejor el grado de troglofilia de distintos grupos de invertebrados terrestres. Para ello, se realizaron prospecciones faunísticas en varios puntos de muestreo en cinco estaciones, la primera en la boca de entrada, la segunda a diez metros de la boca de entrada, la tercera a unos 20 metros de la entrada, la cuarta a unos 30 metros (punto con características climáticas de zonas hipogeas) y la última en la zona más interior de la sala de la cueva (PONS & DAMIANS, 1992).

La cavidad está situada en una zona cárstica al norte de la Serra de Tramuntana cerca del antiguo camino (*camí vell*) de Lluc a Pollença, entre el Monasterio de Lluc y el predio de Manut.

La Cova de sa Cometa des Morts se abre en un clásico encinar húmedo termomediterráneo, en el centro de una dolina, la cual es un punto de drenaje natural. La cavidad cuenta con unos 85 m de desarrollo horizontal y una profundidad máxima de 16 m (PONS & DAMIANS, 1992).

Posteriormente a este muestreo se publicó un trabajo que hacía referencia exclusivamente a la fauna de arácnidos de la cavidad (PONS & DAMIANS, 1992).

1 Grupo Espeleológico EST. Palma.
email: CAPREOLUS@terra.es
2 Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra Palma-Port de Sóller, Km 30,5. E-07100. Sóller.
3 Societat d'Història Natural de les Balears. C/ Margarida Xirgu, 16 baixos, E-07011. Palma de Mallorca.
4 Dept. Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears (UIB). Ctra Valldemossa Km 7,5. E-07122. Palma de Mallorca.
E-mail: guillemx.pons@uib.es

MATERIAL Y MÉTODOS

El material descrito en este artículo fue recolectado en la estación II, la cual se sitúa a 10 m de la boca de entrada, con un sustrato arcilloso y abundante materia orgánica vegetal procedentes de las hiedras que tapizan las paredes y con unas condiciones lumínicas de penumbra (PONS & DAMIANS, 1992).

El método de recolección que realizan los autores anteriormente citados es de forma directa, creando varias estaciones de muestreo en la cavidad de las cuales se recogen especímenes de fauna invertebrada de diferentes taxones.

El material estudiado procede de la colección de Chilopoda de Jaume Damians que recientemente ha sido donada en el Museu de la Naturalesa de les Illes Balears - Societat d'Història Natural de les Balears (MNIB-SHNB).

El ejemplar estaba conservado en alcohol de 70° glicerinado. Para su estudio y determinación se ha utilizado una lupa binocular MBC-10 con acoplamiento para cámara digital Hewlett Packard HP315 y microscopio triocular Kyowa Unilux-12 con cámara CCD Motic MC-2000.

El ejemplar ha sido diseccionado, aclarado con potasa al 4% y posteriormente montado en 6 preparaciones microscópicas permanentes con polivinil lactofenol.

La fotografía del hábitus del ejemplar está realizada con una cámara digital Olympus E-400 con un objetivo macro 105 mm Sigma DG Macro.

SISTEMÁTICA

Fam. Geophilidae

Eurygeophilus multistiliger (Verhoeff, 1899)

Geophilus (Eurygeophilus) multistiliger Verhoeff, 1899

Eurygeophilus multistyliger velmanyensis Brolemann, 1926

Eurygeophilus multistiligeri Attems, 1952

Material estudiado: Cova de sa Cometa dets Morts (Escorca) U.T.M 490700 / 4408920-530: 1 ♂, 9-X-1988, J. Damians y B. Vila leg. (Ref nº 2 Colección Jaume Damians, Museu de la Naturalesa de les Illes Balears-Societat d'Història Natural de les Balears -MNIB-SHNB-en preparaciones microscópicas).

Ejemplar de una coloración castaño amarillenta, con una longitud de 33.1 mm en alcohol y 42.1 mm posteriormente hidratado y una anchura máxima de 1.7 mm, presentando 57 segmentos pedíferos (foto 1).

Cabeza de forma subtrapezoidal y atenuada en su parte anterior, un poco más larga que ancha (0.85: 0.77 mm) presentando su borde caudal recto, las antenas



Foto 1: Hábitus de *Eurygeophilus multistiliger* macho (Foto M. Vadell).

Photo 1: Hábitus of *Eurygeophilus multistiliger* male (Photo M. Vadell).

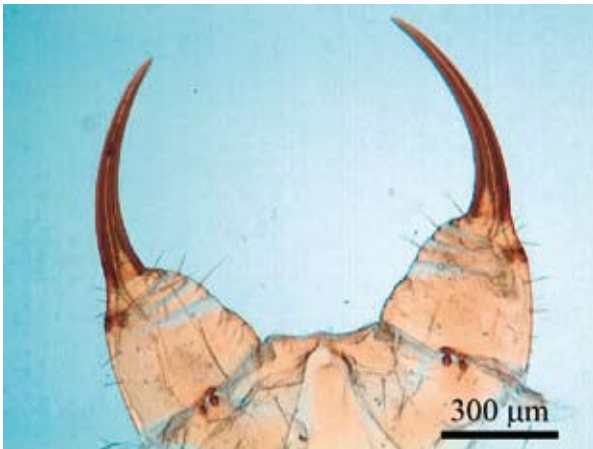


Foto 2: Coxoesternito forcipular, vista ventral (Foto M. Vadell).

Photo 2: Forcipular segment, ventral view (Photo M. Vadell).

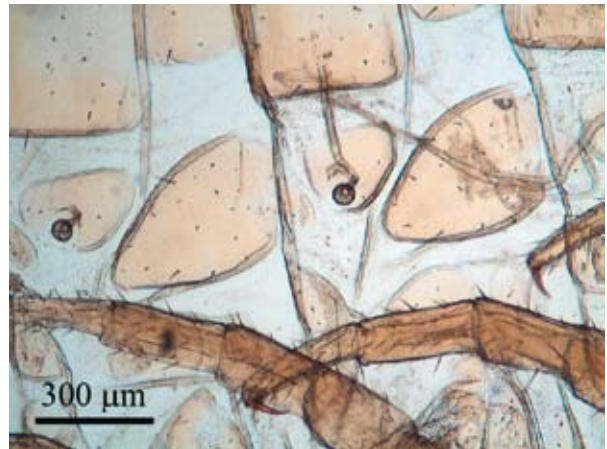


Foto 3: Detalle de los pleuritos prestigmáticos (1α) y los pleuritos estigmáticos (Foto M. Vadell).

Photo 3: Detail of prescutellum and the stigmatopleurite (Photo M. Vadell).

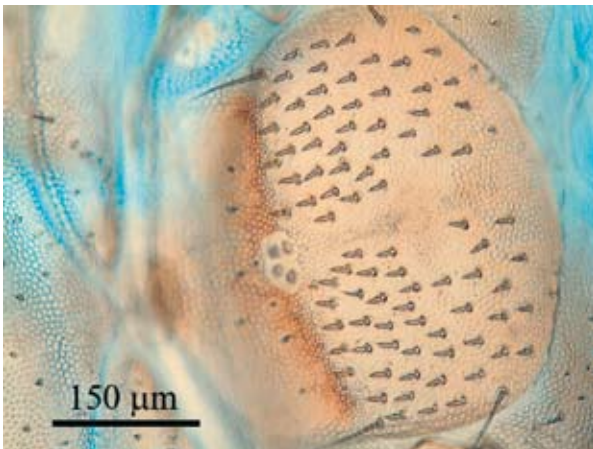


Foto 4: Detalle del esternito I (Foto M. Vadell).

Photo 4: Detail of Sternum of the leg-bearing segment I (Photo M. Vadell).

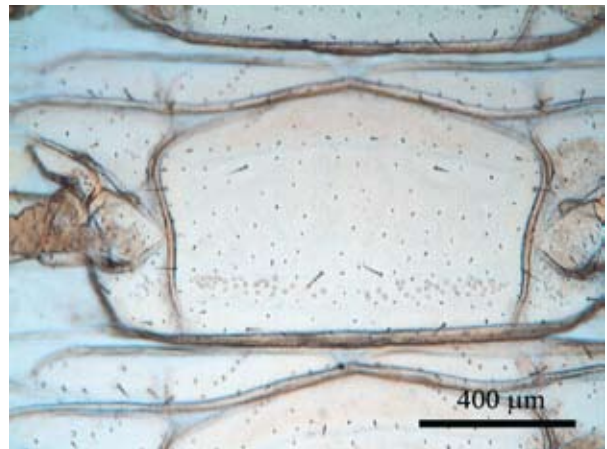


Foto 5: Esternito del segmento 38 (Foto M. Vadell).

Photo 5: Sternum of the leg-bearing segment 38 (Photo M. Vadell).

son largas, unas 4.7 veces la longitud de la cabeza.

Pieza media del labro con 6 dientes agudos, presentando lateralmente 10+14 cilios oblicuos. Maxila I con dos pares de largos palpos espinosos. Maxila II con garra robusta y de forma subcónica.

Coxoesternito forcipular corto, con las pleuras unidas en una línea curva, delante del esternito I, los maxilípodos con los artejos muy cortos y desprovistos de cualquier saliente dentiforme. Uña de las forcípulas débilmente arqueada y en forma de hoja de sable y sin ninguna nudosidad en su base (foto 2).

Los terguitos no presentan surcos. Pleuritos prestigmáticos (1α) grandes y de forma triangular (foto 3).

Esternitos con forma subrectangular, los anteriores (hasta el E.XIV) con una pequeña foseta y una protuberancia media posterior, además estos presentan numerosas sedas especializadas en forma de agujijón; estas sedas son muy numerosas desde el E.1 (foto 4) al E.XV, a partir de este y al E.XIX este grupo de sedas se reduce notablemente en su número, apareciendo

posteriormente alguna que otra seda aislada a partir del E.XX-E.XXI.

Cara ventral de las coxas 1 a la 11 con grupos de sedas anteriormente mencionados

Campos porosos de los esternitos desde el E.I al E.LVI distribuyéndose de la siguiente forma: E.I con 2 + 2 poros en su parte media posterior, E.II con tres poros dispuestos en una única fila central transversal posterior, E.III sin poros, al partir del E.IV los campos porosos se disponen en unas franjas transversales de 2 a 3 series de poros no muy bien definidas, que ocupan todo el ancho del esternito en su parte posterior, sobre el E.XXXVI estas franjas se dividen en dos grupos, faltando una pequeña porción de poros en su parte media (foto 5).

Metacoxas de las patas 2 a la 56 con grupos de poros; estos grupos de poros están mal definidos en los primeros pares de patas, observándose en un número de entre 4 a 7 poros, a partir de la región media del cuerpo estos campos se hacen más regulares en su disposición, formando grupos más o menos circulares de 8 a 10 poros.

Presternito de las patas terminales estrangulado en su parte media. Metasternito de forma subrectangular con los bordes redondeados.

Coxas de las patas terminales, cortas y globulosas, poros coxales dispuestos en forma de herradura, en su lado ventral se pueden observar 16+16 poros.

Un par de poros anales presentes.

Último par de patas gruesas, muy pilosas, con la uña apical corta y funcional.

Discusión

Eurygeophilus multistiliger ha sido citada en la Península Ibérica: en Coimbra (Portugal) (VERHOEFF, 1899), Velmanya (Pirineos orientales franceses) (BROLEMANN, 1926), S. Bartolomé, Vidrà (Pirineos orientales, Girona) (MACHADO, 1952), Montseny, Turó Gros, Passavets (SERRA & ASCASO, 1990) y en la isla de Cerdeña en Sarrabus, Campu Omu (BONATO *et al.*, 2006).

Según los datos que disponemos *Eurygeophilus multistiliger*, parece ser una especie poco abundante, pues desde que VERHOEFF (1899) describiera la especie, hasta la actualidad, sólo se han capturado cinco ejemplares de cuatro localidades diferentes, de estos ejemplares únicamente sólo se conoce un macho.

Las citas y el número de ejemplares recolectados con anterioridad corresponden a 1 hembra del oeste de la Península Ibérica (Portugal), 1 macho y 2 hembras en los Pirineos orientales y 1 hembra del sureste de Cerdeña (BONATO *et al.*, 2006). Así pues con la cita mallorquina se amplia el conocimiento sobre su distribución, la cual parece ser Ibero-Balear-Sarda.

Los caracteres del ejemplar macho estudiado se adaptan a las descripciones realizadas por BROLEMANN (1930) y por MACHADO (1952, 1953) de la especie, aunque parece que el ejemplar mallorquín según los datos que disponemos es algo más grande de tamaño, que el macho que describe BROLEMANN (1930), presentando además un mayor número de segmentos pedíferos siendo estos de 57 a los 55 que expone el mismo autor. También se han observado diferencias en el número de dientes de la pieza media del labro, ya que esta sólo tiene 6 dientes, presentando un menor número que los otros especímenes tanto macho como hembras de la especie, que poseen un número de 8 dientes y que describen tanto BROLEMANN (1926, 1930) y MACHADO (1952). Además se ha observado un número irregular en los cilios laterales del labro del ejemplar mallorquín ya que estos son de 10+14 en comparación de los 12+12 que expone BROLEMANN (1930).

Agradecimientos

Los autores queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Gusi y Bernat, Xavi y Jordi, mujer e hijos de J. Damians, por su extremada generosidad y sus infinitas muestras de cariño con la que han hecho posible que esta nota viese la luz. Ellos, junto con Jaume son los protagonistas de esta nota, en ellos está impregnado el espíritu luchador, así como el de búsqueda y transmisión de nuevos conocimientos biospeleológicos. Uno de mis primeros artículos (GXP), si no el primero, fue con J. Damians, fruto de momentos deliciosos, de risas, de cenas, de xoriguer y también de trabajo. Sea este un pequeño pero sincero homenaje a nuestro amigo, que no se ha ido, que está y estará siempre con nosotros, el Menda.

A Francesc Gràcia (Dept. Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears-UIB-) por las sugerencias prestadas en este trabajo.

Bibliografía

- BELLÉS, X.; DAMIANS, J. & PRETUS, J.L. (1989): "Minor-87": Una campanya biospeleològica a Menorca. *Endins*, 14-15: 69-75.
- BONATO, L.; BARBER, A. & MINELLI, A. (2006): The European centipedes hitherto referred to *Eurygeophilus*, *Mesogeophilus* and *Chalanda* (Chilopoda: Geophilomorpha): taxonomy, distribution and geographic variation in segment number *Journal of Natural History* 40 (7-8): 415-438.
- BRÖLEMANN, H. W. (1926): Myriapodes des Pyrénées-Orientales. - *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse* 54 (2): 233-267.
- BRÖLEMANN, H. W. (1930): *Eléments d'une faune des myriapodes de France. Chilopodes. Faune de France*, Vol. 25. Imprimerie Toulousaine, Toulouse; P. Lechevalier, Paris : 405
- MACHADO, A. (1952): Miriápodos de Portugal, I. Quilópodos. *Broteria*. XXI (2-4): 65-170.
- MACHADO, A. (1953): Alguns miriápodos de Espanha. *Archivos Instituto de Aclimacion* 1: 77-92. Almería.
- PONS, G.X. & DAMIANS, J. (1992): Els aràcnids de la Cova de sa Cometa des Morts (Escorca). *Endins*, 17-18: 51-56. Palma de Mallorca.
- SERRA, A. & ASCASO, C. (1990): Análisis de la composición faunística y variación estacional de los Quilópodos de tres hábitats del Montseny (Cataluña). In: Minelli, A. [Ed.], *Proceedings of the 7th International Congress of Myriapodology*. E.J. Brill, Leiden, 385-401.
- VERHOEFF KW. (1899): Neues über paläarktische Geophiliden. *Zoologischer Anzeiger* 22: 363-368.

Trichoniscus perezii sp. n. (Oniscidea: Synocheta: Trichoniscidae), UN NUEVO ISÓPODO TERRESTRE CAVERNÍCOLA DE JAÉN (Andalucía oriental, Sur de la Península Ibérica)

Lluc GARCIA ¹

Resum

Es descriu una nova espècie d'isòpode terrestre cavernícola procedent de la Cueva de la Murcielaguina, una cavitat subterrània de Jaén (Andalusia): *Trichoniscus perezii* sp.n. (Oniscidea: Synocheta: Trichoniscidae). La nova espècie es caracteritza per la peculiar morfologia de l'endopodit del primer pleopodi del mascle i pel conjunt de caràcters que el diferencien de totes les altres espècies del gènere presents a la Península Ibèrica, illes Balears i Nord d'Àfrica. *Trichoniscus perezii* sp.n. és una espècie cega i despigmentada. En aquest treball es donen també algunes dades sobre la cavitat on s'ha trobat aquest nou tàxon.

Resumen

Se describe una nueva especie de isópodo terrestre cavernícola procedente de la Cueva de la Murcielaguina, una cavidad subterránea de Jaén (Andalucía): *Trichoniscus perezii* sp.n. (Oniscidea: Synocheta: Trichoniscidae). La nueva especie se caracteriza por la peculiar morfología del endopodito del primer pleópodo del macho y por un conjunto de caracteres que lo diferencian de todas las otras especies del género presentes en la Península Ibérica, islas Baleares y Norte de África. *Trichoniscus perezii* sp.n. es una especie ciega y despigmentada. En este trabajo se dan también algunos datos sobre la cavidad donde se ha recolectado este nuevo taxón.

Abstract

Trichoniscus perezii sp.n. is described from the Murcielaguina Cave, in Jaén province of Andalucía region (southern Spain). It is characterized by a peculiar morphology of male first pleopod endopodite and a set of morphological characters that separate it from all the other present species of the genus in the Iberian Peninsula, Balearic Islands and North of Africa. In this work they give themselves also some information on the cave where this new species has been collected.

Introducción

La fauna de isópodos terrestres cavernícolas de Jaén es casi completamente desconocida a pesar del elevado interés faunístico de esta parte de las cordilleras béticas y de la utilidad que presentan los Oniscidea como indicadores biogeográficos. En los últimos años, gracias a las recolecciones sistemáticas de fauna cavernícola realizadas por el Grupo de Espeleología de Villacarrillo (Jaén), poco a poco se va desvelando la composición de su fauna de invertebrados terrestres (PÉREZ y TINAUT, 2005). Gracias a ello, el autor ha podido estudiar material procedente de las siguientes cavidades subterráneas de la provincia:

Cueva de la Morciguilla. TM Villacarrillo.
Cueva de la Murcielaguina. TM Hornos.
Sima de Jesúsín. TM Hornos.
Sima de las Colmenas. TM Villanueva del Arzobispo.
Sima de la Fractura. TM Hornos.
Sima los Tejos. TM Iznatoraf.
Sistema del Arroyo de la Rambla. TM Peal del Becerro.

Las especies encontradas en estas cavidades incluyen varias primeras citas para la provincia y para Andalucía y forman parte de datos faunísticos todavía no publicados. Entre el material recolectado por el grupo G.E.V. se encuentran varios ejemplares de un Trichoniscidae perteneciente al género *Trichoniscus* Brandt, 1833 que se describe como nueva especie en este artículo.

¹ Museu Balear de Ciències Naturals
Apartado de correos nº 55
07100 – Sóller (Mallorca) Illes Balears. España.
llucgarcia@telefonica.net

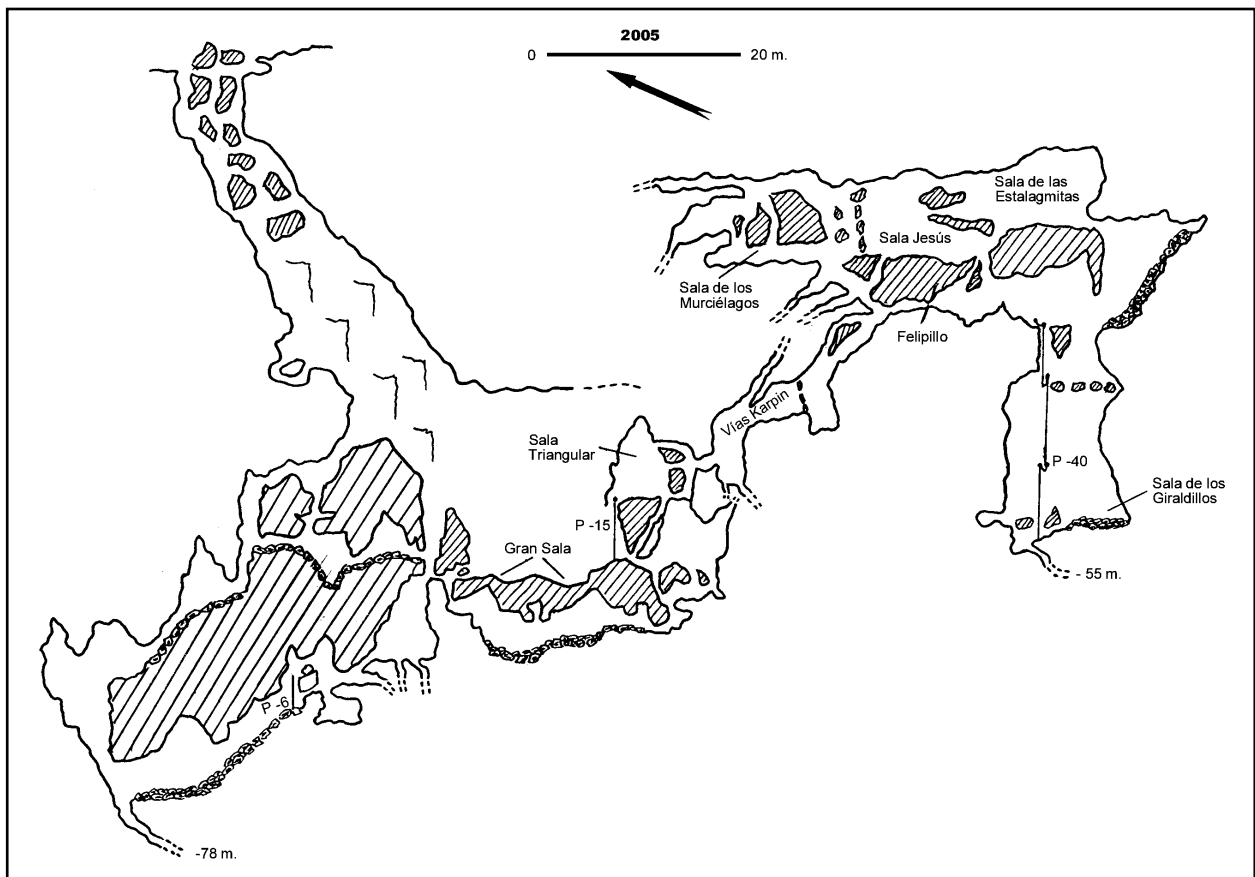


Figura 1: Topografía de la Cueva de la Murcielaguina. (G.E.V., 2005).

Figure 1: Topography of the Murcielaguina cave. (G.E.V., 2005).

La cueva de la Murcielaguina de Hornos de Segura

La cueva de la Murcielaguina, de donde proviene el material tipo de la nueva especie, está situada en el cerro de Hornos, en el municipio de Hornos de Segura, en la provincia de Jaén. En la cavidad se conoce una colonia de murciélagos y, aunque parece ser utilizada solamente como refugio estival y de apareamiento, en su interior hay acumulaciones de guano (G.E.V., 2005). La exploración de la cueva de la Murcielaguina de Hornos se inició en el año 2004 por parte miembros del Grupo de Espeleología de Villacarrillo (G.E.V.) La cavidad se sitúa en la parte más oriental y meridional de la provincia de Jaén, en pleno prebético externo de las cordilleras Béticas (sierras del sur de Jaén y sierras de Cazorla, Segura y las Villas) (Figura 4).

Con 1.125 metros y un desnivel de -78 metros, se trata de la cuarta cavidad con más desarrollo de la provincia de Jaén (GONZÁLEZ RÍOS, 2007) y la más larga encontrada en el término de Hornos de Segura (Figura 1). Tiene una gran abertura y un primer pozo inicial con una gran rampa inclinada a 45 grados y otro pozo al final. Tras una chimenea de 15 metros, se puede acceder a la "Sala Triangular", "Vías Karpin", "Sala de los Murciélagos", "Sala de la Estalagmitas". Después del "Paso Felipillo", se accede a un gran pozo de 40 metros hasta la "Sala de los Giraldivillos". La cota final se alcanza por

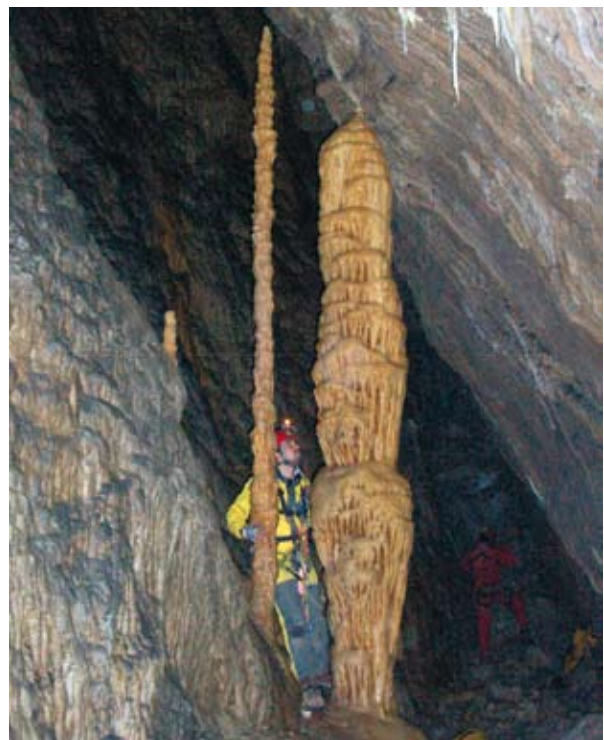


Figura 2: Cueva de la Murcielaguina. Zona de recolección 2, en la Sala de los Giraldivillos (Foto: G.E.V.).

Figure 2: Murcielaguina cave. Collection site 2, in the hall of the Giraldivillos (Photo: G.E.V.).



Figura 3: Cueva de la Murcielaguina. Zona de recolección 1, en la cabecera del pozo P-40 (Foto: G.E.V.)

Figure 3: Murcielaguina cave. Collection site 1, in the head-board of the pit P-40 (Photo: G.E.V.)

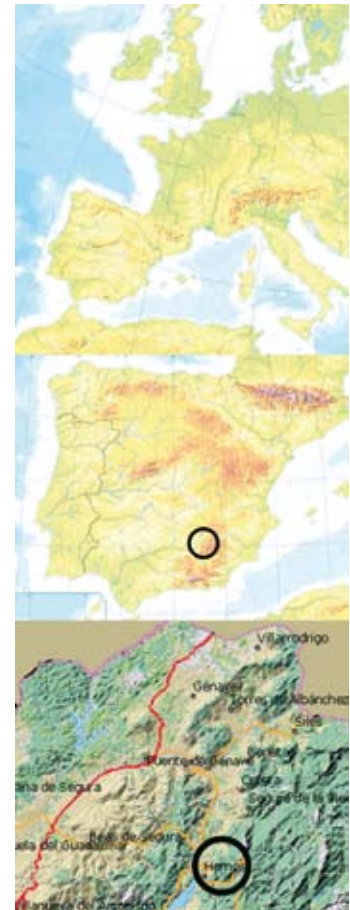


Figura 4: Localización geográfica.

Figure 4: Geographic location.

las “Vías de la Escuela” en la “Gran Sala”, con pasos y accesos bastante laberínticos. Aún están por explorar algunas salas de la cavidad (G.E.V., 2005).

Los ejemplares de la nueva especie se han recolectado en dos puntos de la cavidad: en la cabecera del pozo P-40 y en la sala de los Giraldillos. En la primera zona se recolectaron sobre clastos cubiertos de restos de guano bastante húmedo (Figura 3); en la segunda zona se recolectaron sobre una colada, al pie de una estalagmita, también sobre escasos restos de guano húmedo (PÉREZ y TINAUT, 2005; Pérez Fernández, com. pers.) (Figura 2). A finales del año 2007 y principios del 2008, se consiguió conectar esta cueva con la sima del mismo nombre por lo cual la cavidad ha pasado a denominarse Sistema de la Murcielaguina (Pérez Fernández, com. pers.).

El género *Trichoniscus* en la península Ibérica, Baleares y norte de África

Actualmente se conocen unas 80 especies de *Trichoniscus*, 7 de ellas citadas en la Península Ibérica

y Baleares (SCHMALFUSS, 2003). Según VANDEL (1960), pocas especies del género *Trichoniscus* son endógeas o cavernícolas siendo, la mayoría de las conocidas, formas epigeas, normalmente pigmentadas y oculadas, la mayoría de ellas humícolas.

Aparte de formas de distribución más amplia como *T. pusillus* Brandt, 1833, *T. provisorius* Racovitza, 1908, *T. pygmaeus* Sars, 1898, *T. biformatus* Racovitza, 1908 y *T. fragilis* Racovitza, 1908, en la región iberobaleares se conocen solamente dos especies endémicas: *Trichoniscus gordonii* Vandel, 1955 y *Trichoniscus dragani* Tabacaru, 1974 (Cruz, 1990). La primera se ha citado en diversas estaciones subterráneas de Andalucía, mientras que la segunda se conoce solamente de algunas cavidades de la isla de Mallorca (Baleares orientales) (García y Cruz, 1996). Ambas especies son exclusivamente cavernícolas.

En el Norte de África se conocen las siguientes especies endémicas: *Trichoniscus gachassini* (Girard, 1899), *Trichoniscus soloisensis* Vandel, 1959 y *Trichoniscus peyerimhoffi* Vandel, 1955 (Vandel, 1959; Schmalfuss, 2003).

La nueva especie aquí descrita presenta particularidades morfológicas que la separan claramente de todos los representantes del género presentes en la región mediterránea occidental.

Trichoniscus perezii sp. n.

MATERIAL EXAMINADO

Holotipo: 1 ejemplar ♂, Cueva de la Murcielaguina, Hornos de Segura, Jaén, España, UTM 30S 525360 4229945, 19-XI-2006, Toni Pérez leg. Depositado, del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN 20.04/7972).

Paratipos: 3 ♂♂, Cueva de la Murcielaguina, Hornos de Segura, Jaén, España, UTM 30S 525360 4229945, 5-XI-2006, Toni Pérez leg. (MNCN 20.04/7974); 1 ♂, 2 ♀♀, misma localidad, 19-XI-2006, Toni Pérez leg. (MNCN 20.04/7973).

ETIMOLOGÍA

Se dedica esta nueva especie a su recolector Antonio (Toni) Pérez Fernández, presidente del Grupo de Espeleología de Villacarrillo (Jaén, España).

DIAGNOSIS

Especie totalmente despigmentada y anoftalma. Anténula con solamente dos estetascos apicales, más

largos que el último segmento. Terguitos ornamentados por una red poligonal de escamas y con agrupaciones cónicas de sedas-escama y sedas-escama piliformes. Primer pereiópodo del macho con 2-3 hileras de escamas hialinas en el carpo y una lámina superpuesta sobre el meros, armada de una espina. Endopodito del primer pleópodo del macho con el segmento distal dividido y el con el ápice formando una paleta dentada.

DESCRIPCIÓN

La longitud total máxima en ambos sexos es de 2,5 mm. Color perfectamente blanco, sin traza de pigmentación en los ejemplares conservados en etanol. Aparato ocular totalmente ausente.

El tegumento está ornamentado por una red poligonal de escamas. Superficie dorsal de los terguitos con agrupaciones cónicas de sedas-escama y algunas sedas-escama piliformes. Las agrupaciones de sedas-escama son más abundantes sobre el primer terguito que sobre los restantes (Figura 5 a).

Anténula con el tercer segmento alargado representando 1,5 veces la longitud del segundo. El tercer segmento está rematado por solamente dos estetascos, ligeramente más largos que el segmento sobre el que se insertan y claramente dilatados en el ápice (Figura 5 d). El segmento medio lleva varias sedas largas. Antena

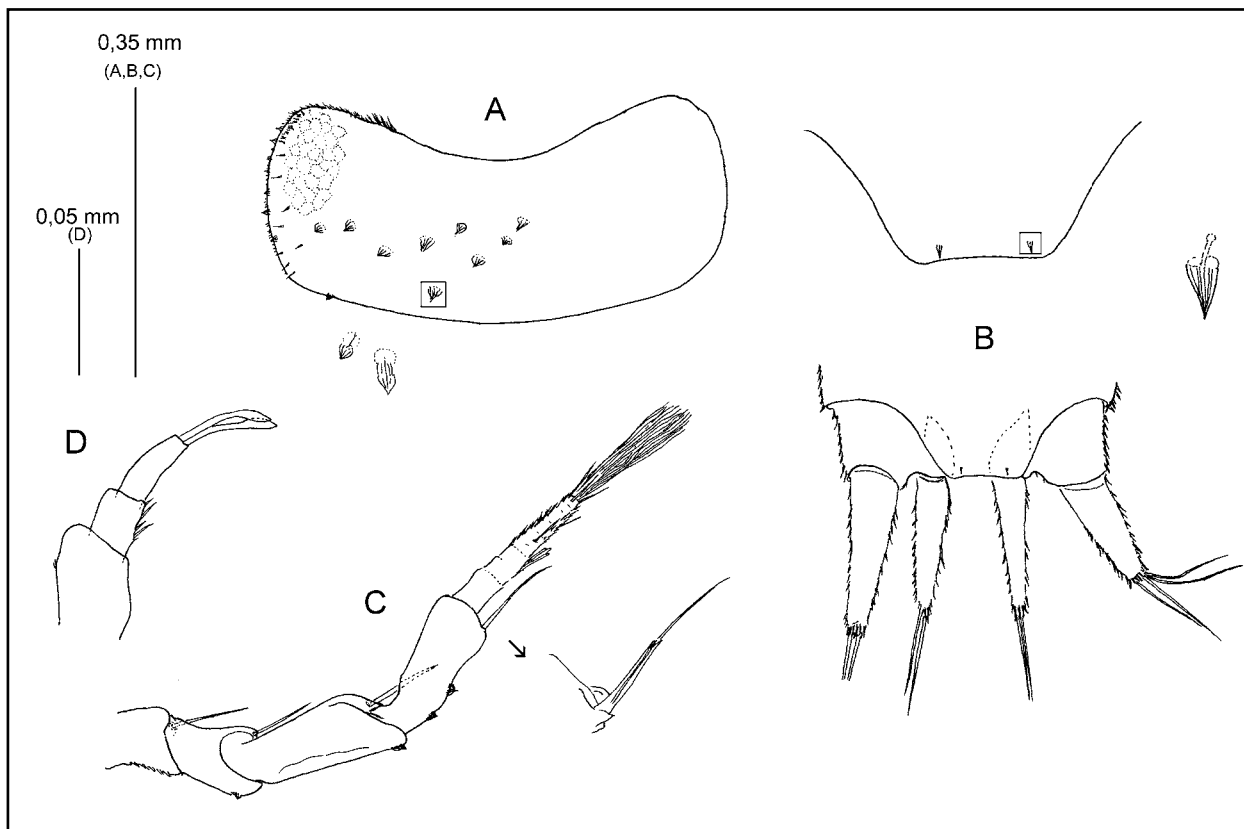


Figura 5: *Trichoniscus perezii* sp. n. A) Primer terguito, vista dorsal. Detalle de las agrupaciones de sedas-escama. B) Telson y urópodos, vista dorsal. Detalle del telson y de las sedas-escama del margen posterior. C) Antena. Detalle de la seta sensorial del segmento distal del pedúnculo. D) Anténula.

Figure 5: *Trichoniscus perezii* sp. n. A) First tergite, dorsal view. Detail of the groups of scale-setae. B) Telson and uropods, dorsal view. Detail of the telson and scale-setae of the posterior margin. C) Second antenna. Detail of the sensory seta of the distal peduncular article. D) First antenna.

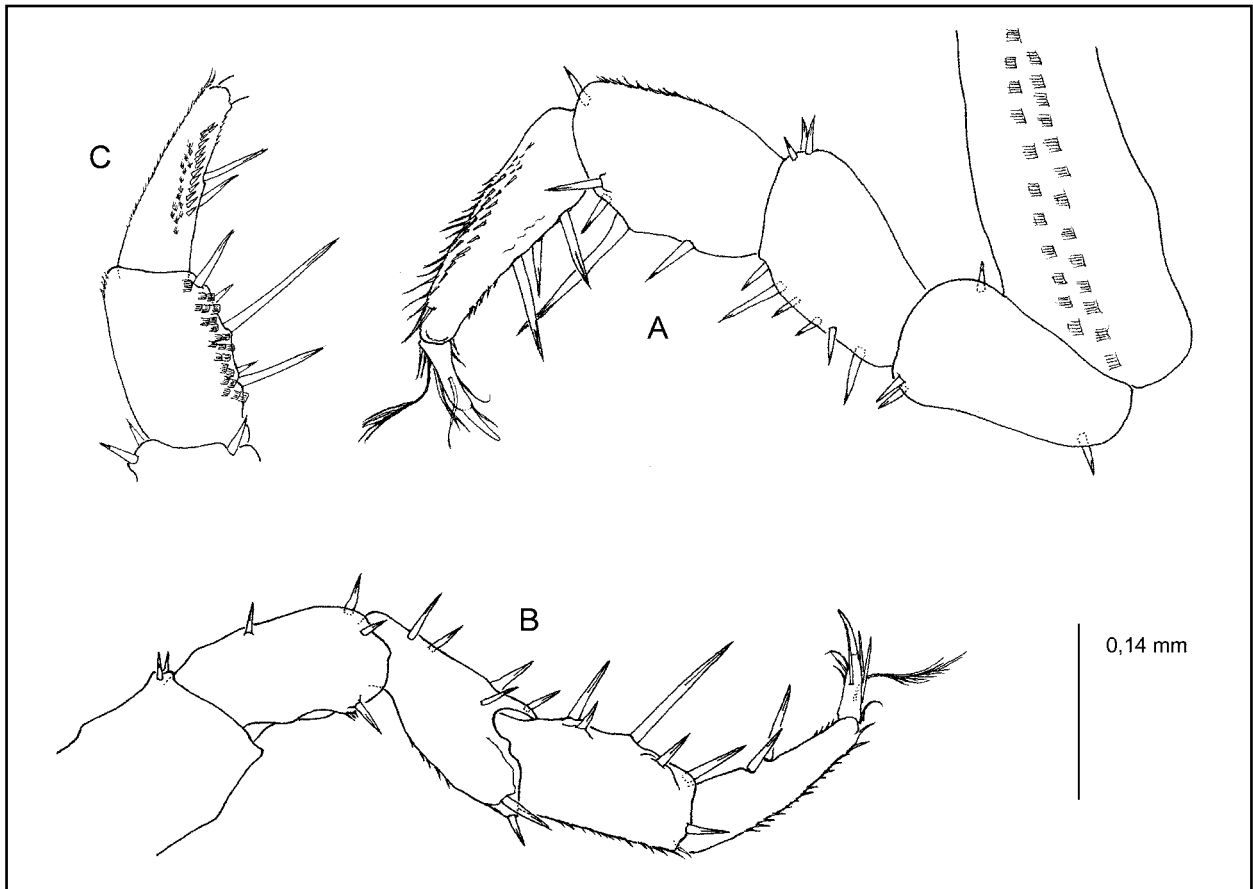


Figura 6: *Trichoniscus perezii* sp. n. A) Séptimo pereiópodo de macho, vista frontal. B) Primer pereiópodo del macho, vista frontal. C) Carpopodito y propodito del primer pereiópodo del macho, vista caudal.

Figure 6: *Trichoniscus perezii* sp. n. A) Male seventh pereopod, frontal. B) Male first pereopod, frontal. C) Carpus and propodus of the male first pereopod, caudal.

representando aproximadamente 1/3 de la longitud total el cuerpo; los 3 últimos segmentos pedunculares llevan algunas agrupaciones cónicas de sedas-escama.; flagelo con 4-5 divisiones poco distintas y un grupo de 4 estetascos sobre la segunda de ellas (Figura 5 c). Telson con el margen posterior muy ligeramente cóncavo y con dos sedas-escama en posición simétrica, cerca del margen posterior (Figura 5 b). Las piezas bucales no presentan particularidades morfológicas destacables.

Caracteres sexuales del macho: La diferenciación sexual del séptimo pereiópodo es casi nula y solamente se aprecia una ligera concavidad del borde esternal del isquiopodito (Figura 6 a). El primer pereiópodo (Figura 6 b) tiene una lámina superpuesta en la cara frontal del meropodito, rematada por una espina, y presenta varias hileras de escamas hialinas en la cara caudal del carpopodito (Figura 6 c). Estas escamas hialinas también se encuentran en la hembra pero en número mucho más reducido, solamente 3 o 4, cerca del borde distal.

Primer pleópodo (Figura 7 a) con el exopodito subtriangular, formando una base ancha que se estrecha en el tercio apical. El margen exterior es poco cóncavo y casi no forma ángulo con la base. El margen interno es casi recto. Hay algunas sedas finas en la parte inferior del margen interno y un pequeño grupo en el margen externo, cerca de la punta, que es redondeada. El endopodito presenta una clara separación hacia la mitad de su segmento distal y es muy característico en su zona

apical, formando un ensanchamiento paletiforme con 3-4 dientes en su extremo y algunas finas sedas. La zona sub-apical está fuertemente estriada. Las estrías se resuelven en pequeños dientes en el margen interno.

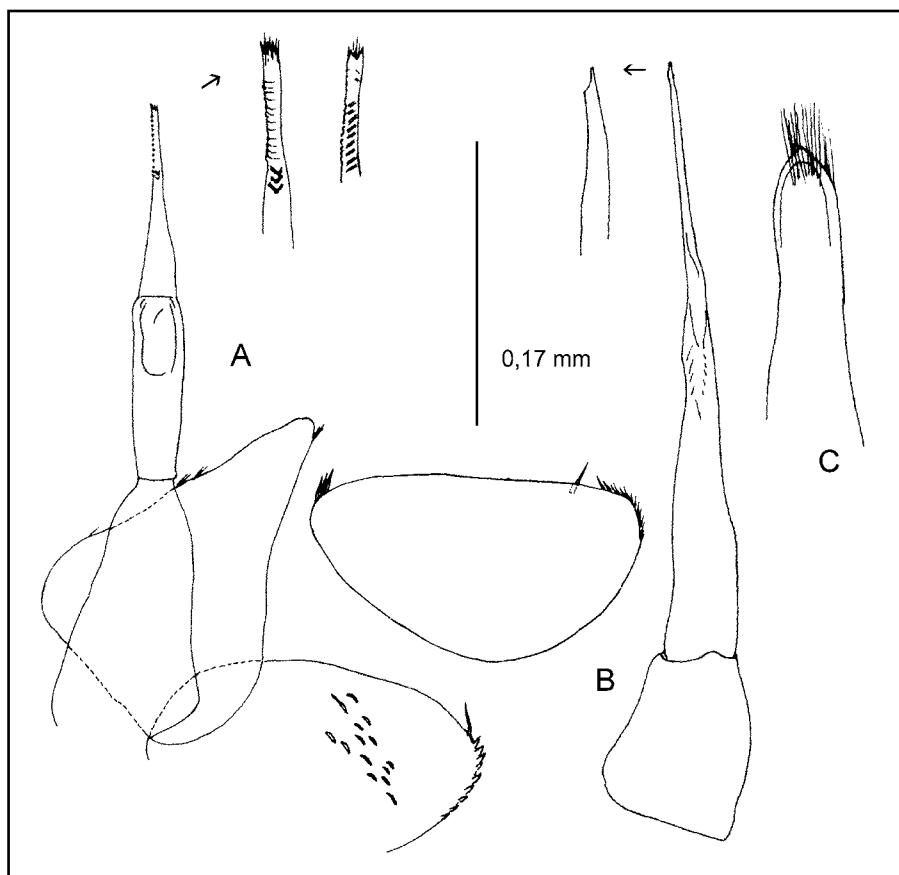
Segundo pleópodo (Figura 7 b) con el exopodito subovalado, presentando un borde superior recto. El endopodito termina en una punta excavada por su lado interno, en forma de uña. Apófisis genital (Figura 7 c) simple, con la punta ojival y una fina pilosidad apical.

Discusión

Trichoniscus perezii sp.n. se puede incluir en el conjunto de especies próximas a *Trichoniscus pygmaeus* Sars, 1899, que presentan escasa o nula diferenciación sexual en el pereiópodo 7, con ojos ausentes o degenerados (Vandel, 1960). La división del artejo distal del endopodito del primer pleópodo del macho en dos partes bien diferenciadas, también se encuentra en otras especies cavernícolas del mismo grupo, entre ellas *T. jeanneli* Vandel, 1955 y *T. pedronensis* Vandel, 1947. Vandel (1962) se refiere a esta división como "tabique" (cloison) aunque esta denominación indica una separación en volumen, característica que debería confirmarse con observaciones morfológicas más detalladas. Otros caracteres, entre ellos la presencia de sedas-escama

Figura 7: *Trichoniscus perezii* sp. n. A) Primer pleópodo de macho. Detalle de la zona apical del endopodito. B) Segundo pleópodo del macho. Detalle de la zona apical del endopodito. C) Apófisis genital.

Figure 7: *Trichoniscus perezii* sp. n. A) Male first pleopod. Detail of the endopodite apical zone. B) Male second pleopod. Detail of the endopodite apical zone. C) Genital papilla.



sobre el tegumento, aproximarían más *T. perezii* sp.n. a *T. fragilis* y a *T. halophilus* Vandel, 1951. Sin embargo, el conjunto de caracteres morfológicos, la ausencia total de pigmentación y de aparato ocular y, en especial, el endopodito del primer pleópodo del macho, diferencian claramente la nueva especie de todos estos taxones. De *Trichoniscus gordonii*, otra especie del mismo grupo, endémica de Andalucía (Vandel, 1955), también puede separarse fácilmente por la despigmentación total, la ausencia de aparato ocular, la forma del exopodito y la estructura del endopodito del primer pleópodo del macho. De todas estas especies, *T. perezii* sp. n. es la única que presenta solamente 2 estetascos en la anténula mientras que las demás presentan entre 3 y 5.

Agradecimientos

Agradezco a Toni Pérez Fernández y al grupo de biospeleología de Villacarrillo (Jaén, España) el haber puesto este material a mi disposición para su estudio y los esfuerzos para recolectar nuevos ejemplares de la nueva especie, así como el haberme proporcionado datos sobre la cavidad y el ambiente en el que fueron recolectados los ejemplares. El profesor Manuel Baena (Córdoba) por su constante apoyo y colaboración para el estudio de la fauna andaluza así como por la lectura crítica del manuscrito de este artículo.

Bibliografía

- CRUZ, A. (1990): *Contribución al conocimiento de los Isópodos terrestres (Oniscidea) de la Península Ibérica y Baleares*. Tesis Doctoral, Univ. Barcelona, 1006 pp (Inédito).
- GARCIA, LI. y CRUZ, A. (1996): Els isòpodes terrestres (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) de les illes Balears: catàleg d'espècies. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Illes Balears*, 39: 77-99.
- GONZÁLEZ RÍOS, M.J. (2007): Catálogo de grandes cavidades de Andalucía. *Andalucía subterránea*, 18: 18-21.
- GRUPO ESPELEOLÓGICO DE VILLACARRILLO (G.E.V.) (2005): Exploraciones 2005. Cueva de la Murcielaguina (HO-52). *Espeleo*, 17: 2-6.
- PÉREZ-FERNÁNDEZ, T. y TINAUT RÁNERA, J. A. (2005): Biospeleología en la provincia de Jaén. *Espeleo*, 17 (suplemento).
- SCHMALFUSS, H. (2003): World catalog of terrestrial isopods (Crustacea: Isopoda). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, Ser. A, 654:1-341.
- VANDEL, A. (1955): Description de deux nouvelles espèces cavernicoles de *Trichoniscus* appartenant au groupe *pygmaeus* (Isopodes terrestres). *Notes biospéologiques*, 10: 45-49.
- VANDEL, A. (1959): Les Styloniscidae et les Trichoniscidae de l'Afrique du Nord (Crustacés; Isopodes terrestres). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle* (Paris), 2eme. Série, 31: 159-167.
- VANDEL, A. (1960): Isopodes terrestres (Première partie). *Faune de France*, 64: 1-416. Éditions Paul Lechevalier. Paris.



Govern de les Illes Balears

Conselleria de Medi Ambient
Direcció General de Biodiversitat



Govern de les Illes Balears

Conselleria de Medi Ambient
Direcció General de Recursos Hídrics



Govern de les Illes Balears

Conselleria d'Esports i Joventut
Direcció General d'Esports



Govern de les Illes Balears

Conselleria d'Educació i Cultura
Direcció General de Política Lingüística

Obra Social
SA NOSTRA Caixa de Balears

 **Consell de Mallorca**



FEDERACION ESPAÑOLA
DE ESPELEOLOGIA



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS