

# ENDINGS

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N.º 23 • OCTUBRE 2000 • MALLORCA



COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor)

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



**GOVERN DE LES ILLES BALEARS**

Conselleria d'Educació i Cultura  
Direcció General de Cultura



**GOVERN DE LES ILLES BALEARS**

Conselleria de Benestar Social  
Direcció General d'Esports



**GOVERN DE LES ILLES BALEARS**

Conselleria de Medi Ambient  
Direcció General de Biodiversitat

**"SA  
NOS  
TRA"**

Obra Social  
i Cultural



FEDERACION ESPAÑOLA  
DE ESPELEOLOGIA



**AJUNTAMENT DE  
LLUCMAJOR**



**AJUNTAMENT DE CALVIÀ  
MALLORCA**



**AJUNTAMENT DE  
MANACOR**

## 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 saliéndose 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 alemán. 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 clarament 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;

5.- a scale bar and, if there is more than one, each one must be clearly labelled;

6- 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.



# ENDINS

Publicació d'Espeleologia. Federació Balear d'Espeleologia  
núm. 23. Octubre 2000.

## Sumari

PREÀMBUL per Francesc Gracia .....	5
NUEVAS EXTENSIONES DE LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor, Mallorca) per Antoni Merino .....	7
LES CAVITATS DE LA SERRA DE NA BURGUESA. ZONA 4 (1a PART): PUIG GROS DE BENDINAT (Calvià, Mallorca) per Damià Vicens, Damià Crespí, Vicenç Pla, Miquel Àngel Barceló, Francesc Gracia, Antelm Ginard i Pere Bover .....	23
LES COVES DE CALA VARQUES (Manacor, Mallorca) per Francesc Gracia, Bernat Clamor i Joan Josep Lavergne .....	41
DATACIONES Th/U DE ESPELEOTEMAS FREÁTICOS RECOLECTADOS A COTAS INFERIORES AL ACTUAL NIVEL MARINO EN CUEVAS COSTERAS DE MALLORCA (España): APORTACIONES A LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CURVA EUSTÁTICA DETALLADA DE LOS ÚLTIMOS 300 ka PARA EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL per Paola Tuccimei, Joaquín Ginés, Cristina Delitala, Laura Pazzelli, Adriano Taddeucci, Bernat Clamor, Joan J. Fornós, Àngel Ginés i Francesc Gracia .....	59
LA COVA DES MORO (Manacor, Mallorca). ALGUNS DESTACATS ASPECTES DE LA SEVA MORFOLOGIA per Miquel Trias .....	73
LA COVA DE SA COA DE CA SA SANTA (Sóller, Mallorca) per Antoni Merino .....	79
LA IDENTITAT TAXONÒMICA DE <i>Myotragus binigausensis</i> Moyà Solà i Pons Moyà 1980 per Pere Bover i Josep Antoni Alcover .....	83
SOBRE ALGUNS JACIMENTS DE <i>Myotragus balearicus</i> Bate 1890 (Artiodactyla, Caprinae) DE TAFONOMIA INFREQÜENT per Pere Arnau, Pere Bover, Bartomeu Seguí, i Josep Antoni Alcover .....	89
MORFOLOGIA CÀRSTICA I VEGETACIÓ A LA SERRA DE TRAMUNTANA. UNA APROXIMACIÓ ECOLÒGICA A LA DINÀMICA DE L'EXOCARST per Àngel Ginés .....	101
EXPEDICIÓN VIGUERAS 98 y 99 (Picos de Europa, Asturias) per Antoni Merino .....	111
LA GRAN DOLINA: OCUPACIONS HUMANES EN EL PLISTOCÈ INFERIOR DE LA SIERRA DE ATAPUERCA (Burgos, Espanya) per Eudald Carbonell, Xose Pedro Rodríguez i Robert Sala .....	123
CARACTERÍSTICAS ESPELEOLÓGICAS DEL KARST DE LA REGIÓN DE GIBARA (Cuba) per José E. Corella, Hannes Echteringer i Juan J. Guarch .....	131
FORMACIONES FUNGIFORMES DEL MEDIO VADOSO EN LA SIMA DE LOS PORTALES (Cuba) per Hannes Echteringer i Juan J. Guarch .....	139
DIE CAVERNA TANQUE AZUL per Hannes Echteringer .....	145
25 ANYS D'ENDINS, REVISTA DE LA FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA per Vicenç Pla i Damià Vicens .....	155

Foto portada: Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca).

Fotografia: Antoni Merino. Primer premi concurs de diapositives HIDDEN EARTH 2000. Bristol.

# FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA

## JUNTA DIRECTIVA

PRESIDENT:	Antoni MERINO JUNCADELLA
VICE-PRESIDENT:	Antoni CROIX SÁNCHEZ
SECRETARI:	Pere CIFRE MONSERRAT
TRESORER:	Maria Antònia GARAU LLABRÈS
VOCAL ENDINS:	Francesc GRACIA LLADÓ
VOCAL SOCORS:	Julián VEGA SANZ
VOCAL:	Josep VEGA MAYMÓ
VOCAL:	Eduard BELMONTE FABREGAT

## JUNTA DE PUBLICACIONS

DIRECTOR:	Francesc GRACIA LLADÓ
	Cosme AGUILÓ ADROVER
	Josep Antoni CASAS LÓPEZ
	Damià CRESPI BESTARD
	Joan Josep LAVERGNE MARTÍNEZ
	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 de la Posada de Lluç, 10 entresol

07001 - PALMA DE MALLORCA

(Spain)

Impressió:

 IMATGE 70

Pere Ripoll Palou, 20

Tel. 971 477 300

07008 Palma. Mallorca

## PREÀMBUL

A les Balears l'espeleologia compta amb una àmplia i dilatada trajectòria, que la fa mereixedora de la millor consideració, per l'ingent tasca exploratòria, científica i cultural desenvolupada. Aquesta publicació és fruit, en part, d'aquest treball i de la voluntat i constància de molts companys que han dedicat i dediquen temps i esforços a la realització dels articles.

Es compleix enguany el vint-i-sisè aniversari de l'ENDINS. A les seves pàgines s'han publicat els treballs resultat de la laboriositat dels espeleòlegs i carstòlegs en general, al llarg de quasi tres dècades.

En aquests vint-i-tres números s'han escrit 1884 pàgines que han donat a conèixer: 205 treballs, 398 topografies, 485 fotografies, 464 figures i gran quantitat de taules. Estudis que abracen totes les branques de l'espeleologia i que representen una gegantina obra humana. L'aportació de la publicació a la bibliografia naturalística i arqueològica de les Balears és evident. Precisament un dels articles d'aquest número parla de la història de la publicació i ordena i compila tota aquesta ingent feina duita a terme.

La puixança d'ENDINS ha estat constant al llarg de la seva trajectòria. L'evolució es pot veure any rera any; a un senzill número u, realitzat amb pocs mitjans i sense tradició aleshores, però amb entusiasme i afició, van seguir números cada vegada més acurats.

Ara, 26 anys després, i a les portes d'un altre mil·leni, a les Balears podem presumir de tenir una forta tradició de publicació espeleològica. Poques revistes ens superen en antiguitat i prestigi. Un aspecte fonamental a tenir en compte per prosseguir en aquesta direcció és la de motivar als exploradors i estudiosos del món de les coves i del carst a que publiquin, i que ho facin a l'ENDINS, l'eina que intenta aglutinar les exploracions i estudis de totes les branques de l'espeleologia que es fan sobre el carst i les cavitats de les Balears. Aquesta unificació facilita la consulta de l'investigador i, també així, és més avinent influir sobre les institucions científiques, culturals, esportives i polítiques.

Hem sentit a dir, no poques vegades, que a les Balears espeleològicament està quasi tot fet. Res més lluny de la veritat. Queda molt més per realitzar del que s'ha fet fins ara, i això és vàlid per a tots els camps de l'espeleologia. Les cavitats inèdites, les troballes de noves continuacions a les "clàssiques", les revisions de topografies s'han de documentar i publicar perquè únicament d'aquesta manera no es perdrà el que s'ha fet i se'n podran contrastar, compartir i incrementar els coneixements. Continuarem endavant amb l'aportació en aquesta ciència interdisciplinària, tal com si fos una carrera de relleus, on altres companys ja han realitzat un llarg camí. Només així té sentit la nostra activitat, com una contribució a la societat en general, i a la col·lectivitat d'espeleòlegs i estudiosos del carst en particular. També això és una forma que els espeleòlegs quedin "enganxats" per l'espeleologia i no n'acabin deixant la pràctica quan ha passat la fase únicament esportiva.

L'ENDINS ha d'esser un instrument integrador de les tasques efectuades sobre el món de les coves i el carst de Balears i un medi per la seva defensa i conservació, per la qual cosa, quantes més aportacions es facin més contribuïm al coneixement geogràfic i cultural del nostre patrimoni subterrani.

Molts són els esforços humans i la despesa econòmica que la confecció d'aquesta publicació suposa. Cal afegir que no seria possible la seva existència de no comptar amb la col·laboració de les entitats subvencionadores. La publicació d'aquest número s'ha de agrair a les gestions realitzades per Da. Joana Maria Petrus (Direcció General d'Esports. Conselleria de Benestar Social del Govern de les Illes Balears), D. Pere Muñoz (Direcció General de Cultura. Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears), Da. Catalina Massutí (Direcció General de Biodiversitat. Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears), D. Andreu Ramis (Obra Social i Cultural. Caixa d'Estalvis de les Balears "Sa Nostra"), i gràcies també als batles i regidors de cultura dels ajuntaments de Calvià, Lluçmajor, Manacor i a la Federación Española de Espeleología.

Poques coses em farien més feliç que poder veure d'aquí a 26 anys que l'ENDINS es segueixi publicant. Però això no es gens fàcil, depèn de tots vosaltres, dels qui vendran i del suport institucional. ENDINS, per molts d'anys!

Francesc Gracia Lladó  
(Director de Publicacions)

# NUEVAS EXTENSIONES DE LA COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor, Mallorca)

por Antoni MERINO <sup>1</sup>

## Resum

En aquest treball es presenta una ampliació de la topografia i de l'estudi de la cova des Pas de Vallgornera, després de la troballa de noves extensions que canvien notablement, tant la topografia de la cova, com les seves característiques espeleològiques. Es donen també noves dades històriques que permeten millorar el coneixement que es tenia del descobriment de la cova.

Sobresurten per la seva importància les morfologies de corrosió existents en alguns sectors de la cavitat, documentant formes no descrites fins ara a la bibliografia existent. Destaquen els importants conjunts d'espeleotemes presents a gran part de la cova, essent especialment interessants els espeleotemes freàtics que serveixen de base per estudiar les oscil·lacions glacioeustàtiques.

Tot plegat ha motivat que la cova des Pas de Vallgornera estigui protegida pel Govern Balear i que l'accés a la cova estigui restringit.

## Resumen

En este trabajo se presenta una nueva topografía y una ampliación del estudio y conocimientos que se tenían de la Cova des Pas de Vallgornera, al tiempo que se dan nuevas referencias históricas que cambian algunos hechos conocidos con anterioridad. Destacan por su importancia las morfologías de corrosión existentes en algunos sectores de la cavidad, habiéndose documentado formas que hasta el momento no han sido descritas en la bibliografía existente. También son de resaltar los importantes conjuntos de espeleotemas que tapizan gran parte de la cavidad, sobresaliendo por su interés los espeleotemas freáticos que sirven de base a posteriores estudios sobre las variaciones glacioeustáticas.

Todos estos hechos han motivado que la Cova des Pas de Vallgornera esté protegida por el Govern Balear y que el acceso a la misma esté restringido.

## Abstract

In this paper a new topographic survey and an amplification of the previous study and findings on the Cova des Pas de Vallgornera are presented. At the same time new historical references that change various current understandings are given.

The solutional sculpturings that cover some sections of this cave stand out because of their importance, with some previously undocumented types being described. The speleothem assemblages that carpet the whole cave are also outstanding, and among these, the phreatic speleothems are of great interest in view of their importance in glacio-eustatic investigations.

All this has prompted the Govern Balear to protect the Cova des Pas de Vallgornera and access to it is now restricted.

## Introducción

En un artículo anterior (MERINO, 1993), se describió la parte que se conocía en aquel momento de la Cova des Pas de Vallgornera, al tiempo que se hacía un esbozo histórico sobre las exploraciones en la cavidad

y se comentaban brevemente los materiales geológicos en los que se desarrolla.

En 1994 los espeleólogos Miquel Àngel Barceló y Pere Riera, realizan una visita a la cavidad, forzando un paso estrecho que comunica la parte hasta aquel entonces conocida con toda una serie de nuevas extensiones que han hecho que la Cova des Pas de Vallgornera pase a ser, en estos momentos, la de

<sup>1</sup> Secció d'Espeleologia de l'ANEM. Domicili particular: C/ Pare Francesc Molina nº 23 B, 3ªA. E 07003 Palma de Mallorca. E-mail: cosconar@eresmas.com



mayor recorrido de las Baleares con un total de 6.435 m.

La tarea del levantamiento topográfico de las **Noves Extensions** de la Cova des Pas de Vallgornera ha sido llevada a cabo por el grupo de espeleotopógrafos formado por Eduard Belmonte, Pere Cifre, Guillem Mulet, Pep Vega y Antoni Merino. Se ha contado también con la colaboración de los siguientes compañeros: Miquel Àngel Barceló, Bartomeu Cabanellas, Toni Croix, Miquel Fernández, Joan Mir, José Ramírez y Miquel Salom. También han participado Jordi, Toni y Xim.

## Marco geológico

La zona de Vallgornera forma parte de la región kárstica de la Marina de Lluçmajor, constituida por depósitos carbonatados tabulares postorogénicos del Mioceno superior (Tortonense - Messiniense), sólo afectados por pequeñas fallas distensivas. Están formados por una alternancia de calcarenitas que pasan a calizas arrecifales masivas, finalizando la serie con calcarenitas y calizas oolíticas del Complejo Terminal (FORNÓS & POMAR, 1983).

En la base de estos depósitos nos encontramos con facies de plataforma, a las que siguen otras de lagoon (Complejo arrecifal). En el techo de esta secuencia inferior se observa una superficie de erosión y una karstificación intensa debido a un episodio de regresión marina. Sobre el mismo se depositan discordantes la Calizas de Santanyí (Complejo terminal).

## Apuntes históricos de la Cova des Pas de Vallgornera

Gracias a la información facilitada por Miquel Font Oliver de Lluçmajor, se han podido ampliar y corregir algunos hechos históricos de la Cova des Pas de Vallgornera. Basándose en ello se ha podido esclarecer la verdadera historia del hallazgo de la cueva.

El viernes 26 de abril de 1968, mestre Tomeu Covas excavaba un pozo negro para las aguas residuales del Hotel Es Pas que se construye en las cercanías. A pocos metros de la superficie, el martillo que empleaba se hunde, posteriormente amplía la abertura y descubre la cueva. Al día siguiente, sábado día 27, Miquel Font Oliver y el fotógrafo Magín Clar llevan a cabo una primera exploración de la cavidad y hacen algunas fotos. El domingo día 28, el Diario de Mallorca da la noticia a toda plana del descubrimiento de unas grutas en la zona de Vallgornera. Durante el mes de mayo de 1968, la gruta es visitada por una comisión del Ajuntament de Lluçmajor integrada por el Presidente del Sindicato Provincial de Hostelería, D.º Pere Cabrer; el Jefe de Costas D.º Antoni Garau y el Jefe de la Oficina de Información y Turismo de la delegación, D.º

Luis Sainz, acompañados por el Teniente de Alcalde D.º Miquel Font.

El 6 de julio de aquel mismo año es inaugurado el Hotel Es Pas. El sábado 14 de septiembre de 1968, el Príncipe de Bélgica, D.º Alejandro visita la cavidad y comenta: "Son unas cuevas de las más bonitas, acogedoras y finas que he visto en mi vida".

Durante los meses siguientes realizaron exploraciones en la cavidad los equipos espeleológicos del Centro de Actividades Espeleológicas (C.A.E.), Grup Espeleològic EST y el Speleo Club Mallorca (S.C.M.).

En fechas posteriores el dueño del hotel contrata los servicios de unos espeleólogos y buceadores belgas para que exploren a fondo la cueva y emitan un informe sobre las posibilidades de dedicarla al turismo, al tiempo que se procedía al levantamiento de una primera topografía. El citado informe es negativo, y se abandonan los planes de explotación.

A raíz de un encuentro celebrado en 1990 entre espeleólogos del Grup EST y miembros de la Secció d'Espeleologia de l'ANEM se decide llevar a cabo la topografía y el estudio de toda la cavidad, actividades que se inician en el año 1991 y se finalizan en 1992.

El 2 de julio de 1994, M.A. Barceló y P. Riera descubren el paso a las nuevas galerías de la cueva y realizan la primera exploración de los nuevos sectores. En fechas posteriores comunican el hallazgo y se visita la cavidad para ir preparando el levantamiento topográfico, iniciándose éste el día 11 de diciembre de ese mismo año.

Se suceden los trabajos topográficos durante el mes de enero de 1995, pero a lo largo del mes se producen una serie de problemas que motivan que el 25 de febrero de aquel año se detengan las actividades en la cavidad. A pesar de ello, los días 1 y 29 de julio se prosigue con la topografía.

Durante todo el año 1996 no se realiza trabajo alguno en la cavidad. El día 24 de mayo de 1997 se reanuda la topografía, que se prolonga a lo largo del verano, hasta que el día 2 de agosto de 1997 nos encontramos con que el acceso a la cueva ha sido sellado con una plataforma de cemento y mallazo. En una reunión mantenida con la empresa que se encargó de verter el cemento se nos informa que al parecer la orden ha sido dada por el Ajuntament de Lluçmajor.

Se inicia un período de conversaciones con la Consellería de Medi Ambient, y gracias a la intensa labor realizada por D.º Joan Mayol (Director de Biodiversitat del Govern Balear) y la Federació Balear d'Espeleologia, se consigue llegar a un acuerdo entre la Consellería y el Ajuntament de Lluçmajor por el cual se protege la cavidad. Se realizan una serie de obras en la entrada a la cueva y el día 4 de julio de 1998 se reanudan las labores de topografía, que se ven interrumpidas el 15 de agosto de ese mismo año al desaparecer la puerta de entrada a la caseta de acceso a la cavidad y ser sellada con soldadura la trampilla que conduce al interior de la misma. La Consellería pone la oportuna

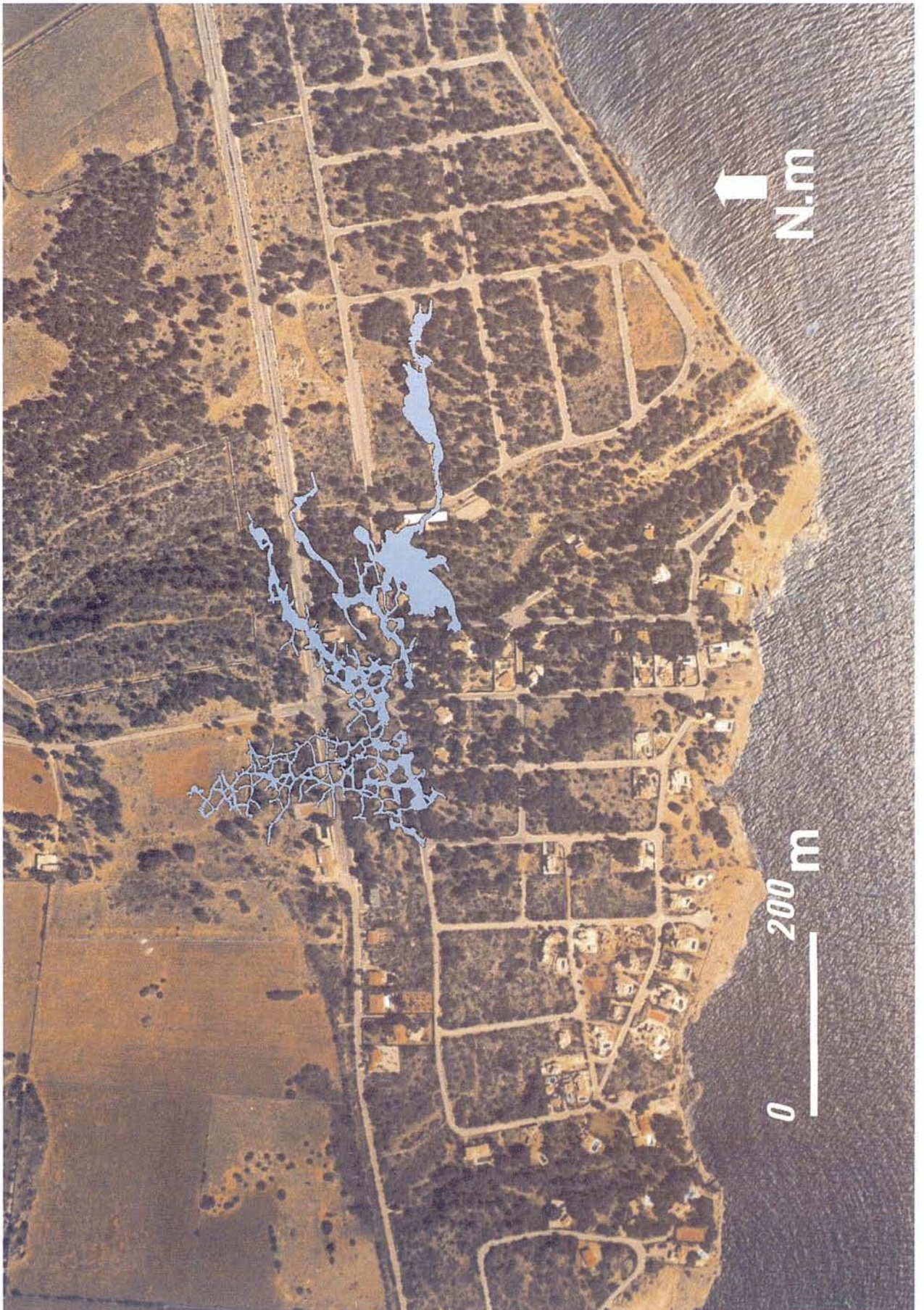


Foto 1: Foto aérea del sector de Vallgornera con el trazado de la Cova des Pas de Vallgornera. (Foto cortesía ESTOP).

Photo 1: Aerial photo of Vallgornera zone with the projection of Cova des Pas de Vallgornera. (Photo courtesy ESTOP.)

denuncia ante la Guardia Civil y el 14 de noviembre de 1998 se inicia la última etapa de topografía en la Cova des Pas de Vallgornera, finalizando ésta el día 27 de noviembre de 1999.

Por último señalar que la realización de la topografía de las **Noves Extensions** ha supuesto un total de 810 horas, por parte de los espeleólogos que han participado.

## Aproximación al topónimo “Pas de Vallgornera”

Para el gran conocedor del municipio de Llucmajor, Miquel Font, el topónimo de “Es Pas de Vallgornera” deriva de un lugar situado en el camino que antiguamente unía la Possessió de s'Estalella con la población de Llucmajor (com. pers.). Dicho punto, todavía existente hoy en día, es el *portell* (barrera) que hay en la pared que hace de *partió* (linde) entre la finca de s'Estalella y la actual Urbanización de Es Pas de Vallgornera, casi al borde del acantilado. El *portell* servía de paso para ir de un lugar a otro, de tal manera que con el tiempo, el tramo de la finca de Vallgornera adyacente a dicho lugar fue denominado Es Pas.

## Método topográfico aplicado

Al igual que en la anterior topografía de la cavidad, se ha optado por el uso de poligonales fijas (cordino y puntos de estaciones topográficas) en las galerías principales de las **Noves Extensions**, empleándose solamente puntos de estaciones topográficas en las galerías menores, consiguiéndose de esta manera una mayor precisión a la hora de tomar datos y dibujar contornos. Los puntos topográficos se han señalado mediante tarjetas plásticas numeradas con tinta indeleble, debido principalmente al recorrido acuático de la práctica totalidad de las nuevas galerías. Se pusieron un total de 456 puntos topográficos en el sector nuevo aquí descrito.

En los trabajos de gabinete se han convertido las coordenadas esféricas en cartesianas, pasándose posteriormente los datos a papel milimetrado, y dibujando finalmente la topografía.

## Descripción de las Noves Extensions

No se entrará en la reseña detallada de toda la cavidad, ya que en un trabajo precedente (MERINO, 1993), se describió con suficiente detalle lo que se conocía hasta la fecha (**Sector Antic**). De manera resumida, la parte conocida hasta aquel momento de la Cova des Pas de Vallgornera estaba constituida por una

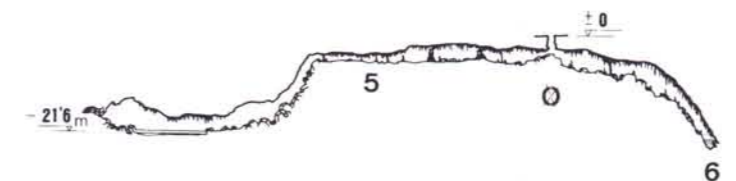
gran sala con un suelo de bloques cubiertos de coladas que los cementan, al tiempo que cambian la morfología original. El potente concrecionamiento está representado por coladas pavimentarias, macizos estalagmíticos y todo tipo de formaciones. Hacia el N y NW existen dos pisos a distintos niveles. El primero y más superior consta de una serie de estrechos pasillos con las paredes cubiertas de *moonmilk*. El piso inferior llega hasta el nivel del agua y da acceso a una galería inundada con diversos espeleotemas y formas de corrosión en paredes y techos. Hacia el E se localizan una sucesión de salas cubiertas de bloques y con pequeños lagos de aguas salobrosas en todo el margen S.

A partir de estas líneas se describen los nuevos sectores (**Noves Extensions**) hallados en la Cova des Pas de Vallgornera por los espeleólogos M.A. Barceló y P. Riera. Se ha de tener presente que al ser la mayor parte de todo este sector acuático, la exploración o visita del mismo debe ser realizada con traje de neopreno y equipo adecuado. Siempre que no se indique lo contrario el recorrido descrito se hace por galerías y salas inundadas.

### PAS 4 DE JULIOL – LLAC DE NA GEMMA – SALA DE NA BÀRBARA

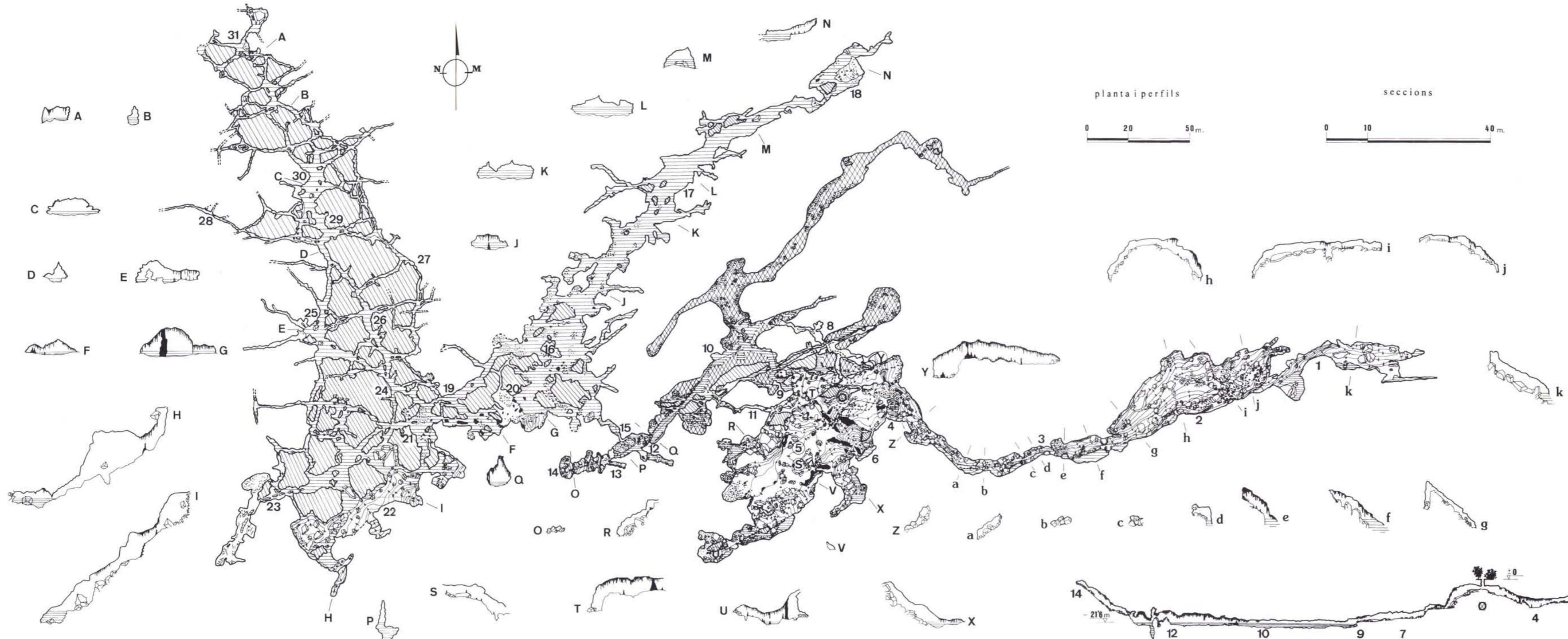
El acceso a las **Noves Extensions** se realiza desde un estrecho paso que fue necesario desobstruir, el **pas 4 de Juliol**, situado en la **galería del Conus**. Superado éste hay una corta galería con algunos espeleotemas, que nos sitúa de nuevo en un segundo paso angosto que, dependiendo de la altura del nivel del agua, es difícil de pasar. Una vez al otro lado se accede a una sala, con una isleta, cubierta de colada y estalagmitas. Las paredes de esta sala están cubiertas de espeleotemas. Existen dos posibles continuaciones, una hacia el W mediante una galería que conduce hasta la **platja del Campament**, ruta no recomendable debido a que dependiendo del nivel del agua el tránsito por la misma es bastante complicado. La existencia de gran cantidad de espeleotemas no aconseja el paso por esa galería. La otra posibilidad es hacia el N; así como se avanza en esta dirección se tienen a la derecha unos pasillos de pequeñas dimensiones adornados de formaciones. El lado izquierdo está cubierto de formas de corrosión tipo *bell hole*. Recorridos unos 30 m desde la isleta se llega hasta el **Queixal**, punto situado en medio de una amplia galería inundada y con abundantes espeleotemas de todo tipo que obligan a un cuidadoso avance por esta zona.

En dirección NE prosigue esta gran galería denominada **llac de na Gemma**; en los primeros 40 m de recorrido desde el **Queixal**, la anchura, la cantidad de espeleotemas, los macizos estalagmíticos y la existencia de tramos de roca madre que desde el techo entran dentro del agua, pero sin llegar al fondo, provocan que



# COVA DES PAS DE VALLGORNERA

LLUCMAJOR



TOPOGRAFIA SECTOR ANTIC	
M. SALOM	P. VEGA
A. MERINO	M. RODRIGUEZ
EST- ANEM	5-1-91 / 1-11-92

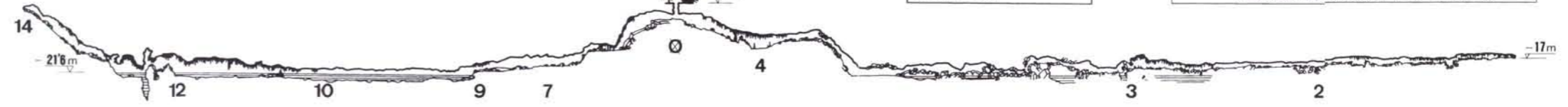
TOPOGRAFIA NOVES EXTENSIONS	
A. MERINO	P. VEGA
E. BELMONTE	P. CIFRE
G. MULET	
ANEM- GELL	11-12-94 / 27-11-99

- SECTOR ANTIC**
- VIA MAX
  - SALA DEL MOONMILK
  - PISTA AMERICANA
  - SALA DEL GORG
  - SALA DE LES ARRELS
  - ANFITEATRE
  - SALA DELS FÓSSILS
  - GALERIA DE LA DIÀCLASI
  - PLATJA DELS FÓSSILS
  - GALERIA ALVEOLADA
  - PAS DEL CUC
  - GALERIA DEL CONUS
  - GALERIA DO, RE, MI
  - SALA DEL TUB

- NOVES EXTENSIONS**
- PAS 4 DE JULIOL
  - EL QUEIXAL
  - LLAC DE NA GEMMA
  - SALA DE NA BARBARA
  - GALERIA DE LA FINESTRA
  - PLATJA DEL CAMPAMENT
  - SALA DEL DISC
  - GALERIA DELS BLOCS
  - GALERIA DEL BOSC
  - GALERIA DEL GOUR
  - GALERIA DE NA PELUDA
  - GALERIA D'ENMIG
  - GALERIA DE LLEVANT
  - GALERIA DE L'AIGO DOLÇA
  - GALERIA DEL LABERINT
  - SALA DEL FONTS

TOPOGRAFIA SUBAQUÀTICA	
A. TRIAN	ANEM
J. SERRA	TRITON
C. HUERTA	
P. ANGUERA	6-9/11-92
A. ALONSO	
J. GUINDOS	

COL.LABORADORS NOVES EXTENSIONS:	
M.A. BARCELO	B. CABANELLAS
A. CROIX	M. FERNANDEZ
J. MIR	J. RAMIREZ
M. SALOM	
DIBUIX: M. SALOM i A. MERINO	



el sector sea algo laberíntico. Se pueden observar numerosas estalactitas, estalactitas fistulosas y algunas columnas que se combinan con helictitas de diferentes formas.

Hacia el NW la **galería de la Finestra** empieza con un primer sector laberíntico cubierto por gran cantidad de estalactitas, algunas columnas y roca madre, con continuidad en dirección SW (hacia la **sala del Disc**). Superada esta primera parte, la galería se estrecha y prosigue por un suelo cubierto de colada estalagmítica, con unos 50 cm de agua. Cuando el agua gana profundidad, se abre a nuestra derecha un pasillo de pequeñas dimensiones y a la izquierda, por encima del nivel del agua hay una ventana que comunica con unas estrechas galerías que llevan casi en seco hasta las proximidades de la **platja del Campament**. De nuevo en la **galería de la Finestra** hay que nadar en dirección SW, aquí las paredes y la zona cenital están cubiertas de formas de corrosión tipo *bell hole* hasta alcanzar las inmediaciones de la **sala del Disc** donde de nuevo aumentan el número de espeleotemas que tapizan la galería.

Volviendo al **llac de na Gemma**, a lo largo de su recorrido se observan toda una serie de pequeños pasillos inundados pero sin solución de continuidad, al tiempo que el número de espeleotemas va disminuyendo, hasta que prácticamente desaparecen cuando se llevan recorridos unos 100 m. A partir de aquí empieza un sector sin depósitos litoquímicos y con las paredes cubiertas de formas de *bell hole*, lo que unido a la anchura de la galería le confiere a este sector un aspecto muy singular. En el techo se puede observar claramente la diaclasa que ha generado la galería. Más adelante el techo forma una especie de cuña que entra dentro del agua, dividiendo aparentemente la galería, hecho que no se produce cuando el nivel del agua está bajo.

Si se prosigue hacia el fondo de esta galería inundada se llega a una zona con grandes bloques desprendidos del techo y de una de las paredes, que han provocado un caos de bloques, de los cuales uno solo sobresale del agua; este punto marca el final del **llac de na Gemma**. La pared y el techo de esta zona son lisos, sin formas de corrosión ni espeleotemas. A partir de este lugar empieza una nueva zona más estrecha y con formas de corrosión en techo y paredes. Conforme se avanza aumenta el número de espeleotemas, resaltando las banderas y las estalactitas. Poco después el techo de la galería desciende, continuando por una pequeña rampa ascendente fuera del agua, formada por coladas estalagmíticas y diversos espeleotemas que cementan los bloques que hay debajo. En esta zona se observan fenómenos de descalcificación. Finalmente la rampa nos lleva hasta un pequeño resalte que comunica con la **sala de na Bàrbara**, de unas dimensiones aproximadas de 22 x 13 m y bellamente decorada por todo tipo de espeleotemas, tanto por



Foto 2: Bandera (*drapery*) junto con estalactitas fistulosas (*soda straw*) y diversos espeleotemas. (Foto P.Vega).

Photo 2: *Drapery* together with *soda straw* and other diverse speleothems. (Photo P. Vega.)

encima como por debajo del nivel del agua. En ambos extremos de la estancia se localizan sendos sectores secos, uno formado por roca madre y otro, hacia el NE, por bloques caídos y cubiertos de coladas y estalagmitas que asciende más de 3 m por encima del nivel del agua. Hacia el SW existe un auténtico bosque de estalactitas con formas de crecimiento epiacuáticas. La continuación hacia la parte final es en dirección NE, a través de un paso entre bloques fuera del agua. Existe un pequeño vacío de tránsito complicado entre rocas inestables que se han ido desprendiendo de paredes y techo, en donde se observan también potentes procesos de descalcificación de la roca. Prosiguiendo en dirección NE, un estrecho pasillo inundado conduce hasta el final de todo este sector.

## PLATJA DEL CAMPAMENT – GALERIA DELS BLOCS – GALERIA DEL BOSC

Situándonos de nuevo en el **Queixal** y siguiendo en dirección SW avanzamos hacia la **platja del Campament**. En el margen derecho un pasillo nos lleva hasta la **galería de la Finestra**. A la izquierda existe otra galería de pequeño tamaño cerrada por formaciones que conduce a un lugar completamente colmatado de espeleotemas, que a su vez lleva a la **platja**



Foto 3:  
Agrupación de estalactitas excéntricas (*helictites*), que cubren formas de disolución. Se observan también algunos espeleotemas freáticos rugosos que marcan un paleonivel. (Foto E. Belmonte).

Photo 3:  
Group of helictites covering dissolution forms. A number of phreatic speleothems marking a paleolevel, can also be seen. (Photo E. Belmonte.)

**del Campament.** Esta sala tiene estalagmitas y estalactitas con las paredes bellamente decoradas y el fondo cubierto por coladas pavimentarias que hacia la parte S llegan a alcanzar los 4 m por encima del nivel del agua.

La cavidad prosigue en dirección SW, a través de una rampa ascendente fuera del agua cubierta de colada pavimentaria y con espeleotemas que adornan los dos lados. En el margen derecho hay una serie de macizos estalagmíticos detrás de los cuales existe un suelo completamente liso formado por una fina colada que nos llevaría hasta la **galería de la Finestra**. Siguiendo en la dirección antes mencionada la rampa inicia un suave descenso hasta entrar de nuevo en el agua, unos metros más adelante. Aquí la galería de techo bajo se cierra obligando a girar hacia el NW y a superar una angostura para situarnos en una salita en parte dividida por formaciones y roca madre. En dirección NW tenemos un pasillo, con el fondo recubierto de gours y después por *spongework* que conduce al sector final de la **galería de la Finestra**. Tomando hacia el W seguimos por un estrecho pasillo, con el fondo cubierto de potentes coladas y algunos gours espectaculares. Unos metros después entramos en la **sala del Disc**, con unas dimensiones aproximadas de 15 x 10 m. La característica más sobresaliente de este sector es la existencia de gran cantidad de estalactitas, estalactitas fistulosas, estalagmitas y columnas de varios tamaños, que compartimentan la sala, creando pasillos y complicando el acceso a las distintas galerías que allí convergen. Un disco inclinado que nace debajo del agua, sobre el suelo, da nombre a la sala.

En dirección SE se localiza un pasillo de 10 m de longitud, al final del cual hemos de salir del agua y continuar por una corta galería con el suelo cubierto de colada y algunos gours secos. Posteriormente entramos de nuevo en el agua por un sector con las paredes y techo cubiertos de formas de corrosión hasta llegar a una bifurcación. Hacia el E, por encima de unos bloques, se alcanza una pequeña sala con coladas

pavimentarias y algunas formaciones. Por el contrario, en dirección W avanzamos por un angosto pasillo al final del cual, en el lado derecho, una galería de techo bajo y con formaciones, conduce de nuevo a la **sala del Disc**. Si optamos por seguir recto hemos de salir del agua y a través de un paso estrecho entre bloques acceder al inicio de la **galería dels Blocs**.

De nuevo en la **sala del Disc** y en dirección N, comienza la **galería del Gour** y hacia el W la entrada más cómoda para el acceso a la **galería dels Blocs**. Desde el **Disc**, tomando esta última dirección, se llega a un cruce. A la derecha existe un pasillo con formaciones que conduce hasta la **galería del Gour**, si seguimos recto tenemos dos posibilidades, la galería de más a la derecha lleva hasta un pequeño sector laberíntico donde predominan las formas de corrosión; la otra situada a la izquierda conduce al principio de la **galería del Bosc**. Finalmente el pasillo más al S nos lleva al primer sector de la **galería dels Blocs**, una vez que hemos superado un resalte situado en medio del pasillo que obliga a salir y entrar en el agua.

La **galería dels Blocs** se inicia con grandes bloques situados siempre en el margen izquierdo, hacia la derecha tenemos la roca madre y entre ambos el pasillo por el cual se puede ir progresando. Al W un breve pasillo lleva al inicio de la **galería del Bosc**. Los bloques caídos forman rampas de distinta inclinación y en muchos puntos se tocan con el techo haciendo impracticable el paso y creando pequeñas salas sin continuidad. Cuando se llevan recorridos unos 35 m de esta galería, existe a nuestra izquierda, una rampa ascendente al final de la cual se dan dos posibles continuaciones, una hacia la izquierda, con una serie de resaltes, rampas de tierra y algunos bloques inestables, hasta alcanzar el punto de mayor desnivel de toda la cavidad a + 27 m sobre el nivel del agua. Aquí se observan los paquetes de estratos que forman las paredes del sector NW y también potentes coladas parietales, así como algunas estalagmitas. La otra continuación, hacia la derecha, prosigue por encima de grandes blo-

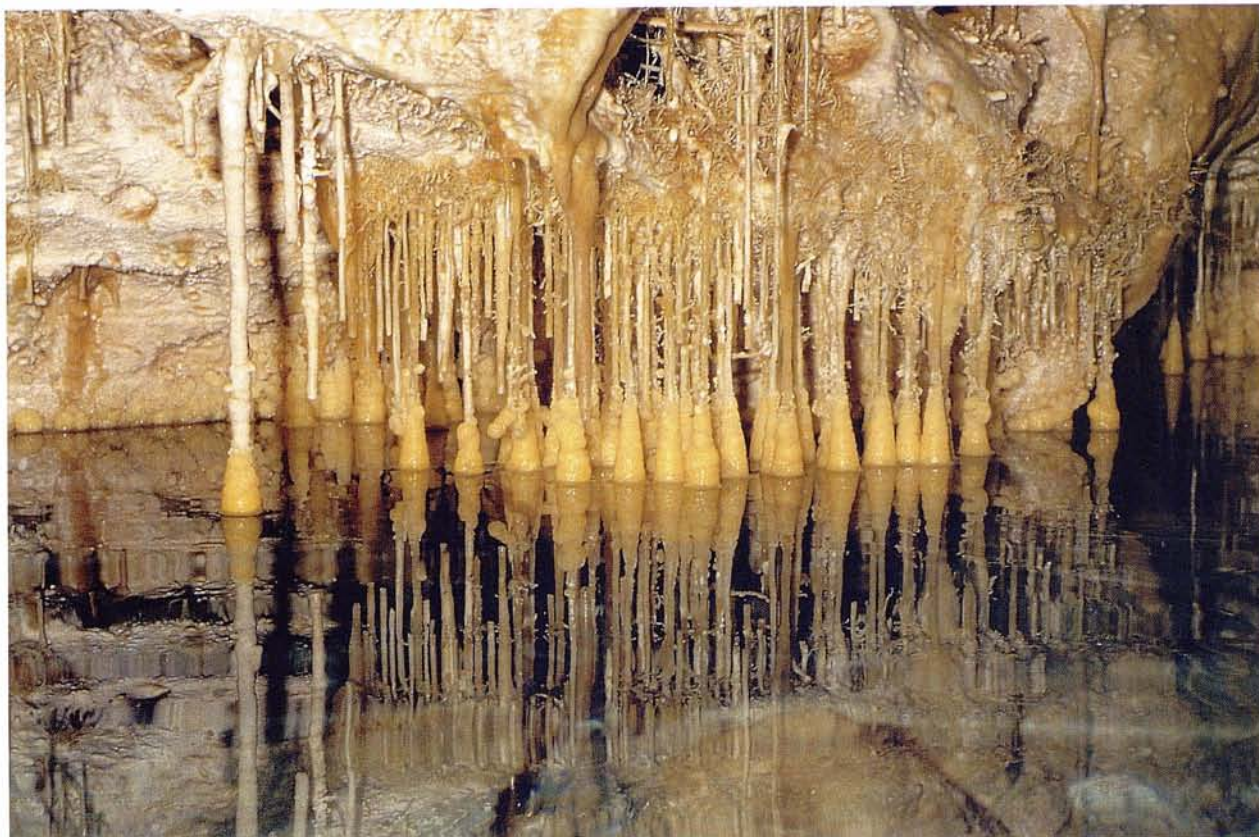


Foto 4: Espeleotemas con sobrecrecimiento freático subactuales (*war club stalactite*), formados por aragonito. Se ve claramente marcada la banda de oscilación del nivel del agua del lago. (Foto P. Cifre).

Photo 4: Phreatic aragonite war club stalactites which have formed on existing speleothems. A band due to the oscillation of the lake level can be clearly seen. (Photo P. Cifre.)

ques basculados, donde hay otra rampa más estrecha y de fuerte pendiente con el suelo cubierto de colada pavimentaria y una fina capa de arcilla que hace el ascenso muy delicado.

De nuevo a nivel del agua seguimos avanzando y tras superar un paso entre bloques se alcanza un anchurón con unos grandes bloques caídos en su parte N que crean un angosto pasillo que comunica con la **galería del Bosc**. En dirección SW, por encima de los bloques, por dentro y fuera del agua, se llega a un lugar donde parece cerrarse la galería. Las continuaciones son o por un estrecho pasillo que existe a nivel del agua, formado por los huecos que han quedado entre los bloques caídos, o por encima de los mismos, lo que finalmente no obliga a entrar de nuevo en el agua para poder llegar a la rampa del final de la galería. Esta parte final está cubierta de barro, piedras y bloques con una serie de resaltes que conducen a un punto donde el techo ha ganado bastante altura y que nos sitúa a + 15 m por encima del nivel del agua. Hacia la parte NW un conjunto de grandes bloques caídos crea estrechos corredores con la pared madre, a través de uno de ellos conseguiríamos llegar a la **galería del Bosc**.

Un fenómeno que es común en toda la **galería dels Blocs** es la existencia de notables procesos de descal-

cificación que se ceban principalmente sobre las paredes de roca madre y los bloques que cubren el suelo. También es destacable la casi ausencia de formaciones, a excepción de coladas pavimentarias o parietales que en muchos casos están cementando los bloques caídos.

De nuevo en la **sala del Disc** en dirección W hay dos posibles continuaciones. Tomando la de la izquierda, a través de un pasillo con algunas formaciones accedemos a la **galería del Bosc** que puede ser dividida en dos sectores. El primero, constituido por un tramo totalmente inundado, exento de formaciones, con paredes y techos con formas de corrosión. A ambos lados se tienen galerías, las del lado izquierdo comunican con la **galería dels Blocs** por varios puntos; las situadas en el lado derecho llevan a una serie de pasillos más estrechos, con algunos tramos secos, desprovistos en general de formaciones, que conducen hasta el principio de la **galería de na Peluda**. El segundo sector de la **galería del Bosc**, lo forma un tramo casi seco en toda su longitud, con algunos puntos donde sí se observa el agua. El techo es bajo y con estalactitas, mientras el suelo está formado por coladas pavimentarias y estalagmitas; hacia el final la altura de la galería va bajando hasta cerrarse. No existen pasillos ni continuaciones en ninguno de sus lados, observándose algunos fenóme-

nos de descalcificación sobre los espeleotemas existentes.

## SECTOR LABERÍNTICO

Tomando de nuevo como referencia la **sala del Disc**, tenemos hacia el N-NW toda la zona de la cavidad denominada Sector Laberíntico debido a la gran cantidad de galerías y pasillos existentes. A efectos descriptivos y dada la complejidad de esta red de diaclasas, se tomará como eje principal el recorrido normal para el acceso al punto más lejano de la cavidad partiendo desde la **sala del Disc**. Se inicia en la **galería del Gour** con un primer tramo adornado de formaciones, acabado éste le sigue otro con formas de corrosión en paredes y techos. En este lugar se localizan a la derecha dos pequeños pasillos comunicados entre sí que nos llevan a una salita de la cual parten unas galerías que conducen al principio de la **galería de Llevant** y también, en dirección SE, hacia la **galería de la Finestra**. Se avanza progresando por un corredor de techo alto y el fondo cubierto de coladas y gours totalmente cerrados por falsos suelos. Éstos se formaron cuando el nivel del agua estaba por debajo de esta galería y se fueron secando los gours que contenían agua saturada de carbonato cálcico que fue quedando depositado en los bordes de los mismos. A la derecha tenemos dos pasillos que conducen a la **galería d'Enmig** de 65 m de longitud, que tiene a ambos lados toda una serie de pasajes de distintos tamaños y morfologías. Los del lado E llevan hacia la **galería de Llevant**, y los del W a la **galería de na Peluda**. En general carece de formaciones, estando las paredes, techo y fondo cubiertos de formas de corrosión, cerca ya del final donde se une a la **galería de na Peluda**.

La anchura de la **galería del Gour** aumenta hasta desembocar en la **galería de na Peluda**, en este punto tenemos importantes formas de *spongework*, por debajo del agua, cuyo nivel o profundidad varía mucho de un lugar a otro. En el techo y paredes existen también formas de corrosión. En este cruce y ya en la **galería de na Peluda**, existe en dirección S un tramo que lleva hasta la **galería del Bosc**. En este sector hay formas de corrosión, presentándose algunos espeleotemas especialmente en las intersecciones con otras galerías de menor tamaño. Los bloques y la existencia de pasillos menores provocan una cierta complejidad a la hora de orientarse. Se observan en los techos gran cantidad de diaclasas generadoras.

Volviendo de nuevo al cruce de la **galería de na Peluda** y la **galería del Gour**, y en dirección N, existe un anchurón, en cuya izquierda hay bloques con marcas de corrosión por mezcla de aguas, y dos pasillos estrechos. El situado más al N está seco en casi toda su longitud, con las paredes cubiertas de formas de corrosión. El pasillo de más al S tiene el suelo cubierto de colada pavimentaria; al principio está adornado por

unos espeleotemas muy interesantes, y más hacia el interior se localiza un gour seco con láminas de calcita que cubren el suelo. Entre ambos corredores existe un grupo de estalactitas y estalagmitas que cubren parte de la pared y que a su vez se sitúan sobre formas de corrosión. De nuevo en la galería principal, y progresando en dirección N, al E hay un rincón con una columna totalmente cubierta de helictitas y rodeada de estalactitas fistulosas y estalagmitas que da nombre a la galería. Detrás se abre un estrecho corredor que enlaza con otro superior y que conduce por un tramo cubierto de formaciones a la **galería d'Enmig**. Así como se progresa se tienen a ambos lados estrechos pasillos sin solución de continuidad. En el punto donde se unen la **galería d'Enmig** con la que hemos seguido nace la **galería del Laberint**, que podemos dividir en tres sectores.

El primero, hasta el inicio de la **sala del Laberint**, está compuesto por un pasillo de dimensiones medias y con el techo a 2 o 3 m. Hacia el E hay una galería con formas de corrosión que comunica con la **galería de Llevant**. Al W hay unos pasillos muy interesantes, destacando la **galería de l'Aigo Dolça** que está formada por un estrecho y largo corredor, de altura variable, con un primer sector con espeleotemas, pasando luego a formas de corrosión, hasta hacerse impracticable unos metros más adelante. El otro entramado de pequeñas galerías de este sector está en su mayor parte seco, y una por otros puntos las dos galerías principales, la de **l'Aigo Dolça** y la del **Laberint**.

El segundo sector estaría comprendido dentro de la **sala del Laberint**, de dimensiones medias 20 x 8 m, con tres angostos pasillos cubiertos de formas de corrosión que comunican con la **galería de Llevant**. Hacia la izquierda, un espacioso pasillo nos lleva a una serie de galerías muy estrechas unidas todas entre sí, en donde adquiere especial importancia la abundancia y espectacularidad de las formas de *spongework* que existen principalmente bajo el nivel del agua.

El tercer sector es el situado entre el final de la **sala del Laberint** y la **galería del Fons**. Éste último tramo mantiene las características generales de toda la zona, es decir, la existencia de pasillos a ambos lados de la galería, la falta casi total de formas de reconstrucción y la presencia de paredes cubiertas de formas de corrosión. Destaca la zona situada hacia el E, formada por un entramado de corredores muchos de los cuales se hacen al final impracticables. Esta red de diaclasas continúa hasta el lateral E de la **galería del Fons**. A medio sector, y procedente de la derecha, tenemos el final de la **galería de Llevant**.

La **galería del Fons** se inicia con un ensanchamiento de la galería de donde procedemos. Sus paredes y techos están casi desprovistas de formaciones y el fondo bajo el agua está ocupado por unas formas de *spongework* y bloques sueltos que obligan a pasar con cuidado para evitar quedar atrapados entre alguno de



Foto 5:

Espectacular acumulación de estalactitas que cubren el techo de esta sala. A la izquierda se observa una columna con evidentes signos de rotura debidos a procesos de solifluxión. (Foto P. Cifre).

Photo 5:

Spectacular accumulation of stalactites which cover this chamber's roof. On the right, a column can be seen which shows clear evidence of breakage due to floor readjustments. (Photo P. Cifre.)



ellos. En el margen derecho presenta una estrecha galería, a la cual se accede por una grieta situada por encima del nivel del agua, que lleva a un reducido corredor cubierto de coladas pavimentarias. En dirección NE comunica con otra estrecha fractura que proviene de un tramo más al fondo de este sector. La galería se estrecha de nuevo hasta que se llega a un cruce y a la izquierda se ensancha formando una sala. Destaca la presencia de espeleotemas que adornan paredes y techos que a su vez cubren formas de corrosión. El fondo sigue cubierto de bloques de varios tamaños. Al final de esta pequeña sala existen una serie de ramificaciones sin importancia, destacando la que se halla al N que nos lleva, a través de un estrecho corredor, a una sala con bloques donde se observan fenómenos de descalcificación y presencia de *moonmilk*.

Por último, situándonos en la confluencia de la **galería de la Finestra** y la **sala del Disc**, tenemos una estrecha fractura por encima del nivel del agua que es el principio de la **galería de Llevant**, que finaliza, como se dijo antes, al enlazar con el último sector de la **galería del Laberint**.

La característica más destacable de la **galería de Llevant** es la estrechez de sus 162 m de longitud, ya que no sobrepasa casi en ningún lugar el metro de anchura. Las paredes están cubiertas de formas de corrosión, existiendo sólo contados lugares donde se desarrollan espeleotemas. Muchos tramos son secos y donde hay agua ésta tiene poca profundidad, limitándose a una fina lámina. En el lado E hallamos pequeñas fracturas que se hacen impracticables y hacia el W hay toda la serie de pasillos que comunican con diversas galerías, dependiendo a la altura en que nos encontremos; los primeros nos unirían con la **galería d'Enmig** y los otros con la **galería del Laberint** y la sala del mismo nombre.

## VIA MAX

En el lado SE de la **sala del Moonmilk (Sector Antic)** se ha topografiado una nueva galería denominada **via Max**. La existencia de ésta ya fue puesta de manifiesto en el primer croquis realizado por el equipo belga, posteriormente cuando se realizó el levantamiento topográfico entre los años 1991 y 1992, no se localizó el paso que conduce a la citada galería. Meses después, durante una visita expresa a la cavidad, se encontró la **via Max** una vez superados una serie de pasos entre bloques que se sitúan en el lado SE de la **sala del Moonmilk**. Después de recorrer unos 25 m existe un primer lago de aguas salobres, con bloques que cubren parte del fondo. La continuación en dirección NE sigue siendo estrecha y a través de bloques. Se alcanza luego una rampa cubierta de colada estalagmítica que, con una pronunciada pendiente, nos conduce hasta una sala de dimensiones aproximadas 35 x 12 m. El suelo está cubierto de bloques gigantes y algunas acumulaciones de arcillas. La pendiente en dirección S conduce hasta una serie de lagos de reducidas dimensiones. En el extremo más al NE, una empinada rampa descendente con el suelo cubierto de bloques finaliza en un lago.

Esta vía es una prolongación de la **sala Moonmilk** hacia el E, su morfología más destacable es la presencia de grandes cantidades de *moonmilk* que cubre paredes y techos. Se observa también un nivel marcado sobre el *moonmilk* que se sitúa a + 3'10 m sobre el actual nivel del agua.

## Morfogénesis

Las morfologías existentes en las **Noves Extensions** de la Cova des Pas de Vallgornera son muy variadas, resaltando las formas de corrosión producidas en régimen freático debido a la acción química del agua subsaturada en bicarbonato cálcico. También son muy importantes los depósitos litoquímicos que han producido una notable variedad de espeleotemas.

GINÉS & GINÉS (1992) postulan un modelo genético para las cuevas del Migjorn mallorquín que se desarrollan en las calcarenitas postorogénicas del Tortoniense, el cual puede ser aplicado a esta cavidad. Según el mismo, la génesis se inicia con la formación de vacíos en régimen freático en la zona de mezcla de agua dulce y marina (*coastal mixing zone*), como consecuencia de la subsaturación en carbonatos del agua (BACK *et al.*, 1984). Hay una excavación freática y se forman protocavidades que posteriormente entrarán en coalescencia. Le sigue un crecimiento tridimensional al producirse desprendimientos en paredes y techos favorecidos por la bajada del nivel del agua, motivada por cambios climáticos (glaciaciones), lo que provoca una pérdida de sustentación de la roca. La cavidad se desarrolla después en sentido remontante dando lugar a formas clásticas, con acumulación de bloques y techos que buscan el perfil de equilibrio. Simultáneamente se dan procesos de precipitación litoquímica que cementan los bloques al tiempo que subdividen los espacios vacíos existentes.

La Cova des Pas de Vallgornera es un claro ejemplo de una cavidad con esta génesis y en ella se encuentran bien representadas todas las fases de este proceso.

A lo largo del sector laberíntico (**galería de na Peluda, galería del Laberint, galería de Llevant, galería d'Enmig, galería de l'aigo Dolça** y la **sala del Laberint**) se desarrollan en distinto grado las primeras fases, es decir la excavación de vacíos en régimen freático aprovechando la complicada red de diaclasas existentes, lo que provoca la formación de estrechos pasillos al tiempo que van entrando en coalescencia las distintas cavidades primigenias.

La siguiente fase estaría representada en la **galería del Fons**, algunas zonas de la **galería dels Blocs** y al final del **llac de na Gemma**, donde se encuentran desprendimientos menores de bloques. Cabe resaltar el último lugar mencionado ya que en él existe un desplome de bloques que ocupan parte del fondo inundado de

la galería. Las paredes y techo de donde se desprendieron son lisas totalmente y sin formas de corrosión ni espeleotemas, lo que indica que posiblemente el desprendimiento tuvo lugar en tiempos no muy lejanos y que el nivel del agua no ha vuelto a subir desde dicho episodio al no existir marcas de ello.

La penúltima fase con crecimiento remontante de la cavidad y acumulación de grandes bloques se desarrollaría en la **Pista Americana, sala del Moonmilk, via Max, galería dels Blocs, sala de les Arrels y sala dels Fòssils**.

Por último, la fase más avanzada con depósitos litoquímicos se localizaría en los alrededores del **Amfiteatre, sala del Gorg** y algunos sectores de la **Pista Americana**.

Ello no conlleva una evolución por separado de cada fase, sino que las mismas se desarrollan conjuntamente, solapándose en el tiempo.

Se observa, dentro de este modelo genético, una clara componente vertical que de abajo arriba indica el grado evolutivo de la cavidad en sus diferentes fases. Las primeras fases se desarrollan en régimen freático y en las últimas hay depósitos litoquímicos y se pueden llegar a abrir al exterior como consecuencia del hundimiento del techo de la bóveda de la sala. En la Cova des Pas de Vallgornera se presentan esos estadios evolutivos, siendo el sector más evolucionado, y quizás el más antiguo, el comprendido entre la **sala de les Arrels, el Amfiteatre y la sala del Gorg**. Le seguiría la **Pista Americana, sala del Moonmilk, via Max** y la **galería dels Blocs**. Por último los estadios menos evolucionados estarían representados por todo el sector del laberinto.

La potente disolución en régimen freático que provoca el agua subsaturada en las calcarenitas da lugar a un importante conjunto de formas específicas. Prácticamente en toda la cavidad existen notables ejemplos de estas morfologías, aunque destacan las existentes en las **Noves Extensions**, especialmente las que cubren todo el sector laberíntico.



Foto 6:  
Espeleotemas freáticos rugosos que cubren estalactitas a + 2'60 m. s.n.m. Este paleonivel ha sido datado con el método Th/U dando una antigüedad de 120.000 años. (Foto P. Vega).

Photo 6:  
Phreatic speleothems which cover stalactites at a high of 2.6 m above sea level. This paleolevel has been dated using Th/U dating and has an age of 120.000 years, B.P. (Photo P. Vega.)

Foto 7:  
Sala del Laberint, cubierta totalmente de formas de corrosión debidas a procesos de disolución en régimen freático. Se observan multitud de agujeros esponjosos (*spongework*), y también campanas de corrosión (*bell hole*). (Foto A. Merino).



Photo 7:  
*The chamber, Sala del Laberint, which is completely covered with solutional sculpturings. A multitude of spongework and also bell hole can be seen. (Photo A. Merino.)*

La bibliografía relativa a estas formas de corrosión es escasa, aunque hay autores que tratan algunas de ellas (NUÑEZ, 1967; OLLIER, 1975 y GRÀCIA *et al.*, 1997; 1998). De las observadas en la Cova des Pas de Vallgornera, cabe resaltar los agujeros esponjosos (*spongework*, Foto 7) que se localizan por encima y por debajo del actual nivel del agua. Están bien representadas las cúpulas o campanas de corrosión (*bell hole*), que suelen desarrollarse en techo y paredes de las galerías que están encajadas en los estratos calizos. En los lugares con restos fosilizados de corales no se forman las cúpulas, sino que en su lugar hay una compleja red de agujeros irregulares.

En la **galería del Gour** se tienen ejemplos de techos ondulados que presentan ligeras prominencias y entrantes lo que les confiere un relieve muy suave. Como formas de menor entidad se observan los huecos cilíndricos de diferentes medidas que, dependiendo del grado de disolución que presentan, se pueden transformar en anillos de disolución.

Merecen referencia a parte una serie de formas que no se corresponden con ninguna de las observadas en la bibliografía consultada. Las denominadas por nosotros "terrazas de corrosión" (Foto 8), son formas generadas en régimen freático, que aprovechan juntas de estratificación y diaclasas para desarrollarse. Se trata



Foto 8: *Terraza de corrosión* en el Sector Laberintico. Estas formas están generadas por potentes procesos de disolución. (Foto A. Merino).

Photo 8: *Terrace resulting from strong dissolutional processes, in the Sector Laberintico of the cave. (Photo A. Merino.)*

de nichos de techo bajo, situados unos 2 m por encima del actual nivel del agua, que tienen el piso muy irregular cubierto de *spongework* y de otras formas de corrosión como huecos cilíndricos y anillos de disolución. La superficie de estos nichos es siempre reducida, presentando las paredes y techos formas de disolución.

Se puede observar la existencia de planos inclinados (Foto 10) que se presentan en los flancos de muchas galerías; a su vez éstos están cubiertos por otras morfologías, como los canalillos de disolución o "canalillos en forma de abanico" (Foto 9), que suelen tener un corto recorrido, son estrechos y tienen poca profundidad. Existen ejemplares aislados, sin conexión entre ellos, pero también los hay en forma de abanico creando una figura parecida a un cono de deyección que al mismo tiempo forma dos vertientes. Estos surcos se sitúan sobre un plano inclinado y desaparecen cuando el mismo rompe la pendiente y queda vertical. La separación entre los distintos canales es una arista roma. Estas morfologías parecen tener relación con complejos fenómenos de disolución.



Foto 9: Canalillos en forma de abanico en el Sector Laberíntico. (Foto A. Merino).

Photo 9: Fan-shaped fluting in the Sector Laberíntico of the cave. (Photo A. Merino.)

## Espeleotemas

La Cova des Pas de Vallgornera sobresale por sus dimensiones y formas de corrosión, pero especialmente por la riqueza, variedad y belleza de los espeleotemas que en ella están representados. Por el contrario, la diversidad mineral de los mismos es más bien pobre ya que las formas existentes están compuestas de carbonato cálcico presentándose en forma de calcita o aragonito. Esta pobreza de especies minerales se debe a que la composición de la roca carbonatada es poco variada y bastante pura. Los óxidos, sulfuros y algunos sulfatos los encontramos en rocas poco o nada karstificables.

El criterio de clasificación de los espeleotemas presentes en la cavidad se basa en las ideas formuladas por GINÉS (1995) y HILL & FORTI (1997). De ellos se desprende la siguiente clasificación genética: espeleotemas de goteo (estalactitas, estalagmitas y columnas), espeleotemas de flujo (coladas parietales y pavimentarias), espeleotemas de percolación (helictitas, discos, formas botroidales y coraloides), espeleotemas subacuáticos, que a su vez se dividen en espeleotemas vadosos (gours) y espeleotemas freáticos (sobrecrecimientos de cristalizaciones de diferente morfología, láminas flotantes y estalagmitas cónicas).

Las estalactitas y estalagmitas son muy abundantes en toda la cavidad. La diversidad morfológica e incluso de colorido es muy elevada, ya que existen desde individuos y bosques completos de estalactitas fistulosas (*soda straw*), hasta estalactitas y estalagmitas de decenas de centímetros de grosor. Se han observado algunas estalactitas fistulosas de más de 2 m de longitud, muchas de las cuales llegan a estar algunos centímetros por debajo del nivel del agua. Otras del mismo tipo tienen un engrosamiento en el extremo final a modo de arpón. Las columnas son menos abundantes y se concentran principalmente en la **sala de les Arrels**, zona de entrada y **Amfiteatre**. Aparecen también individuos aislados y de porte medio en el **llac de na Gemma**, donde se encuentran en parte debajo del nivel del agua. El hecho de que la altura media de salas y galerías sea en general reducida, provoca que las columnas existentes sean de medianas o pequeñas dimensiones. Por último, resaltar las banderas (*drapery*, Foto 2), de variados colores, con bandas de crecimiento que se hallan distribuidas de manera general por toda la cavidad.

Las coladas parietales y pavimentarias se encuentran por toda la cueva, recubriendo en algunos casos considerables extensiones. Las coladas parietales enmascaran en muchos casos las formas de corrosión y las coladas pavimentarias cubren y cementan bloques y arcillas. Cuando se producen fenómenos de soliflucción y de reajuste de suelos, las encontramos fracturadas, con los bordes desplazados y separados varios centímetros. Los principales ejemplos los tenemos en la

zona de entrada, **Pista Americana**, **galería dels Blocs**, **Amfiteatre** y **sala de les Arrels**. En estas dos últimas salas se observan raíces calcificadas englobadas dentro de coladas, y también sobre algunas columnas.

Las estalactitas excéntricas (*helictites*, Foto 3), son quizás uno de los espeleotemas más variados y abundantes de la cavidad, existiendo ejemplares en casi todas las salas y galerías, aunque su mayor concentración se localiza en las **Noves Extensions**. Su tamaño y morfología son muy variables, van desde milímetros hasta más de 20 centímetros, y las hay transparentes y de colores. Muchas veces durante su crecimiento errático se aproximan tanto a otros espeleotemas, como es el caso de las estalactitas fistulosas, que se sueldan a las mismas para seguir desarrollándose luego en cualquier dirección. En la Cova des Pas de Vallgornera se han observado las siguientes variedades: helictitas filiformes, helictitas vermiformes y helictitas en formas de asta.

Un espeleotema poco abundante es el disco o plato (*cave shield*, Foto 2), los conocidos hasta ahora se encuentran en la **sala del Disc** y sus alrededores. Destaca un ejemplar que tiene el plano muy inclinado y se halla casi totalmente sumergido, de él penden una serie de pequeñas columnas y algunas estalactitas con sobrecrecimientos freáticos subactuales. Otro disco más espectacular y de mayor tamaño lo tenemos al inicio de la **galería dels Blocs**, está en posición totalmente vertical con una anchura de unos 20 cm y corta una estrecha galería. La falta de un mayor número de estos espeleotemas podría deberse a la gran porosidad de las calcarenitas miocénicas (A.Ginés, com. pers.).

Otras formas interesantes cuya génesis está ligada a las aguas de percolación son las concreciones botroidales y una variedad nodular de aspecto coraloide (*cave pop corn*); estas formas están distribuidas de manera desigual por toda la cavidad.

El *moonmilk* es muy abundante destacando su presencia a lo largo de la **Pista Americana**, **sala del Moonmilk**, **via Max**, **sala del Tub** y la **galería dels Blocs**. Se presenta como una capa blanca de material pastoso que llega a alcanzar algunos centímetros de

profundidad en la roca. Está relacionado con procesos de degradación de la roca y contiene un elevado porcentaje de agua que le da ese tacto mantecoso. Entre el inicio de la **Pista Americana** y la **sala del Gorg** se ha constatado la presencia de un polvillo blanco (*cave powder*), que cubre parte del suelo y las formaciones que hay sobre él. Este polvillo proviene de las paredes y techo cubiertos de *moonmilk* que se encuentran directamente sobre ese punto. La génesis del mismo parece relacionada con un desecamiento de las capas más superficiales de *moonmilk* en esa especie de cuello de botella que hay entre la **sala del Gorg** y la **Pista Americana**. Dicho desecamiento podría estar relacionado con la circulación de un aire más seco que el propio de la cavidad, que iría en dirección a la **Pista Americana** (aire que proviene del exterior cuando la puerta de acceso está abierta y que debido a cambios de presión, entra con fuerza). Este fenómeno de circulación se ha presenciado y puesto de manifiesto con la ayuda de pequeños botes de humo. Estos hechos son indicativos de un cierto nivel de "degradación", que sólo se produciría desde el momento en que la cueva fue descubierta y ha permanecido con la puerta de acceso abierta.

Los gours están representados a lo largo de toda la cueva, tanto en los sectores ya conocidos como en las **Noves Extensions** en donde son más abundantes. Existen también cubriendo los fondos de algunos sectores inundados. A los que se ha podido acceder tienen las paredes interiores cubiertas de cristales de calcita bien desarrollados. Algunos gours presentan sobre la superficie un crecimiento a modo de piso que va extendiéndose o creciendo desde los bordes, y que, bajo condiciones determinadas llegaría a cubrirlo y cerrarlo completamente. Este piso de calcita es liso y plano por la cara exterior, sin embargo la cara interna presenta en muchas ocasiones cristales de calcita que le confieren un aspecto rugoso. Se ha comprobado también la existencia de algunas cornisas en media luna (*crescent shelfstone*) en el interior de algún gour. Señalar también la presencia en las **Noves Extensions** de espeleotemas en forma de copa (*cave cups*), situados debajo del



Foto 10:  
Plano inclinado en el flanco de una galería en el Sector Laberíntico. La altura aproximada de la galería es de 3 m. (Foto A. Merino).

Photo 10:  
Inclined plane on one side of a gallery in the Sector Laberíntico of the cave. (Photo A. Merino.)



Foto 11:  
Paleoniveles freáticos existentes en los alrededores de la Sala de les Arrels. El primero, a modo de banda rugosa, está situado en el tercio superior de la foto, a + 6'8 m s.n.m. y podría corresponder al estadio isotópico 7. El segundo nivel, en forma de banda oscura, se sitúa a + 2'6 m s.n.m., correspondiendo al subestadio isotópico 5e. (Foto A. Merino).

Photo 11:  
Phreatic paleolevels in the chamber the Sala de les Arrels. The first one, a roughed band in the upper one third of the photo, is 6.8 m above sea level and could correspond to the isotopic stage 7. The second, the darker band, is 2.6 m above sea level and corresponds to the isotopic substage 5e. (Photo A. Merino.)

nivel del agua; el área ocupada por éstos es muy reducida.

En lo referente a los espeleotemas freáticos debe señalarse su relativa abundancia principalmente en las **Noves Extensions**. Dependiendo de su morfología los podemos clasificar (GINÉS, 1995) en: espeleotemas freáticos rugosos, bien representados en la **galería del Conus**; espeleotemas freáticos macrocristalinos, existentes en dos puntos de las **Noves Extensions**, son cristales de calcita de tamaño grande que crecen a modo de racimos de aspecto arborescente sobre cualquier tipo de formación; los tenemos sobre estalactitas, columnas y estalagmitas; espeleotemas freáticos lisos, formados por aragonito, se presentan de varias maneras, siendo la más espectacular la del tipo *war club stalactite* (Foto 4), que está representada en muchos puntos a lo largo de las **Noves Extensions**. Este espeleotema con aspecto de bombilla se sitúa dentro de los límites de variación del nivel freático y según recientes dataciones radiométricas con el método Th/U (TUCCIMEI *et al*, 2000), se ha podido saber que son claramente subactuales y que se siguen formando.

Son frecuentes en las **Noves Extensions** las bandas lisas de sobrecrecimiento freático de carácter epiaquático, formadas al parecer por aragonito, que se sitúan también sobre la banda de fluctuación del plano actual de las aguas.

Reseñar por último la existencia de láminas de calcita flotante (*cave rafts*), en varios lugares de la cavidad. Según un análisis realizado por difracción de rayos X en una muestra de un depósito cónico de láminas flotantes que estaba en el fondo de una galería inundada, la muestra está constituida por láminas de calcita (J. Ginés, com. pers.).

En otro sector se observan láminas situadas a unos 2 m sobre el actual nivel del agua que están cubriendo las paredes, coladas y estalagmitas de una pequeña sala. Ello indica que ésta tuvo un nivel de agua estable durante mucho tiempo, a la vez que se producía una sobresaturación de bicarbonato cálcico que provocó la formación de las láminas de calcita. Derivado de la forma anterior existe un espeleotema muy escaso,

denominado estalagmita cónica subacuática (*cave cones*). Se trata de acumulaciones de calcita flotante de forma cónica que a la vez están cubiertas de una capa estalagmítica que les da más consistencia. Sobre el extremo del cono presentan una pequeña depresión, producto de la caída de gotas de agua cuando la formación quedó expuesta debido al descenso del nivel del agua.

Parece confirmarse la existencia de láminas de aragonito flotante, formadas por masas de cristales blancos aciculares, que suelen estar pegadas a otros espeleotemas. En el sector laberíntico existen espeleotemas aciculares (*frost work*), formados por aragonito que recubren las paredes y fondos de algunos gours, concentrándose también sobre estalactitas y estalagmitas.



Foto 12: Cristales de aragonito a modo de esfera que cubren otros de calcita. Tamaño real aproximado de las esferas pequeñas 3-4 mm. (Foto A. Merino).

Photo 12: Spheroids of aragonite crystals which cover others of calcite. The spheres have an approximate diameter of 3-4 mm. (Photo A. Merino.)

Se trata de pequeños agregados cristalinos de color blanco, encontrándose también formas esféricas (Foto 12) adheridas a otros espeleotemas constituidas por cristales aciculares que crecen de manera radial desde el centro de las mismas.

Se ha observado el desarrollo de cristales de aragonito sobre otros de calcita que están cubriendo la cara interna de pisos de algunos gours.

## Cronología

Los estudios y dataciones realizados por el método Th/U de algunos espeleotemas de la Cova des Pas de Vallgornera (PAZZELLI, 1999; TUCCIMEI *et al.*, 2000) han proporcionado interesantes datos cronológicos. De ellos se deduce que las muestras analizadas, situadas a + 2'6 m sobre el actual nivel del agua, corresponden al subestadio isotópico 5e, al aportar una edad de 120,4 ka (PAZZELLI, 1999). Este evento climático se correspondería con el Eutirreniense típico de fauna termófila. Hacia el W de la **sala de les Arrels** se ha localizado una banda rugosa de espeleotemas freáticos situados a + 6'8 m sobre el nivel del agua, que podría corresponder al estadio isotópico 7 (190 ka a 250 ka). Hasta que no se lleve a cabo una datación de muestras de dicho nivel, no será posible conocer exactamente la edad de la pulsación positiva del mar que dejó estos depósitos (GINÉS *et al.*, 1999). Otras muestras de espeleotemas freáticos situados en la banda de fluctuación del actual nivel del agua han dado edades del todo subactuales (<1 ka), poniéndose de manifiesto que hoy en día continúa el proceso de formación (TUCCIMEI *et al.*, 2000).

## Agradecimientos

El autor desea expresar su agradecimiento a Joaquín Ginés y Ángel Ginés por las sugerencias y datos facilitados. A Miquel Font Oliver, por la información y comentarios sobre la historia del descubrimiento de la cueva y sobre la toponimia de la zona. A Joan Mayol y Pere Tomàs de la Direcció General de Medi Ambient del Govern Balear por las facilidades dadas para la realización del presente estudio. A Xisco Gràcia, por las sugerencias a la hora de maquetar la topografía definitiva de la cavidad. A Yves y Roger Bruel de la empresa FORET DIGITAL de Palma, que con su buen hacer han facilitado al autor las tareas de fotocopiado y reducciones de la topografía.

## Bibliografía

- BACK, W.; HANSHAW, B.B. & VAN DRIEL, J.N. (1984): Role of ground water in shaping the eastern coastline of the Yucatan peninsula, Mexico. In: *Groundwater as a Geomorphologic Agent*. La Fleur Allen & Unwin 281-293. Boston.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (1995): Litología i tectònica del carst de Mallorca. *Endins*, 20: 27-43. Ciutat de Mallorca.
- FORNÓS, J.J. & POMAR, L. (1983): Mioceno Superior de Mallorca: Unidad calizas de Santanyi (complejo terminal). In: *El Terciario de las Baleares. Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología*. IEB-UIB.
- GINÉS, A. (1995): Els espeleotemes de les coves de Mallorca. *Endins*, 20: 87-97. Ciutat de Mallorca.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac. Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20. Ciutat de Mallorca.
- GINÉS, A.; GINÉS, J.; FORNÓS, J.J. & TUCCIMEI, P. (1999): Dataciones isotópicas de espeleotemas procedentes de cuevas costeras de Mallorca. Estado actual de las investigaciones. In: *Contribución del estudio científico de las cavidades kársticas al*

- conocimiento geológico*. pp 143-152. Patronato de la Cueva de Nérja, Nérja, Málaga.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; AGUILÓ, C. & WATKINSON, P. (1998): La cova des Drac de cala Santanyi. *Endins*, 22: 55-66. Ciutat 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. Ciutat de Mallorca.
- HILL, C. & FORTI, P. (1997): *Cave mineral 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.
- NUÑEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Academia de ciencias de Cuba, 224 pgs. La Habana.
- OLLIER, C.D. (1975): Coral Island Geomorphology, the Trobriand Islands. *Z. Geomorpho.N.F.*, 19: 164-190.
- 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). Università degli Studi "Roma Tre". Tesi di Laurea. 114 págs. Roma.
- POMAR, L.; ESTEBAN, N.; CALVET, F. & BARÓN, A. (1983): La Unidad Arrecifal del Mioceno Superior de Mallorca. In: *El Terciario de las Baleares. Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología*. Menorca.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J. & VESICA, P. (1998): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos controlados por el nivel marino procedentes de las cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 22: 99-107. Ciutat de Mallorca.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, C.; PAZZELLI, L.; TADDEUCCI, A.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A. & GRÀCIA, F. (2000): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos recolectados a cotas inferiores al actual nivel marino, en cuevas costeras de Mallorca (España): Aportaciones a la construcción de una curva eustática detallada de los últimos 300 ka para el Mediterráneo occidental. *Endins*, 23. Ciutat de Mallorca.

## LES CAVITATS DE LA SERRA DE NA BURGUESA. ZONA 4: PUIG GROS DE BENDINAT (1a part) Calvià -Mallorca-

per Damià VICENS <sup>1,4</sup>, Damià CRESPI <sup>1,5</sup>, Vicenç PLA <sup>1,5</sup>, Miguel Àngel BARCELÓ <sup>2</sup>,  
Francesc GRACIA <sup>1,4</sup>, Antelm GINARD <sup>1</sup> i Pere BOVER <sup>4,6</sup>

### Resum

Presentam la descripció i topografia de 12 formacions endocàrstiques inèdites, situades en el puig Gros de Bendinat i als seus voltants (serra de na Burguesa, Calvià). Les més destacables són l'avenc des Vent amb 41 m de desnivell, la cova de ses Pasteretes amb 54 m de desnivell i la covota des Puig Gros de Bendinat amb 670 m de recorregut i 71 m de desnivell. Aquesta darrera cavitat, destaca per haver-hi guixos del Retià que actuen com a nivell impermeable -al menys a una part de la cavitat- i perquè s'hi troben uns espeleotemes molt peculiars, que nosaltres hem denominat "columnes en forma de copes apilades".

També presentam la catalogació del material paleontològic trobat, constituït per restes ossies de *Myotragus balearicus*.

### Abstract

We present the descriptions and topographical surveys of 12 unpublished caves, situated on the mountain Puig Gros de Bendinat and its surrounding area (Serra de na Burguesa, Calvià). The most notable are the pothole the Avenc des Vent, reaching a depth of 41 m, and the caves sa Cova de ses Pasteretes, reaching a depth of 54 m, and the Covota des Puig Gros de Bendinat with a survey length of 670 m and a survey depth of 71 m. The last cave is also notable because of a level, at least in one part of the cave, of impermeable gypsum from the Rhaetian, and because of some very curious speleothems, which we have called *columnes en forma de copes apilades* (columns in the form of heaped glasses).

## Introducció

En aquest treball es continua amb la catalogació de les cavitats de la serra de na Burguesa que es va iniciar en anteriors articles. La primera catalogació sistemàtica es deu a BARCELÓ (1992), on descriu 9 cavitats situades a s'Hostalet, fruit de les activitats espeleològiques iniciades a la dècada dels setanta. Per les seves peculiaritats cal destacar l'avenc de sa Moneda que té una impressionant columna de 21 m d'alçària quasi en el centre de la sala; l'avenc-cova de na Picacento, per la seva complexa estructura i per haver-hi una galeria que recorda pel seu aspecte les de con-

ducció; la cova dets Esfondraments amb 78 m de desnivell; el clot des Cero, que es caracteritza per tenir un microclima especial i presentar una magnífica població d'*Asplenium scolopendrium*, el que va propiciar que s'efectués un estudi de les condicions climàtiques de la cavitat (GINÉS i GINÉS, 1992).

Anys més tard, pel desembre de 1995 s'inicià una nova campanya espeleològica, aquesta vegada en el puig d'en Bou i les seves proximitats, que donà com a resultat la descripció de 12 cavitats, destacant l'avenc de l'Infern amb 850 m de recorregut i 132 m de profunditat. Per a l'exploració i topografia d'aquesta cavitat feren falta 15 dies complets, cosa que dóna una idea de la dificultat de progressió i complexitat de l'avenc (GRACIA *et al.*, 1997).

La següent campanya comença el setembre de 1997 i el sector per estudiar és el coll des Pastors i àrees adjacents. De les 17 formacions endocàrstiques estudiades en aquesta zona, cal destacar la cova des Ribellet amb un desnivell de 63 m, l'avenc des Pastors

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

2 Grup Espeleològic EST. Palma de Mallorca.

3 Grup Nord de Mallorca. Pollença.

4 Societat d'Història Natural de les Balears. Estudi General Lul·lià. Sant Roc 4. E-07001 Palma de Mallorca.

5 Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra Palma-Port de Sóller, km 30,5. E-07100 Sóller.

6 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, Cta de Valldemossa km 7.5 E-07071 Palma de Mallorca.



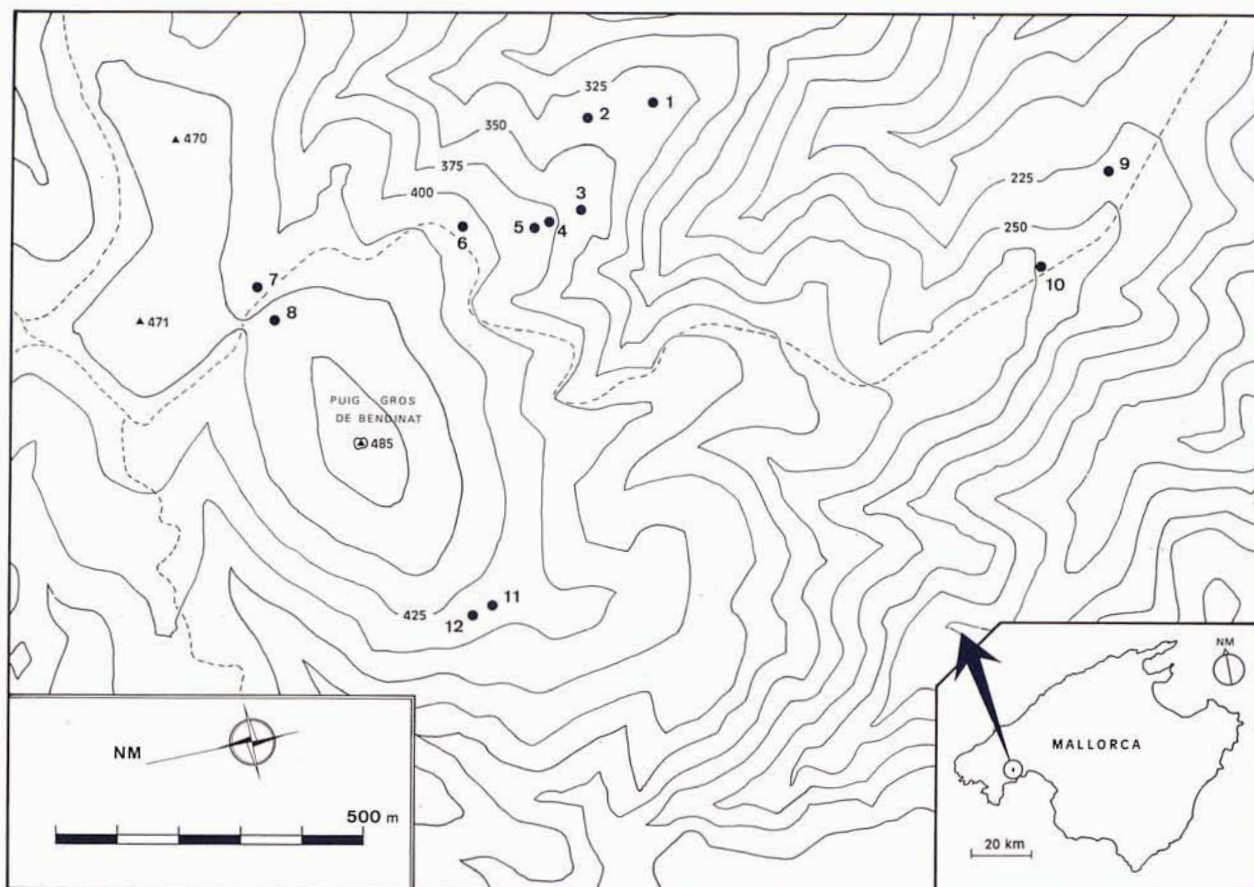


Figura 1. Mapa de la zona amb la situació de les cavitats. 1: Cova des Bloc. 2: Cova Baixa. 3: Cova des Mirador. 4: Cova de ses Pasteretes Petita. 5: Cova de ses Pasteretes. 6: Clot des Sabaters. 7: Covota des puig Gros de Bendinat. 8: Cova de sa Llima. 9: Avenc de s'Ase. 10: Cova de sa Torreta. 11: Avenc Curt. 12: Avenc des Vent.

Figure 1. Map of the zone with cave locations.

amb 74 m, i l'avenc de s'Embut amb 95 m. Aquesta darrera, es caracteritza per l'abundant i espectacular revestiment litoquímic amb espeleotemes variats, de gran bellesa i dimensions considerables (BARCELÓ *et al.*, 1998).

Les cavitats que es recullen en el present article foren topografiades en la campanya espeleològica que es dugué a terme a partir del juny de 1998 fins al gener de 2000 en el puig Gros de Bendinat i als voltants (Fig. 1). No ha estat possible acabar amb l'exploració i topografia de totes les cavitats d'aquest sector, per la qual cosa en presentam una primera part. Els fòssils trobats a la zona d'estudi s'han dipositat en el Museu de la Naturalesa de les Illes Balears de Palma (MNIB) (Taula I), a excepció d'una mandíbula de *Myotragus balearicus* -trobada a la cova de ses Pasteretes Petita- que és en el Museu Balear de Ciències Naturals de Sóller (MBCN). Totes les restes catalogades són de *Myotragus balearicus*.

## Situació geogràfica

La serra de na Burguesa se situa al SO de la serra de Tramuntana de Mallorca. La zona del present treball

se situa al voltant del puig Gros de Bendinat (485 m) i els indrets geogràfics més característics que l'envolten són: al N la coma de n'Àliga i el puig d'en Bou, a l'E es coll des Pastors, al SE la coma de sa Font de s'Ermita, al S la serra de ses Pasteretes, al SO la coma des Mussols i a l'O la coma des Forat d'en Marillo.

## Situació geològica

La serra de na Burguesa es correspon amb dues alineacions muntanyoses de direcció NE-SO que culminen amb el puig Gros de Bendinat en el S i amb el puig des Cans en el N. L'alineació muntanyosa del puig des Cans es troba desplaçada cap el NO respecte la de Bendinat. Des del punt de vista geològic cadascuna de les dues alineacions de muntanyes correspon a un plec d'inflexió de falla, més o menys complex, vergent al NO, però la septentrional desplaçada 1,5 km més al NO que la meridional. El diferent desplaçament s'acomoda amb el que es denomina rampa lateral de Valldurgent (GELABERT, 1997). La serra de na Burguesa es troba a la UNITAT V d'ALVARO (1987), i correspondria a la UNITAT III de FALLOT (1922).

L'orientació general dels plecs anticlinals i sinclinals

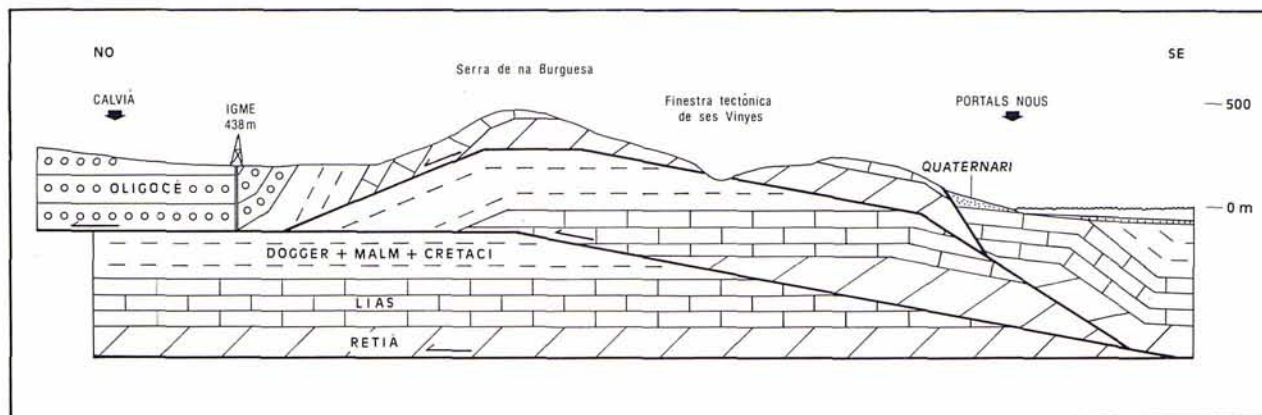


Figura 2. Tall geològic de la serra de na Burguesa. L'estructura bàsica és la d'un plec d'inflexió de falla vergent al NO, plegada per una làmina d'encavalcament inferior i de menor mida. (Modificat de GELABERT, 1998).

Figure 2. Geological section of the Serra de na Burguesa. The basic structure is a northwest facing fault-bend fold, folded by a floor thrust sheet of lower magnitude. (After GELABERT, 1999.)

l·ligats a l'estructura de na Burguesa és NE-SO, perpendicular al sentit del transport tectònic (GELABERT, 1997). Hi ha falles normals que es produeixen posteriorment a la formació dels encavalcaments. Les direccions d'aquestes solen ser NE-SO i NO-SE (ITGE, 1991).

Hi ha un tall geològic realitzat per GELABERT (1997) que va des de Portals Nous fins Calvià (sector meridional de na Burguesa), prop de la nostra zona d'estudi. La geometria del tall ve restringida pel mapa geològic, la finestra tectònica de ses Vinyes i el sondeig de l'IGME en el pla de Calvià que travessa conglomerats de l'Oligocè fins als 438 m. A la finestra tectònica de ses Vinyes afloren margo-calcàries del Dogger i Malm i la superfície d'encavalcament cabussa cap al SE. D'altra banda, en el vessant NO de l'anticlinal que forma la serra de na Burguesa, la sèrie estratigràfica presenta el Retià, el Lias, el Dogger, el Malm, el Cretaci i l'Oligocè, amb un cabussament general d'uns 50° cap al NO. La solució adoptada pel tall és considerar que la serra de na Burguesa és un plec d'inflexió de dos encavalcaments imbricats (Fig. 2). Respecte a l'edat quan es va produir l'estructura descrita, el no haver-hi sediments sintònics, únicament es pot dir que és posterior a l'Oligocè.

Totes les cavitats d'aquesta zona d'estudi, es troben majoritàriament en materials del Lias inferior (ITGE, 1991). Aquesta és una unitat massiva formada per dolomies sovint bretxades (FORNÓS i GELABERT, 1995).

Quant a l'espeleogènesi, en CAÑIGUERAL (1949) diu que les coves de la serra de na Burguesa que acompanyen els jaciments de guix són el resultat de la dissolució d'aquests, formant una buit en el Trias, essent un exemple les coves del Pilar, les de Gènova i Calvià. Aquesta interpretació és errònia, perquè els guixos de la serra de na Burguesa actuen com a nivell impermeable local, i així ho explicam més endavant.

Es pot dir que la majoria de les cavitats de la serra de na Burguesa són cavitats clàstiques amb un fort con-

trol estructural. Es caracteritzen per tenir plantes amb morfologies corbades, generalment en forma de mitja lluna i perfils que mostren una tendència a la verticalització progressiva (GRACIA *et al.*, 1997). Serien doncs, cavitats de tipus intermedi entre els avencs de tipus mecànic i les cavitats clàstiques definides per GINÉS (1995).

Segons BARCELÓ (1992) les cavitats de la serra de na Burguesa són predominantment d'origen clàstic i avencs megaclàstics. Es pot constatar que els processos d'esfondrament de les cavitats són bastant clars, i que en alguns casos donen lloc a grans volums, relacionats amb processos clàstics, com per exemple la **sala Apodemus** de l'avenc de l'Infern (GRACIA *et al.*, 1997) i la **sala Gran** de sa covota des Puig Gros, descrita en aquest article.

També es pot fer l'observació que de moment no s'han trobat galeries de dissolució en la zona freàtica, exceptuant una galeria de l'avenc-cova de na Picacento, que presenta una morfologia semblant a les de conducció (BARCELÓ, 1992).

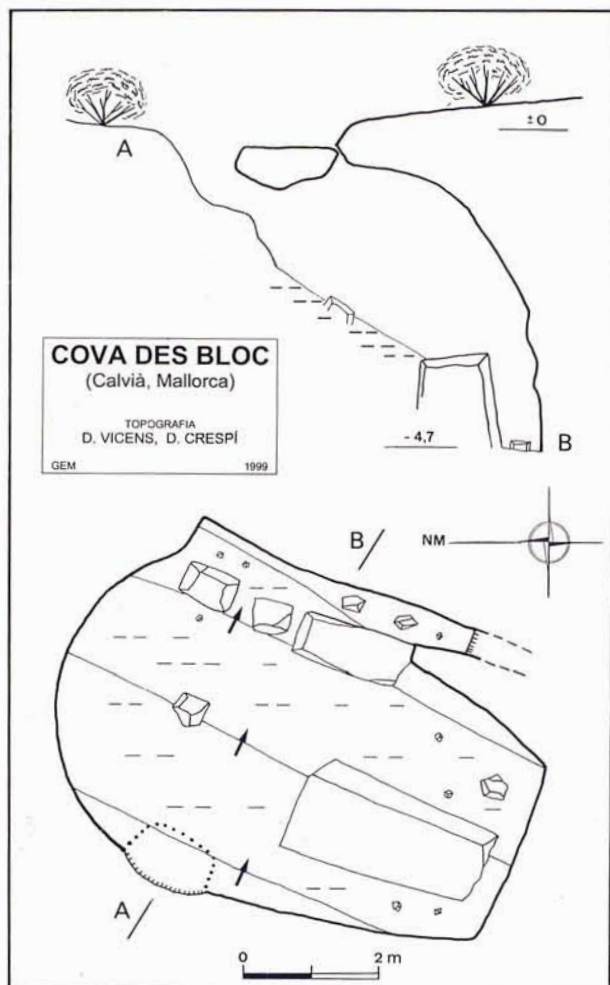
Un altre aspecte a tenir en compte és la importància que tenen les solifluxions en la majoria de les cavitats de la serra de na Burguesa; en alguns casos s'hi donen desplaçaments de més d'un metre. També s'hi observen nombrosos processos de concrecionament, que arriben a ser importants, com les **sales Concrecionades** de l'avenc de l'Infern, la **sala de ses Columnes** de l'avenc de s'Embut i la **sala des Gur** de la covota des Puig Gros.

## Descripció de les cavitats

### COVA DES BLOC

Petita cavitat situada prop de la cova Baixa, constituïda per una sala sense concrecionament litoquímic. El nom li ve perquè just a la boca d'entrada hi ha un bloc

encaixat. En el costat E hi ha un crull estret de direcció NE-SO que no tanca, però que degut a la seva estretor no es va poder penetrar. La poca estabilitat del bloc del sostre de la sala fa que l'aixemplantament d'aquest pas sigui molt perillós.

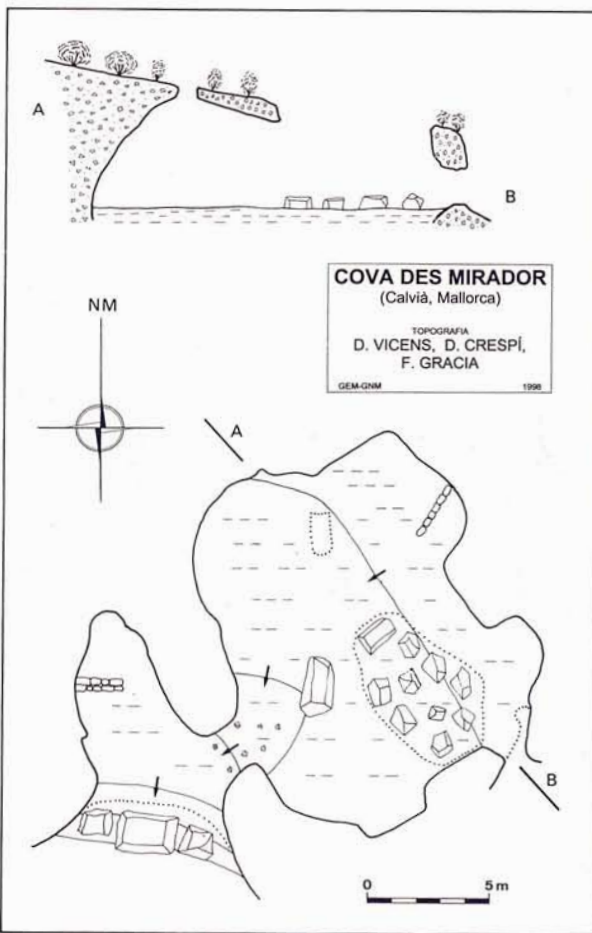
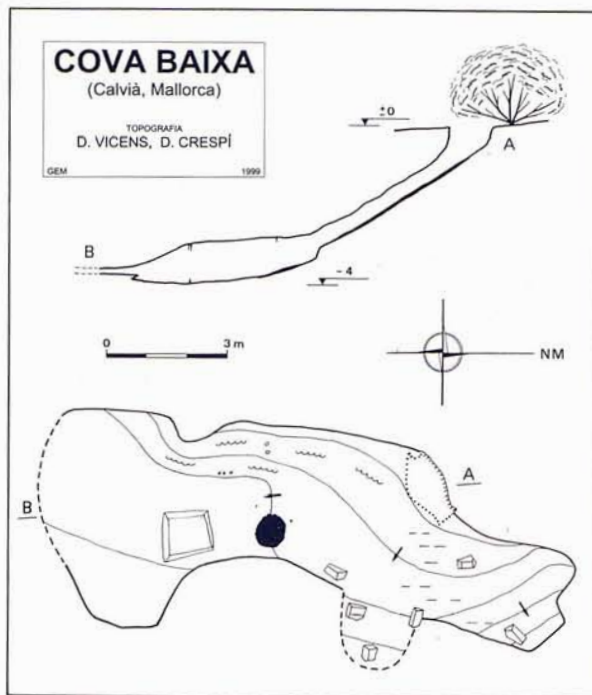


### COVA BAIXA

Cavitat situada al vessant SE del puig Gros de Bendinat. La cova consta d'una única sala de direcció N-S. Les mides són 13 x 3,5 m de planta i 1,20 m d'alçària màxima. La zona S de la cova presenta concrecionament litoquímic, mentre que a la N majoritàriament hi ha terra i blocs.

### COVA DES MIRADOR

Cova situada al SE de la cova de ses Pasteretes. Pràcticament tota la sala de 15 x 10 m es troba dins bretxes, si bé també es pot observar la roca mare en alguns indrets. La presència de les bretxes de reblliment posa en evidència que hi ha hagut processos d'ompliment i posteriors processos d'enfonsament. Presenta una entrada al S i una a l'O. El sòtil -de poc espessor- es presenta esbucat a la part central de la cova (Foto 1).



### COVA DE SES PASTERETES PETITA

Aquesta és una petita cavitat de poc recorregut situada a pocs metres de la cova de ses Pasteretes. L'entrada es troba a una depressió d'enfonsament que ens condueix a una sala de dimensions moderades. A

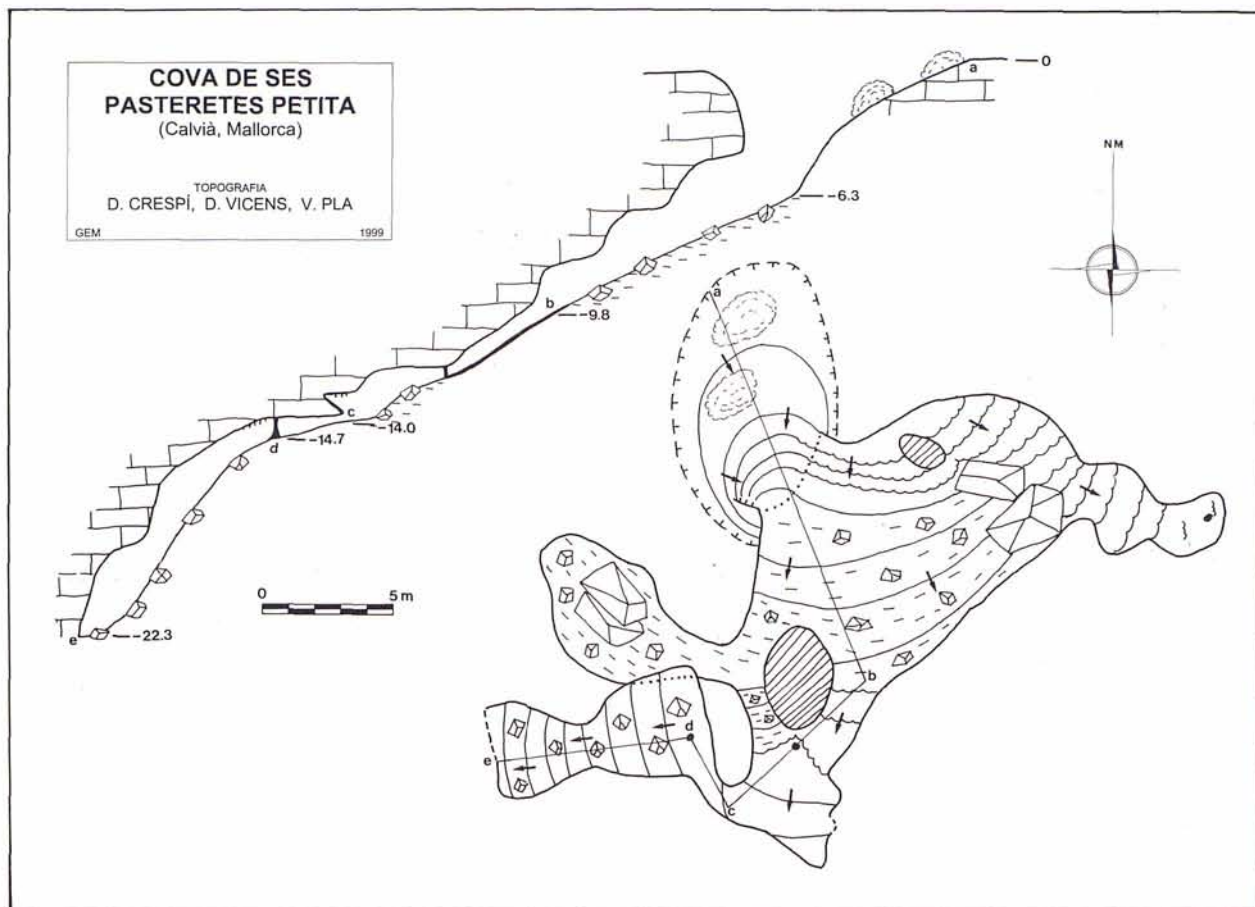


Foto 1: Vista general de la cova des Mirador, on es pot apreciar l'avançat estat d'esfondrament que presenta la cavitat. Foto D. Crespi.

Photo 1: A general view of the Cova des Mirador, where the advanced state of break-down can be appreciated. Photo D. Crespi.

través d'un pas estret recobert de colada pavimentaria, s'accedeix a una sala inferior, que presenta un cert pendent cap a l'O i que té el terra cobert de blocs. En aquesta sala, entre altres ossos d'èquids i òvids, es va trobar una mandíbula de *M. balearicus*, dipositada al Museu Balear de Ciències Naturals de Sóller.

Aquesta cova té la morfologia típica de les cavitats d'enfonsament sense control estructural.

## COVA DE SES PASTERETES

Està situada al vessant SE del puig Gros de Bendinat, a pocs metres de la cova de ses Pasteretes Petita, amb la qual deu està relacionada genèticament. La direcció general de la cavitat és NE-SO i les dimensions màximes en planta són de 39 x 41 m, amb un recorregut total de 160 m. La inclinació mitjana és de devers 60°, en direcció gairebé NO, assolint els 54 m de fondària. En planta la cova té forma de ventall invers, on els encaixaments de blocs i sediments entre les parets, juntament amb alguns concrecionaments posteriors que els recobreixen, compliquen i subdivideixen la cova formant falses sales i nivells, així com tancant, molt probablement, l'accés a altres zones desconegudes. Les formes reconstructives són localment importants i contribueixen a la consolidació posterior del material clàstic (Foto 2).

A grans trets, podem considerar una primera part on s'adquireix la màxima amplària de la planta, que arriba als -15 m de cota; les zones baixes d'aquest pis estan tancades per rebliments. En aquesta sala tenim dues entrades a través de les quals s'entra a la cavitat. La més important se situa a un esfondrament i l'altre (més estreta) es troba a l'altre extrem de la sala. Posseeix diversos gurs que s'omplen després de pluges intenses. Únicament un pas permet progressar per entre els blocs encaixats i accedir a la segona part. A partir d'aquí la cova es torna a eixamplar, amb alguna

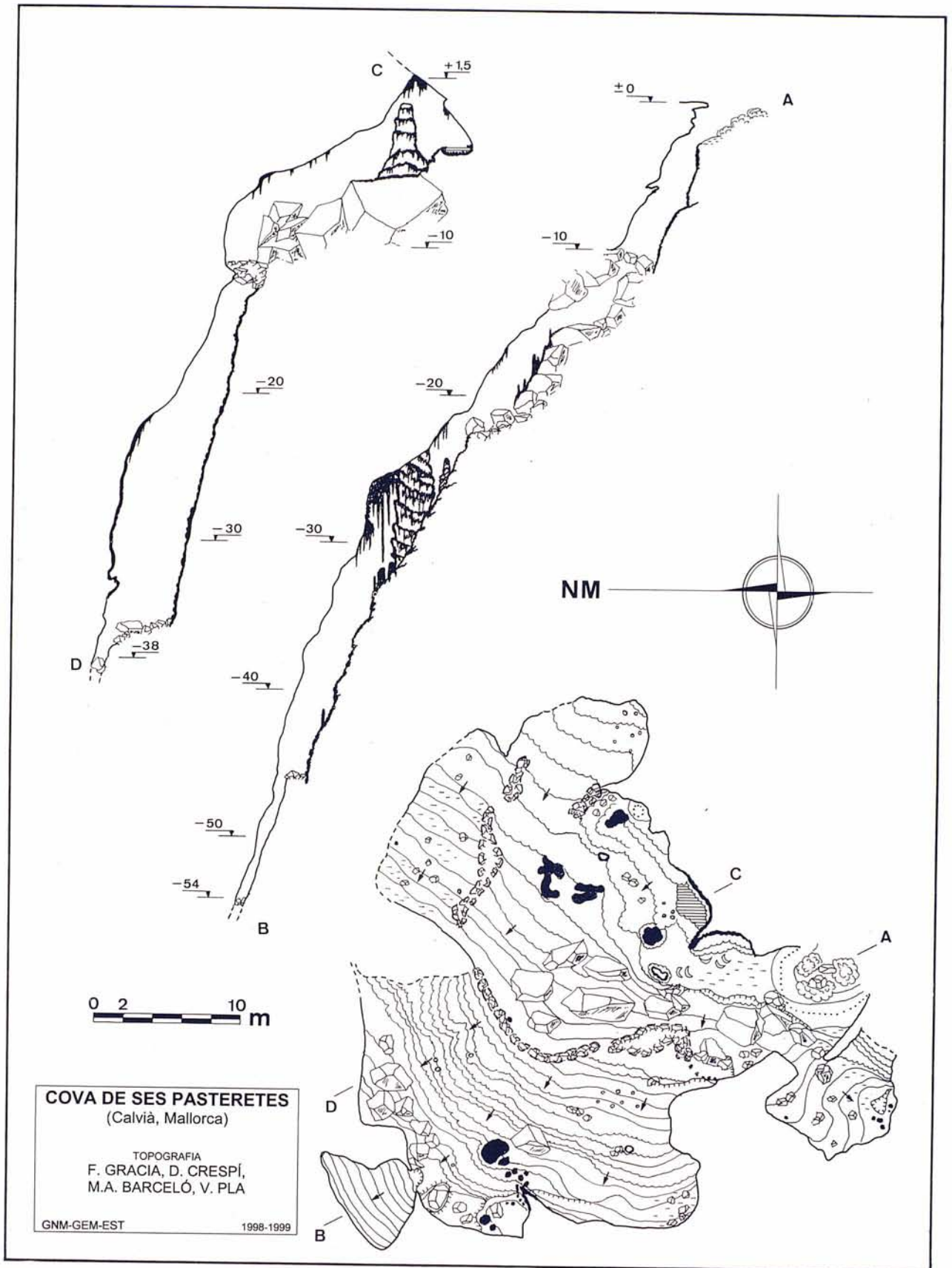




Foto 2:  
Coral·loide desenvolupat sobre una estalagmita, cova de ses Pasteretes. Foto D. Crespi.

Photo 2:  
Coralloid formed on a stalagmite, Cova de ses Pasteretes. Photo D. Crespi.

zona molt concrecionada per colades pavimentaries i altres formacions (Foto 3 i 4). És possible a través d'un pas estret continuar alguns metres més davallant per una rampa molt inclinada coberta per pedres i pols.

L'any 1975 es varen trobar restes òssies de *Myotragus balearicus* (Foto 5), que actualment es troben en part dipositades a la col·lecció del Museu de la Naturalesa de les Illes Balears -Palma de Mallorca (MNIB).

### CLOT DES SABATERS

Localitzat prop del camí, a la vessant SE del puig Gros de Bendinat. Es tracta d'un enfonsament on la boca d'accés té unes mides de 4 x 3 m, i la planta 10 x 3,5 m amb una direcció quasi E-O; la fondària és de 4 m. En el costat O hi ha nius de vespa abandonats, construïts a una paret arrecerada formada per bretxes quaternàries.

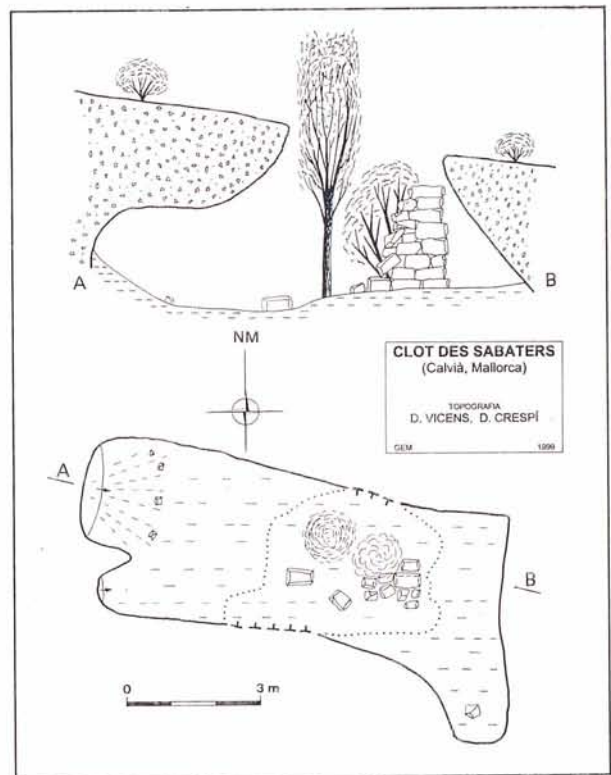


Foto 3:  
Davallada principal de la cova de ses Pasteretes. Foto D. Crespi.

Photo 3:  
Main slope of the Cova de ses Pasteretes. Photo D. Crespi.



Foto 4: Estalactites, estalagmites, columnes i banderes, al balcó del darrer bot de la cova de ses Pasteretes. Foto D. Crespi.

Photo 4: Stalactites, stalagmites, columns and drapery on the balcony of the last pitch, Cova de ses Pasteretes. Photo D. Crespi.

## COVOTA DES PUIG GROS DE BENDINAT

### Història de les exploracions

M. A. Barceló i J. F. Fernández l'any 1975 varen desobstruir l'entrada de la part fosca de la cavitat llevant un bloc i realitzaren l'exploració. El més probable és que algun pagès, l'hagués taponat per evitar que el bestiar hi entràs, ja que hi ha moltes evidències d'utilització

humana de l'entrada de la caverna. Per juny de 1998 es va iniciar l'aixecament topogràfic de la cavitat, necessitant 11 dies per poder-la topografiar, cosa que demostra que és una cova de certa complexitat.

### Descripció i morfologia

La cavitat es troba situada entre el puig Gros de Bendinat i un turó que hi ha al NE d'aquest, a l'inici d'una de les capçaleres de la coma de la font de s'Ermita. Trobar-la és fàcil, és vora del camí que duu del puig Gros fins prop del castell de Bendinat, just passat un coll. La covota és una cavitat complexa, fruit de processos clàstics en tota la cova i de concrecionament a certes zones amb un fort component tectònic. Els reompliments amb bretxes quaternàries que posteriorment han sofert processos d'enfonsament també hi són presents. La cavitat s'estructura a partir d'una fractura N-S, i les sales incrementen la seva profunditat seguint una direcció E-O. El recorregut és de 670 m, només superat de moment, per l'avenc de l'Infern que té 850 m.

La cova es troba ubicada dins dolomies del Lias inferior i del Retià i guixos del Retià.

L'entrada de la caverna és la típica boca d'esfondrament de dimensions considerables i ocupada per la vegetació que aprofita el microclima existent, presentant una semblança morfològica amb altres entrades de cavitats de la serra de na Burguesa, com són la cova des Pastors o la cova des Ribellet (BARCELÓ *et al.*, 1998), situades relativament prop de la covota del Puig Gros. Hi ha una petita marjada i es nota l'acondicionament de la part baixa, la qual cosa demostra la seva utilització com a refugi tant en èpoques històriques com possiblement prehistòriques. A la cota de -22 m hi ha un forat de 1 x 0,5 m que dóna accés a la **sala Primera**, que es caracteritza per no ser molt alta, unes dimensions aproximades de 17 x 9 m, pendent de 30°, i direcció SO-NE. Abans d'arribar a la zona més baixa de la sala -que es presenta concrecionada- si es gira cap el SE i es passa entre els blocs, s'arriba a la **sala de sa Capamunta**. Aquesta té el terra concrecionat, amagant el blocs que hi ha, amb una planta de 18 x 10 m que es



Foto 5: *Myotragus balearicus* exhumat a la cova de ses Pasteretes l'any 1975. Foto J. F. Fernández.

Photo 5: The *Myotragus balearicus* exhumed in 1975 in the Cova de ses Pasteretes. Photo J. F. Fernández.

Foto 6:  
Sala Gran de la covota des Puig Gros de Bendinat. S'observa el massís estalagmític afectat per una important solifluxió. Foto D. Crespi.

Photo 6:  
Sala Gran in the covota des Puig Gros de Bendinat. A stalagmitic assemblage, heavily affected by susidence, can be seen. Photo D. Crespi.



troba entre les cotes de -18 i -31 m. A la part alta -on hi ha abundants espeleotemes i columnes- si es gira cap al SE i se segueix per un passadís concrecionat s'arriba a la **sala de ses Arrels**, que es caracteritza per presentar arrels recobertes per carbonat càlcic, fet que s'havia observat a altres caveres de la serra de na Burguesa, on la superfície topogràfica és prop del sòtil de la cavitat. Un exemple clar el tenim a la zona S de la cova dets Ossos (BARCELÓ *et al.* 1998). La zona alta de la **sala de ses Arrels** presenta una notòria concreció litoquímica, havent-hi espeleotemes diversos i cola-

des parietals. Hi ha un petit pis superior, que s'ha de passar per davall si es vol arribar a la cota inferior de la sala. Per fer-ho s'ha de salvar un bot d'uns 2 m que es pot realitzar aferrant-se als espeleotemes. La sala té unes dimensions de 24 x 10 m en planta, el pendent es de 40°, i el sòtil a algunes zones no té més d'1,5 m d'alçària. A la cota de -41 m hi ha un forat que dóna a una finestra entre blocs encaixats, d'on es pot devallar fins prop de l'entrada de la **sala des Forat**, amb la utilització d'una corda. Però, no és convenient perquè s'hi pot arribar per un altre camí.



Foto 7: Sala Gran de la covota des Puig Gros de Bendinat. Al fons veiem la davallada a la part inferior de la sala. Foto D. Crespi.

Photo 7: Sala Gran in the Covota des Puig Gros de Bendinat. In the background the slope in the lower section of this chamber can be seen. Photo D. Crespi.





Foto 8: Sala des Gur de la covota des Puig Gros de Bendinat. Es veu el gur que dona nom a la sala, així com un aspecte del seu ornament: estalactites, estalagmites i colada pavimentària. Foto D. Vicens.

Photo 8: Sala des Gur in the Covota des Puig Gros de Bendinat. The gur, or rimstone pool, that gives the chamber its name can be seen. Stalactites, stalagmites and flowstone pavements can also be seen. Photo D. Vicens.

La direcció d'aquestes tres sales (**sala Primera**, **sala de sa Capamunta** i **sala de ses Arrels**) es semblant, és a dir, SO-NE. El pendent es va incrementant de E a O (30°, 40° i 45° respectivament). En realitat es tractaria inicialment d'una única sala, que els processos clàstics i de concrecionament han convertit en tres.

Per continuar amb la visita de la cavitat s'ha de tornar a la **sala de sa Capamunta**, i això es pot fer de dues maneres, o tornar pel camí d'abans o passar per la vorera d'un forat situat a la cara N a la cota de -27 m de la **sala de ses Arrels** i accedir a la zona central de la **sala de sa Capamunta**.

A la part més baixa de la **sala de sa Capamunta**, passant per una finestra es pot connectar a la **sala des Balcons**, que es caracteritza per no estar ben definida i presentar irregularitats topogràfiques. Salvada la finestra, es davalla per una rampa amb blocs concrecionats on el marge N està limitat per un tallat, que va perdent alçària fins un punt en què es pot girar: cap el E, per veure la **sala Gran** des d'un balcó; cap a NE, per arribar fins a la cota inferior de la **sala des Balcons** i des-

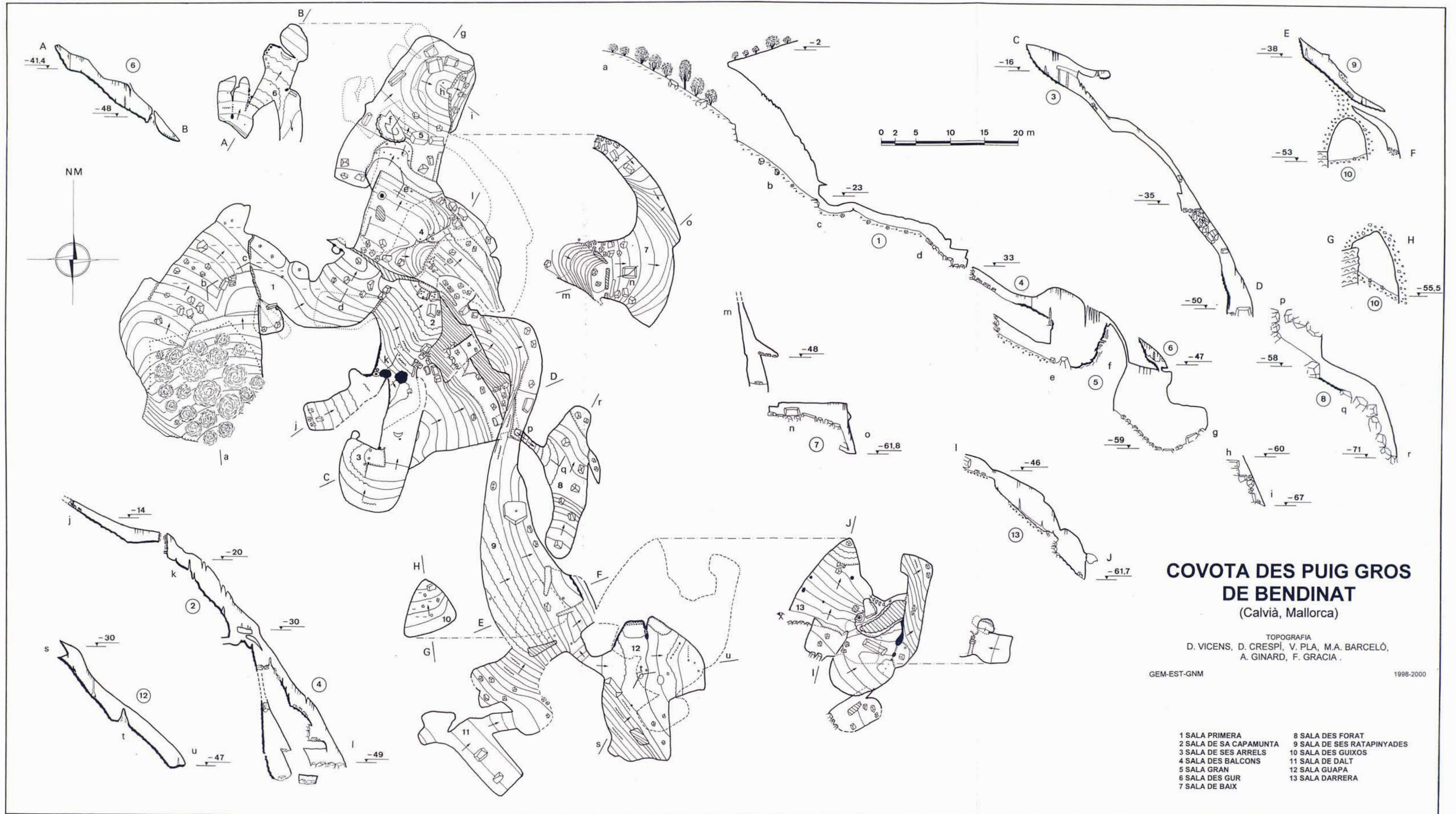
prés girar cap el NO i accedir a la **sala Gran**; cap al SO, per després d'uns 3 m girar cap el SE i visitar el que resta de la cova (**sala de baix**, **sala des Forat**, **sala de ses Ratapinyades**, **sala des Guixos**, **sala de Dalt**, **sala Guapa** i la **sala Darrera**).

La **sala Gran** és la que presenta més volum de la cavitat. Un massís estalagmític, afectat per la solifluxió i basculat divideix la sala (Foto 6). A la cara O del massís hi ha un salt, a la cara E es pot devallar per un pas per arribar a la zona inferior de la sala (Foto 7), que passant entre blocs assoleix la cota de -67 m. Davant el massís estalagmític, pengen del sòtil unes impressionants estalactites, algunes de les quals fan uns 3 m de longitud. Per damunt de la **sala Gran** hi ha un nivell superior, la **sala des Gur**, que per arribar-hi es passa per un passadís lateral al S del massís estalagmític que li dona mitja volta. La **sala des Gur** és un dels pocs llocs de la cova on es pot trobar aigua dins un gur (Foto 8). A la zona més inferior hi ha espeleotemes subaquàtics, formats dins antics gurs actualment eixuts. A la part superior, pujant per una colada estalagmítica, s'arriba a una saleta en què hi ha columnes en forma de copes apilades i alguna excèntrica notòria (Foto 9). És una de les sales que presenta més concrecions litoquímiques de la cavitat, amb evidències de solifluxió.

A la **sala de Baix**, que es troba situada per davall de la sala des Balcons, s'hi pot accedir passant per una estretor. Les seves dimensions són de 10 x 14 m, assoleix una cota de -62 i tot el sostre és un immens bloc. Hi ha pocs fenòmens litoquímics. A la zona N, passant entre blocs es pot accedir a la sala Gran.

Si en lloc de visitar la **sala de Baix** es segueix cap el SO -és necessari utilitzar tècniques d'oposició per avançar- i es continua a través d'un crull de direcció N-S, s'arriba a un forat que hi ha al terra que dona pas a la **sala des Forat**. Per accedir-hi es recomana utilitzar una corda i tenir molta cura amb els blocs inestables que hi ha per tota la sala. La major fondària de la cavitat s'assoleix en aquesta sala arribant a la cota de -71 m.

Just vora el forat anterior, salvant un ressalt d'uns 4 m, es troba la **sala de ses Ratapinyades**, la qual rep aquest nom perquè es varen observar quiròpters. La sala, de dimensions de 27 x 12 m, s'estructura seguint la direcció del crull N-S. La zona superior de la sala està recoberta de colades parietals i al terra per un concrecionament de tipus coral·loide que oculta les bretxes quaternàries que es troben per davall. Això es pot afirmar perquè de la zona d'enmig es pot accedir per dues bandes a la **sala des Guixos**, i mentre s'hi davalla es poden observar les bretxes. La zona més baixa de la **sala de ses Ratapinyades** es va estrenyent, i acaba tancant-se pels blocs. A la part superior de la zona S de la sala, es pot remuntar una colada estalagmítica per després girar cap el S fins un muntet de derrubis, on pujant per una galeria es pot arribar a la **sala de Dalt**, de dimensions 5 x 12 m, on hi ha blocs i pocs fenòmens litoquímics.



**COVOTA DES PUIG GROS  
DE BENDINAT**  
(Calvià, Mallorca)

TOPOGRAFIA  
D. VICENS, D. CRESPI, V. PLA, M.A. BARCELÓ,  
A. GINARD, F. GRACIA

GEM-EST-GNM 1998-2000

- |                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| 1 SALA PRIMERA         | 8 SALA DES FORAT           |
| 2 SALA DE SA CAPAMUNTA | 9 SALA DE SES RATAPINYADES |
| 3 SALA DE SES ARRELS   | 10 SALA DES GUIXOS         |
| 4 SALA DES BALCONS     | 11 SALA DE DALT            |
| 5 SALA GRAN            | 12 SALA GUAPA              |
| 6 SALA DES GUR         | 13 SALA DARRERA            |
| 7 SALA DE BAIX         |                            |



Foto 9: Excèntrica de la sala des Gur de la covota des Puig Gros de Bendinat. Foto D. Crespi.

*Photo 9: Helictite in the Sala des Gur, Covota des Puig Gros Bendinat. Photo D. Crespi.*

La **sala des Guixos**, situada per davall de la **sala de ses Ratapinyades**, és el resultat d'un enfonsament d'edat quaternària. És una sala de dimensions modestes, 7 x 8 m, però el sostre té uns 6 m d'alt. Les parets i el sòtil són bretxes quaternàries, a excepció de la paret S i part de l'O on hi afloren uns estrats constituïts per guixos gris-blanquinosos (Foto 10) d'edat retiana (122/47 S). DARDER (1914) fa una distinció entre el guixos triàsics, que considera d'origen llacunar, i el guixos juràsics de la serra de Na Burguesa, que creu d'origen eruptiu, hipòtesi que FALLOT (1922) rebutja perquè creu que tots els guixos de la serra de Tramuntana són d'origen sedimentari. DARDER (1946) opina que ha de sotmetre's a revisió. És l'opinió dels autors d'aquest treball que DARDER (1914) s'equivocà en les interpretacions de les seves observacions. En primer lloc confon termes, ja que fa una mescla de conceptes de metamorfisme, processos eruptius i processos hidrotermals o pneumatolítics. Els processos que cita corresponen a fenòmens hidrotermals o pneumatolítics i en canvi ell parla de metamorfisme i processos eruptius. En segon lloc no es veu cap evidència que pugui relacionar l'emplaçament dels guixos amb processos hidrotermals o



Foto 10: Detall dels guixos de la sala des Guixos de la covota des Puig Gros de Bendinat. La laminació ens indica el seu origen sedimentari. També es poden apreciar les morfologies superficial de dissolució. Foto D. Vicens.

*Photo 10: Detail of the gypsum in the Sala des Guixos, Covota des Puig Gros de Bendinat. Its lamination indicates its sedimentary origin. Surface solution morphologies can also be seen. Photo D. Vicens.*

pneumatolítics, en canvi els guixos mostren una certa laminació que ens indica el seu origen sedimentari. Els guixos de la serra de na Burguesa probablement corresponen a ambients evaporítics de petita extensió. Pel que hem pogut veure els nivells de guixos deuen ser capes de poca continuïtat lateral que s'emporten entre les dolomies del Retià. En el cas concret de la **sala des Guixos** de la covota, actuen com a nivell impermeable local. Per sobre dels guixos podem veure formes de dissolució superficial que ens indiquen que l'aigua ha circulat per damunt dissolvent els guixos. No sembla, però, que aquest nivell hagi actuat com a impermeable a escala regional donada la seva poca continuïtat.

De la **sala de ses Ratapinyades**, per un pas situat a la zona S, es pot accedir a la **sala Guapa**, de dimensions 17 x 15 m, que es caracteritza per presentar un abundant concrecionament litoquímic. La solifluxió és molt evident, i basta observar les columnes del centre de la sala o la colada pavimentària de la part més baixa, ambdues afectades per aquest procés. A la zona N, hi ha nombroses columnes amb una forma molt peculiar, que recorden copes apilades una damunt l'altra (Foto 11). La majoria d'elles, tenen una alçada entre 1 i 2 m i no són molt gruixudes. Tot seguit, va sorgir la incògnita de com s'havien format aquestes columnes. Les hipòtesis proposades són dues:

- Hipòtesi A: les columnes s'han romput amb un desplaçament molt petit, de l'ordre d'un mil·límetre o menys. Seguidament s'ha anat formant un disc entre les superfícies de ruptura, que donà poc a poc la forma de copa. Això ha passat en unes quantes ocasions.
- Hipòtesi B: les columnes s'han romput amb un desplaçament de l'ordre decimètric en sentit vertical i sense cap tipus de desplaçament lateral. La rotura

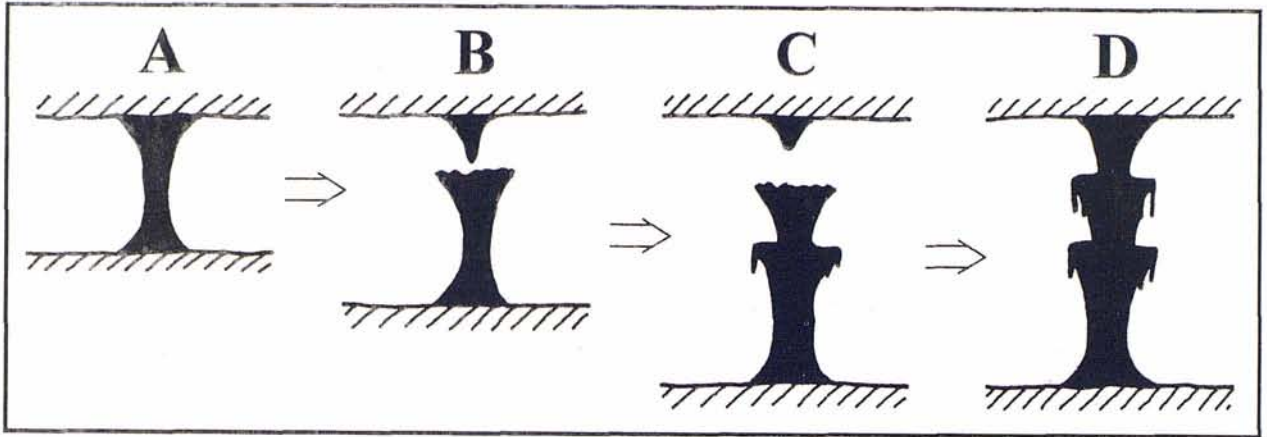


Figura 3. Procés de formació de les columnes en forma de copes apilades, segons la hipòtesi B. A) Estat inicial. B) Primera separació i inici de formació d'una nova estalactita. C) Segona separació i nova formació d'una estalactita. D) Estat final

Figure 3. Formation process of the columns en forma de copes apilades (columns in the form of heaped glasses) according to hypothesis B. A) Initial state. B) First separation and start of new stalactite formation. C) Second separation and new stalactite formation. D) Final state.

de la columna es produeix just en el contacte de la columna amb el sòtil, el lloc més dèbil, per la qual cosa més que una rotura es tracta d'una separació. A l'igual que la hipòtesi A, aquest procés s'ha repetit diverses vegades.

Nosaltres ens inclinam per la hipòtesi B perquè els processos de solifluxió són molt importants a la **sala Guapa**, sobretot a les proximitats de les columnes. També un detall curiós és que per davall de les columnes en forma de copes apilades, hi ha un buit (la **sala Darrera**), que ben segur ha jugat un paper imprescindible en el procés de formació d'aquestes columnes. A la **sala des Gur**, les columnes amb aquesta morfologia, també per davall tenen un buit (la **sala Gran**) i els processos de solifluxió són evidents. El buit de davall ha fet que el desplaçament fos completament vertical i sense desplaçament lateral; el més probable és que l'ordre del desplaçament fos decimètric en cada ocasió que ha succeït un enfonsament (Fig 3).

Per acabar, descriurem la **sala Darrera**. S'hi pot accedir per un pou d'uns 4 m que hi ha a la **sala Guapa** o per un pas que es va trobar desobstruint des de la **sala de ses Ratapinyades**. La sala presenta unes

dimensions de 22 x 18 m i una direcció N-S. Hi ha zones bastant concrecionades, sobre tot pels costats de la sala. Al terra hi ha majoritàriament, concrecions pavimentàries de poca gruixa, i rompudes perquè per davall hi ha bretxes no consolidades. A la part més profunda de la sala s'hi arriba passant per un passadís lateral de la zona E, assolint la cota de -65 m. Com a cosa interessant, a la part central i a la cota de -57 m hi ha uns gurs eixuts, de color blanc pel carbonat càlcic que hi precipitava.

#### Equipament

Malgrat la complexitat i dificultats que comporta el seu recorregut, no és necessari gaire material. Tan sols recomenam dur una corda de 10 m per fer-la servir com a passamans en aquells passos en què ho considerem oportú i una corda de 30 m per si es vol accedir a la **sala des Forat**.

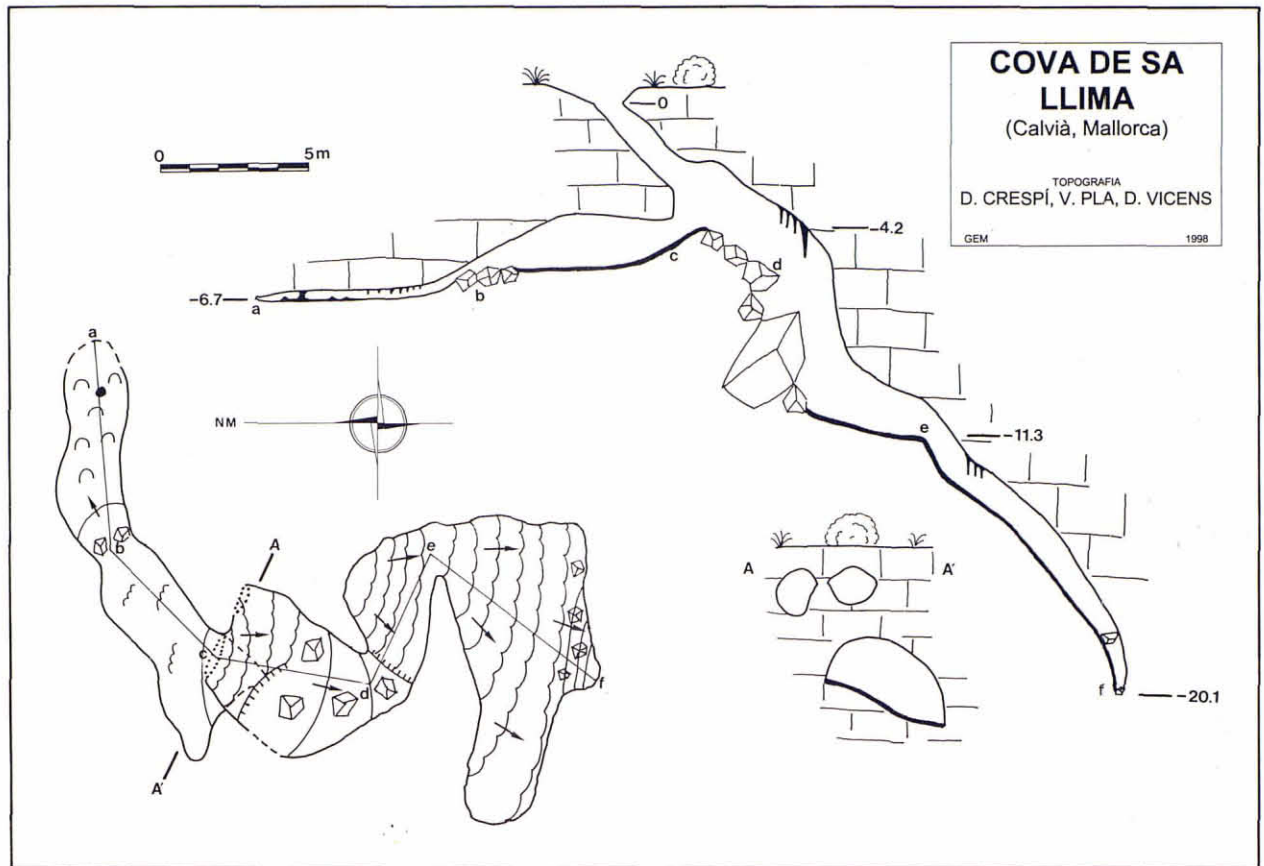
#### Problemes de conservació

Devers el mes de març de 2000, en el coll N del puig Gros, s'ha col·locat un panell explicatiu de l'itine-



Foto 11: Columnes en forma de copes apilades que trobam a la sala Guapa de la covota del Puig Gros de Bendinat (també n'hi ha algunes a la sala des Gur). Foto D. Vicens.

Photo 11: Columns in the form of heaped glasses, "columnes en forma de copes apilades", in the Sala Guapa, covota des Puig Gros de Bendinat (there are also some in the Sala des Gur). Photo D. Vicens.



rari excursionista que va del puig Gros fins prop del castell de Bendinat i es marca com a lloc d'especial interès la visita de la boca de la covota, per la qual cosa s'ha construït un petit mirador. Per això s'ha condicionat una àrea de la part SO de la boca i s'ha col·locat un arrambador de fusta.

Donar a conèixer la boca de la covota, té en el nostre parer una sèrie d'avantatges i d'inconvenients, que donam a continuació:

- L'avantatge més gran, sense cap dubte, és presentar al públic que passeja per aquells indrets uns dels valors naturalístics més importants de la serra de na Burguesa, els càrstics.
- Quant als inconvenients, destacar en primer lloc l'increment de fems a la boca, com són papers d'alumini, bosses de productes alimentaris, tetra-briks, i llaunes de begudes i d'aliments, entre d'altres (cosa que els autors d'aquest article ja hem observat). El segon inconvenient, més greu que l'anterior, és que s'efectuïn dins la cova actes de vandalisme i trencaments d'espeleotemes per visitants ocasionals, desproveïts de "cultura espeleològica", cosa freqüent per desgràcia a la nostra Illa sobretot a les coves de fàcil accés (GINÉS i MAYOL, 1995). Les sales que inicialment són més propícies per actes vandàlics són les més pròximes a la boca d'entrada i per tant més accessibles (**sala Primera, sala de sa Capamunta i sala de ses Arrels**). Per acabar, el tercer inconvenient és que per un visitant desconexedor del món subterrani no és gaire difí-

cil perdre's dins la covota, cosa que li ocasionaria com a mínim un gran espant.

### COVA DE SA LLIMA

La cova de sa Llima es localitza al vessant NE del puig Gros de Bendinat, entre el cim del puig i la covota del Puig Gros de Bendinat. A la cavitat s'hi accedeix per una boca superior que presenta dues obertures. D'aquí passam a una sala coberta de blocs que pel costat S davalla per una rampa concrecionada fins que queda tancada pels blocs. Per davall de l'entrada hi ha una obertura inferior que ens condueix a una petita sala molt concrecionada, amb colada pavimentària i gurs.

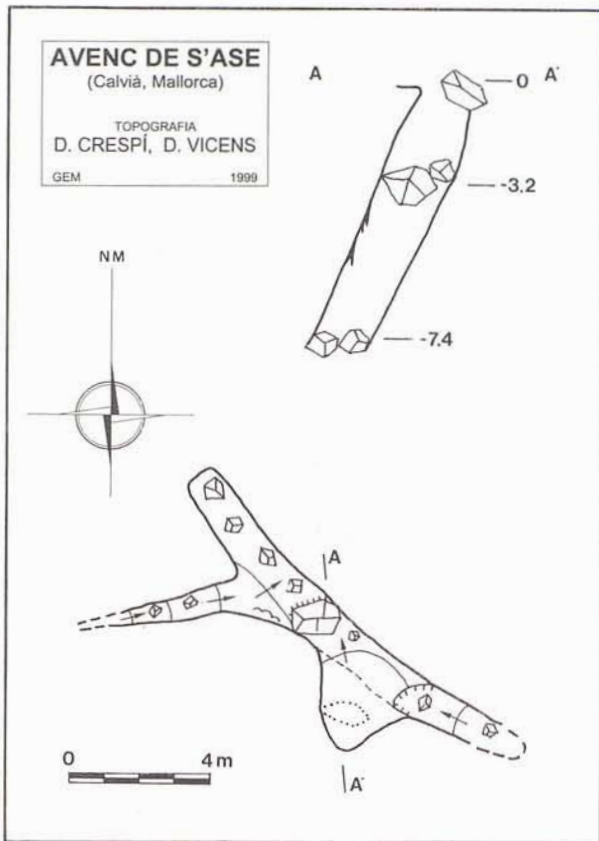
Encara que aquesta cova presenta una morfologia bastant irregular, quadra perfectament en l'esquema de les cavitats d'enfonsament de la serra de na Burguesa.

### AVENC DE S'ASE

Cavitat que es troba a pocs metres del camí que porta fins al puig Gros de Bendinat i que parteix del camp de golf de Bendinat.

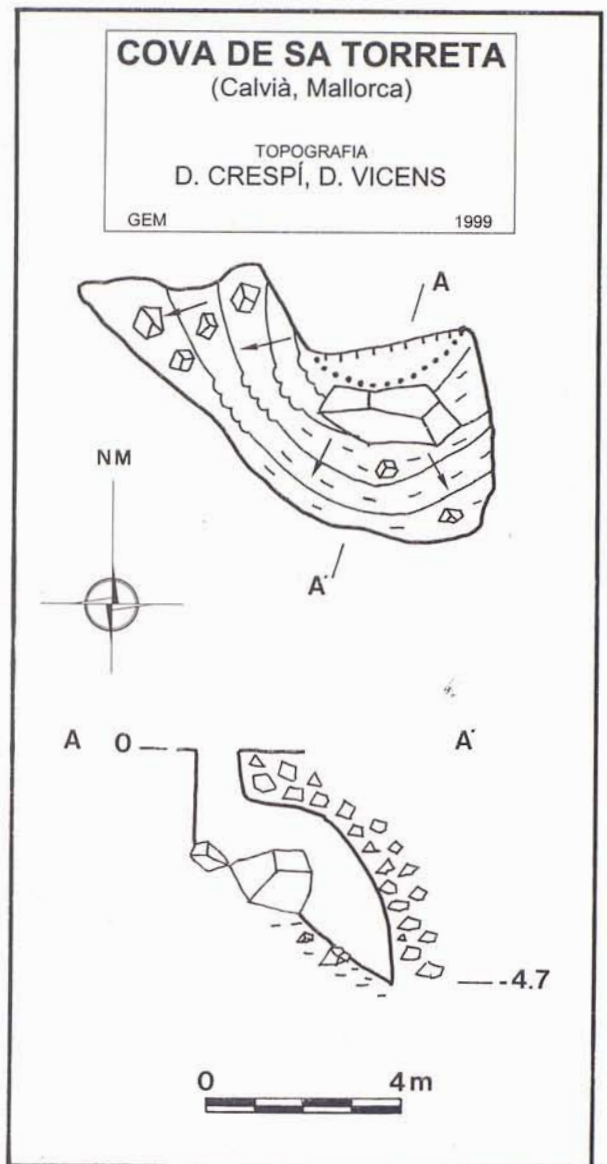
En aquesta cavitat s'hi entra a través d'una obertura superior que ens du fins a la part inferior davallant entre blocs. El nom d'aquesta gruta li ve donat per uns ossos d'ase que trobarem al fons de l'avenc.

L'avenc de s'Ase segueix dues diàclasis, la principal té una orientació NO-SE, mentre que un ramal segueix una altra diàclasi d'orientació quasi E-O.



### COVA DE SA TORRETA

Petitíssima cavitat que presenta una morfologia típica de cavitat d'enfonsament. El nom li ve perquè es troba al peu d'una torreta d'electricitat, situada molt a prop de l'avenc de s'Ase. Aquesta cova, només consta d'una sala de dimensions molt reduïdes amb el sòl cobert de blocs i terra.



### AVENC DES VENT

Cavitat d'11,8 m de profunditat, situada a poca distància de l'avenc des Vent. La seva gènesi la podem incloure dins els típics avencs clàstics formats a la serra de na Burguesa. La boca de 1 x 1,3 m permet accedir al seu interior a través d'un petit tub que finalitza a uns 4 m sobre el terra. La cavitat ha sofert un reompliment de materials col·luvials que formen bona part del seu interior, incloent el terra i les parets. Dins les bretxes, en direcció NO, es trobaren petites restes de carbó. Les úniques formacions litoquímiques que el decoren són les colades parietals que cobreixen algunes zones. Al seu interior, destaca un gran bloc que ha quedat encaixat en la paret E. Es pogué recollir un exemplar femella de l'aràcnid *Meta bourneti* (det. G. X. Pons) que ha quedat dipositat amb el número MNIB 15105 (col·lecció Arachnida) al Museu de la Naturalesa de les Illes Balears -Palma de Mallorca-. Aquest aràcnid és el més gran que es pot trobar a les cavitats de les Balears.

L'avenc des Vent se situa al SO del puig de Bendinat, a un coll prop de la coma des Forat d'en Marillo. És la tercera cavitat més profunda (41 m) de la zona estudiada en aquest treball.

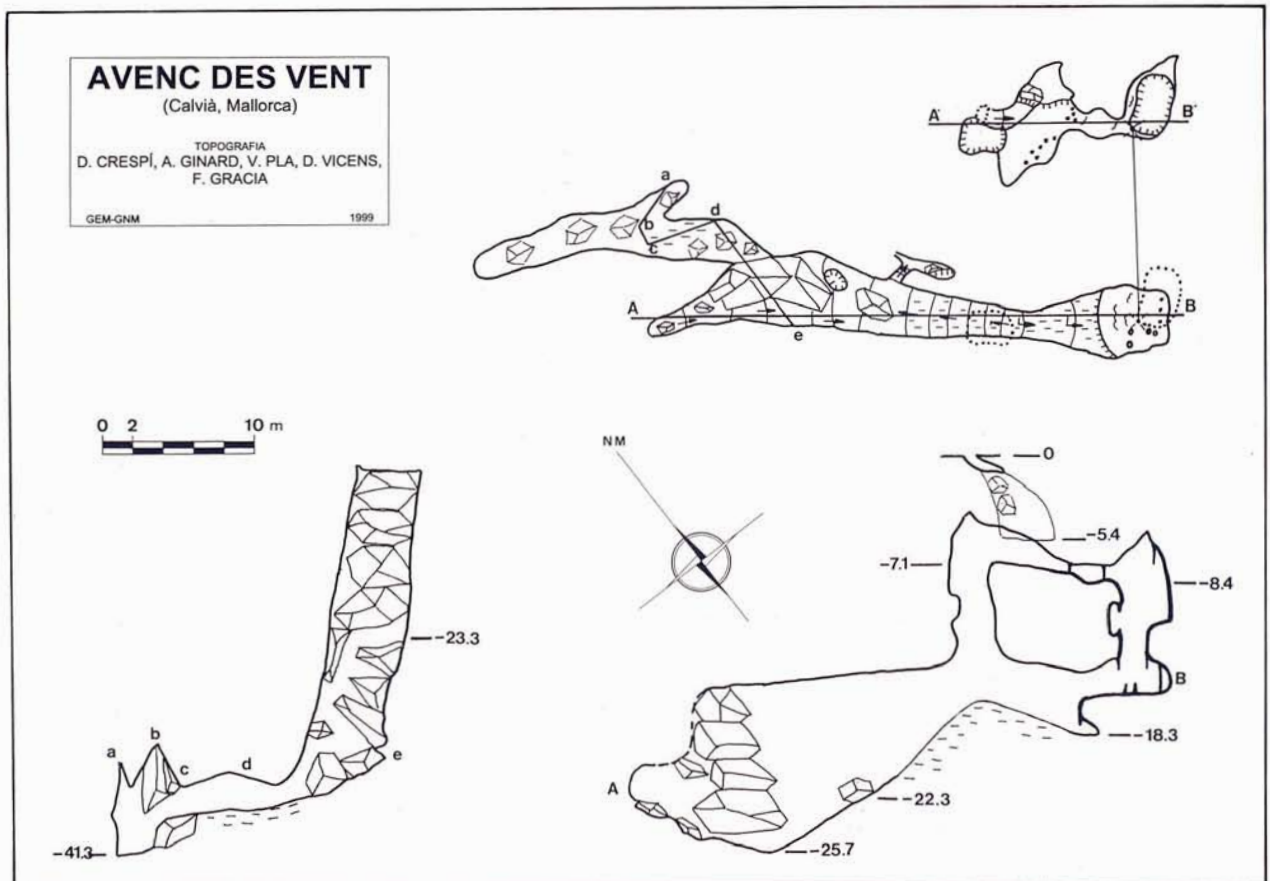
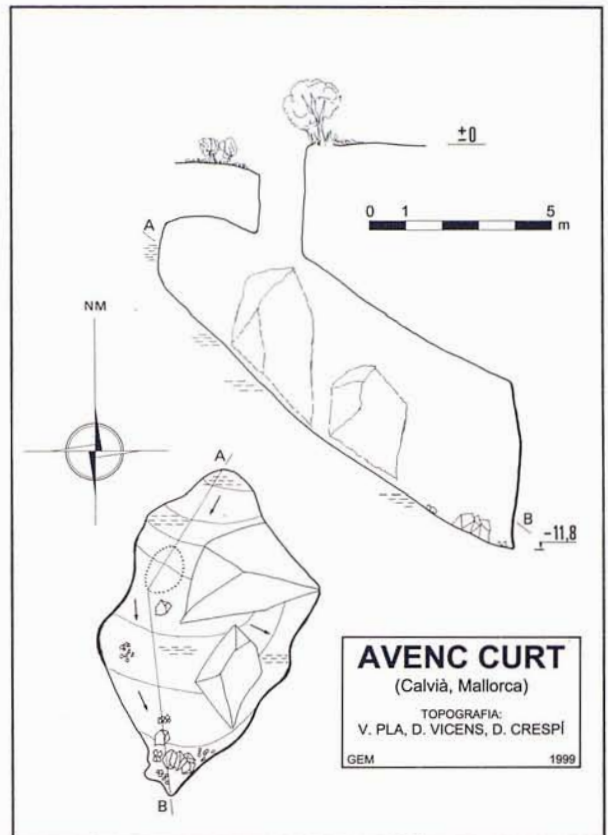
A la cavitat s'hi entra a través d'una petita obertura que, davallant entre blocs, dona a la **sala Superior** de la cova. D'allà, passant un ressalt d'uns 2 m s'accedeix a la **sala des Dos Pous**. Aquesta sala presenta un cert concrecionament de colades pavimentàries i petites columnes, on hi ha dos pous, el primer dels quals (situat al NO) no és fiable per fer el descens ja que les parets estan formades per bretxes no consolidades i es corre un gran perill de caiguda de blocs. Davallant pel segon pou, situat al SE, on s'hi arriba a través d'una curta i angosta galeria molt concrecionada. El pou de descens també presenta bastant de concrecionament en forma de colades parietals i estalagmites. D'aquí arribam a la **sala des Blocs**, de morfologia allargada seguint una fractura de direcció NO-SE, que d'altra banda és

l'orientació general de la cavitat. En aquesta sala, a l'extrem NO, trobam un apilament de blocs de grans dimensions que fan possible pensar en una continuació entre els blocs, usant tècniques d'escalada. El sòl d'aquesta cavitat està cobert de terra a la banda dels pous i de blocs a la resta. A la paret del NE hi ha un crull que no es va poder practicar, però que tal volta podria donar una nova continuació si s'eixamplàs abastament.

Entre els blocs encaixats hi ha una continuació que ens du a assolir la cota inferior que es davalla a través d'un pas entre els blocs.

Aquesta cavitat és bastant típica dels avencs de la serra de na Burguesa. És una cavitat clàstica amb un fort control estructural i concrecionament localitzat a alguns llocs.

El material necessari per fer aquesta cavitat és de només dues cordes, una de 20 m que es fa servir tan sols a la zona de l'entrada com a passamans, i l'altra d'uns 30 m, necessària per davallar pel pou.



Nº COL·LECCIÓ	JACIMENT	DATA REC.	DESCRIPCIÓ
<i>Ref. no.</i>	<i>Site</i>	<i>Find date</i>	<i>Description</i>
MNIB 6077	Cova de ses Pasteretes	1975	Varis ossos del mateix individu: crani (amb zona premaxil·lar rompuda), 2 mandíbules, atlas, axis+5 vèrtebres cervicals, 13 vèrtebres dorsals, 6 vèrtebres lumbar, sacre, 8 vèrtebres caudals, 24 costelles (+varis fragments), pelvis completa (falta un fragment) i 2 omòplats (fragmentats). (*)
MNIB 58245	Cova de ses Pasteretes	1975	Radi-ulna esquerra (*)
MNIB 58246	Cova de ses Pasteretes	1975	Radi-ulna dret (*)
MNIB 58247	Cova de ses Pasteretes	1975	Fèmur esquerra (*)
MNIB 58248	Cova de ses Pasteretes	1975	Húmer dret (*)
MNIB 58249	Cova de ses Pasteretes	1975	Metacarpia dret (*)
MNIB 58250	Cova de ses Pasteretes	1975	5 ossos del carp dret (escafoides, semilunar, unciforme, cuneiforme i capítotrapezoide) (*)
MNIB 58251	Cova de ses Pasteretes	1975	Falange 1 (*)
MNIB 58252	Cova de ses Pasteretes	1975	Falange 2 (*)
MNIB 58253	Cova de ses Pasteretes	1975	Falange 3 (*)
MNIB 58988	Cova de ses Pasteretes	1975	Mandíbula dreta (fragment medial) amb M <sub>3</sub>
MNIB 58989	Cova de ses Pasteretes	1975	Molariforme superior
MNIB 58990	Cova de ses Pasteretes	1975	Falange 1
MNIB 58991	Cova de ses Pasteretes	1975	Fragment indeterminat
MNIB 58992	Cova de ses Pasteretes	1975	Metacarpia esquerra (fragmentat)
MNIB 58993	Cova de ses Pasteretes	1975	Tíbia esquerra (fragment proximal)
MNIB 58994	Cova de ses Pasteretes	1975	Pelvis dreta (fragment)
MNIB 58995	Cova de ses Pasteretes	1975	Radi dret (fragment diàfisi)
MNIB 58996	Cova de ses Pasteretes	1975	Costella (fragment)
MNIB 65272	Covota des puig Gros de Bendinat	20/01/99	Fèmur esquerra (fragment proximal i fragment distal del mateix os. Falta la part central de la diàfisi)
MNIB 65273	Covota des puig Gros de Bendinat	4/01/00	Material lleugerament concrecionat del mateix individu juvenil: hùmers dret i esquerra (diàfisi), mandíbula dreta (fragment distal amb dP <sub>4</sub> , M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> en creixement i alveols del dl <sub>2</sub> i dP <sub>3</sub> ), 2 fragments de crani (banyes, 1 completa sense la base i una rompuda a la part terminal però amb la base), vèrtebra sacra, metacarp dret (diàfisi sense tròclees), incisives (esquerra i dreta), vèrtebra cervical (fragment), premolar superior, molariforme superior, fragment maxil·lar esquerra, varis fragments indeterminats.
MNIB 65274	Covota des puig Gros de Bendinat	30/10/99	Húmer esquerra (fragmentat). Falta fragment proximal (cap) i meitat fragment distal (part lateral)
MNIB 65275	Covota des puig Gros de Bendinat	30/10/99	Tíbia esquerra (fragment proximal plantar)
MNIB 65280	Avenc des Vent	27/06/99	Crani incomplet (fragmentat)
MNIB 65281	Avenc des Vent	27/06/99	Vèrtebra dorsal
MNIB 65282	Avenc des Vent	27/06/99	Costella (fragment)
MNIB 65283	Avenc des Vent	27/06/99	Radi-ulna dret (fragment proximal)
MNIB 65284	Avenc des Vent	27/06/99	Tíbia esquerra (fragment proximal, cresta dorsal absent)
MBCN s/n	Cova de ses Pasteretes Petita		Mandíbula

Taula 1. Llistat dels ossos de *Myotragus balearicus* trobats a les cavitats descrites en aquest article i dipositats en el Museu de la Naturalesa de les Illes Balears -Palma de Mallorca-(MNIB) i en el Museu Balear de Ciències Naturals -Sòller-(MBCN). (\*) Ossos de la cova de ses Pasteretes que corresponen probablement al mateix individu. NMI: número mínim d'individus.

NMI cova de ses Pasteretes = 2

NMI covota des Puig Gros de Bendinat = 2

NMI avenc des Vent = 1

Table 1. List of the *Myotragus balearicus* bones found in the caves described in this paper and which are now deposited with the Museu de la Naturalesa de les Illes Balears -Palma de Mallorca- (MNIB) and the Museu Balear de Ciències Naturals -Sòller- (MBCN). (\*) Bones from the Cova de ses Pasteretes which probably belong to the same individual. NMI: minimum number of individuals.

NMI Cova de ses Pasteretes = 2

NMI Covota des Puig Gros de Bendinat = 2

NMI Avenc des Vent = 1



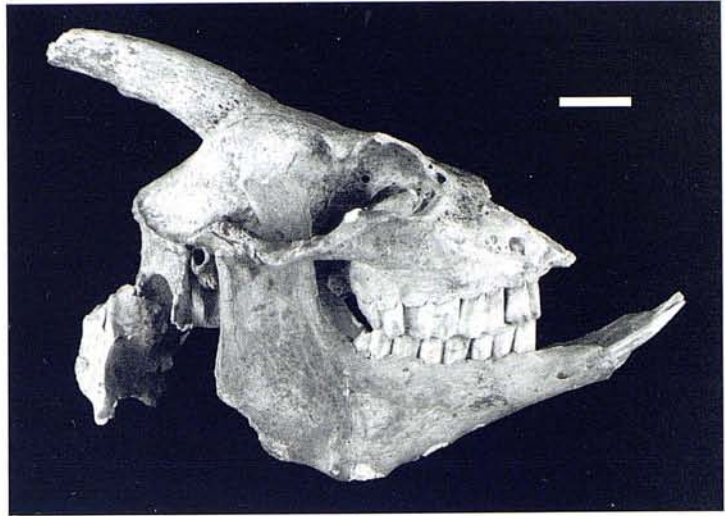


Foto 12:  
Crani de *Myotragus balearicus* (MNIB 6077) d'un exemplar subadult trobat articulat procedent de la cova de ses Pasteretes. Vista en norma lateral. Foto P. Bover.

Photo 12:  
*Myotragus balearicus* cranium (MNIB. 6077) from a sub-adult example found articulated in the Cova de ses Pasteretes. Lateral view. Photo P. Bover.

## Part paleontològica

Moltes són les cavitats de Mallorca i Menorca que contenen restes de *Myotragus balearicus*, el petit caprí fòssil endèmic de les Gimnèsies, al seu interior (ALCOVER *et al.*, 1981; MOYÀ-SOLÀ i PONS-MOYÀ, 1979; QUINTANA, 1998). La serra de na Burguesa no és una excepció, i per tant, hem obtingut ossos d'aquest animal a algunes de les coves presentades en aquest article. Les restes no són abundants (veure taula 1), però cal considerar que en alguns altres dipòsits de la zona s'han obtingut importants i nombrosos materials. A les coves del Pilar han aparegut abundants restes de *M. balearicus*, però sense cap dubte, el jaciment més important de la zona, és el de la pedrera de Gènova, d'on es varen obtenir les restes de *M. bateae* (CRUSAFONT i ANGEL, 1966), únic jaciment que ha donat material en bon estat de conservació d'aquesta espècie.

Entre les coves presentades en aquest article, la que més restes va aportar va ser la cova de ses Pasteretes (veure taula 1), i sobretot, com a troballa més important, la d'un esquelet d'un individu subadult de *Myotragus balearicus*, en connexió anatòmica (Foto 5). La seva deposició va ser deguda, possiblement, a la mort de l'animal a l'interior de la cavitat en una zona on després va quedar enterrat sota llims. Les seves característiques dentàries (amb fórmula dentària 0/1-0/0-2/1-3/3, encara que els tercers molars estan acabant el seu creixement) (Foto 12) i les particularitats anatòmiques de l'esquelet postcranial (tal com l'índex de robustesa de determinats ossos de les extremitats) i l'estat de conservació dels ossos indiquen que es tracta d'una forma, probablement holocènica, de *M. balearicus*. Cal destacar l'elevat índex de robustesa del metacarp (25), un dels ossos que s'ha vist més afectat pel procés d'evolució insular (ALCOVER *et al.*; 1981) incrementant de forma espectacular el seu grau de robustesa (si el comparem amb els bòvids actuals (7-16) (SPOOR, 1988). També és destacable la presència d'un alveol relictual

per al tercer premolar decidu inferior (dP<sub>3</sub>), senyal de que no es tracta d'un adult vell, sinó que és un adult jove o un subadult (BOVER i ALCOVER, 1999). A més, presenta un desgast dentari incipient, i no avançat, tal com s'observa a les mandíbules d'individus molt vells de l'espècie.

Els ossos obtinguts de les altres dues coves són molt fragmentaris, encara que diagnòstics per afirmar que pertanyen a *M. balearicus*. Entre els de l'avenc des Vent cal destacar un crani i varis ossos d'un o més individus adults que possiblement va/varen caure a l'interior de la cavitat. A la covota des Puig Gros de Bendinat es conserven restes molt fragmentaris de *M. balearicus*. La seva deposició a la cavitat pot haver estat per varis motius. Les restes d'un animal juvenil (MNIB 65273) pertanyen a un individu que possiblement va entrar caminant per l'obertura exterior de la cova, encara que devia ser més grossa, perquè la entrada actual de la cova només fa 1 x 0,5 m la qual cosa dificultaria l'entrada d'aquest petit caprí. Altres restes de *M. balearicus* adults s'han trobat a una zona molt més inaccessible de la cova, i per tant, la seva deposició en aquest lloc resulta un poc més enigmàtica. Possiblement aquest ossos (MNIB 65272, 65274 i 65275) varen entrar arrossegats cap un crull. El mal estat de conservació dels materials (grau de concrecionament i fragmentació) no permet un estudi més acurat.

## Agraïments

Els autors fan palès el seu agraïment més sincer a Josep Antoni Casas, Miguel Barceló, Gregori Puigserver, Mateu Vadell i Guillem Vicens que ens han acompanyat en alguna ocasió a les sortides de camp.

A Guillem X. Pons per classificar l'aràcnid *Meta bourneti*.

A Joaquin Ginés pels comentaris i suggerències que han fet millorar el treball.

## Bibliografia

- ALCOVER, J.A.; MOYÀ-SOLÀ, S.; PONS-MOYÀ, J. (1981): *Les quimeres del passat. Els vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i Pitiüses*. Monografies Científiques, Edit. Moll, 1: 1-260.
- ALVARO, M. (1987): La tectònica de cabalgamientos de la Sierra Norte de Mallorca (Islas Baleares). *Bol. Geol. Min.* 98/5: 34-41.
- BARCELÓ, M. A. (1992): Cavidades de la Serra de na Burguesa. Zona 1: S'Hostalet (Calvià, Mallorca). *Endins*, 17-18: 25-36.
- BARCELÓ, M.A.; GRACIA, F.; CRESPI, D.; VICENS, D.; GINARD, A. i CASAS, J. A. (1998): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: Coll des Pastors (Calvià, Mallorca). *Endins*, 22: 19-35.
- BOVER, P. i ALCOVER, J.A. (1999): The evolution and ontogeny of the dentition of *Myotragus balearicus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae): evidence from new fossil data. *Biol. J. Linnean Soc.*, 68: 401-428.
- CAÑIGUERAL, J. (1949): Las cuevas de Campanet (Mallorca). *Revista ibérica* núm. 156.
- CRUSAFONT, M. i ANGEL, B. (1966): Un *Myotragus* (Mammifère Ruminant), dans le Villafranchien de l'île de Majorque: *Myotragus batei*, nov. sp. *Comptes Rendues de l'Academie de Sciences Paris*, 262: 2012-2014.
- DARDER, B. (1914): Los yesos metamórficos de Mallorca. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*,
- DARDER, B. (1946): *Història de la coneixença geològica de l'Illa de Mallorca*. Ed. Moll. 185 pàgs. i 10 figs. Palma de Mallorca.
- FALLOT, P. (1922): *Étude géologique de la Sierra de Majorque*. Lib. Polyt. Ch. Beranger ed. 420 pàgs. Paris.
- FORNÓS, J. J. i GELABERT, B. (1995): Litologia i tectònica dels carst de Mallorca. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 27-43.
- GELABERT, B. (1997): *La estructura geològica de la mitad occidental de la Isla de Mallorca*. Inst. Tec. Geominero de España. 129 pàgs. Madrid.
- GINÉS, A. & GINÉS, P. (1992): Principals característiques climàtiques des clot des Sero (Calvià, Mallorca). *Endins*, 17-18: 37-41.
- GINÉS, A. i MAYOL, J. (1995): Conservació del carst i les coves de Mallorca. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 205-216.
- GINÉS, J. (1995): L'endocarst de Mallorca: els mecanismes espeleogènètics. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 71-86.
- GRACIA, F.; CRESPI, D.; BARCELÓ, M. A.; PLA, V.; CASAS, J. A. i VICENS, D. (1997): Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: Puig d'en Bou (Calvià, Mallorca). *Endins*, 21: 37-49.
- ITGE (1991): Mapa geològic de España, E. 1:50.000. Hoja nº 698/723(IV). Palma/Illa del Toro i Cap de Cala Figuera (Mallorca). Madrid.
- MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. (1979): Catálogo de los yacimientos con fauna de vertebrados del plioceno, pleistoceno y holoceno de las Baleares. *Endins*, 5-6: 59-74.
- QUINTANA, J. (1998): Aproximación a los yacimientos de vertebrados del Mio-Pleistoceno de la isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 101-117.
- SPOOR, C.F. (1988): The limb bones of *Myotragus balearicus* Bate, 1909. *Proc. Konik. Akad. Wetensch.*, 91(3): 295-309.

## LES COVES DE CALA VARQUES (Manacor, Mallorca)

per Francesc GRACIA <sup>1</sup>, Bernat CLAMOR <sup>1</sup> i Joan Josep LAVERGNE <sup>1</sup>

### Resum

En aquest treball exposam l'estudi i la topografia de dues cavitats del litoral de Manacor, encara que fins ara constaven com a quatre cavitats independents conegudes des d'antic. Les recerques subaquàtiques han permès connectar tres de les coves, mentre que l'altra ha vist incrementades considerablement les dimensions. La proximitat en què es troben i les característiques de les galeries properes d'ambdues coves, indueixen a pensar que formarien part d'un mateix sistema, però els processos clàstics d'esfondrament de les voltes n'han tallat la comunicació directa.

La cova de Cala Varques B presenta galeries en molt diferents estadis evolutius: així n'hi ha algunes on les morfologies de corrosió són predominants i els blocs són gairebé absents, i s'hi veu com galeries veïnes s'uneixen i els envans separadors es dissolen o cauen. En altres indrets predominen els esfondraments, formant caos de blocs i d'espeleotemes trencats. La màxima fondària sota l'aigua és de 30,5 m, cota que és, fins ara, la més fonda de coves conegudes dins els terrenys neògens postorogènics de Mallorca.

La cova de Cala Varques ACD té unes característiques del tot clàstiques, amb esfondraments de sòtils i parets que han desdibuixat els indicis de la formació freàtica de la cavitat.

### Abstract

In this paper we present the study and topographical survey of two caves on the coast of the Manacor municipality, which were until now considered as being four independent caves. The underwater exploration of these caves has linked three of them up into one and the fourth has seen a considerable increase in its previously known dimensions.

The proximity of the two systems and the characteristics of their galleries leads one to believe that they are part of a single and possibly a more extensive system where roof collapse has closed any direct link between them.

The galleries of the Cala Varques cave B show many different stages of evolution where solutional morphologies are predominant and loose blocks are almost absent, and one can see where neighbouring galleries have merged and where partition walls have been dissolved or have collapsed. In other places breakdown processes are predominant, forming confused masses of blocks and broken speleothems. The maximum depth reached was -30.5 m, which currently constitutes the maximum of known caves on postorogenetic Neogene terrains on Mallorca.

The Cala Varques cave ACD shows some of the characteristics of complete breakdown where roof falls and wall cave-ins have obliterated any evidence of its phreatic origins.

## Introducció

Algunes coves d'aquesta contrada han estat descrites d'ençà de 1884 quan, a l'obra *Anotaciones físicas y geológicas de la Isla de Mallorca*, LOZANO (1884) cità dins el capítol dedicat a les coves mallorquines *Ses coves del Pirata*, visitada posteriorment també per l'il·lustre espeleòleg francès E. A. Martel, juntament amb la cova des Pont, de les quals publicà el 1903, una descripció i unes topografies desbaratades (MARTEL, 1903). Les coves es convertiren en "clàssiques" dins l'espeleologia, no obstant això, no és fins a la publicació del *Inventario espeleológico de Mallorca* (ENCINAS

*et al.*, 1974) en què apareix la citació, catalogació i localització de les coves de Cala Varques. En el número quatre d'ENDINS (TRIAS & MIR, 1977), s'inclouia un acurat, extens i documentat treball sobre les coves de la zona de Can Frasquet i Cala Varques. Entre les coves estudiades, tres reberen el topònim de cova de Cala Varques, les anomenades respectivament A, B i C. Aquests autors ja assenyalaven llavors que la majoria d'investigadors que havien visitat la zona ignoraven quasi totes les coves, ocupant-se només de la del Pirata (GINÉS & GINÉS, 1976) i, marginalment, de la des Pont. Així mateix, manifestaven que aquesta zona de la regió càrstica del Migjorn té una alta densitat de

<sup>1</sup> Grup Nord de Mallorca (GNM). Pollença.

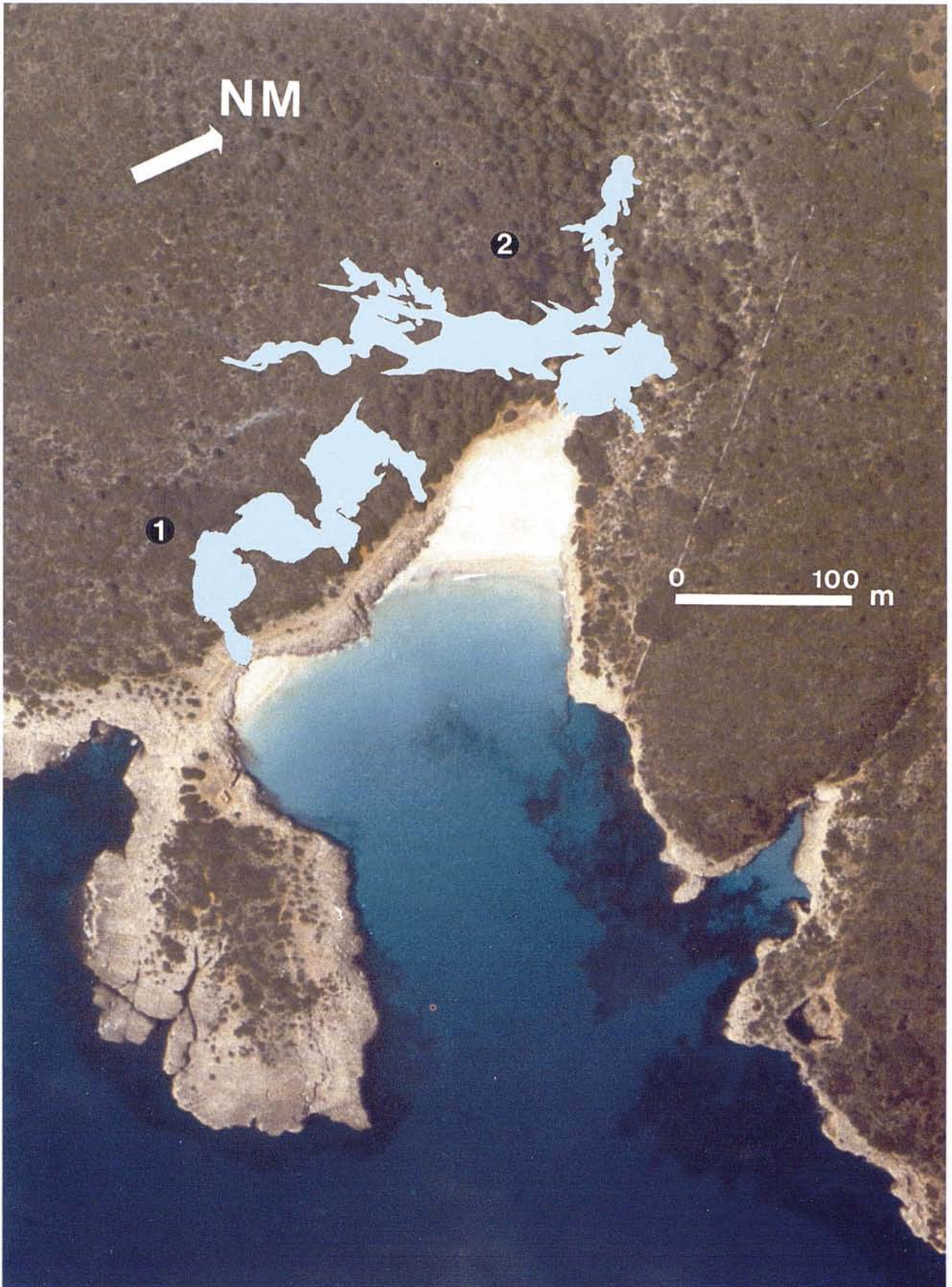


Foto 1: Fotografia aèria de cala Varques amb la planta de les cavitats superposada: 1- Cova de Cala Varques ACD i 2- Cova de Cala Varques B. (Foto ESTOP).

Photo 1: Aerial photograph of the Cala Varques area with the floor plans of the caves overlaid: 1- Cova de Cala Varques ACD and 2- Cova de Cala Varques B. (Photo ESTOP)

Foto 2:

Cala Varques Petita on s'observa la platja que amaga la cova D (cova de Cala Varques ACD). Sortida de la cavitat pel túnel excavat dins l'arena. (Foto M. Crespi).

Photo 2:

Cala Varques Petita, where the beach that conceals cave D (Cova de Cala Varques ACD) can be seen. Cave exit tunnel dug through the sand. (Photo M. Crespi.)



cavitats (14 coves importants dins una superfície d'1 km<sup>2</sup>), essent un tret característic dels fenòmens subterranis la presència, a moltes d'elles, de llacs amb aigües salabroses que ocupen les cotes inferiors.

Posteriorment, TRIAS (1992) publicà una correcció de l'esmentat treball amb la topografia posada al dia de la cova des Coloms 1. Allà ja entreveia que l'article podria servir d'estímul per a les revisions topogràfiques de les cavitats de la zona, especialment degut a la connexió subaquàtica recent entre la cova des Pont i la cova des Pirata realitzada per aquelles dates. La cova de Cala Varques D no va ésser descoberta i topografiada fins l'any 1992 per membres de la secció espeleològica del Grup Excursionista d'Alaró i figura a l'inventari espeleològic de 1997 (ENCINAS, 1997). L'elevat interès que suscita aquesta zona espeleològica es reflecteix al treball de TRIAS (2000) que realitza una revisió topogràfica de la cova des Moro i en destaca diversos aspectes genètics i evolutius.

La cova de Cala Varques A, va ésser citada per GINÉS & GINÉS (1977) com a localitat representativa de *Typhlocirolana moraguesi*. Les coves de Cala Varques A i B també han estat divulgades en àmbits científics per haver estat objecte de l'estudi, mitjançant el mètode Th/U, d'algunes mostres d'espeleotemes freàtics recollits en la superfície dels llacs o a cotes superiors, per tal d'esbrinar-ne l'edat de deposició, així com l'estudi mineralògic dels espeleotemes datats (GINÉS & GINÉS, 1993; POMAR *et al.*, 1979; TUCCI-MEI *et al.*, 1998; VESICA *et al.*, 2000).

## Situació

Les coves es troben situades a la marina de Manacor, denominació donada al sector costaner d'aquest terme municipal. El paisatge, juntament amb el de les altres marines del migjorn mallorquí es caracteritza per l'horitzontalitat del relleu, ocupat per la garriga de mata i d'ullastre, acompanyada ocasionalment d'una coberta de pins i savines. La línia de contacte entre la

marina i la mar són els penya-segats d'alçària mitjana.

Les boques s'ubiquen al costat S de la cala que dona nom a les coves, la qual està situada entre Cala Falcò i el racó de s'Olla, tancada per les puntes de Llevant i d'en Barrufau. Aquestes localitats s'han alliberat de moment de la transformació urbanística que han sofert bona part de les cales del Migjorn; la zona està considerada Àrea Natural d'Especial Interès.

L'accés a aquesta meravellosa cala es pot fer des de la mar, amb l'inconvenient de la dependència del seu estat o del risc que un canvi de temps ens sorprengui mentre som dins la cavitat i dificulti la tornada o posi en perill l'embarcació. Nosaltres sempre hi arribam des de terra, amb cotxes fins el lloc on es pot deixar el vehicle i després continuam a peu pel camí de Cala Varques, carregats amb el pesat (entre 35 i 45 kg) i voluminós equip d'immersió (de vegades cal fer dos viatges per baixar-lo tot). L'aproximació a l'entrada de les coves, situades a una distància considerable del lloc on es deixen els vehicles, representa un considerable esforç, en haver-hi de davallar tot l'equip. Per la gran quantitat de dies necessaris per efectuar les topografies no és factible pensar que poguem disposar permanentment d'un equip humà de transport del material durant els cap de setmanes o els horabaixes; no queda altre remei que siguin els mateixos espeleobussejadors els que realitzin el tragí. Després de les immersions, resten encara, segons el nombre i capacitat de les botelles emprades, un o dos viatges més de transport, pendent amunt, per tornar al punt de partida. Aquests factors allarguen el temps emprat, incrementant considerablement el desgast físic i alhora el perill de sofrir accidents descompressius.

El fet, molt popular a la zona, del robatori als cotxes que es deixen al camí de la cala, fa que haguem d'anar amb compte per evitar al màxim l'efecte causat pels lladres. El nombre de vegades que ens han entrat als vehicles ha superat la dotzena.

## Aspectes geològics

El Llevant de Mallorca es va formar per la deposició, durant el Miocè superior, de materials calcaris d'origen escullós que no han estat sotmesos al plegament alpi i únicament són afectats per lleugers basculaments tectònics. Aquests creen una plataforma horitzontal de calcàries que s'estén entre les serres de Llevant i la costa. Les propietats litològiques dels materials han permès la gènesi d'un important carst de característiques molt peculiars a Europa. Aquesta formació plana està travessada per nombrosos barrancs, que en desembocar a la mar formen cales. ROSSELLÓ (1995) afirma que són formes fluvials en bona part fòssils i relíquies de períodes més humits. POMAR *et al.* (1983) i FORNÓS & POMAR (1983) donen les característiques geològiques generals de la zona.

## Mètode topogràfic

Hem refet les topografies de les parts terrestres de les coves, tret de la cova A, que hem pogut utilitzar per elaborar la topografia global de la cova de Cala Varques ACD. Per fer la planimetria de les parts terrestres hem aplicat el mètode habitual en espeleologia. A la majoria de trams subaquàtics, primer s'explora instal·lant el fil-guia numerat cada 5 metres; a llocs molt concrets es prenen les poligonals amb cinta mètrica entre dos bussejadors. Posteriorment es torna a les zones de treball amb les poligonals traçades en paper mil·límetrat submergible i es dibuixen els contorns de les parets. Per fer els perfils i seccions es torna en dates posteriors (per donar temps a que el fang aixecat pels espeleobussejadors se sedimenti) i es prenen les dades de fondària del sostre i fons a partir de les poligonals ja fetes; posteriorment també amb les dades ja traçades al paper es dibuixen el sòtil i fons. Per a les seccions de dimensions considerables empram el mateix sistema que utilitzaríem si fos un perfil. Aquest sistema topogràfic representa molts de dies de feina, però una vegada fet permet obtenir més precisió i informació topogràfica de les cavitats.

## Descripció de les cavitats

### COVA DE CALA VARQUES ACD

Coordenades UTM cova A: 525550 / 4372430 - 2

Coordenades UTM cova C: 525560 / 4372400 - 6

Coordenades UTM cova D: 525650 / 4372300 - 0

### Història de les exploracions

La planimetria de la **cova C** es va efectuar l'any 1972 per A. Ginés del Grup Espeleològic EST, mentre la **cova A** va ésser topografiada l'any 1977 per T. Fortuny, M. Trias i C. Payeras de l' SCM. La **cova D**, no

coneguda al treball de TRIAS & MIR (1977) es va topografiar l'any 1992 per part de R. Pascual, J. Font i M. Parramon de la secció espeleològica del Grup Excursionista d'Alaró, encara que no va ser publicada a cap article.

La feina d'exploració del sistema càrstic, les tasques de topografia i la documentació fotogràfica han suposat 11 dies d'immersions i 6 dies de feina a les zones aèries o en superfície. El nombre d'immersions ha estat 17, amb un promedi per immersió de 60 minuts. El total de la feina de camp dins la gruta ha suposat 71 hores, de les quals 16 han estat subaquàtiques. El temps dedicat a aquesta cavitat, de dimensions no gaire grans, pot semblar excessiu, però la dificultat d'accés a la **cova D** per terra i la complicació topogràfica que presenten les coves en són les causes.

### 16 - VIII - 97

Francesc Gràcia (F.G.) entra a la **cova D** per la mar. L'entrada a la cavitat està lliure, sense que hi hagi cap platja que bloquegi la boca, i és necessari banyar-se fins a la cintura per poder accedir a l'interior. Efectua al llac una immersió de reconeixement en apnea. Sembla que hi ha possibilitats de continuació.

### 20 - VIII - 97

F.G., amb en Bernat Clamor (B.C.) de suport, inspecciona el sífo de la **cova D**, sense trobar-hi continuacions, ja que la part més baixa a -8,5 m de profunditat està tancada per una duna d'arena.

Després de treure tot l'equip de la gruta, es dirigeixen a la propera **cova C**, on F.G. se submergeix. Amb abundant fang provinent de l'entrada exterior, avança passant per una estretor i després entre grans columnes i formacions fins a sortir 30 m després a un dels llacs de la **cova A**. De tornada inspecciona una davallada lateral concrecionada que assoleix els -18 m. També observa que a l'altre costat de l'entrada hi ha el que sembla una galeria obstruïda per esfondraments i formacions, però no té gaire aire per fer l'exploració per un lloc delicat i posterga l'intent de forçar el pas.

Després van a la **cova A**, però per terra, a inspeccionar els petits llacs que hi ha prop de l'entrada. El de més al N està tancat a -3,6 m i l'altre, situat a l'E, davalla entre blocs per un fort rost de pedres i blocs inestables fins devers -10 m.

### 27 - XII - 97

F.G., amb en Peter Watkinson (P.W.) de suport, cabussa a la **cova C**, on reinstal·la el fil-guia fins a la **cova A**. Després torna enrere, passant per l'entrada per dirigir-se al lloc on li va semblar que s'obria una antiga galeria col·lapsada. Comença a obrir-se pas per l'espai que li deixa el rost d'enderrocs i el sòtil, fins que una concreció trencada li tanca la progressió; després d'empènyer-la pendent avall, surt a una sala ampla, només parcialment subaquàtica, ja que hi ha una cambra d'aire que ocupa les zones més elevades, sobre-

**COVA DE CALA VARQUES ACD  
MANACOR**

TOPOGRAFIA:  
F. GRACIA, J. J. LAVERGNE, B. CLAMOR  
P. WATKINSON, T. MONSERRAT  
GNM 1997-99-2000

A COVA A  
C COVA C  
D COVA D  
LL CAMBRA DELS LLADRES

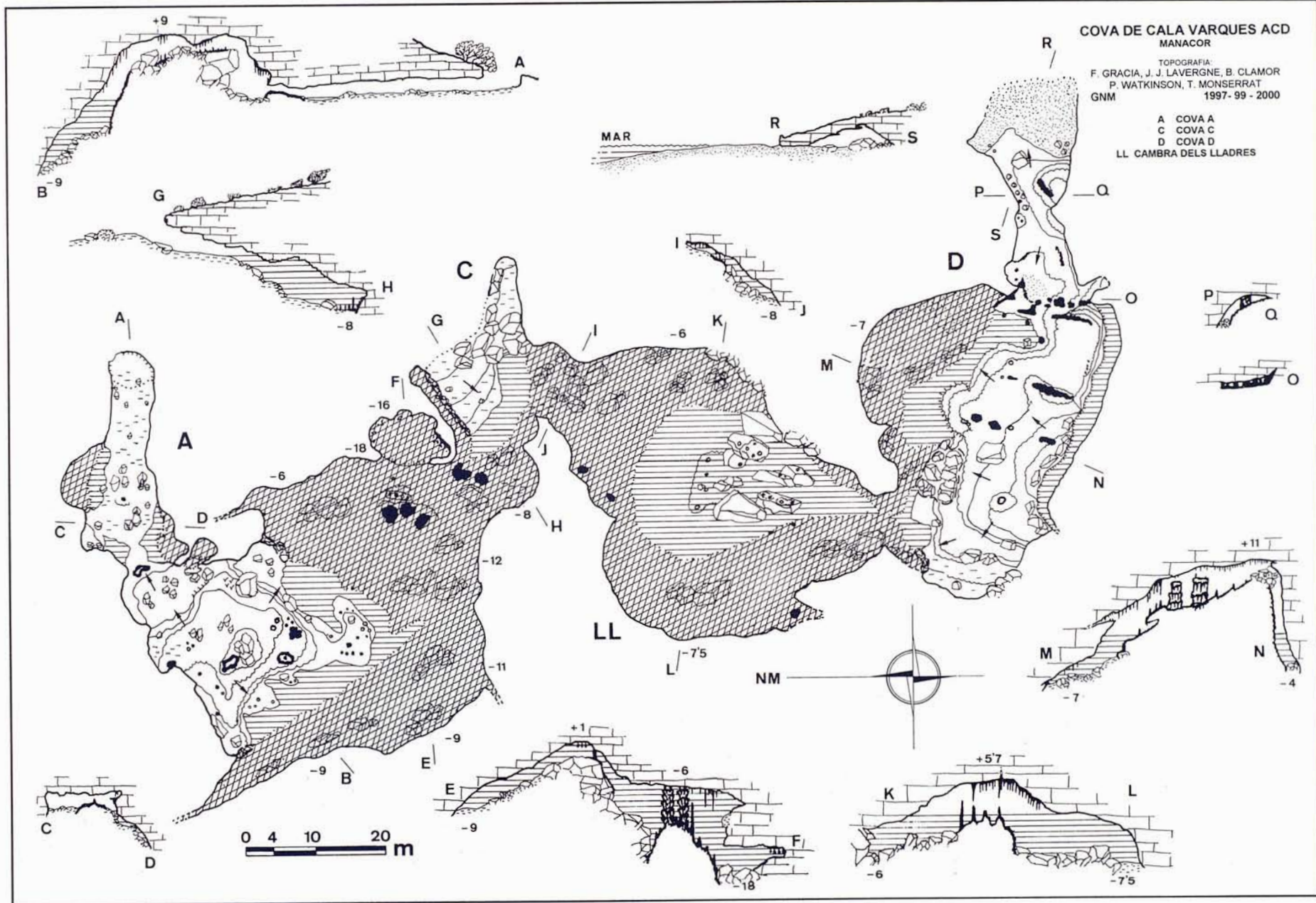




Foto 3: Preparatiu per inspeccionar el llac situat al sud de la cova D (cova de Cala Varques ACD). Es pot observar la banda de sobrecreixement freàtic subactual als costats del llac. (Foto M. Crespi).

Photo 3: Preparing to inspect the lake in the southern part of cave D (Cova de Cala Varques ACD). A band of recent phreatic overgrowth can be seen at the side of the lake. (Photo M. Crespi.)

surten de l'aigua formacions estalagmítiques i blocs. Volta la sala, instal·lant fil-guia fins que aquest s'acaba.

#### 25 - II - 99

Juanjo Lavergne (J.L.) i F.G. topografien les poligonals principals. En J.L. prossegueix a la part final de la sala de la **cova C**, on F.G. havia acabat la guia. Volta tota la sala sota l'aigua i continua explorant fins que progressa per entre blocs caiguts, a poca fondària, i surt al llac de la **cova D**. Tres coves diferents s'han aconseguit enllaçar i són ara una mateixa cavitat: la cova de Cala Varques ACD. També se submergeix al llac de la **cova A** i instal·la una trentena de metres de fil-guia.

#### 27 - III; 1 i 7 - XI - 99

J.L. instal·la devers 130 m de fil-guia substituint algunes guies no marcades. Pedro Gracia (P.G.) i F.G. van a fer fotos sota l'aigua. F.G., en solitari prossegueix les tasques topogràfiques; no s'explica com no va veure el pas de la connexió el dia en que es va submergir a la **cova D**.

#### 11, 16 - XII - 99 i 2 - I - 2000

B.C., J.L. i F.G. continuen les tasques de topografia subaquàtica.

#### 6 - I - 00

P.W. i F.G. inspeccionen l'entrada de la **cova D**. Una platja s'ha format on abans es trobava la boca de la cavitat. Comencen a excavar un túnel per superar la barrera d'arena que impedeix accedir a la cavitat, però no ho aconsegueixen després de fer una galeria de devers 3,5 m de llarg.

#### 23 - I - 00

P.W., F.G. i Tòfol Monserrat (T.M.) es dirigeixen a la **cova D**, per prosseguir l'excavació del túnel, però la platja és aquesta vegada més extensa, la mar ha omplert el túnel excavat dues setmanes abans i ha dipositat arena que sepulta per complet tota la feina efectuada. Es torbaren 3h 30' per excavar de bell nou el túnel, fins a connectar als 4 m amb la cavitat. A partir del moment d'obrir el pas, es va formar un corrent d'aire molt apreciable. Procedeixen a revisar tota la zona aèria; després construeixen un dic amb pedres, fustes i arena per evitar que l'arena torni a reblir el túnel.

#### 3 - II - 00

F.G. dibuixa les seccions subaquàtiques, observa franges horitzontals fosques a la paret del llac de la **cova A** que corresponen a nivells d'antigues estabilitzacions dels llacs.

#### 6, 20 - II i 4, 8 - IV - 00

P.W., T.M. i F.G. topografien la part terrestre de la **cova D**, inspeccionen també al costat S de la cova la llarga franja d'aigua, mentre Marc Bujosa (M.B.), B.C. i J.L. fan fotos terrestres. J.L. es capbussa a l'estret llac, però troba una separació rocosa que baixa fins a 4 m sota l'aigua, sense solució de continuïtat.

### Descripció de la cova

La cova, de direcció predominant NNO-SSE, està formada per un conjunt de galeries i sales comunicades entre sí. Les tres entrades es troben a les galeries, de direcció E-O que intersecten les sales.

Amb les darreres exploracions subaquàtiques la poligonal projectada arriba a tenir un desenvolupament total de 591m; dels quals 339 m són aeris i 252 sota l'aigua.

El desnivell total de la cavitat és de 28 m (la fondària màxima sota l'aigua és de 18 m, mentre la cota positiva màxima és de 10 m).

#### COVA A

La **cova A** està formada per una galeria de secció semicircular de 32 m de llarg per uns 2 m d'alçària, que continua, després de superar un pas estret per una sala



de 40 x 30 m, de pis molt accidentat, que li dóna una gran complicació topogràfica. També presenta una gran varietat de morfologies, mesclant-se zones d'enderrocs amb altres de belles concrecions amb algunes notables estalagmites i columnes.

Els costats SO i SE de la sala estan ocupats per llacs d'aigua salabrosa, on es troben concrecions subaquàtiques relacionades amb el nivell actual del llac (Foto 5). Aquesta sala és un bon exemple de cavitat clàstica que no ha arribat a assolir un perfil d'equilibri. La migració en alçària del sòtil podria provocar l'abissament del paladar de la sala, ja que es troba molt prop de la superfície del terreny (TRIAS & MIR, 1977).

#### COVA C

La **cova C** és una petita cavitat de boca ampla (26 x 4 m), constituïda per una única sala de 16 x 18 m, de pis descendent fins arribar a la part final (-4 m), zona que està ocupada per un llac. Malauradament s'empra habitualment com a excusat pels banyistes de la cala. El pendent de fang i pedres prossegueix sota les aigües dels llacs; aquí la cavitat es perllonga cap al NO, passant entre columnes i altres formacions, per incrementar-se el volum; a l'E davalla per entre colades estalagmítiques fins assolir els -16 m, continuant entre els blocs uns metres més. Es veuen diferents paleonivells freàtics a -15 m. Després de prosseguir entre algunes columnes de bones dimensions connecta als 30 m lineals al llac de la **cova A**. La zona submergida volta el llac en direcció O, fins fer-se impracticable per l'estretor.

#### CAMBRA DELS LLADRES

De la **cova C**, si ens dirigim en direcció S, podem continuar per una estretor formada per l'esbucament d'una antiga galeria, amb un rost format de blocs i formacions caigudes, que per poc tanquen el pas. Superada l'obstrucció, la cavitat torna a agafar volum per, després de 20 m de sifó, sortir a la **cambra dels Lladres**, de 34 x 22 m aeris (40 x 34 m comptant els marges subaquàtics). En aquesta cambra alguns blocs caiguts del sòtil sobresurten de l'aigua i en alguns

indrets estan parcialment coberts de belles formacions litoquímiques. L'alçària arriba gairebé als 6 m. Si continuem recorrent les parets de la sala, voltant l'espai aeri fins que arribem a una estretor entre blocs caiguts, que més envant surt a un llac allargassat de la **cova D**.

#### COVA D

L'**entrada de la cova D** es troba a un costat de cala Varques, anomenat cala Varques Petita. El règim de corrents que afecten aquest racó determina l'accés a la cavitat. Així, si predomina el procés erosiu, cala Varques Petita està amb poca o gens d'arena i la cova és visible; per contra en el cas de dominar la sedimentació, la seva boca resta tancada per una platja d'arena (Foto 1 i 2). Aquest fet va fer que M. Trias quan va fer l'estudi de la zona no l'hi inclogués, ja que la platja amagava la boca de la caverna.

Es tracta d'una galeria de 32 m de llarg, amb l'entrada en ocasions tapada per l'arena de la platja, que comunica amb la sala de 45 x 34 m. La galeria d'accés terrestre no és gens còmoda de transitar, ja que té diverses estretors, tant per la baixa alçària del sòtil, com pels passos quasi tancats per concrecionament o blocs. A la sala s'accedeix quasi a la vorera del llac, que es troba al costat N. La cota positiva més alta del sòtil de la sala és de +10 m. Pujant pendent amunt en direcció S arribem a un desnivell d'uns 8 m que condueix a un altre llac, molt estret, de 32 m de llargària i 4 m de fondària màxima i sense continuïtat (Foto 3).

#### Morfogènesi

TRIAS & MIR (1977), parlen de la cova de cala Varques A com a cavitat d'origen freàtic fons amb predominància de les morfologies clàstiques i reconstructives.

La cova de cala Varques A posteriorment va ésser objecte d'un estudi sobre la morfologia, estructura i origen dels espeleotemes epiaquàtics (POMAR *et al.*, 1979).

#### Foto 4:

Aspecte clàstic de la cova D (cova de Cala Varques ACD). Destaquen les columnes afectades per processos de solifluxió i també els revestiments axials de la sala. (Foto M. Crespi).

#### Photo 4:

View of the breakdown in cave D (Cova de Cala Varques ACD). Noteworthy are the columns affected by readjustments of the chamber floor. (Photo M. Crespi.)





Foto 5:  
Espeleotemes freàtics subactuals de la cova A (cova de  
Cala Varques ACD). (Foto P. Gracia.)

Photo 5:  
Recent phreatic speleothems in cave A (Cova de Cala  
Varques ACD). (Photo P. Gracia.)

En aquesta cavitat no queda rastre del sistema de conductes inicials generats en règim freàtic: l'intens procés clàstic afavorit per les infiltracions zenitals i les dessecacions de les cavitats ha emmascarat els buits primigenis; les concrecions formades posteriorment, algunes d'elles també trencades i basculades han contribuït activament a l'ocultació (GINÉS, 1995). El creixement tridimensional de la cova i l'abradió produïda per la mar ha originat l'obertura a l'exterior de la cavitat per tres llocs diferents. L'efecte s'aprecia més a la **cova D** pel fet d'estar actualment al nivell de la mar; així prop de l'entrada es veuen abundants còdols i algunes morfologies d'abradió que han afectat parets i formacions, però és ben probable que les altres boques (a +2 i +4 m) també s'hagin vist afectades pel modelat litoral. Els processos sedimentaris que temporalment es produeixen a Cala Varques Petita ens mostren un procés actiu extrapolable al sofert en el passat per moltes cavitats litorals que es troben totalment o parcial envaïdes per platges i dunes fòssils (CUERDA, 1975; GRACIA *et al.*, 1997; GRACIA & VICENS, 1998; GRACIA *et al.*, 1998a). Si no fos per la reactivació de l'efecte erosiu, segons el règim de corrents i tempestes que fan desaparèixer la platja, aquesta entrada romandria tancada.

L'estructura global de la cova està configurada en una planta irregular en funció de la intensitat dels esfondraments que s'hi han acumulat durant milers d'anys. Les cotes més baixes es troben sota l'actual nivell freàtic i per tant inundades, determinant la posició dels llacs i sifons. L'ordenació i contorn de les sales i galeries actuals és poc aclaridora de la distribució primigènica, ja que els esbucaments han format aquesta configuració present, formant falses galeries, passos entre blocs i sales separades de les veïnes. Els processos clàstics són evidents a totes les zones de la cova, si bé els reblliments per sediments al·lòctons (a les galeries d'entrada) o autòctons (fang produït per la descalcificació) recobreixen i anivellen alguns indrets; també els reco-

briments litoquímics dels blocs suavitzen i dissimulen l'aspecte clàstic, creant un fals aspecte juvenívol. Els indrets amb més riquesa d'espeleotemes són: la part que limita el llac de la **cova A**, el sífó de connexió entre la **cova A** i la **cova C**, la **cambra dels Lladres** i la sala de la **cova D** al costat del llac N. En aquesta darrera hi ha evidents fenòmens de reajustament que han afectat diverses columnes provocant la separació a la part del sòtil de devers 2 m en vertical i 0,5 m en desplaçament horitzontal (Foto 4).

Hi ha mostres de processos corrosius recents que afecten diferents llocs inundats: així a l'O del llac de la **cova A**, les parets estan molt afectades per la corrosió, també a la **cambra dels Lladres** les colades estalagmítiques submergides fins als -5 m estan localment molt descalcificades. Hi ha diversos registres d'estabilitzacions dels nivells dels llacs: estalactites recobertes de sobrecreixement freàtic subactual als llacs de les **coves A i D**; paleonivells a -15,3 m, al costat del sífó de connexió entre les **coves A i C**; marques horitzontals de color negre a -1,8 m, a la part submergida que voreja el llac O de la **cova A**.

### Aspectes tècnics

La primera dificultat és, com ja s'ha esmentat abans, l'aproximació fins a la cova, ja que s'ha de transportar tot l'equip caminant fins a les boques, situades a vorera de mar, tret que es disposi d'embarcació, cosa que transformaria l'inconvenient en avantatge.

El material emprat ha estat normalment 2 x 7 l o bé 2 x 10 l a 200 atm. d'aire, capacitat que s'ha emprat per realitzar les diferents tasques exploratòries i topogràfiques. L'estretor d'alguns passos fa recomanable portar les botelles lateralment. L'entrada més directa i còmoda amb diferència pels espeleobussejadors és la **cova C** i d'aquí es pot anar als dos extrems de la cavitat. En



Foto 6: Progressió per la galeria Principal. L'esbucament que s'aprecia a l'esquerra de la galeria és el que ha format la sala d'Entrada. (Foto O. Espinasa).

Photo 6: Progressing through the Galeria Principal. The collapse that can be seen on the left of the gallery led to the formation of the Sala d'Entrada. (Photo O. Espinasa.)

alguns llocs, especialment a la connexió amb la **cova D**, cal anar amb compte per evitar la caiguda de blocs inestables i molt descalcificats.

La fondària màxima de l'aigua és de 18 m, profunditat concreta, ja que la mitjana de progressió és molt menor. La complicació principal és per tant la presència dels passatges estrets que, malgrat la brevetat dels sifons, la fan del tot desaconsellada per a escafandristes *inexperts*.

## COVA DE CALA VARQUES B

Coordenades UTM: 525510 / 4372450 - 4

### Història de les exploracions

La part coneguda de la cavitat va ser topografiada l'any 1970 per part de J. Xiviell, J. Ripoll i V. Garcia, de l'SCM i publicada per TRIAS i MIR (1977).

Per fer l'estudi i la documentació de la cavitat han estat necessaris 34 dies de busseig i 3 dies de feina terrestre a las zones aèries i per a la realització del perfil exterior a la cova. El nombre total d'immersions ha estat de 64 (pràcticament 2 cabussadors per dia), amb una mitjana per immersió de 90 minuts. El total de la tasca de camp dins la gruta, sumant les hores realitzades per tots els membres de l'equip ha suposat 106

hores, de les quals 92 han estat subaquàtiques (sense comptar el temps de transport o de preparatius dins les cavitats). El poc temps efectiu de feina que es pot aprofitar de cada immersió, ja que una gran part s'ha d'emprar per arribar fins als llocs on comença pròpiament el treball i per retornar, és la causa que allarga el nombre de dies.

24 - XII - 97

B.C., amb Francesc Gracia de suport, es fica dins l'aigua del llac i ja veu mentre efectua els preparatius, que sota els seus peus sembla que hi ha una zona submergida important. Avança amb 2 x 7 l en direcció al SSO, progressant pel que sembla una continuació de la **sala d'Entrada** sota l'aigua (la **galeria Principal**), amb tot el costat esquerre amb un rost de blocs i pedres, alguns per damunt de formacions estalagmítiques. La galeria té devers 12 m d'ampla, amb formacions secundàries fosques i a molts d'indrets evidències d'haver-se redissolt; arriba a una zona que presenta un con de materials esbucats del sostre, on la cavitat es ramifica i tria per seguir endavant un portal estret a 15 m de fondària (començament de la **galeria de les Tortugues**). Després de breus instants arriba a una cambra amb el sòtil provist de *paleonivells menjats parcialment* per la corrosió, alguns d'ells caiguts al terra. També hi ha estalagmites còniques descalcificades. Aquí acaba el fil-



Foto 7: Llac de la cova de Cala Varques B. (Foto M. Bonnín).

Photo 7: Lake in the Cova de Cala Varques B. (Photo M. Bonnín.)

guia del rodet i torna, després d'haver-ne instal·lat 100 m. Una vegada al llac, amb 50 m de guia que encara tenia a una de les motxilles es torna a submergir i prossegueix per diversos indrets de les **galeries Laberíntiques**.

### 27 - XII - 97

B.C., continua l'exploració de la cavitat, aquesta vegada en direcció contrària, cap al NNE; també aquí prossegueix per la mateixa **galeria d'Entrada**, amb el rost de pedres, blocs i formacions trencades que davallen de dreta a esquerra. Arriba a una zona on les dimensions es redueixen dràsticament (**galeria dels Aliens**). Avança per un sostre baix, en ocasions de menys d'1 m d'alçària, amb una amplada mitjana d'uns 5 m i el terra recobert de fang, en alguns lloc negre. La fondària del pis es troba entre 10 i 12 m. Després d'haver recorregut un bon tram la galeria s'eixampla i surt a un petit balcó que porta a una sala allargada plena de paleonivells freàtics, especialment formats sobre estalagmites. Sembla el cau d'un monstre. És la **cambra dels Aliens**. Ha posat 150 m de guia. La tornada es fa molt llarga, amb visibilitat zero la major part del temps.

### 30 - XII - 97

Es preparen per capbussar-se B.C. amb 2 x 7 l i F.G. amb 2 x 10 l. B.C. instal·la 100 m de guia cap a la **galeria de les Tortugues**. Prossegueix explorant a partir de la cambra dels paleonivells corcats. Després de passar per un passatge estret, la galeria continua i en alguns llocs veu que té per damunt un nivell superior. Avança fins que es fa impracticable, a 155 m de distància del llac

### 2 i 25 - I - 98

B.C., F.G. i Moisés Bonnín de fotògraf terrestre realitzen alguns intents de trobar noves continuacions sense èxit i també continuen topografiant.

### 6 - IX - 98

F.G., amb 18 + 10 l i en B.C. de suport se submergeix per topografiar la poligonal de la **galeria dels Aliens**. A la tornada la visibilitat és zero. Després es fica cap a les **galeries Laberíntiques** i explora 40 m de conducte fins que la manca d'aire l'obliga a tornar.

### 13 - IX - 98

B.C. segueix per les **galeries Laberíntiques** i aconsegueix connectar per complet una galeria paral·lela a la principal. F.G. continua les tasques de topografia, dibuixa les parets de la **galeria dels Aliens** a partir de la planimetria de les poligonals. De tornada, al final de la **galeria Principal**, es fixa en un crui estret, el qual a la topografia semblava la possible continuació de la **galeria Principal**. En aquest instant es troba amb el company, i li indica on hi ha una possible continuació, però en B.C. té problemes amb el *jacket* i ha de tornar. A l'entrada F.G. li pren el rodet d'exploració i torna a ficar-s'hi. Primer avança per darrere de la **galeria d'Entrada**, passant per entre blocs fins a sortir a un petit llac situat al N de la zona terrestre. Se submergeix i surt a una zona ampla, que per la terbolesa de l'aigua ja s'imagina que comunica amb la **galeria Principal**. Aquí continua pel que seria l'altre costat de la mateixa **galeria Principal**, fins a la zona on havia vist una continuació. Es fixa bé, entrant uns metres, i veu que hi ha una espècie de laminador tombat, amb poques possibilitats de continuació. S'endinsa amb dificultats a causa de l'estretor i del fang que cau de dalt. Després de 8 m, el pas s'obri i forma una espaiosa galeria (**cambra de l'Esfínter**) per la qual continua fins que la guia s'acaba i ha de tornar sense haver vist el final.

### 20 - IX - 98

B.C. i F.G., van a la **cambra de l'Esfínter**. Una vegada allà en B.C., que va al davant, segueix instal·lant guia a partir del lloc on aquesta acaba. Uns metres després la galeria s'estreny i sembla que es tanca. Quan ja en F.G. pensa que en B.C. tornarà enreure veu que el company es fica per un pou que el deixa passar just, amb els peus per davant enganxant-se amb la guia i qualche punta de roca, però mentre es desfà

# COVA DE CALA VARQUES B

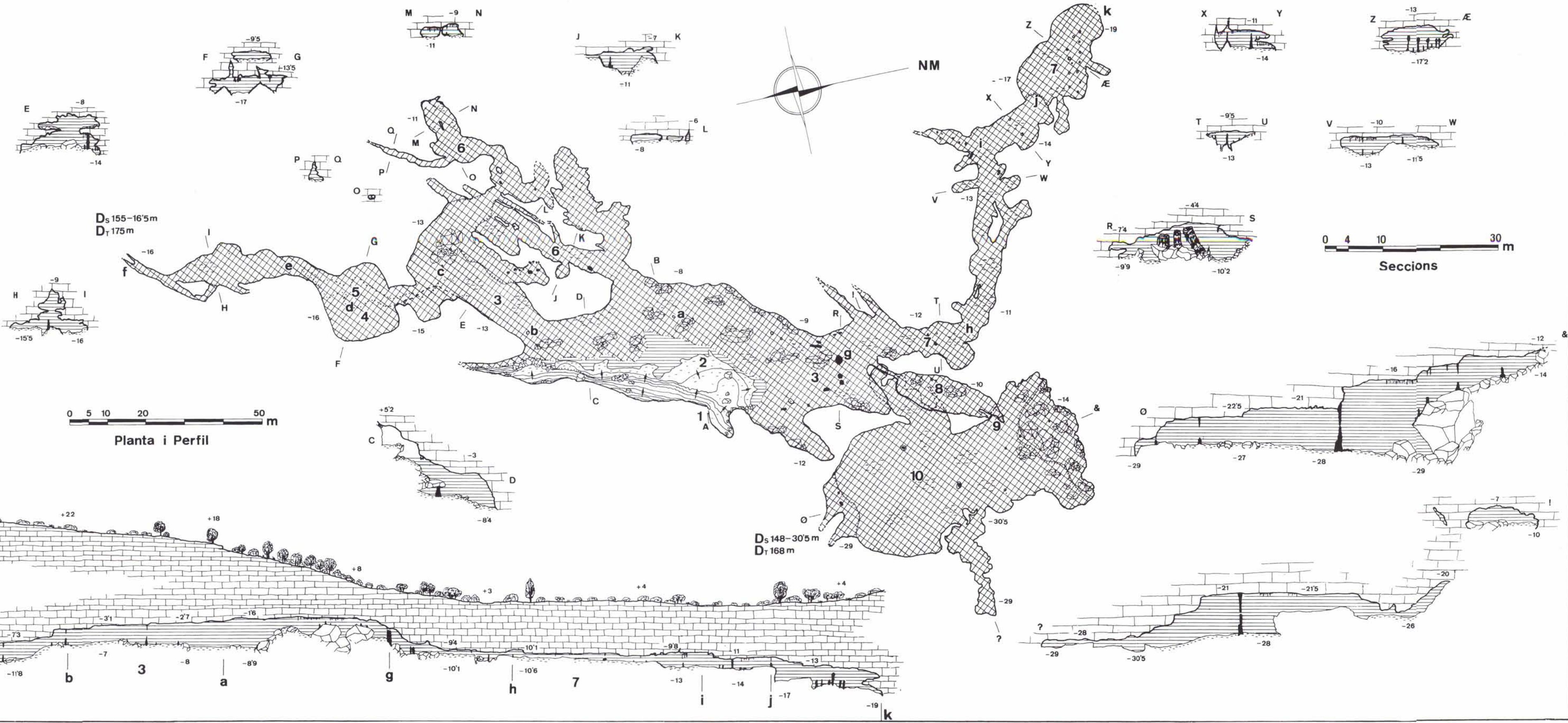
MANACOR

TOPOGRAFIA:  
F. GRACIA, B. CLAMOR, J. J. LAVERGNE  
P. WATKINSON

GNM 1997 - 98 - 99 - 2000

- |                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| 1 ENTRADA                  | 6 GALERIES LABERÍNTIQUES |
| 2 SALA D'ENTRADA           | 7 GALERIA DELS ALIENS    |
| 3 GALERIA PRINCIPAL        | 8 CAMBRA DE L'ESFINTER   |
| 4 GALERIA DE LES TORTUGUES | 9 L'ESFINTER             |
| 5 GALERIA SUPERIOR         | 10 SALA FONDA            |

D<sub>S</sub> 177-19 m  
D<sub>T</sub> 197 m



D<sub>S</sub> 155-16'5 m  
D<sub>T</sub> 175 m

D<sub>S</sub> 148-30'5 m  
D<sub>T</sub> 168 m

0 5 10 20 50 m  
Planta i Perfil

0 4 10 30 m  
Seccions

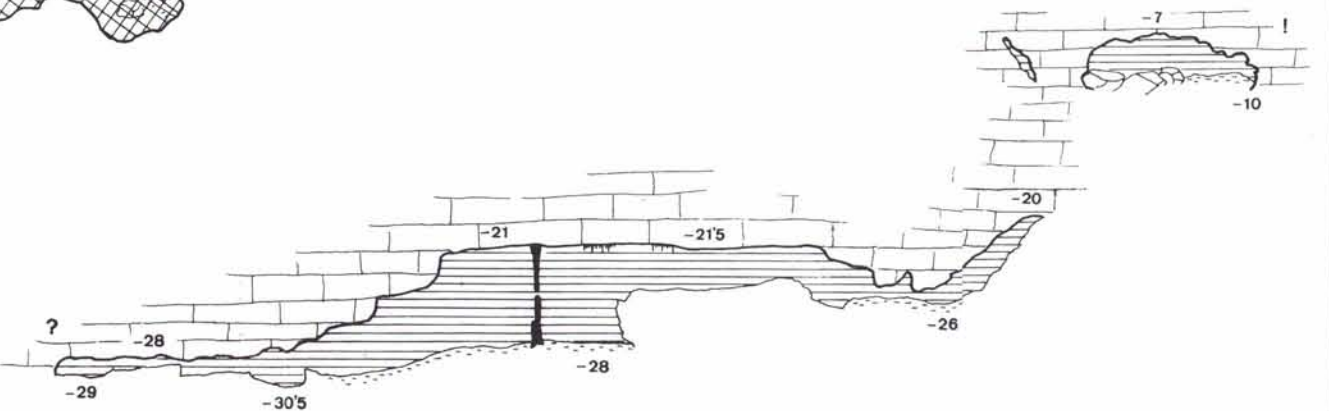
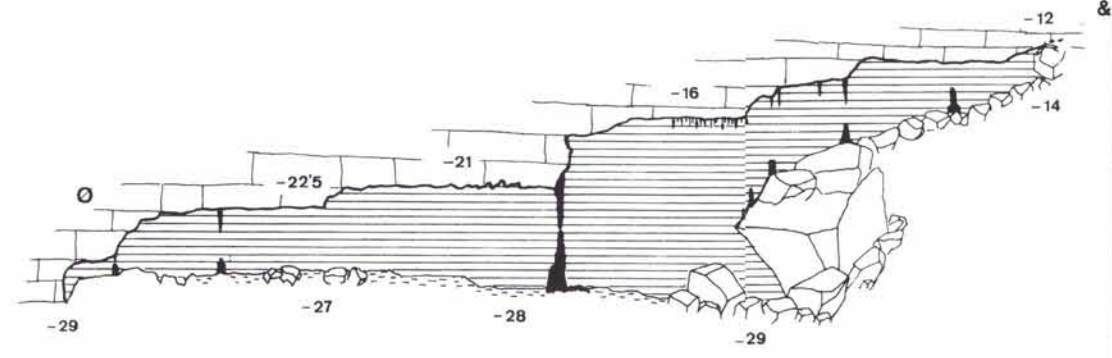
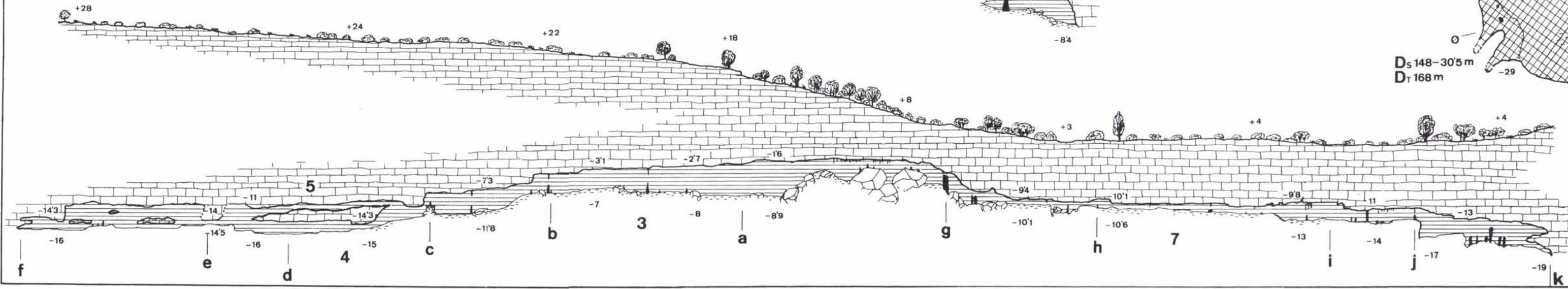
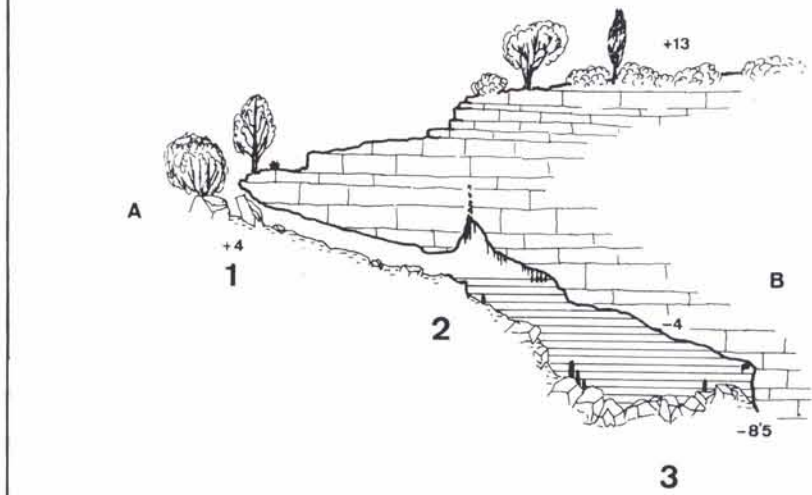


Foto 8:  
Rost de material caigut recobert per colades i estalagmites i aquests a la vegada per fang. El sòtil està molt afectat per la corrosió que gairebé ha esborrat tot vestigi del recobriments secundari. (Foto O. Espinasa).

Photo 8:  
Slope of fallen materials covered by flowstone and stalagmites which in turn has been covered by mud. The roof has been heavily affected by corrosion which has almost obliterated any traces of secondary cover. (Photo O. Espinasa.)



de l'aferrada assenyala amb les llanternes cap a baix i el llum no arriba al fons. Fa senyes al seu company que la caverna s'obri molt per sota d'ell. En passar tots dos aquest esfínter queden al·lucinat: han sortit per un pas estret i vertical situat a un lateral del sòtil d'una gran sala (la **sala Fonda**). La poca potència de les llanternes no els hi deixa veure les parets de gran part de la sala. Observen paleonivells a -16,5 m al sòtil. Els crida especialment l'atenció l'increment de la fondària, ja que pràcticament el sòtil de la sala és la profunditat màxima de les galeries de la resta de cavitat. Avancen per un costat de la sala a -25 m de profunditat, veient que per sota d'ells hi ha com a mínim un bon parell de metres més. Tots dos van pegant crits subaquàtics, emocionats per la troballa: el lloc amb més volum i fondària de la cavitat. En arribar al final del costat S de la sala només restaven 15' per entrar en descompressió. De tornada no es creien la troballa efectuada quan ja donaven gairebé per finalitzada la cavitat. Feren la promesa de no tornar a la **sala Fonda** fins que no tinguessin llums potents per il·luminar l'espai buit trobat. L'excitació del descobriment dura bastant de dies, durant els quals no deixen de pensar contínuament amb la troballa.

#### 11 - X - 98

F.G. i B.C. inspeccionen el començament de la **gal·leria dels Aliens** per si fos possible accedir a la **cambra de l'Esfínter** sense haver de passar per l'estretor, però tota la paret dreta està tancada. A la **sala Fonda** progressen per una gal·leria d'una vintena de metres, fins a un lloc que sembla que es tanca a -20 m de profunditat. Després, en tornar cap a l'**Esfínter**, remonten un col·lapse concrecionat que ascendeix a la cota -12 m fins que els blocs tanquen el pas. El temps total de capbussament ha estat de 90'.

#### 18 - X - 98

Juanjo Lavergne, B.C. i F.G. es dirigeixen a la **sala Fonda**, on reinstal·len el laminador tombat. Els dos primers segueixen drets cap al S per cercar-hi possibles continuacions. Mentrestant F.G. en direcció N, remonta

el col·lapse per intentar forçar-lo pels costats, sense èxit. En sortir de l'**Esfínter**, en J.L. queda enganxat, i tarda una bona estona per aconseguir desfer-se. Els dos companys esperaven sense poder-hi fer res, amb la impressió d'estar dintre d'una immensa ampolla tancada per un petit tap, ja que és el seu company que els impedeix sortir mentre l'aire es va esgotant. Una vegada superat el mal moment F.G. continua explorant al final de la **gal·leria Principal** i s'afica per un nivell situat sobre la **gal·leria de les Tortugues (gal·leria Superior)**. Es veu clarament que es tracta de gal·leries freàtiques, amb el fons pla, cobert parcialment de sediment i amb el sostre baix, de forma semicircular. Posa guia fins que l'aire l'obliga a tornar.

#### 24 - X - 98

F.G., en solitari, amb 2x10 l, continua endavant per la **gal·leria Superior** fins que connecta amb la **gal·leria de les Tortugues** i torna per aquest nivell inferior.

#### 24 - I - 99

F.G., J.L. i B.C. (aquest darrer de suport) es dirigeixen a la **sala Fonda** i, per un lateral situat al costat E que sembla que té possibilitats, davallen fins a -30,5 m. F.G. va al davant fins que s'embulla el fil·guia amb el focus i mentre intenta desfer l'embull va caient un fang negre del sostre que impedeix la visibilitat. En J.L. li pren el rodet i s'afica per un laminador amb el pis a -30 m, pel qual avança una vintena de metres. Al tornar del laminador ja entren en descompressió: 5' a 3 m.

#### 4, 7 i 11 - II - 99

P.G., J.L. i F.G. prenen dades topogràfiques de la **sala Fonda**, i fan també indagacions de possibles continuacions a diferents indrets de la sala. Agafen una mostra de paleonivells situats al sòtil de la sala a -16,5 i -21 m i exploren petites gal·leries. La pujada a peu pel camí de cala Varques amb tot l'equip posat es fa molt penosa per l'intens fred que fa, especialment a les mans i la cara, banyades i gelades.



Foto 9: Avanç per la galeria de les Tortugues, s'observen a distints nivells galeries primigènies poc evolucionades. (Foto O. Espinasa).

Photo 9: Advancing along the Galeria de les Tortugues, not very evolved galleries can be seen at different levels. (Photo O. Espinasa.)

18 - II - 99

Revisió per part de J.L. i F.G. de la posició relativa de les boques de les coves. A la tornada, com ja és tradició, els lladres els han entrat dins del cotxe.

27 - III, 24 - X i 26 - XII - 99

B.C., en solitari recorre la **sala Fonda** cercant-hi possibles continuacions. Set mesos després J.L., P.G. i F.G., amb en B.C. de suport, fotografien la **galeria Principal** i la **galeria dels Aliens**. A finals d'any, Oscar Espinasa i F.G. fotografien la **galeria Principal** i part de la **galeria de les Tortugues**.

2, 6 i 8 - I - 00

F.G. dibuixa les parets de diverses galeries. En B.C. posa devers 25 m de guia a una galeria estreta.

El dia 6, P. W. i F.G. davallen l'equip d'immersió dels companys i topografien la part terrestre de la cova. J.L. i B.C. al llarg de 90' de busseig prenen les dades numèriques per fer els perfils de la **galeria de la Tortuga** i de la **galeria dels Aliens** respectivament. El mateix dia en B.C. troba ossos de vertebrats fòssils que sobresurten de la roca mare al sostre de la **galeria de les Tortugues**; alguns d'ells són recollits per portar-los a l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats per a la seva identificació. Dos dies després, P.W. i F.G. continuen la

topografia terrestre, després de davallar l'equip d'immersió dels companys. Però la feina més pesada és realitzar la topografia de la superfície, a l'exterior de la cova, per on passa el perfil principal. J.L. i B.C. prenen mentrestant les dades per dibuixar el perfil de la **sala Fonda**, emprant 40' de busseig i 8' de descompressió.

13, 19, 22 i 27 - I - 00

J.L. i F.G., prenen mesures de diverses seccions i dibuixen les parets de galeries i de la **sala Fonda**. Mentre en J.L. topografia la **sala Fonda**, passa un succés de conseqüències encara males de preveure: a causa de les bombolles d'aire, cau del sostre de la sala una estalactita de dimensions considerables i passa per entre les cames de l'espeleonauta fregant-li els genitals que reberen un fort cop. El mal sofert fa que amolli de la boca el regulador, però per sort no perd el coneixement. En aquestes ocasions estam devers 90' d'immersió i entre 10' i 12' de descompressió, i en J.L. empra per primera vegada a la cova, llevat dels 2x10 l d'aire, una botella de nítrix al 70%.

29 - I - 00

B.C. fa l'exploració d'una petita continuació de 20 m a la **galeria de les Tortugues**, recuperant a la tornada una dent fòssil de l'espècie de tauró *Odontaspis cuspidata*. Aquesta dent es trobava a molt poca distància

dels ossos de la tortuga. Mentrestant J.L. i F.G. continuen amb les laborioses tasques de topografia.

### 3, 12 - II i 2 - III - 00

J.L. i F.G., en solitari, en dos dies del mateix mes prenen poligonals i dades per fer seccions. Un mes després prossegueixen plegats topografiant les **galeries Laberíntiques**. F.G. mentre pren les dades d'una galeria troba a un lateral una galeria nova d'uns 35 m de longitud.

### 12 - III - 00

P.G., B.C. i J.L. filmen en vídeo i també agafen dades per fer una secció de la **sala Fonda**. En J.L. s'endinsa per un laminador situat a la paret de la sala.

### 6, 13 i 20 - V - 00 i 10 - VI - 00

Realització d'una secció de la **sala Fonda** (F.G.), exploració i topografia de perllongacions a la zona de les **galeries Laberíntiques** (B.C. i F.G.) i revisió del perfil de la **galeria de les Tortugues** i troballa d'una mandíbula de *Myotragus balearicus* al rost de materials no consolidats en una estretor, a -14 m de fondària i distant 120 m del llac d'entrada.

## Descripció de la cova

La cavitat segueix una direcció predominant NE-SO, tret de la **galeria dels Aliens** que és NO-SE. Malgrat estar situada a pocs metres de la cova de cala Varques ACD no s'han pogut connectar (Foto 1). El recorregut projectat total de la cova és de 1.221 m (1.127 m subaquàtics i 94 m aeris) i la profunditat màxima és de 30,5 m (**sala Fonda**). El sistema principal (**galeria de les Tortugues - galeria Principal - galeria dels Aliens**) d'un extrem a l'altre té una llargària de 322 m. El desnivell global de la cova és de 36,5 m (del punt més alt, a +6 m, al més baix a -30,5 m).

## SALA D'ENTRADA

La boca mig amagada per la garriga s'obri a uns 6 m snm, per entre blocs caiguts. Està formada per una llarga galeria terrestre de 74 m, paral·lela a la línia de costa i les seves cotes més baixes estan ocupades per les aigües freàtiques al llarg de tot el seu recorregut. Les formacions secundàries més destacades són els espeleotemes freàtics subactuals que limiten les vores del llac. Aquest a l'hivern té una termoclina molt marcada. La fractura que s'aprecia a l'interior de la cova, per damunt del llac, sembla tenir relació amb un petit espadat exterior.

## GALERIA PRINCIPAL

La **sala d'Entrada** forma part de la **galeria Principal**, ja que és senzillament l'esbucament d'un dels costats que sobresurt per defora de l'aigua i limita parcialment la galeria, ja que el rost prossegueix aigües avall, topant en molt dels llocs amb la paret de l'altre costat. El pendís, de materials de tota mena, està parcialment recobert d'espeleotemes, la majoria d'ells afectats per trencaments i corrosions. La galeria segueix una direcció NNE-SSO, amb una amplada que va dels 28 m als 8 m i una alçària màxima de 7,5 m. La roca calcarenítica blanca destaca a les parets i sòtils, de vegades semioculta pel concrecionament axial o parietal, molt enfosquit i afectat pels processos de dissolució.

## GALERIA DE LES TORTUGUES

Al lloc on s'obrin diverses continuacions comença aquesta ruta de 124 m i -16,5 m de fondària màxima. S'hi accedeix a través d'un passatge d'uns quatre metres de llarg, de sostre baix, que condueix a la **cambra dels Paleonivells Corcats**. En aquesta cambra trobam estalagmites còniques i algunes formacions freàtiques a -14 m, afectades per l'agressivitat de l'aigua. A les parets podem visualitzar la franja d'inundació pels sobrecreixements freàtics parietals. Més endavant podem apreciar les fractures generadores del conducte. El pis de la galeria sol estar a -16,5 m i el sostre d'a-

Foto 10:  
Columnes basculades i trencades a la part final de la galeria Principal, en direcció a la sala Fonda. (Foto: O. Espinasa).

Photo 10:  
Tilted and broken columns at the end of the Galeria Principal, toward the Sala Fonda. (Photo O. Espinasa.)







Foto 11:  
Estalagmita cònica molt afectada per la corrosió. Galeria de les Tortugues. (Foto O. Espinasa.)

Photo 11:  
Conical stalagmite heavily affected by corrosion, Galeria de les Tortugues. (Photo O. Espinasa.)

quest nivell als -13,5 m i s'uneix en bona part del recorregut amb la **galeria Superior**. La part final es va fent estreta fins que es tanca. La potència de roca situada sobre la galeria està compresa entre els 37 i 40 m.

#### GALERIA SUPERIOR

Comença prop del sostre a un costat del final de la **galeria Principal**, i forma els característics tubs freàtics, de baixa alçària. Al final coincideix amb la part superior de la **galeria de les Tortugues** formant una unitat, encara que es veu que s'ha generat aprofitant una mateixa diàclasi en diferents períodes. El sostre de la **galeria Superior** sol estar entre els -10 i -11 m. També aquí hi ha formacions litoquímiques i els processos agressius han afectat tant els espeleotemes com la roca estructural.

#### GALERIES LABERÍNTIQUES

Tenen la mateixa direcció predominant que la **galeria Principal** i en alguns llocs formen amb ella fins a cinc galeries paral·leles, d'amplària i alçària molt variable. N'hi ha dues que formen un circuit complet. Les dimensions són molt variables, amb els fons entre -8 i -11 m. És globalment la zona de la cavitat on apreciam més bé les morfologies de corrosió que han afectat les parets, de forma que comuniquen algunes de les galeries entre sí, bé directament o per forats impenetrables. Així i tot estan provistes de formacions secundàries. Es veuen a molts d'indrets forats i conductes no penetrables que semblen ésser buits primigenis que en el futur, en cas d'ésser encara actius o de reactivar-se, donaran lloc a altres galeries i per coalescència i creixement antigraavitacional a sales. Molts d'aquests conductes primaris tenen secció semicircular.

#### GALERIA DELS ALIENS

Després de recórrer 57 m de la **galeria Principal**, en un revolt, comença aquesta galeria de 120 m de longitud en direcció NO. Al llarg d'un bon tram del conducte el sòtil es troba a només 1 m del terra i aquest a uns 10-12 m de profunditat. La galeria, que sembla poc

afectada per episodis d'esfondrament, incrementa el volum cap al final, formant la **sala dels Aliens**. Aquí l'alçària del sostre és de gairebé 5 m i l'amplada de 17 m, amb una fondària màxima de quasi 19 m. Tot el tram de la galeria es troba just per sota del torrent de Cala Varques (amb una potència de roca compresa entre els 12 i 18 m), el qual prossegueix després per damunt de la **sala Fonda**, situada al final de la platja.

Es veuen alguns buits, conductes primaris i cúpules de corrosió, així com evidències de corrosió que afecten també formacions secundàries. El sostre de la galeria, especialment al començament, té abundants indicis d'haver estat cobert d'estalactites que han estat dissoltes fins a la base en molts d'indrets.

Els espeleotemes són especialment abundants cap a la part final, destacant els paleonivells freàtics (-15 m) formats entorn d'estalagmites que caracteritzen la sala, dotant-la d'un ambient misteriós.

#### CAMBRA DE L'ESFÍNTER

S'inicia amb un laminador tombat de 8 m de llarg que accedeix a la cambra d'uns 30 m x 8 m, amb la part terminal que es va fent estreta i quan sembla que es tanca s'obre al terra un passatge vertical (**l'Esfínter**) que condueix a un costat del sostre de la **sala Fonda**.

Tota la cambra posseeix un bon grapat de morfologies i episodis evolutius: formacions primàries, com les esmolades parets que afecten **l'Esfínter**; blocs caiguts (algun sobre estalagmites) i espeleotemes. Al començament de la davallada cap a la sala hi ha una colada parietal molt corroïda que sembla que degué tancar per complet **l'Esfínter**, abans de reactivar-se els processos de dissolució.

#### SALA FONDA

Es tracta d'una gran sala de direcció N-S, de dimensions màximes 68 x 32 m, que es troba a un nivell inferior al de la **cambra de l'Esfínter** i a la resta de la cavitat, i assoleix els -30,5 m, valor màxim per a les coves situades a les calcarenites tortonianes de Mallorca. Poc després de **l'Esfínter** és on pren el

màxim volum. En direcció S el sostre davalla dels -14 fins als -26 m, predominant els -21 i -22,5 m. El fons del centre i S es manté bastant constant, entre els -27 i -29 m, mentre en direcció N remunta fins als -12 m, entre el rost d'un gran esbucament, parcialment recobert per formacions estalagmítiques. La roca i el fons són de color negre, aquest darrer recobert en gran part per una capa de fang. A més del volum i la fondària destaquen una estalactita i estalagmita coincidents, de grans mides; però en general el sostre està quasi desproveït de formacions secundàries a excepció de les zones amb paleonivells freàtics, formats a partir d'estalactites (a -16,6 i -21 m). Dues galeries laterals i oposades d'uns 20 m i un laminador a la paret, són les úniques continuacions penetrables. La sala es troba a la part final de la platja, per davall de la torrentera.

### Morfogènesi

La gènesi d'aquestes cavitats està relacionada amb els mecanismes geoquímics estudiats per BACK *et al.* (1984) per a la zona de mescla entre aigua dolça i salada (*coastal mixing zone*), els quals foren adaptats a la espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca per GINÉS & GINÉS (1992). El nivell de la mar marca la posició del nivell freàtic i, per tant, l'efectivitat dels processos de dissolució càrstica. Les aigües agressives formen horitzons de dissolució i petites cavitats de geometria irregular, que s'eixamplaran progressivament i es veuran afectades per complicades successions d'esfondraments i moments d'estabilitat que permeten el creixement d'espeleotemes. Les protocavitats o buits i galeries primigènies (GINÉS & GINÉS, 1992) s'han documentat en altres coves del migjorn i llevant de Mallorca (MERINO, 1993; GRACIA *et al.*, 1997; MERINO, 2000). Nosaltres creiem, a partir de l'observació, que els processos químics agressius han afectat en el passat i segueixen afectant actualment la roca i els revestiments litoquímics, segons les diferències locals dels paràmetres químics presents en distints indrets de la mateixa cova. És pràcticament impossible destriar un període d'un altre per a cada procés, ja que tots poden estar actuant a la

vegada en la mateixa cova, encara que en zones diferents, horitzontalment o en vertical, segons si són vado-ses, inundades, d'aigües agressives o saturades.

El gran desnivell que presenta la **sala Fonda** en contraposició a la resta de la cavitat, fa pensar que tal vegada es tracti d'una unitat generada de forma independent i que s'hi ha fusionat posteriorment.

Els espeleotemes més abundants són els de degoteig (estalactites, estalagmites i columnes), així com els de flux (colades pavimentàries i parietals), mentre són gairebé absents els de percolació. Els espeleotemes freàtics són presents en forma de revestiments de cristallitzacions a les parets i sobre estalactites i estalagmites. També hi ha estalagmites còniques formades per l'acumulació de làmines de calcita flotant. Els paleonivells freàtics són macrocristal·lins a la **galeria de les Tortugues** i rugosos a la **sala Fonda**.

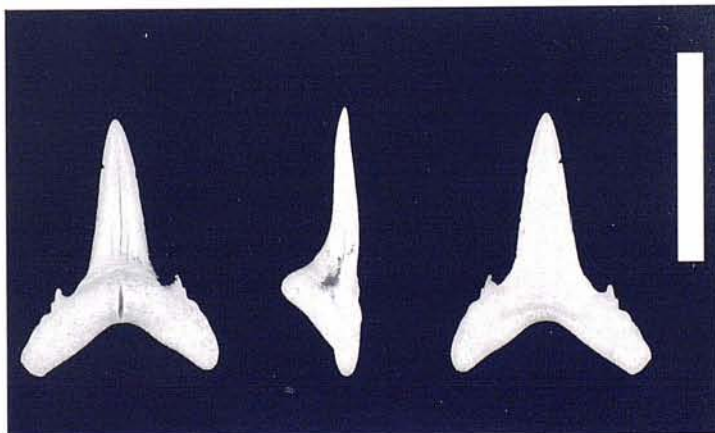
Provinents de la cova, s'han analitzat (TUCCIMEI *et al.*, 1998) diverses estalactites aèries recobertes per un precipitat calcari d'origen freàtic centimètric. Les estalactites foren recol·lectades a +1,4 m a les immediacions del llac que ocupa la cavitat, en el sector més proper a l'entrada. L'edat obtinguda aporta valors de 83 ka, que correspon al subestadi isotòpic 5a, que a la vegada es relacionaria amb el pis Neotirrenià de la terminologia marina mediterrània. De la mateixa cota se n'han datat de 112 ka, corresponents al subestadi 5 e.

Procedents d'aquesta cavitat, s'han observat diverses estalactites recobertes per sobrecreixements freàtics que es troben avui en dia per davall del nivell marí. Es tracta d'espeleotemes d'origen subaquàtic relacionats amb antics nivells d'estabilització de la superfície de les aigües freàtiques, controlada a la vegada per les oscil·lacions negatives del nivell marí durant el Quaternari. S'han recol·lectat mostres d'aquests nivells per la datació per la tècnica de les sèries d'Urani (Th/U) (TUCCIMEI *et al.*, 2000). Aquests paleonivells regressius corresponen a les cotes següents: -13,5; -14; -16,5 i -21 m. Cal dir que els -13,5 i -21 han sofert intensos processos postdeposicionals de redissolució i per tant no ha estat possible datar-los.

Els resultats de les anàlisis dels nivells -14 i -16,5 m ens informen d'una pulsació de caràcter fred situada

Foto 12:  
Dent de tauró de l'espècie *Odontaspis cuspidata* trobada a la galeria de les Tortugues de la cova de Cala Varques B. D'esquerra a dreta: norma lingual, lateral i labial. Escala 2 cm. (Foto P. Bover).

Photo 12:  
Shark tooth from the species *Odontaspis cuspidata* found in the Galeria de les Tortugues, Cova de Cala Varques B. From left to right: lingual view, lateral and labial. Scale 2 cm. (Photo P. Bover.)



entorn dels 125.000 anys, que quedaria situada enmig de l'òptim climàtic del darrer interglaciari (subestadi 5e). Aquestes dades ens indiquen canvis paleoambientals radicals i molt sobtats, explicables en base a alternances climàtiques, amb fases intermèdies d'estabilitat que permeteren la formació d'aquests paleonivells d'espeleotemes freàtics (TUCCIMEI *et al.*, 2000).

### Part paleontològica

La dent del tauró pertany a l'espècie *Odontaspis cuspidata* (det. D. Vicens. Foto 12). Són dents fòssils abundants en el Miocè de Mallorca (BAUZÀ, 1946), més grans que les dents d'*Odontaspis taurus* del Pliocè del Baix Llobregat (MAÑÉ *et al.*, 1996), si bé la morfologia és la mateixa.

D'aquesta mateixa edat, i també sobresortit de la paret per la corrosió de la roca, s'han trobat ossos de tortuga d'una espècie que encara no s'ha identificat.

El material fòssil quaternari recol·lectat és una mandíbula esquerra juvenívola de *Myotragus balearicus* MNIB68321 (det. P. Bover. Foto 13), amb la presència del dP<sub>3</sub>, dP<sub>4</sub>, M<sub>1</sub> totalment erupcionats (dP<sub>3</sub> i dP<sub>4</sub>, bastant desgastats) i dl<sub>2</sub> (BOVER & ALCOVER, 1999) amb poc desgast, cosa que indica que la seva erupció de la dent ha finalitzat recentment. S'observa també, l'alveol per a la dl<sub>3</sub> o dC (la identitat d'aquesta dent està encara en discussió, veure BOVER & ALCOVER, 1999), restes de l'alveol de la dl<sub>1</sub>, i s'ha iniciat l'obertura prop de la base de la branca mandibular per a la sortida del M<sub>2</sub>, la qual es pot observar a l'interior de la mandíbula. En aquest exemplar podem observar també, la deformació provocada pel creixement dels molars al marge ventral del cos mandibular. La nomenclatura emprada està obtinguda de BOVER & ALCOVER (1999).

### Aspectes tècnics

La cavitat té un recorregut projectat total de 1.221 m (1.127 m subaquàtics i 94 m aeris)

El temps de permanència per immersió ha variat entre 45' i 2h 30'. Les botelles emprades han estat 2 x 7 l, 2 x 10 l o bé 18 + 10 l. En ocasions hem utilitzat botelles de nítrox per efectuar les immersions o les aturades de descompressió (per part de J.L. i B.C.).

La **sala Fonda** és el lloc on arribàvem a entrar fàcilment en descompressió, degut a la profunditat que s'hi assoleix (-30,5 m); per contra, en la resta de la cavitat la fondària màxima és de 19 m. La profunditat oscil·la entre els 15 i 16,5 m a la **galeria de les Tortugues** i augmenta de 10 a 19 m a la **galeria dels Aliens**; la **galeria Principal** va de la superfície a -9 m. En tota la cova és imprescindible portar les botelles lateralment, degut a l'estretor d'alguns passos o per la baixa alçària del sòtil de diverses galeries. La mala visibilitat és un altre factor negatiu a tenir en compte per tota la cavitat,

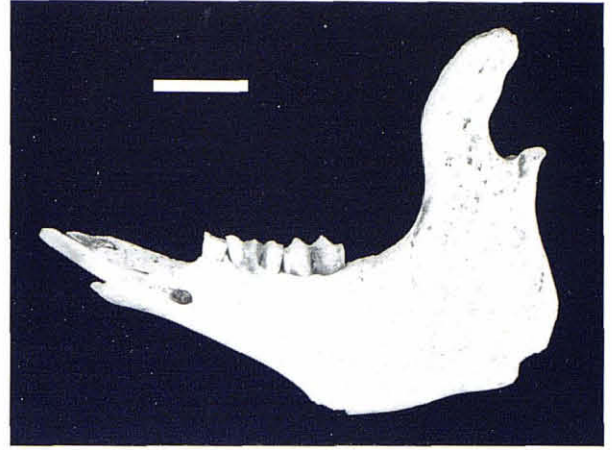


Foto 13: Mandíbula esquerra de *Myotragus balearicus* (MNIB 68321) de la cova de Cala Varques B. Es va trobar en un rost de materials no consolidats d'una estreta, a -14 m de fondària i distant 120 m del llac d'entrada. Norma lateral. Escala 2 cm. (Foto P. Bover).

Photo 13: Left side of a *Myotragus balearicus* (MNIB 68321) Cova de Cala Varques B. It was found on a slope of non-consolidated materials in a squeeze at a depth of -14 m and 120 m from the lake by the cave entrance. Lateral view. Scale 2 cm. (Photo P. Bover.)

i és especialment dràstic a la **galeria dels Aliens**.

Des del llac d'entrada, les distàncies màximes lineals recorregudes sota l'aigua i les fondàries màximes són les següents:

**Llac d'Entrada - galeria Principal - galeria de les Tortugues** = 155 m, prof. màx. 16,5 m.

**Llac d'Entrada - galeria Principal - galeria dels Aliens** = 177 m, prof. màx. 19 m.

**Llac d'Entrada - galeria Principal - cambra de l'Esfínter - Sala Fonda** = 148 m, prof. màx. 30,5 m.

**Galeria de les Tortugues - galeria Principal - galeria dels Aliens** = 322 m, prof. màx. 19 m.

## Conclusions

L'afirmació de TRIAS i MIR (1977) quan parlaven de les característiques generals d'aquestes coves de: "Les cavitats aquí descrites són fenòmens aïllats, no formen cap sistema malgrat la seva proximitat" com es veu queda modificada. Som davant dues cavitats genèticament relacionades, que devien de formar part d'un mateix sistema endocàrstic, on els processos d'esfondrament per reajustaments gravitacionals de les voltes i parets han provocat la separació, a escala humana entre ambdues coves.

És de remarcar la coexistència de zones amb galeries poc o gens evolucionades i d'altres on predominen totalment les morfologies d'esfondrament. Són ben visibles a Cala Varques B galeries disposades a distints nivells, amb connexions de vegades molt angostes (**cambra de l'Esfínter - sala Fonda**).

Els fenòmens de revestiment litoquímico i de corrosió posterior, segurament pertanyents a cronologies

molt diverses, afecten nombroses zones i fondàries. Aquests processos permeten un increment del buit i fan que sobresurtin a les parets i sòtils fòssils de vertebrats per corrosió diferencial.

Observam nivells d'estabilitzacions dels llacs de les coves a fondàries diverses, en relació amb antics nivells de la mar: franges horitzontals de color fosc i espeleotemes freàtics.

Al llarg dels anys 1997-2000 s'han observat en 6 ocasions a l'hivern (mesos de XII i I) anguiles (*Anguilla anguilla*) d'entre 30 i 80 cm prop dels llacs de les coves. Aquesta espècie ha estat vista habitualment dins cavitats amb llacs eurihalins (PONS *et al.*, 1995 i GRÀCIA *et al.*, 1997) i corrents d'aigua dolça (ENCINAS, 1994).

## Agraïments

Aquest treball s'ha pogut dur a terme gràcies al suport econòmic de la Direcció General de Biodiversitat del Govern de les Illes Balears. Volem fer palès el nostre agraïment a Da. Catalina Massutí per les gestions realitzades.

Volem manifestar la nostra gratitud als companys espeleòlegs Peter Watkinson i Tòfol Monserrat del GNM, per la col·laboració en la realització de la topografia de les zones accessibles sense material d'immersió, així com la realització dels perfils exteriors del terreny. Estam especialment agraïts a Oscar Espinasa del club C.A.S. Tritón i Pedro Gràcia per documentar fotogràficament les galeries submergides; a Marc Bujosa i Moisés Bonnín del GNM per la realització de les fotografies de les zones aèries i a Pere Bover per les fotografies del material paleontològic. Feim extensiu el nostre agraïment a Pere Bover, Damià Vicens i Josep Antoni Alcover per la determinació dels fòssils i per les informacions paleontològiques subministrades; així com a Joaquim Ginés, Àngel Ginés i Cosme Aguiló pels comentaris i correccions del text.

## Bibliografia

- BAUZÀ, J. (1946): Nuevas contribuciones a la fauna ictiológica fósil del Neógeno de España. Tomo extraordinario 1946: 471-504.
- BACK, W.; HANSHAW, B. B. & VAN DRIEL, J. N. (1984): Role of groundwater in shaping the eastern coastline of the Yucatan peninsula, Mexico. In: *Groundwater as a Geomorphic Agent*. La Fleur Allen & Unwin 281-293. Boston.
- BOVER, P. & ALCOVER, J. A. (1999): The evolution and ontogeny of the dentition of *Myotragus balearicus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae): evidence from new fossil data. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68: 401-428.
- CUERDA, J. (1975): *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Instituto de Estudios Baleáricos 304 pp. Palma de Mallorca.
- ENCINAS, J. A. (1994): *501 Grutas del término de Pollensa (Mallorca)*. 609 pàgs. Pollença.
- ENCINAS, J. A. (1997): Inventari espeleològic de les Illes Balears-any 1997. *Endins*. 21: 103-128.
- ENCINAS, J. A.; GINÉS, J. & TRIAS, M. (1979): Inventario espeleològic de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Baleares*. 19: 29-49.
- FORNÓS, J. J. i POMAR, L. (1983): Mioceno superior de Mallorca: Unidad calizas de Santanyi (Complejo terminal). In: *X Congreso nacional de sedimentología*. IEB-UIB.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1977): Datos bioespeleológicos obtenidos en las aguas cársticas de la isla de Mallorca. *Comunicaciones del 6è. Simposium d'Espeleología*: 81-95.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*. 17-18: 5-20.
- GINÉS, J. (1995): L'endocast de Mallorca: Els mecanismes espeleogenètics. *Endins*, 20/ *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 71-86.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1976): Ses coves del Pirata. *Endins*, 3: 41-45.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1993): Dataciones isotópicas de espeleotemas freáticos recolectados en cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 19: 9-15.
- GRÀCIA, F. & 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. & WATKINSON, P. (1998): La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 22.
- 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.
- LOZANO, R. (1884): *Anotaciones físicas y geológicas de la Isla de Mallorca*. Exma. Diputación de Baleares. Palma de Mallorca.
- MAÑÉ, R.; MAGRANS, J. & FERRER, E. (1996): Ictiologia fósil del Pliocè del Baix Llobregat II. Selacis pleurotremats. *Batalleria*, 6: 19-33.
- MARTEL, E. A. (1903): Les cavernes de Majorque. *Spelunca. Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie*, 32: 1-50.
- MERINO, A. (1993): La cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 19: 17-23.
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*. 23:
- PARDO, J. E.; RODRÍGUEZ-PÉREA, A.; FORNÓS, J. J.; GARCÍA, F. & CERVERA, T. (1997): Caracterización de los fondos de las calas y los barrancos menorquines mediante sondeos eléctricos. *Actas XV Congreso de Geógrafos Españoles (Santiago 15-19 septiembre)*, 1: 191-203.
- POMAR, L.; ESTEBAN, M.; CALVET, F. & BARÓN, A. (1983): La Unidad Arrecifal del Mioceno superior de Mallorca. *El terciario de las Baleares. Guía de las Excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología. Menorca, 1983*: 139-175.
- POMAR, L.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (1979): Morfología, estructura y origen de los espeleotemas epiacuáticos. *Endins*. 5-6: 3-17.
- PONS, G.; JAUME, D. & DAMIANS, J. (1995): Fauna cavernícola de Mallorca. *Endins*, 20/ *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 125-143.
- ROSSELLÓ, V.M. (1995): Les cales, un fet geomòrfic epònim de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 38: 167-180.
- TRIAS, M. (1992): Noves dades sobre la cova des Coloms 1 (Manacor, Mallorca). *Endins*, 17-18: 21-23.
- TRIAS, M. (2000): La cova des Moro (Manacor, Mallorca) i alguns destacats aspectes de la seva morfologia. *Endins*, 23:
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet - cala Varques. *Endins*, 4: 21-42.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J. J. & VESICA, P. (1998): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos controlados por el nivel marino, procedentes de cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 22: 99-107.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, C.; PAZZELLI, L.; TADDEUCCI, A.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J. J.; GINÉS, A.; & GRÀCIA, F. (2000): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos recolectados a cotas inferiores al actual nivel marino en cuevas costeras de Mallorca (España): aportaciones a la construcción de una curva eustática detallada de los últimos 300 ka para el Mediterráneo occidental. *Endins*, 23.
- VESICA, P. L.; TUCCIMEI, P.; TURI, B.; FORNÓS, J. J.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (2000): Late Pleistocene Paleoclimates and sea-level change in the Mediterranean as inferred from stable isotope and U-series studies of overgrowths on speleothems, Mallorca, Spain. *Quaternary Science Reviews*, 19: 865-879.

# DATAZIONI Th/U DE ESPELEOTEMAS FREÁTICOS RECOLECTADOS A COTAS INFERIORES AL ACTUAL NIVEL MARINO EN CUEVAS COSTERAS DE MALLORCA (España): APORTACIONES A LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CURVA EUSTÁTICA DETALLADA DE LOS ÚLTIMOS 300 ka PARA EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

por Paola TUCCIMEI <sup>1,2</sup>, Joaquín GINÉS <sup>3,4</sup>, Cristina DELITALA <sup>1</sup>,  
 Laura PAZZELLI <sup>5</sup>, Adriano TADDEUCCI <sup>1</sup>, Bernat CLAMOR <sup>6</sup>,  
 Joan J. FORNÓS <sup>4</sup>, Àngel GINÉS <sup>3,7</sup> y Francesc GRÀCIA <sup>6</sup>

## Resum

Els espeleotemes freàtics de les coves costaneres de Mallorca són una molt bona font d'informació per al millor coneixement de la història recent del nivell de la mar, tal i com ja s'ha posat de relleu en nombrosos treballs anteriors. Diversos paleonivells marins —corresponents a episodis interglacials— es troben enregistrats en coves litorals de la nostra illa, mitjançant espectaculars alineacions d'espeleotemes freàtics. De la mateixa manera, alguns esdeveniments regressius de la Mediterrània apareixen també documentats sota la forma de dipòsits d'aquestes característiques situats a cotes inferiors al present nivell de la mar.

S'han datat un total de 18 mostres d'espeleotemes freàtics, recol·lectats a profunditats compreses entre -1,5 i -23,0 metres, els quals són indicatius d'antigues estabilitzacions marines relacionades amb pulsacions climàtiques de caràcter fred. Les edats obtingudes abracen des de 63,7 fins >350 ka B.P., enregistrant amb bastant detall fluctuacions negatives del nivell marí relacionades bàsicament amb els estadis isotòpics 4, 6 i 8. També es troben ben documentades al manco dues pulsacions regressives menors, ocorregudes durant successius episodis freds dins l'últim i molt complex gran esdeveniment interglacial (estadi 5).

Les dades obtingudes —analitzades en combinació amb les datacions ja disponibles a partir d'investigacions isotòpiques precedents— permeten assajar la reconstrucció d'una corba eustàtica dels últims 300 ka, vàlida per a la Mediterrània Occidental. Aquesta corba resulta especialment detallada entre els 60 i els 150 ka B.P. (estadis isotòpics 4 i 5), posant de manifest l'existència de fluctuacions marines de més de 18 metres d'amplitud succeïdes en lapses de temps inferiors als 10 ka.

## Abstract

Phreatic speleothems from coastal caves on Mallorca, as it has been pointed out in numerous previous publications, are a very good source of information for a better knowledge of recent sea-level history. Several high paleosea-levels —corresponding to interglacial events— are recorded as conspicuous alignments of phreatic speleothems inside littoral caves of the island. In the same way, some regressive episodes of the Mediterranean Sea also appear documented as deposits of these characteristics located at different depths below present sea-level.

Eighteen phreatic speleothems collected between -1.5 and -23.0 metres below present sea-level have been dated. They record past sea-level stabilizations related to cold climatic pulsations. Ages obtained range from 63.7 to more than 350 ka BP, accurately reflecting negative shifts in sea-level that are basically related to isotopic stages 4, 6 and 8. Furthermore, at least two minor regressive pulsations during successive cold substages within the last and complex interglacial period (isotopic stage 5) are well-documented.

The new data obtained —coupled with available datings from previous isotopic based investigations— allow us to attempt the reconstruction of an eustatic curve for the last 300 ka, valid for Western Mediterranean basin. This curve shows a remarkable accuracy between 60 and 150 ka BP (isotopic stages 4 and 5) and reveals the existence of sea-level fluctuations greater than 18 metres in amplitude within time spans of less than 10 ka.

1 Dip. Scienze Geologiche, Università "Roma Tre", Roma, Italia.

2 C.S. per il Quaternario e l'Evoluzione Ambientale C.N.R., Dip. Scienze della Terra, Università "La Sapienza", Roma, Italia.

3 Grup Espeleològic EST. Palma de Mallorca.

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

5 Via Gandiglio 109, Roma, Italia.

6 Grup Nord de Mallorca, Pollença, Mallorca.

7 Museu Balear de Ciències Naturals, Sóller, Mallorca.

## Introducción

El endokarst litoral de Mallorca ofrece unas grandes potencialidades de cara a la realización de investigaciones espeleocronológicas interdisciplinarias (GINÉS & GINÉS, 1986, 1987). Una de sus peculiaridades morfológicas más relevantes radica en la existencia —en numerosas cuevas costeras de la isla— de espeleotemas de origen subacuático, relacionados con antiguas cotas de estabilización de la superficie de las aguas freáticas, cuya posición altimétrica viene a su vez controlada por las oscilaciones del nivel marino durante el Cuaternario.

Estos espeleotemas freáticos suponen un excelente registro de la historia del nivel del Mediterráneo a lo largo del Pleistoceno y Holoceno, tal como se ha ido poniendo de manifiesto en trabajos publicados desde hace ya dos décadas (GINÉS & GINÉS, 1974, 1993a; GINÉS *et al.*, 1981a; POMAR *et al.*, 1987). Los principales aspectos morfológicos, mineralógicos y texturales de estos depósitos han sido suficientemente tratados con anterioridad (POMAR *et al.*, 1976, 1979; GINÉS *et al.*, 1981b; GINÉS, 1995) por lo que no es necesario extenderse ahora sobre estas cuestiones; por otra parte, visiones concisas acerca del contexto morfogenético en el que tienen lugar esos procesos de deposición freática de carbonatos, y sobre el progreso reciente de estas investigaciones, pueden consultarse en GINÉS & GINÉS (1995) y en TUCCIMEI *et al.* (1998).

A partir de 1981 fue posible realizar sucesivas campañas de datación isotópica de los espeleotemas freáticos mallorquines, comenzando por el análisis de las muestras situadas a cotas iguales o superiores al presente nivel marino (HENNIG *et al.*, 1981; GINÉS & GINÉS, 1989, 1993b; TUCCIMEI *et al.*, 1997, 1998; GINÉS *et al.*, 1999; VESICA *et al.*, 1996, 2000). Pero quedaba pendiente el estudio de los espeleotemas freáticos ubicados por debajo del actual nivel marino, labor que se emprende a lo largo de estas páginas. Se trata de una línea de investigación muy prometedora, que aportará informaciones novedosas sobre una faceta desconocida hasta ahora en el Cuaternario de Mallorca: las fluctuaciones marinas regresivas asociadas a pulsaciones climáticas de carácter frío. De esta forma, la relevancia de estas investigaciones sobrepasa el campo estrictamente espeleocronológico, para entrar de lleno en el ámbito del conocimiento cronoestratigráfico del Pleistoceno marino en el Mediterráneo Occidental.

La observación y recolección subacuática de las muestras analizadas ha sido llevada a cabo por dos de los autores (Francesc Gràcia y Bernat Clamor), de modo paralelo a la exploración y topografía de las localidades de procedencia.

## Muestras estudiadas

Se han seleccionado para su datación muestras de 18 espeleotemas freáticos, procedentes de 4 cuevas costeras de la mitad meridional de Mallorca (Figura 1), relacionados todos ellos con antiguas estabilizaciones del Mediterráneo a cotas inferiores al actual nivel marino. La totalidad de las cuevas investigadas se localizan en las calcarenitas del Mioceno superior postorogénico, las cuales configuran el relieve tabular de la región kárstica del Migjorn que se extiende anularmente a lo largo del Sur y Sureste de la isla.

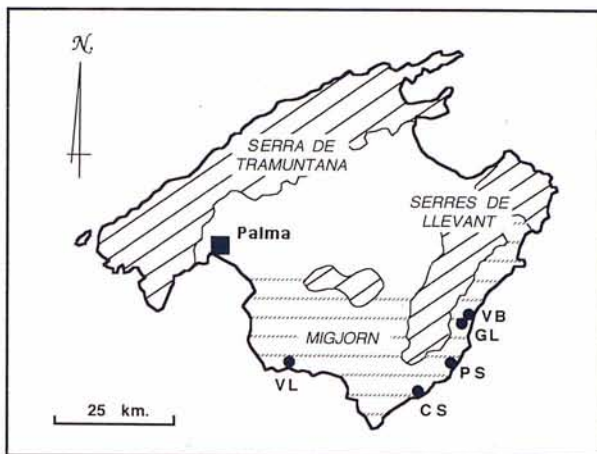


Figura 1: Mapa de localización de las cuevas con espeleotemas freáticos investigadas.

VB: Cova de Cala Varques B, Manacor; GL: Cova de sa Gleda, Manacor; PS: Cova den Passol, Felanitx; CS: Cova des Drac de Cala Santanyi; VL: Cova des Pas de Vallgornera, Lluçmajor.

Figure 1: Location map of the caves containing the investigated phreatic speleothems.

Las localidades muestreadas presentan lagos de aguas salobres, que dan acceso a importantes continuaciones subacuáticas. En estas extensas galerías —anegadas por la subida marina postglacial— han sido reconocidos y muestreados abundantes paleoniveles de espeleotemas freáticos, dispuestos a profundidades que oscilan entre los -1,5 metros (Cova de sa Gleda, Manacor) y los -23,0 metros por debajo del actual nivel del Mediterráneo (Cova den Passol, Felanitx); también se ha estudiado una muestra obtenida en el rango actual de fluctuación de la superficie de estas aguas freáticas litorales (Cova des Pas de Vallgornera, Lluçmajor).

Han resultado particularmente numerosos, en todas las localidades investigadas, los paleoniveles reconocidos y muestreados en torno a los 15 metros de profundidad; este hecho es concordante, en principio, con la abundancia a dicha cota de paleoformas de abrasión marina, reseñadas por GRÀCIA *et al.* (1997) en la costa de Portocolom. En concreto, más de la mitad de las muestras (10 espeleotemas) han sido recogidas entre las cotas -13 y -17 metros bajo el pre-

sente nivel marino, habiéndose datado 4 muestras a cotas cada vez más bajas, próximas o algo superiores a la veintena de metros de profundidad. Los paleoniveles de espeleotemas freáticos detectados a profundidades menores de 13 metros son relativamente escasos, constatándose de momento una ausencia de este tipo de depósitos entre las cotas -1,5 y -8,0 metros. Dos de los paleoniveles marinos negativos registrados en la **Cova de Cala Varques B** (a -13,5 y -21,0 metros) no han podido ser datados, debido a las alteraciones geoquímicas sufridas por las muestras a causa de los intensos procesos de redisolución que les han afectado.

Para complementar este apartado, se incluyen a continuación algunas breves informaciones adicionales tanto sobre las cavidades investigadas como acerca de los espeleotemas objeto de datación. Por otra parte, los datos concernientes a las cuevas estudiadas, las muestras obtenidas, y las alturas de los paleoniveles marinos representados en cada localidad, aparecen reunidos en la Tabla I.

— **Cova de Cala Varques B** (Manacor). Procedentes de esta caverna perteneciente a la importante zona espeleológica de Can Frasquet (TRIAS & MIR, 1977), se han analizado diversas estalactitas recubiertas por sobrecrecimientos freáticos. En las galerías subacuáticas de la cavidad —que han sido exploradas recientemente (GRÀCIA *et al.*, 2000)— se han detectado varios paleoniveles de espeleotemas freáticos a profundidades que oscilan entre -13,5 y -21,0 metros; algunos de ellos han sufrido intensos procesos postdeposicionales de disolución y por lo tanto no ha sido posible datarlos.

*Muestra VB-D3:* revestimiento freático sobre estalactita (cota: -14 m).

*Muestra VB-D5:* revestimiento freático sobre estalactita (cota: -16,5 m).

— **Cova de sa Gleda** (Manacor). La sala principal de esta cavidad se abre al exterior en forma de un

espectacular hundimiento de su bóveda (FORNÓS *et al.*, 1989), el cual interesa en particular los materiales del Complejo Terminal (Messiniense) que cierra la secuencia del Mioceno postorogénico de Mallorca. La exploración, todavía en curso, de extensas galerías subacuáticas ha llevado a la detección y muestreo de cinco paleoniveles negativos de espeleotemas freáticos, situados entre las cotas -1,5 y -17,5 metros bajo el actual nivel del mar (Fotos 1 y 2).

*Muestra GL-D1:* potente revestimiento freático macrocristalino, desarrollado sobre una delgada estalactita (cota: -15 m).

*Muestra GL-D2:* sobrecrecimiento freático macrocristalino sobre estalactita (cota: -14 m).

*Muestra GL-D3:* delicado revestimiento freático macrocristalino sobre estalactita (cota: -17,5 m).

*Muestra GL-D4:* sobrecrecimiento freático macrocristalino sobre estalactita (cota: -1,5 m).

*Muestra GL-D5:* potente revestimiento freático a base de delicadas proyecciones macrocristalinas, desarrolladas sobre una estalactita (cota: -16 m).

— **Cova den Passol** (Felanitx). Se trata de una cavidad típica del Migjorn de Mallorca, que cuenta con importantes continuaciones subacuáticas exploradas y topografiadas hace pocos años (GRÀCIA *et al.*, 1998a). Se han consignado un total de siete paleoniveles de cristalizaciones freáticas, situados a profundidades de entre -8 y -23 metros bajo el presente nivel marino (Foto 3). La mayoría de cristalizaciones han sido recolectadas en el Sifó des Somnis, mientras que tan sólo una de las muestras procede del Sifó des Crancs.

*Muestra PS-D1:* revestimiento freático rugoso sobre estalactita (cota: -8 m).

*Muestra PS-D2:* revestimiento freático rugoso sobre estalactita (cota: -10,5 m).

*Muestra PS-D3:* sobrecrecimiento freático de aspecto coraloide sobre finas estalactitas (cota: -12 m).

Foto 1:

Aspecto de las galerías subacuáticas de la Cova de sa Gleda (Manacor), en las cuales se localizan espléndidos ejemplares de espeleotemas freáticos desarrollados sobre estalactitas y columnas aéreas pre-existentes. La imagen está tomada a una profundidad de -15 metros bajo el nivel del mar. Foto: P. Gracia.

Photo 1:

Subaquatic passages in Cova de sa Gleda (Manacor), containing spectacular phreatic speleothems formed around pre-existing aerial stalactites and columns. The picture is taken at a depth of -15 metres below sea-level.

Photo: P. Gracia.





Foto 2:  
Espeleotemas freáticos pavimentarios observables en la Cova de sa Gleda (Manacor), a una profundidad de -14 metros por debajo del actual nivel marino.  
Foto: P. Gracia.

Photo 2:  
Phreatic speleothems developed on the pavement of a submerged gallery of Cova de sa Gleda (Manacor), at -14 metres below the current sea-level.  
Photo: P. Gracia.

*Muestra PS-D4:* revestimiento freático arborescente sobre estalactita, incorporando abundantes sedimentos arcillosos en sus zonas subverticales (cota: -13,5 m).

*Muestra PS-D5:* sobrecrecimiento freático sobre estalactita, de superficie angulosa y con cristales milimétricos muy bien formados (cota: -18 m).

*Muestra PS-D6:* revestimiento freático de aspecto botrioidal desarrollado sobre estalactita (cota: -23 m).

*Muestra PS-D7:* revestimiento freático macrocristalino sobre pequeña estalactita (cota: -15,5 m).



Foto 3: Sección longitudinal de la muestra PS-D5, obtenida en la Cova den Passol (Felanitx) a una cota de -18 metros bajo el presente nivel marino. A destacar la delgada estalactita que sirve de soporte a un sobrecrecimiento freático correspondiente al subestadio isotópico 5b (98 ka BP). Escala gráfica = 8 cm.

Photo 3: Longitudinal cross-section of sample PS-D5, obtained from Cova den Passol (Felanitx) at -18 metres below sea-level. The thin stalactite that serves as support of a phreatic overgrowth corresponding to isotopic substage 5b (98 ka BP) is outstanding. Scale bar = 8 cm.

— **Cova des Drac de Cala Santanyí** (Santanyí). Esta pequeña cavidad, conocida de antiguo, ha alcanzado una nueva dimensión tras las importantes exploraciones subacuáticas efectuadas en los últimos años (GRÀCIA *et al.*, 1998b). En sus galerías inundadas se han observado cuatro paleoniveles de espeleotemas freáticos a profundidades de -13,5 a -19,0 metros por debajo de la actual cota  $\pm 0$ , de los que se han recogido las muestras pertinentes para su eventual datación.

*Muestra CS-D1:* revestimiento freático coraloide sobre estalactita (cota: -13,5 m).

*Muestra CS-D2:* revestimiento freático coraloide sobre estalactita (cota: -15 m).

*Muestra CS-D3:* sobrecrecimiento freático sobre estalactita, de superficie angulosa y con cristales de orden milimétrico muy bien formados (cota: -17 m).

*Muestra CS-D4:* sobrecrecimiento freático de aspecto botrioidal sobre estalactita, con restos de láminas flotantes y depósitos arcillosos en sus zonas subverticales (cota: -19 m).

— **Cova des Pas de Vallgornera** (Llucmajor). Es ésta una cueva destacable, tanto en lo que atañe a sus dimensiones como en lo referente a sus características morfológicas y a su excepcional decoración cristalina (MERINO, 1993, 2000). Aparte de la existencia de algunos paleoniveles de espeleotemas freáticos por encima del actual nivel marino, se ha muestreado el sobrecre-



cimiento desarrollado en el presente rango de fluctuación de los lagos de la caverna (Foto 4).

*Muestra VL-D1*: revestimiento freático aragonítico, de superficie exterior lisa, desarrollado sobre una delgada estalactita (cota:  $\pm 0$  m).

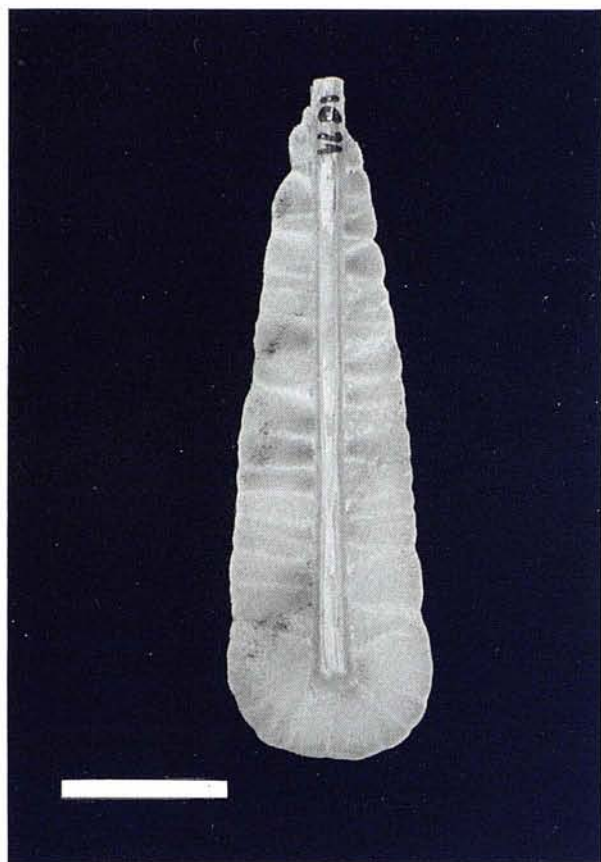


Foto 4: Muestra VL-D1, recolectada en la superficie de los lagos salobres de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor). Consiste en una fina estalactita aérea, revestida por un precipitado aragonítico subactual de origen freático. Escala gráfica = 4 cm.

Photo 4: Sample VL-D1, collected at the surface of brackish pools in Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor). It consists in a delicate aerial stalactite, coated by a subactual aragonitic precipitate of phreatic origin. Scale bar = 4 cm.

## Resultados de las dataciones

Las dataciones isotópicas de las muestras recolectadas fueron efectuadas usando la técnica de las series de Uranio (Th/U); los resultados analíticos obtenidos y las edades que dichos datos aportan aparecen recopilados en la Tabla I. Las edades obtenidas oscilan entre los 63,7 ka (estadio isotópico 4) y > 350 ka B.P., cronología que ha de corresponder como mínimo al estadio isotópico 9. Las muestras datadas cuyas edades son inferiores a los 300 ka se corresponderían con estabilizaciones bajas del nivel marino atribuibles, desde el punto de vista cronológico, a los estadios numerados del 4 al 8 por SHACKLETON & OPDYKE (1973). En particular, están bien representados varios paleoniveles

regresivos relacionados con el estadio isotópico 4 (edades entre 63,7 y 79,6 ka), el cual supondría ya la transición hacia unas condiciones climáticas que marcan el inicio de la última glaciación (Würm). También se constatan bastantes dataciones que documentan pulsaciones negativas correspondientes a varios de los subestadios que se distinguen habitualmente dentro del último interglacial (estadio 5).

Los análisis de las series de Uranio realizados han permitido calcular la relación inicial  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  de estos espeleotemas freáticos situados por debajo del nivel marino presente (Tabla I). Ya exponíamos al ocuparnos de los paleoniveles de cotas superiores al  $\pm 0$  actual (VESICA *et al.*, 2000), que esta relación isotópica viene en buena medida determinada por la naturaleza litológica de las rocas donde están enclavadas las cavidades. En el caso de las muestras obtenidas en las cuatro cuevas investigadas, la relación inicial  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  es siempre superior a 1,25 tal como sucedía en las localidades excavadas en las calcarenitas del Mioceno Superior; en este sentido, recordaremos que valores inferiores a 1,25 sólo se obtenían en los espeleotemas procedentes de cavidades localizadas en las calizas y dolomías jurásicas de las Serres de Llevant.

En cuanto al contenido de Uranio de los espeleotemas analizados, éste presenta valores comprendidos entre 80 ppb (muestra GL-D4) y 743 ppb (muestra VB-D5) superando los 200 ppb en la gran mayoría de las muestras. Al referirnos a los espeleotemas freáticos de cotas positivas (VESICA *et al.*, 2000), ya se comentaba el alto contenido en Uranio que presentaban éstos, relacionado con la mayor o menor presencia de agua marina en el sistema hidroquímico. A este respecto, conviene recordar que estas cristalizaciones freáticas alcanzaban contenidos en Uranio incluso del orden del ppm, frente a los 58 ppb medidos para una estalactita vadosa.

En general los espeleotemas freáticos recolectados ponen de manifiesto la existencia de abundantes paleoniveles marinos situados entre las cotas -10 y -20 metros, con un máximo de ellos concentrados entre los 13 y los 17 metros de profundidad, como ya se ha indicado antes; tan sólo unas pocas muestras han sido tomadas por encima y por debajo del mencionado rango de profundidades. A pesar de las numerosas muestras recogidas a cotas coincidentes o muy próximas entre sí (siempre cercanas a los -15 metros), los resultados analíticos no permiten establecer correlaciones geomorfológicas claras de estos depósitos, que hagan posible aventurar su cronología en base a criterios altimétricos. Por ejemplo, dos espeleotemas muestreados a -15 metros (GL-D1 y CS-D2) han arrojado unas edades bien diferenciadas de 76,2 ka y 108 ka B.P. respectivamente (ver Tabla I). Lo mismo sucede con las muestras VB-D3 y GL-D2 (-14 metros ambas) con edades de 125 ka y 147 ka, o las CS-D1 y PS-D4 (-13,5 metros) de cronologías respectivas evaluadas en 260 ka y >350 ka. Queda patente pues la complejidad

localidad	muestra	altura s.n.m. (m)	U (ppb)	234U/ 238U	(234U/ 238U) <sub>0</sub>	230Th/ 232Th	230Th/ 234U	edad (ka ± 1 σ)
Cova de Cala Varques B	VB-D3	-14	690 ± 18	1,892 ± 0,034	2,271 ± 0,055	300 ± 77	0,735 ± 0,028	125 ± 8
	VB-D5	-16,5	743 ± 12	1,613 ± 0,022	1,875 ± 0,032	854 ± 211	0,727 ± 0,014	125,6 ± 4,2
Cova de sa Gleda	GL-D1	-15	409 ± 5	2,021 ± 0,020	2,267 ± 0,025	876 ± 227	0,530 ± 0,009	76,2 ± 1,8
	GL-D2	-14	342 ± 10	1,586 ± 0,040	1,890 ± 0,067	250 ± 80	0,793 ± 0,035	147,4 ± 12
	GL-D3	-17,5	438 ± 6	1,960 ± 0,022	2,244 ± 0,029	42 ± 2	0,602 ± 0,011	91,4 ± 2,4
	GL-D4	-1,5	80 ± 2	1,154 ± 0,038	> 1,554	∞	1,035 ± 0,065	> 350
	GL-D5	-16	380 ± 10	2,105 ± 0,051	2,384 ± 0,065	201 ± 47	0,540 ± 0,018	78 ± 3,6
Cova den Passol	PS-D1	-8	278 ± 6	1,203 ± 0,034	1,359 ± 0,059	139 ± 31	0,877 ± 0,026	201,4 ± 16
	PS-D2	-10,5	210 ± 7	1,630 ± 0,064	1,835 ± 0,085	29 ± 4	0,632 ± 0,028	100 ± 7
	PS-D3	-12	91 ± 3	1,510 ± 0,061	1,612 ± 0,073	10 ± 1	0,456 ± 0,020	63,7 ± 3,7 (*)
	PS-D4	-13,5	354 ± 8	1,173 ± 0,023	> 1,1483	216 ± 34	1,014 ± 0,027	> 350
	PS-D5	-18	155 ± 4	1,708 ± 0,047	1,935 ± 0,063	1948 ± 2168	0,627 ± 0,025	98 ± 6
	PS-D6	-23	278 ± 7	1,594 ± 0,035	2,342 ± 0,170	156 ± 23	1,035 ± 0,030	288 ± 41
	PS-D7	-15,5	138 ± 2	1,902 ± 0,030	2,092 ± 0,037	199 ± 39	0,483 ± 0,010	67,6 ± 1,8
Cova des Drac de Cala Santanyí	CS-D1	-13,5	234 ± 7	1,128 ± 0,044	1,267 ± 0,110	22 ± 3	0,938 ± 0,044	260 ± 90
	CS-D2	-15	187 ± 3	1,297 ± 0,021	1,404 ± 0,029	53 ± 9	0,651 ± 0,019	108,3 ± 5
	CS-D3	-17	292 ± 6	1,337 ± 0,028	1,422 ± 0,035	62 ± 7	0,534 ± 0,014	79,6 ± 3
	CS-D4	-19	283 ± 10	1,271 ± 0,050	1,516 ± 0,110	6,6 ± 0,4	0,925 ± 0,038	< 227 (*)
Cova de Vallgornera	VL-D1	± 0	7386 ± 174	1,514 ± 0,008	1,514 ± 0,008	71 ± 18	0,008 ± 0,003	0

(\*) posible presencia de <sup>230</sup>Th no radiogénico

Tabla I: Resultados analíticos de las dataciones efectuadas mediante el método Th/U, correspondientes a paleoniveles de espeleotemas freáticos de cota inferior al actual nivel marino.

Table I: Analytical results of Th/U datings corresponding to paleo-levels of phreatic speleothems lying below present sea-level.

de la historia reciente del nivel del Mediterráneo, desde el momento en que además estos espeleotemas permiten tener acceso a datos referentes a una vertiente del todo inédita de esta cuestión. A continuación se desarrollarán estos temas con detenimiento, siguiendo un orden de antigüedad decreciente para la discusión de las informaciones aportadas por las muestras que han sido objeto de datación.

## Discusión de los resultados

Con la intención de hacer más fácil la exposición de los resultados correspondientes a las dataciones de espeleotemas freáticos situados por debajo del presente nivel marino (Tabla I), se han representado gráficamente en la Figura 2 las edades de los especímenes analizados. En el mencionado gráfico las muestras aparecen agrupadas por localidades, referenciándolas al registro marino de isótopos de oxígeno para su unívoca ubicación geocronológica.

En lo que concierne a las muestras de mayor antigüedad, dos de ellas (*GL-D4* y *PS-D4*) aportan relaciones isotópicas muy próximas a la unidad, por lo que sólo es factible atribuirles una edad mínima superior a

los 350 ka B.P. (estadio isotópico 9, como mínimo). La altimetría de estas muestras —procedentes de la **Cova de sa Gleda**, en Manacor, y de la **Cova den Passol**, en Felanitx— es de -1,5 y -13,5 metros respectivamente, lo cual supone la existencia de sendas estabilizaciones del nivel marino a dichas cotas negativas, en algún momento no determinado del Pleistoceno Medio o Inferior.

Otros dos de los espeleotemas datados quedan encuadrados a la perfección en el estadio isotópico 8, evento de signo frío al que iría, en principio, asociado un nivel marino en general inferior al presente. Por una parte, la muestra *PS-D6* (288 ka) de la **Cova den Passol** nos documenta una alineación de espeleotemas freáticos formada a -23 metros de profundidad, en relación con el término del estadio 9 y el comienzo del evento frío representado por el estadio 8. Por otro lado la muestra *CS-D1* (260 ka) de la **Cova des Drac de Cala Santanyí**, situada a una cota de -13,5 metros, se correspondería con el final del estadio 8, registrando una estabilización del nivel marino inserta en la tendencia transgresiva que conduciría al óptimo climático del penúltimo interglacial (estadio 7).

Dentro del estadio 7 sólo se ubica con claridad la muestra *PS-D1* (201,4 ka) procedente de la **Cova den**

**Passol.** Este espeleotema, sito a -8 metros, parece susceptible de relacionarse con la regresión marina consecuente a la finalización de las dos pulsaciones cálidas que conforman el estadio 7 (ZAZO, 1999). Atribuible tal vez a este último evento estaría la muestra *CS-D4* de la **Cova des Drac de Cala Santanyí**, para la cual se apunta una cronología de 227 ka; la presencia de  $^{230}\text{Th}$  no radiogénico en esta muestra impide precisar su edad, que necesariamente ha de ser inferior a la cifra mencionada.

El estadio isotópico 6 está representado por un paleonivel freático a -14 metros (muestra *GL-D2*), en la **Cova de sa Gleda**. Su situación en la parte final de dicho estadio de carácter frío, debe relacionarse con el tránsito desde unas condiciones glaciales hacia el acontecimiento interglacial constituido por el estadio 5.

Llegamos así a las muestras pertenecientes al último interglacial, que registran seis estabilizaciones marinas a cotas negativas, asociadas a los distintos subestadios del evento climático 5. Comenzando por los paleoniveles más antiguos, las muestras *VB-D3* y *VB-D5* de la **Cova de Cala Varques B**, en Manacor, nos informan de una pulsación de signo frío situada en torno a los 125 ka, que ha dejado espeleotemas freáticos a las cotas -14,0 y -16,5 metros; este breve acontecimiento regresivo quedaría emplazado en pleno subestadio 5e, corroborando la existencia en dicho subestadio de dos picos de nivel marino alto sobre los 117 ka y los 135 ka B.P., separados por una pulsación descendente puesta ya de manifiesto en áreas geográficas bien diversas (HILLAIRE-MARCEL *et al.*, 1996; NEUMANN & HEARTY, 1996; HEARTY, 1998). La muestra *CS-D2* —de la **Cova des Drac de Cala Santanyí**— aporta una edad de 108,3 ka que permite adscribirla al subestadio 5d, con independencia de que la presencia del subestadio 5c en el Pleistoceno Superior de Mallorca esté o no suficientemente contrastada. Finalmente, tres espeleotemas de la **Cova den Passol** y la **Cova de sa Gleda** (*PS-D2*, *PS-D5* y *GL-D3*) suministran edades comprendidas entre 91,4 ka y 100 ka, cronología que las coloca con bastante seguridad en el subestadio 5b; se trataría de una clara pulsación regresiva, de al menos 18 metros de magnitud, que precedería al pico cálido correspondiente al subestadio 5a (83 ka B.P.).

Asimismo se han datado cinco muestras —procedentes de la **Cova de sa Gleda**, **Cova des Drac de Cala Santanyí** y **Cova den Passol** (*GL-D1*, *GL-D5*, *CS-D3*, *PS-D3* y *PS-D7*)— que registran otros tantos paleoniveles marinos a profundidades de entre -12 y -17 metros. Las edades obtenidas abarcan desde 63,7 ka hasta 79,6 ka, lo cual supone su pertenencia al estadio isotópico 4, que marca el final del último período interglacial. Las muestras pertenecientes a este subestadio presentan, en líneas generales, una tendencia altimétrica ascendente conforme disminuye la edad de los espeleotemas, lo que podría indicar una tónica transgresiva ligada a la suavización termométrica asociada a su creciente proximidad al estadio isotópico 3.

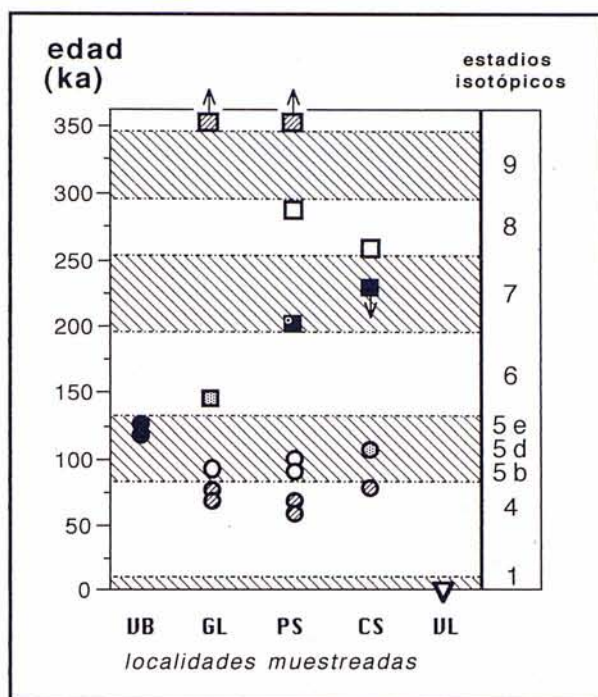


Figura 2: Edades de los espeleotemas freáticos relacionados con estabilizaciones del nivel marino a cotas negativas, obtenidas mediante el método Th/U. Se han representado rayados los estadios isotópicos que implican eventos climáticos de signo cálido.

**Triángulo blanco:** muestra subactual; **círculos rayados:** muestras correspondientes al estadio isotópico 4; **círculos blancos:** muestras pertenecientes al subestadio 5b; **círculo punteado:** muestra atribuida al subestadio 5d; **círculos negros:** muestras pertenecientes al subestadio 5e; **cuadrado punteado:** muestra correspondiente al estadio 6; **cuadrados negros:** muestras atribuidas al estadio 7; **cuadrados blancos:** muestras pertenecientes al estadio 8; **cuadrados rayados:** muestras atribuibles como mínimo al estadio 9. Las flechas ascendentes o descendentes indican edades mínimas o máximas respectivamente.

Las localidades aparecen representadas en el mismo orden que en la Tabla I. **VB:** Cova de Cala Varques B; **GL:** Cova de sa Gleda; **PS:** Cova den Passol; **CS:** Cova des Drac de Cala Santanyí; **VL:** Cova des Pas de Vallgornera.

Figure 2: Th/U ages of phreatic speleothems related to sea-level stabilizations at depths below the present  $\pm 0$  metres. Dashed areas are warm climate isotopic stages.

**White triangle:** subactual sample; **dashed circles:** samples corresponding to isotopic stage 4; **white circles:** samples pertaining to substage 5b; **dotted circle:** sample attributed to substage 5d; **black circles:** samples pertaining to substage 5e; **dotted square:** sample corresponding to stage 6; **black squares:** samples attributed to stage 7; **white squares:** samples pertaining to stage 8; **dashed squares:** samples attributed at least to stage 9. The upward and downward pointing arrows indicate minimum and maximum ages respectively.

The sample locations are shown in the same order as in Table I.

En último término ha sido analizada una muestra de la **Cova des Pas de Vallgornera**, en Lluçmajor (*VL-D1*), correspondiente a un recubrimiento aragonítico que tiene lugar en el actual rango de fluctuación del plano de las aguas freáticas. La datación efectuada ha confirmado que se trata de una muestra claramente subactual.

Se ha considerado necesario recopilar las informaciones objeto de la presente discusión, exponiéndolas en una gráfica que recoja de manera más ilustrativa los datos incluidos en la Tabla 1 y en la Figura 2. Para lograr este fin, en la Figura 3 se han situado los distintos paleoniveles de espeleotemas freáticos datados, representando en ordenadas la profundidad a la que se encuentran y en abscisas los estadios isotópicos y su cronología expresada en ka. La simple visualización de esta figura permite distinguir los siguientes aspectos básicos, los cuales acaban de ser discutidos de forma pormenorizada:

- Se constata la presencia de una muestra de cronología inequívocamente subactual, correspondiente al presente nivel del Mediterráneo.
- Cinco dataciones, de tres localidades diferentes, registran diversas estabilizaciones del nivel marino entre -12 y -17 metros, ocurridas en el estadio isotópico 4.

— Un total de seis muestras —procedentes de cuatro cavidades— dan cuenta de varias pulsaciones regresivas, de al menos 18 metros de magnitud, que tuvieron lugar durante el estadio 5 (o sea el último interglacial). Quedan especialmente bien documentados algunos paleoniveles marinos negativos pertenecientes al subestadio 5b, así como un brusco pico regresivo acontecido en pleno subestadio 5e.

— Un solo espeleotema parece corresponder con bastante seguridad al estadio isotópico 6, perteneciente a un paleonivel marino de cota -14 metros.

— Dos muestras, de localidades diferentes, pueden ser adscritas a pulsaciones de signo frío ocurridas durante el estadio 7. De todos modos, una de dichas muestras está afectada por la presencia de  $^{230}\text{Th}$  no radiogénico, por lo que su cronología es bastante inconsistente.

— Otros dos espeleotemas registran estabiliza-

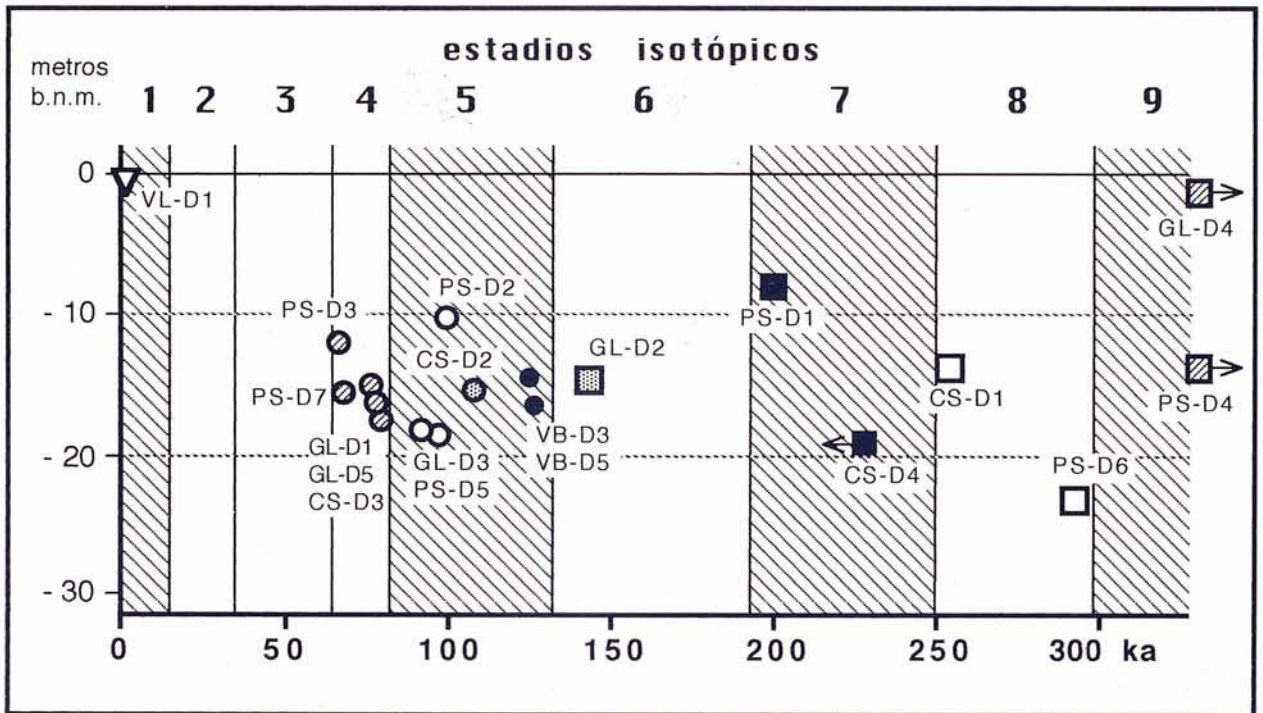


Figura 3: Resultados del programa de dataciones Th/U de espeleotemas freáticos relacionados con estabilizaciones del nivel marino a cotas negativas, referenciados al registro marino de isótopos de oxígeno (ver discusión detallada en el texto).

En ordenadas se recoge la profundidad a la que se encuentran los distintos paleoniveles muestreados. Se han representado rayados los estadios isotópicos que implican eventos climáticos de signo cálido.

**Triángulo blanco:** muestra subactual; **círculos rayados:** muestras correspondientes al estadio isotópico 4; **círculos blancos:** muestras pertenecientes al subestadio 5b; **círculo punteado:** muestra atribuida al subestadio 5d; **círculos negros:** muestras pertenecientes al subestadio 5e; **cuadrado punteado:** muestra correspondiente al estadio 6; **cuadrados negros:** muestras asignadas al estadio 7; **cuadrados blancos:** muestras pertenecientes al estadio 8; **cuadrados rayados:** muestras atribuibles como mínimo al estadio 9. Las flechas a derecha o izquierda indican edades mínimas o máximas respectivamente.

**VB:** Cova de Cala Varques B; **GL:** Cova de sa Gleda; **PS:** Cova den Passol; **CS:** Cova des Drac de Cala Santanyí; **VL:** Cova des Pas de Vallgornera.

Figure 3: Results of the Th/U dating programme of phreatic speleothems related to sea-level stabilizations at negative elevations, cross-referenced with the marine oxygen isotope record (see text for a detailed discussion).

The y-axis represents the depths at which the different paleo-level samples were collected. Dashed areas are warm climate isotopic stages. **White triangle:** subactual sample; **dashed circles:** samples corresponding to isotopic stage 4; **white circles:** samples pertaining to sub-stage 5b; **dotted circle:** sample attributed to sub-stage 5d; **black circles:** samples pertaining to sub-stage 5e; **dotted square:** sample corresponding to stage 6; **black squares:** samples attributed to stage 7; **white squares:** samples pertaining to stage 8; **dashed squares:** samples attributed at least to stage 9. The right and left pointing arrows indicate minimum and maximum ages respectively.

ciones del nivel marino a cotas negativas (-23 y -13,5 metros), atribuibles respectivamente al comienzo y al final del estadio isotópico 8.

— Finalmente, dos muestras recolectadas a -1,5 y -13,5 metros aportan edades mínimas superiores a los 350 ka, cuya cronología debe remontarse cuando menos al estadio isotópico 9.

## Una curva eustática para los últimos 300 ka

Las dataciones Th/U llevadas a cabo sobre paleoniveles de espeleotemas freáticos situados a cotas inferiores a la actual superficie de las aguas marinas, suponen una novedosa fuente de información sobre una vertiente poco conocida de la historia del nivel del mar en el Mediterráneo Occidental. De hecho el registro marino clásico (playas fósiles, plataformas de abrasión...) no es capaz por lo general de suministrar informaciones sobre eventos regresivos, salvo en costas sometidas a intensa elevación tectónica; en litorales tectónicamente estables los restos de estas antiguas líneas de costa, correspondientes a pulsaciones de carácter frío, se hallan sumergidos y, en consecuencia, son de muy difícil estudio por parte del cuaternarista. En el caso de las cuevas kársticas litorales, persiste la dificultad técnica inherente a la observación y recolección de estos espeleotemas freáticos sumergidos pero, en cambio, estas cristalizaciones representan un excelente registro de las vicisitudes sufridas por el nivel marino, ajeno al enmascaramiento o a la interferencia por parte de otros

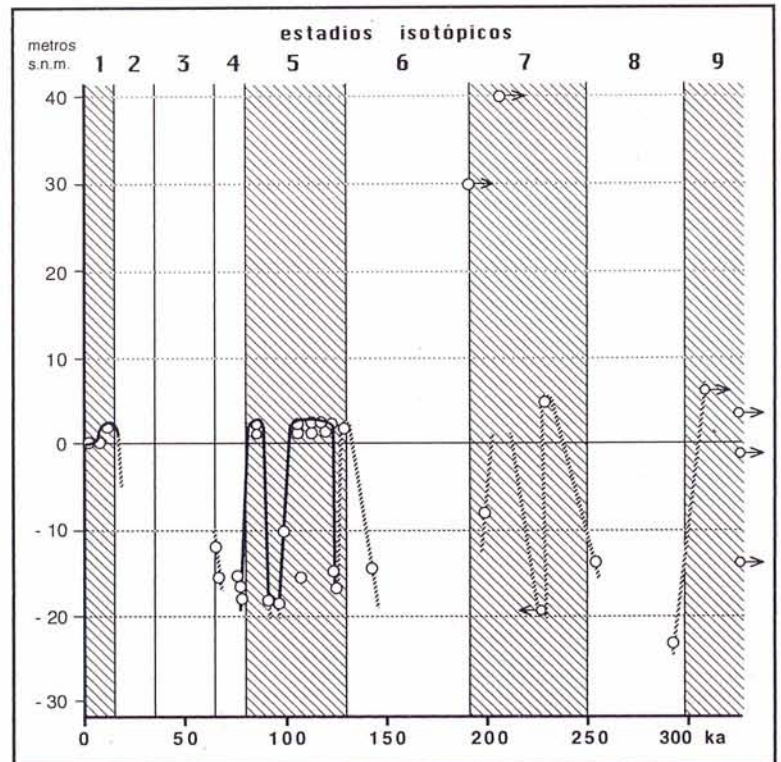
procesos geodinámicos litorales posteriores. La posibilidad de datar estos depósitos mediante técnicas radiométricas, viene a redondear el potencial cronoestratigráfico de este peculiar registro paleoambiental.

Debe tenerse en cuenta el hecho de que ya se ha mencionado, en diversas ocasiones, la existencia de deformaciones tectónicas recientes en áreas litorales de Mallorca (DEL OLMO & ALVARO, 1984; GELABERT *et al.*, 1992). No obstante, las evidencias suministradas por el estudio de espeleotemas freáticos localizados por encima del nivel marino presente (TUCCIMEI *et al.*, 1998), sugieren basculamientos neotectónicos tan sólo algo superiores al metro de desnivel, para buena parte de la costa oriental de la isla. Este pequeño orden de magnitud —correspondiente a deformaciones de edad Pleistoceno superior y/o Holoceno, ocurridas en el área de estudio— no resta validez a las informaciones sobre la historia del nivel marino que se puedan extraer de estos peculiares depósitos kársticos litorales.

Dentro de esta línea de razonamiento, la integración de todas las informaciones cronológicas suministradas por los espeleotemas freáticos datados hasta la fecha —tanto por encima como por debajo del actual nivel del Mediterráneo— permitirá ensayar la construcción de una detallada curva eustática válida para el Pleistoceno medio y superior de Mallorca. Con este fin, y para lograr un primer acercamiento a la cuestión, se ha confeccionado la Figura 4; ella aglutina los datos altimétricos y cronológicos aportados por todas las muestras estudiadas, ya sea en éste o anteriores programas de datación que hemos llevado a término en cavidades de nuestro litoral oriental (HENNIG *et al.*, 1981; GINÉS & GINÉS, 1993b; TUCCIMEI *et al.*, 1998; GINÉS *et al.*,

Figura 4:  
Curva eustática simplificada del Mediterráneo occidental, correspondiente a los últimos 300 ka, deducida a partir de las dataciones Th/U de espeleotemas freáticos de la costa oriental de Mallorca. Se recogen las tendencias generales del nivel marino, definiendo mediante trazos continuos los eventos documentados por más de una datación; una interpretación en detalle del último interglacial se incluye en la Figura 5. Consultar discusión pormenorizada en el texto.  
En ordenadas se refleja la altitud a la que se encuentran los distintos paleoniveles muestreados. Las flechas a derecha o izquierda indican edades mínimas o máximas respectivamente. Se han graficado rayados aquellos estadios isotópicos que implican eventos climáticos de signo cálido.

Figure 4:  
Simplified eustatic curve of western Mediterranean, corresponding to the last 300 ka, deduced from Th/U datings of phreatic speleothems collected on the eastern coast of Mallorca. The general sea-level trends are reflected, the events documented by means of more than one dating being defined with unbroken lines; a detailed interpretation of last interglacial is included in Figure 5. See text for a detailed discussion.  
The y-axis represents the elevations at which the different paleolevel samples were collected. The right and left pointing arrows indicate minimum and maximum ages respectively. Dashed areas are warm climate isotopic stages.



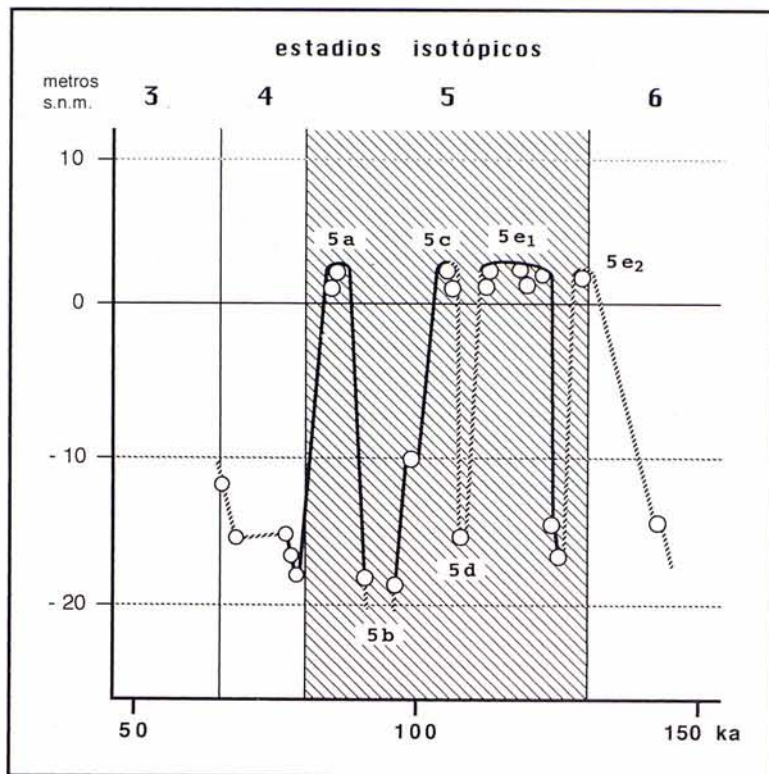


Figura 5:  
Curva eustática para el último interglacial, deducida a partir de las dataciones Th/U de espeleotemas freáticos de cuevas costeras mallorquinas. En trazo continuo se han representado aquellas vicisitudes del nivel marino documentadas por más de una datación. Consultar discusión pormenorizada en el texto. En ordenadas se refleja la altitud a la que se encuentran los distintos paleoniveles muestreados. Se ha grafiado rayado el estadio climático correspondiente al último acontecimiento interglacial.

Figure 5:  
Eustatic curve of the last interglacial period, deduced from Th/U datings of phreatic speleothems from Mallorcan coastal caves. Unbroken lines represent sea-level fluctuations documented by means of more than one dating. See text for a detailed discussion. The y-axis represents the elevations at which the different paleolevel samples were collected. Dashed area corresponds to the last interglacial climatic event.

1999). Esta gráfica pone de manifiesto una complicada sucesión de paleoniveles marinos registrados a cotas negativas, en correspondencia con estadios isotópicos de carácter frío (estadios 4, 6 y 8), alternándose con otros antiguos niveles del mar, a cotas superiores al actual  $\pm 0$ , asociados con acontecimientos climáticos de signo cálido (estadios 1, 5, 7 y 9). Aún así, esta pauta general se ve aderezada por la presencia (en el estadio isotópico 5) de diversas pulsaciones regresivas, relacionadas con diferentes subestadios que hoy en día se distinguen a lo largo del último interglacial. Se describirán a continuación los rasgos destacables de la curva eustática aportada.

Siguiendo un orden de antigüedad creciente, tenemos documentado un nivel del Mediterráneo similar al actual entre 3,9 y 5,4 ka, al que seguiría un máximo postglacial a +2,1 metros en torno a los 6,6 ka B.P.; este máximo se correspondería con la transgresión Versiliense, también conocida como Flandriense (estadio isotópico 1).

De los momentos álgidos de la glaciación más reciente no se dispone de datos, ya que las próximas muestras analizadas se sitúan en el estadio 4, con edades comprendidas entre 63,7 y 79,6 ka y registrando hasta cinco estabilizaciones del mar a diferentes profundidades entre -12 y -17 metros (ver Figura 5). Se llega así al último y complejo gran acontecimiento interglacial (estadio 5), en el que es factible distinguir al menos tres picos transgresivos junto con un mínimo de dos pulsaciones regresivas; este episodio se asociaría con los pisos característicos del Tirreniense, entendido en un sentido amplio que incluiría los depósitos con

fauna termófila del Eutirreniense y Neotirreniense (CUERDA, 1975). Dada la complejidad e interés de este evento climático, nos ocuparemos de él más adelante, procediendo a una discusión en detalle de los subestadios individualizables.

En el estadio 6, que representa un acontecimiento de signo frío, se encuentra documentada una regresión de un mínimo de 14 metros con una edad de 147,4 ka. Esta muestra sería relacionable con la fase final de este evento frío, y su transición a las condiciones climáticas interglaciales propias del subestadio 5e.

El siguiente episodio interglacial (estadio 7) está representado con claridad sólo por una muestra, localizada a +4,9 metros, con una edad de 231,9 ka; esta cronología podría permitir adscribirla a un máximo transgresivo correspondiente al subestadio 7c (ZAZO, 1999). Las otras dos muestras pertenecientes a este estadio isotópico están situadas a cotas inferiores al nivel marino presente, dando informaciones menos consistentes con el carácter cálido de este evento. Por un lado la datación de 201,4 ka seguramente registra el final del subestadio 7a, señalando una tendencia regresiva que dejó un paleonivel a -8 metros; por otra parte, la muestra de 227 ka podría corresponder a una pulsación regresiva ocurrida entre los subestadios 7a y 7c, si bien sus relaciones isotópicas han permitido calcular tan sólo una edad máxima.

Del comienzo y del final del estadio 8 se dispone de dos dataciones a 260 y 288 ka, que denotan cuando menos un episodio regresivo de 23 metros de magnitud que tuvo lugar durante el citado estadio frío.

Las dataciones disponibles, con edades superiores

a los 300 ka, no aportan informaciones consistentes acerca del nivel marino en el estadio isotópico 9 (y más antiguos), el cual sería asimilable al Paleotirreniense de la terminología marina mediterránea. La existencia de seis muestras con relaciones isotópicas próximas a la unidad, para las cuales sólo se puede indicar una edad mínima, impide extraer datos válidos acerca de las estabilizaciones marinas que hubieran tenido lugar con anterioridad al estadio 8. La altimetría de dos de los espeleotemas freáticos analizados (superior a los 30 metros s.n.m.) sugiere que pudiesen estar ligados a paleoniveles del mar alcanzados durante los estadios 9 ó 11, o incluso en tiempos todavía más remotos del Pleistoceno medio.

Conviene ocuparse ahora con mayor detenimiento de las vicisitudes reflejadas por la curva eustática en lo referente al complejo estadio isotópico 5, el cual representa el último gran evento interglacial. En la Figura 5 queda muy bien individualizado un pico transgresivo sobre los 83 ka B.P., y de un máximo de +2 metros con respecto al nivel marino actual, relacionable con el subestadio 5a que equivaldría al piso conocido como Neotirreniense. A dicho pico le habría precedido una regresión de al menos 18 metros, ocurrida entre 90 y 100 ka, atribuible sin problemas al subestadio 5b. Entre los 107 y 124 ka numerosas muestras registran un nivel marino próximo a los +2 metros s.n.m., interrumpido por una posible regresión de 15 metros a 108,3 ka, que cabe asignarla al subestadio 5d y que está documentada por una única datación; de esta manera, las dos muestras de antigüedad menor que la citada pulsación regresiva podrían ser atribuidas al subestadio 5c, mientras que las dataciones de edades mayores a 110 ka entrarían ya en el subestadio 5e, el cual se asocia con el óptimo climático del último interglacial. Dentro de este último episodio (5e), al que se atribuirían muestras con edades comprendidas entre 111 y 130 ka a altitudes máximas de +2,5 metros s.n.m., se constata una pulsación regresiva de 16,5 metros de magnitud acontecida sobre los 125 ka y documentada por dos muestras de la misma localidad. Se trataría de un descenso brusco del nivel marino inserto en pleno subestadio 5e, posibilidad que ya se constataba en el yacimiento marino mallorquín del Campo de Tiro (HILLAIRE-MARCEL *et al.*, 1996) y en otras áreas geográficas (ZAZO, 1999); de esta manera, el subestadio 5e quedaría dividido en dos picos transgresivos (que hemos señalado en la Figura 5 con las etiquetas 5e<sub>1</sub> y 5e<sub>2</sub>) separados por un breve episodio regresivo.

Los resultados obtenidos para el conjunto del estadio isotópico 5 concuerdan con los publicados por ROSE *et al.* (1999) al ocuparse del litoral noroccidental de las montañas de Artà. Estos autores reconocen, en su área de trabajo, niveles marinos superiores al actual durante los subestadios 5a, 5c y 5e, separados por eventos regresivos a los que se asocia un incremento de la actividad fluvial, relacionables con los subestadios 5b y 5d.

Otras informaciones interesantes vienen proporcionadas por las tasas de ascenso o descenso del nivel marino, que es posible calcular en base a las dataciones de los picos transgresivos y regresivos recogidos en la curva eustática detallada de la Figura 5 (ver datos numéricos en la Tabla I). La cuantificación de este parámetro arroja cuantías mínimas de variación del nivel marino del orden de 1,5 m/ka durante las tendencias de ascenso y descenso ligadas a bruscas vicisitudes climáticas, cifra que alcanza valores medios cercanos a los 4 m/ka. Los valores obtenidos significan que oscilaciones del nivel del Mediterráneo de aproximadamente 20 metros de amplitud, deben haber ocurrido en lapsos de tiempo bastante más breves que 10 ka. Estas magnitudes están en concordancia con las calculadas por HARMON (1980; 1985) en las Bermudas, donde se han barajado valores de entre 3,5 y 6 m/ka e incluso superiores. A pesar de la rápida tendencia fluctuante representada por los valores expuestos —que suponen tasas de ascenso-descenso del orden de 4 mm por año— la formación de paleoniveles de espeleotemas freáticos ha de haber significado la estabilización del nivel del mar, en una determinada cota, durante el tiempo suficiente para la deposición de un sobrecrecimiento freático apreciable, lapso que pensamos debe ser al menos de uno o unos pocos miles de años.

Los datos disponibles sobre los estadios 4 y 5 (recogidos en la Figura 5) ilustran muy bien sobre cómo la curva eustática, deducible para el último interglacial, registra cambios paleoambientales radicales y muy abruptos, explicables en base a alternancias climáticas. El buen ajuste que presentan los picos contenidos en la curva eustática citada, en relación con los estadios isotópicos reconocidos en el registro marino profundo (SHACKLETON & OPDYKE, 1973), confirma el carácter glacio-eustático de las oscilaciones detectadas en el nivel del Mediterráneo —entre los 50 y los 150 ka B.P.— a través del estudio de los espeleotemas freáticos mallorquines. A este respecto ROSE *et al.* (1999) señalan diferencias de hasta 11°C en las temperaturas medias anuales, calculadas para los máximos y mínimos térmicos correspondientes a los distintos subestadios del último interglacial.

Para finalizar conviene hacer algunas consideraciones en relación con las peculiaridades de las curvas eustáticas aportadas (Figuras 4 y 5), en comparación con las curvas clásicas del Cuaternario de Mallorca publicadas por autores diversos (BUTZER & CUERDA, 1962; BUTZER, 1975; CUERDA, 1975; POMAR & CUERDA, 1979). Por una parte, no existen discrepancias relevantes en cuanto a la existencia y magnitud de los picos transgresivos Flandriense (postglacial, estadio 1) y Neotirreniense (subestadio 5a). En cambio, en lo que atañe al Eutirreniense existen mayores diferencias entre ambas curvas, que acto seguido se exponen. Los espeleotemas freáticos no han aportado evidencias que sustenten un nivel marino superior a los +2,5 metros en el último interglacial (estadio 5); hay que decir que

CUERDA (1975) y BUTZER (1975) señalan paleoniveles marinos Eutirrenienses a altitudes de hasta +11/+14 metros, circunstancia que no queda refrendada por nuestros datos. En relación con estas cuestiones debe ser tenido en cuenta que, para dichos autores, el Eutirreniense abarcaría un amplio período entre 100 y 230 ka, con lo que incluiría asimismo el estadio isotópico 7 (BUTZER, 1985), evento del cual no disponemos de informaciones suficientes salvo un posible pico transgresivo de +5/+6 metros sobre los 232 ka. Del piso Paleotirreniense, que podría equivaler al estadio 9, las informaciones procedentes de nuestra área de estudio no han logrado arrojar precisiones; no obstante, dataciones de espeleotemas freáticos de otras zonas de la isla (HENNIG *et al.*, 1981; GINÉS & GINÉS, 1993b) registran paleoniveles marinos a altitudes superiores a los +30 metros, atribuibles al estadio isotópico 9, o incluso anteriores.

Las mayores diferencias entre las curvas construidas ahora y el registro clásico del Cuaternario marino de Mallorca, radican en el gran detalle obtenido para las vicisitudes experimentadas por el nivel marino entre 50 y 150 ka B.P. (estadios 4 y 5). Esta curva detallada (Figura 5) nos ofrece una nueva perspectiva del Eutirreniense final y Neotirreniense, con los bruscos cambios paleoambientales que tuvieron lugar, y de la transición hacia unas condiciones climáticas de carácter netamente más frío que marcan el final del último interglacial. Obviamente este mayor detalle, obtenido en la reconstrucción de la historia reciente del nivel del Mediterráneo, se concreta en el conocimiento novedoso de los paleoniveles del mar situados a altitudes inferiores a la presente cota de estabilización de las aguas marinas.

## Conclusiones

Los resultados de estos estudios sobre espeleotemas freáticos situados por debajo del actual nivel del Mediterráneo, se pueden sistematizar como sigue:

- Las edades obtenidas para las muestras analizadas, correspondientes a estabilizaciones del nivel marino a cotas negativas, abarcan desde los 63,7 ka hasta >350 ka B.P.
- Buena parte de los espeleotemas freáticos datados cuyas edades son inferiores a los 300 ka se correlacionan a la perfección con los estadios isotópicos 4, 6 y 8, los cuales representan eventos climáticos de claro signo frío.
- Aparecen muy bien documentados algunos paleoniveles marinos pertenecientes al estadio 4, registrados a profundidades entre -12 y -17 metros, así como diversas pulsaciones regresivas ocurridas dentro del estadio isotópico 5.
- En concreto, la historia del nivel del Mediterráneo durante el último interglacial (estadio 5) se presenta en extremo compleja, evidenciando

una posible sucesión de hasta siete picos transgresivo-regresivos, relacionables con los subestadios habitualmente distinguidos dentro de este gran evento climático. Se han constatado en este estadio fluctuaciones del nivel marino de hasta 20 metros de magnitud, las cuales han tenido lugar en lapsos de tiempo bastante menores que 10 ka.

— El estudio de los espeleotemas freáticos se ratifica como una muy buena herramienta para la investigación precisa de la historia del nivel marino en el Cuaternario. La obtención de datos sobre los depósitos de este tipo, que se hallan hoy en día sumergidos en los lagos de nuestras cuevas costeras, suministra evidencias acerca de las pulsaciones marinas ligadas a acontecimientos climáticos de relativo carácter frío, cuyo conocimiento a escala de Mallorca era hasta el momento insignificante. — La integración de las informaciones aportadas por los espeleotemas freáticos —datados en sucesivas campañas, y ubicados ya sea tanto por encima como por debajo del presente nivel de las aguas marinas— ha permitido ensayar la reconstrucción de una curva eustática afinada, para el rango de edad de 70 a 150 ka B.P., de validez plausible para la cuenca mediterránea occidental.

## Agradecimientos

Estas investigaciones se han beneficiado del acuerdo de colaboración establecido, a partir del curso 1998-99, entre la *Università "Roma Tre"* (Roma, Italia) y la *Universitat de les Illes Balears* (Palma de Mallorca, España). Asimismo, este trabajo forma parte de los proyectos de investigación de la DGICYT nº PB94-1175 y de la DGESIC nº PB98-0132.

## Bibliografía

- BUTZER, K. W. (1975): Pleistocene littoral-sedimentary cycles of the Mediterranean basin: a Mallorquin view. In: BUTZER, K. W. & ISAAC, G. L. (Ed.): *After the Australopithecines: stratigraphy, ecology and culture change in the Middle Pleistocene*, 25-71. Chicago.
- BUTZER, K. W. (1985): La estratigrafía del nivel marino en Mallorca en una perspectiva mundial. In: *Geomorfología Litoral y Cuaternario. Homenaje a Juan Cuérda*. Universidad de Valencia. 17-33. Valencia.
- BUTZER, K. W. & CUERDA, J. (1962): Coastal stratigraphy of southern Mallorca and its implications for the Pleistocene chronology of the Mediterranean sea. *Journal of Geology*, 70 (4): 398-416. Chicago.
- CUERDA, J. (1975): *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Instituto de Estudios Baleáricos. 304 págs. Palma de Mallorca.
- DEL OLMO, P. & ÁLVARO, M. (1984): Control estructural de la sedimentación neógena y cuaternaria de Mallorca. *I Congreso Español de Geología*, 3: 219-228.
- 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.
- GELABERT, B.; SÀBAT, F. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. (1992): An structural outline of the Serra de Tramuntana of Mallorca (Balearic Islands). *Tectonophysics*, 203: 167-183.



- GINÉS, A. (1995): Els espeleotemes de les coves de Mallorca / The speleothems of Majorcan caves. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (Ed.): El karst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 87-97. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1974): Consideraciones sobre los mecanismos de fosilización de la Cova de sa Bassa Blanca y su paralelismo con formaciones marinas del Cuaternario. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 19: 11-28. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1986): On the interest of speleochronological studies in karstified islands. The case of Mallorca (Spain). *Com. 9<sup>o</sup> Cong. Int. Espeleol.*, 1: 297-300. Barcelona.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1989): Absolute dating of phreatic speleothems from coastal caves of Mallorca (Spain). *Proc. 10th Int. Congress Speleol.*, 1: 191-193. Budapest.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & POMAR, L. (1981a): Phreatic speleothems in coastal caves of Majorca (Spain) as indicators of Mediterranean Pleistocene paleolevels. *Proc. 8th Int. Congress Speleol.*, 2: 533-536. Bowling Green.
- GINÉS, A.; GINÉS, J.; FORNÓS, J. J. & TUCCIMEI, P. (1999): Dataciones isotópicas de espeleotemas procedentes de cuevas costeras de Mallorca. Estado actual de las investigaciones. In: ANDREO, B.; CARRASCO, F. & DURÁN, J. J. (Ed.): *Contribución del estudio científico de las cavidades kársticas al conocimiento geológico*. Patronato de la Cueva de Nerja. 143-152. Nerja (Málaga).
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1987): Datos espeleocronológicos sobre el karst de la isla de Mallorca. *Revista de Ciència*. Institut d'Estudis Balearics. 1: 81-92. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1993a): Speleochronological approach to some coastal caves from "Cap Vermell" area in Mallorca island (Spain). *Proc. XI Int. Congress Speleol.*, 56-59. Beijing.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1993b): Dataciones isotópicas de espeleotemas freáticos recolectados en cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 19: 9-15. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1995): Aspectes espeleocronològics del karst de Mallorca / Speleochronological aspects of karst in Mallorca. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (Ed.): *El karst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 99-112. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; GINÉS, A. & POMAR, L. (1981b): Morphological and mineralogical features of phreatic speleothems occurring in coastal caves of Majorca (Spain). *Proc. 8th Int. Congress Speleol.*, 2: 529-532. Bowling Green.
- 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.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & WATKINSON, P. (1998a): 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.; CLAMOR, B.; AGUILÓ, C. & WATKINSON, P. (1998b): La Cova des Drac de Cala Santanyí (Santanyí, Mallorca). *Endins*, 22: 55-66. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & LAVERGNE, J.J. (2000): Les coves de Cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 23. Palma de Mallorca.
- HARMON, R. S. (1980): Paleoclimatic information from isotopic studies in speleothems: a review. In: MAHANEY, W. C. (Ed.): *Quaternary Paleoclimate*. Geo Abstracts Ltd. 299-318. Norwich.
- HARMON, R. S. (1985): Late Pleistocene sea level history of Bermuda: a review. In: *Geomorfologia litoral y Cuaternario. Homenaje a Juan Cuerda*. Universidad de Valencia. 53-60. Valencia.
- HEARTY, P. J. (1998): The geology of Eleuthera island, Bahamas: a Rosetta stone of Quaternary stratigraphy and sea-level history. *Quaternary Science Reviews*, 17: 333-355.
- HENNIG, G. J.; GINÉS, A.; GINÉS, J. & POMAR, L. (1981): Avance de los resultados obtenidos mediante datación isotópica de algunos espeleotemas subacuáticos mallorquines. *Endins*, 8: 91-93. Palma de Mallorca.
- HILLAIRE-MARCEL, C.; GARIÉPY, C.; GHALEB, B.; GOY, J. L.; ZAZO, C. & CUERDA, J. (1996): U-Series measurements in Tyrrhenian deposits from Mallorca. Further evidence for two last-interglacial high sea levels in the Balearic islands. *Quaternary Science Reviews*, 15: 53-62.
- MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 19: 17-23. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23. Palma de Mallorca.
- NEUMANN, A. C. & HEARTY, P. J. (1996): Rapid sea-level changes at the close of the last interglacial (substage 5e) recorded in Bahamian island geology. *Geology*, 24 (9): 775-778.
- POMAR, L. & CUERDA, J. (1979): Los depósitos marinos pleistocénicos en Mallorca. *Acta Geológica Hispánica*. Homenaje a Lluís Solé i Sabarís. 14: 505-513. Barcelona.
- POMAR, L.; GINÉS, A. & FONTARNAU, R. (1976): Las cristalizaciones freáticas. *Endins*, 3: 3-25. Palma de Mallorca.
- POMAR, L.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (1979): Morfología, estructura y origen de los espeleotemas epiacuáticos. *Endins*, 5-6: 3-17. Palma de Mallorca.
- POMAR, L.; RODRÍGUEZ, A.; FORNÓS, J. J.; GINÉS, A.; GINÉS, J.; FONT, A. & MORA, A. (1987): Phreatic speleothems in coastal caves: a new method to determine sea-level fluctuations. In: ZAZO, C. (Ed.): *Late Quaternary sea-level changes in Spain*. Museo Nacional de Ciencias Naturales C.S.I.C. *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 10: 197-224. Madrid.
- ROSE, J.; MENG, X. & WATSON, C. (1999): Palaeoclimate and palaeoenvironmental responses in the western Mediterranean over the last 140 ka: evidence from Mallorca, Spain. *Journal of the Geological Society*, 156: 435-448. Londres.
- SHACKLETON, N. J. & OPDYKE, N. D. (1973): Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of Equatorial Pacific core V28-238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10<sup>5</sup> year and 10<sup>6</sup> year scale. *Quaternary Research*, 3: 39-55. Washington.
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet - Cala Varques. *Endins*, 4: 21-42. Palma de Mallorca.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; GINÉS, A. & FORNÓS, J. J. (1997): Th/U dating of sea level-controlled phreatic speleothems from coastal caves in Mallorca (Western Mediterranean). *Proc. 12th Int. Congress Speleol.*, 1: 37-40. La Chaux-de-Fonds.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J. J. & VESICA, P. L. (1998): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos controlados por el nivel marino, procedentes de cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 22: 99-107. Palma de Mallorca.
- VESICA, P. L.; TUCCIMEI, P.; TURI, B.; FORNÓS, J. J.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (1996): Th/U dating and C - O isotope analyses of speleothems from coastal caves in Mallorca (Spain). *30th IGC, Abstracts*, 1: 87. Beijing.
- VESICA, P. L.; TUCCIMEI, P.; TURI, B.; FORNÓS, J. J.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (2000): Late Pleistocene Paleoclimates and sea-level change in the Mediterranean as inferred from stable isotope and U-series studies of overgrowths on speleothems, Mallorca, Spain. *Quaternary Science Reviews* (en prensa).
- ZAZO, C. (1999): Interglacial sea levels. *Quaternary International*, 55: 101-113.

## LA COVA DES MORO (Manacor, Mallorca) I ALGUNS DESTACATS ASPECTES DE LA SEVA MORFOLOGIA

per Miquel Trias <sup>1</sup>

### Resum

Presentam una nova descripció de la cova des Moro, destacant una sèrie de característiques que la fan particular dins el carst de les calcarenites del sud i llevant de Mallorca. Per primer es tracta de l'exemple únic en aquest carst de *cova de cingle*, un tipus de cavitat que es forma en el front de la capa freàtica a la zona de mescla de l'aigua dolça amb l'aigua de la mar, amb una disposició en planta compacta i paral·lela a la costa. Per segon presenta *regates de corrosió*, forma associada a llacs hipogeus d'aigua agressiva. Es tracta d'un fenomen abundant als carsts de la serra de Tramuntana, però que al carst de les calcarenites tortonianes només s'ha vist a la cova des Moro. La tercera característica és l'evolució moderna d'alguns dels dipòsits litoquímics; un pis estalagmític sobre sediments varvats ha sofert un esfondrament que, com a molt antic i per l'evidència arqueològica, ha d'esser posterior al 1.500 a. C.

### Abstract

We present a new description of the Cova de Moro, which has a series of characteristics that make it distinct from other caves within the calcarenitic karst of southern and eastern Mallorca. Firstly, it is a unique example within this karst of a *cova de cingle* (or flank margin cave), a type of cave that forms at the face of a phreatic layer in the fresh-water/seawater mixing zone, having a compact floor plan and lying parallel to the coast. Secondly, the cave contains *solution notches*, these being associated with a hypogean lake of corrosive water, and which, in spite of being an abundant phenomenon of the karsts on the Serra de Tramuntana, have never been seen before on Tortonian calcarenitic karst. Finally, the third characteristic is the recent evolution of some of the calcareous deposits, such as a stalagmitic floor on top of varved sediments which collapsed, according to archeological evidence, some time after 1500. B.C.

## Introducció

La cova des Moro és una cavitat oberta als penya-segats de la marina de Manacor, just al nord de cala Falcó. Tot i que no gaudeix de la fama d'altres cavernes de la zona —cova des Pont, cova des Pirata— és ben coneguda pel seu interès paleontològic i arqueològic. La posició, vora la mar i l'amplitud de volum l'han feta bona com a refugi, i així ha estat emprada des dels temps prehistòrics. Un magnífic portal talaiòtic, seguit per un corredor, delimita la seva entrada, i s'hi han trobat materials arqueològics de totes les èpoques: des de la primera prehistòria fins a l'època islàmica. Tot i ésser coneguda popularment no en trobam menció fins a la publicació del Corpus de Toponímia de Mallorca (MASCARÓ, 1962); més endavant va ésser objecte de topografia i descripció en un article dedicat a les cavi-

tats de la zona, una de les més denses espeleològicament de Mallorca (TRIAS & MIR, 1977). L'any 1976 un equip de la Universitat d'Utrecht hi va excavar per tal d'obtenir fòssils de *Myotragus balearicus*. L'abundància de restes d'aquest animal i la clara utilització de la cova en temps prehistòrics va motivar que l'any 1995 un equip dirigit per Josep Antoni Alcover i Victor Guerrero hi començàs una campanya d'excavacions amb una finalitat doble, arqueològica i paleontològica. Arran d'aquests treballs, que s'han perllongat fins al present, començarem una nova topografia més detallada. Així i el tenir la cavitat ben il·luminada gràcies a un generador elèctric, ens va permetre fixar-nos en detalls morfològics no vists anteriorment i donar la importància justa a observacions ja fetes. Es tracta d'un conjunt de fenòmens morfogenètics que fan de la cova des Moro una cavitat singular dins el carst de les calcarenites tortonianes, cosa que justifica la publicació d'aquesta nota.

<sup>1</sup> Secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca. Ciutat de Mallorca

## Aspectes morfològics destacats

### 1-PLANTA MASSISSA I PARAL·LELA A LA LÍNIA DE LA COSTA

La caverna està formada per dues parts clarament diferents: una galeria ascendent i una sala de 52 x 33 metres de dimensions màximes; un conjunt de boques disposades més o menys horitzontalment comunica la sala amb l'exterior al peu d'un penya-segat, a 18,20 m per damunt la mar. Seguint el mateix penya-segat trobam una sèrie de balmes i coves de poca penetració, mostra de la intensa carstificació que ha sofert la zona. La sala presenta el clàssic binomi morfològic clàstico-litogènic de la immensa majoria de les cavitats excavades en les calcarenites tortonianes; el sostre és una volta amb perfil d'equilibri; en el pis hi ha grans acúmulos de blocs despresos, en molts de punts coberts d'un bon gruix de colada; també són molt abundants les formes axials, estalactites, estalagmites i columnes. Són dignes de menció els fenòmens d'esfondrament i trencament que ha afectat les formes litoquímiques: escuts desferrats del sostre, columnes xapades, pisos estalagmítics esfondrats o basculats etc. El conjunt de la cova s'allargassa seguint el penya-segat i la paret nord de la sala no presenta entrants cap a l'interior del massís.

Per entendre la singularitat d'aquesta disposició convé que recordem la teoria espeleogenètica actualment acceptada per a les cavitats de les calcarenites del sud i llevant mallorquí. Els treballs més recents (GINÉS, 1995; GINÉS & GINÉS, 1992) proposen una gènesi en tres etapes.

Una etapa d'excavació de conductes o buits seminals en els marges de la zona freàtica, allà on l'aigua vadosa i l'aigua marina entren en contacte amb l'aigua freàtica i fan una barreja d'aigües molt més agressiva, i capaç per tant de dissoldre més quantitat de roca. Aquests conductes tenen una planta anàrquica en funció de la consistència de la roca i d'altres factors, si bé que tenen tendència a situar-se en horitzons bastant definits, en funció de la cota de la capa freàtica, que al seu torn està controlada pel nivell de la mar.

Una segona etapa es manifesta per la invasió de l'aigua marina i per successives oscil·lacions del seu nivell cosa que provoca l'eixamplament dels conductes, tant per corrosió com per esfondraments locals en manca el suport de l'aigua.

La tercera etapa es desenvolupa ja en la zona vadosa. La davallada del nivell de la mar deixa els conductes en eixut, a mercè de les infiltracions vadoses. Aquestes, combinades amb les tensions mecàniques en el si de la roca provoquen esfondraments —processos clàstics— que generen galeries i sales de secció més o menys semicircular, és a dir que han assolit el perfil d'equilibri; per altra part les infiltracions d'aigües saturades dipositen calcita —processos litoquímics— en quantitats prou importants per esser significatives morfològicament, i que arriben a colmar importants

zones de la cavitat. Els dos processos es poden alternar diferents vegades depenent de l'evolució climàtica; a més les oscil·lacions glacioeustàtiques fan que es produeixin inundacions repetides de les cavitats, de manera que la morfologia es pot complicar extraordinàriament. En relació a aquest darrer fenomen tenim dades gràcies a les exploracions de l'equip dirigit per GRACIA (1997; 1998a); les seves immersions a més de 30 metres de fondària a llacs glacioeustàtics no han trobat els buits inicials de les coves per davall dels enderrocs, però si que han trobat bones mostres de l'acció corrosiva de l'aigua d'aquests llacs actuals sobre morfologies gens diferents de les típiques clàstico-litogèniques de la part aèria de les cavitats.

Tanmateix no sembla que la disposició en planta de la cova des Moro hagués de tenir gaire importància en la seva interpretació gènica, perquè hem deixat clar que la planta no està controlada per la tectònica ni per la direcció de la circulació hídrica; però aquesta sala d'aspecte tan tancat i tan paral·lela al penya-segat és excepcional dins les formes endocàrstiques de la zona, on sempre hi ha galeries en direcció a l'interior del massís i la planta és més complexa. Per tant la cova des Moro és un fenomen únic pel que fa al carst mallorquí de les calcarenites.

Exemples d'aquesta tipologia els trobam a les Pitiüses: TRIAS (1982, 1982 bis, 1983 i 1986) i a les Bahames (VOGEL, 1990; MYLROIE *et alia*, 1990). El primer dels autors anomena *coves de cingle* a aquestes cavitats i si bé que n'explica les característiques descriptives, no n'apunta cap hipòtesi gènica. En els seus treballs, VOGEL i MYLROIE les anomenen *flank margin caves* i en fan un estudi genètic associant-les a una excavació dins antigues dunes i precisament a la zona lenticular de la capa freàtica, allà on l'aigua marina i l'aigua dolça es barregen, fenomen que n'augmenta la capacitat dissolutiva. Les coves d'Eivissa i Formentera estan excavades en un context litològic molt diferent, a Eivissa es tracta de calcàries mesozoiques i a Formentera de calcarenites coetànies de les de la cova des Moro. En tot cas vista la diferència de context litològic i que les formes són semblants creim que el factor hidrològic és el que ha estat determinant en l'excavació d'aquest tipus de cavitat.

Així doncs, l'excavació de la cova des Moro s'hauria produït en el front de la capa freàtica en el seu contacte amb l'aigua de la mar, que seria el lloc més agressiu de la zona anegada. Primer s'haurien format un conjunt de buits disposats paral·lelament al penya-segat, que després evolucionarien de la manera indicada més amunt. La boca actual no té res que veure amb el procés espeleogenètic a la zona freàtica ja que està situada molt per damunt dels buits seminals, ans s'hauria obert en un moment avançat de la evolució de la cova, i en la seva obertura hauria intervingut la reculada del penya-segat.

Es evident que per obtenir dades referents a la cronologia inicial cal suposar que els buits inicials s'han

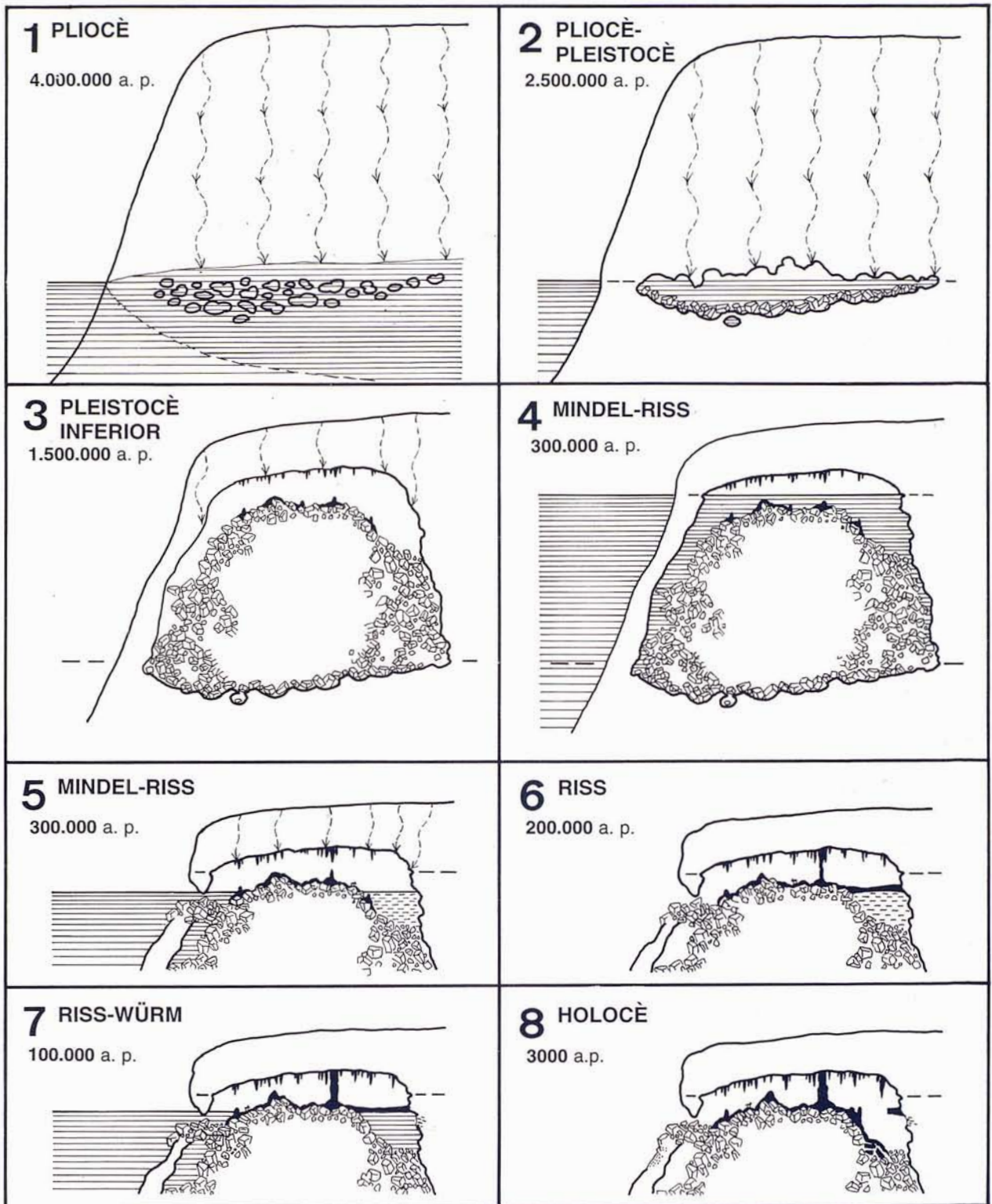


Figura 1: Esquema hipotètic de l'evolució de la cova des Moro. 1: Excavació dels conductes seminals a la zona frontal de la capa freàtica, on es barregen l'aigua marina i l'aigua dolça. 2: Coalescència dels conductes per corrosió i esfondraments dels espais entre ells. 3: Esfondraments clàstics generalitzats amb corrosió dels sediments resultants i litogènesi. 4: Invasió de la cavitat per un llac glacioeustàtic i formació de les regates de corrosió. 5: Dipòsit de sediments varvats. 6: Dipòsit de colada sobre les argiles varvades. 7: Buidat dels sediments varvats. 8: Esfondrament del pis estalagmític i dipòsit de colada damunt dels enderrocs que n'han resultat. Basat en GINÉS & GINÉS (1992).

Figure 1: Hypothetical scheme of the evolution of the Cova des Moro. 1: Excavation of juvenile conduits in the frontal zone of the phreatic layer, where seawater and fresh-water mix. 2: Coalescence of the conduits due to corrosion and the collapse of sections separating them. 3: Generalised breakdown with corrosion of the resulting materials. 4: Flooding of the cave by a glacio-eustatic lake and the formation of corrosion notches. 5: Deposit of varved sediments. 6: Deposit of flowstone on the varved clays. 7: Hollowing in the varved sediments. 8: Collapse of the stalagmatic floor and deposit of flowstone on the resulting blocks. After GINÉS & GINÉS (1992.)

excavat en una cota propera al nivell que tenia la mar en el moment de l'excavació, el problema, emperò és que a les parts més baixes penetrables de la cavitat trobam els mateixos enderrocs clàstics presents arreu de la cova. És probable, com hem dit més amunt, que les fases clàstica i litogènica hagin fet desaparèixer en aquesta i a la majoria de les cavitats de les calcarenites, els conductes inicials excavats en règim freàtic. No tenim evidència de la cota d'aquests conductes, ja que semblen estar situats per davall la zona penetrable de la cavitat. Tanmateix, per analogia amb la generalitat de les cavitats de la zona podem pensar que l'horitzó espeleogenètic podria estar situat almenys a uns 20-30 m per davall del nivell actual de la mar, i correspondre cronològicament al Pliocè.

## 2-PRESÈNCIA DE REGATES DE CORROSIÓ

Les podem observar als dos costats de la sala (vid. secció BB' de la topografia). Al costat nord n'hi ha dues, una a 23,50 m per damunt del nivell de la mar, i l'altra a 23,90 m; aquesta darrera es la mateixa que trobam al costat sud. Es tracta d'una morfologia ben coneguda, el que és inèdit és la seva presència a una cavitat de les calcarenites tortonianes. L'han descrit diferents autors, tant de l'àmbit internacional, LANGE (1963) i BÖGLI (1980), com insular, GINÉS & GINÉS, (1977) i TRIAS (1982). Es tracta de solcs anivellats a la roca de secció triangular; s'han format per l'acció corrosiva de l'aigua a nivell de la superfície; això implica que en el moment de formar-se, un llac ocupava la cova, i que les seves parets, i per tant el buit eren les mateixes d'ara. Vist que el nivell dels llacs hipogeus està en relació al nivell de la mar, la cota de les regates ens informa de la seva cronologia; seguint les darreres datacions isotòpiques d'espeleotemes freàtics (GINÉS & GINÉS, 1993), a un nivell marí situat a 23 m per damunt de l'actual li correspondria una edat mínima de 300.000 anys. Referent al fet que no haguem trobat regates a d'altres coves, pensam que no és perquè no se n'hagin format; la presència d'un llac d'aigua agressiva no pot ésser exclusiva de la cova des Moro; pensam que de regates se n'han d'haver format a moltes de coves, però no s'han conservat perquè la calcarenita és una roca brèvola i els detalls fins de la morfologia s'acaben desfent. Pel que fa a la cronologia general de la cova, veim que l'existència de les regates ens indica que en els seus trets generals la cavitat ja tenia la forma actual a finals de l'interglaciari Mindel-Riss, fet s'avé amb l'edat pliocènica que hem atribuït més amunt al buits seminals.

## 3-EVIDÈNCIA D'EVOLUCIÓ MORFOLÒGICA EN TEMPS MODERN

Un dipòsit sedimentari fa palesa una important evolució morfològica de la cova en temps modern; el podeu veure al costat dret de la secció BB' de la topografia. Es tracta d'un nivell d'argiles varvades d'una potència de 1,50 m amb restes òssies de *Myotragus*

*balearicus* cobert d'un pis estalagmític d'una gruixa una mica inferior. El límit inferior del nivell de varves està penjat a 4 m d'un pis que sembla arranjat per acció humana. Aquest dipòsit devia omplir tot el sector nord-oest de la cova, entre la paret i el gran caramull central d'enderrocs; el que en roman és una petita bossa de varves i un relleix de colada volat d'uns 10 m de llargada i d'una amplada que no supera 1,50 m en el seu punt més ample. Els sediments varvats han pogut desaparèixer o per subsidència del dipòsit clàstic o per una nova inundació de la cavitat; en tot cas això va deixar el pis estalagmític a l'aire i en va provocar l'esfondrament.

Les varves són sediments dipositats en un medi aquàtic immòbil o amb una circulació molt lenta, el mateix on es formen les regates de corrosió, i la seva coincidència ha sigut observada a nombroses cavitats (GINÉS & GINÉS, 1977). Si bé que en aquest cas, no per força els dos fenòmens han d'ésser coetanis, la presència de *M. balearicus*, espècie que apareix en el Mindel-Riss (Plistocè Mitjà) (ALCOVER *et alia*, 1981) no és incoherent en els sediments d'un llac que ha de tenir la mateixa edat. Tanmateix, si acceptam aquesta simultaneïtat, les restes del mamífer endèmic marquen un *terminus post quem* de 400.000 anys per als sediments i les regates.

Dues coses ens criden especialment l'atenció: la manca de les restes del pis estalagmític, tret d'alguns trossos que en trobam a l'extrem occidental; i la presència de restes de foc amb ceràmica talaiòtica dalt del relleix. Com hem dit, el relleix és molt estret, especialment en els dos extrems, cosa que el fa molt mal lloc d'habitatge. A més es perillós pujar-hi i moure's-hi; per tant pensam que quan els talaiòtics hi feren foc el pis estalagmític encara existia o com a mínim el relleix era molt més ample que ara. Tanmateix això no significa que les varves es buidassin en temps prehistòric, el pis volat podria aguantar molt de temps sense caure, en tenim bons exemples, com ara a la cova des Sòtil, prop de cala Bota (Manacor). Cal admetre, doncs, que almenys gran part del pis estalagmític s'ha esfondrat en els darrers 3.300 anys, i els seus enderrocs han estat coberts per colada, o bé convertits en reble per a l'arranjament del pis de la cova que hem esmentat més amunt. Tanmateix, aqueixa no seria l'única acció litogènica important en temps modern, prop de la boca més occidental hi ha una colada de 7 cm de gruixa que tapa un sediment amb ceràmica prehistòrica.

## Conclusions

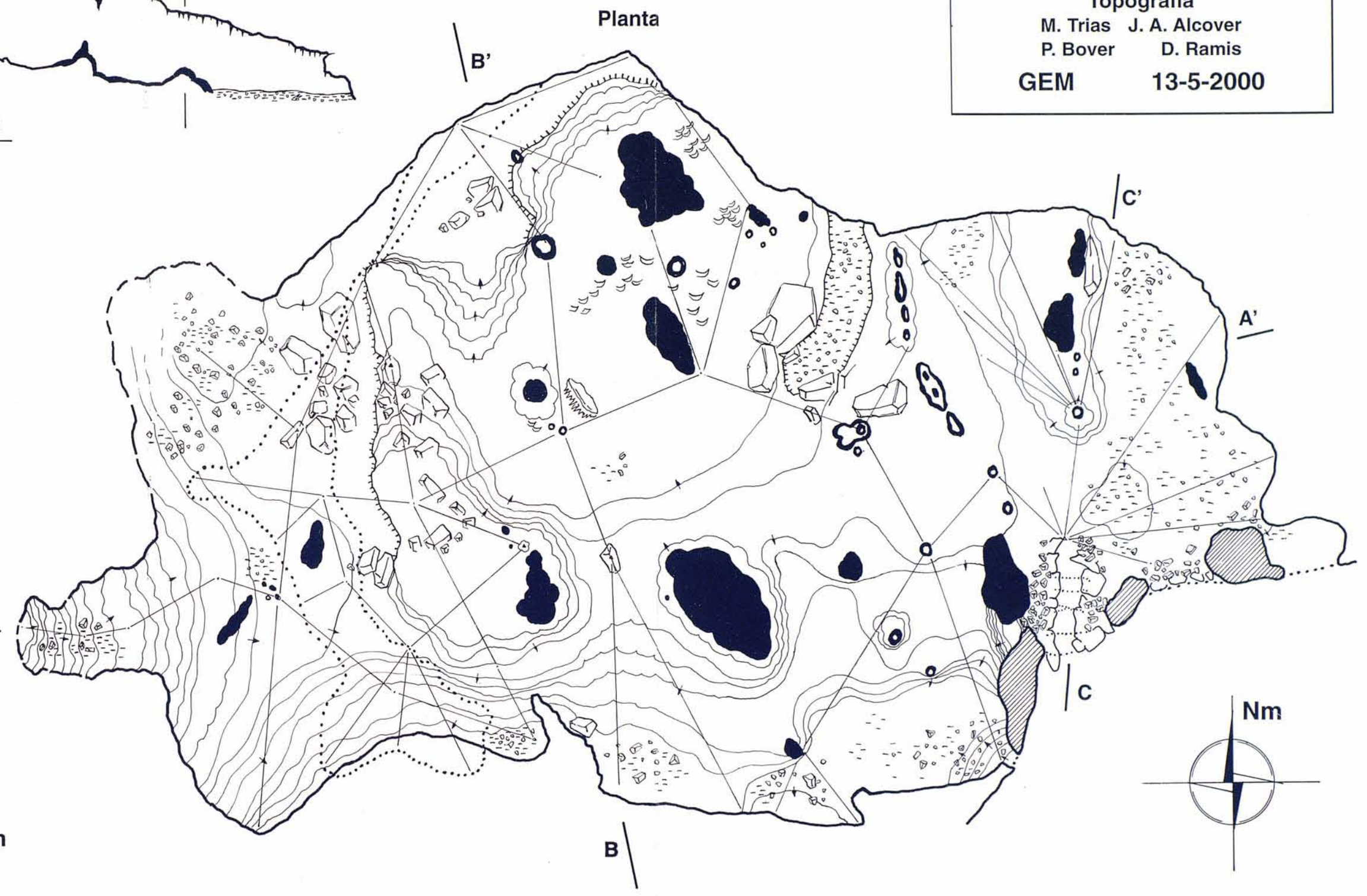
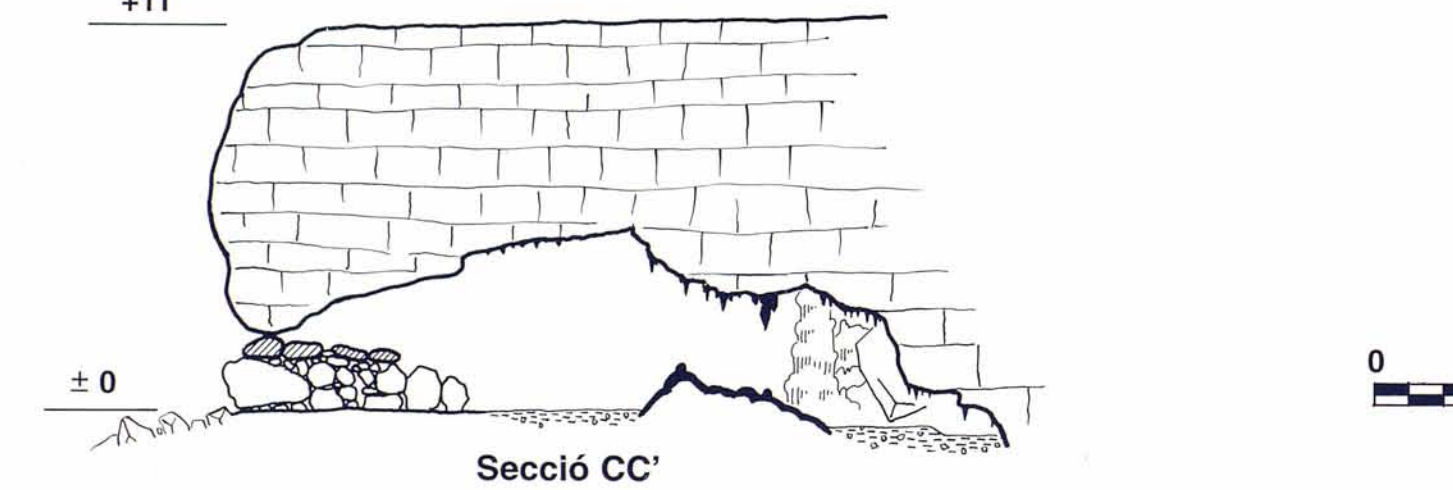
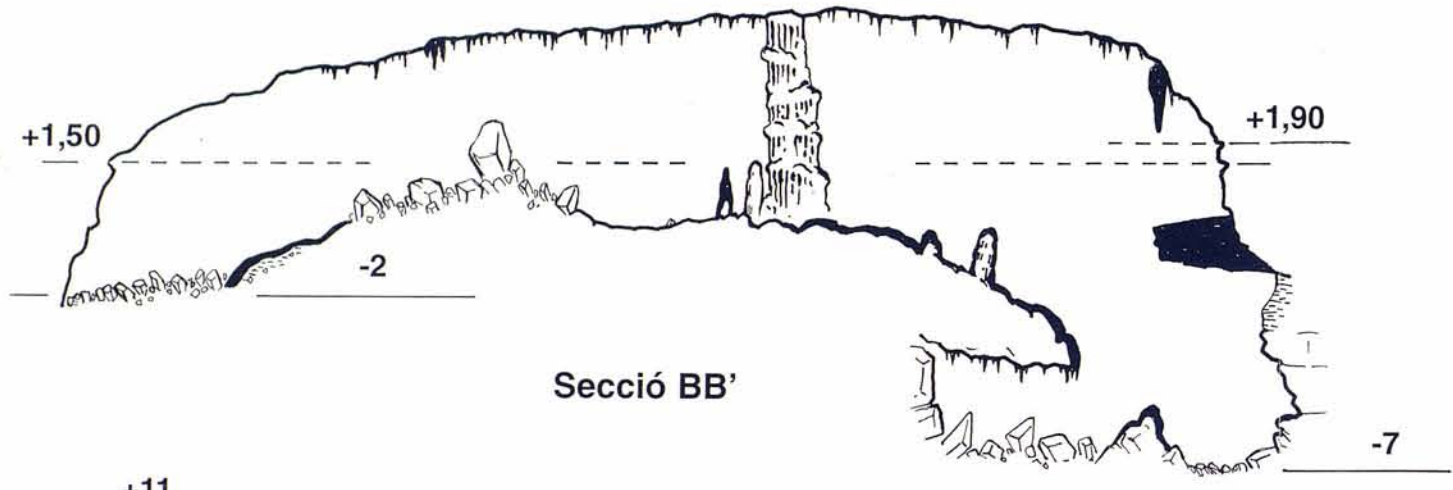
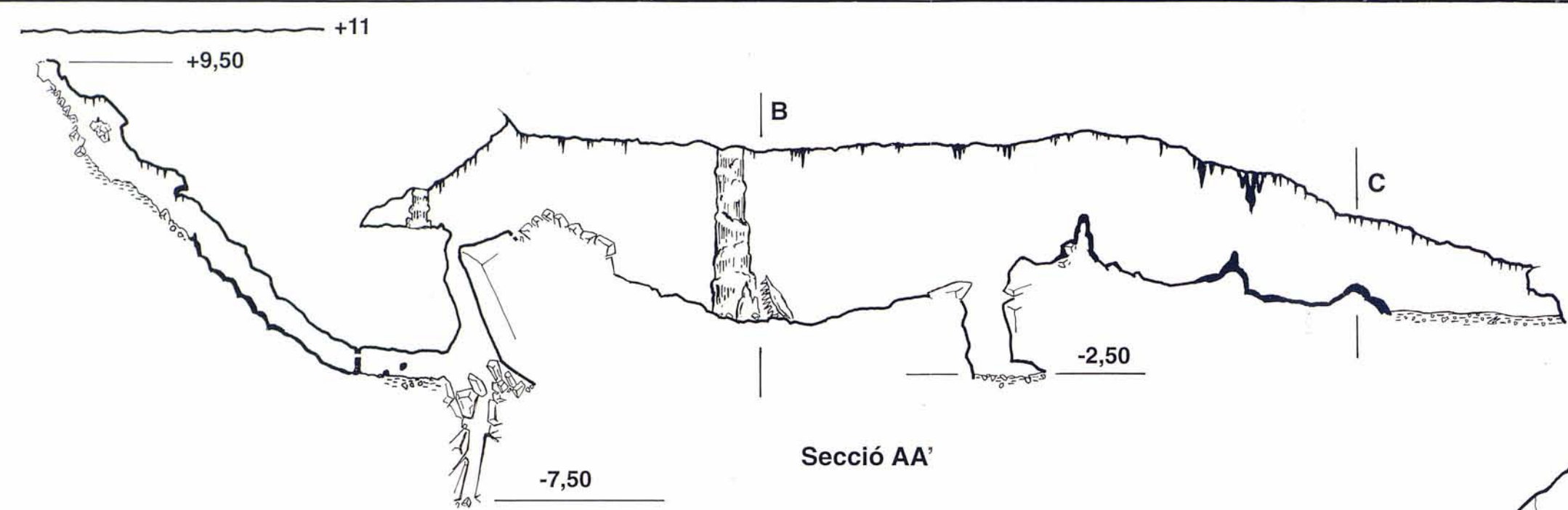
Hem fet la descripció d'alguns aspectes morfològics de la cova des Moro, que per una banda la fan original dins el carst de les calcarenites tortonianes, i per altra banda mostren que la seva evolució no ha estat gens diferent a la de la resta de cavitats d'aquest carst. Resumint, cal destacar els aspectes morfològics següents:

**COVA DES MORO**  
**Manacor**

Topografia

M. Trias J. A. Alcover  
P. Bover D. Ramis

GEM 13-5-2000



L'especial disposició en planta de la cova que fa que poguem catalogar-la dins el tipus de *cova de cingle* o *flank margin cave*, tipus no descrit fins ara a Mallorca.

La presència de regates de corrosió, fenomen no observat fins ara a cap cavitat del carst de les calcarenites, i que ens ha donat dades cronològiques de l'evolució de la cova, concretament demostra que l'actual buit de la cova ja estava format a finals del Mindel-Riss.

Els sediments varvats i la colada estalagmítica que els cobreix. L'esfondrament d'aquest darrer i la desaparició dels blocs resultants sembla donar fe d'una important activitat litoquímica en un temps posterior als darrers 3.300 anys, fenomen observat a d'altres llocs de la cova.

## Bibliografia

- ALCOVER, J. A.; MOYÀ SOLA, S. & PONS-MOYÀ, J. (1981): *Les químeres del passat*. Editorial Moll. 260 pp. Ciutat de Mallorca.
- BÖGLI, A. (1982): *Karst hydrology and physical speleology*. Springer Verlag. 284 pp. Berlin.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes històrics y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, J. (1995): L'endocarst de Mallorca. Els mecanismes espeleogenètics. *Endins*, 20: 71-86.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1977): El medio fluvio-lacustre hipogeo en Mallorca y su asociación de morfologías. *Endins*, 4: 3-12.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1993): Dataciones isotópicas de espeleotemas freáticos recolectados en cuevas costeras de Mallorca. *Endins*, 19: 9-15.
- GRACIA, F.; WATKINSON, P.; MONTSERRAT, C.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. (1997): Les coves de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.
- GRACIA, F.; CLAMOR, B. & 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.
- LANGE, A. L. (1963): Planes of repose in caves. *Cave notes*, Volum 5, núm. 6: 41-48.
- MASCARÓ PASARIUS, J. (1962): *Corpus de Toponimia de Mallorca*. Gràfiques Miramar. Ciutat de Mallorca.
- 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.
- TRIAS, M. (1982): Noves dades sobre les cavernes pitiüses. *Endins*, 9: 15-27.
- TRIAS, M. (1982): Consideracions sobre les formes epifreàtiques de la cova de ses Gerres (Escorca, Mallorca). *Endins*, 9: 29-36.
- TRIAS, M. (1983): *Espeleologia de les Pitiüses*. Institut d'Estudis Eivissencs. Eivissa.
- TRIAS, M. (1986): Contribució al catàleg espeleològic de Formentera. *Endins*, 12: 25-29.
- VOGEL, P. N.; MYLROIE, J. E. & CAREW, J. L. (1990): Limestone petrology and cave morphology on San Salvador island, Bahamas. *Cave Science*, 17 (1): 19-30.

# LA COVA DE SA COA DE CA SA SANTA (Sóller, Mallorca)

por Antoni MERINO <sup>1</sup>

## Resum

Es descriu en aquest treball una cova molt curiosa, situada a la paret d'un espadat, que després de fortes pluges té una important descàrrega d'aigua formant una bella cascada a la paret del penya-segat.

## Abstract

We describe in this paper a curious cave which is situated in the wall of a scarp and which, after heavy rains, has an important discharge of water creating an attractive waterfall down the rock face.

## Introducción

Durante una excursión al Puig de l'Ofre, y después de unos días de fuertes precipitaciones, se observó en una de las paredes que rodean el Barranc de Biniaraix una cascada de agua, cuyo caudal provenía de una pequeña cavidad situada en el acantilado.

Tras unos meses de espera se organizó una incursión a la cueva, que debido al mal tiempo fue suspendida. Posteriormente, a principios del verano, se visitó la cavidad comprobándose que existían zonas sifonadas. Ya en pleno verano, los niveles habían descendido y permitieron avanzar hasta alcanzar el sifón donde ahora termina la cavidad.

La cueva es conocida también como l'Ullal del Rossinyol (TRIAS *et al.*, 1999).

## Situación

Para localizar la boca de la cavidad hay que ascender por el Barranc de Biniaraix en dirección al Pla de l'Ofre hasta un punto donde el Barranc se divide en dos; a la derecha el barranco sube hacia l'Ofre, y a la izquierda hacia los canchales de es Verger. En este lugar encontramos a la izquierda, al comienzo del camino, una casa con la fachada blanca. Se sigue esta ruta hasta Can Sivella y de aquí se toma el sendero que asciende hacia Sa Font des Verger.

El camino aprovecha una serie de paredes que le sirven de soporte y va salvando las irregularidades del

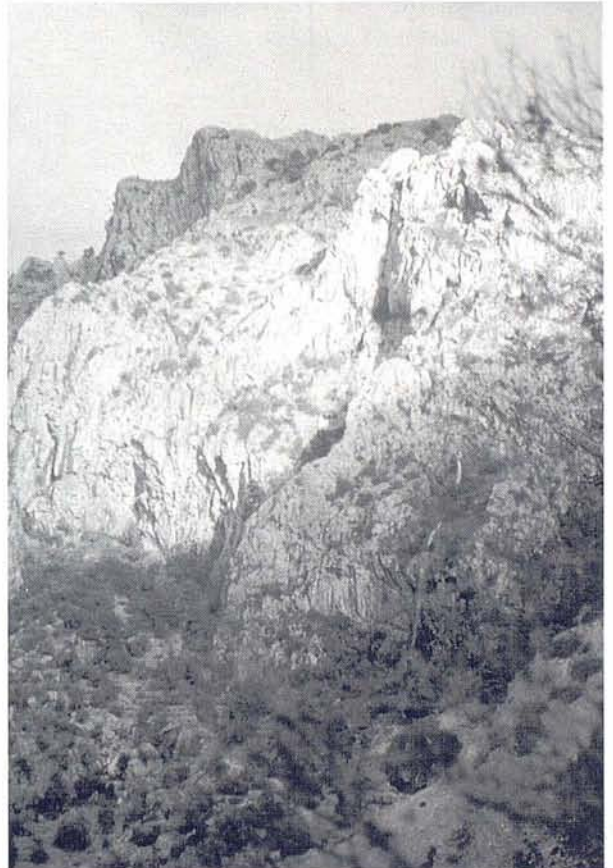
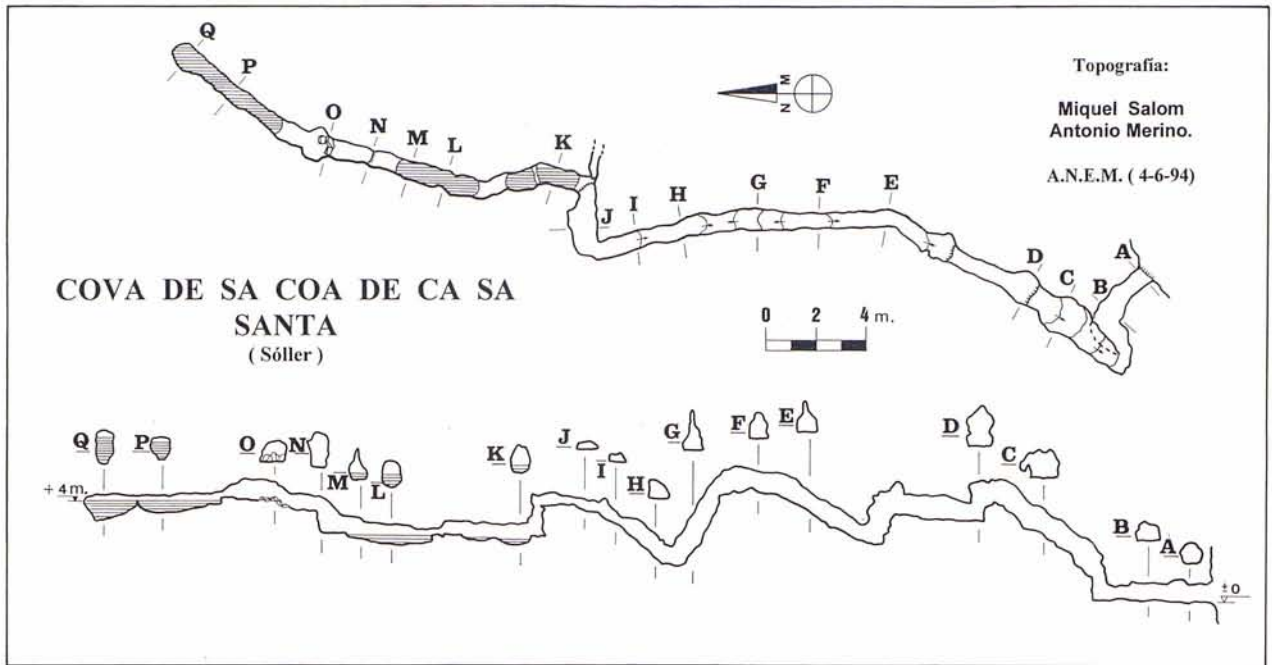


Foto 1: La cova de sa Coa de Ca sa Santa en funcionamiento. (Foto del autor).

Photo 1: La cova de sa Coa de Ca sa Santa when discharging water. (Photo by the author.)

<sup>1</sup> Secció d'Espeleologia de l'ANEM.





terreno. Posteriormente bordea un gran canchal que asciende hacia la base de uno de los acantilados que cierran la barrancada. A partir de aquí se abandona el camino y se remonta por el margen izquierdo, en dirección a la base de la pared que se tiene justo delante. Así como se asciende, y ya bastante cerca de la pared del acantilado, a la izquierda una nueva pared empieza a ir cerrando ese lado. Aquí se encuentran algunos pinos y matas, hasta que se alcanza la base de la pared. A la izquierda queda la pared por donde se tiene que llevar a cabo la escalada para alcanzar una terraza. Desde ésta y avanzando por la derecha se llega hasta la pequeña boca de la cavidad.

## Descripción

La boca de acceso, de sección circular, conduce a un estrecho conducto seguido de una rampa ascenden-



Foto 2: Progresión en la cavidad. (Foto del autor).

Photo 2: Progressing in the cave (Photo by the author.)

te que lleva a un sector de la cavidad más alto. Siguen unos tramos donde la cavidad asciende levemente para bajar después. A partir de este punto (sección H de la topografía), el conducto se vuelve mucho más bajo estrechándose también en algún tramo y dificultando la progresión. En este codo (entre la sección G y H) se forma un sifón en tiempo de fuertes lluvias. Unos metros después un pequeño escalón nos sitúa en un tramo de la cavidad inundado permanentemente. Su nivel no es muy alto pero debido a la baja altura del techo del conducto, el paso se ve bastante dificultado, sifonándose en parte entre la sección K y L.

Superado este lugar la sección de la cavidad aumenta poco al tiempo que desaparece el agua. Poco después aparece de nuevo un tramo inundado, de techo muy bajo que conduce al sifón terminal de la cavidad.

Entre la sección J y K existe un diminuto conducto que se forzó, con la intención de encontrar una galería que cortocircuitase el sifón, sin lograrlo debido a que se hacía del todo impracticable.

## Génesis y morfologías

La Cova de sa Coa de Ca sa Santa se encuentra ubicada en las calizas masivas del Lías inferior y aprovecha para su desarrollo una fractura de dirección general NNE-SSW. Está situada en la zona vadosa del karst y por el comportamiento observado parece funcionar como un *trop plein* de un sistema de conductos que se encuentran dentro del macizo. Por la situación de la cavidad y por la geología de la zona, el área más probable de recarga se situaría en la depresión kárstica de la Coma de Son Torrella. La cueva sólo entra en carga después de fuertes precipitaciones, lo que apoyaría la

teoría del *trop plein*. En prospecciones realizadas en la zona alta del macizo, no se ha podido constatar la existencia de dolinas, depresiones o sumideros que justifiquen posibles puntos de absorción masiva. Existe una torrentera que pone al descubierto una fractura que va en la dirección de la Coma de Son Torrella y que viene a coincidir con la dirección general de la cavidad y con el alineamiento general de las fracturas y cabalgamientos que afectan a este sector de la Serra de Tramuntana, lo que apoyaría la teoría de la zona de alimentación de la cueva.



Foto 3: Depresión kárstica de sa coma de Son Torrella. (Foto del autor).

Photo 3: Karstic depression at sa Coma de Son Torrella. (Photo by the author.)

En cuanto a las morfologías observadas, cabe destacar la existencia de sedimentos varvados consolidados en las zonas inundadas de la cavidad y también de niveles de crecimiento de coladas estalagmíticas en los mismos lugares, lo que parece indicar que la cavidad funciona como *trop plein* ocasionalmente y siempre después de fuertes precipitaciones. El resto del tiempo el agua deja de circular y se estanca durante largos períodos, creando un medio fluvio-lacustre (GINÉS & GINÉS, 1977) adecuado para el desarrollo de estas morfologías.

## Agradecimientos

El autor quiere agradecer a los compañeros del grupo ANEM el apoyo recibido, en especial a Miquel Salom, a José Manuel "El sevillano", a Nacho Salamanca que instaló una vía de escalada segura para acceder a la boca de la cavidad, a Tolo Cabanellas por aguantar las húmedas sesiones de fotografía y a los "motoristas" Xim, Alex y Toni.

## Bibliografía

- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1977): El medio fluvio lacustre hipógeo de las cuevas de Mallorca y su asociación de morfologías. *Endins*, 4: 3-12.
- TRIAS, M. & RAMÓN, F. (1999): *Els torrents clàssics de la Serra de Tramuntana*. Miquel Font editor. Palma de Mallorca.

## LA IDENTITAT TAXONÒMICA DE *Myotragus binigausensis* Moyà-Solà i Pons-Moyà 1980

per Pere BOVER<sup>1</sup> i Josep Antoni ALCOVER<sup>1,2</sup>

### Resum

En aquest treball es fa una revisió de la identitat taxonòmica de l'espècie *Myotragus binigausensis* del Plistocè inferior de Menorca. L'estudi de la seva morfologia dentària permet sinonimitzar aquesta espècie amb *M. bateae*. La seva fórmula dentària en estat adult és 0/2, 0/0, 2/1, 3/3 tal com la dels adults de *M. bateae*. La seva dentició incisiforme és la primària, mantinguda durant tota la vida de l'animal. Aquesta revisió és coherent amb les noves interpretacions de la història biogeogràfica de les Gimnèsies.

### Abstract

A review of the taxonomic identity of *M. binigausensis* from the Lower Pleistocene on Menorca is presented in this paper. The analysis of its dental morphology allows us to synonymize it with *M. bateae*. Its dental formula in the adult stage is 0/2, 0/0, 2/1, 3/3, as corresponds to *M. bateae*. Its incisiform teeth belong to the primary dentition. The new taxonomical proposal fits well with the current view on the paleogeography of Gymnesic islands.

## Introducció

Fins a la data s'han identificat dues espècies de *Myotragus* a partir dels fòssils provinents de l'illa de Menorca, *M. balearicus* Bate 1909 i *M. binigausensis* Moyà-Solà i Pons-Moyà 1980 (ALCOVER *et al.*, 1981). La primera prové dels dipòsits del Plistocè superior i Holocè i es troba també a la veïna Mallorca (BATE, 1909). ANDREWS (1915) va descriure una forma de *M. balearicus* típica de Menorca, la qual no ha estat reconeguda com a tàxon diferenciat pels autors posteriors. La segona espècie, *M. binigausensis*, trobada només al dipòsit conegut com a barranc de Binigaus, situat a la part superior i exterior del dit barranc, per damunt de la cova dels Coloms, i atribuït al Plistocè inferior, és exclusiva de Menorca (MOYÀ-SOLÀ i PONS-MOYÀ, 1980).

La presència de dues espècies heterocròniques de *Myotragus* a l'illa de Menorca i l'exclusivitat de la forma més arcaica va donar peu a una interpretació paleogeogràfica particular (MOYÀ-SOLÀ i PONS-MOYÀ, 1980; ALCOVER *et al.*, 1981), la qual comportava les següents suposicions:

1. Colonització sincrònica independent de Mallorca i Menorca pels ancestres de *Myotragus* i de la seva fauna acompanyant (*Eliomys*, *Soriculus*, *Alytes*). Aquest esdeveniment s'ha situat al Messinià, fa entre

5,7-5,59 i 5,35-5,33 milions d'anys, època en què la mar Mediterrània occidental va romandre dessecada (HSÜ *et al.*, 1973, 1977; GAUTIER *et al.*, 1994; KRIJGSMAN *et al.*, 1999).

2. Evolució local independent de dues (o tres, SONDAAR *et al.*, 1995) línies filètiques de *Myotragus* i de les espècies acompanyants. Aquesta evolució independent hauria durat com a mínim fins al límit Plio-Plistocè (fa 1,8 milions d'anys), moment en què a Mallorca es trobaria *M. kopperi* (espècie ancestral de *M. balearicus*, derivada de *M. antiquus*) mentre que a Menorca es trobaria *M. binigausensis*, espècie provinent d'un ancestre desconegut.

3. Colonització ulterior de l'illa de Menorca per una forma mallorquina derivada de *M. kopperi* (i probablement de *M. bateae*) i extinció a l'illa dels descendents de *M. binigausensis*. Aquest esdeveniment hauria tingut lloc en el transcurs d'una de les darreres glaciacions. Aquests dos esdeveniments (una colonització i una extinció) són considerats com causalment relacionats, formant part d'un mateix procés de renovació faunística.

4. Separació de les dues poblacions insulars de *M. balearicus*. La separació no hauria durat prou temps com perquè es produís una diferenciació morfològica notable entre les dues poblacions.

Recentment, a la literatura científica han aparegut diversos treballs que permeten i àdhuc aconsellen la revisió dels materials de *M. binigausensis*. En primer

1 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, Cta de Valldemossa km 7.5, 07071 Ciutat de Mallorca, Balears. E-mail: ieajat@ps.uib.es

2 Research Associate, Department of Mammalogy, American Museum of Natural History, New York, USA.

lloc, la dentició de *Myotragus* ha estat reinterpretada (BOVER i ALCOVER, 1999). A hores d'ara es disposa d'una documentació sòlida i abundant que permet establir que la incisiva de creixement continu de *M. balearicus* és la segona incisiva primària (dl<sub>2</sub>). S'ha pogut establir així mateix la cronologia i els trets bàsics de l'evolució de la dentició al llarg de la línia filètica de *Myotragus* de Mallorca, des de *M. antiquus* a *M. balearicus*. No obstant això, la dentició de *M. binigausensis* resta per ser reinterpretada a la llum de les noves dades sobre l'evolució dentària a la línia filètica mallorquina.

Per una altra banda, la hipòtesi de la colonització sincrònica de Mallorca i Menorca per la fauna de *Myotragus* ha estat qüestionada. S'ha presentat com a hipòtesi alternativa (ALCOVER *et al.*, 1999) un escenari paleogeogràfic diferent, segons el qual durant el Messinià la fauna de *Myotragus* hauria colonitzat exclusivament l'illa de Mallorca, mentre que la de Menorca hauria estat colonitzada per una altra fauna, composta per un lepòrid en vies d'estudi (QUINTANA i MOYÀ-SOLÀ, com. pers.), un glírid (AGUSTÍ *et al.*, 1982) i altres elements (SEGUÍ *et al.*, en premsa). Segons aquesta hipòtesi alternativa, la fauna de *Myotragus* no hauria assolit Menorca almenys fins el transcurs de la primera glaciació, esdevinguda fa 2,35 milions d'anys (SHACKLETON i OPDYKE, 1977). En aquest període Mallorca i Menorca degueren romandre unides per primera vegada des del Messinià. Les implicacions d'aquesta hipòtesi alternativa són: a) que durant el Pliocè inferior i medi no hi hauria evolucionat cap línia filètica independent de *Myotragus* a Menorca i b) que a Menorca s'hauria produït, fa probablement 2,35 milions d'anys o posteriorment, un procés de substitució faunística el qual va implicar a dues faunes ben diferents.

La revisió dels materials de *M. binigausensis*, objecte del present treball, és un element clau per contrastar aquestes dues hipòtesis paleogeogràfiques alternatives. Aquesta revisió és possible gràcies a l'estudi esmentat sobre la ontogènia de la dentició a la línia filètica mallorquina de *Myotragus*.

## Material i mètodes

L'espècie *M. binigausensis* fou definida en base a la seva dentició, que inclouria una sèrie de caràcters autoapomòrfics, sense que es registrassin caràcters diagnòstics específics a l'esquelet postcranial. En conseqüència, el present estudi es centrarà en la revisió del material cranial, mandibular i dentari que es conserva d'aquesta espècie. Part de la sèrie típica es conserva a la col·lecció de vertebrats "Museu de la Naturalesa de les Illes Balears" (acrònim, MNIB).

Per facilitar la lectura d'aquest treball s'empraran les següents convencions terminològiques: la nomenclatura emprada per les dents és la de LUCKETT (1993a, b). En conseqüència, el terme dentició primària correspon a la dentició "de llet", i dentició secundària a

la dentició "permanent". Els símbols emprats per a les dents són els següents: "I" per a incisives, "C" per canines, "P" per premolars i "M" per molars. Aquesta lletra apareix amb un número donat com a subíndex o superíndex segons correspongui a una peça de la dentició inferior o de la superior respectivament. Quan ens referim a una peça de la dentició primària, col·locam una "d" davant la lletra majúscula corresponent a la dent. Per exemple, dP<sub>4</sub> és el quart premolar inferior de la dentició primària, mentre que P<sub>4</sub> designa el quart premolar superior de la dentició secundària. Emprarem lletres redones per les nostres designacions de les dents, mentre que empram lletres cursives per les designacions utilitzades per altres autors. Pel que fa la terminologia de l'ontogènia de la dentició, seguim la definida per BOVER i ALCOVER (1999).

Materials estudiats de *Myotragus binigausensis*: MNIB 57322, Mandíbula esquerra (fragment distal amb incisiviforme i restes d'un alveol) (holotipus); MNIB 58222, Crani (fragment) (paratipus); MNIB 58223, Crani (fragment); MNIB 58226, Mandíbula amb dos alveols visibles (fragment distal) (paratipus); MNIB 58227, Incisiva (dl<sub>2</sub>) fragmentat a la part distal (paratipus); MNIB 58228, Crani (fragment); MNIB 61084, Mandíbula esquerra (fragment proximal); MNIB 61085, Mandíbula dreta (fragment distal amb P<sub>4</sub> - M<sub>3</sub> (M<sub>2</sub> i M<sub>3</sub> fragmentats a la seva part labial), on es veuen dos alveols per a incisiviformes) (paratipus); MNIB 61086, Mandíbula esquerra (fragment proximal).

Material de comparació. *M. kopperi*: MNIB 57320, mandíbula esquerra amb dues incisives i l'alveol d'una canina (holotipus); MNIB 57325, mandíbula dreta, amb dl<sub>1</sub>, dC i alveol i fragment de l'arrel del dl<sub>2</sub>; MNIB 57326, 18 incisiviformes; *M. bateae*: MNIB 59582, Mandíbula dreta juvenil, rèplica de l'holotipus; MNIB 39065, Mandíbules d'un exemplar adult, amb dl<sub>2</sub> i dl<sub>3</sub>.

## Part descriptiva - reinterpretació de la dentició de *M. binigausensis*

*M. binigausensis* fou descrit com a una espècie de *Myotragus* amb una dentició autoapomòrfica, consistent en una I<sub>1</sub> molt hipsodont i d'arrel tancada, una I<sub>2</sub> també molt hipsodont i també d'arrel tancada, i amb P<sub>4</sub>, P<sub>3</sub> i molars amb unes proporcions relatives properes a les de *M. kopperi* (MOYÀ-SOLÀ i PONS-MOYÀ, 1980). La dentició de l'espècie menorquina està mancada de I<sub>3</sub>, C, P<sub>2</sub> i P<sub>1</sub>. La seva fórmula dentària és 0/2, 0/0, 2/1, 3/3 (MOYÀ-SOLÀ i PONS-MOYÀ, 1980). La seva diagnosi diferencial destacava la combinació d'una I<sub>1</sub> i una I<sub>2</sub> amb l'arrel tancada totes dues. Per contra, *M. kopperi* presentava tres incisives, totes amb l'arrel tancada (MOYÀ-SOLÀ i PONS-MOYÀ, 1981) i *M. bateae* també en presentava tres; n'hi havia una, la I<sub>1</sub>, amb l'arrel oberta, i, en conseqüència, de creixement continu (CRUSAFONT i ANGEL, 1966), mentre que les altres dues eren d'arrel tancada. La interpretació donada pels descriptors de *M.*

*binigausensis* era que, dintre del procés de reducció del nombre d'incisiviformes, mentre que a Mallorca el pas de tres peces a dues era posterior a l'obertura de l'arrel de la  $I_1$ , a Menorca era anterior. Aquest fet era interpretat com a una evidència de l'existència de dues línies filètiques independents a les dues illes. No obstant, REUMER (1982) va suggerir que calia revisar la identitat de *M. binigausensis*, donat que la seva existència com a tàxon diferenciat no s'addeia amb l'escenari paleogeogràfic postulat a partir de l'estudi dels micro-mamífers.

BOVER i ALCOVER (1999) ofereixen una interpretació alternativa de la dentició de la línia filètica de *Myotragus* de Mallorca recolzada per les evidències disponibles. Així, la dentició incisiviforme que presenta *Myotragus*, des de *M. kopperi* fins a *M. balearicus*, és la primària, i no la secundària com fins ara s'havia suposat. El manteniment de la dentició primària al llarg de tota la vida de l'animal constitueix l'únic cas ben documentat de l'existència d'un procés de neotènia en la família Bovidae. S'han pogut identificar totes les peces incisiviformes de *M. antiquus*, *M. kopperi*, *M. bateae* i *M. balearicus*. Un moment clau en l'evolució de *Myotragus* és el pas de *M. antiquus*, amb una dentició difiodonta, a *M. kopperi*, amb una dentició monofiodonta. Així com es parla del procés d'hominització per indicar el pas de *Australopithecus* a *Homo*, podem parlar aquí del procés de "myotraguització". A partir de *M. kopperi*, totes les espècies de *Myotragus* (*M. kopperi*, *M. bateae* i *M. balearicus*) mantenen una única dentició, la primària, al llarg de tota la vida de l'animal. És interessant destacar aquí que per primera volta s'ha pogut establir l'ontogènia de la dentició en aquestes tres espècies de *Myotragus*. L'ontogènia de la regió incisiviforme de *Myotragus*, des de *M. kopperi* a *M. balearicus*, rera l'adquisició de la monofiodòncia ja a la primera espècie, comporta l'existència de processos heterocrònics clarament definits. Al llarg de l'evolució es produeix un retard en el desenvolupament dentari. El començament de cada esdeveniment odontogènic, la gènesi de cada una de les incisiviformes, es retarda, probablement cada vegada més, al llarg de la vida de l'animal. Aquest retard va associat a un allargament de la durada de l'odontogènesi de cada dent que, en el cas de la  $dl_2$  d'ençà que emergeix arriba a mantenir-se al llarg de tota la vida de l'animal. El patró ontogenètic emergent és molt clar i dona peu a una interpretació alternativa de la dentició de *M. binigausensis*.

D'acord amb les evidències disponibles, la dentició incisiviforme de *M. kopperi* estaria formada, a l'estat adult, per tres dents, que s'han identificat com a  $dl_2$ ,  $dl_3$  i  $dC$ . Els exemplars juvenils havien de tenir una  $dl_1$ , encara mai trobada, que perdien en créixer. Si els exemplars molt vells perdien o no la canina és un fet no dilucidable amb els materials disponibles a l'actualitat.

La següent espècie del filum, *M. bateae*, es caracteritza per tenir exclusivament dues incisiviformes a l'estat adult,  $dl_2$  i  $dl_3$ . Els exemplars juvenils també

havien de tenir una  $dl_1$ , encara mai trobada, que perdien a un estadi primerenc de la seva vida. També tenien una  $dC$ , que perdien en un estadi més avançat, i que ha estat trobada a un únic exemplar (MNIB 59582, rèplica de l'exemplar tipus de *M. bateae*). La  $dl_3$  presenta l'arrel tancada. La  $dl_2$  presenta l'arrel oberta durant bona part de la vida, però se sospita que l'arrel es tancava en assolir una edat avançada, quan els individus eren adults, segons criteris dentaris (és a dir, amb el  $M_3$  totalment erupcionat i començat a desgastar). La  $dl_2$  amb l'arrel oberta és només coneguda a un únic exemplar, l'exemplar tipus, que és un juvenil. No disposam de cap evidència que els exemplars adults d'aquesta espècie tenguessin el  $dl_2$  amb l'arrel oberta. L'exemplar tipus de *M. bateae* presenta un  $dP_3$ . No obstant, els adults de l'espècie estan mancats d'aquesta dent, que cau sense ésser substituïda per un premolar secundari.

Finalment, l'espècie terminal del filum es caracteritza per tenir només una única incisiva de creixement continu a l'estat adult, la  $dl_2$ . Els exemplars juvenils presenten una  $dl_1$  i una  $dl_3$  o  $dC$ , que cauen en estadis primerencs de la seva vida. La  $dl_2$  aparentment manté l'arrel oberta al llarg de tota la vida de l'animal.

A la vista d'aquesta nova interpretació evolutiva de la dentició de *Myotragus*, els materials atribuïts a *M. binigausensis* són altament compatibles amb una nova interpretació. En la nostra opinió, les peces incisiviformes dels exemplars menorquins entren dintre del que es pot esperar per a un estadi evolutiu corresponent a un *M. bateae* primitiu. La forma de les dents incisiviformes (sobretot de la  $dl_3$ ) és de secció arrodonida-ovoidal (com a *M. bateae*) i no de secció quadrangular tal com es troba a *M. kopperi* (Figura 1). Les peces identificades per MOYÀ-SOLÀ i PONS-MOYÀ (1980) com a  $I_1$  i com a  $I_2$  en realitat corresponen a la  $dl_2$  i  $dl_3$  respectivament.

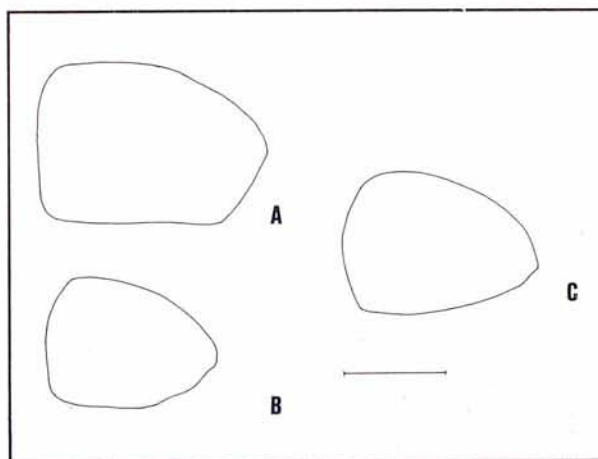


Figura 1: Seccions transversals de la incisiva  $dl_3$  a 8 mm de l'extrem distal. a) *Myotragus kopperi* (MNIB 57320), b) *Myotragus binigausensis* (MNIB 57322) (imatge invertida) i c) *Myotragus bateae* (MNIB 59582). Escala 2 mm.

Figure 1: Cross-sections of the incisor  $dl_3$  at 8 mm from distal extremity. a) *Myotragus kopperi* (MNIB 57320), b) *Myotragus binigausensis* (MNIB 57322) (Inverted image), and c) *Myotragus bateae* (MNIB 59582). Scale 2 mm.

La presència de dues dents incisiviformes a l'estat adult és una característica diagnòstica de *M. bateae*, espècie a la qual, en la nostra opinió, s'han d'atribuir els exemplars menorquins estudiats en el present treball. L'absència de  $dP_3$  en estat adult és un caràcter compartit de *M. bateae* (veure BOVER i ALCOVER, 1999) i *M. binigausensis* (veure MOYÀ-SOLÀ i PONS-MOYÀ, 1980), i no es pot considerar com a un caràcter autoapomòrfic d'aquesta darrera espècie. S'ha de dir, però, que els materials del barranc de Binigaus corresponen a un estadi evolutiu més arcaic que els materials provinents del jaciment de la pedrera de Gènova (jaciment tipus de *M. bateae*). En conseqüència, la mida proporcionalment més gran, respecte a la mida de la mandíbula, de la  $dl_3$  a l'especímen del barranc de Binigaus (MNIB 57322) que a l'exemplar tipus de *M. bateae* (MNIB 39065) (Figura 2) és compatible amb una cronologia més antiga del barranc de Binigaus. Per una altra banda, és notable que l'especímen MNIB 57322 (Figura 3) presenta restes de marques de contacte d'una  $dC$  sobre el marge lateral de la  $dl_3$ , no esmentades a la descripció de *M. binigausensis*. S'ha de dir que aquest exemplar és juvenil, amb una mida i una dentició corresponent a un especímen en què no s'hauria produït l'erupció del  $M_3$ .

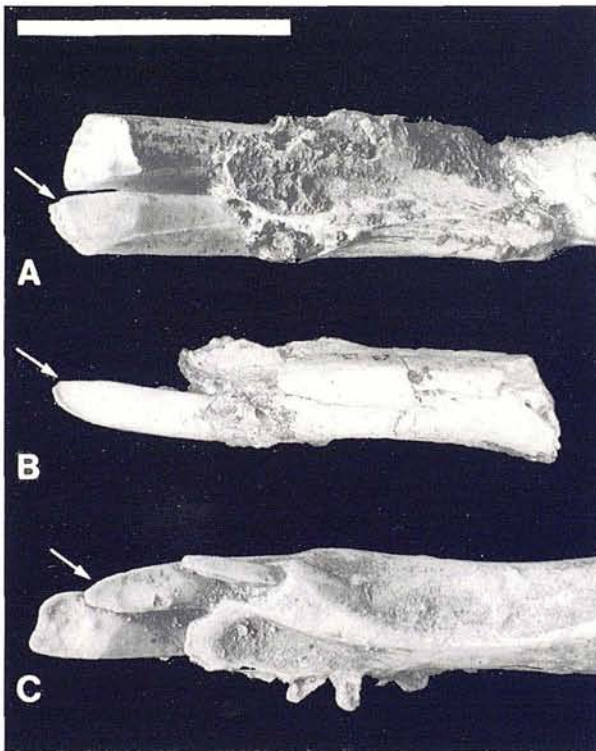


Figura 2: Comparació de la regió incisiviforme en vista dorsal de a) *Myotragus kopperi* (MNIB 57320), b) *Myotragus binigausensis* (MNIB 57322) i c) *Myotragus bateae* (MNIB 59582). La  $dl_3$  de cada espècie s'assenyala amb una fletxa. Escala 2 cm.

Figure 2: Comparison of the incisiform region, dorsal view, of a) *Myotragus kopperi* (MNIB 57320), b) *Myotragus binigausensis* (MNIB 57322), and c) *Myotragus bateae* (MNIB 59582). The arrows indicate the  $dl_3$  of each species. Scale 2 cm.

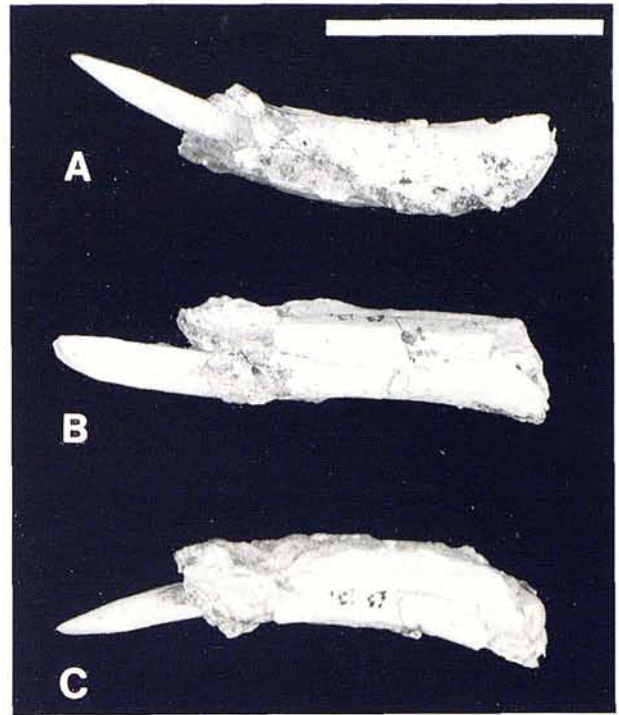


Figura 3: Exemplar holotipus de *Myotragus binigausensis* (MNIB 57322) en norma a) labial, b) dorsal i c) lingual. Escala 2 cm.

Figure 3: Holotype specimen of *Myotragus binigausensis* (MNIB 57322) in a) labial view, b) dorsal, and c) lingual. Scale 2 cm.

Aquesta interpretació de l'estadi evolutiu representat pels materials de Menorca del barranc de Binigaus es veu corroborada per les característiques de la dentició jugal. Aquesta està composta pel mateix nombre de peces que a l'adult de *M. bateae*, és a dir per dos premolars superiors i un inferior, a més dels molars. La seva estructura és molt similar, sobretot en aquelles dents que han sofert els canvis més importants durant el procés evolutiu del gènere *Myotragus*:  $P_2$ ,  $M_1$  i  $M_2$ , per aquest ordre (Figura 4) (ALCOVER *et al*, 1981).

En conseqüència, com a hipòtesi alternativa consideram que els especímen que varen servir per definir l'espècie *M. binigausensis* corresponen a una població morfològicament situada entre les poblacions tipus de *M. kopperi* i de *M. bateae* de Mallorca. La combinació dentària suposadament autoapomòrfica de *M. binigausensis* no seria tal, sinó que, a la llum de la interpretació aquí presentada, es tractaria d'una combinació sinapomòrfica amb la present a *M. bateae* de Mallorca. Les diferències morfològiques existents entre la mostra del barranc de Binigaus i les poblacions mallorquines conegudes de *M. bateae* són menors que les existents entre diferents poblacions de *M. balearicus*. En conseqüència, per fer coherent el sistema, els materials del barranc de Binigaus i dels jaciments mallorquins de la pedrera de Gènova i del cap des Pinar s'han d'incloure dintre de la mateixa espècie. D'altra banda, volem posar èmfasi en que, a més de pels criteris morfològics que acabam d'esmentar, el manteniment de *M. binigausensis* com a espècie independent, intermèdia entre *M.*

*kopperi* i *M. bateae*, tampoc no sembla recomanable per motius paleogeogràfics. En efecte, el manteniment de *M. binigausensis* com a espècie vàlida, ademés de fer incoherent el sistema, pot conduir a l'equívoc de que diferents autors considerin que es tracti d'un estadi evolutiu exclusiu de Menorca, quan en realitat representa un estadi evolutiu encara no trobat a Mallorca, tot i que podem predir que s'hi trobarà. Donat, doncs, que la interpretació presentada aquí sembla més plausible que l'anterior, consideram que *M. binigausensis* representa un sinònim més recent de *M. bateae*.

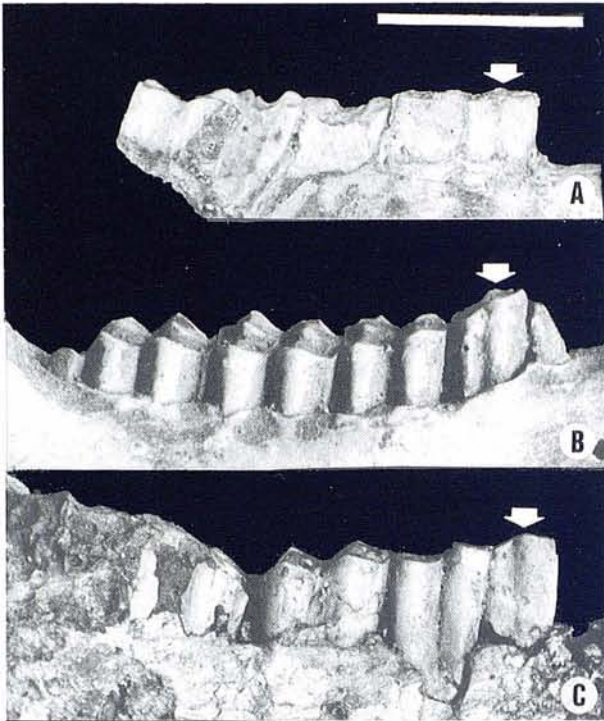


Figura 4: Comparació de la regió molariforme en vista labial de a) *Myotragus binigausensis* (MNIB 61085), b) *Myotragus bateae* juvenil (MNIB 59582, rèplica de l'holotipus, pedrera de Génova) i c) *Myotragus bateae* adult (MNIB 39065, Cap Pinar). El P<sub>4</sub> de cada espècie s'assenyala amb una fletxa. Escala 2 cm.

Figure 4: Comparison of the molariform region from a labial view a) *Myotragus binigausensis* (MNIB 61085), b) *Myotragus bateae* juvenile (MNIB 59582, holotype replica, Pedrera de Génova), and c) *Myotragus bateae* adult (MNIB 39065, Cap Pinar). The arrows indicate the P<sub>4</sub> of each species. Scale 2 cm.

La descripció de *M. binigausensis* per MOYÀ-SOLÀ i PONS-MOYÀ (1981) fou una conseqüència lògica dels coneixements que es tenien a l'època sobre *Myotragus*, i s'ha de considerar com a una proposta taxonòmica elegant dintre del seu context històric. No obstant això, gràcies als avanços recents en el coneixement de l'evolució de *Myotragus*, actualment sembla clar que aquesta espècie ha d'esser possada en sinonímia.

## Discussió

La sinonimització de *M. binigausensis* amb *M. bateae* permet replantejar les hipòtesis biogeogràfiques i evolutives vigents fins a la data. La hipòtesi que presentam aquí és la més parsimoniosa i congruent amb l'escenari paleogeogràfic dibuixat per ALCOVER *et al.* (1999). D'acord amb aquests autors, la colonització messiniana de Mallorca i Menorca hauria estat protagonitzada per diferents faunes. A Mallorca haurien arribat els ancestres de *Myotragus* i de la seva fauna acompanyant, mentre que Menorca hauria estat colonitzada per un lepòrid i un glírid del gènere *Muscardinus*. Aquestes dues faunes haurien evolucionat independentment almenys fins el transcurs de la primera glaciació, esdevinguda fa 2,35 milions d'anys. A partir d'aquesta o d'una altra de les primeres glaciacions, la unió de les dues Gimnèsies hauria comportat la substitució a Menorca de la fauna del lepòrid per la fauna de *Myotragus*, provinent de la veïna Mallorca.

Altres dades recolzen així mateix aquesta interpretació paleogeogràfica. Així, tot i que anteriorment s'havia postulat l'existència de diferents línies evolutives per als tàxons de vertebrats terrestres de Mallorca i Menorca (amb espècies endèmiques de Menorca, tals com *Soriculus meloussae*, *Eliomys eliomyoides* i *Alytes talaoticus*; veure PONS-MOYÀ i MOYÀ-SOLÀ, 1980; AGUSTÍ, 1980; SANCHÍZ i ALCOVER, 1982), s'ha proposat que els suposats tàxons endèmics de Menorca en realitat serien idèntics a les formes mallorquines: *Soriculus meloussae* ha estat posat en sinonímia per REUMER (1982) amb *S. ponsi*, *E. intermedius* (= *E. oniensis*; REUMER, 1981; 1994) s'ha sinonimitzat amb *E. eliomyoides* (REUMER, 1982) i *A. talaoticus* s'ha considerat per BARBADILLO (1987) coespecífic amb *A. muletensis*.

D'acord amb aquesta nova interpretació, les poblacions de vertebrats terrestres de Mallorca i de Menorca mai no haurien estat tan diferents com prèviament es mantenia. Les dues illes han estat unides al llarg de molts moments de la seva història paleogeogràfica, i aparentment mai s'haurien arribat a crear unes barreres reproductives entre les poblacions mallorquines i menorquines congenèriques de vertebrats terrestres. La documentació existent és coherent amb la hipòtesi presentada, la qual és també la més parsimoniosa, ja que comporta menys suposicions que la hipòtesi clàssica.

Finalment, cal dir que aquesta nova interpretació biogeogràfica, suportada per l'anàlisi de la identitat taxonòmica de *M. binigausensis* aquí presentada, té implicacions d'interès en biologia de la conservació. En efecte, la consideració de que els vertebrats autòctons mallorquins i menorquins sien coespecífics és rellevant per al tractament de les poblacions dels taxa supervivents.

## Emendatio nominarum

Volem aprofitar aquest treball per fer l'emendatio nominarum de dues de les espècies descrites de *Myotragus*: *M. batei* Crusafont i Angel 1966 s'ha de canviar a *M. bateae*, fent ús del genitiu femení, donat que l'espècie fou dedicada a la senyoreta Dorothea Minola Bate. Per una altra banda, *M. pepgonellae* Moyà-Solà i Pons-Moyà 1981 s'ha de canviar a *M. pepgonellai*, fent ús del genitiu masculí, donat que el nom de l'espècie deriva del personatge del folklore mallorquí Pep Gonella.

## Agraïments

Aquest treball s'inclou al Projecte de Recerca PB97-1173 de la DGICYT (Madrid), "Análisis de la Evolución y Extinción de *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla: Caprinae)". Els autors volen agrair els comentaris a la seva versió inicial realitzats per Josep Quintana (Ciutadella de Menorca). El Dr C.R. Altaba ens va fer veure la necessitat de fer l'emendatio nominis de *M. pepgonellae*.

## Bibliografia

- AGUSTÍ, J. (1980): *Hypnomys eliomyoides* nov. sp., nuevo glirido (Rodentia, Mammalia) del Pleistoceno de Menorca (Islas Baleares). *Endins*, 7: 49-52.
- AGUSTÍ, J.; MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. (1982): Une espèce géante de *Muscardinus* Kaup, 1829 (Gliridae, Rodentia, Mammalia) dans le gisement karstique de Cala es Pou (Miocene supérieur de Minorque, Baléares). *Geobios*, 15 (5): 783-789.
- ALCOVER, J. A.; MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. (1981): *Les Quimeres del Passat. Els Vertebrats Fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i Pitiüses*. Monografies Científiques, Edit. Moll 1: 1-260.
- ALCOVER, J.A.; SEGUÍ, B. i BOVER, P. (1999): Extinctions and local disappearances of vertebrates in the Western Mediterranean Islands. In: MacPhee, R.D.W. (ed.) *Extinctions in Near Time*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York: 165-188.
- ANDREWS, C.W. (1915): A description of the skull and skeleton of a peculiarly modified rupicaprine antelope (*Myotragus balearicus* Bate), with a notice of a new variety *Myotragus balearicus* var. *major*. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B*, 206: 281-305.
- BARBADILLO, L.J. (1987): *La Guía de Incafo de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias*. Incafo, Madrid, 694 pp.
- BATE, D.M.A. (1909): Preliminary note on a new artiodactyle from Mallorca *Myotragus balearicus*, gen. et sp. nov. *Geological Magazine*, 6: 385-389.
- BOVER, P. i ALCOVER, J.A. (1999): The evolution and ontogeny of the dentition of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae): evidence from new fossil data. *Biol. J. Linn. Soc.*, 68: 401-428.
- CRUSAFONT, M. i ANGEL, B. (1966): Un *Myotragus* (Mammifère Ruminant), dans le Villafranchien de l'île de Majorque: *Myotragus batei*, nov. sp. *Comptes Rendues de l'Académie de Sciences Paris*, 262: 2012-2014.
- GAUTIER, F.; CLAUZON, G.; SUC, J.P.; CRAVATTE, J. i VIOLANTI, D. (1994): Age et Durée de la Crise de Salinité Messinienne. *C. R. Acad. Sci. Paris*, ser. II, 318: 1103-1109.
- HSÜ, K.J.; CITA, M.B. i RYAN, W.B.F. (1973): Late Miocene dessication of the Mediterranean. *Nature*, 242: 240-244.
- HSÜ, K.J.; MONTADERT, L.; BERNOUILLI, D.; CITA, M.B.; ERIKSON, A.; GARRISON, R.E.; KIDD, R.B.; MÈLIRÈS, F.; MÜLLER, C. i WRIGHT, R. (1977): History of the Mediterranean Salinity Crisis. *Nature*, 267: 399-403.
- KRIGJSMAN, W.; HILGEN, F.J.; RAFFI, I.; SIERRO, F.J. i WILSON, D.S. (1999): Chronology, causes and progression of the Messinian salinity crisis. *Nature*, 400: 652-655.
- LUCKETT, W.P. (1993a): An ontogenic assessment of dental homologies in therian Mammals. In: Szalay, F.S.; Novacek, M.J.; McKenna, M.C. (eds): *Mammal phylogeny: Mesozoic differentiation, Multituberculates, Monotremes, early Eutherians and Marsupials* New York: 182-204.
- LUCKETT, W.P. (1993b): Ontogenic staging of the mammalian dentition, and its value for assessment of homology and heterochrony. *Journal of Mammalian Evolution*, 1: 269-282.
- MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. (1980): Una nueva especie del género *Myotragus* Bate, 1909 (Mammalia, Bovidae) en la isla de Menorca: *Myotragus binigausensis* nov.sp. Implicaciones paleo-zoogeográficas. *Endins*, 7: 37-47.
- MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. (1981): *Myotragus kopperi*, une nouvelle espèce de *Myotragus* Bate 1909 (Mammalia, Artiodactyla, Rupicaprini). *Proc. Konink. Ned. Akad. v. Wetenschappen*, ser. B, 84: 57-69.
- PONS-MOYÀ, J. i MOYÀ-SOLÀ, S. (1980): Nuevo representante del género *Nesiotites* Bate 1944; *Nesiotites meloussae* nov.sp. (Insectivora, Soricidae) de los relleños cársticos del Barranc de Binigaus (Es Mercadal, Menorca). *Endins*, 7: 53-56.
- REUMER, J.W.F. (1981): The Pleistocene small mammals from Sa Pedrera de S'Ònix Majorca (Gliridae, Soricidae). *Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch.*, ser. B, 84: 43-11.
- REUMER, J.W.F. (1982): Some remarks on the fossil vertebrates from Menorca, Spain. *Proc. Konink. Ned. Akad. Wetenschappen*, ser. B, 85: 77-87.
- REUMER, J.W.F. (1994): *Eliomys (Hypnomys) onicensis* nomen novum, to replace the homonym *Hypnomys intermedius* Reumer 1981 (Rodentia: Gliridae) from Mallorca. *Z.Säugetierkunde*, 59: 380-381.
- SANCHÍZ, F.B. i ALCOVER, J.A. (1982): Un nou discoglossid (Amphibia: Anura) de l'Holocè de Menorca. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 48: 99-106.
- SHACKLETON, N.J. i OPDYKE, N.D. (1977): Oxygen isotope and paleomagnetic evidence of early Northern Hemisphere glaciation. *Nature*, 270: 216-219.
- SEGUÍ, B.; QUINTANA, J.; FORNÓS, J.J. i ALCOVER, J.A. (en premsa): A new genus of Fulmarine Petrel (Aves: Procellariiformes) from the Upper Miocene of Menorca, Western Mediterranean. *Paleontology*.
- SONDAAR, P.Y.; McMINN, M.; SEGUÍ, B. i ALCOVER, J.A. (1995): Paleontological interest of karstic deposits from the Gymnesic and Pityusic Islands. *Endins*, 20/Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 155-170.



## SOBRE ALGUNS JACIMENTS DE *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) DE TAFONOMIA INFREQÜENT

per Pere ARNAU<sup>1</sup>, Pere BOVER<sup>2</sup>, Bartomeu SEGUÍ<sup>3</sup> i Josep Antoni ALCOVER<sup>2,4</sup>

### Resum

Presentam la descripció i interpretació tafonòmica d'una sèrie de jaciments menorquins i mallorquins de *Myotragus balearicus*. Es tracta de dipòsits situats a coves inaccessibles per a un caprí. Les restes trobades procedeixen del transport realitzat per ocells de presa de talla gran. El candidat més versemblant d'haver estat l'agent bioacumulador d'aquests dipòsits és l'àguila reial, *Aquila chrysaetos*.

### Abstract

The description and taphonomical interpretation of several Mallorcan and Menorcan deposits containing *Myotragus balearicus* are presented in this paper. They are situated inside inaccessible caves for a caprine animal. The studied fossils come from accumulations originated by large avian predators. The most plausible candidate as the bioaccumulator agent is the golden eagle, *Aquila chrysaetos*.

## Introducció

La localització de restes de *Myotragus balearicus* Bate 1909 fossilitzades a les coves de les Gimnèsies és un fet freqüent. La literatura paleontològica de les Balears registra més de 150 dipòsits fossilífers cavernícoles (o procedents d'antigues coves desmantellades) en front de menys de 10 dipòsits no espeleològics (e.g., ALCOVER *et al.*, 1981; QUINTANA, 1998). La tafonomia dels dipòsits espeleològics que contenen *Myotragus balearicus* mai no ha estat l'objecte d'una anàlisi global, si bé alguns treballs han aportat dades rellevants sobre la tafonomia de dipòsits espeleològics concrets (e.g., ENCINAS i ALCOVER, 1997; SEGUÍ *et al.*, 1998). Abans de presentar aquesta anàlisi global volem donar a conèixer en aquest treball una sèrie de dipòsits que presenten una tafonomia infreqüent.

La tafonomia és la ciència que estudia el conjunt de processos que condueixen a la formació dels dipòsits fossilífers a partir de la mort dels animals. La tafonomia espeleològica, o l'estudi dels factors que afecten la deposició dels fòssils a les coves, és una disciplina

d'interès creixent (SUTCLIFFE, 1976; EMSLIE, 1985; BAIRD, 1991; ALCOVER, 1992). ALCOVER (1992) va analitzar les diferents espècies que poden fossilitzar a les coves i va revisar alguns dels agents biològics que actuen com a bioacumuladors a l'interior de les cavitats. És en aquesta perspectiva analítica que presentam el nostre treball.

Els dipòsits fossilífers espeleològics sovint són complexos. De vegades s'originen per l'actuació conjunta de diferents processos tafonòmics, els quals poden comportar l'actuació de diferents agents bioacumuladors (e.g., ANDREWS, 1990; FERNÁNDEZ-JALVO, 1995). La identificació d'aquests agents és important no sols per entendre la gènesi dels dipòsits, sinó també per poder realitzar aproximacions a l'ecologia del passat. Aquesta identificació és més bona de fer a jaciments que es troben a coves d'accés restringit (e.g., EMSLIE, 1985).

En aquest treball estudiem un tipus de jaciment fossilífer de *Myotragus balearicus* de tafonomia infreqüent i identifiquem l'agent bioacumulador que l'ha originat. Durant el Pleistocè moltes coves de les Gimnèsies i Pitiüses varen actuar com a col·lectors de sediments i d'ossos. Algunes de les coves on trobam fòssils de *Myotragus balearicus* eren poc o totalment inaccessibles per a l'espècie i ens il·lustren sobre la tafonomia dels dipòsits originats per un grup limitat d'ocells.

1 Museu Municipal de Ciutadella "Es Bastió de sa Font"  
 2 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, Cta de Valldemossa km 7,5, 07071 Ciutat de Mallorca. e-mail: ieajat@ps.uib.es  
 3 Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears, Cta de Valldemossa km 7,5, 07071 Ciutat de Mallorca.  
 4 Research Associate, Department of Mammalogy, American Museum of Natural History, New York

## Dipòsits originats per ocells de presa de talla gran

Hem identificat quatre coves totalment inaccessibles per als mamífers de talla mitjana a l'illa de Menorca que contenen restes de *Myotragus balearicus*. Una cinquena cova menorquina amb restes d'aquesta espècie, actualment accessible a mamífers de talla mitjana degut a la transformació antròpica del seu entorn, pot haver estat d'accés molt dificultós o àdhuc inaccessible en el passat. Finalment, incloem aquí dades sobre dues altres coves, en aquest cas mallorquines, que formen part d'un mateix sistema càrstic, amb una fauna que, almenys en part, sembla respondre al mateix patró tafonòmic que el que es registra a les quatre coves menorquines esmentades.

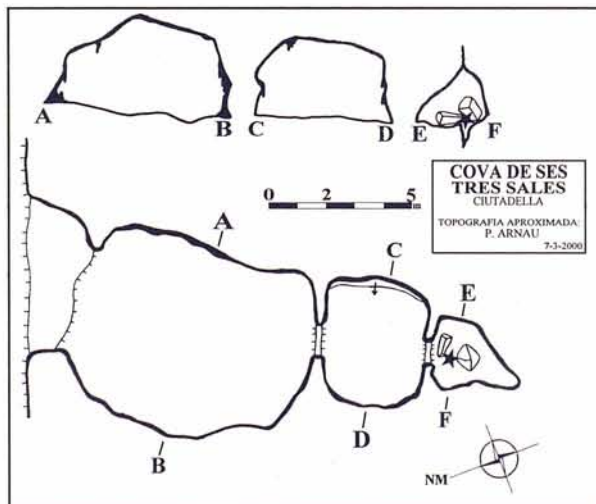
## Descripció de les cavitats

### Cova des Mussol (Ciutadella, Menorca)

Es tracta d'una cova de 200 m de recorregut descoberta i explorada per Pere Arnau el juny de 1997. Les seves dues boques miren al SO i es troben penjades a un penya-segat de 40 m d'alçària. L'entrada petita s'obre a 20 m sobre el nivell de la mar i la gran a 10 m s.n.m. Les dues entrades només són accessibles mitjançant tècniques d'escalada. La boca gran dona accés a una sala que contenia un dipòsit arqueològic important. Per sota dels sediments arqueològics es troba un nivell que ha lliurat restes de *Myotragus balearicus* i d'ocells. La seva topografia es troba a LULL *et al.* (1999a).

### Cova de les Tres Sales (Cala Bé, Son Salomó, Ciutadella, Menorca)

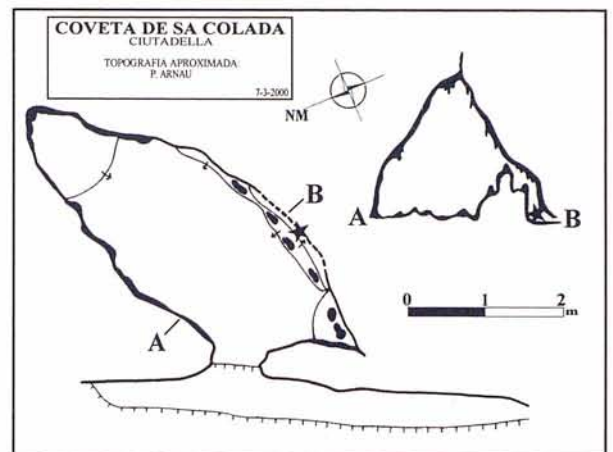
Explorada per P. Arnau i G. Triay la primavera de 1999. Té un recorregut de poc menys de 20 m, al llarg del qual es poden diferenciar tres saletes. La seva boca, que mira al nord, fa 3 m d'ample i 1,60 m d'alçària, i se situa a 12 m s.n.m. L'accés a la cova és possi-



ble des de la mar, tot i que és complicat. L'accés des de terra requereix un *ràppel* de 30 m. A la superfície de la sala interior s'han trobat dos ossos de *Myotragus balearicus*. Veure topografia (Les estrelles assenyalen el lloc on es trobaren els ossos).

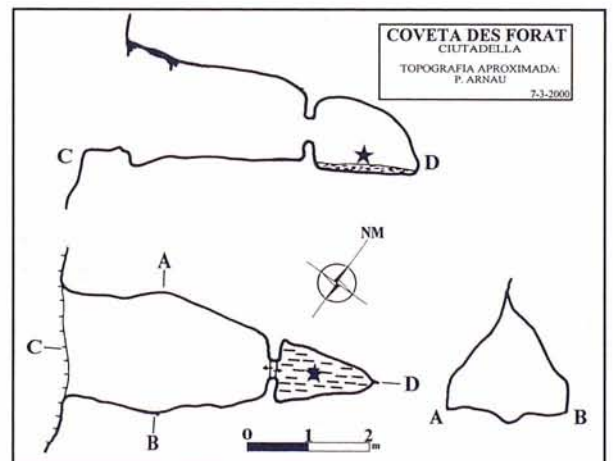
### Coveta de la Colada (Cala Bé, Son Salomó, Ciutadella, Menorca)

Cova explorada la primavera de 1999 per P. Arnau i J. Riera. Es tracta d'una petita cavitat inaccessible sense equip de *ràppel*. Es troba a una paret de 45 m d'alçària. La seva entrada s'obre a 20 m s.n.m. i dona accés a una única saleta de 5 x 2,5 m. Damunt l'escàs sediment de la cova s'han trobat dues restes fragmentades de *Myotragus balearicus*. Veure topografia (Les estrelles assenyalen el lloc on es trobaren els ossos).



### Coveta des Forat (Cala Be, Son Salomó, Ciutadella, Menorca)

Petit forat explorat per P. Arnau el juny de 1999. Es troba per sota la cova des Mussol, a uns 8 m s.n.m. Només és accessible mitjançant tècniques d'escalada. Al seu interior, a uns 6 m de la boca, es van trobar en superfície dos ossos de *M. balearicus*, pertanyents a un mateix exemplar. Veure topografia (Les estrelles assenyalen el lloc on es trobaren els ossos).



### **Cova Murada (Barranc de l'Algendar, Ciutadella, Menorca)**

Es tracta d'una galeria horitzontal amb una entrada d'onze metres d'alçària i nou d'amplària (veure MIR, 1976, on se'n presenta la topografia). A la galeria d'entrada es troba un important jaciment arqueològic per sota del qual es troba un dipòsit paleontològic pendent d'excavació i estudi acurat. A la cova s'accedeix per un camí en què s'ha treballat la pedra calcària per tal de poder passar-hi comodament. Abans d'aquesta manipulació l'accés hauria estat més difícil, tot i que segurament possible, per a qualsevol mamífer de talla mitjana.

### **Cova Nova (Capdepera, Mallorca)**

La cova Nova és una cavitat que suposadament va quedar al descobert en fer-se les obres d'ampliació dels aparcaments de la cova de l'Ermida. Presenta dues boques que s'obren a 35 m s.n.m. Aquestes boques comuniquen amb una única sala de grans dimensions. El seu reconeixement com a jaciment fòssilífer es deu al nostre company M. Trias. Desconeixem com havia pogut ser la seva entrada natural, que probablement es restringia a una de les boques (de manera que les obres d'ampliació de l'aparcament de la cova de l'Ermida només haurien obert una nova entrada, la que actualment es considera entrada principal). La boca original podia haver estat d'accés difícil per a un mamí-

fer terrestre de talla mitjana. La topografia de la cova es troba a FLORIT i ALCOVER (1987).

### **Cova de l'Ermida (Capdepera, Mallorca)**

La cova de l'Ermida és una cavitat de dimensions notables la boca de la qual s'obre enmig d'una timba. Actualment s'hi accedeix per una escala, malgrat que en el passat havia d'esser d'accés difícil per a un mamífer de talla mitjana.

## **Material**

A les taules 1 i 2 presentam els materials de *M. balearicus* que hem estudiat per a la redacció d'aquest article. Aquestes taules inclouen tots els materials procedents de les quatre coves menorquines estudiades (taula 2; figures 1 i 2), així com les restes de banyes trobades a la cova Nova (taula 1; figures 3 i 4). A la cova Nova hem trobat també nombroses restes postcranianes d'exemplars juvenils, així com restes molt fragmentades d'ossos, que probablement corresponen a exemplars introduïts a la cova pel mateix agent bioacumulador de les banyes aquí estudiades. A la col·lecció Cuerda es troben també diferents banyes i ossos d'exemplars juvenils procedents de la cova de l'Ermida (esmentada per CUERDA, 1975, com a "cuevas de Artà"), l'acumulació dels quals correspon al mateix procés tafonòmic aquí descrit.

#### Banyes amb patró de buidament (51):

**Senceres (a la part distal) (21):** MINB 6866, 6867, 6869, 6873, 6874, 6881, 6885, 6886, 6888, 6891, 6892, 6893, 6895, 6897, 6899, 6901, 6926, 6930, 6931, 11803, 11804.

**Sense part distal (12):** MNIB 6864, 6870, 6872, 6880, 6884, 6890, 6925, 6928, 6932, 58359, 58360, 58363.

**Juvenils (18):** MNIB 6883, 6900, 6906, 6907, 6914, 6918, 6919, 10263, 10955, 10956, 10958, 11805, 11806, 11808, 11810, 11812, 11840, 58365.

#### Fragments de crani (banyes+ fragment de frontal) (34):

**Senceres (20):** MNIB 6855, 6856, 6857, 6861, 6863, 6871, 6876, 6877, 6878, 6887, 6894, 6896, 6922, 6924, 6927, 6929, 11801, 58355, 58356, 58357.

**Senceres amb marques de bec (5):** MNIB 6858, 6868, 6882, 11802, 58358.

**Sense part distal (5):** MNIB 6859, 6862, 6875, 6879, 6923.

**Juvenils (4):** MNIB 6903, 6910, 10965, 10966.

Fragments de banya petits (34): MNIB 6860, 6865 (amb marques de bec), 6898, 6902, 6904, 6905, 6908, 6909, 6911, 6912, 6913, 6915, 6916, 6917, 6920, 6921, 6933, 10264, 10265, 10957, 10959, 10960, 10961, 10962, 10963, 10964, 11807, 11809, 11811, 11813, 11839, 58361, 58362, 58364.

Taula 1. Llistat de materials de *M. balearicus* procedents de la cova Nova (Capdepera, Mallorca).

Taula 1. List of *M. balearicus* remains from cova Nova (Capdepera, Mallorca).

ACRÒNIM	SIGLES	JACIMENT	DESCRIPCIÓ
UAB	Sala 1 Estrat 4	Cova des Mussol	Banya juvenil
UAB	Sala 1 Estrat 4	Cova des Mussol	Banya juvenil
UAB	Sala 1 Estrat 4	Cova des Mussol	Banya juvenil (amb frontal)
MMC		Cova de ses Tres Sales	Fragment medial de banya juvenil
MMC		Cova de ses Tres Sales	Banya fragmentada a la base amb fragment de frontal
MMC		Coveta des Forat	Diàfisi tibia juvenil esquerra
MMC		Coveta des Forat	Diàfisi fèmur juvenil esquerra
MMC		Coveta de sa Colada	Diàfisi radi juvenil esquerra
MMC		Coveta de sa Colada	Fragment frontal amb banya juvenil
MMC	MMC-1	Cova Murada	Banya amb patró de buidament
MMC	MMC-2	Cova Murada	Banya amb patró de buidament
MMC	MMC-3	Cova Murada	Banya amb patró de buidament
MMC	MMC-4	Cova Murada	Banya amb patró de buidament
MMC	TPN-03(1)-70	Cova Murada	Frontal amb banya
MMC	TPN-03(1)-71	Cova Murada	Frontal amb banya
MMC	TPN-03(1)-72	Cova Murada	Banya amb inici de patró de buidament
MMC	TPN-03(1)-73	Cova Murada	Banya fragmentada a la base
MMC	TPN-03(1)-74	Cova Murada	Fragment medial banya amb patró de buidament
MMC	TPN-03(1)-75	Cova Murada	Fragment medial banya amb patró debuidament
MMC	TPN-03(1)-76	Cova Murada	Fragment medial banya amb patró debuidament
MMC	TPN-03(1)-77	Cova Murada	Fragment medial banya amb patró de buidament (falta petit fragment distal)
MMC	TPN-03(1)-78	Cova Murada	Fragment distal banya
MMC	TPN-03(1)-79	Cova Murada	Banya amb patró de buidament (falta petit fragment distal)
MMC	TPN-03(1)-80	Cova Murada	Banya amb patró de buidament
MMC	TPN-03(1)-81	Cova Murada	Fragment distal banya
MMC	TPN-03(1)-82	Cova Murada	Fragment distal banya amb patró de buidament
MMC	TPN-03(1)-83	Cova Murada	Banya juvenil amb patró de buidament
MMC	TPN-03(1)-84	Cova Murada	Fragment banya juvenil
MSC	MDM-80	Cova Murada	Banya amb patró de buidament
MSC	MDM-82	Cova Murada	Banya amb patró de buidament
MSC	MDM-83 (TPN-03(1)-5)	Cova Murada	Banya amb patró de buidament(fragmentat a la base)
MSC	MDM-84 (TPN-03(1)-4)	Cova Murada	Banya amb patró de buidament (fragmentat a la base)
MSC	MDM-85 (TPN-03(1)-9)	Cova Murada	Banya amb patró de buidament (falta petit fragment distal)
MSC	MDM-88 (TPN-03(1)-3)	Cova Murada	Frontal amb banya (falta petit fragment distal)
MSC	MDM-89 (TPN-03(1)-8)	Cova Murada	Banya amb patró de buidament (falta petit fragment distal)
MSC	MDM-91 (TPN-03(1)-7)	Cova Murada	Banya amb patró de buidament (falta petit fragment distal)
MSC	MDM-92 (TPN-03(1)-6)	Cova Murada	Banya amb patró de buidament (falta petit fragment distal)
MSC	MDM-93 (TPN-03(1)-11)	Cova Murada	Fragment medial banya amb patró de buidament (falta petit fragment distal)
MSC	MDM-94 (TPN-03(1)-13)	Cova Murada	Banya amb patró de buidament (falta petit fragment distal)
MSC	MDM-95 (TPN-03(1)-10)	Cova Murada	Banya amb rotura a la base
MSC	MDM-96 (TPN-03(1)-12)	Cova Murada	Banya juvenil amb patró de buidament (falta petit fragment distal)
MSC	MDM-97 (TPN-03(1)-14)	Cova Murada	Banya juvenil amb patró de buidament (falta petit fragment distal)
MSC	MDM-103 (TPN-03(1)-15)	Cova Murada	Fragment medial incisiva (dl <sub>2</sub> )
MSC	TPN-03(1)-16	Cova Murada	M <sub>3</sub> fragmentat amb marques de creixement
MSC	TPN-03(1)-17	Cova Murada	dP <sub>4</sub> fragmentat a les arrels
MSC	TPN-03(1)-18	Cova Murada	M <sub>2</sub> fragmentat a les arrels i amb marques de creixement

Taula 2. Materials de *M. balearicus* procedents de coves de Menorca. Materials dipositats a: UAB= Universitat Autònoma de Barcelona; MMC= Museu Municipal de Ciutadella Bastió de sa Font; MSC= Museu des Seminari de Ciutadella.

Taula 2. *M. balearicus* remains from Minorcan caves. Depositories: UAB= Universitat Autònoma de Barcelona; MMC= Museu Municipal de Ciutadella Bastió de sa Font; MSC= Museu des Seminari de Ciutadella. Acrònim= depository code; Sigles= specimen code; Jaciment= excavation site; Descripció= description.

## Descripció de les troballes

La cova des Mussol fou excavada pel seu interès arqueològic evident (LULL *et al.*, 1999a). Per davall del nivell arqueològic es varen trobar unes poques restes fòssils de les espècies pertanyents a les faunes prehumanes (LULL *et al.*, 1999b), que sols han estat estudiades parcialment (MONTERO, 1999; ALCALDE, 1999). Entre els materials paleontològics obtinguts figuren, com a úniques restes exhumades de *Myotragus balearicus*, tres banyes pertanyents a exemplars juvenils (veure figura 1). Aquestes tres banyes mesuren entre 2 i 3 cm.

La cova de les Tres Sales, accessible com l'anterior només mitjançant tècniques d'escalada, ha estat objecte d'una prospecció paleontològica que ha lliurat les restes de dues banyes, una de les quals pertany a un exemplar molt jove, i l'altra a un juvenil. Igual cosa passa amb les covetes de sa Colada i des Forat (veure figura 2). Totes dues són només accessibles mitjançant tècniques d'escalada. A l'interior de la coveta de sa Colada hem trobat un radi de 52 mm, sense les epífisis fusionades, corresponent, doncs, a un exemplar juvenil, i d'una banya de 35 mm, la qual podria pertànyer al mateix exemplar que el radi anterior. A l'interior de la coveta des Forat hem trobat una tibia esquerra, sense epífisis soldades, de 57 mm, i un fèmur esquerre, mancat també d'epífisis, de 46 mm. Probablement els dos ossos pertanyen a un mateix exemplar, de pocs mesos d'edat, i suggereixen que almenys una part de la pota esquerra va arribar conjuntament.

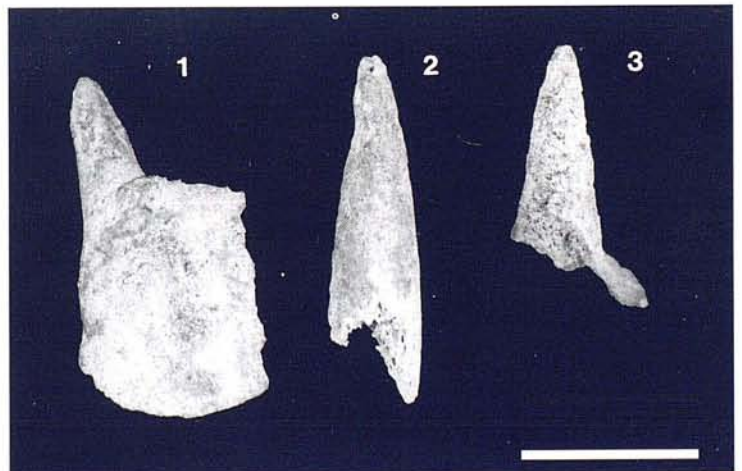
La cova Murada del Barranc de l'Algendar és un cas apart. Aquesta cova va lliurar, en una primera prospecció realitzada els anys cinquanta, les restes de cinc banyes de *Myotragus balearicus* que haurien estat trobades en suposada associació a ceràmica "neolítica" pel Sr G. Florit, conservador del Museu Arqueològic de Ciutadella (MERCADAL, 1959). Posteriorment, a 80 cm de fondària i davall d'una capa d'incineració, es va trobar una incisiva de *Myotragus balearicus* mesclada amb ossos molt fracturats (MERCADAL, 1959). El Museu del

Seminari de Ciutadella i el Museu Municipal de Ciutadella "Es Bastió de sa Font" conserven diferents materials (principalment banyes) de *M. balearicus* provinents de la cova Murada (figura 2). Els materials obtinguts per G. Florit es troben probablement entre els conservats al Museu Municipal de Ciutadella. No disposem de dades del dipòsit dels materials del Museu del Seminari, ni de l'excavació de la qual procedeixen. Tot i que els resultats d'una cala realitzada el 1988 no van permetre confirmar l'associació de les banyes de *Myotragus balearicus* amb artefactes, es va trobar una banya de *M. balearicus* rompuda que presentava una tipologia molt similar a les trobades a la cova des Mussol. La banya es trobava per davall del nivell d'ocupació humana de la cavitat, una matriu de color clar, molt diferent de la corresponent als nivells d'ocupació humana de la cova.

Finalment, cal esmentar aquí les troballes realitzades en Capdepera (Mallorca) a la cova Nova (FLORIT i ALCOVER, 1987) i a la cova de l'Ermita (esmentada com a "Cuevas de Artà" per CUERDA, 1975). Actualment, la cova Nova presenta una boca en un entorn totalment alterat, ja que es troba en terra, a un costat de l'aparcament de la cova de l'Ermita. No disposem d'informacions de com era aquesta boca abans que se'n fes un ús turístic de la cova de l'Ermita. No obstant, la fisiografia de la zona és compatible amb una entrada original d'accés difícil o àdhuc inaccessible per a un mamífer de talla mitjana. La fauna que s'ha trobat en aquest jaciment està dominada per ocells, i es té constància que alguns dels vertebrats del dipòsit han estat introduïts per depredadors alats (e.g., s'han trobat restes de sargantanes dins egagròpiles fossilitzades). *M. balearicus* es troba representat per una proporció inusualment gran de banyes, fragments de cranis, falanges, ossos carpians i tarsians i fragments d'ossos. Molts dels ossos i de les banyes corresponen a exemplars de mida petita. Les troballes realitzades a la cova de l'Ermita (CUERDA, 1975) responen al mateix patró.

Figura 1:  
Restes de *M. balearicus* de la cova des Mussol, Sala 1, Estrat 4. 1: Frontal amb banya d'exemplar juvenil. 2-3: banyes de juvenils. Escala: 2 cm.

Figure 1:  
Remains of *M. balearicus* in the Cova des Mussol, Chamber 1, Stratum 4. 1: Juvenile frontal bone with a horn. 2-3: horns of juveniles. Scale 2 cm.



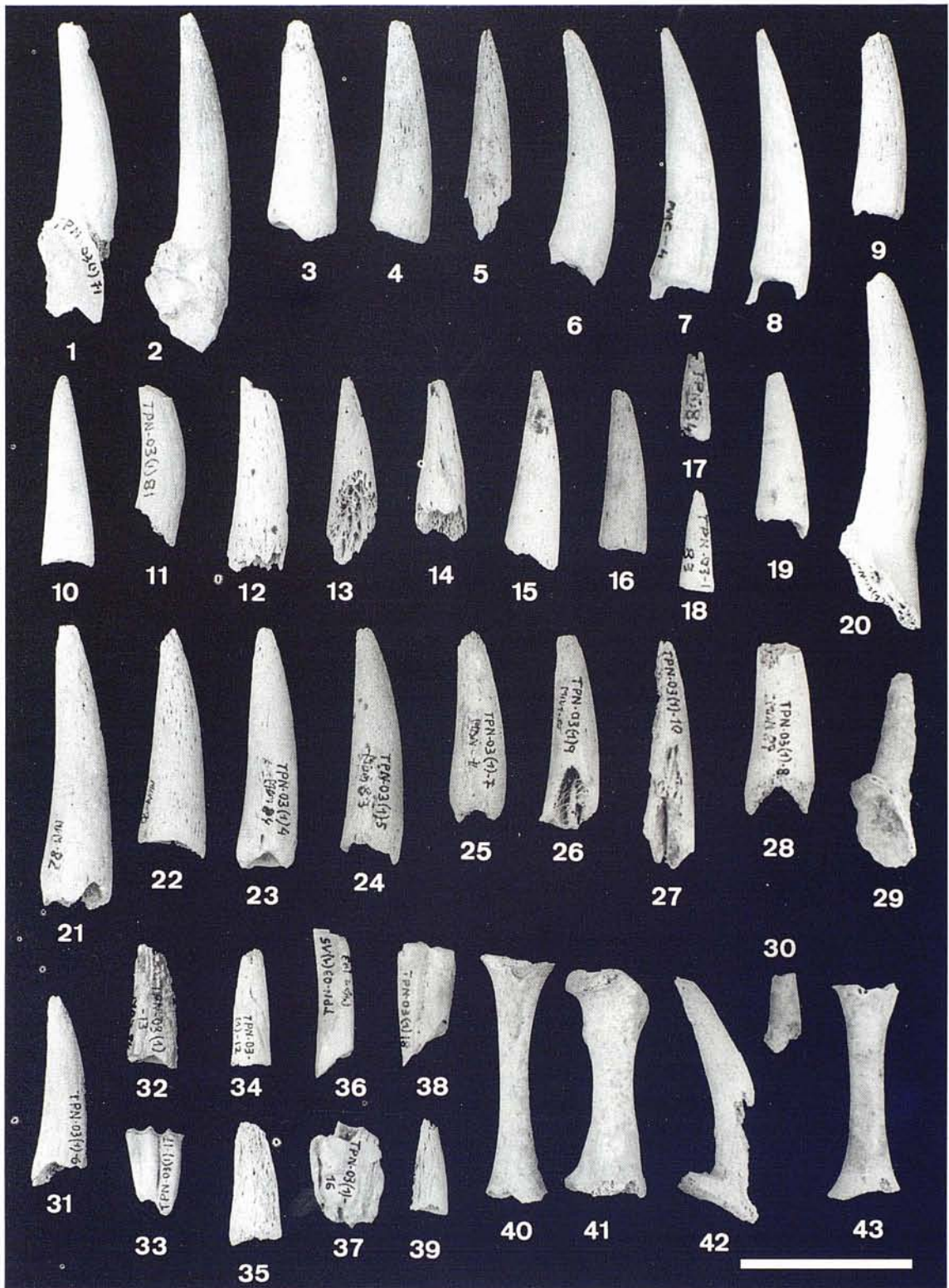


Figura 2: Restes de *M. balearicus* de coves menorquines (descripció de cada peça a la taula 2). 1: TPN-03(1)-71; 2: TPN-03(1)-70; 3: MMC-3; 4: MMC-2; 5: TPN-03(1)-73; 6: TPN-03(1)-75; 7: MMC-4; 8: TPN-03(1)-72; 9: MMC-1; 10: TPN-03(1)-74; 11: TPN-03(1)-81; 12: TPN-03(1)-76; 13: TPN-03(1)-78; 14: TPN-03(1)-82; 15: TPN-03(1)-77; 16: TPN-03(1)-79; 17: TPN-03(1)-84; 18: TPN-03(1)-83; 19: TPN-03(1)-80; 20: TPN-03(1)-3 MDM-88; 21: MDM-82; 22: MDM-80; 23: TPN-03(1)-4 MDM-84; 24: TPN-03(1)-5 MDM-83; 25: TPN-03(1)-7 MDM 91; 26: TPN-03(1)-9 MDM-85; 27: TPN-03(1)-10 MDM-95; 28: TPN-03(1)-8 MDM-89; 29: Frontal amb banya juvenil coveta de sa Colada; 30: Fragment banya coveta de ses Tres Sales; 31: TPN-03(1)-6 MDM-92; 32: TPN-03(1)-13 MDM-94; 33: TPN-03(1)-17; 34: TPN-03(1)-12 MDM-96; 35: TPN-03(1)-11 MDM-93; 36: TPN-03(1)-15 MDM-103; 37: TPN-03(1)-16; 38: TPN-03(1)-18; 39: TPN-03(1)-14 MDM-97; 40: Diàfisi tibia esquerra juvenil coveta des Forat; 41: Diàfisi fèmur esquerra juvenil coveta des Forat; 42: Frontal amb banya coveta de ses Tres Sales; 43: Diàfisi radi esquerra juvenil coveta de sa Colada. Escala: 4 cm.

Figure 2: Remains of *M. balearicus* from Menorcan caves (description of each bone is in table 2). 29: Juvenile frontal bone with a horn Coveta de sa Colada; 30: Horn fragment Coveta de ses Tres Sales; 40: Left juvenile tibia diaphysis Coveta des Forat; 41: Left juvenile femur diaphysis Coveta des Forat; 42: Frontal bone with horn Coveta de ses Tres Sales; 43: Left juvenile radius diaphysis Coveta de sa Colada. Scale: 4 cm.

## Identitat de l'agent bioacumulador

La ubicació i difícil accessibilitat de les coves exclou que almenys la majoria de les restes de *Myotragus balearicus* trobades a les cavitats esmentades procedeixin d'animals que hi hagin arribat pel seu propi peu. Tot i que no s'hi han trobat restes de copròlits de mamífers, la seva absència no és determinant *per se* de l'absència de les seves visites esporàdiques. Per una altra banda, els nivells que contenen els ossos de *Myotragus balearicus* semblen no estar gaire remoguts, cosa que indicaria una poca participació del tregip d'espècies pesades en la formació dels dipòsits (e.g., EMSLIE, 1985).

Sembla que cap altre agent bioacumulador, llevat d'ocells de presa de talla gran ha pogut estar involucrat en la formació d'aquests dipòsits de *Myotragus balearicus*. Els rapinyaires susceptibles d'haver originat aquests tipus de dipòsits es limiten a unes poques espècies, com ara són el voltor negre (*Aegypius monachus*), el voltor comú (*Gyps fulvus*), la miloca (*Neophron percnopterus*), el trençalòs (*Gypaetus barbatus*), i les àguiles de talla gran (*Haliaeetus albicilla*, *Aquila chrysaetos* i *Aquila adalberti*).

El fet que la mostra fossilífera obtinguda estigui constituïda principalment per exemplars juvenils suggereix l'existència d'un procés de selecció que exclou el carronyeig com el seu principal origen. La caça selectiva de juvenils sembla haver estat la causa de la composició per edats de la mostra fossilitzada. Aquesta constatació exclou com a agents bioacumuladors les espècies que actuen sobre els mamífers de talla mitjana bàsicament com a carronyaires (és a dir, els voltors, el trençalòs, la miloca i l'àguila marina). La seva exclusió es veu confirmada per les dades que tenim sobre l'ecologia tròfica actual d'aquestes espècies.

Tot i que inicialment es va atribuir l'origen del dipòsit de *Myotragus balearicus* de la cova Nova de Capdepera al trençalòs (FLORIT i ALCOVER, 1987), aquesta atribució ha estat posteriorment rebutjada (SEGUÍ, 1998). En efecte, les restes de mamífers consumides pel trençalòs són digerides quasi totalment (e.g., VIGNE, 1986; THIBAUT *et al.*, 1992, 1993). El trençalòs produeix uns excrements molt peculiars i perdurables, que recorden als guixos que s'empren per dibuixar a les pissarres (SUNYER, com. pers.), mai trobats a les coves mallorquines i menorquines. En conseqüència, sembla raonable excloure el trençalòs com a agent acumulador de les restes de *Myotragus balearicus*.

Pel que fa els voltors pròpiament dits, *Aegypius monachus* és una espècie que cria als arbres, i no a cavitats dels penyals. *Gyps fulvus* i *Neophron percnopterus* crien a cavitats inaccessibles per als mamífers terrestres de talla mitjana i no solen actuar com agents transportadors d'ossos als seus nius.

Queden, doncs, les grans àguiles com a possibles agents bioacumuladors de les restes de *Myotragus*

*balearicus* a les coves inaccessibles de Mallorca i de Menorca. Tres són les espècies candidates a haver exercit aquest paper. *Haliaeetus albicilla*, una espècie mai trobada a les Gimnèsies, però abundant en el passat a les Pitiüses (ALCOVER i McMINN, 1992), és un depredador d'ocells i de peixos, que també consumeix carronya. Els mamífers que són presents a la seva dieta solen ésser incorporats com a carronya. Com hem indicat prèviament, el fet que la mostra de restes de *Myotragus balearicus* obtinguda a les coves estudiades contengui nombroses restes d'exemplars juvenils suggereix que no va ésser originada per les àguiles marines. En efecte, si aquestes fossin els agents bioacumuladors responsables de la formació d'aquests dipòsits, hauríem de pensar que els *Myotragus balearicus* haurien estat consumits com a carronya, i no hi hauria cap motiu perquè no es trobassin més restes d'exemplars adults. Per altra banda, als jaciments s'haurien de trobar restes de peixos grans, talment com passa al jaciment pitiús d'Es Pouàs, on una part de les preses fou introduïda per l'àguila marina.

Les úniques espècies que queden com a possibles agents bioacumuladors dels ossos de *Myotragus balearicus* trobats a les coves estudiades són les grans àguiles del gènere *Aquila*. Les espècies d'aquest gènere, a diferència de les espècies del gènere *Haliaeetus*, són depredadores especialitzades en mamífers de talla mitjana (DELIBES, 1978; DELIBES *et al.*, 1975; GONZÁLEZ, 1991; WATSON *et al.*, 1992), malgrat que també consumeixen ocells de talla mitjana (BOCHENSKI *et al.*, 1999). Dintre del gènere *Aquila*, a la Mediterrània occidental viuen dues espècies, *A. chrysaetos* i *A. heliaca*; totes dues són bones candidates a haver estat l'agent bioacumulador de les restes de *M. balearicus* estudiades. Les espècies del gènere *Aquila* s'han trobat a diferents dipòsits insulars de la Mediterrània: una forma de gran mida de *A. chrysaetos* vivia al Pleistocè de Creta (WEESIE, 1987). *A. chrysaetos* ha estat citada a Còrsega (VIGNE, 1983) i a Sardenya (WEESIE, 1999) i *Aquila* cf. *heliaca* a Sardenya (WEESIE, 1999).

A Mallorca s'han trobat restes fossilíferes de *Aquila chrysaetos* a dos jaciments, la cova de Llenaire (MOURER-CHAUVIRÉ *et al.*, 1977) i la cova Nova d'Artà (FLORIT i ALCOVER, 1987). Hi ha pocs dubtes que l'espècie degué ésser l'agent bioacumulador de moltes de restes de *Myotragus balearicus* a la cova Nova. D'acord amb la nostra interpretació, les restes trobades a la cova de l'Ermite també hi haurien estat transportades, almenys en part, per l'àguila reial. La troballa d'una espècie ornítica a dos jaciments mallorquins (cova Nova i cova de Llenaire), de les restes de la seva activitat a una tercera cova (cova de l'Ermite), juntament amb la migradesa del registre paleornitològic, suggereix que l'àguila reial havia d'ésser molt abundant a la Mallorca prehumanitzada. En la nostra opinió, *Aquila chrysaetos* ha hagut de ser també l'agent bioacumulador de les restes fòssils trobades a les coves menorqui-



Figura 3: Cova Nova, Mallorca. Banyes de *M. balearicus*. 1: MNIB 6866; 2: MNIB 6874; 3: MNIB 6867; 4: MNIB 6876; 5: MNIB 6857; 6: MNIB 6924; 7: MNIB 6923; 8: MNIB 6875; 9: MNIB 6868; 10: MNIB 6878; 11: MNIB 6859; 12: MNIB 6887; 13: MNIB 6922; 14: MNIB 6856; 15: MNIB 6890; 16: MNIB 6931; 17: MNIB 6901; 18: MNIB 6888; 19: MNIB 6881; 20: MNIB 6929; 21: MNIB 6863; 22: MNIB 6896; 23: MNIB 6861; 24: MNIB 6895; 25: MNIB 6891; 26: MNIB 6897; 27: MNIB 6873; 28: MNIB 6894. Escala 4 cm.

Figure 3: Cova Nova, Mallorca. Horns from *M. balearicus*. Scale 4 cm.



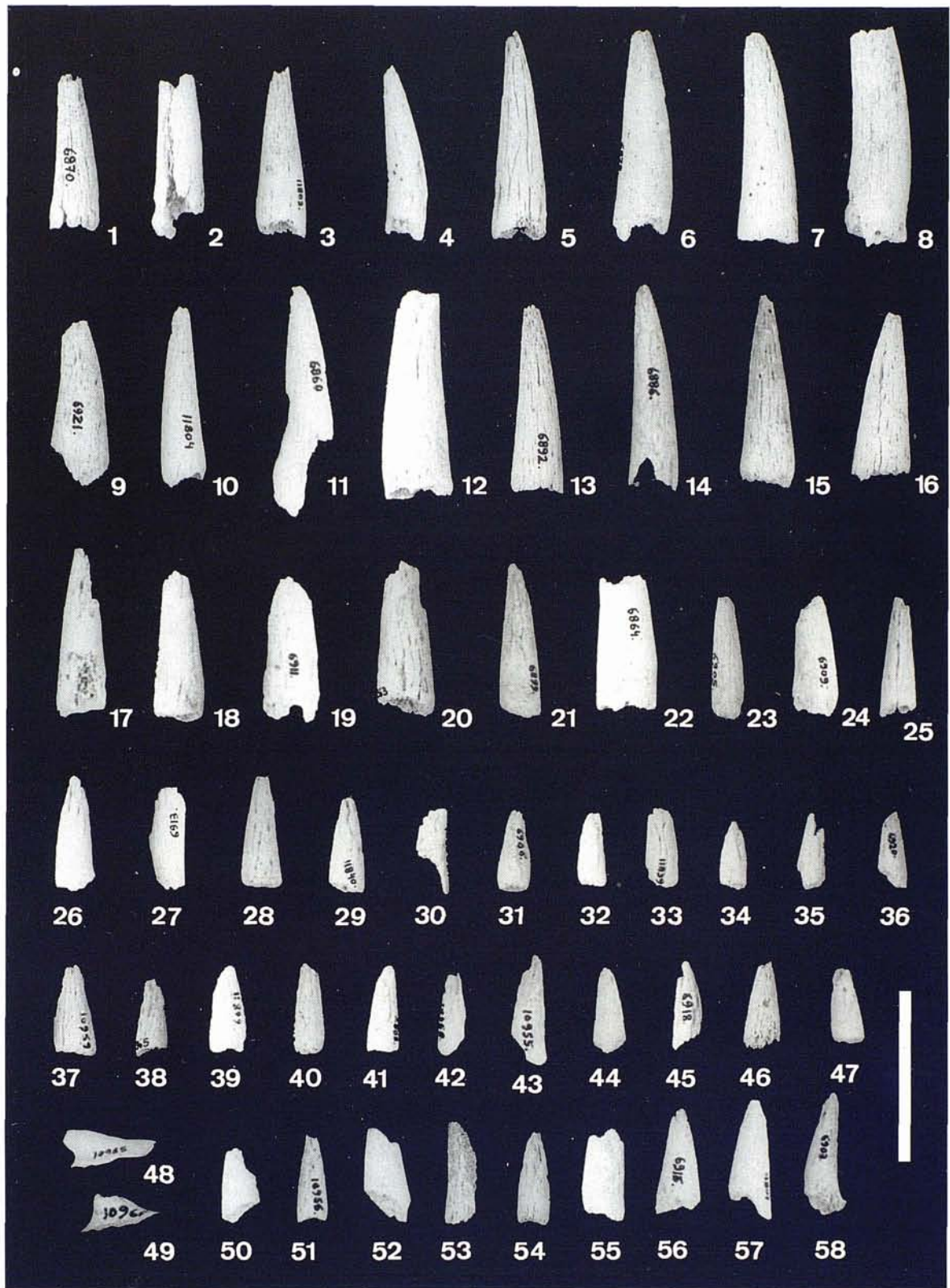


Figura 4: Cova Nova. Banyes de *M. balearicus*. 1: MNIB 6870; 2: MNIB 10265; 3: MNIB 11803; 4: MNIB 6898; 5: MNIB 6930; 6: MNIB 6879; 7: MNIB 6926; 8: MNIB 6925; 9: MNIB 6921; 10: MNIB 11804; 11: MNIB 6860; 12: MNIB 6872; 13: MNIB 6892; 14: MNIB 6886; 15: MNIB 6869; 16: MNIB 6885; 17: MNIB 6908; 18: MNIB 6893; 19: MNIB 6911; 20: MNIB 58363; 21: MNIB 6899; 22: MNIB 6864; 23: MNIB 6905; 24: MNIB 6909; 25: MNIB 11806; 26: MNIB 11810; 27: MNIB 6913; 28: MNIB 6907; 29: MNIB 11840; 30: MNIB 10264; 31: MNIB 6906; 32: MNIB 11808; 33: MNIB 11839; 34: MNIB 11812; 35: MNIB 11813; 36: MNIB 6920; 37: MNIB 10959; 38: MNIB 58365; 39: MNIB 11809; 40: MNIB 6919; 41: MNIB 6883; 42: MNIB 10958; 43: MNIB 10955; 44: MNIB 10957; 45: MNIB 6918; 46: MNIB 6917; 47: MNIB 10965; 48: MNIB 10966; 49: MNIB 6904; 50: MNIB 10956; 51: MNIB 6902; 52: MNIB 6910; 53: MNIB 10263; 54: MNIB 6914; 55: MNIB 6916; 56: MNIB 11807; 57: MNIB 6903. Escala 4 cm.

Figure 4. Cova Nova. Horns from *M. balearicus*. Scale 4 cm.

nes analitzades. La tipologia de les restes de *M. balearicus* trobades a les coves menorquines estudiades és similar a la registrada a la cova Nova (veure figures 1-5). Actualment l'àguila reial al continent europeu depreda principalment sobre mamífers de la talla d'un conill i sobre exemplars juvenils, i ocasionalment, sobre adults malalts de cabres. La talla dels exemplars juvenils de *Myotragus balearicus* cau dintre de l'espectre de talles de les seves preses potencials. En la nostra opinió, almenys una part dels ocells trobats a la cova Nova també podria haver estat incorporada al dipòsit per les àguiles reials.

## Implicacions paleoecològiques i paleoetològiques

La troballa de cinc dipòsits càrstics a Menorca que han estat originats per l'acció d'un depredador alat de mida gran, molt probablement l'àguila reial, constitueix a hores d'ara l'única evidència que tenim sobre l'existència d'un depredador alat de *M. balearicus* a l'illa. Així, tot i que no s'hagin trobat encara les restes òssies de cap àguila, sembla clar que n'hi havia. A més aquests ocells, talment com ho eren a Mallorca, havien d'esser també abundants a Menorca, segons es pot deduir de la troballa de cinc dipòsits de *M. balearicus* originats per les àguiles.

Les restes fòssils de *M. balearicus* trobades suggereixen que les àguiles reials eren depredadors especialitzats en la caça de cries de *M. balearicus*. Talment com esdevé a Mallorca, i a altres illes del món amb mamífers de talla mitjana (ALCOVER i McMINN, 1992), una espècie del gènere *Aquila* era el superdepredador de la fauna autòctona menorquina. Aquesta situació contrasta amb la que es dona a les illes maldades de mamífers de talla mitjana, on el superdepredador és reclutat entre les àguiles del gènere *Haliaeetus*.

D'altra banda, talment com ha esdevengut en el passat amb altres depredadors alats a altres illes del món (e.g., OLSON i JAMES, 1991; ALCOVER i McMINN, 1994), és probable que, donada l'absència de carnívors terrestres, les àguiles criassin o emprassin per posar-se, llocs diferents dels que empren actualment. Tot i que sembla que feien servir indrets absolutament inaccessibles per als mamífers terrestres, és probable que també emprassin llocs d'accés només difícil.

Diferents grups d'aus rapinyaires actuen arreu del món com a agents bioacumuladors d'importància notòria en la gènesi de dipòsits fòssils de vertebrats (e.g., ANDREWS, 1990). No obstant això, la diversitat de fauna vertebrada acumulada varia notòriament en funció del rol ecològic (depredador o superdepredador) que desenvolupa el rapinyaire acumulador a cada indret. El gènere *Tyto*, per exemple, del qual s'han descrit nombroses espècies fòssils de caràcter insular, genera dipòsits a partir d'egagròpiles semblants a les de l'espècie actual *T. alba*, que inclouen, entre d'altres preses, una àmplia varietat de d'ocells passeriformes de talla petita i de micromamífers. Als ambients insulars on s'han desenvolupat formes endèmiques de rosegadors o d'aus de talla petita o mitjana, es constaten especialitzacions dels estrigiformes presents per depredar sobre aquestes formes (e.g. *Tyto balearica* sobre *Eliomys morpheus* a les Gimnèsies), però les freqüències d'aparició en les egagròpiles de restes pertanyents a altres espècies d'aus i/o micromamífers és encara significativa, perquè l'oferta alimentària continua essent extensa fins i tot a ambients insulars (e.g. acumulació de *Turdus* i altres passeriformes i de *Nesiotites* per part de *Tyto balearica* a les Gimnèsies, acumulació de passeriformes endèmics a les Hawaii per part de *Gallistrix*, OLSON i JAMES, 1991). Contràriament, els superdepredadors actuen sobre una talla de presa menys freqüent tant als ecosistemes continentals com als insulars i, sobretot en aquests darrers, per causa de l'empobri-

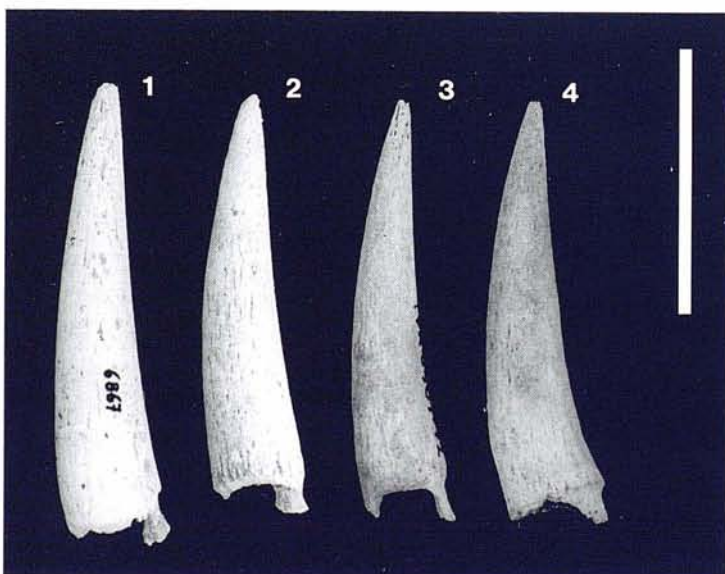


Figura 5:  
Comparació de les tipologies de banyes trobades a les coves mallorquines i menorquines estudiades al present treball. Cova Nova: 1: MNIB 6867; 2: MNIB 6881. Cova Murada: 3: TPN-03(1)-72; 4: MMC 4. Escala 4 cm.

Figure 5:  
Comparison of horn typologies found in the Mallorcan and Menorcan caves studied for this paper. Cova Nova: 1: MNIB 6867; 2: MNIB 6881. Cova Murada: 3: TPN-03(1)-72; 4: MMC 4. Scale 4 cm.

ment faunístic, poden reduir-se a unes poques o a una única espècie. És el cas de l'àguila marina a Eivissa i a les illes Hawaii, que depredava sobre oques endèmiques; d'algunes espècies gegantines insulars del gènere *Tyto* a les Antilles, que consumien majoritàriament rosegadors de gran talla (Capromyidae), i sembla ser el cas de l'àguila reial a les Gimnèsies, consumint *M. balearicus*.

Els jaciments de *M. balearicus* tractats en aquest treball, gràcies a la seva tafonomia infreqüent, permeten expandir la coneixença paleoecològica de les Gimnèsies a partir de dades que s'addiuen amb models d'estructuració tròfica d'aus a illes (ALCOVER i McMINN, 1994; SEGÚ i ALCOVER, 1999).

## Implicacions arqueològiques

La identificació de l'agent bioacumulador presentada en aquest treball té una clara implicació zooarqueològica. Durant quaranta anys s'ha considerat que les restes de banyes trobades a la cova Murada pertanyien, almenys en part, als nivells d'ocupació humana (MERCADAL, 1959; GUÉRRERO, 1995a). Aquestes troballes varen donar peu a inferir una tècnica peculiar d'ablació de banyes de *M. balearicus* pels humans a Menorca, basada en "un simple corte vertical" (e.g., GUÉRRERO, 1995a, b, 1996, 1997). Aquesta inferència sembla estar mancada totalment de fonaments sòlids. A cap dels materials estudiats al present treball s'observen traces d'aquests talls suposats. La identificació de les àguiles com a veritables agents bioacumuladors d'aquests materials exclou que la tipologia de les banyes de *M. balearicus* de la cova Murada fos producte de l'activitat humana. D'altre banda, qüestiona la coetaneïtat suposada de *M. balearicus* i els humans al dit jaciment, donat que la presència d'àguiles reials sembla totalment incompatible, a un espai tan reduït com és la cova Murada, amb la presència humana coetània. Les dades disponibles suggereixen que l'arribada dels humans a la cova Murada fou posterior al seu ús per les àguiles, i tal volta fou la causa que aquestes abandonassin la cavitat.

## Agraïment

Aquest treball s'inclou en el Projecte d'Investigació PB98-1173 de la DGICYT (Madrid). Els autors volen agrair al Dr Fernando Hiraldo (Sevilla) les informacions facilitades sobre l'ecologia tròfica de les àguiles reials. Catalina Arrondo (Ciutat de Mallorca) ha col·laborat en l'elaboració de les figures. Els materials conservats al Museu Municipal de Ciutadella "Es Bastió de sa Font" i al Museu del Seminari de Ciutadella ens varen ser amablement prestats per a realitzar aquest estudi pels seus respectius directors Sr Antoni Camps i Sr Josep Mascaró. El Dr Vicens Lull (Barcelona) ens va permetre

estudiar els materials de la cova des Mussol. A tots els estam ben agraïts.

## Bibliografia

- ALCALDE, G. (1999): Cova des Mussol. Informe técnico del análisis de huesos de roedores. In: Lull, V.; Micó, R.; Rihuete, C. & Risch, R. (eds.): *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideología y Sociedad en la Prehistoria de Menorca*: 73-77. Barcelona.
- ALCOVER, J. A. (1992): Fossils and Caves. In Camacho, A.I. (ed.): *The Natural History of Biospeleology. Mon. Mus. Nac. Cien. Nat., Madrid*, 7: 199-221.
- ALCOVER, J. A. i McMINN, M. (1992): Presència de l'àguila marina *Haliaeetus albicilla* (Linnaeus 1758) al jaciment espeleològic quaternari d'Es Pouàs. *Endins*, 17-18: 81-88.
- ALCOVER, J. A. i McMINN, M. (1994): Vertebrate predators on islands. *BioScience*, 44: 12-18.
- ALCOVER, J. A.; MOYÀ-SOLÀ, S. i PONS-MOYÀ, J. (1981): *Les quimeres del passat. Els vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i les Pitiüses. Mon. Cient.*, edit. Moll, 1: 260 pp.
- ANDREWS, P. (1990): *Owls, caves and fossils*. Nat. Hist. Mus. Public., 231 pp. London.
- BAIRD, R. F. (1991): The taphonomy of late Quaternary cave localities yielding vertebrate remains in Australia. In: Vickers-Rich, P.; Monaghan, J.M.; Baird, R.F. & Rich, T.H. (eds.): *Vertebrate paleontology of Australasia*: 267-310.
- BOCHENSKI, Z.; HUHTALA, K., SULKAVA, S. i TORNERG, R. (1999): Fragmentation and preservation of bird bones in food remains of the Golden Eagle *Aquila chrysaetos*. *Archaeofauna*, 8: 31-39.
- CUERDA, J. (1975): *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Edit. Inst. Est. Balearics, Palma de Mallorca: 304 pp..
- DELIBES, M. (1978): Ecología alimenticia del águila imperial Ibérica (*Aquila adalberti*) en el Coto Doñana durante la crianza de los pollos. *Doñana Acta Vertebrata*, 5: 35-60.
- DELIBES, M.; CALDERON, J. i HIRALDO, F. (1975): Selección de presa y alimentación en España del águila real (*Aquila chrysaetos*). *Ardeola*, 21: 285-303.
- EMSLIE, S. D. (1985). Vertebrate paleontology and taphonomy of caves in Grand Canyon, Arizona. *Nat. Geogr. Res.*, 4: 128-142.
- ENCINAS, J. A. i ALCOVER, J. A. (1997): El jaciment fòssilífer de la Cova Estreta (Pollença, Mallorca). *Endins*, 21: 83-92.
- FERNÁNDEZ-JALVO, Y. (1995): Small mammal taphonomy at La Trincheras de Atapuerca (Burgos, Spain). A remarkable example of taphonomic criteria used for stratigraphic correlations and palaeoenvironment interpretations. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, 114: 167-195.
- FLORIT, F. i ALCOVER, J. A. (1987): Els ocells del Pleistocè superior de la Cova Nova (Capdepera, Mallorca). I. El registre. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 31: 7-32.
- GONZÁLEZ, L. M. (1991): Historia del águila imperial ibérica (*Aquila adalberti* Brehm, 1861). Taxonomía, población, análisis de la distribución geográfica, alimentación, reproducción y conservación. *Colección Técnica, ICONA*: 1-208.
- GUÉRRERO, V. (1995a): La edad oscura de la arqueología balear. *Revista de Arqueología* 166: 15-23.
- GUÉRRERO, V. (1995b): El Neolítico Balear: Status Quaestionis e hipótesis de trabajo. *Rubricatum* 1: 805-822.
- GUÉRRERO, V. (1996): El poblamiento inicial de la isla de Mallorca. *Complutum Extra* 6: 83-104.
- GUÉRRERO, V. (1997): *Cazadores y pastores en la Mallorca prehistórica. Desde los inicios al Bronce Final*. el Tall edit., 29, Ciutat de Mallorca.
- LULL, V.; MICÓ, R.; RIHUETE, C. i RISCH, R. (1999a): *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideología y Sociedad en la Prehistoria de Menorca*. Barcelona.
- LULL, V.; MICÓ, R.; RIHUETE, C. i RISCH, R. (1999b): La Cova des Mussol. In: Lull, V.; Micó, R.; Rihuete, C. & Risch, R. (eds.): *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideología y Sociedad en la Prehistoria de Menorca*. Barcelona: 73-77.
- MERCADAL, B. (1959): Breve noticia sobre el hallazgo de un incisivo de *Myotragus* en una cueva menorquina junto a cerámica neolítica. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 5: 57-59
- MIR, F. (1976): Les formes hipogees del Barranc de l'Algendar. *Endins*, 3: 27-39.

- MONTERO, M. (1999): Análisis de los restos de fauna de la Cova des Mussol (Ciutadella, Menorca). In: Lull, V., Micó, R., Rihuete, C. & Risch, R. (eds.): *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideologia y Sociedad en la Prehistoria de Menorca*. Barcelona: 439-442.
- MOURER-CHAUVIRÉ, C.; MOYÀ-SOLÀ, S. i ADROVER, R. (1977): Les oiseaux des gisements quaternaires de Majorque. *Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, 15: 61-64.
- OLSON, S. L. i JAMES, H. F. (1991): Descriptions of Thirty-Two New Species of Birds from the Hawaiian Islands. Part I. Non-Passeriformes. *Ornithological Monographs*, 45: 1-88.
- QUINTANA, J. (1998): Aproximación a los yacimientos de vertebrados del Mio-Pleistoceno de la isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 101-118.
- SEGUÍ, B. (1998): *Successió estratigràfica d'aus als rebliments càrstics de les Gimnèsies. Els ocells fòssils de Mallorca i Menorca*. Tesi Doctoral, Universitat de les Illes Balears.
- SEGUÍ, B. i ALCOVER, J. A. (1999). Comparison of paleoecological patterns in insular bird faunas: a case-study from the Western Mediterranean and Hawaii. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 89: 273-291.
- SEGUÍ, B.; BOVER, P.; TRIAS, M. i ALCOVER, J. A. (1998): El Jaciment fòssilífer de la Cova C-2 (Ciutadella de Menorca). *Endins*, 22: 81-98.
- SUTCLIFFE, A. J. (1976): Cave Paleontology. In: Ford, T.D. & Cullingford, C.H.D. (eds.): *The science of speleology*: 495-520.
- THIBAUT, J. C.; VIGNE, J. D.; TORRE, J. i BOUDINOT, P. (1992): Nourriture et évolution des ressources alimentaires du Gypaète barbu *Gypaetus barbatus* en Corse. *Alauda*, 60: 256-259.
- THIBAUT, J. C.; VIGNE, J. D. i TORRE, J. (1993): The diet of young lammergeiers *Gypaetus barbatus* in Corsica: its dependence on extensive grazing. *Ibis*, 135: 42-48.
- VIGNE, J. D. 1983. Les mammifères terrestres non-volants du post-glaciaire de Corse et leurs rapports avec l'homme: étude paléo-ethno-zoologique fondée sur les ossements. PhD Thesis, Univ. P. et M. Curie, 501 + 208 pp.
- VIGNE, J. D. (1986): Premiers résultats pour la détermination des régimes alimentaires des Gypaètes de Corse. *Rapport pour Parc Nat. Reg. Corse*: 1-14.
- WATSON, J.; LEITCH, A. F. i BROAD, R. A. (1992): The diet of the Sea Eagle *Haliaeetus albicilla* and Golden Eagle *Aquila chrysaetos* in western Scotland. *Ibis*, 134: 27-31.
- WEESIE, P. D. M. (1987): *The Quaternary Avifauna of Crete, Greece*. PhD Dissertation, Universitat d'Utrecht.
- WEESIE, P. D. M. (1999): Les oiseaux du Pleistocène Supérieur de la grotte de Corbeddu, Sardaigne. *Deinsea*, 7: 401-409.

# MORFOLOGIA CÀRSTICA I VEGETACIÓ A LA SERRA DE TRAMUNTANA. UNA APROXIMACIÓ ECOLÒGICA A LA DINÀMICA DE L'EXOCARST

per Àngel GINÉS <sup>1</sup>

## Resumen

Se estudian las relaciones existentes entre la morfología exokárstica y la cubierta vegetal en la Serra de Tramuntana (Mallorca), describiéndose las principales características de las comunidades vegetales que pueblan los diversos hábitats resultantes de los procesos de karstificación: dolinas, entradas de cavidades, cañones, grandes depresiones kársticas y campos de lapiaz. Estos últimos concentran los principales objetivos de una investigación de carácter estadístico, efectuada sobre la base de más de 200 localidades, en la que se aborda la geoeología del lapiaz mediante dos aproximaciones complementarias que comportan diferentes métodos de muestreo y de tratamiento de datos. Por una parte, se analiza la información que puede ofrecer, con relación al contexto bioclimático, una sola microforma de características bien definidas: las estrías de lapiaz o *Rillenkarren*. Por otra parte, se emplean técnicas de análisis multifactorial a partir de una matriz de datos que integra información procedente de descriptores mixtos de lapiaz y vegetación. En ambas investigaciones el factor altitudinal y la dependencia del clima se ponen claramente de manifiesto. La asociación entre descriptores permite interpretar mejor el papel del sustrato geológico en la zonación de las comunidades vegetales, aportando información sobre la autoecología de ciertas especies relacionadas con el karst, muchas de ellas endémicas.

(Resumen de la Tesis Doctoral titulada "Morfología kárstica y vegetación en la Serra de Tramuntana. Una aproximación ecológica").

## Abstract

Exokarstic landforms are quite a common feature on the Serra de Tramuntana mountain range on Mallorca (Balearic Islands, Spain). Because of this, the nature of the existing relationships between vegetation cover and karst geomorphology has been chosen as the subject for a detailed study.

The starting point of this research was the description of the principal characteristics shown by the plant communities that are associated with specific karstic habitats, namely cave entrances, gorges, polje-like depressions, dolines and karrenfields. Because of their widespread occurrence on the Serra de Tramuntana, as well as their environmental interest, karrenfields were selected so as to be able to carry out various investigations on and along the topographic and climatic gradients of this limestone range, from the peripheral coastal areas to the summits of the highest mountains.

The main geoeological aspects concerned with the development of karren features were analysed and more than 200 bare-karst locations were sampled with a view to using two complementary statistical approaches. On one hand, a detailed study on the morphometry of rillenkarren (small solution flutes) demonstrated that several significant environmental factors can be inferred through a careful understanding of the measurements obtained from such a single well-defined karren feature. On the other hand, the karren assemblages and plant species found on the karstic terrains of the Serra de Tramuntana were the subject of a multifactorial analysis, starting with a data array that both incorporates karren and botanical descriptors, in order to explain the environmental setting on the sierra that is involved in the characterization of its main karrenfield types.

After processing the data, it was found that these quantitative approaches clearly emphasize altitudinal range and climatic gradients as the major determining factors of karren features and karrenfield types. Furthermore, the remarkably relationship found among several descriptors permits a better knowledge of the role played by the limestone ground on the altitudinal zonation of plant communities to be substantiated. Additional environmental information has been obtained about the autecology of various endemic species strongly associated with karst terrains.

(Abstract of the Ph D thesis entitled: "Morfología kárstica y vegetación en la Serra de Tramuntana. Una aproximación ecológica".)

<sup>1</sup> Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears  
Cra. de Valldemossa km 7.5, E-07071 Palma de Mallorca

## Introducció

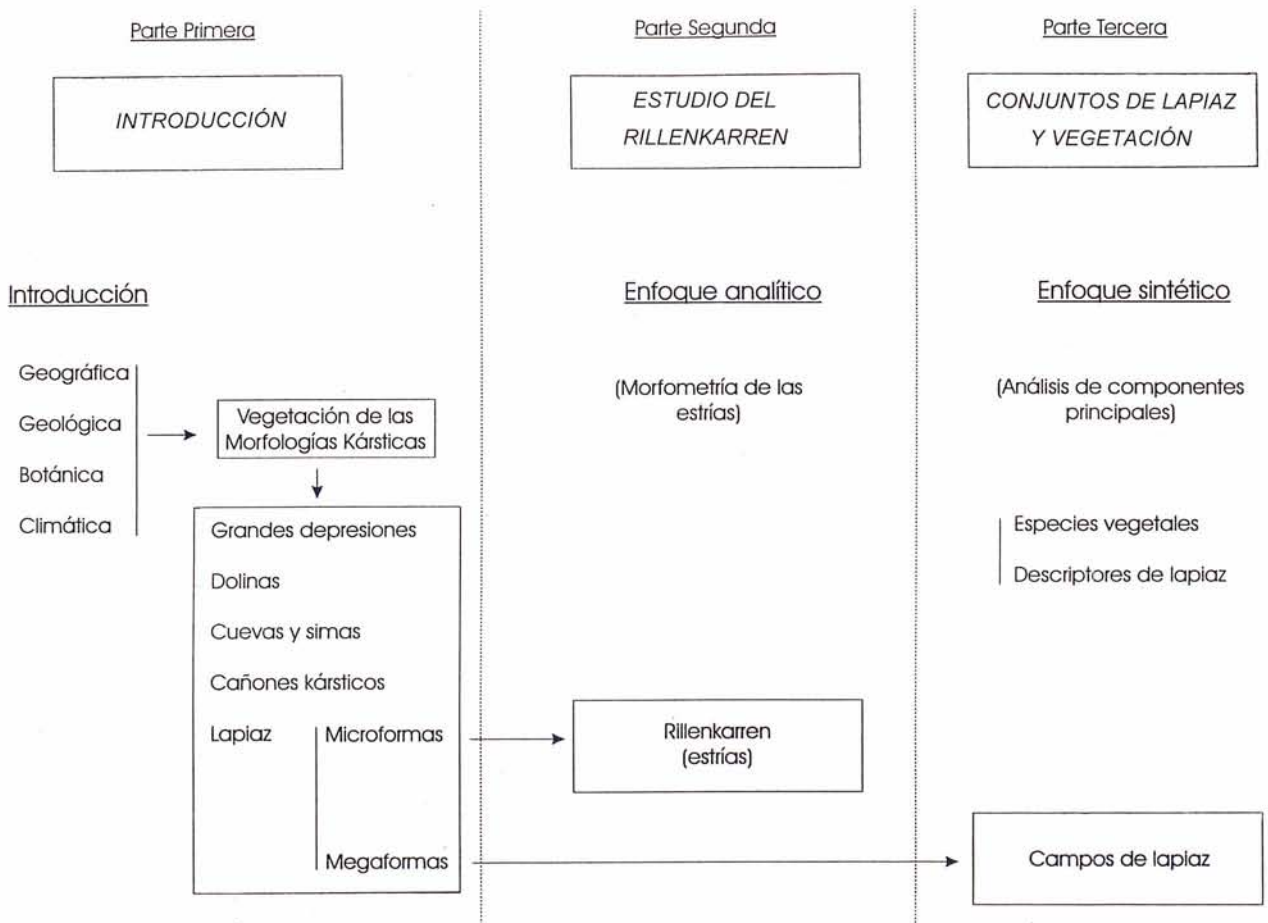
Aquest treball és una síntesi del contingut de la tesi doctoral presentada per l'autor a la Universitat de les Illes Balears, sota la codirecció del Dr. Miquel Morey (Laboratori d'Ecologia, Departament de Biologia) i del Dr. Joan J. Fornós (Departament de Ciències de la Terra). La dissertació en què es va defensar la Tesi va tenir lloc el dia 20 de juliol de 1999. El tribunal estava constituït per investigadors de reconegut prestigi en diversos camps de l'estudi del carst, de la botànica i de l'ecologia: presidit pel Dr. Vicenç M. Rosselló Verger (Departament de Geografia, Universitat de València), hi formaven part els Drs. Xavier Bellés (C.S.I.C., Barcelona), Francisco Díaz Pineda (Departamento de Ecología, Universidad Complutense de Madrid), Leonard Llorens (Departament de Biologia, Universitat de les Illes Balears) i Ugo Sauro (Dipartimento di Geografia, Università di Padova, Itàlia).

## Índex de la tesi doctoral

La memòria, dipositada a la Universitat de les Illes Balears a finals del mes d'abril de 1999 amb el vist i plau dels Drs. Miquel Morey i Joan J. Fornós, codirectors de la tesi, constava de 581 pàgines a les quals s'hi afegia un annex fotogràfic amb 70 làmines a color.

A més dels exemplars dipositats a la Universitat de les Illes Balears, també es poden consultar diverses còpies d'aquesta tesi a les biblioteques de les següents institucions: Museu Balear de Ciències Naturals (Sóller), Federació Balear d'Espeleologia (Palma de Mallorca), Centre de documentation de l'Union Internationale de Spéléologie / Bibliothèque de la Société Suisse de Spéléologie (La Chaux-de-Fonds, Suïssa), Institut za Raziskovanje Krasa (Postojna, Eslovènia) i Jardí Botànic de Sóller.

L'estructura de la memòria presentada, amb la seva distribució en tres parts, apareix abreujada a la Taula I, on es reproduïx l'esquema que es va fer servir durant la dissertació de defensa de la tesi.



Taula 1: Diagrama conceptual que es va fer servir durant la presentació de la tesi.

Table 1: Conceptual diagram of the Ph D dissertation

L'índex de la memòria i la seva paginació original és la següent:

**INDICE**

<i>Prólogo</i>	1
<i>Agradecimientos</i>	5
<b>PARTE PRIMERA:</b>	
<b>GEOECOLOGÍA DEL EXOKARST DE LA SERRA DE TRAMUNTANA</b>	
La Serra de Tramuntana como unidad geográfica	11
Aspectos geográficos de la Serra de Tramuntana	12
Generalidades	12
Orografía e hidrografía	14
Agricultura, karst y utilización tradicional del territorio	21
Aspectos geológicos de la Serra de Tramuntana	28
Generalidades	28
Estratigrafía y litología	30
Tectónica	42
Aspectos botánicos de la Serra de Tramuntana	49
Generalidades	49
Principales comunidades vegetales	51
Comunidades vegetales y morfologías kársticas	66
Aspectos climáticos de la Serra de Tramuntana	73
Generalidades	73
Precipitaciones	74
Humedad atmosférica	80
Temperaturas	84
Insolación y radiación	87
Viento	88
Evaporación, evapotranspiración y balance hídrico	92
Tipos de clima	94
Principales morfologías exokársticas de la Serra de Tramuntana y vegetación asociada	97
Introducción y características generales	97
Estado actual de los conocimientos	102
Las grandes depresiones kársticas	104
Sa Coma de Son Torrella	107
Es Clot d'Albarca	108
La vegetación de las grandes depresiones kársticas	110
Las dolinas	111
Ses Parades y Es Clots Carbons	114
La vegetación de las dolinas	118
Efectos de la actividad humana sobre las dolinas	129
Las cuevas y simas	134
Tipología de las entradas de cavidades	136
Gradientes y estratificación de los factores físicos	138
Zonación vegetal en el interior de las cavidades	148
La vegetación de las cuevas y simas	154
Los cañones kársticos	162
Es Torrent de Pareis	164
La vegetación de los cañones kársticos	166
Los campos de lapiaz	168
Tipología del lapiaz en la Serra de Tramuntana	172
Descripción cualitativa del lapiaz de 4 localidades típicas	178
Los "esquetjars" del Puig de Massanella	179
Es Pixarells de Lluc	181
El Rellar de Son Marc	185
El mirador d'El Colomer	187
El factor litológico en los campos de lapiaz de la Serra	191
La vegetación de los campos de lapiaz	195
Conclusiones: las morfologías exokársticas como factor geocológico significativo	201
<b>PARTE SEGUNDA:</b>	
<b>GEOECOLOGÍA DE LAS ACANALADURAS Y ESTRÍAS DE LAPIAZ</b>	
Análisis morfométrico de las estrías de lapiaz	211
Observaciones morfométricas sobre las estrías de lapiaz	211
Introducción bibliográfica	214
Criterios y metodología de muestreo sobre el terreno	216
La longitud de las estrías de lapiaz	229
La profundidad de las estrías de lapiaz	242
	103

La anchura de las estrías de lapiaz	249
Acanaladuras y estrías de lapiaz	258
Comparaciones con estrías helvéticas e ibéricas	262
Observaciones efectuadas en el lapiaz de Suiza y de la Península Ibérica	262
Los campos de lapiaz de Suiza	263
Comparación entre los campos de lapiaz suizos y el lapiaz de la Serra de Tramuntana	265
Las estrías de lapiaz y los canalillos del Jura Vaudois	269
Las estrías de lapiaz de Sieben Hengste	271
Las estrías de lapiaz del Vallon des Morteys	272
Las estrías de lapiaz de Bödmeren	276
Las estrías de lapiaz del Lapis de Tsanfleuron, del Col du Sanetsch y del Lapi di Bou	279
Las estrías de lapiaz del valle de La Derbonne	281
Las estrías de lapiaz del Lapis des Grand' Gouilles	284
Discusión y conclusiones sobre el lapiaz de los Alpes calcáreos suizos	286
Los campos de lapiaz de la Península Ibérica	291
Las estrías de lapiaz del Mondúver	294
Las estrías de lapiaz del Mortero de Astrana	297
Las acanaladuras de lapiaz de la Serranía de Grazalema	304
Las estrías y acanaladuras de lapiaz de Larra	308
Discusión y conclusiones sobre el lapiaz de la Península Ibérica	312
Discusión de los resultados	315
Conclusiones sobre la morfometría y la génesis de las estrías de lapiaz	315
Conclusiones sobre la morfometría de las acanaladuras	345
Un tipo particular de acanaladuras: las estrías amplias	349
Un tipo particular de acanaladuras: los canalillos	352
Conclusiones: las acanaladuras y estrías de lapiaz como indicadores geocológicos	357

#### PARTE TERCERA:

#### GEOECOLOGÍA DE LOS CONJUNTOS DE LAPIAZ Y VEGETACIÓN EN LA SERRA DE TRAMUNTANA

Los conjuntos de morfologías de lapiaz	365
El concepto de lapiaz	365
El concepto de Karrenfeld o campo de lapiaz	372
El concepto de criptolapiaz: relaciones entre el lapiaz subcutáneo y la cubierta edáfica	378
Deforestación y desarrollo evolutivo de los campos de lapiaz en la Serra de Tramuntana	382
Crisis bioclimáticas relacionadas con las glaciaciones	388
Deforestación y pérdida de suelo causada por el hombre	389
"Subsistencia" del bosque promovida por la karstificación	390
Metodología de muestreo de los conjuntos de lapiaz y vegetación	393
Criterios de selección de los descriptores de lapiaz en la Serra de Tramuntana	393
Enumeración de los 20 descriptores de lapiaz seleccionados para el muestreo	398
Formas longitudinales respecto a la pendiente, HYDRL, HL	399
Formas transversales respecto a la pendiente, HYDRT, HT	400
Formas irregulares de corrosión, ETCHL, ET	402
Lapiaz de diaclasas, KLUFT, KL	403
Criptolapiaz, lapiaz sub-edáfico, CRYPT, CR	405
Criptolapiaz en curso de transformación, TRANS, TF	408
Terrenos pedregosos, STONY, ST	409
Biokarst líquénico, BOKL, BK	410
Canalículos, MCRL, MR	412
Cubetas de corrosión, KAMEN, KA	414
Pocillos, RAINP, RP	416
Estrías de lapiaz, RILLK, RL	418
Estrías amplias, estrías anchas, WRILL, WL	420
Canales de lapiaz, RINN, RN	422
Canales paralelos, RGRNK, RG	424
Canales meandriiformes, MAANK, MA	427
Canalillos, DFLUT, DF	428
Escalones, TRTTK, TR	431
Concavidades irregulares, ICPTT, CI	433
Concavidades horizontales, HCPTT, CH	435
Estrategias de muestreo de los conjuntos de lapiaz y vegetación	438
El muestreo de los descriptores de vegetación	444
El muestreo de los descriptores de lapiaz	447
Distribución altitudinal de los descriptores en la Serra de Tramuntana	451



Resultados obtenidos mediante el Análisis de Componentes Principales de los conjuntos de lapiaz y vegetación	467
Aplicación del análisis de componentes principales a los descriptores morfokársticos en los campos de lapiaz de la Serra de Tramuntana	467
A.C.P. completo: descriptores de lapiaz evaluados mediante 6 grados de abundancia	468
A.C.P. simplificado: descriptores de lapiaz evaluados mediante datos de presencia-ausencia	482
Aplicación del análisis de componentes principales a los descriptores vegetales en los campos de lapiaz de la Serra de Tramuntana	485
A.C.P. basado en 43 descriptores de vegetación: datos de presencia-ausencia de 43 especies	487
A.C.P. basado en 20 descriptores de vegetación: 11 descriptores individuales (especies) y 9 descriptores colectivos (agrupaciones de especies o comunidades vegetales)	488
Aplicación del análisis de componentes principales a los descriptores integrados de lapiaz y vegetación en los campos de lapiaz de la Serra de Tramuntana	492
Conclusiones: los conjuntos de lapiaz y vegetación como indicadores geocológicos	504
 BIBLIOGRAFÍA	 511
 ANEXO FOTOGRÁFICO (textos explicativos)	 547
LÁMINAS	583

## Principals conclusions

Els objectius prevists al començament de les prospeccions de camp que varen conduir a la realització d'aquest treball, consistien fonamentalment en: documentar les singularitats ecològiques que estan associades a les diferents formes exocàrstiques, estudiar amb criteris morfomètrics les estries de lapiaz i aplicar metodologies d'anàlisi multifactorial als conjunts de lapiaz-vegetació; tot i relacionant els esmentats aspectes de l'exocarst amb els factors geogràfics específics de la serra de Tramuntana i sobretot amb els gradients climàtics de la Serra.

Sens dubte, l'objecte d'investigació més rellevant al nostre àmbit eren els camps de lapiaz i sobretot la munió de microformes de dissolució presents a les grans extensions rocoses que els constitueixen. Per això, no es va aprofundir gaire en l'estudi d'altres formes de l'exocarst, com són ara les dolines, els canyons, les grans depressions càrstiques, etc. Només es varen fer unes aproximacions descriptives i merament qualitatives, que així i tot permeten copsar de seguida el gran interès de l'exocarst des del punt de vista de les nombroses singularitats ecològiques que conté.

Les microformes de lapiaz més elementals i els conjunts geocològics que constitueixen els camps de lapiaz varen ser abordats mitjançant dues metodologies radicalment distintes. Per una banda, es va desenvolupar una aproximació quantitativa focalitzada en l'estudi estadístic d'una microforma de dissolució molt específica: les estries de lapiaz o *Rillenkarren*. D'altra banda, es varen elaborar uns criteris de mostreig semiquantitatiu adaptats als conjunts de lapiaz i vegetació amb la intenció d'obtenir una imatge global de les característiques dels camps de lapiaz, de manera que les dades numèriques permetessin analitzar els principals factors que intervenen en la configuració de les seves tipologies.

A grans trets, es pot afirmar que els resultats varen fer ben palesa la importància determinant dels gradients topogràfics i climàtics al carst de la serra de Tramuntana, tant pel que fa a les característiques de les microformes observades com pel que es refereix als conjunts geocològics dels camps de lapiaz. La gran extensió i diversitat morfològica que presenten els camps de lapiaz (*Karrenfelder*, *karrenfields*, *champs de lapiaz*) a la principal serralada mallorquina i la complexa interrelació que es produeix amb les comunitats vegetals que habiten sobre el substrat carstificat, justifiquen una aproximació molt més detallada del que fins ara ha estat la pràctica habitual a les publicacions botàniques, fitosociològiques i ecològiques disponibles.

A continuació es fa una enumeració de les conclusions que apareixen a la fi de cadascuna de les tres parts en què ha estat dividida la tesi:

### PRIMERA PART

- Es documenta, amb diversos exemples, de quina manera l'exocarst propicia el desenvolupament de singularitats geocològiques, entre les quals cal destacar les singularitats topogràfiques (avencs, coves, escarpaments, enclotxes de lapiaz, canyons), hidrològiques (grans depressions càrstiques, tàlvegs de canyons), edàfiques (dolines, camps de lapiaz), microclimàtiques (avencs, enclotxes de lapiaz, superfícies de lapiaz) i biogeogràfiques (camps de lapiaz). Aquest enriquiment en biòtops i en refugis per a determinades espècies afavoreix la biodiversitat vegetal.
- L'associació *Teucrietum subspinosi*, rica en espècies endèmiques, està clarament relacionada amb les formes exocàrstiques pròpies del lapiaz. L'aliança *Hypericion balearici*, a la que pertany l'esmentada associació, també es pot relacionar

amb els efectes de la carstificació sobre els substrats calcaris.

- La intervenció humana sobre els camps de lapiaz ha produït l'expansió de comunitats vegetals en les quals hi predomina el carritjar d'*Ampelodesmos mauritanica*. La significació d'aquesta espècie dins el paisatge vegetal ha propiciat la descripció del *Smilaco balearici-Ampelodesmetum mauritanicae*, dins el qual quedaria inclosa bona part del lapiaz de mitjana altitud de la serra de Tramuntana.
- Els avencs, fondalades, esquerdes profundes i pous de lapiaz constitueixen bons refugis on poden romandre vestigis dels antics boscs caducifolis. La presència d'*Acer granatensis*, *Buxus balearica*, *Ilex aquifolium*, *Sorbus aria* i *Taxus baccata* a determinats indrets de la muntanya està generalment relacionada amb forats càrstics i substrats de lapiaz.
- Els abundants cingles, escarpaments i parets verticals que caracteritzen la topografia dels terrenys càrstics, afavoreixen l'expansió de comunitats rupícoles riques en endemismes. Entre d'altres espècies pròpies d'aquests hàbitats, cal esmentar *Crepis triasii* i *Galium crespianum*, que així mateix són freqüents a algunes entrades de cavitats verticals.
- La flora específica de les entrades verticals dels avencs destaca per l'abundància de briòfits i per la presència de diversos pteridòfits poc freqüents a l'exterior, com és el cas de *Dryopteris tyrrhena*, *Polystichum setiferum*, *Phyllitis sagittata* i *P. scolopendrium*. D'altra banda, la primera prospecció que es va efectuar als avencs de la Serra donà com a resultat la primera citació per a Balears de les següents espècies de briòfits: *Lophocolea bidentata*, *Solenostoma triste*, *Rhizomnium punctatum*, *Orthothecium intricatum* i *Taxiphyllum wissgrillii*. Els gradients de temperatura i humitat que es formen al llarg de la vertical dels avencs generen una interessant zonació d'espècies que reflecteix, junt amb l'extinció de la llum en profunditat, els forts controls microclimàtics que prevalen en aquestes condicions.
- Les entrades de coves horitzontals o subhoritzontals allotgen al llarg dels seus gradients d'il·luminació un seguit d'organismes vegetals: fanerògams, pteridòfits, briòfits, algues clorofícies i cianobacteris. Diverses coves que s'obren cap al nord-oest contenen una remarcable comunitat vegetal en la qual destaca un interessant grup d'endemismes tirrènics i balearics: *Pimpinella bicknellii*, *Urtica atrovirens* subsp. *bianorii*, *Cymbalaria aequitriloba*, *Sibthorpia africana* i *Soleirolia soleirolii*.
- Les comunitats de l'*Isoetion* estan molt poc representades a la Serra. Tanmateix les seves millors localitats es relacionen amb el fons de grans depressions càrstiques, com ara es Clot d'Albarca.
- Els migrats sòls de les dolines de mitjana altitud es caracteritzen per servir de substrat a la presència

d'algunes espècies calcífugues, com és el cas d'*Acarospora schleicheri*, *Phaeoceros laevis*, *Polytrichum juniperinum*, *Ophioglossum lusitanicum*, *Aira caryophyllea*, *Centaureum maritimum*, *Logfia gallica* i *Erica arborea* (la qual, junt amb *Ampelodesmos mauritanica*, és l'espècie més afavorida per la seva capacitat de rebrotament després dels incendis). Les dolines situades al cim del puig Major són l'únic hàbitat conegut de l'espècie endèmica *Ligusticum huteri*.

- La flora dels torrents i canyons càrstics conté elements molt heterogenis, entre els quals cal esmentar endemismes remarcables que habiten al jaç fresc i humit dels torrents o a les parets verticals que els envolten. És el cas de *Brimeura duvineaudii*, *Hypericum hircinum* subsp. *campessedesii*, *Viola jaubertiana* i *Digitalis minor*.
- Observacions efectuades sobre els processos bio-càrstics que intervenen a nivell de la superfície del lapiaz han demostrat la presència de cianobacteris, algues, fongs i líquens, els quals interactuen amb la roca de moltes maneres. Mentre el cianobacteri endolític *Chroococcus minutus* juga un paper molt important en la degradació de la superfície rocosa que s'esdevé prèviament a l'impacte de la pluja sobre la calcària, certs recobriments algal o líquenics pareixen protegir la roca. En qualsevol cas, la determinació taxonòmica d'aquests microorganismes i la seva eventual activitat com a agents de meteorització són difícils d'abordar.
- Es pot afirmar que el patrimoni paisatgístic de la Serra comprèn de manera indissociable tant les comunitats vegetals com les formes càrstiques. Els terrenys càrstics, moltes vegades aspres i fins i tot intransitables, contribueixen a proporcionar paratges agrests i formacions rocoses singulars, que interaccionen amb la vegetació configurant els trets més distintius del paisatge.
- A la serra de Tramuntana existeix una forta relació entre exocarst i espècies endèmiques. Especialment a les àmplies extensions ocupades pels camps de lapiaz, on per definició la coberta vegetal és esparsa ja que es tracta de terrenys rocallosos on manca sòl, es poden trobar amb abundància espècies endèmiques ben significatives, com ara *Hypericum balearicum*, *Teucrium marum* subsp. *occidentale*, *Astragalus balearicus*, *Pastinaca lucida* i *Cyclamen balearicum*.

## SEGONA PART

- Les **estries** i petites **canaletes** de lapiaz són indicadors geoecològics prou valuosos, ja que durant el seu desenvolupament incorporen informació sobre les condicions climàtiques, la litologia del substrat i l'estat de la coberta edàfica i vegetal. La potencialitat d'aquestes microformes com a indicadors geoecològics s'ha pogut comprovar mitjançant mètodes morfomètrics.

Foto 1:

Les superfícies irregulars i els pouets de corrosió són les formes dissolució que predominen als camps de lapiaz del Cap de Formentor, des de 0 fins a 200 metres sobre el nivell de la mar. El mostreig i posterior tractament estadístic de les dades han fet palesa la correlació negativa existent entre aquestes formes i *Quercus ilex*, així com la forta correlació positiva amb *Chamaerops humilis* i amb altres espècies relacionades amb la proximitat de la costa. Actualment la coberta vegetal està dominada per un bosc de pins bastant esclarissat. La tapa d'objectiu de càmera fotogràfica que serveix d'escala té 5,7 cm de diàmetre.



Photo 1:

*Rough etched surfaces and solution pits are the prevalent solutional features on the Cap de Formentor karrenfields, from 0 to 200 meters a.s.l. After the sampling and statistical procedure, both karren microforms show clear negative correlations with Quercus ilex and strong positive correlations with Chamaerops humilis, as well as with near-shore related species. Present-day plant cover is dominated by sparse pine woods, cleared by the repeated fires caused by man. Scale: lens cap is 5.7-cm wide.*

- Les **estries de lapiaz** o *Rillenkarren* només es poden formar sobre roques exposades directament a l'acció de la pluja. Per això, la presència d'estries i el grau de desenvolupament que presenten és un bon indicador de l'erosió i pèrdua de sòl en temps recents. En molts de casos el seu creixement pot produir-se simultàniament a la progressiva degradació de la coberta vegetal i a determinats processos de desforestació.
- L'anàlisi morfomètric de les estries, corresponents a localitats de la serra de Tramuntana on es registren més de 800 mm de precipitacions anuals, ha permès d'efectuar una calibració de les dimensions de longitud i profunditat en funció de l'altitud (i conseqüentment dels factors climàtics). Les eventuais desviacions respecte dels valors teòrics calculats poden ser interpretades com a evidències del poc temps transcorregut des de la denudació de la roca o bé com a resultat de perturbacions ambientals que han dificultat el desenvolupament òptim que correspondria al seu entorn climàtic.
- La forta correlació negativa que s'observa entre l'altitud sobre el nivell de la mar i la profunditat de les estries, permet d'extrapolar estimacions aproximades sobre la temperatura que va condicionar la seva formació.
- La forta correlació negativa que s'observa entre l'altitud sobre el nivell de la mar i la longitud de les estries, permet d'extrapolar estimacions aproximades sobre la temperatura que va condicionar la seva formació.
- L'absència d'estries de lapiaz sobre roques litològicament adequades i en condicions climàtiques favorables per al seu creixement pot estar relacionada amb canvis sobtats produïts per l'actuació humana, com és ara la ràpida retirada del sòl per erosió dels vessants o la descamació de la roca causada pels incendis.
- L'observació detallada de la micro i mesotopografia de les roques estriades, en la zona de contacte amb la superfície del sòl, pot informar sobre la intensitat dels processos de denudació i pèrdua de sòl.
- L'observació detallada de les micro i nanomorfologies de meteorització, a nivell de les superfícies de roca del lapiaz, pot informar sobre les modalitats dels processos biocàrstics específics de cada microhàbitat i sobre la seva contribució a la formació d'estries. L'acció prèvia de cianobacteris endolítics s'ha mostrat fundamental en el creixement de les estries, en facilitar la fragmentació per les gotes de pluja de nanotopografies biocàrstiques molt fràgils.
- La presència d'**estries amples** (és a dir, d'estries d'amplària mitjana superior als 2 cm) pot indicar l'existència actual, o en temps relativament recents, d'un dosser de branques i fulles corresponent a estrats de vegetació situats per damunt del lapiaz. La intercepció de les gotes de pluja per part de la vegetació pot causar l'engrossiment de les gotes i l'augment de l'amplària mitjana de les estries.
- Els microhàbitats que condicionen el biocarst són molt sensibles a les modificacions de la coberta vegetal i especialment dels estrats arboris i arbustius. Les relacions de sobreposició entre organismes epilítics (especialment líquens i molses) i estries poden informar sobre canvis recents que han afectat els microclimes a nivell de la superfície de la roca, ja que la microflora epilítica inhibeix generalment el desenvolupament de les estries, mentre la invasió d'aquesta mena d'organismes va associada a una recuperació dels ambients ombrívols i humits propis del bosc.
- La presència de **canaletes** (és a dir, de riells d'amplària mitjana superior als 2,5 cm) pareix associada a localitats de climes relativament freds, poc favorables per al desenvolupament d'estries. Potser la disponibilitat d'un mínim de precipitacions en forma de neu justificaria les amplàries i caracte-



Foto 2:

Les formes de transició entre els pouets de corrosió i les estries de lapiaz anomenades *Rillenkarren* es poden observar molt bé a la localitat de Camp de Mar, situada al sud del municipi d'Andratx, a prop de la línia de costa. Diversos enfilalls de pouets de corrosió apareixen integrats amb un grup d'estries, curtes i poc desenvolupades. La presència de *Globularia alypum*, *Anthyllis cytisoides* i *Pinus halepensis* denota unes condicions ambientals semiàrides. La tapa d'objectiu de càmera fotogràfica que serveix d'escala té 5,7 cm de diàmetre.

Photo 2:

The transitional stage between the solution pits and the solution flutes called *rillenkarren* can be easily observed at the Camp de Mar site, located in the southwestern area of Andratx, near the coast line. Several strings of solution pits are well integrated with many poorly developed and short *rillenkarren* flutes. The presence of *Globularia alypum*, *Anthyllis cytisoides* and *Pinus halepensis*, indicates a semi-arid environment. Scale: lens cap is 5.7-cm wide.

rístiques anòmales que mostren aquestes canaletes.

- L'existència d'estries de lapiaz sobre afloraments de roca que romanen durant la major part de l'any coberts sota la neu, com és el cas d'algunes localitats suïsses d'alta muntanya, fa palesa la importància dels efectes de les tempestes d'estiu en la formació d'aquestes estries i suggereix un estricte control físic que justifiqui la constància dels valors d'amplària observats pertot arreu.
- La utilització de les gràfiques de distribució de freqüències, sobretot de les que representen l'amplària de les estries i canaletes, sembla un instrument útil i senzill per tal de treure informacions significatives de caire geocològic. És ben probable, segons mostren les dades morfomètriques obtingudes, que les condicions ambientals específiques en què es generen aquestes microformes del lapiaz (temperatures mínimes que permeten el seu creixement, intensitat de la pluja, mida de la gota, textura de la roca, màxim de coberta vegetal compatible amb el seu desenvolupament, efectes d'intercepció arbòria, interferència de les aportacions nivals, etc.) es puguin esbrinar a partir de l'anàlisi de la distribució de freqüències.

### TERCERA PART

- S'ha elaborat una metodologia de recerca especialment adaptada a l'estudi de les característiques geocològiques dels **campes de lapiaz** de la serra de Tramuntana. Segons els resultats obtinguts en el seu primer assaig a l'exocarst de les muntanyes de Mallorca, aquesta metodologia sembla a bastament eficaç per a l'anàlisi dels conjunts de lapiaz i vegetació, i probablement es pot fer servir a altres àrees càrstiques del món mitjançant els oportuns reajustaments.
- La interpretació de l'estructura de les dades a partir de les anàlisis de components principals que han estat portades a terme ha permès de comprovar el predomini dels gradients altitudinals, tèrmics i plu-

viomètrics en la tipificació tant biòtica com abiòtica dels camps de lapiaz de la Serra.

- S'ha experimentat amb èxit un tractament estadístic de les matrius de dades mitjançant el qual es reunien, en una mateixa anàlisi factorial de components principals, 20 variables de caràcter morfocàrstic (conjunts de formes de lapiaz) junt amb 20 variables botàniques (espècies i comunitats vegetals).



Foto 3:

Els intransitables camps de lapiaz formats per piràmides, cresteries i pinacles (*Spitzkarren* o *rullar*, segons la terminologia que proposam) són sens dubte les morfologies exocarstiques més representatives de les altituds mitjanes de la serra de Tramuntana, entre 150 i 700 metres sobre el nivell de la mar. Les comunitats vegetals de l'*Oleo-Ceratonion*, en els nivells baixos, i del *Quercion ilicis* més a dalt, ocupen el sòl que resta entre les abruptes cresteries de roca calcària. Aquesta classe de "conjunt de lapiaz" mostra un clar predomini de determinades microformes, com ara les **estries**, les **canals paral·leles** i les **concavitats irregulars**, les quals només es desenvolupen aquí sobre els costats més verticalitzats dels pinacles. S'ha pogut comprovar estadísticament l'existència d'una forta correlació positiva entre *Pistacia lentiscus* i els típics rullars de pinacles i cresteries.

Photo 3:

Typical sharp pinnacle and ridge karrenfields are the major exocarstic landforms on the middle altitudes of Serra de Tramuntana, between 150 and 700 meters a.s.l. The *Oleo-Ceratonion*, in the lower stages, and the *Quercion ilicis* plant communities occupy the available soil between the ridges. This kind of karren assemblage shows the prevalence of several characteristic features, such as *rillenkarren*, solution flutes of the second order and irregular cockling patterns on the steeper slopes. A strong positive correlation was found between *Pistacia lentiscus* and the pinnacle and ridge karrenfield types.

- Les taules de correlacions entre descriptors, obtingudes amb les dades corresponents a 100 localitats distribuïdes al llarg de tota la serra de Tramuntana, han confirmat i quantificat certes afinitats previsible amb la que uneix les **estries amples** amb *Quercus ilex*; però també han evidenciat relacions fins fa poc ignorades. Per exemple, la correlació que associa el **lapiaz subedàfic** o **criptolapiaz** amb *Asphodelus aestivus* i *Pinus halepensis*, o la suggerent correlació positiva que s'observa entre *Hypericum balearicum* i el **lapiaz pedregós** i que es complementa amb una interessant correlació negativa envers el **lapiaz subedàfic**.
- El processament de les dades ha permès de realitzar una tipificació rigorosa dels camps de lapiaz de la Serra fonamentada en criteris semiquantitatius i en una metodologia de caràcter estadístic. Amb aquest procediment s'han pogut afinar millor les anteriors propostes de zonació dels camps de lapiaz, que havien estat basades fins ara en criteris descriptius i qualitius.
- Les anàlisis de components principals portades a terme a partir de les dades semiquantitatives d'abundància corresponents als 20 descriptors de lapiaz, han demostrat que la meso i macrotopografia del lapiaz constitueix el factor més important per a la seva classificació, tot seguit del clima. Es diferencien clarament dos tipus: el lapiaz de lloses i diàclasis (esquetjars) i el lapiaz de pinacles i cresteries (rellars). És ben probable que la característica topografia "en pinacles i cresteries" tenguí relació amb un remot origen subedàfic.
- Les anàlisis de components principals portades a terme a partir de les dades de vegetació són coherents amb les interpretacions fitosociològiques comunament acceptades, ja que les associacions vegetals presents als camps de lapiaz poden ser assignades respectivament al *Rosmarino-Ericion*, *Oleo-Ceratonion*, *Quercion ilicis* i *Hypericion balearici*, seguint un clar component altitudinal.
- L'anàlisi de components principals portada a terme a partir de les dades mixtes de lapiaz i vegetació permet de reconèixer tres classes ben diferenciades de camps de lapiaz: els de la zona culminal, associats als descriptors *Teucrietum subspinosi*, **lapiaz pedregós**, **concavitats irregulars**, **formes transversals**, *Smilaco-Ampelodesmetum*, *Hypericum balearicum*, **lapiaz de diàclasis**, **canaletes** i *Euphorbia characias*; els de les altituds mitjanes, associats a *Pistacia lentiscus*, **esglaons**, *Cneoro-Ceratonietum*, **canals paral·leles**, *Olea europaea*, espècies d'alzinar, *Urginea maritima* i **estries**; i els de la perifèria costera, associats a **puets de corrosió**, *Chamaerops humilis*, espècies de costa rocosa calcària, **superfícies irregulars de corrosió** i **lapiaz subedàfic**.
- Les gràfiques que mostren l'abundància relativa de cada descriptor en funció de l'altitud, permeten



Foto 4: Exemples inequívocs de forats i tubs, típics del lapiaz subedàfic o criptolapiaz, es poden trobar al cim del puig de Ca, a més de 800 metres d'altitud sobre el nivell de la mar. La transformació i esmolament progressiu d'aquestes formes, inicialment rodones, sota els efectes de la pluja només va poder començar quan el sòl anava desapareixent com a conseqüència de l'erosió. Actualment el paisatge vegetal està per complet desforestat i tan sols s'observa la dominància del càrritx, *Ampelodesmos mauritanica*, junt amb diverses espècies pròpies de les comunitats de l'*Hypericion balearici*. La funda de càmera fotogràfica que serveix d'escala té 13 cm de llargada.

Photo 4: Unambiguous examples of subsoil karren holes and tubes appear at the summit of Puig de Ca mountain, over 800 meters a.s.l. The solutational sharpening of these features by the effect of rainfall only started after the soil was removed by erosion. At present, the landscape is completely devoid of woodland, being occupied by brush of *Ampelodesmos mauritanica* as well as by several plant species from the *Hypericion balearici* communities. Scale: camera case is 13-cm long.

comprovar la pauta molt semblant que presenten les **estries de lapiaz** i la típica espècie del lapiaz mallorquí *Ampelodesmos mauritanica*; ambdues caracteritzades per un màxim que correspon a les altituds mitjanes. Es torna a confirmar així l'òptim altitudinal que havien mostrat els estudis morfomètrics de les **estries**. En conseqüència, es pot afirmar que a les cotes més altes de la serra de Tramuntana les estries no tan sols esdevenen més curtes i menys profundes sinó que també es fan menys abundants.

- Les gràfiques de distribució altitudinal d'alguns descriptors mereixen en certs casos un comentari particular. És el cas de *Rosmarinus officinalis*, que presenta dos màxims, un a dalt de les muntanyes i l'altre a zones de baixa altitud; tendència en la que coincideix sorprenentment amb les **cubetes de corrosió**. A més, la correlació positiva de *R. officinalis* amb els **canalicles**, així com la seva correlació negativa amb els **esglaons**, el **biocarst líquènic** i les **canals paral·leles**, semblen indicar una



Foto 5: Les superfícies de dissolució llises i ondulades, produïdes pel flux de làmines d'aigua, compten entre les formes que més es fan notar al cim de les muntanyes i es troben àmpliament representades als camps de lapiaz situats per damunt dels 800 metres sobre el nivell de la mar. Aquesta mena de formes transversals al sentit del pendent, com les que es poden observar a dalt del puig Major, inclouen concavitats, més o menys acanalades i horitzontals, però també ondes en forma de ripple i concavitats irregulars. Mostren una bona correlació positiva amb *Euphorbia characias*, una espècie típica de les comunitats de muntanya, i una forta correlació negativa amb *Chamaerops humilis*, el garballó, el qual està associat a ambients càlids i semiàrids. La tapa d'objectiu de càmera fotogràfica que serveix d'escala té 5,7 cm de diàmetre.

Photo 5: Smooth wave-like solutional surfaces, caused by sheet-flow waters, are a common feature at the top of the mountains, being widely present on karrenfields located over 800 meters a.s.l. Such kinds of transverse forms, as can be seen near the Puig Major peak, includes fluted scallops, irregular cockling and solutional ripples. Good positive correlation was found with *Euphorbia characias*, a typical mountain species, which is in accordance with the strong negative correlation found with the dwarf palm *Chamaerops humilis*, that occupies a semi-arid environment. Scale: lens cap is 5.7-cm wide.

preferència pels terrenys oberts, desproveïts de sòl i exposats a la insolació i a la intensa radiació nocturna.

- La prospecció de localitats de lapiaz de muntanya on s'estableix l'associació *Teucrietum subspinosi* suggereix la conveniència de fer observacions addicionals, per tal d'afinar millor les relacions de determinades espècies d'aquesta comunitat amb les diferents tipologies de l'exocarst. Un exemple d'aquestes matisacions que cal introduir quant a la dependència de les associacions i subassociacions de l'*Hypericion balearici* respecte de les classes de conjunts de lapiaz, es pot focalitzar amb l'espècie *Pastinaca lucida*, la qual no ha evidenciat cap correlació positiva amb el lapiaz pedregós, al menys a les localitats mostrejades en el decurs d'aquest estudi. Això contradiu la bibliografia disponible sobre el *Pastinacetum lucidae* i la seva relació amb els hàbitats de clapers i rossegueres de muntanya. També fa qüestionar els criteris de diferenciació entre *Teucrietum subspinosi* i *Pastinacetum lucidae* als camps de lapiaz culminals.



Foto 6: Els camps de lapiaz formats per lloses aplanades i diàclasis eixamplades (*Flachkarren* o *esquetjar*, segons la terminologia que proposam) són les morfologies exocàrstiques més representatives de les zones més altes de la muntanya mallorquina, per damunt dels 800 metres sobre el nivell de la mar. Aquesta classe de "conjunt de lapiaz" està caracteritzada per l'escassa presència de canals i estries, amb l'excepció de les canals meandriformes, i per l'abundància de concavitats irregulars, ondes horitzontals i lapiaz de diàclasis. Les comunitats del *Teucrietum subspinosi*, que inclouen un seguit d'espècies endèmiques, constitueixen la principal coberta vegetal que creix sobre els substrats intensament carstificats de dalt de les muntanyes. Fortes correlacions positives han estat trobades entre *Euphorbia characias*, *Pastinaca lucida*, *Helleborus foetidus* i *Teucrium asiaticum* i els típics esquetjars de lloses i diàclasis.

Photo 6: Typical flattened clint and grike karrenfields are the major exokarstic landforms in the higher altitudes of Serra de Tramuntana, over 800 meters a.s.l. This kind of karren assemblage is characterised by the scarcity of channel and flute features and the prevalence of irregular cockling patterns, horizontal solutional ripples and widened joints. The *Teucrietum subspinosi* communities, including many endemic species, are the main plant cover on these intensely karstified terrains. Strong positive correlations were found between clint and grike karrenfield types and several species like *Euphorbia characias*, *Pastinaca lucida*, *Helleborus foetidus* and *Teucrium asiaticum*.

- S'ha pogut demostrar la presència de formes inequívocues de lapiaz subedàfic o criptolapiaz, així com de criptolapiaz transformat, per damunt de l'actual línia de bosc; a més de 800 metres sobre el nivell de la mar, en terrenys ocupats per el denominat "estatge culminar balearic". Aquestes troballes reforcen la hipòtesi segons la qual l'*Hypericion balearici* ha poblat amb èxit els cims de les muntanyes després que la degradació dels sòls fés impossible la recuperació dels boscs de l'*Aceribuxetum* i del *Cyclamini-Quercetum ilicis*. És ben probable que la repetició de les crisis bioclimàtiques causades per les glaciacions hagi estat la causa del progressiu empobriment dels sòls i de la desaparició a llarg termini dels boscs per damunt dels 800 metres.

## Agraïments

Vull agrair a l'amic Peter Watkinson la seva acurada supervisió i millora dels textos en anglès.

# EXPEDICIÓN VIGUERAS 98 y 99 (Picos de Europa, Asturias)

por Antoni MERINO <sup>1</sup>

## Resum

Es presenten els resultats de les campanyes espeleològiques dutes a terme els anys 98 i 99 per l'Interclub format per espeleòlegs de la secció d'espeleologia de l'ANEM i del Grup Espeleo Llubí a la zona de treball assignada a Picos de Europa, Astúries. S'han explorat i topografiat 8 noves cavitats.

## Resumen

Se presentan los resultados obtenidos durante las campañas espeleológicas llevadas a cabo por el Interclub formado por espeleólogos de la Sección d'espeleologia de l'ANEM y del Grup Espeleo Llubí, en la zona que se tiene asignada en Picos de Europa, Asturias. Como resultado de dichos trabajos se han explorado y topografiado 8 nuevas cavidades.

## Abstract

We present in the paper the results of an interclub speleological campaign carried out by members from the speleological section of ANEM and from the Grup Espeleo Llubí in their assigned section of the Picos de Europa, Asturias, Spain. As a result of this campaign 8 new caves have been explored and their respective topographical surveys produced.

## Situación geográfica de la zona y marco geológico

La zona de trabajo es la asignada desde el año 1996 (MERINO, 1998), y se sitúa en los alrededores de la población de Panes, teniendo como punto más elevado Cabezo Vigueras con una altura de 1.319 metros (Foto 1).

El aspecto geológico más resaltable de la zona es la existencia de potentes series calizas de edad carbonífera, con materiales que van desde el Namuriense medio y superior hasta el Westfaliense.

## Descripción de las cavidades

### 1.- CUEVA SUGORES (PB-16)

Coordenadas U.T.M.: 366.925 / 4.797.620 - 240

#### Descripción de la cavidad

Cueva conocida por los lugareños de La Aldea, situada sobre un prado a unos 200 m al SE de dicha población.

Sus tres bocas están parcialmente cubiertas por la vegetación del bosque.

La cavidad está constituida por una sala de acceso, seguida de una galería descendente. En un lateral hay una sala de forma irregular con un pozo de pequeñas dimensiones.

El acceso a la **Sala de las Tres Bocas** se puede hacer desde tres puntos distintos. Tiene unas dimensiones máximas de unos 18 x 25 m con el suelo cubierto de barro y algunos bloques. Hacia el S va ganando inclinación hasta comunicar con una galería en forma de rampa. Los primeros 40 m, fuertemente inclinados, presentan una serie de escalones tallados para facilitar el paso; unos metros después el piso está cubierto de piedras y bloques, manteniendo el techo una altura más o menos constante.

Al final la rampa comunica con la **Sala del Balcón**, de unos 20 x 25 m, aquí la pendiente se suaviza y el techo gana altura hasta situarse a unos 20 m del suelo, observándose formas de reconstrucción litoquímica. A media altura, y en su parte E y W se observan unos balcones que sirven de base a un potente concrecionamiento formado por columnas, estalactitas y estalagmi-

<sup>1</sup> Secció d'Espeleologia de l'ANEM



Foto 1:  
En el centro de la foto Pico Vígueras (1319 m), máxima altura de la zona de trabajo, al fondo en el horizonte se ve parte del Macizo Central de los Picos de Europa, sobresaliendo la silueta del Picu Urriellu. (Foto del autor).

Photo 1:  
In the centre of the photo Pico Vígueras (1319 m), maximum altitude of the fieldwork area. In the background on the horizon part of the Macizo Central, Picos de Europa, can be seen with the silhouette of Picu Urriellu standing-out. (Photo by author).

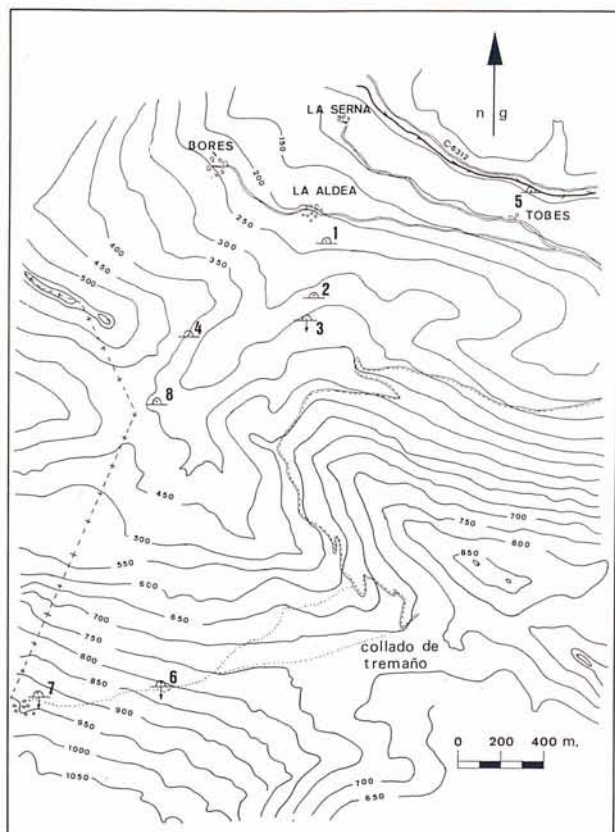


Figura 1: Plano parcial de la zona de trabajo y situación de las cavidades. Los números se corresponden con los del texto. Cortesía de la Consejería de Ordenación del Territorio, Obras Públicas, Urbanismo y Medio Ambiente del Principado de Asturias.

Figure 1: Partial plan of the campaign zone and the position of the caves. The numbers correspond to those in the text. Plan courtesy of the Consejería de Ordenación del Territorio, Obras Públicas, Urbanismo y Medio Ambiente del Principado de Asturias.

tas. El suelo está constituido por una mezcla de barro, coladas estalagmíticas y bloques, algunos de ellos procedentes de los paquetes de estratos que allí afloran. Hacia la parte SW existe un anchurón sin solución de continuidad.

En el sector N de la **Sala del Balcón** se localiza un estrecho paso que comunica con la **Sala del Pozo**, de techo bajo y muy irregular, con barro y coladas que cubren el suelo. Se observan también algunos macizos estalagmíticos que dividen la uniformidad de la sala y al tiempo enmascaran parte de los bloques que forman el piso. El pozo es de pequeñas dimensiones, con las paredes recubiertas de concreciones, alcanzándose en su fondo la profundidad de 70 m. A media altura del pozo se encuentra un estrecho conducto, con el suelo cubierto de coladas, que a modo de tobogán lleva hasta una pequeña sala con dos pequeños sumideros impracticables.

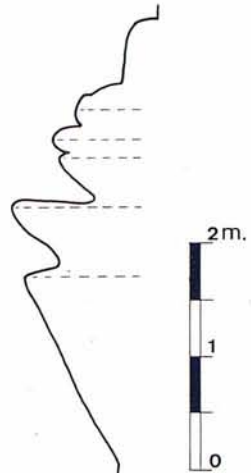
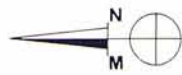
De nuevo en la **Sala del Balcón**, y en dirección S, se desciende por la rampa otros 40 m hasta que la galería se detiene delante de un gran bloque cubierto de formaciones que obliga a pasarlo por uno de sus lados. A partir de aquí el techo va perdiendo altura hasta llegar el final de esta galería a -43'5 m.

### Génesis y morfologías

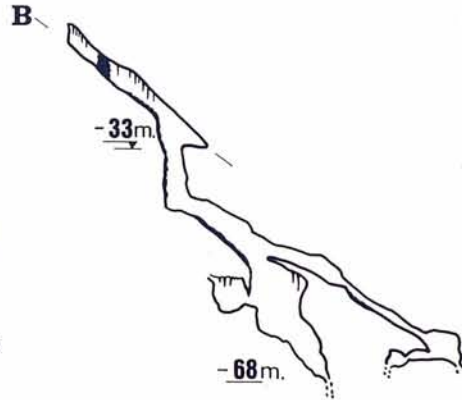
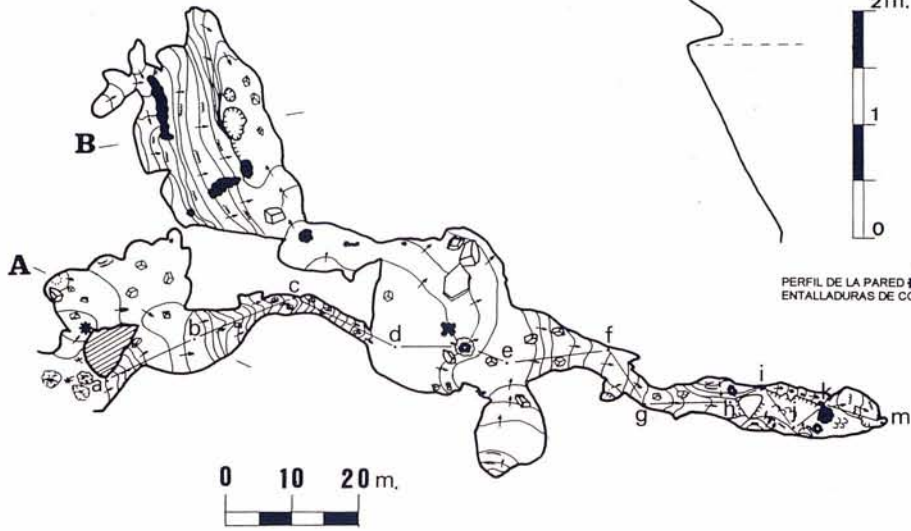
La génesis de esta cavidad está relacionada con una falla de dirección aproximada N-S que afecta a los estratos donde está instalada la cueva; el buzamiento que se ha podido medir es de 35°. Parece existir también algún tipo de fractura que al unirse con la falla principal generan la **Sala del Balcón** y la **Sala del Pozo**, aunque debido al enmascaramiento existente por las coladas estalagmíticas no ha podido ser constatado.

A lo largo de toda la cavidad es posible observar en distintos puntos los paquetes de estratos aflorantes, como es el caso de la **Sala del Balcón**, en donde sirven de base al crecimiento de columnas, estalactitas y estalagmitas. Hacia el sector W y en el anchurón allí existente es posible ver lo que parece ser parte del espejo de falla. En la **Sala del Pozo** se observa muy bien el afloramiento de los estratos, y como éstos condicionan la morfología de la sala y también del pozo, ya que la inclinación existente se corresponde aproximadamente con el buzamiento de los estratos. El pequeño conducto





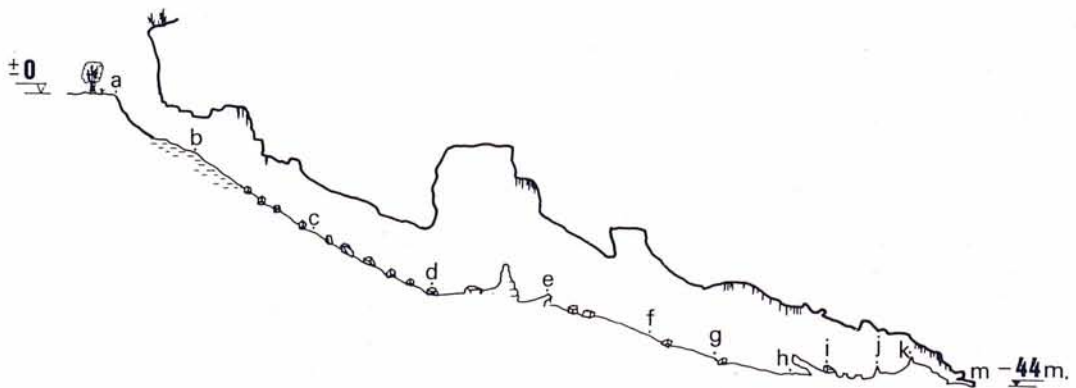
PERFIL DE LA PARED (BOCA DE ENTRADA)  
ENTALLADURAS DE CORROSION



# CUEVA SUGORES

## PEÑAMELLERA BAJA

Topografía  
A. Merino / J. Vega / G. Mulet / B. Cabanellas  
A.N.E.M.-G.E.L.L.  
08-09-98



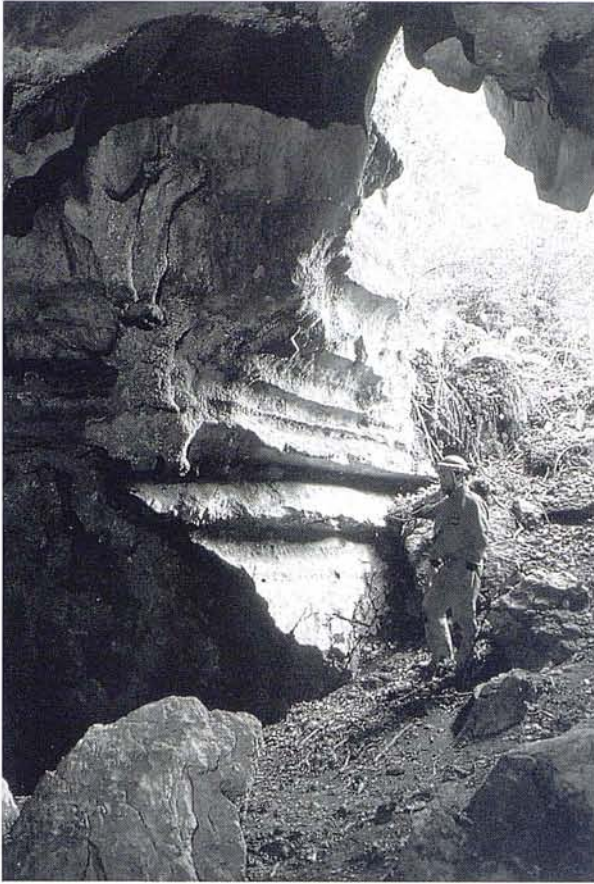


Foto 2 Cueva Sugores, Sala de las Tres bocas, se aprecian las entalladuras de corrosión en la pared de una de las bocas de acceso. (Foto del autor).

*Photo 2: Cueva Sugores, Sala de las Tres Bocas, water level corrosion grooves can be seen along the wall of one of the entrance mouths. (Photo by author).*

que en forma de tobogán existe a media altura del pozo, aprovecha para su desarrollo una junta de estratificación.

La morfología más destacable de esta cavidad es la presencia de entalladuras y cúpulas de corrosión (Foto 2). Se han podido contar más de 12 marcas dejadas por las entalladuras, situadas tanto por debajo como por encima del nivel del suelo de la **Sala de las Tres Bocas**. En ésta existen también varias cúpulas de corrosión que a su vez tienen entalladuras que a modo de anillos cerrados las recorren en su totalidad.

El origen de estas morfologías hay que buscarlo en un contexto lacustre o fluvial restringido (GINÉS y GINÉS, 1977), en unas condiciones hidrológicas muy distintas a las actuales. Las entalladuras de corrosión se relacionan con la zona epifreática del karst y con niveles de agua estabilizados durante largos períodos de tiempo. En tiempos pretéritos, la Cueva Sugores debía estar totalmente inundada (con diversos episodios de ascenso y descenso del nivel del agua) debido a la existencia de un nivel piezométrico situado muchos metros por encima del actual.

Cabe recalcar también la existencia de otras formas de corrosión por circulación de agua en los paquetes de estratos situados al S de la **Sala del Balcón**.

Morfologías litoquímicas destacables son los gour y espeleotemas existentes en el sector más al S de la cavidad.

## 2.- CUEVA DE LOS FIERROS (PB-17)

Coordenadas U.T.M.: 366.900 / 4.797.325 - 320

### Descripción de la cavidad

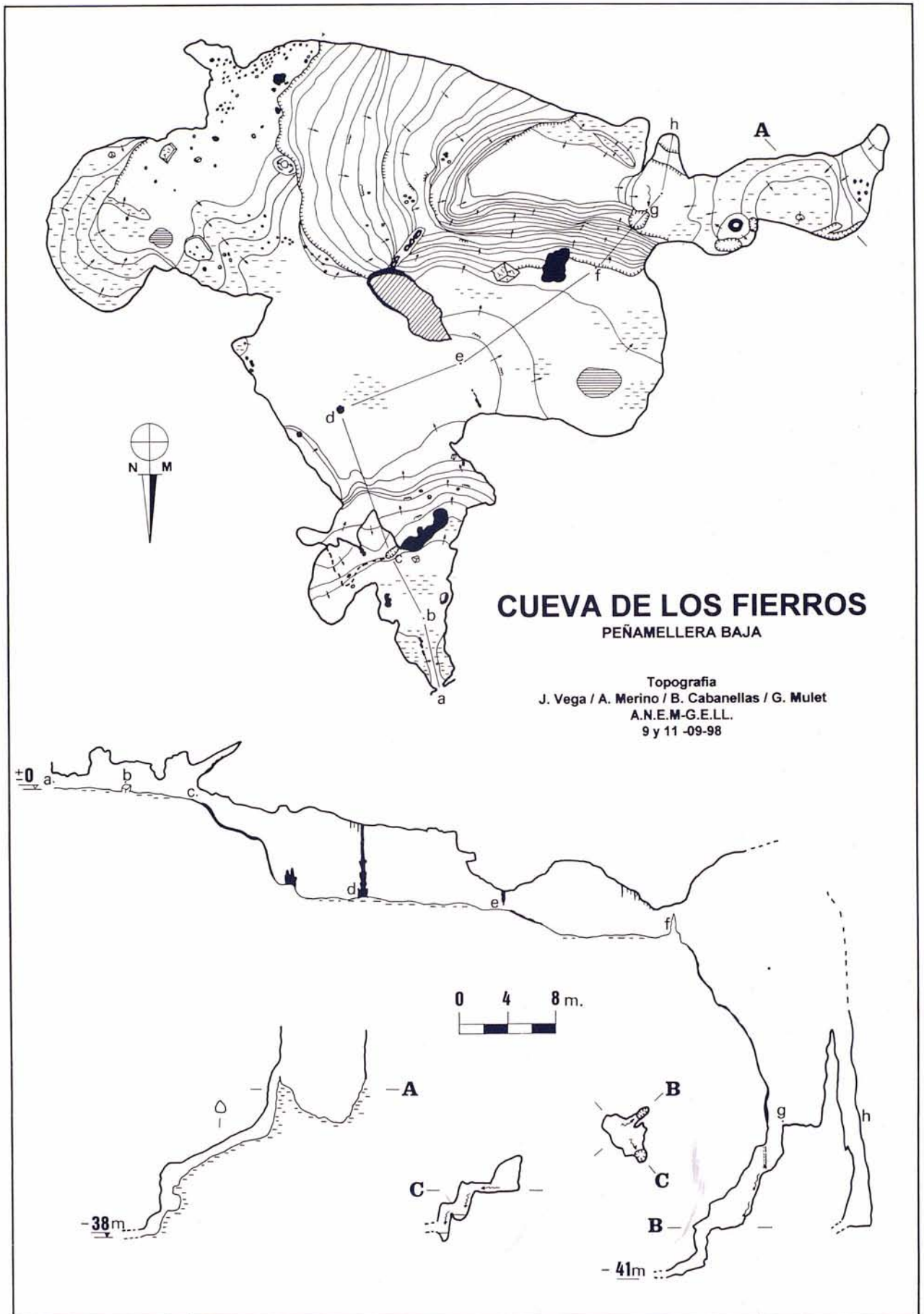
La reducida boca de entrada comunica con una primera estancia, la **Sala del Paisano**, donde se curaba queso. En dirección S hay una rampa muy inclinada, con una pequeña ventana que pone en comunicación con otra sala de dimensiones mucho mayores, la **Sala de la Columna**, de suelo prácticamente plano en cuyo centro existe una columna de notables dimensiones. Desde ésta y en dirección SSE existe una rampa ascendente al final de la cual se alcanza una especie de anfiteatro, la **Sala del Alfarero**, con un gour en uno de sus lados. La sala continua hacia el SSW; en esta zona se han encontrado también restos de la actividad del curado del queso, lo cual es bastante sorprendente dada la distancia existente entre este punto y la entrada. El techo de este sector es muy bajo y está adornado con abundantes estalactitas, el suelo está cubierto también por diversos espeleotemas. Esta sala está limitada por las fuertes pendientes que conducen al nivel inferior.

De nuevo en la **Sala de la Columna**, y en dirección W-SW, accedemos a la **Sala de las Gárgolas**. Hacia la parte W de esta sala hay un gour de notables dimensiones. El conjunto de salas hasta ahora descrito está limitado por los escarpes y desniveles que comunican con la planta inferior. El suelo de este gran embudo está formado por potentes coladas pavimentarias, con algunas estalagmitas que aprovechan zonas donde el relieve es más suave para crecer. Esta colada está cubierta de una fina pátina de arcilla que la hace sumamente resbaladiza y obliga a emplear una cuerda para bajar.

Superado este desnivel, se accede al nivel inferior, formado por una sala alargada, por cuyo suelo circula un pequeño aporte de agua que se precipita por uno de los pozos allí existentes. En esta sala hay tres pozos practicables, todos ellos de pequeñas dimensiones. El situado más al W está encajado dentro de una masa de barro y a -38 m se hace impracticable. El situado más al S es accesible a través de una ventana a unos 3 m por encima del nivel del suelo. Por último, existe un pozo por donde se pierde el aporte de agua que recorre el suelo de esta sala. En este pozo se alcanza la profundidad mayor de la cavidad -41 m.

### Morfologías

El hecho morfológico más destacable de la Cueva de Los Fierros, es la existencia de notables acumulacio-



nes de barro en prácticamente toda la cavidad. Ya al entrar en la **Sala del Paisano** se observa una importante acumulación de barro que fue extraído en parte para acondicionar un pasillo de entrada a la cavidad cuando se curaba queso en ella. La pendiente que une dicha sala con la **Sala de la Columna** está cubierta por una capa de colada que a su vez se asienta sobre una acumulación de barro. En la rampa que comunica con la **Sala del Alfarero**, se observa un interesante surco abierto por el agua en el barro. Sobre dicha rampa existen una serie de capas de colada pavimentaria que han sido desplazadas de su lugar originario por la erosión sufrida. En la **Sala del Alfarero** la acumulación de barro y su posterior erosión ha formado un anfiteatro.

En el nivel inferior de la cavidad y en concreto en la zona W de la sala, existe también un notable amontonamiento de barro, cuyo espesor puede ser observado si se desciende el pozo que allí hay.

Por otra parte, y haciendo referencia también a las morfologías que denotan procesos erosivos en la cavidad, se advierte sobre uno de los pozos del nivel inferior una gruesa capa de colada, que ha sido erosionada por el paso del agua, y que en un momento dado cubriría totalmente la boca actual de acceso.

Todas estas morfologías sugieren que en un momento dado de la evolución de esta cavidad, existía una notable acumulación de barro en las salas de la parte superior. Durante un tiempo se fueron depositando sobre ellas coladas pavimentarias y estalagmitas. Debido a una reactivación del funcionamiento hídrico de la cavidad, quizás relacionada con períodos de fuertes precipitaciones, vuelve a circular de nuevo gran cantidad de agua, provocando la erosión de las coladas y socavando posteriormente las acumulaciones de barro (**Sala del Alfarero**), el cual fue transportado y depositado por las aguas en el nivel inferior, abriendo incluso pozos en los lugares en los que el agua circuló entre el barro y la pared madre.



Foto 3: Estalactitas excéntricas en la Sala de las Gárgolas, Cueva de los Fierros. (Foto del autor).

Photo 3: Helictites in the Sala de las Gárgolas, Cueva de los Fierros. (Photo by author).

La entrada masiva de agua se debió producir por algún conducto que en la actualidad está taponado o disimulado por las morfologías existentes en el sector E de la cavidad y más concretamente en la **Sala del Alfarero**. El canal presente en la rampa de barro que comunica la sala antes mencionada con la **Sala de la Columna** no ha sido observada en ningún otro lugar de la cavidad. Ello no implica que no existieran otros aportes desde otros puntos, por ejemplo en el techo de la **Sala de las Gárgolas** y en la **Sala de la Columna** existen toda una serie de chimeneas que posiblemente sirvieran o sirven aún para la entrada de agua.

En cuanto a los espeleotemas observados resaltar la existencia de un disco o plato en la **Sala de la Columna** y de un tipo de excéntrica (Foto 3), cuya forma da nombre a la **Sala de las Gárgolas**. Existen también otras formaciones que a modo de sierra dentada se desarrollan en cualquier dirección en el techo de la sala.

Se ha podido constatar también la presencia de vermiculaciones en forma de piel de leopardo, que se desarrollan sobre los suelos de barro que cubren la pendiente de acceso a la **Sala del Alfarero**.

### 3.- TORCA SOJONES (PB-18)

Coordenadas U.T.M: 366.880 / 4.797.240- 360

Se trata de una sima constituida por un pozo de unos 13 m de profundidad, seguido de una rampa cubierta de piedras y restos de animales, que alcanza en conjunto un desnivel de 19 m. El fondo de la pendiente está cubierto de barro y a lo largo de la cavidad se observan distintos tipos de concrecionamiento y de coladas que cubren algunas de sus paredes.

### 4.- COVAJO DE OLAÑO (PB-19)

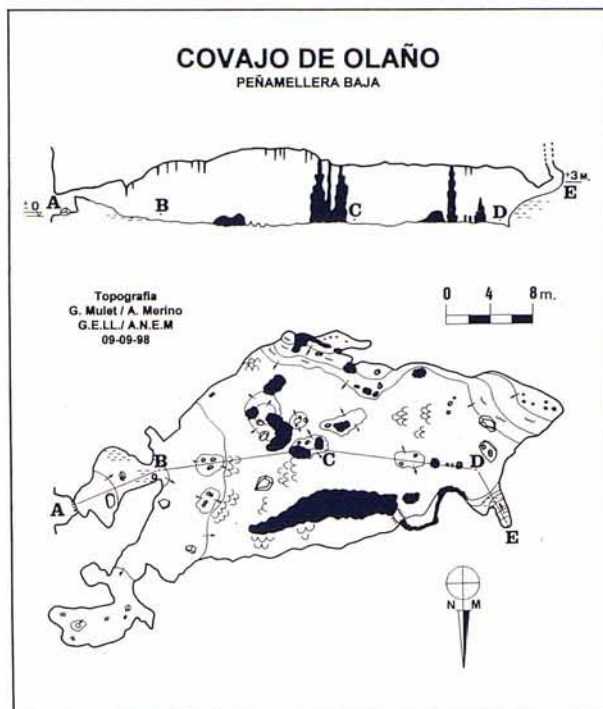
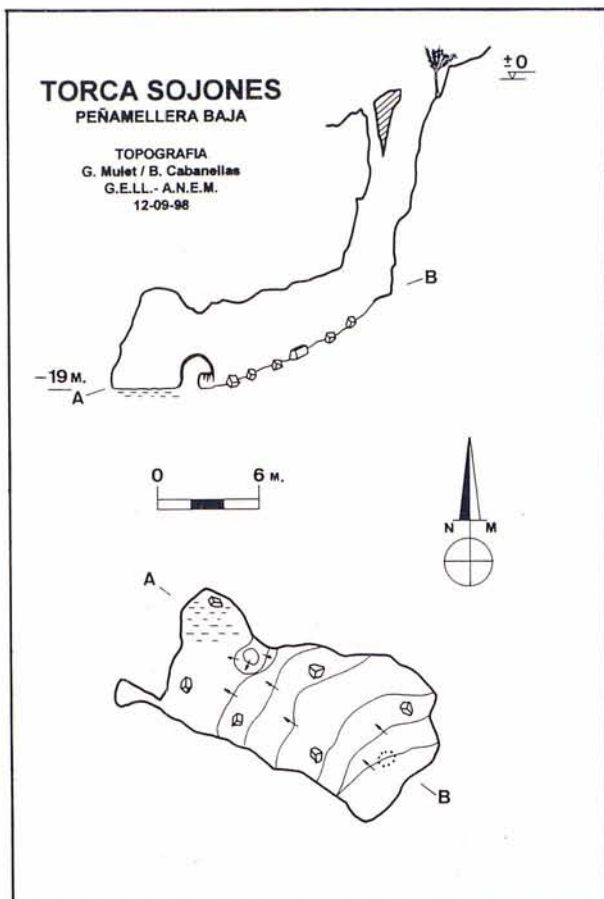
Coordenadas U.T.M.: 366.370 / 4.797.160 - 380

El acceso a esta cueva se lleva a cabo a través de una estrecha abertura situada unos 2 m por encima del nivel del suelo. Está constituida por una sola sala de dimensiones máximas 50 x 20 m. El suelo es en general bastante plano, y la sala queda dividida en varios sectores debido a la existencia de potentes macizos estalagmíticos que enmascaran su verdadero tamaño.

La génesis de la cueva hay que buscarla en una falla de dirección E-W, que afecta a los estratos de la zona, con un buzamiento de 20°. El plano de falla estaría situado en la pared N de la cavidad.

El hecho morfológico más destacable es la existencia de unos potentes macizos estalagmíticos, situados principalmente en el N y en el centro de la sala, que llegan a provocar la formación de pasillos independientes del resto de la cavidad.

Se observan también antiguos gours y coladas pavimentarias que cubren pisos de barro. Existe también un curioso espeleotema estalactítico, en forma de alcacho-



#### 5.- CUEVA COJURIA (PB-20)

Coordenadas U.T.M.: 367.920 / 4.797.800 - 40

fa de ducha (HILL y FORTI, 1997) situado unos metros encima del suevo. En la parte E de la cavidad, en el interior de un gour seco, se han podido observar pisolitas, algunas de las cuales tenían forma lenticular.

La cueva está en un proceso evolutivo muy avanzado, con zonas afectadas por descalcificaciones, gours secos y un potente relleno estalagmítico (Foto 4), que con el tiempo llegará a colmatar la cavidad.

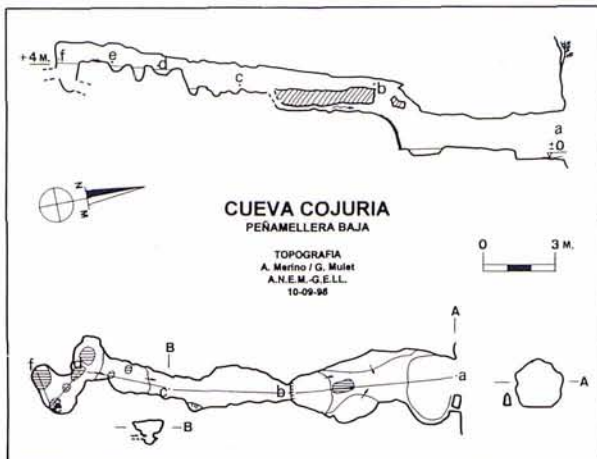
Es una surgencia de unos 20 m de recorrido que, en épocas de fuertes precipitaciones, drena un caudal muy importante de agua. El día en que se visitó era recorrida por un pequeño hilo de agua. Se trata de una galería de pequeñas proporciones y paredes muy irregulares que hacen sumamente difícil su exploración. Al final existe un sifón que hace imposible continuar.

Esta cueva parece corresponder, por su localización, a la denominada por los espeleólogos suizos Grotte de Tobes; éstos trabajaron en la zona en los años 1976, 77 y 78. Lo que no concuerda es el desarrollo y desnivel que alcanza la cavidad, según el espeleólogo suizo Gérald Favre; a no ser que superaran el sifón que impidió nuestra progresión el día de su exploración.



Foto 4:  
Potente macizo estalagmítico en el Covajo de Olaño. (Foto del autor).

Photo 4:  
Large stalagmitic mass in the Covajo de Olaño. (Photo by author).



La génesis está relacionada con una fractura de dirección NNE-SSW y una serie de juntas de estratificación afectadas por la misma. Morfológicamente destacan las formas de corrosión por circulación de agua y la existencia de una serie de pequeñas pozas que tapizan parte del suelo de la galería.

#### 6.- TORCA COTERO SALVADORA (PB-21)

Coordenadas U.T.M.: 366.140 / 4.795.580 // 815

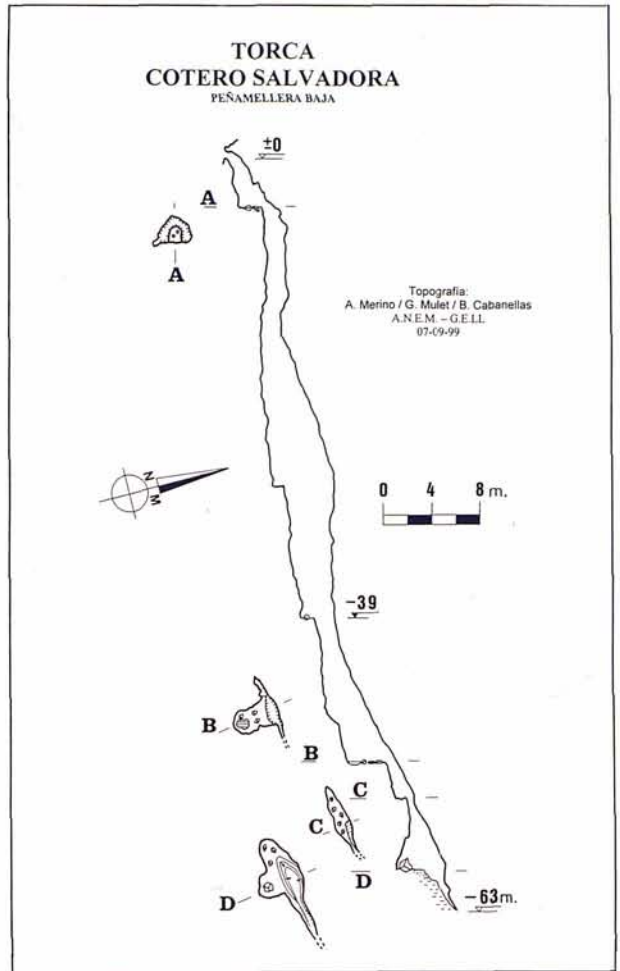
##### Descripción de la cavidad

La boca de dimensiones 2 x 1 m, comunica con un pozo de 4 m de profundidad en cuya base existe una repisa cubierta de tierra y piedras, por la cual se ha de transitar con precaución por el peligro que entraña la posible caída de piedras. El descenso prosigue por la parte NE hasta situarse en la cabecera de un pozo de 46 m de profundidad (Foto 5), que va ganando volumen a medida que desciende, y que presenta dos pequeñas repisas a -27 m y a -38 m. La base de este pozo es otra repisa a -50 m, después de superar un resalte se llega a un paso muy estrecho de forma alargada que hay que pasar con el mínimo de equipo posible. Al otro lado se descienden 6 m llegando al fondo de la cavidad, que está ocupado por bloques de mediano tamaño y arena. A lo largo de esta planta existe una especie de sumidero que conduce al punto más bajo de la cavidad a -62 m.

##### Génesis y morfologías

La génesis de la cavidad hay que buscarla en una serie de fallas, la primera de dirección NNE-SSW, y la segunda ENE-WSW. La primera falla afectaría a la cavidad hasta casi los -27 m, a partir de aquí encontraríamos la segunda, de mayor envergadura, aumentando el volumen del pozo; el plano de falla de esta fractura se observa claramente en el tramo comprendido entre los -38 m y el fondo de la torca.

La morfología más remarcable es la existencia de coladas de arcilla que cubren casi toda la pared por



donde descendemos, en cambio el resto está constituido por paredes de roca madre, destacando la que forma el espejo de falla.

Se observan también fenómenos erosivos por circulación de agua sobre las paredes cubiertas de arcilla, que han provocado la formación de una especie de canales. Todo ello indica que por la disposición de las fracturas y del afloramiento calizo en sí, la Torca recibe importantes aportes de agua en tiempos de lluvia, hecho que parece ser relativamente frecuente por las morfologías observadas.

#### 7.- TORCA DE LOS MURIOS (PB-22)

Coordenadas U.T.M.: 365.620 / 4.795.540 - 930

Se trata de una sima de 20 m de profundidad, con el suelo cubierto de piedras y algunos escombros. En las paredes se observan formas de corrosión tipo lapiaz. Se estructura sobre una fractura de dirección  $85^{\circ} - 265^{\circ}$ .

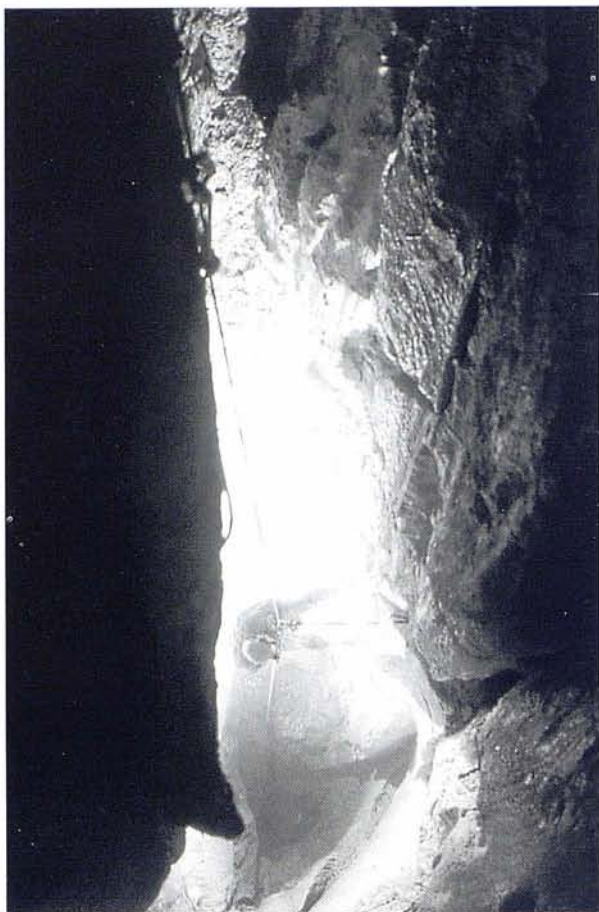


Foto 5: Pozo de 46 m de profundidad en la Torca Cotero Salvadora. (Foto del autor).

Photo 5: 46 metre deep pit in the Torca Cotero Salvadora. (Photo by Author).



## 8.- TORCA DE LA ERMITA DE SAN CIPRIANO (PB-23)

Coordenadas U.T.M.: 366.140 / 4.796.920 - 380

### Descripción de la cavidad

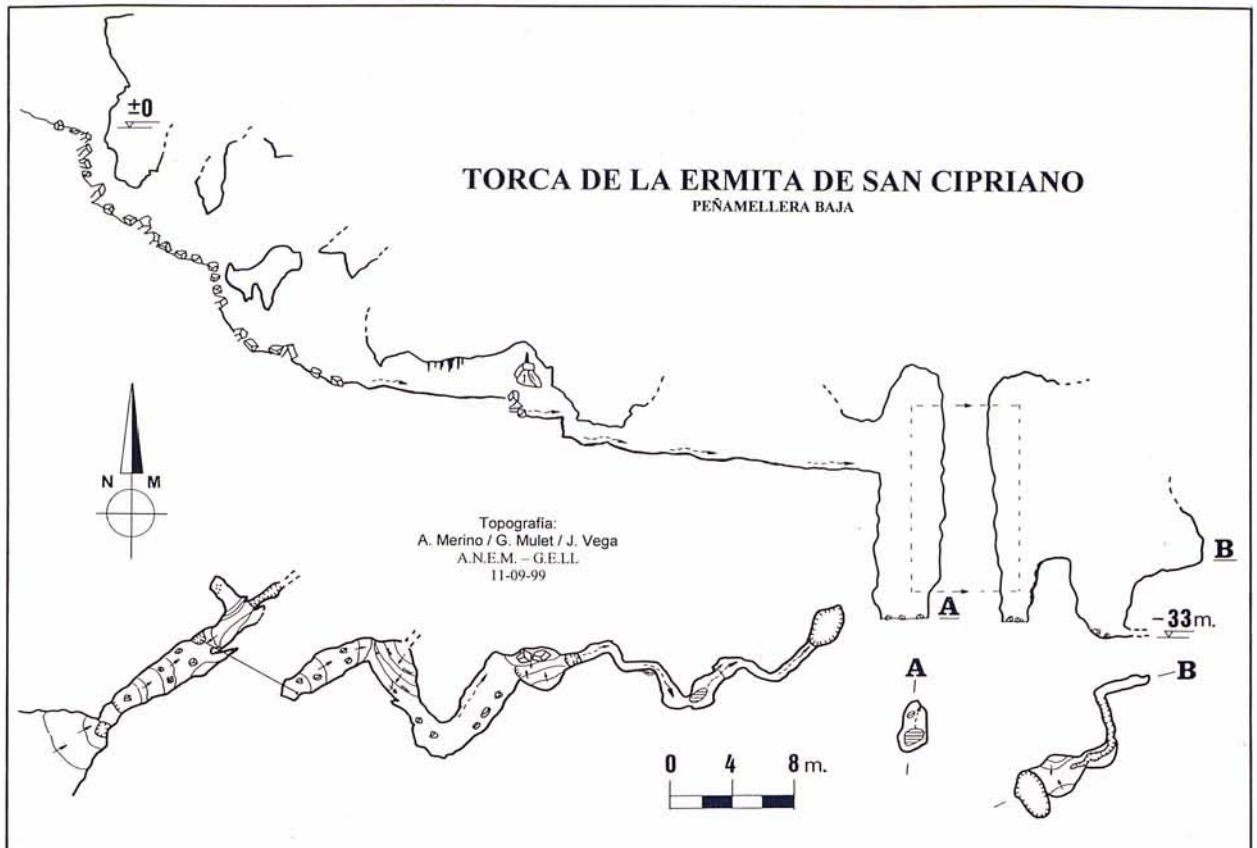
La cavidad fue puesta al descubierto gracias al trabajo de desobstrucción que llevamos a cabo en el fondo de la dolina donde se encuentra.

La boca de acceso da paso a un pequeño resalte de unos 4 m de desnivel. Tras éste existe una rampa cubierta de piedras y cantos rodados al final de la cual hay dos pequeños sumideros hechos en el barro por donde pasa el agua a niveles inferiores. Por encima de este punto tenemos una rampa de colada cubierta de un fino limo. En su parte más alta tenemos hacia el NW y unos metros por encima, una pequeña salita sin continuación, adornada con algunas formaciones. Hacia la parte E existe una repisa situada también unos metros por encima que conduce a una grieta, de momento impracticable, desde la que se aprecian niveles de circulación de agua. Por último, desde la parte alta de la colada antes mencionada, en dirección NE, se abre la cabecera de un estrecho pozo que aprovecha la diaclasa donde se ubica la cavidad. Superado éste se llega al



Foto 6: Pozo final en la Torca de la Ermita de San Cipriano. (Foto del autor).

Photo 6: Final pit in the Torca de la Ermita de San Cipriano. (Photo by author).



lecho de un riachuelo, que viene a nacer justo debajo de los sumideros de la rampa de acceso.

Al principio el meandro por donde circula el río está muy encajado, con el suelo cubierto de derrubios que ha arrastrado el agua. La parte más baja es la más ancha, y el resto es muy estrecho debido a que el río aprovecha una fractura que se pierde en sentido vertical. Esto motiva que en algunos puntos se tenga un techo más o menos visible y que en otros se pueda observar como el mismo se pierde hacia lo alto, aunque debido a su estrechez no permite el paso ni saber exactamente sus límites.

Se sigue avanzando por tramos estrechos del meandro hasta alcanzar un hundimiento de parte del techo y paredes que han provocado una acumulación de bloques, que pueden ser superados por la parte superior o bien siguiendo el curso del río. Al otro lado, un pequeño resalte conduce hasta una zona donde el río queda encajado en la roca, sin cantos ni piedras. Recorridos unos 20 m llegamos a un pozo de 10 m de desnivel (Foto 6), por donde se precipita el agua, con su base ocupada por cantos rodados. Hacia el NE unos sumideros impracticables atraviesan un macizo estalagmítico y ponen en comunicación con la última parte conocida de momento de la cavidad. A ella se accede desde el pozo de 10 m debiendo realizar un péndulo a unos 4 m del fondo del mismo. En este punto nos encontramos sobre un macizo estalagmítico, que en dirección NE conduce a la cabecera de un nuevo pocete. En su fondo existe el sumidero por donde se pierde el agua que circula por la

cavidad y que es seguido por un largo laminador con bastante agua, el cual se ha podido seguir durante unos 40 o 50 m quedando pendiente el resto de la exploración.

### Génesis y morfologías

La génesis del sector conocido de la cavidad parece estar relacionada con una serie de fracturas de dirección variable, prevaleciendo las orientadas hacia el NNE-SSW. La boca está situada en el fondo de una gran dolina que hace que las aguas recogidas por ésta, y otras que vienen de las vertientes existentes más arriba, converjan en la cueva provocando una notable circulación de agua que aprovecha una profunda diaclasa para ir circulando. El agua arrastra piedras y derrubios hacia el interior de la cueva. Éstos son en parte depositados en el primer tramo de la cavidad, que a modo filtro hace que la corriente de agua arrastre cada vez menos materiales dejando a su paso depósitos de arenas. Superado el caos de bloques que hay a mitad de la cavidad, el agua circula prácticamente sin dejar depósitos, para precipitarse luego por el pozo de 10 m cuya génesis habría que buscar en la convergencia de dos fracturas que se cruzan en ese punto. En este último tramo estudiado de la cavidad, se observa un potente macizo estalagmítico que viene a cerrar la base del pozo hacia el NE, creando una gruesa pared que nos separa del sumidero por donde desaparecen las aguas.



Se han observado morfologías de circulación de agua en algunos puntos de la diaclasa situados a más de 10 m por encima del lecho del río, lo que indica la existencia de anteriores episodios de funcionamiento hídrico. Están pendientes de ser estudiados durante la próxima campaña, ya que el acceso a los mismos es bastante dificultoso debido a la estrechez de la fractura en muchos lugares.

## Agradecimientos

Hemos de agradecer en primer lugar a la Federación Española de Espeleología el patrocinio de las Campañas realizadas. A la Direcció General d'Esports del Govern Balear por la cooperació que hemos encontrado. A la secció d'espeleologia de l'ANEM, al GELL y, en especial, a la Federación Asturiana de Espeleología y a su presidente Juanjo González por la tramitación de los oportunos permisos, por su apoyo y sugerencias.

## Bibliografía

- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1977): El medio fluvio lacustre hipogeo de las cuevas de Mallorca y su asociación de morfologías. *Endins*, 4: 3-12
- HILL, C. & FORTI, P. (1997): *Cave Minerals of the World*. National Speleological Society. 463 págs. Huntsville, Alabama.
- MERINO, A. (1998) : Resultados de dos campañas espeleológicas en Picos de Europa (Asturias). *Endins*, 22: 67-79.

# LA GRAN DOLINA: OCUPACIONS HUMANES EN EL PLISTOCÈ INFERIOR DE LA SIERRA DE ATAPUERCA (Burgos, Espanya)

per Eudald CARBONELL <sup>1</sup>, Xose Pedro RODRÍGUEZ <sup>1</sup> & Robert SALA <sup>1</sup>

## Resum

L'excavació dels nivells inferiors de la Gran Dolina (TD, 4,5,6 i 7) ha permès conèixer el moment en què va començar l'ocupació de la Sierra de Atapuerca i quins van ser els tipus d'ocupacions que s'hi van produir durant el Plistocè inferior. L'anàlisi del registre arqueopaleontològic, que representa les estructures biòtiques i abiòtiques pretèrites, ens ha subministrat dades sobre el comportament econòmic i social dels homínids del Plistocè inferior i sobre les característiques ecològiques i climàtiques del seu entorn. La descoberta d' *Homo antecessor*, associat a les restes d'animals caçats i a les seves indústries lítiques, ha ajudat a comprendre l'ocupació primigènia d'Europa per bandes d'homínids procedents d'Àfrica ara fa prop d'un milió d'anys.

## Abstract

The excavation of the lower levels of the Gran Dolina (TD, 4,5,6 and 7) has permitted the identification of when the Sierra de Atapuerca was first settled by hominids and the types of settlements that took place during the Lower Pleistocene. The analysis of the archeo-paleontological record, which represents former biotic and abiotic structures, has provided data on the economical and social behaviour of hominids during the Lower Pleistocene and, on the ecological and climatic aspects of their environment. The discovery of *Homo antecessor* with associated hunted animal remains and lithic artefacts, has helped our understanding of the first settlements on Europe by hominid bands from Africa around one million years ago.

## Introducció

L'objectiu d'aquest treball és donar a conèixer de forma monogràfica i comprensible l'impacte antròpic que produïren els homínids del Plistocè inferior al complex càrstic d'Atapuerca mitjançant totes les dades científiques de les quals disposem fins ara. D'aquest període només contenen registre arqueopaleontològic els nivells 4, 5, 6 i 7 de la cavitat de Gran Dolina, en el complex de la Trinchera del Ferrocarril. Per tant, la base informativa en què es recolzarà aquest article serà l'anàlisi holística dels materials procedents de les excavacions portades a terme en aquest indret durant la dècada dels anys 90. L'àrea excavada dels diferents nivells amb ocupació humana és molt reduïda, aproximadament d'uns 10 m<sup>2</sup> per al nivell 4 i de 6 m<sup>2</sup> per als nivells 5, 6 i 7 (BERMÚDEZ *et al.*, 1999).

Sens dubte que l'estructura geològica, geomorfològica, l'ecologia, el clima i la vegetació constitueixen el marc contextual gràcies al qual es van poder desenvolupar les activitats de les bandes de caçadors recolectors mentre ocuparen les cavitats de la Sierra, fa prop d'un milió d'anys. L'eix vertebrador d'aquest article és explicar l'estratègia que desplegaran per sobreviure els homínids del Plistocè inferior.

## Context geològic i geomorfològic

La Sierra de Atapuerca està situada al Nord de la Península Ibèrica, concretament, es troba en el límit Nordoriental de la submeseta Nord o conca terciària del Duero. Es tracta d'una estructura anticlinal de direcció NW-SE. La seva cota màxima és el Alto de San Vicente de 1080 m d'alçària snm. Encaixada entre la Cordillera

<sup>1</sup> Àrea de Prehistòria de la Universitat Rovira i Virgili. Centre d'Estudis Avançats. (Unitat d'investigació associada al CSIC), Imperial Tarraco, 1, 43005 Tarragona, Espanya.

Cantàbrica i el Sistema Ibèric s'ubica en el Corredor de la Bureba. La Sierra de Atapuerca està composta de dolomies i calcarenites del Cretaci superior (Turonià-Santonian). Recolzats sobre aquesta estructura hi ha els dipòsits d'edat terciària (Miocè), formats per margues continentals, argiles i guixos.



Figura 1: Marc geològic on s'ubica la Sierra de Atapuerca. (Dibuix d'Alfredo Pérez González).

Figure 1: Geological framework of Sierra de Atapuerca. (Drawing by Alfredo Pérez González).

Aquesta estructura va ésser desmantellada per una fase erosiva. A finals del Terciari va començar un procés de carstificació que continuà durant el Quaternari i que va acabar desenvolupant un sistema de cavitats que s'obren a l'exterior a partir del Plistocè inferior. Al mateix temps, es desenvolupà una xarxa fluvial, que en el transcurs del mateix període va anar formant un seguit de terrasses, la més antiga de les quals coincideix amb la formació dels nivells de base de la Gran Dolina.

El relleu que acabem de descriure és una autèntica zona de pas que comunica la Conca de l'Ebre amb la Conca del Duero, en altres paraules, la mar Mediterrània i l'oceà Atlàntic. La travessen tres rius que, per ordre d'importància, són l'Arlanzón, afluent del Pisuerga -i aquest, a la seva vegada afluent del Duero, el Pico i el Vena -aquests dos darrers, afluents de l'Arlanzón-.

Existeixen una sèrie de factors estructurals que fan que aquesta zona sigui un complex fisiogràfic molt singular. La seva fisiografia condiona el paisatge de manera que l'estructura del relleu ha permès desenvolupar un ecotó de gran riquesa biòtica. Aquesta particularitat, afegida a la singularitat de les cavitats que han funcionat com a elements atractius han convertit l'indret en un jaciment excepcional per conèixer l'ocupació humana en el Plistocè inferior (fig.1).

## Gran Dolina: estratigrafia dels nivells inferiors

La Gran Dolina es va reblir de materials sedimentaris de diferent origen. Està composta per una seqüència d'11 unitats que, en total, representen 20 m de potència sedimentària. Els nivells inferiors són d'origen autòcton mentre que, a partir dels 3 i 4, tota la resta de nivells són originaris de l'exterior. Pertanyen al Plistocè inferior les unitats 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7 i només tenen registre biòtic les unitats 4, 5, 6 i 7. Les unitats 8, 9, 10 i 11 pertanyen al Plistocè mitjà i no són objecte d'anàlisi d'aquest treball (PARÉS & PÉREZ-GONZÁLEZ, 1995).

Les unitats de base 1 i 2 estan compostes per prop de 3 m de sorres d'origen endocàrstic. Aquesta cavitat, com ja hem dit abans, encara havia d'obrir-se a l'exterior i, per tant, la sedimentació de tipus fluvial és d'origen autòcton.

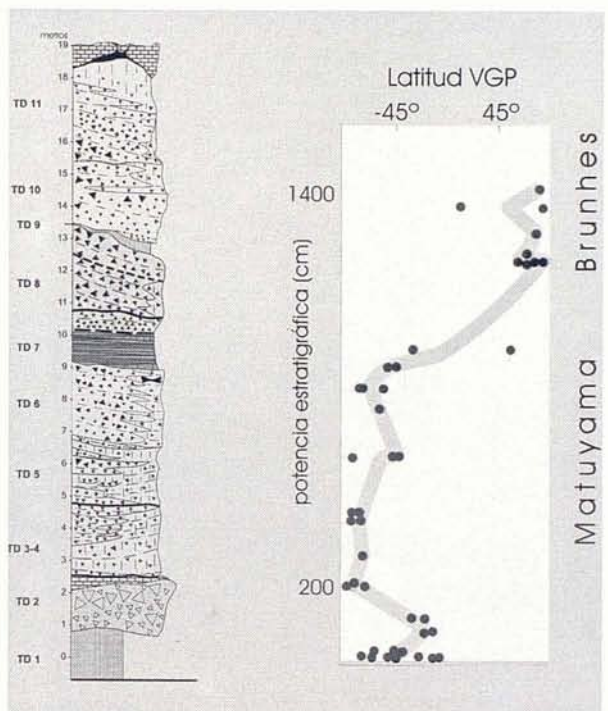


Figura 2: Seqüència estratigràfica de la Gran Dolina i magnetoestratigrafia. (Gràfic d'Alfredo Pérez González i Josep Maria Parés).

Figure 2: Stratigraphic column and magnetostratigraphy of Gran Dolina. (Diagram by Alfredo Pérez González and Josep Maria Parés.)

Les unitats 3 i 4, d'uns 2 m de potència, es caracteritzen per una fàcies constituïda per les sorres lutítiques de color vermellós-groguenc o marró fosc. Una altra subfàcies està composta per una alternància de clastos suportats inferiors a 3 cm, i llits amb matriu amb clastos que arriben fins i tot als 30 cm. Els nivells 3-4 representen una zona de canvi estructural pel que fa al ritme i a l'estructuració de la sedimentació del reompliment.

La unitat 5, d'una potència de 2,5 m, conté horitzons molt desenvolupats de clastos de fins a 60 cm de gruix, a més d'altres horitzons clàstics amb graves angulars. La matriu és de color marró fosc i està composta per sorres i argiles.

La unitat 6 té uns 2 m de gruix. Es caracteritza per ser més clàstica que les anteriors. Es compon de nivells clàstics amb una matriu argilosa. Les calcarenites i les lutites tenen un color vermell-groguenc i marró fosc.

La unitat 7 està formada per materials al·lòctons diversos i té un gruix de 1,5 m. Està composta per dos subfàcies, sorres laminades de color groc, graves i bretxes (fig. 2 i 3).

uns 950.000 anys (PARÉS & PÉREZ GONZÁLEZ, 1999; FALGUÈRES *et al.*, 1999). El clima era temperat i humit, el bosc estava molt desenvolupat i constituïa una part essencial de la coberta vegetal. Espècies dels gèneres *Quercus* i *Fagus* (roures, alzines i fajos) eren les espècies arbòries dominants, no gensmenys existien nogueres (*Juglans* sp.) i bedolls (*Betula* sp.). La presència d'oliveres silvestres (*Olea* sp.) ens indica un clima mediterrani que va anar canviant a mesura que s'ocupava la Gran Dolina, al final del Plistocè inferior. L'ambient es va fer més sec, els boscos es van anar reduint i els tàxons que indiquen humitat com els fajos, les nogueres i els bedolls van anar minvant (GARCÍA ANTON, 1995).

A l'estadi isotòpic 22, ara fa 850.000 anys, els boscos de roures i d'alzines estan ja ben instal·lats tot i que les sables, els ginebrons (*Juniperus* sp.) i els xipresos (*Cupressus* sp.) –tàxons característics d'ambients freds– hi són presents. Quan els homínids ocupen de forma més regular la cova, cap a l'estadi 21, el clima ja ha millorat molt. És possible que quan aquesta cavitat es va fer servir de refugi, el clima ja fos temperat i menys fred que en moments anteriors. Es tractaria, doncs, d'un clima de tipus mediterrani; l'*Homo antecessor* s'establiria a la Sierra de Atapuerca quan el clima de la Meseta era temperat.

Els animals vertebrats que coexistiren amb les bandes d'humans eren de totes les mides. Entre els 950.000 i 800.000 anys i entre els de talla mitjana i gran, eren comuns els herbívors com el rinoceront (*Stepharorhinus etruscus*), el cavall (*Equus altidens*), el bisont (*Bison voigstedtensis*), el cèrvol gegant (*Euclaceros giulii*), el cèrvol comú (*Cervus elaphus*) i la daina (*Dama "nestii" vallonetensis*) (VAN DER MADER, 1999). Pel que fa referència als carnívors, destacaven l'ós (*Ursus* sp.), la hiena (*Crocuta crocuta*) i el cànid (*Canis mosbachensis*) (GARCÍA & ARSUGA, 1999) (fig. 4).

La microfauna era molt diversa i estava ben caracteritzada. Estava formada per arvicòlids i d'altres rossegadors. Pel que fa als arvicòlids destacaven: *Allophiomys chalinei*, *Stenecranium gregaloides*, *Terricola arvidens*, *Pliomys episcopalis*, la rata d'aigua (*Mimomys savini*), *Iberomys huescarensisi* i els taups (*Microtus aconomus* i *Microtus minutus*). Hi havia també d'altres tipus de rossegadors: la marmota (*Marmota* sp.), el castor (*Castor fiber*), *Hystrix refossa*, *Elliomys helleri* i *Allocrietus* sp. (CUENCA-BESCÓS *et al.*, 1999).

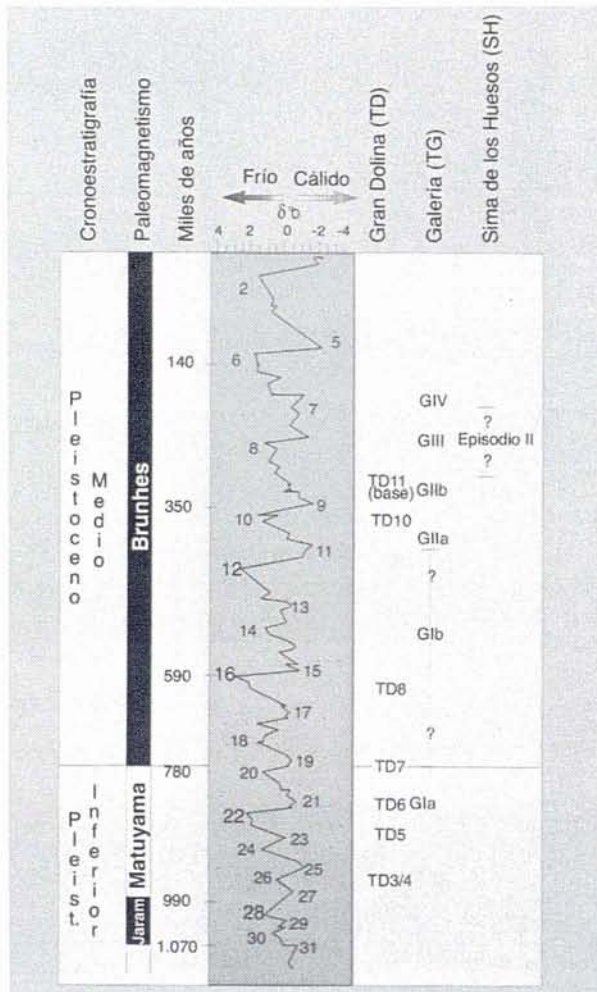


Figura 3: Seqüència climàtica i estadis isotòpics dels Jaciments de Sierra de Atapuerca. (Equip d'Atapuerca).

Figure 3: Climatic sequence and isotopic stages of deposits on Sierra de Atapuerca. (Atapuerca Group.)

## El marc ecològic i climàtic

Els homínids que van ocupar per primera vegada Gran Dolina ho feren durant el Plistocè inferior, possiblement en el transcurs de l'estadi isotòpic 27, ara fa

## Homínids i activitats en el Plistocè de la Gran Dolina

Tota la informació estructural que tenim i que fa referència a les formes de viure de les bandes d'homínids prové del nivell 6 (fig. 5 i 6). La cacera i la recol·lec-

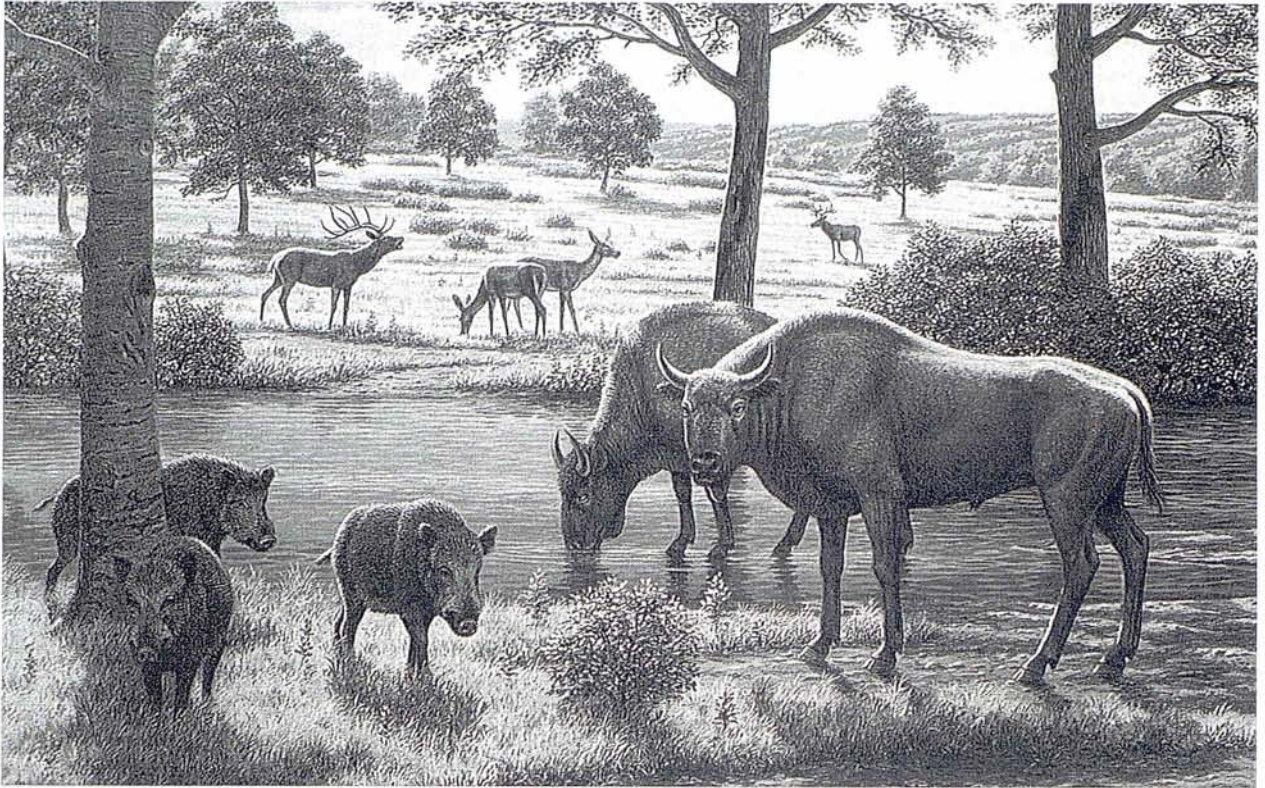


Figura 4: Representació ideal de la fauna del nivell TD6. (Dibuix de Mauricio Anton).

Figure 4: Idealised representation of the fauna at Doline Trench TD6 level. (Drawing by Mauricio Anton.)

ció estan comprovades empíricament (DÍEZ *et al.*, 1999; FERNÁNDEZ-JALVO *et al.*, 1996; 1999). Pel que coneixem en base al registre deixat per aquests homínids, eren uns generalistes que caçaven i aportaven a la cavitat per consumir tota mena d'herbívors, proboscídids, rinoceronts, bisonts, cavalls, cèrvols gegants i de mida normal, daines, porcs senglars i també altres homínids.

No transportaven al campament els animals de gran pes, només ho feien amb els de mida mitjana i petita. Sembla ser que hi havia un accés primari als vertebrats i que els animals eren caçats de forma intencional. L'objectiu era aconseguir biomassa sense que els importés l'espècie caçada. L'estratègia que desenvolupaven es basava en un aprofitament d'ampli abast i en un consum sistematitzat de la carn.

Es possible que, pel que fa als animals de mida mitjana i petita, els homínids només els discriminessin per la facilitat de la seva cacera i per la seva abundància.

Els sis homínids d'edats diferents -dos individus infantils, dos adolescents i dos adults- que s'han localitzat al nivell 6 poden representar una part d'una banda caçada i consumida (BERMÚDEZ *et al.*, 1999; ARSUAGA *et al.*, 1999). Si en realitat es tracta d'una banda, cal pensar que la pràctica del canibalisme fou un fet habitual entre els homínids de la Gran Dolina. Efectivament, els sis individus que hem identificat fins ara presenten impactes de materials durs en forma de cops i de marques de tall en les seves parts anatòmiques, impactes produïts pel treball de carnisseria.

Analitzant les superfícies òssies de les restes dels homínids hem pogut saber que els individus van ser sotmesos de forma sistemàtica a un procés de desmembrament, els van separar el crani i les extremitats del tronc. A més, hi ha marques d'incisions, talls i raspates en els ossos llargs i les falanges per tal d'aprofitar la biomassa (FERNÁNDEZ-JALVO *et al.*, 1996; 1999).

L'anàlisi de les restes anatòmiques de la Gran Dolina ens diu que les marques dels ossos són les característiques del canibalisme gastronòmic. Per tant,

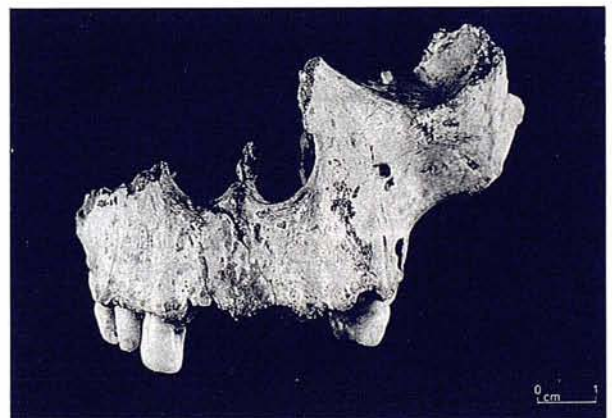


Figura 5: Maxil·lar d'*Homo antecessor*. (Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid).

Figure 5: Maxilla of *Homo antecessor*. (Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.)

hem de descartar el canibalisme ritual. Normalment aquest canibalisme es practica entre diferents ètnies o bandes, es fa difícil pensar que en el cas d'Atapuerca i durant el Plistocè inferior, es practiqués l'endocanibalisme ja que aquesta pràctica entre poblacions reduïdes d'individus hauria portat a la seva pròpia extinció.

És factible pensar que a la Sierra de Atapuerca hi haguessin diferents bandes d'homínids allí instal·lades. La lluita intraespecífica podria haver estat el motor del canibalisme, d'aquesta manera s'eliminaven competidors a la vegada que es podia disposar fàcilment de proteïnes. Podem pensar que, una vegada eliminats els adults d'una banda, els infants restaven indefensos i, com a conseqüència, podien ser canibalitzats amb molta facilitat. Sens dubte que, si aquesta pràctica va ser sistemàtica, ho devia ser en moments d'una elevada demografia, moments en què és possible que moltes bandes ocupassin l'indret per aprofitar les seves bones condicions ecològiques.

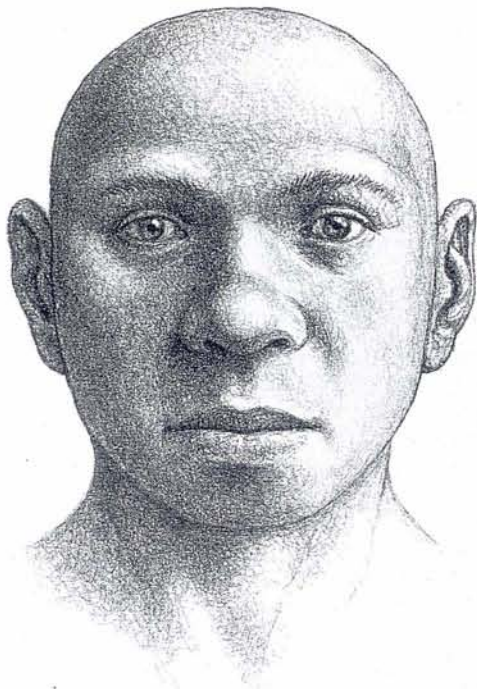


Figura 6: Reconstrucció de l'aspecte d'*Homo antecessor*. (Dibuix de Mauricio Anton).

Figure 6: Reconstruction of the aspect of *Homo antecessor*. (Drawing by Mauricio Anton.)

A banda de les hipòtesis que puguem formular per explicar la seva existència, el què sí que podem afirmar sense cap mena de dubte és que el canibalisme que es practicava a la Gran Dolina, fa uns 800.000 anys, és el més antic que coneixem fins ara en el nostre planeta.

Pel que fa referència a les altres activitats al marge de la cacera, hem pogut documentar la de la recol·lec-

ció. Hem descobert restes de fruit de lledoner (*Celtis australis*) associades a les restes d'homínids. És possible que aquests fruits fossin recol·lectats i traslladats a la cavitat per ser consumits com a complement vegetal a les proteïnes d'origen animal. No devien ser els únics fruits consumits ja que l'ecosistema era molt ric i produïa decenes de productes vegetals aeris i subaeris que de ben segur els homínids aprofitaven per a la seva alimentació.

## Tipus d'ocupacions en el Plistocè inferior de Gran Dolina

A la part superior del nivell 4 de la Gran Dolina és on es localitza el primer registre d'impacte humà (CARBONELL & RODRÍGUEZ, 1994; ROSELL, 1998). Està representat per una associació de restes de vertebrats amb quatre peces lítiques. Sens dubte, el material que prové d'aquest nivell sembla ser fruit d'una ocupació marginal de la cavitat. El fet de que les restes òssies no tinguin marques de tall i l'escassetat d'eines lítiques ens indicaria una baixa activitat antròpica durant aquesta primera ocupació.

Al nivell 5 també es troba l'associació de vertebrats amb eines lítiques. Aquí s'ha identificat una ocupació a l'interior de la cova durant la qual hi tingué lloc molt poca activitat antròpica. Una sèrie de restes òssies d'herbívoros van ser matxucades de forma intencional, acció sens dubte dels homínids per extreure el moll dels ossos. La presència d'un còdol de pedra calcària així ho indicaria i la d'algunes peces elaborades associades a fauna també ens indica petits impactes ocupacionals en el transcurs de la deposició dels sediments de l'esmentat nivell (CARBONELL *et al.*, 1999a).

Al nivell 6 s'han trobat més de 200 eines lítiques, 2000 restes de fauna i prop de 100 registres esquelètics d'homínids (fig. 7). Aquestes troballes trenquen de forma abrupte els impactes ocupacionals enregistrats amb anterioritat i ens fan plantejar l'existència d'ocupacions amb impactes temporals llargs i consistents. Sembla ser que la Gran Dolina va arribar a funcionar com a un campament central a partir del qual els homínids del Plistocè inferior organitzaven de forma estructural les seves activitats (CARBONELL *et al.*, 1999a).

L'impacte antròpic del nivell 6, que té una representació qualitativa i quantitativa excepcional en comparació amb els registres que s'havien exhumat fins arribar en aquest nivell, és indicatiu de l'arribada de contingents humans a la Meseta i de l'ocupació sistemàtica de la Sierra de Atapuerca per bandes organitzades.

Al nivell 7 localitzem un impacte de molt baixa intensitat, possiblement esporàdic. Solament una Base Positiva ha estat identificada, associada a unes restes de bòvids en connexió anatòmica (VAN DER MADE, 1999).



Figura 7: Eina unifacial feta en pedra calcària del nivell TD6. (Universitat Rovira i Virgili).

Figure 7: Single faced stone tool lying on limestone at TD6 level. (Universitat Rovira i Virgili.)

Per tant, podem constatar que a la Sierra de Atapuerca durant el Plistocè inferior hi ha un registre ocupacional diacrònic i que és representatiu d'una presència discontinua en aquestes cavitats. La baixa intensitat ocupacional està lligada a bandes d'homínids molt reduïdes que circulen per la zona en moments en què la seva demografia era baixa. Aquests impactes marginals es barregen amb moments d'important creixement demogràfic i d'emigracions de bandes d'homínids cap a la Meseta i de la seva instal·lació en les cavitats de la Sierra i en la zona que l'envolta.

Per conèixer si els impactes demogràfics que s'han enregistrat a la Gran Dolina es poden generalitzar a tot el sistema de cavitats de la Sierra i a la resta de la Meseta, caldria excavar altres coves del mateix sistema. Possiblement, d'aquesta manera, es podria arribar a saber si van existir altres ocupacions sincròniques en la zona durant el Plistocè inferior (CARBONELL *et al.*, 1999b).

## Corolari

Progressivament en el continent Eurasiàtic s'han començat a descobrir registres que pertanyen al Plistocè inferior. Els anys 90 han estat prodigiosos; els jaciments del Corredor de Palestina havien estat els més vells que s'havien identificat, però en l'actualitat la

descoberta i l'excavació de Dmanisi (Caucas), Ceprano i Monte Poggiolo (Itàlia), Fuentenueva i Gran Dolina (Península Ibèrica) està proporcionant una informació molt valuosa per entendre l'expansió dels homínids fora d'Àfrica i poder conèixer així les formes de vida d'aquestes bandes d'homínids plistocens, totalment desconegudes (BERMÚDEZ *et al.*, 1999; CARBONELL *et al.*, 1998).

Alguns dels problemes que es plantegen tenen, ara per ara, una difícil solució. En el Plistocè inferior eurasiàtic hi ha tres espècies d'homínids. A Dmanisi, les restes identificades pertanyen a *Homo ergaster* i les de Ceprano pertanyen a *Homo erectus*, mentre que a la Gran Dolina d'Atapuerca el tàxon identificat és *Homo antecessor*. És possible que la poca quantitat d'efectius trobats no permetin un estudi pormenoritzat i una identificació clara dels tàxons, no gensmenys, no hem d'oblidar que en l'actualitat, a Dmanisi hi ha dos cranis i una mandíbula humana associats a milers de restes d'indústria i que a la Gran Dolina d'Atapuerca hi ha més d'un centenar de restes humanes identificades i centenars d'instruments, que en una futura excavació augmentaran de forma geomètrica.

Per poder generalitzar el comportament de les bandes humanes del Plistocè europeu, farà falta l'estudi i l'anàlisi pormenoritzada dels registres a més de la realització de futures intervencions.

## Agraïments

El treball de camp ha estat possible gràcies al patrocini de la Junta de Castilla y León. La recerca està finançada per la Dirección General de Investigación Científica y Técnica de España (projecte nº. PB96-1026-C03-01). Aquest article forma part del projecte: *Migration and diffusion of hominids and anatomically modern humans in the Mediterranean Basin in Early Prehistory: palaeoenvironments, routes, settlements, subsistence*, suportat econòmicament per European Union (TMR Network, ERBFMRXCT970102).

## Bibliografia

- ARSUAGA, J. L.; MARTÍNEZ, I.; LORENZO, C.; GRACIA, A.; MUÑOZ, A.; ALONSO, O. & GALLEGO, J. (1999). The human cranial remains from Gran Dolina Lower Pleistocene site (Sierra de Atapuerca, Spain). *J. Hum. Evol.* 37: 431-457.
- BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M.; ARSUAGA, J.L.; CARBONELL, E.; ROSAS, A.; MARTÍNEZ, I. & MOSQUERA, M. (1997). A Hominid from the Lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: possible ancestor to Neandertals and modern humans. *Science* 276: 1392-1395.
- BERMÚDEZ, E.; CARBONELL, E. & ARSUAGA, L. (1999) Eds. Gran Dolina site: TD6 Aurora Stratum (Burgos, Spain). *J. Hum. Evol.* 37, n 3/4.
- BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M.; CARBONELL, E.; CACERES, I.; DÍEZ, J.C.; FERNÁNDEZ-JALVO, Y.; MOSQUERA, M.; OLLÉ, A.; RODRÍGUEZ, J.; RODRÍGUEZ, X.P.; ROSAS, A.; ROSEEL, J.; SALA, R.; VERGÉS, J.M. & VAN DER MADE. (1999). The TD6 (Aurora stratum) hominid site. Final remarks and new questions. *J. Hum. Evol.* 37: 695-700.

- CARBONELL, E & RODRÍGUEZ, X.P. (1994). Early Middle Pleistocene deposits and artifacts in the Gran Dolina site (TD4) of the "Sierra de Atapuerca" (Burgos, Spain). *J. Hum. Evol.* 26: 291-311.
- CARBONELL, E.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M.; ARSUAGA, J.L.; DíEZ, J.C.; ROSAS, A.; CUENCA-BESCÓS, G.; SALA, R.; MOSQUERA, M. & RODRÍGUEZ, X.P. (1995). Lower Pleistocene hominids and artifacts from Atapuerca-TD6 (Spain). *Science* 269:826-830.
- CARBONELL, E.; MOSQUERA, M.; RODRÍGUEZ, X.P.; SALA, R. & VAN DER MADE, J. (1998). Out of Africa: the dispersal of the earliest technical systems reconsidered. *J. Anthropol. Archaeol.* 18:119-136.
- CARBONELL, E.; GARCÍA ANTÓN, M.D.; MALLOL, C.; MOSQUERA, M.; OLLÉ, A.; RODRÍGUEZ, X.P.; SHANOUNI, M.; SALA, R. & VERGÉS, J.M. (1999a). The TD6 level lithic industry from Gran Dolina, Atapuerca (Burgos, Spain). Production and use. *J. Hum. Evol.* 37: 653-693.
- CARBONELL, E.; ESTEBAN, M.; MARTIN, A.; MOSQUERA, M.; RODRÍGUEZ, X.P.; OLLÉ, A.; SALA, R. & VERGÉS, J.M. (1999b). The Pleistocene site of Gran Dolina Sierra de Atapuerca, Spain. A History of the archaeological investigations. *J. Hum. Evol.* 37: 313-324.
- CUENCA-BESCÓS, G.; LAPALNA, C. & CANUDO, J. I. (1999). Biochronological implications of the Arvicolidae (rodentia, Mamalia) from the Lower Pleistocene hominid-bearing level of Trinchera Dolina 6 (TD6, Atapuerca, Spain). *J. Hum. Evol.* 37: 353-373.
- DÍEZ, J.C.; FERNÁNDEZ-JALVO, Y.; ROSEEL, J. & CÁCERES, I. (1999). Zooarchaeology and taphonomy of Aurora Stratum (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Spain). *J. Hum. Evol.* 37:623-652.
- FALGUÉRES, CH.; BAHAIN, J.J.; YOKOHAMA, Y.; ARSUAGA, J.L.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M.; CARBONELL, E.; BISCHOFF, J. & DOLO, J.M. (1999). Earliest humans in Europe: the age of TD6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain. *J. Hum. Evol.* 37: 343-352.
- FERNÁNDEZ-JALVO, Y.; DÍEZ, J.C.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M.; CARBONELL, E. & ARSUAGA, J.L. (1996). Evidence of Early Cannibalism. *Science*. 271: 277-278.
- FERNÁNDEZ-JALVO, Y.; DÍEZ, J.C.; CÁCERES, I. & ROSELL, J. (1999). Human cannibalism in the early Pleistocene Of Europe (Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *J. Hum. Evol.* 37: 591-622.
- GARCÍA ANTON, M. (1995). Paleovegetación del Pleistoceno Medio de Atapuerca a través del análisis polínico. In (J.M. Bermúdez de Castro, J.L. Arsuaga & E. Carbonell, Eds) *Human Evolution in Europe and the Atapuerca Evidence / Evolución humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca*, Vol, 1, pp. 147-166. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- GARCÍA, N. & ARSUAGA, J.M. (1999). Carnivores from the Early Pleistocene hominid-bearing Trinchera Dolina 6 (Sierra de Atapuerca, Spain). *J. Hum. Evol.* 37: 415-430.
- PARÉS, J.M. & PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1995). Paleomagnetic age for hominid fossils at Atapuerca Archaeological site. Spain. *Science* 269: 830-832.
- PARÉS, J.M. & PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1999). Magnetochronology and satirgraphy at Gran Dolina section, Atapuerca (Burgos, Spain). *J. Hum. Evol.* 37: 325-342.
- ROSELL, J. (1998). Les premières occupations humaines à la Sierra de Atapuerca (Burgos, Espagne) les niveaux TDW-4 et TDW-4B. In *Les comportements de subsistance au Paléolithique. XVIIIe rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Ed APDCA, Sophia Antipolis, p.154-162.
- VAN DER MADE, J. (1999). Ungulates from Atapuerca TD6. *J. Hum. Evol.* 37: 389-413.



# CARACTERÍSTICAS ESPELEOLÓGICAS DEL KARST DE LA REGIÓN DE GIBARA (Cuba)

por José E. CORELLA <sup>1</sup>, Hannes ECHTINGER <sup>2</sup> y Juan J. GUARCH <sup>1</sup>

## Resumen

La región de Gibara, una de las más interesantes del país, no tenía hasta el presente un estudio que ofreciera una visión general de las características de las cavernas que posee. Sólo se habían realizado trabajos puntuales en las distintas cuevas y simas conocidas, los cuales no ofrecían datos acerca del karst en conjunto de la zona.

Para realizar este trabajo los autores tuvieron en cuenta toda la información de los distintos grupos espeleológicos e investigadores que han estudiado, de una forma u otra, la región. Posteriormente se analizó toda la información que sobre las cavernas se poseía, la cual fue procesada en valores porcentuales para poder brindar, de una manera más explícita, un panorama de las características espeleológicas de esta interesante región del oriente cubano.

## Abstract

The Región de Gibara, one of Cuba's most interesting, has not been previously studied with the aim of producing an overall view of its karst and caves; only specific studies have been carried out on its known caves and potholes, and these do not give us a general view of this region's karst.

In order to carry out this task, the authors have taken into account the work produced by different speleological groups and investigators who have studied, in one way or another, this region. The collected data was then analysed and represented in percentages to afford a more informative way of viewing the speleological characteristics of this eastern Cuban region.

## Introducción

Desde tiempos remotos las cavernas han sido un accidente geográfico que ha llamado siempre la atención del hombre, pues desde los albores de la historia fueron utilizadas como lugares ceremoniales, funerarios e incluso habitacionales. Con el transcurso del tiempo pasaron a ser objeto de estudio de muchos investigadores, creándose la ciencia llamada Espeleología, que se dedica a investigar estos antros subterráneos; por lo que se puede decir que es una disciplina consagrada al estudio de las cavernas, de su génesis y de su evolución, del medio físico que representan, de su poblamiento biológico actual o pasado, así como de los medios y las técnicas adecuados para su examen (GEZE, 1968).

Cuba posee una gran cantidad de simas y cavernas kársticas las cuales se han ido investigando a través del tiempo, destacándose la zona de la Sierra de los Órganos, en Pinar del Río, el Norte de Matanzas,

etc. También la zona oriental posee interesantes karsts, en este trabajo se aborda un estudio de las cavernas que se ubican en la región de Gibara, siendo una de las más interesantes del país por todas las características que posee, tanto superficiales como subterráneas.

## Materiales y métodos

Para realizar este estudio se subdividió la región en varios sectores, utilizando para ello la metodología propuesta por CORELLA (1995), en la que realiza esta operación analizando las distintas características morfológicas, geológicas, genéticas y karstológicas de la zona, dando como resultado 7 sectores kársticos.

Entre los parámetros que se utilizaron para la caracterización de las cuevas por sectores se encuentra la génesis, es decir, si son freáticas, vadosas, marinas o tectónicas. También se tomó en cuenta el tamaño, parámetro en el que se utilizó la nomenclatura de: pequeñas, para aquellas cuevas horizontales de 1 a 100 m de desarrollo o las simas que su profundidad oscilaba entre 1 y 20 m; medianas, para las cuevas

1 Dr. Jose E. Corella y Juan J. Guarch - Comité Espeleológico Provincial de Holguín - Apartado 46 CP 80.100 Holguín - CUBA

2 Dr. Hannes Echtinger - Geógrafo - Altenhof 52 - A-5622 Goldegg - AUSTRIA

entre 101 m y 500 m o las simas que tenían entre 21 y 40 m de profundidad; grandes para las cavernas mayores de 500 m y las simas con profundidades que excedieran los 40 m. Además se utilizó la disposición espacial, que puede ser: vertical, horizontal o inclinada.

## Desarrollo

### DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA

La región de Gibara se extiende al Noroeste de la provincia de Holguín, en la zona oriental del país. Sus límites son: por el Norte el tramo costero que se extiende desde Punta de Mangle hasta la bahía de Gibara; por el Este la mencionada bahía y los márgenes del río Cacoyuguín; por el Sur la vertiente meridional de la Sierra de Candelaria; por el Oeste la ladera occidental de esta Sierra y de las Lomas de Cupeicillo, concluyendo nuevamente en Punta de Mangle lo que conforma un área de unos 320 km. Dentro de ella se hallan una serie de paisajes kársticos disímiles que agrupan toda una gama de morfologías, tanto epigeas como hipogeas, que la distinguen de las restantes zonas de Cuba.

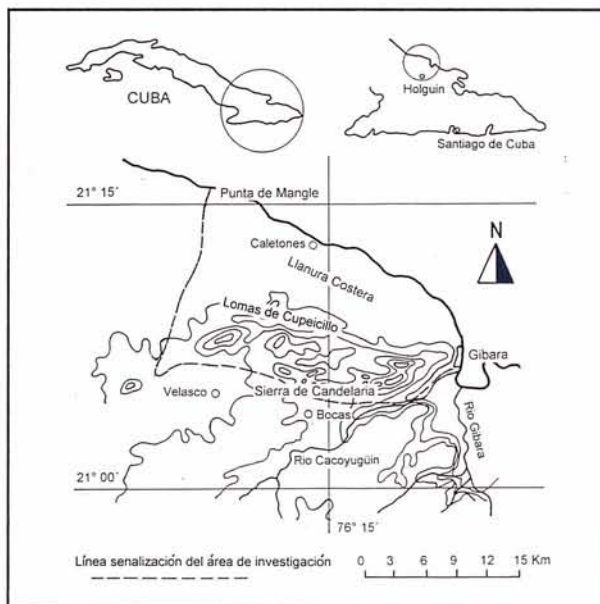


Figura 1 : Mapa de situación de la región estudiada

Figure 1: Situational map of the region studied.

Las corrientes fluviales están ausentes en casi toda el área, sólo el río Cacoyuguín serpentea cerca de la Sierra de Candelaria pero sin entrar en contacto con la zona carbonatada, no existiendo por tanto casi ninguna influencia fluvial en toda la región, a excepción de un cañón kárstico que origina el mencionado río al penetrar por el Este a las Lomas de Cupeicillo. Por tanto, la mayor parte del agua pluvial se infiltra hacia el subsuelo contribuyendo al incremento del manto freático que subyace aproximadamente a la misma altura del nivel del mar. Este manto tiene una descarga que fluctúa

entre 1,0 l/seg. y 5,0 l/seg. (D.G.S.F. 1985) y drena hacia la costa Norte y hacia la bahía de Gibara formando importantes surgencias kársticas en ambos litorales.

Esta región, netamente carbonatada, contiene seis formaciones geológicas, que se denominan Jaimanitas, Vázquez, Jobal, Gibara, Rancho Bravo y Vigía (JAKUS, 1983); todas ellas formadas por calizas y margas, aunque aparecen intercalaciones de porfiritas, tobas, serpentinitas, etc. Las formaciones Jobal y Gibara pertenecen al Cretácico, mientras que Vázquez, Rancho Bravo y Vigía son, en sentido general, del Eoceno. La formación Jaimanitas es la más reciente de todas, calculándose su edad en el Pleistoceno; algunos autores consideran que es correlacionable con el interglaciar Sangamon de Norteamérica.

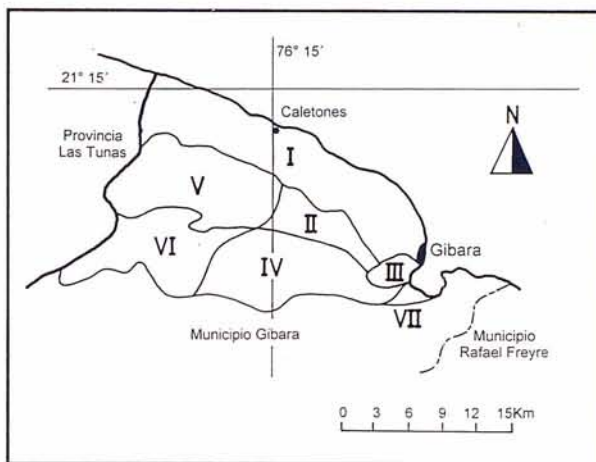


Figura 2: Sectorización de la región estudiada: I. Sector Llanura Costera. II. Sector Granadal. III. Sector Polja del Cementerio. IV. Sector Cupeicillo Candelaria. V. Sector del Jobal La Gegira. VI. Sector Sierra de Bocas Velasco. VII. Carso de Pantano.

Figure 2: Area boundaries of the region studied.

### CARACTERIZACIÓN DE LOS SECTORES

#### Sector Llanura Costera:

Esta área está formada por una extensa llanura costera kárstica que no sobrepasa los 10 m.s.n.m. La mayoría de las cavernas de esta zona son de origen freático y se hallan completamente inundadas; este tipo de cavernas constituyen el 96,6 % de las existentes en el Sector y poseen generalmente un solo nivel de galerías. Su comunicación con el exterior es por medio de dolinas de corrosión y desplome muy parecidas a las que se encuentran en la Llanura Cársica Meridional del Sur de La Habana, en Cuba, y a las que se abren, bajo el nombre local de *cenotes*, en la península de Yucatán, en México (NÚÑEZ, 1967). La mayor es la denominada Tanque Azul (PÉREZ y CORELLA, 1992), que tiene hasta el momento un desarrollo de más de 2.800 m, ocupando el primer lugar en el país de entre las cavernas subacuáticas. Estas cuevas poseen galerías bastante rectilíneas y salas de cierta magnitud y su dispo-

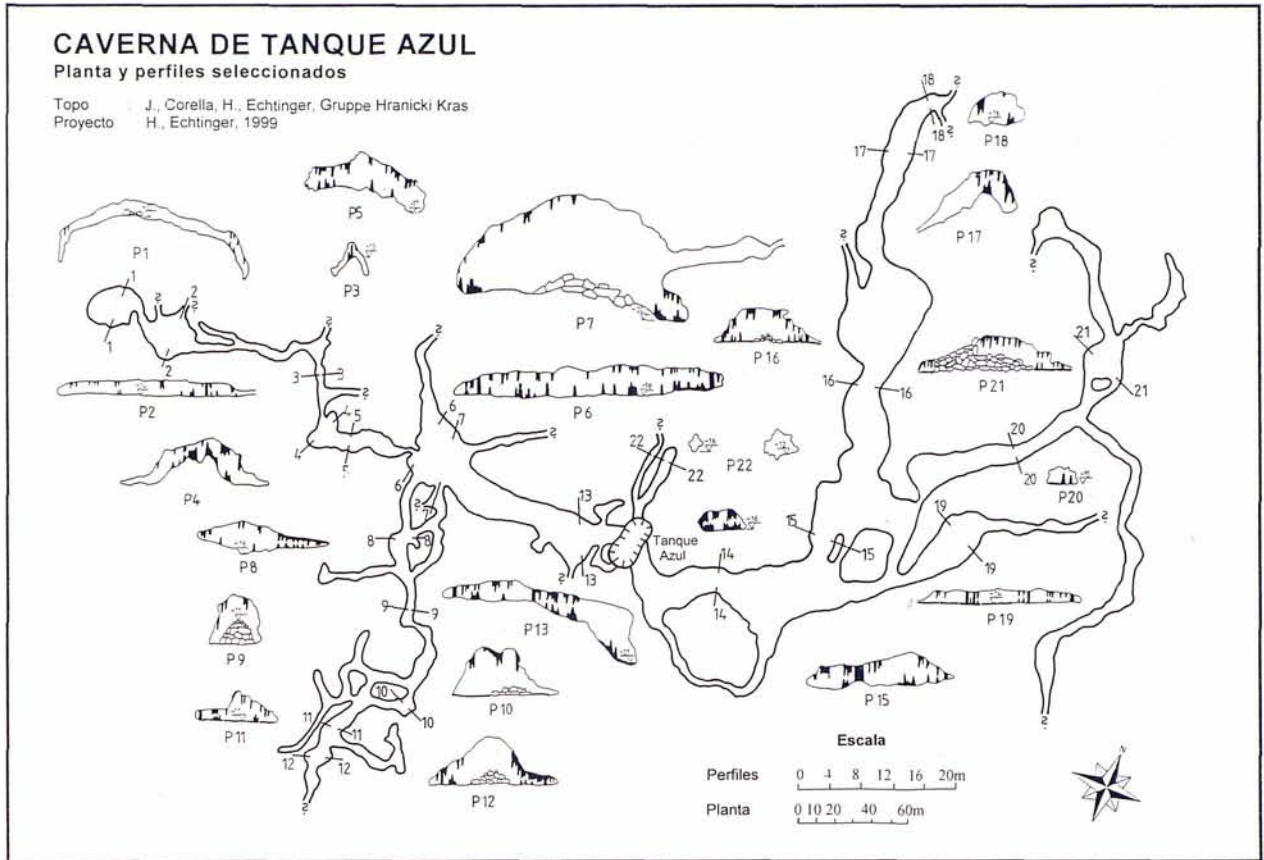


Figura 3: Plano de la Caverna Tanque Azul, la cueva inundada mayor de Cuba con 2.800 m de desarrollo.

Figure 3: Plan of the cave Caverna de de Tanque Azul, Cuba's largest subaquatic cave with a total survey length of 2,800 m.

sición espacial en la mayor parte de ellas es horizontal. Las concreciones litoquímicas son abundantes en casi todos estos antros, aspecto que denota que en una época anterior estas cavidades estuvieron desaguadas, durante descensos del nivel marino asociados a períodos glaciales, y con posterioridad las aguas subterráneas volvieron a ascender, tal y como se ven hoy en día. Este detalle es observable en numerosas cuevas que se abren a través de los karsts costeros de diversas partes del territorio cubano, así como en zonas llanas más alejadas de la costa (GUARCH, 1988).

Además de este tipo de cavernas existen también cavidades de origen marino que representan el 3,4 % dentro del área. Las más representativas son los llamados *voladizos* o *colgadizos* que se ubican al Oeste de la bahía de Gibara. Son unas pequeñas cavernas originadas por la acción del mar, cuando este se encontraba en dicho nivel. Actualmente estos antros se hallan secos e inactivos pues están a 7,56 m por encima del nivel actual de las aguas y a 165 m de la costa; esta cota se repite mucho en los nichos de marea fósil de Cuba (NÚÑEZ, 1990).

Como característica general se puede decir que en el Sector Llanura Costera las cavernas en su mayor parte son de pequeño tamaño, representando las de esta magnitud el 90,1 %, las medianas alcanzan el 3,3 % y las grandes el 6,6 %. La disposición espacial predominante en el área es la horizontal (96,9 %), lo cual

conuerda con la génesis de los conductos, alcanzando las verticales el 3,1 %. La zona posee el 20,0 % de las cuevas que se hallan en la región kárstica de Gibara.

#### Sector Granadal:

Este sector está constituido mayoritariamente por sistemas de terrazas marinas que ocupan niveles que van desde 10-20 hasta 20-40 m.s.n.m. La mayor parte de las cavidades que existen son de origen freático (66,6 %), poseyendo en muchos casos lagos activos en sus galerías más profundas. Generalmente tienen dos niveles de galerías bastante rectilíneas, comunicados por pequeños resaltes.

Las cuevas vadosas están constituidas por pozos verticales de pequeño tamaño, pues no sobrepasan los 20 m de profundidad, presentando en sus fondos acumulaciones de tierra y clastos. Ninguno de ellos alcanza el nivel de las aguas subterráneas, y constituyen el 33,4 % de las cavidades existentes.

En cuanto al tamaño, predominan las cavidades pequeñas (66,6 %), mientras que las medianas representan el 33,4 %; cuevas de grandes dimensiones no han sido encontradas hasta el momento. La disposición espacial predominante es la horizontal (59,2 %), frente a la vertical (40,8 %), no existiendo conductos sensiblemente inclinados.

Con relación a los depósitos litoquímicos, que no



Foto 1 : Formaciones secundarias de Cueva de la Fuente, una de las más extensas espeluncas de la Sierra de Gibara.

Photo 1: Secondary formations in the cave Cueva de la Fuente, one of the most extensive in the Sierra de Gibara.

son muy abundantes, lo más significativo son unas formaciones anulares, encontradas en una de las cavidades, que parecen constituir un nuevo tipo genético de espeleotema, por lo menos para Cuba (Corella, J., op cit). Este Sector posee el 17,0 % de las cuevas de la región.

### Sector Cupeicillo - Candelaria:

Dentro de este Sector se encuentran las alturas de la Sierra de Candelaria y las Lomas de Cupeicillo, elevaciones erosivas y petrogénicas que conservan huellas de antiguas terrazas marinas (I.C.G.C; 1978). Representan un complejo horst asimétrico, constituido por bloques calizos, dolomíticos y brechas calcáreas (PANOS, 1988), en los que se ha desarrollado un intenso karst tanto superficial como subterráneo (NÚÑEZ, 1972; VIÑA, 1982; GUARCH y PÉREZ, 1996).

En este Sector las cuevas que más abundan son las de origen vadoso, pues representan el 52,3 % de las existentes. Estas cavidades están constituidas por conductos verticales o subverticales que en ocasiones alcanzan desniveles hasta de 70 m. A veces están formadas por uno o varios pozos sucesivos, unidos por secciones horizontales o inclinadas. Generalmente no poseen formaciones secundarias y el fondo de las gru-

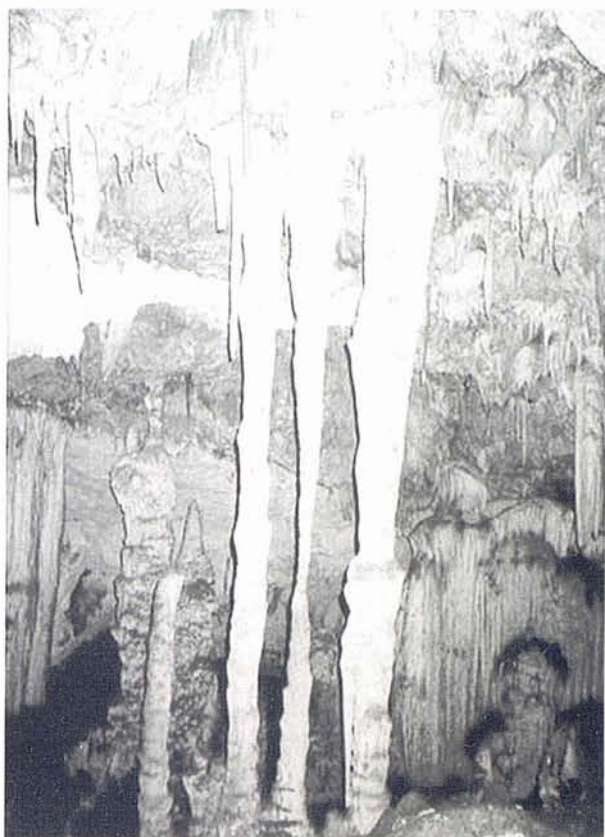


Foto 2 : Galerías de la Cueva de la Fuente. Ejemplo de las cuevas freáticas horizontales que abundan en la región.

Photo 2: Galleries in the Cueva de la Fuente. An example of the abundant horizontal phreatic caves found in this region.



Foto 3: Sima Candelaria. Entrada vertical de esta importante sima que ejemplifica las cavernas de desarrollo vertical de la zona.

Photo 3: Sima Candelaria. The vertical entrance to this important pothole which exemplifies the pots of this area.

tas se halla ocupado por tierra de acarreo superficial y depósitos clásticos. La descarga hacia el acuífero se realiza por medio de grietas impenetrables, aunque existen cavernas que, debido a su profundidad, entran en contacto con las aguas subterráneas.

Otro tipo de cavernas existentes son las freáticas, que constituyen el 35,7 % del total; estas cuevas se

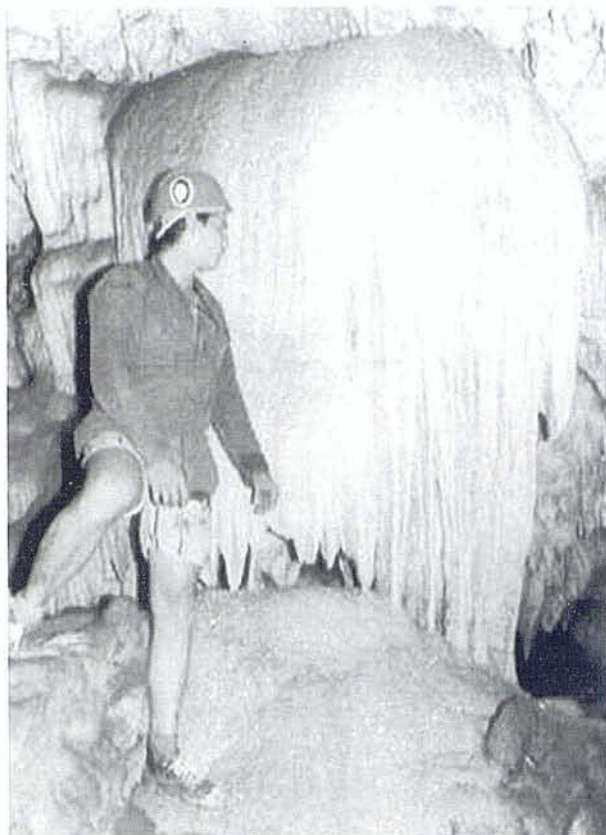


Foto 4 : Interior de Sima Candelaria donde se puede observar el gran desarrollo de los depositos litoquímicos que existen en dicha cueva.

Photo 4: Inside the Sima Candelaria, where extensive areas of lithochemical deposits can be seen.

caracterizan por tener varios niveles de galerías y por seguir todas la dirección del eje de fracturación regional (GUARCH, 1995).

Los sedimentos litoquímicos van a jugar un papel muy importante, pues se presentan en gran número y variedad, lo que indica que este proceso en una época fue muy importante. Aparte de estos espeleotemas aéreos, también aparecen en numerosas cuevas que están por debajo de la cota 100 m, grandes acumulaciones litoquímicas típicas de los medios lacustres. Esto denota que estas espeluncas han pasado, por lo menos, por un período de inundación después de haberse formado los espeleotemas aéreos, cubriéndose por los cristales carbonáticos subacuáticos.

Además de las cuevas antes señaladas también hay algunas cuya génesis está relacionada con la acción erosiva de las aguas marinas, aunque en la actualidad se hallan ocupando cotas de 50 m.s.n.m., por lo que son nichos de marea fósiles que reflejan antiguos niveles marinos. Estas cavidades representan el 12,0 % de las existentes en el Sector y se hallan relacionadas, en cuanto a su altitud, con algunos paleoniveles freáticos de las restantes cavernas de la zona en estudio.

El tamaño de las cavernas en todo el Sector se distribuye de la siguiente forma: las pequeñas ocupan el

59,7 %, las medianas el 26,1 % y las grandes el 14,2 %. La disposición espacial de los conductos se manifiesta con un 47,6 % en las verticales mientras que las horizontales ocupan el 50,0 % y las inclinadas solo son el 2,4 %. Las cuevas de Cupeicillo - Candelaria representan el 25,6 % de las existentes en toda la región, siendo el Sector que más posee.

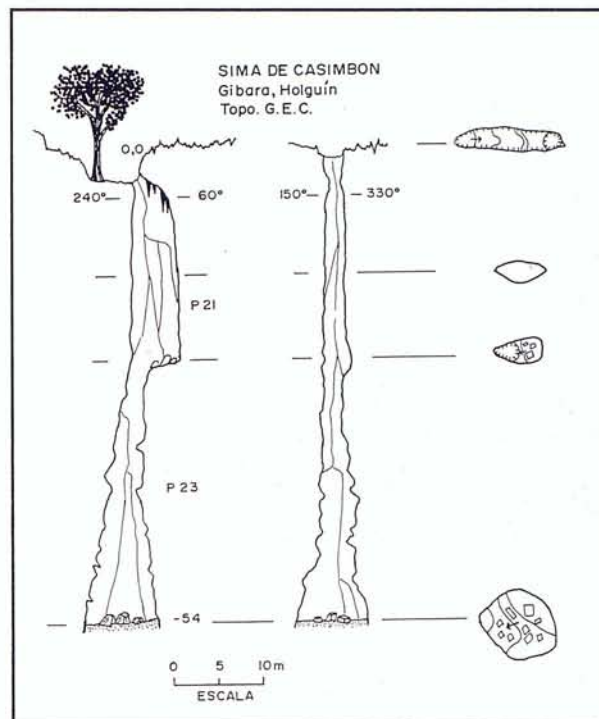


Figura 4 : Topografía de la Sima de Casimbón, ejemplo de cueva excavada por las aguas vadasas.

Figure 4: Topography of the pothole Sima de Casimbón, an example of a cave excavated by vadose waters.

### Sector Polja del Cementerio:

Este sector está formado por un interesante polje, en cuyo fondo se abren las mayores cavidades de toda la región de Gibara, que constituyen un Sistema Cavernario con un desarrollo total cartografiado de 11.000 m (CORELLA, 1991).

La mayor parte de las cavernas son de origen freático representando éstas el 95,4 %. En ellas se forman cuatro niveles de galerías, estando el inferior ocupado por las aguas freáticas que constituyen grandes lagos intercomunicados entre si por medio de sifones o bóvedas sifonantes. La disposición espacial de estos conductos es horizontal, aunque muchos, por poseer sus entradas formadas por dolinas de corrosión y desplome, poseen esas secciones verticales. Los depósitos que más destacan son los litoquímicos, que ocupan grandes áreas, bloqueando en ocasiones, la continuación de numerosas galerías. En estos tipos de cavidades es posible observar numerosas huellas de antiguos lagos freáticos que se encuentran inactivos, existiendo

en algunas de ellas superposiciones de estos nichos fósiles.

Aparte de este tipo de cueva también existen conductos vadosos, formados por las aguas de circulación vertical que constituyen el 4,6 % de las existentes. Estas simas poseen verticales entre los 15 y 30 m de profundidad, albergando en sus fondos pequeños salones y galerías, en algunos casos colmatados por arrastres terrígenos y depósitos litoquímicos.

La mayor parte de las cuevas de este Sector son de mediano tamaño, representando las de esta magnitud el 45,4 %, las pequeñas 29,2 % y las grandes ocupan el 25,4 % .

La disposición espacial característica del área, con un 95,4 % de las cuevas es la horizontal, que concuerda con el origen de la mayoría de las cavidades, mientras que las verticales ocupan el 4,6 %. Las primeras se corresponden con las freáticas y las segundas con las vadosas. Estas cuevas, representan el 13,4 % de las existentes en todo el karst de Gibara.

### **Sector Jobal - La Gegira:**

Se desarrolla en parte sobre el macizo Cupeicillo en su porción más occidental y sobre un curioso sistema de poljés longitudinales de fondos cóncavos, cuya disposición areal y posiciones escalonadas reflejan su origen, en una red de valles antiguos fuertemente karsificados.

La mayor parte de las cavidades son freáticas, con pisos horizontales y pequeños pozos que comunican unos niveles con otros. El nivel de las aguas subterráneas se observa en las partes más profundas en forma de grandes lagos de aguas dulces de alta mineralización. Recientemente se comenzó a explorar un tipo de cavidad freática, desarrollada a partir de una falla vertical preexistente, que presenta hasta el momento el mayor desnivel alcanzado en la provincia con -90 m.

De acuerdo con los trabajos de campo realizados en el área, se puede decir que las cuevas de origen freático representan el 83,3 %, mientras que la vadosas computan el 13,3 % y las tectónicas el 3,4 %.

Las cavidades que más predominan en cuanto a su tamaño son las pequeñas, representando el 53,3 %; las medianas alcanzan el 33,3 % y las de gran tamaño el 13,4 %. Analizando su disposición espacial las horizontales predominan con el 73,3 % mientras que las verticales ocupan el 20,0 % y las inclinadas el 6,7 %. Este Sector posee el 18,2 % de las cuevas de Gibara.

### **Sector Bocas - Velasco:**

Este Sector está formado por dos paisajes muy diferentes desde el punto de vista morfológico. El primero está constituido por la porción Oeste de la Sierra de Candelaria y el segundo por un gran poljé que separa la mencionada Sierra de las Lomas de Cupeicillo. Dicho poljé posee una longitud de 12 km por una

anchura máxima de 3 km; su fondo está constituido por grandes extensiones de roca estructural, parcialmente cubierta por depósitos terrígenos, que desciende escalonadamente hasta la altura de 30 m.s.n.m. (Panos, V., op cit).

La mayor parte de las cavidades existentes son de origen freático (80,0 %). Presentan galerías bastante rectilíneas con abundantes formaciones secundarias, pequeños pozos que unen los niveles activos con los inactivos y presencia de procesos bastante avanzados de dolinización en las zonas inactivas de los conductos.

También aparecen cuevas de origen vadoso (20,0 %), por lo general constituidas por clásicas simas verticales o subverticales, que alcanzan como máximo -39 m. Estas simas están desprovistas casi totalmente de formaciones secundarias y sus fondos se hallan cubiertos por sedimentos terrígenos o bloques.

La mayoría de las cavernas son de mediano tamaño (70,0 %), mientras que las pequeñas alcanzan un valor del 20,0 % y las grandes el 10,0 %. La disposición espacial predominante es la horizontal (80,0 %), mientras que las verticales tienen un valor porcentual del 20,0 %.

Este Sector es sumamente importante y sus cuevas tienen la característica de estar formadas por redes de galerías bastante laberínticas, denotando complicados procesos genéticos. Contiene el 6,4 % de las espe-luncas de la Región de Gibara, siendo el que menor número de ellas posee.

### **Sector Carso de Pantano:**

No ha sido evaluado en este trabajo debido a que casi no existen datos acerca de sus características hipogeas, pues se halla enterrado dentro de la ciénaga costera, ocupando el Oeste de la bahía de Gibara. No obstante se puede inferir que en un momento dado tuvo cierto desarrollo kárstico, cuando los niveles de las aguas marinas estaban más bajos que en la actualidad, ya que se observan conductos subterráneos en la costa por donde drenan las aguas freáticas. Ese es el caso de la surgencia del Tejar que posee una descarga de 10 l/seg. Estos conductos no han podido ser penetrados hasta el momento, pues se hallan parcial o totalmente bloqueados por los sedimentos cenagosos. En estos momentos lo que se puede afirmar es que forma parte de la zona kárstica interior, pero la conexión con ella no ha podido ser determinada con exactitud.

## **Conclusiones**

En sentido general y atendiendo a los parámetros antes señalados en el análisis de cada sector, se obtiene que las cavernas que más abundan en la región son las freáticas, las cuales representan el 72,0 % de las existentes y le siguen las vadosas con el 23,0 %. Por lo que se puede ver, las aguas freáticas fueron el agen-

	LLanura costera		Granadal		Cupeicillo Candelaria		Polja del Cementerio		Jobal - La Gegira		Bocas Velasco	
<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	141,0		17,0		60,0		6,5		69,0		52,0	
<b>Cavernas estudiadas</b>	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%	Anz.	%
	45	20	37	16,4	57	25,6	30	13,4	41	18,2	15	6,4
<b>Densidad*</b>	3,2		21,8		9,5		46,2		5,9		2,9	
<b>Génesis</b>												
Freáticas	43	96,6	21	66,6	20	35,7	28	95,4	34	83,3	12	80,0
Vadosas	0	0,0	13	33,4	30	52,3	2	4,6	5	13,3	3	20,0
Marinas	2	3,4	0	0,0	7	12,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Tectónicas	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	3,4	0	0,0
<b>Tamaño</b>												
Grandes	3	6,6	0	0,0	12	14,2	8	25,4	5	13,4	2	10,0
Medianas	1	3,3	13	33,4	15	26,1	13	45,4	14	33,3	10	70,0
Pequeñas	40	90,1	24	66,6	30	59,7	9	29,2	22	53,3	3	20,0
<b>Disposición Espacial</b>												
Horizontales	43	96,9	22	59,2	28	50,0	28	95,4	30	73,3	12	80,0
Verticales	2	3,1	15	40,8	26	47,6	2	4,6	8	20,0	3	20,0
Inclinadas	0	0,0	0	0,0	3	2,4	0	0,0	3	6,7	0	0,0

\* Sobre O. Schaubeger, 1955, (Cavernas / 10Km<sup>2</sup>)

Tabla 1: Características espeleológicas de las cavidades de los distintos sectores kársticos de la Región de Gibara, expresadas en porcentajes, sobre un total de 225 cuevas estudiadas.

Table 1: Speleological characteristics of the different karstic areas within the Región de Gibara, expressed as percentages, of the 225 caves under consideration.

<b>Génesis</b>	Cantidad	%	<b>Tamaño</b>	Cantidad	%	<b>Disposición Espacial</b>	Cantidad	%
Freáticas	161	72	Grandes	30	12	Horizontales	163	73
Vadosas	53	23	Medianas	66	29	Verticales	56	23
Marinas	9	4	Pequeñas	129	59	Inclinadas	6	3
Tectónicas	2	1						

O., Schaubeger, 1955, Über die vertikale Verteilung der nordalpinen Karsthöhlen. (In: Mitteilungen der Höhlenkommission, Heft 1, S 21-28)

Tabla 2: Características generales de las cavidades del endocarst de la región, expresadas en porcentajes, sobre un total de 225 cuevas estudiadas.

Table 2: General characteristics of the region's endocarst, expressed as percentages of the 225 caves under consideration.

te decisivo en la formación de cavidades en la región, no interrumpiéndose este proceso en la actualidad, pues como se ha señalado, existen muchas que permanecen en contacto con el acuífero. También las aguas de infiltración o vadosas han jugado un papel

importante; este proceso parece ser más joven en el área estudiada y está asociado a grandes morfologías de lapiaz, manteniéndose activo actualmente.

La mayor parte de las cuevas son de pequeño tamaño (no mayores de 100 m, ni con verticales de más

de 20 m de profundidad), aunque existen cavernas que sobrepasan el kilómetro de desarrollo y simas de más de 90 m de desnivel, pero las de esta magnitud no son las más abundantes. La disposición espacial predominante es la horizontal (73,0 %), aspecto que coincide plenamente con el origen de la mayoría de los conductos freáticos que siguen la dirección de las aguas subterráneas en su desplazamiento hacia el mar, en donde están sus zonas de emisión.

Aparte de las características que se señalan, se pueden citar una serie de elementos comunes para esta región, que se repiten en cada uno de los sectores. Entre estos aspectos se observan la ausencia total de corrientes fluviales, lo cual conforma un drenaje totalmente subterráneo de las aguas pluviales, estando presentes las típicas zonas de alimentación, conducción y emisión. Otro aspecto que merece ser resaltado es el gran desarrollo del exokarst o karst superficial, en el que aparecen un gran número de dolinas, poljés, campos de lapiaz (a veces gigantes), sumideros, grietas, etc., los cuales juegan un papel fundamental en la absorción de las aguas de lluvia, que, directa o indirectamente, son las causantes de las numerosas morfologías subterráneas existentes. Analizando las características del exokarst que se presenta, se puede inferir que esta región se halla en un período entre el Juvenil y el de Madurez, siguiendo la metodología de LLOPIS (1982).

En cuanto a los niveles de cavernamiento estos están determinados por las oscilaciones del mar durante el Cuaternario, observándose galerías desde los 120 m.s.n.m. hasta conductos que en la actualidad se encuentran inundados y coinciden altimétricamente con las aguas marinas. Además, existen cavernas que poseen huellas de haber contenido antiguos lagos freáticos, así como numerosas morfologías reconstructivas propias de los medios lacustres como por ejemplo formaciones fungiformes, espongiiformes, pisos estalagmíticos, etc.; lo que da a entender que los niveles de las aguas subterráneas han variado mucho a través del tiempo, presentándose incluso reinundaciones freáticas en muchas de las cavernas.

La región kárstica de Gibara es una zona muy interesante desde el punto de vista espeleológico y merece que en ella se realicen estudios que aclaren muchas de las incógnitas que todavía prevalecen a la hora de evaluar los distintos procesos que han ocurrido en el área. Este trabajo es sólo un intento de brindar un panorama de las características generales que se presentan, lo cual significa que hay que continuar las investigaciones en esta interesante región que se extiende al Norte de la provincia de Holguín.

## Bibliografía

- CORELLA, J. (1991): Estudio geoespeleológico de la cueva Quinqué-Lechuza. Simposio de Espeleología de Holguín.
- CORELLA, J. (1995): Regionalización de carst de Gibara. Simposio Iberoamericano de Espeleología. La Habana.
- CORELLA, J. y PÉREZ, P. (1982): La Caverna de Tanque Azul. Congreso de espeleología de América Latina y el Caribe.
- DIRECCIÓN GENERAL DE SUELOS Y FERTILIZANTES (1985): *Suelos de la Provincia de Holguín*. Editorial Científico-Técnica. 112 p. La Habana.
- GÉZE, B. (1968): *La espeleología científica*. Martínez Roca. España.
- GUARCH, J. J. (1988): Las Cuevas del Guafe. *Juventud Técnica*, 243: 46-50. Edit. Abril de la UJC. Ciudad de La Habana, Cuba.
- GUARCH, J. J. (1995): Características del carso de la Sierra de Candelaria. Jornada Científica del C.I.T.M.A. Holguín.
- GUARCH, J. J. y PÉREZ, L. (documento sin publicar): Características exocársicas de la Sierra de Candelaria. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*. Venezuela.
- I.C.G.C. (1978): Atlas Nacional de Cuba. 143 p. Editora I.C.G.C. La Habana.
- JAKUS, P. (1983): Formaciones vulcanógeno-sedimentarias y sedimentarias de Cuba oriental. In: *Contribución a la geología de Cuba oriental*, 17-85. Edit. Científico-Técnica. Ciudad de La Habana, Cuba.
- LLOPIS, N. (1982): *Fundamentos de la hidrogeología cársica*. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba. 269 p.
- NÚÑEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Edit. Academia de Ciencias. La Habana, Cuba. 224 pp.
- NÚÑEZ, A. (1972): *Geografía de Cuba*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- NÚÑEZ, A. (1989): *Medio siglo explorando a Cuba*. Editorial Imprenta Central de las FAR. La Habana.
- PANOS, V. (1988): Carsos de Cuba Oriental. In: *Studia Geographica*, 91. Edit. Geografický ústav. Checoslovaquia. 194 pp.
- VIÑA, N. (1982): Los Carsos de la parte oriental de Cuba. Coloquio Internacional sobre Hidrología Cársica del Caribe. La Habana.



## FORMACIONES FUNGIFORMES DEL MEDIO VADOSO EN LA SIMA DE LOS PORTALES (Cuba)

por Hannes ECHTINGER<sup>1</sup> y Juan J. GUARCH<sup>2</sup>

### Resumen

El presente trabajo trata sobre la descripción y el posible origen de un grupo de formaciones fungiformes halladas en la Sima de los Portales, ubicada en los cerros calizos de Maniabón que se alzan al norte de la región oriental de Cuba.

Esta sima, típicamente vadosa, no posee ningún indicio de haber contenido lagos freáticos en su interior y, por lo tanto, los espeleotemas están relacionados con lagos de aguas de acumulación que existieron durante los óptimos climáticos interglaciales. En estas etapas la pluviosidad en toda el área de las Antillas fue mucho más intensa que en la actualidad, lo que trajo como consecuencia que se formaran, durante un largo periodo de tiempo, lagos vadosos en la zona de aireación del karst.

Estos espeleotemas representan un nuevo tipo, atendiendo a su génesis, pues las formaciones fungiformes siempre se habían asociado con los lagos freáticos litorales y, que tengamos constancia, nunca se habían relacionado con el medio vadoso hipogeo.

### Abstract

In this present paper we describe and offer a possible explanation of the origins of mushroom-like speleothems found in the pothole Sima de los Portales which is situated in "cerros calizos", residual limestone hills or hums, that lie in the northern part of the Región de Maniabón in eastern Cuba.

This typical vadose pothole shows no evidence of having ever had phreatic lakes and therefore these speleothems, which are now 170 meters above sea level, are associated with accumulated-water lakes. These lakes formed during more humid and warmer interglacial periods during the Upper Pleistocene when the rainfall in the Caribbean was far more intense than it now is and this led to the formation and the long existence of these vadose lakes in the aeration zone of the karst.

These speleothems represent a new type with regard to their genesis as they have always been associated with phreatic littoral lakes and never with vadose zone lakes.

## Introducción

En la literatura espeleológica existe un tipo de formación secundaria que ha llamado mucho la atención a los investigadores, tanto por su morfología, como por los factores que intervinieron en su génesis. Son conocidos como espeleotemas fungiformes y fueron citados por vez primera por el Dr. A. Núñez en 1958, al presentar un estudio de estas formaciones halladas en las Cuevas de Caguanes (Sancti Spiritus, Cuba). Aparte de las cuevas de Caguanes, no han sido muy abundantes en Cuba las localidades con este tipo de espeleotemas. Las citas son dispersas a lo largo de la isla, como

es el caso de la cueva de Sinchán ubicada en Cabo Cruz, provincia Granma (GUARCH, 1988) y la de una gruta que se abre en la región de Guanayara, en la provincia de Sancti Spiritus (NÚÑEZ, 1967).

En otras regiones del mundo también las citas han sido escasas. Destacan las cuevas del Drac, en Mallorca (España), donde las fungiformes guardan un gran parecido con las de Caguanes (GINÉS & GINÉS, 1992); igualmente en Cerdeña (Italia) y en las Islas Bermudas han sido hallados estos espeleotemas que tienen cierta similitud con los encontrados en los karst cubanos y mallorquines. Es lógico pensar que en otras regiones del mundo, sometidas a procesos geológicos parecidos, existan cavernas con estos tipos de espeleotemas, pero la falta de datos al respecto impide

1 Dr. Hannes Echteringer - Geógrafo - Altenhof 52 - A-5622 Goldegg - AUSTRIA

2 Juan J. Guarch - Espeleólogo - Apartado 46 - CP 80.100 Holguín - CUBA

poder suministrar una información más amplia sobre estos fenómenos litoquímicos.

De acuerdo con las investigaciones que se han efectuado, las formaciones fungiformes deben su origen a inundaciones freáticas glacioeustáticas que han sufrido las cavernas después de haber pasado por un período seco, durante el cual se originaron estalactitas u otras formaciones. Posteriormente quedaron sumergidas parcial o totalmente, y por lo tanto, son propias de cavidades que han pasado por una segunda inundación freática (NÚÑEZ, 1967). Este tipo de espeleotemas registran pues, antiguas posiciones altimétricas del nivel marino (NÚÑEZ, 1973; GINÉS *et al.*, 1981).

Las formaciones que se estudian en este trabajo se ubican en la Sima de los Portales, la cual se abre en lo alto de un gran cerro calizo de igual nombre, al noreste de la provincia de Holguín. Las evidencias indican que fueron originadas dentro de las aguas vadosas, pues la génesis de la cavidad no posee indicios de haber tenido en ningún momento niveles de aguas freáticas, ya que se trata de una cueva totalmente vadosa, originada por las aguas de infiltración procedentes de las precipitaciones.

Indudablemente, las aguas originadoras de tales fenómenos litoquímicos tuvieron relación con los intensos cambios climáticos ocurridos en la región del Caribe durante los períodos interglaciales pleistocénicos, en los cuales los valores de las precipitaciones fueron mucho mayores que en la actualidad. Esto trajo como consecuencia una serie de cambios muy importantes y significativos en las regiones kársticas cubanas.

## Características del óptimo climático interglacial en Cuba

Los períodos glaciales no son más que lapsos de tiempo en los cuales una gran parte del planeta sufrió un intenso enfriamiento. Durante el máximo glacial existió un período de intensa sequía, señalado por LORENZO (1987) para el área del trópico americano (Cáncer), al apuntar que una glaciación en las altas latitudes provoca una disminución de la pluviosidad, acompañada por bajas temperaturas. Posteriormente ocurría todo lo contrario, o sea, un calentamiento progresivo del planeta hasta que se llegaba al óptimo climático interglacial, etapa en la que desaparecían los glaciales y las temperaturas se elevaban considerablemente, existiendo un clima cálido y húmedo.

Indudablemente, durante estos períodos ocurrieron una serie de alteraciones climáticas en cuanto al calentamiento solar, volumen de precipitaciones, niveles de las aguas marinas, etc. Los episodios interglaciales estaban emparejados a grandes eventos pluviales, particularmente en las regiones tropicales, donde las lluvias debieron de ser muy intensas.

Con respecto al clima que hubo en Cuba y en el resto de las Antillas han existido numerosas hipótesis,

pero en este trabajo se utilizarán las propuestas por SHANZER *et al.*, (1975), ORTEGA & GARCIA (1982) y ORTEGA & ZHURAVLIOVA (1983) entre otros, que plantean que los períodos húmedos coinciden con los óptimos interglaciales y los secos con los de máxima intensidad glacial (GARCIA, 1991). En los óptimos interglaciales el territorio cubano estaba afectado por grandes lluvias debido, entre otros aspectos, a que el agua del planeta se hallaba dentro del ciclo evaporación-condensación-precipitación. Al ser más reducidos los glaciales en los que estaba inmovilizado este elemento, hubo un gran incremento de las precipitaciones. "Durante el interglacial, en el hemisferio Norte ocurre una mayor evaporación en los mares tropicales, con lo cual se incrementa el ciclo extremo de precipitaciones y la franja desértica que en ocasiones se ha desplazado hacia el sur es empujada al norte, implantándose un pluvial en la franja tropical." (GARCIA, 1991).

En Cuba y según datos que se han obtenido, al final del último interglacial, hace unos 63 mil años A.P, se inició un pluvial que duró unos 4.000 años, el cual afectó el nivel de las aguas marinas al ascender unos 10 m con respecto al momento actual.

Analizando todas estas características climáticas, especialmente en lo que se refiere a las lluvias, es de suponer que durante estos períodos interglaciales las zonas de aireación del karst tuviesen una circulación hídrica superior a la actual, circulando un gran volumen de agua a través de todos sus intersticios o discontinuidades. Esto traería como consecuencia que numerosos lagos hipogeos que en la actualidad son estacionarios o inactivos fueran permanentes, por lo menos durante un largo período de tiempo, aumentando la ocurrencia de acuíferos colgados en la zona de aireación kárstica.

## La Sima de los Portales

### CARACTERÍSTICAS MORFOGENÉTICAS

Antes de pasar a realizar una descripción de la mencionada sima, se impone un análisis del Grupo Orográfico Maniabón, en el que está enclavado el cerro de los Portales, uno de los tantos que se elevan al norte de la ciudad de Holguín, y que conforman un paisaje muy exclusivo de esta región fisiográfica, famosa como una de las áreas típicas del karst cónico tropical (ACEVEDO, 1982).

Los cerros de Maniabón se distinguen principalmente por tener sus partes superiores formadas por calizas órgano-detríticas, masivas, con una edad probable del Campaniense-Maestrichtiense (Cretácico) pertenecientes a la Formación Iberia (JAKUS, 1983); mientras que sus bases están formadas por rocas serpentínicas al igual que la llanura que los rodea. Las laderas de los cerros, en su porción caliza, son muy verticales, llegando incluso a ser extraplomadas. En cambio, en la zona serpentínica las laderas son más suaves y van a desaparecer gradualmente en la llanura, lo

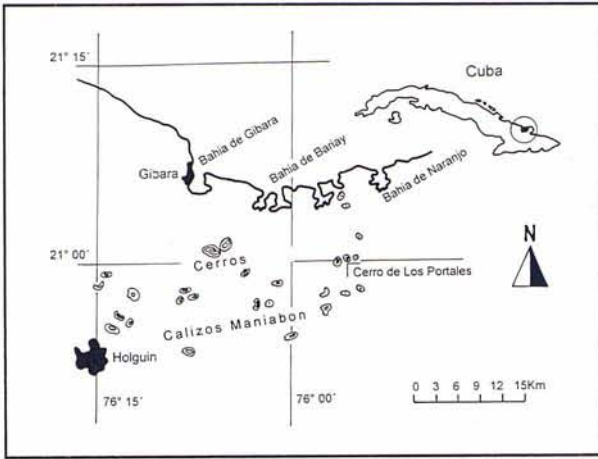


Figura 1: Ubicación geográfica de la región del Maniabón.

Figure 1: Geographic position of the Región de Maniabón.

que da a los cerros un aspecto muy característico, diferenciándolos del resto de los mogotes y elevaciones kársticas que existen en el país (GUARCH *et al.*, 1988).

Estos bloques calizos son alargados, teniendo la mayoría una forma irregular en planta y se incrustan en la profundidad de sus bases serpentiniticas de acuerdo con la longitud y anchura en el actual corte de erosión (KNIPPER & PUIG, 1967). Todas estas características hacen que posean una serie de condiciones para que en ellos se desarrolle un karst muy específico, considerado como: el tipo mejor desarrollado y más accidentado morfológicamente del carso aislado y disperso del mundo entero (PANOS, 1988).

Las cimas de estos *monadnocks* están surcadas por sistemas de diaclasas verticales producidas por los movimientos neotectónicos que ha sufrido la región; los

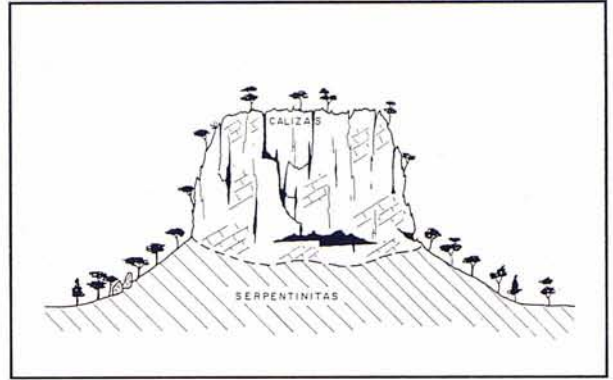


Figura 2: Corte idealizado de uno de los cerros.

Figure 2: Idealised section of one of the "cerros".

campos de lapiaz están fuertemente desarrollados e igualmente existen simas, dolinas y sumideros. La circulación hídrica vertical es muy intensa y ha creado, en muchos de ellos, grandes conjuntos de galerías descendentes, las cuales poseen sus formas de acumulación dentro del mismo macizo y drenan por las laderas de los mismos en la zona de contacto entre las calizas y las serpentinitas formando manantiales estacionales, pues éste es el nivel de base de los cerros.

La Sima de los Portales, como se expresó con anterioridad, se abre en lo alto de uno de estos macizos, el cual posee una altura de 212 m.s.n.m. teniendo un largo aproximado de 560 m por unos 400 m de ancho. La porción caliza es un gran bloque de aproximadamente 100 m de altura, de laderas muy verticales, en la cual las huellas del intemperismo se pueden observar claramente. La caliza está casi completamente expuesta y el lapiaz se desarrolla de una forma muy

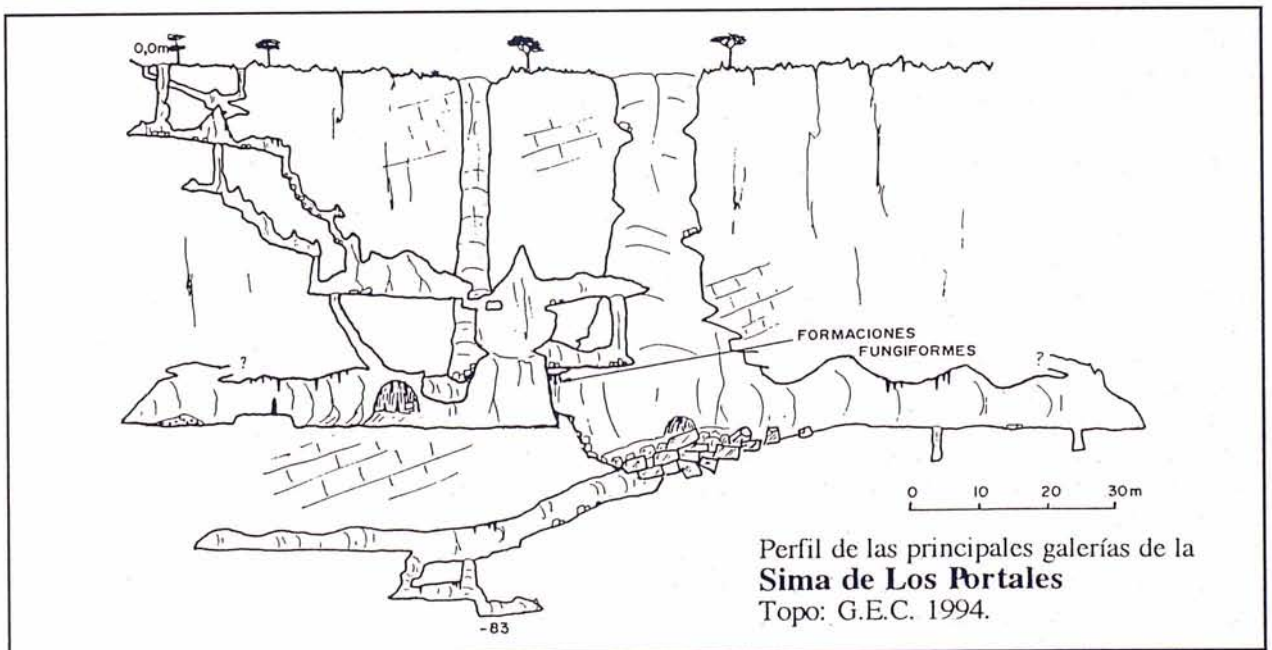


Figura 3: Topografía de la Sima de los Portales.

Figure 3: Topography of the pothole Sima de los Portales.

intensa, existiendo grandes surcos que recorren las laderas casi totalmente a modo de estrías. En la parte superior del cerro se abren una serie de simas y claraboyas que dan paso a esta importante cavidad, en donde los conductos forman un intrincado laberinto vertical, pues estos se van a ir intercomunicando a distintas profundidades hasta que aproximadamente a -60 m la cueva se torna horizontal, adquiriendo las galerías y salones una magnitud mucho mayor y volviéndose entonces algo laberíntica, siguiendo el cavernamiento la dirección del sistema de grietas predominante. La sima se originó debido a las aguas procedentes de las lluvias que en su recorrido vertical fueron ampliando las grietas preexistentes en estos sectores, siendo la erosión superior a la disolución; en cambio, en el sector inferior, donde las galerías son horizontales y de mayor magnitud, las aguas se acumularon producto de la cercanía de las rocas serpentínicas que impidieron su paso hacia el subsuelo. El contacto agua-caliza fue más duradero llegándose a desarrollar una morfología muy parecida a la de las cuevas freáticas, donde los procesos disolutivos superan a los erosivos. Cabe señalar que en algunos antros de Maniabón existen lagos hipogeos con estas mismas características que en la actualidad están activos (GUARCH & CRUZ, 1989).

Además de lo antes señalado, hay que destacar que en algunos sectores cavernarios existen morfologías que se corresponden con conductos de erosión inversa. Estos sectores fusiformes indudablemente son primarios y se unieron al resto de la cavidad al ser interceptados por los conductos anteriormente descritos.

Esta cavidad ha sido clasificada como vadosa, siguiendo la metodología de la Clasificación genética de las cuevas de Cuba (NÚÑEZ *et al.*, 1984), sus características hidrológicas corresponden a una cavidad indirecta absorbente, de caudal autóctono y su funcionamiento es estacional, correspondiéndose con los períodos lluviosos según los parámetros establecidos en el Atlas hidrogeológico de las islas del Caribe (MOLERIO, 1989).

## ORIGEN DE LAS FORMACIONES FUNGIFORMES VADOSAS

Antes de tratar el aspecto del origen de los espeleotemas fungiformes vadados de la Sima de los Portales, se hace necesario una breve reseña de como se desarrollan estos espeleotemas en su forma clásica, es decir, dentro del medio freático litoral de las cavernas.

Generalmente las formaciones fungiformes se originan en un medio lacustre litoral, influenciado por los ascensos y descensos que han sufrido los mantos freáticos costeros durante los períodos glaciales e interglaciales. La forma de ellas es geoide y su superficie en ocasiones es granulosa. Según estudios petrográficos que se han realizado, se estableció que están formadas por una roca algo friable, con alguna estra-

tificación de grano muy fino y, que en otros casos, son compactas (NÚÑEZ, *et al.*, 1984).

Su génesis se produce a partir de una estalactita u otra formación secundaria aérea que en un momento dado queda en contacto con las aguas de un lago hipogeo. Si estas aguas presentan una alta concentración de carbonato de calcio, éste se precipitará sobre estos espeleotemas vadados, acumulándose los cristales hasta dar origen a una formación fungiforme. Con respecto a la génesis de estas formaciones NÚÑEZ (1967) plantea: El origen de tales formaciones es lacustre. Efectivamente se originaron después que sus correspondientes estalactitas que estaban formadas en un ambiente aéreo; posteriormente subió el nivel freático por encima de las puntas de las estalactitas. Las aguas lacustres subterráneas cargadas de carbonato de calcio permitieron la concreción calcárea alrededor de las estalactitas, estalagmitas y columnas.

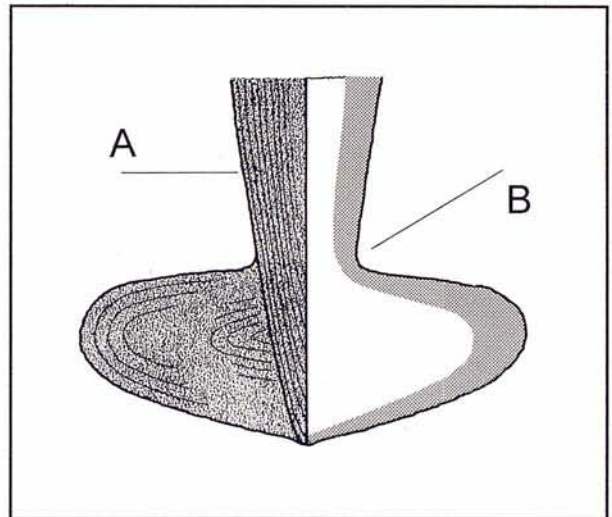


Figura 4: Dibujo de las formaciones fungiformes.

Figure 4: Primary drawing of the mushroom-like speleothems.

Si se realiza un corte longitudinal de una formación fungiforme dentro de ella se podrá observar una estalactita u otro espeleotema y alrededor de él, las distintas capas de carbonato que se fueron depositando a través del tiempo, siendo éste el aspecto más característico de estos tipos de formaciones secundarias. En la Sima de los Portales, están asociadas a una cavidad con características morfológicas y genéticas que se alejan totalmente de influencias freáticas litorales. Su origen está en relación con el recorrido de las aguas precipitacionales, a través de las grietas existentes en el cerro. Ahora bien, como se expresó con anterioridad, las partes más profundas de esta sima son horizontales debido a la cercanía de las rocas serpentínicas que impiden el avance vertical de las aguas. Las formas de emisión del antro están representadas por conductos que drenan al exterior a través de grietas que forman manantiales estacionales, sin emisiones hídricas impor-

tantes. Esto implica que si penetran grandes cantidades de agua en la cueva, estas se acumulan producto del escaso drenaje que poseen. Durante el último estadio interglacial, al ocurrir un importante aumento en la pluviosidad, a esta sima llegaba un gran volumen de agua que penetraba por las dolinas, claraboyas y grietas, hasta llegar a las zonas horizontales, donde se acumulaban, formando acuíferos colgados o aguas en lente a distintos niveles, que debieron permanecer estables durante un largo período de tiempo.

Es preciso señalar que no todas las zonas de la sima debieron estar comunicadas entre sí, es muy probable que los sectores en que existen las fungiformes no estuviesen comunicados directamente con el resto de la sima, estos se hallaban solo comunicados directamente con el exterior a través de grietas por donde entraba el flujo hídrico. Posteriormente, estos sectores se fueron uniendo al resto del antro producto de la disolución causada por las mismas aguas de acumulación que contenían, quedando unidos al resto de la cueva y desaguados al tener un mayor volumen de caverna que recorrer. El aspecto de la incomunicación de estos recintos se deduce por la presencia de helictitas asociadas a estas formaciones, que se originaron en un período posterior a las fungiformes, pero anterior al de la comunicación con el resto de la caverna, pues estos tipos de espeleotemas necesitan para formarse un ambiente cerrado, sin grandes corrientes de aire y una humedad ambiental bastante alta (NÚÑEZ *et al.*, 1984).

Durante la etapa en que los recintos cavernarios estuvieron conteniendo los pequeños lagos, la cantidad de carbonato disuelto en ellos fue bastante alta, formando lo que se conoce con el nombre de zinolita (NÚÑEZ *et al.*, 1984) o calcita flotante (LLOPIS, 1982), facilitando de este modo las deposiciones carbonáticas. Bajo estos parámetros no es ocioso pensar que se dieran las condiciones necesarias para que se fueran originando las fungiformes que hoy se observan en las puntas de las estalactitas de la sima.

Con respecto a la capacidad de las aguas vadasas para crear formaciones del medio acuático, hay que tener en cuenta que el concepto de espeleotema subacuático (*underwater speleothems*) no implica que estos hallan de corresponder necesariamente al medio freático, ya que son abundantes y numerosos los ambientes deposicionales subacuáticos instalados en plena zona vadosa de un macizo kárstico cualquiera (POMAR *et al.*, 1977).

Igualmente sabemos que, refiriéndose a otros tipos de deposiciones carbonáticas del medio lacustre como la zinolita, las perlas de cueva, los gours o represas, etc., éstas se pueden originar dentro de las aguas vadasas acumuladas durante largos períodos de tiempo (NÚÑEZ *et al.*, 1984), por lo que no se descarta la idea de que las fungiformes se puedan desarrollar en un medio parecido que reúna los parámetros necesarios para dar paso a su génesis. Por otra parte, estas formaciones de los Portales son bastante similares morfo-

lógicamente a las encontradas en las Cuevas de Caguanes (NÚÑEZ com. pers.), conteniendo también en su interior una estalactita.

Además de las fungiformes se observan otras huellas de inundaciones en varios sectores de la sima, como son nivelitas o marcas de agua, delgados pisos de zinolita muy mezclados con los sedimentos terrígenos, pequeñas concreciones carbonáticas cubriendo huesecillos y también se pueden observar pisos que denotan claramente fondos de antiguos lagos ya extintos.

## Conclusiones

Durante el Cuaternario y coincidiendo con los estadios interglaciales se produjeron en Cuba y en la región del Caribe una serie de cambios climáticos que influyeron notablemente sobre los karst isleños del área. Entre estos cambios está el aumento considerable de las precipitaciones, como consecuencia, la zona vadosa estuvo sometida a una circulación hídrica intensa, lo cual produjo que se formaran acuíferos colgados, apareciendo en el interior de las cuevas lagos que se mantuvieron durante un largo período de tiempo.

Esto influyó en los procesos genéticos de las cavernas, dando lugar también a la existencia de fenómenos litoquímicos propios de los medios freáticos como las formaciones fungiformes, pues se reunieron las condiciones necesarias para su desarrollo, tales como la existencia de estalactitas que penetraban en los lagos, el alto porcentaje de carbonato de calcio disuelto en las aguas y el poco movimiento de la masa hídrica, lo que propició un medio bastante semejante al freático, desarrollándose una morfología muy parecida a la de estos acuíferos.

Las formaciones fungiformes de la Sima de los Portales se pueden clasificar como fungiformes vadasas, ya que su origen está vinculado estrechamente con este tipo de aguas; son por tanto, en cuanto a su génesis, un tipo muy especial dentro de los depósitos litoquímicos subterráneos.

Estos espeleotemas hasta el momento solo han sido encontrados en la mencionada sima, pues en ella fue donde se reunieron todos los factores necesarios para su formación. No se descarta que en otras cavidades de los Cerros Calizos de Maniabón se puedan hallar, pues la mayoría presentan las mismas características de haber poseído en sus niveles inferiores lagos vadosos relacionados con estadios interglaciales e incluso, algunas de ellas, los presentan activos en la actualidad. Con el desarrollo de nuevas investigaciones y estudios en esta interesante región kárstica de montaña, quizás se puedan dar respuestas a un gran número de interrogantes que todavía existen, no solo con respecto a las fungiformes, sino a toda una serie de aspectos relacionados con el funcionamiento y la dinámica, tanto epigea como hipogea, de estos interesantes macizos kársticos.

## Bibliografía

- ACEVEDO, M. (1982): La región de Maniabón, Cuba: aplicación de una metodología de investigación geográfica, práctica y compleja a una región tropical. In: *Coloquio internacional sobre hidrogeología cársica de la región del Caribe*. Edit. Palacio de las Convenciones. Ciudad de La Habana, Cuba. pp 15.
- GARCIA, F. (1991): Hipótesis sobre el poblamiento temprano de Cuba a partir de un estudio paleoclimático del cuaternario. In: *Estudios Arqueológicos*. Edit. Academia de Ciencias. La Habana, Cuba. pp 1-25.
- GINÉS, A. y GINÉS, J. (1992): Las coves del Drac. *Endins*, 17: 5-20. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. y POMAR, L. (1981): Phreatic speleothems in coastal caves of Majorca (Spain) as indicators of mediterranean pleistocene paleolevels. *Proceedings Eighth International Congress of Speleology*, 2: 533-536. Bowling Green.
- GUARCH, J.J (1988): Las Cuevas del Guafe. *Juventud Técnica*, 243: 46-50. Edit. Abril de la UJC. Ciudad de La Habana, Cuba.
- GUARCH, J.J; CRUZ, J. y CASALS, C. (1988): Características cársticas de Cerro Alto. Provincia de Holguín. In: *Taller internacional sobre hidrogeología del carso de la región del Caribe (resúmenes)*. Edit. Palacio de las Convenciones. Ciudad de La Habana, Cuba. pp 21.
- GUARCH, J.J. y CRUZ, P.L. (1989): *Características hidrológicas de la Cueva del Lago*. Ponencia presentada a la Jornada de Arqueología y Espeleología de Gibara, Holguín, Cuba.
- GUARCH, J.J. y PEREZ, L. (1995): Las cavernas de los cerros calizos de Maniabón. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*, 20: 7-12. Edit. S.V.E. Caracas, Venezuela.
- JAKUS, L. (1983): Formaciones vulcanógeno-sedimentarias y sedimentarias de Cuba oriental. In: *Contribución a la geología de Cuba oriental*: 17-39. Edit. Científico-Técnica. Ciudad de La Habana, Cuba.
- LORENZO, J. (1987): Etapa lítica en el Norte y Centroamérica sobre el origen del hombre americano. In: *Historia general de América*. Edit. Italgráfica, S.R.L. Ciudad de Caracas, Venezuela. 431 pp.
- LLOPIS, N. (1982): *Fundamentos de hidrogeología cársica*. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba. 269 pp.
- MOLERIO, L. (1988): *Atlas hidrogeológico de las islas del Caribe*. Edit. Instituto de Hidroeconomía. La Habana, Cuba. 22 pp.
- NÚÑEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Edit. Academia de Ciencias. La Habana, Cuba. 224 pp.
- NÚÑEZ, A.; VIÑA, N.; ACEVEDO, M; MATEO, J.; ITURRALDE, M. y GRAÑA, A. (1984): *Cuevas y Carsos*. Editora Militar. La Habana, Cuba. 431 pp.
- ORTEGA, F y ANCIA, M. (1982): Determinación de las lluvias de Cuba durante la glaciación Wisconsin, mediante los relictos edáficos. *Cienc. tierra y espacio*, 4: 85-104.
- ORTEGA, F y ZHURAVLIOVA, I. (1983): Crítica a la hipótesis de los "dos Pleistocenos" a la luz de la información edafológica. *Cienc. de la tierra y espacio*, 6: 63-85.
- PANOS, V. (1988): Carsos de Cuba oriental. In: *Studia Geographica*, 91. Edit. Geograficky' ústav, Brno, Checoslovaquia, 194 pp.
- POMAR, L.; GINÉS, A y GINÉS, J. (1979): Morfología, estructura y origen de los espeleotemas epiacuáticos. *Endins*, 5-6: 3-17. Ciutat de Mallorca.
- SHANZER, V.; SHACKLETON, J. y OPDYKE, D. (1975): Sobre las formaciones costeras del Holoceno en Cuba, las terrazas pleistocénicas de la región Habana-Mantanzas y los sedimentos vinculados a ella. *Acad. de Ciencias Cuba. Secc. Geológica*, 21: 3-26.

# DIE CAVERNA DE TANQUE AZUL

## EIN SUBAQUATISCHES HÖHLENSYSTEM BEI GIBARA (Cuba)

von Hannes ECHTINGER<sup>1</sup>

### Zusammenfassung

Die Caverna de Tanque Azul im Osten Cubas ist das größte bekannte subaquatische Höhlensystem des Landes und mit bislang 2.800 Meter erforschter Gesamtlänge. Der Zugang zu dieser Großhöhle erfolgt über einen typischen Einsturzkessel, dem eigentlichen Tanque Azul, der den Menschen bereits seit über einem Jahrhundert als großes natürliches „Schwimmbecken“ bekannt ist.

In den verästelten Gängen des Systems öffnen sich eine Reihe von Kammern und Hallen, die Höhle ist reich mit verschiedenartigen Sinterformen wie Stalaktiten, Stalagmiten, Tropfsteinsäulen oder Sinterfahnen geschmückt.

Die Genese und Entwicklung des Höhlensystems weist drei verschiedene Phasen auf. Zur eigentlichen Höhlenentstehung kam es unter phreatischen Verhältnissen in der Folge von tektonischen Aktivitäten. Während der Kaltzeiten fiel die Höhle durch glazieostatische Meeresspiegelschwankungen über längere Zeiträume hinweg trocken, es bildeten sich die sekundären Tropfsteinformen, und schließlich wurde das System im Verlauf der holozänen Transgression wieder auf das heutige Niveau vollständig überflutet.

### Abstract

The Caverna de Tanque Azul, in eastern Cuba, is currently the country's largest inundated cave system with a total survey length of 2,800 meters. The entrance to this cave, which has the form of a large natural swimming pool, consists of a cenote, a collapsed doline, and the cave has been well known for over a century now.

The complex system of passages contain sequencies of chambers and rooms and the whole cave is richly decorated with the different kinds of speleothems such as stalactites, stalagmites, columns and drapery.

The genesis and development of this cave system shows three different stages. Firstly, the cave was formed under phreatic conditions as a result of tectonic activities. Then, during colder times, the cave fell dry over various long periods owing to glacio-eustatic fluctuations and the secondary dripstone forms originated. Finally, the system was inundated to its present-day level during the course of the Holocene transgression.

## Einführung

Die Caverna de Tanque Azul liegt im Nordwesten der Provinz Holguín, nahe dem Fischerdorf Caletones bei Gibara, im Osten Cubas. Die Zugänge zu diesem verzweigten subaquatischen Großhöhlensystem liegen unter dem Wasserspiegel in einem der typischen Einsturzkessel der Karstebene, dem eigentlichen Tanque Azul.

Aus Gesprächen mit den Einheimischen war zu erfahren, daß dieses geographische Phänomen seit etwa 1875 bekannt ist. Zahllose Menschen haben sich seitdem im glasklaren Wasser dieses großen, natürlichen Schwimmbeckens bei einem Bad erfrischt. Nur ganz wenige aber wissen, daß dies der Eingang in das

größte subaquatische Höhlensystem Cubas ist, und die Caverna de Tanque Azul auch zu einer der größten Höhlen diesen Typs weltweit gezählt werden kann.

Hier öffnen sich unter dem Wasserspiegel in Richtung Westen und Osten zwei der Hauptgänge des Systems, welche sich in zahlreiche Nebenäste teilen und verzweigen, und in eine Reihe von Kammern und Hallen münden. Die Schönheit der Höhle ist faszinierend, Gänge, Kammern und Hallen sind mit reichhaltigen Sinterformen geschmückt und zeigen dem Taucher eine einzigartige Welt.

Seit ihrer Entdeckung im Jahre 1982 durch die tschechische Höhlentauchergruppe Hranicki Kras war die Caverna de Tanque Azul immer eine Herausforderung für die Speläologie (NUÑEZ, 1990). Im Jänner 1986 wurde die Höhle zum ersten Mal im

<sup>1</sup> Dr. Hannes Echtinger - Altenhof 52, A-5622 Goldegg AUSTRIA.  
e-mail: echtinger@Eunet.at

Rahmen einer Expedition der kubanischen Speläologengruppe Felipe Poey aus Gibara sowie der Gruppe Hranicki Kras erkundet. Nach einer Mitteilung von Vladimir Panos im Frühsommer 1999, konnten im Rahmen dieses Besuches 2.600 Meter befahren und eine einfache Planskizze des Systems angefertigt werden. Dabei leistete vor allem der kubanische Speläologe und Höhlentaucher José Corella Pionierarbeit. Diese Expedition war jedoch vorwiegend vom sportlichen Interesse der tschechischen Taucher geprägt, wissenschaftliche Arbeiten wurden dabei nicht durchgeführt. Da sämtliche Abschnitte der Höhle vollständig mit Wasser gefüllt sind, nur in der Galeria del Este konnte bis heute eine Luftglocke gefunden werden, ist die Erforschung des Systems außerordentlich schwierig und erfordert große Erfahrung sowie eine umfangreiche Ausrüstung.

Im Anschluß an diese Expedition geriet das Höhlensystem allerdings über mehr als 10 Jahre wieder in völlige Vergessenheit. Erst im Rahmen speläologischer Forschungsarbeiten im Karstgebiet von Gibara und Holguín richtete der Autor seine Aufmerksamkeit auf dieses einmalige Naturphänomen (CORELLA; ECHTINGER & GUARCH, 2000; ECHTINGER & GUARCH, 2000). So wurden in den Jahren 1997 bis 99 im Rahmen dieser Arbeit, neben allgemeinen speläologisch-geologischen Erkundungen, sowie einer eingehenderen Untersuchung der grundlegenden chemischen Wasserkennwerte und deren Stratigraphie im Bereich der Höhle, weitere 200 m des Höhlensystems betachtet und vermessen. Die bisher erforschte und nunmehr kartierte Gesamtlänge des Höhlensystems beträgt 2.800 Meter.

## Geologischer und morphologischer Überblick des Untersuchungsgebietes

Das Höhlensystem liegt in der nördlichen Ebene Tunas-Holguín die sich über gehobenen, lakustrisch-karbonatischen, nicht sehr mächtigen Konglomeraten des unteren bis mittleren Miozän entwickelt hat. Diese Decke liegt auf einer Schicht organischer Kalke (Korallenkalke) auf. Darunter liegen die basischen Gesteine der Antiklinale. Die Ablagerungen, welche an den Rändern sehr differenziert sind, weisen an einigen Stellen kleine Einschübe von Gips und Anhydriten auf. Ins Landesinnere in Richtung Süden nimmt die Serie der Schichten sukzessive ab, und die aufliegenden Horizonte der Sandsteine sind zum Großteil entblößt. Die maximale Stärke der Serie beträgt etwa 60 m (PANOS, 1988).

Nahe der Küste ruhen auf dieser Serie Reste einer Abfolge von einzelnen Erhebungen der pliozänen Küstenterrasse die aus organischen Kalken und einer pleistozänen (oberes Sangamon) Decke von kalkigem

Detritus aufgebaut ist. Nahe der heutigen Küstenlinie ruhen auf den miozänen und pliozänen Ablagerungen zudem Sande der rezenten Küste sowie Schlamm der Mangroven. Die Küstenlinie wird von der fast durchlaufenden Barriere des vorgelagerten Riffs begleitet.

Auf der Ebene fehlt jegliche oberflächige Entwässerung. Die Oberfläche ist leicht in Richtung Meer (Norden) geneigt und in ihrer S-N Richtung in 3 verschiedene Niveaus verschiedener morphologischer Ausprägungen aufgegliedert.

- Das höchste Niveau im Süden ist eine abrasiv-denudative Ebene, leicht gegliedert und unregelmäßig nach Norden geneigt. Sie breitet sich in Höhen von 50 - 190 m aus. Die innere Grenze bildet der obere Rand der Abhänge der Sierra de la Candelaria und der Hügel von Cupeicillo. Nach Süden fallen die Hänge zu den tieferen Niveaus (Hügelland von Holguín und Zentralebene von Tunas) ab.

- In Richtung Norden hängt sich das mittlere Niveau leicht abgesetzt an das höchste Niveau an. Dieses liegt in einer Höhe von 5 bis 50 m und wird von einer abrasiv-denudativen Terrasse, die leicht gewellt ist, gebildet.

- Das niedrigste Niveau, das sich etwa über Bereich von 0 bis 5 m Höhe erstreckt, ist eine fast ebene, abrasive-akkumulative Terrasse aus dem oberen Sangamon (PANOS, 1988). Die Oberfläche ist leicht gewellt und stark verkarstet.

Im Grenzbereich der letztgenannten beiden Niveaus liegt auch die Einsturzdoline welche den Zugang zur Caverna de Tanque Azul bildet. Die Höhle entstand in einem sehr interessanten wie komplexen geologischen Zusammenhang. Das gesamte System fällt in den Kontaktbereich von zwei lithologisch wie altersmäßig verschiedenen Gesteinsschichten. Die Formation Jaimanitas, die sich im Norden des Untersuchungsgebietes in einem etwa 3 - 4 Km breiten Streifen ausdehnt, bedeckt diskordant die ältere Formation Vásquez im Süden des Untersuchungsgebietes (JAKUS, 1983).

Die Formation Jaimanitas besteht aus massiven, organisch detritischen Kalken gelblicher Farbe. Radiometrische Datierungen haben ein Alter von etwa 130.000 Jahren ergeben (JAKUS, 1983). Dies entspricht etwa der Zeit der maximalen glazieustatischen Transgression während des oberen Sangamons. In diese Stufe kann etwa auch das Paläokliff in einer Höhe von etwa 7,5 Meter datiert werden, das sich im Verlauf vieler Abschnitte der Karstebene im Untersuchungsgebiet verfolgen läßt und sehr oft Halbhöhlen oder Nischenhöhlen bildet (CORELLA; ECHTINGER & GUARCH, 2000). Nachgewiesen wurde diese Terrasse auch auf Andros Island, Bahamas (GASCOYNE, 1979), sowie auf den Bermudas von HARMON *et al.*, (1981), der diese mit einer absoluten Altersbestimmung (Uran-234-Methode) auf 125.000 BP datiert.

Die Formation Vásquez, aus grau bis grünlichen Kalken die gut geschichtet sind, kann in das untere bis



mittlere Miozän datiert werden (JAKUS, 1983). Die Schichten fallen mit durchschnittlich 4-5 Grad nach Norden ein.

Die Küste ist meist als Steilküste mit niedrigem Kliff (1 bis 3 m) mit den typischen scharfkantigen Karrenformen *diente de perros*, Hundezähne, ausgebildet, von einzelnen Sandstränden unterbrochen, und wird von einem Korallenriff in unregelmäßigem Abstand begleitet. RAMOS *et al.*, (1979), vermerken für die nordöstliche Küste Kubas rezente leichte Hebungstendenzen. Beobachtungen an der Küste, etwa an (heute) küstennahen Straßenbauten bei Caletones oder dem touristisch genutzten Sandstrand in Guardalavaca zeigen, daß die Abrasionstendenzen augenscheinlich sehr ausgeprägt sind. Als maßgebliche Agenzien können hierbei vor allem die starke Brandung an der Passatfront, sowie im weiteren auch die weltweite glazieostatische Transgression von etwa 1 mm/Jahr (KELLETTAT, 1987) angemerkt werden.

## Die Caverna de Tanque Azul

### LAGE

Das Höhlensystem liegt etwa 5 Kilometer südlich von Caletones. Das kleine Fischerdorf liegt an der Nordostküste Kubas im Westen der Stadt Gibara (Provinz Holguín). Die gesamte Küstenebene weist hier intensive oberflächige wie subterrane Verkarstung auf. Ein nahezu undurchdringlicher, trockener Kalk-Dornbuschwald steht auf den flachgründigen, dunklen Karbonatböden. Zahlreiche Einsturzkessel, aber auch Lösungs- und Einsturzdolinen, bilden verbreitet Zugänge zu den zahlreichen Höhlen und den verschiedenen Karstwasserniveaus.

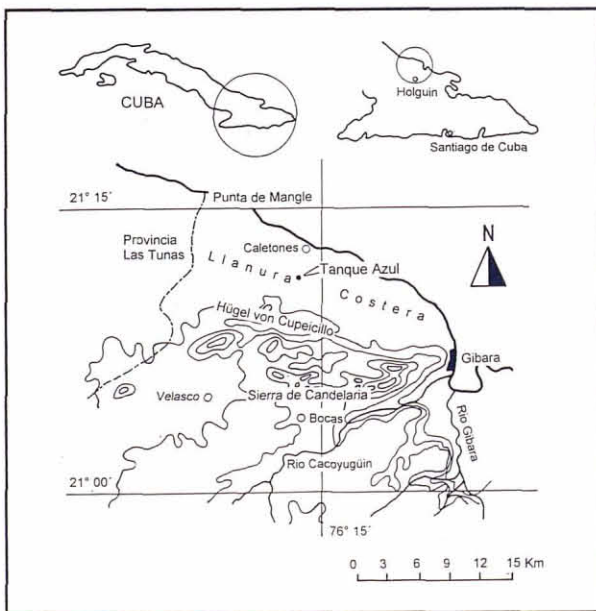


Abbildung 1: Lage der Caverna de Tanque Azul.

Figure 1: Situation of the Caverna de Tanque Azul.

Ähnliche Karstformen, wie jene für die Karstebene von Gibara so typischen und weitverbreiteten Einsturzkessel, wurden von LLORET & UBACH (1993) in Yucatan (Mexiko) eingehender untersucht. Die in Mexiko unter dem ortsüblichen Namen *Cenotes* bekannten Karstformen entsprechen in Genese und Physiognomie jenen Einsturzkesseln die im Karstgebiet von Gibara vorzufinden sind. Die Zugänge zum System der Caverna de Tanque Azul befinden sich in einem dieser Kessel, dem eigentlichen Tanque Azul. Dieser entspricht in Anlehnung an die Untersuchungen von Lloret und Ubach dem als „zylindrisch-elliptisch“ ausgewiesenen Typus.

Der Kessel mit seinem etwa elliptischen Grundriß weist eine freiliegenden Wasserfläche von ca. 30 mal 15 Meter auf. Der Wasserspiegel liegt im Durchschnitt 5 Meter unter dem Terrain und entspricht dem Meeresniveau. Durch die Reflexion des Blau des Himmels im klaren Wasser des Beckens erscheint seine Farbe durchwegs in einem tiefen Blau, woraus sich auch der Name des Tanque Azul, der blaue Tank, erklärt. Im Verlauf der Forschungsarbeiten war zu beobachten, daß sich die Farbe insbesondere in den Monaten Juni bis September infolge der starken Präsenz der Mikroflora im Cenote ändert, und das Wasser in diesen Monaten in einem dunklen Grün schimmert. Die Wassertiefe im Kessel reicht von etwa 2 Meter im südlichen Teil des Beckens bis auf 9 Meter im Norden. Zwischen dem Höhlensystem und dem Meer bestehen offensichtlich Verbindungen durch weitverzweigte Kluft- und Spaltensysteme, wodurch sich der Spiegelstand im Cenote entsprechend den Gezeiten im offenen Meer ändert. Im Durchschnitt bewegt sich der Wasserspiegel zwischen Höchst- und Tiefststand im Bereich um 40-60 cm, wobei die Schwankungen in der Doline um etwa zwei Stunden gegenüber dem offenen Meer verzögert sind.

Der Tanque Azul liegt grundsätzlich im Bereich jenes schmalen Streifens der, bei bestehenden Verbindungen zum Meer, karsthydrologisch die Übe-



Abbildung 2: Der Cenote „Caverna de Tanque Azul“ – Eingang zum Höhlensystem. (Foto: H. Echtinger).

Figure 2: The cenote Caverna de Tanque Azul – Cave-system entrance. (Photo: H. Echtinger.)

rangzone zwischen Süß- und Salzwasser bildet. In diesem Küstenbereich befinden sich zahlreiche weit- und vielverzweigte Höhlensysteme, die sehr oft auch miteinander in Verbindung stehen. Ein Grund dafür ist vor allem in der intensivierten Kalklösung des Misch- bzw. Salzwassers zu suchen. So konnten auch in anderen küstennahen Höhlen, welche durch die zahlreichen Cenotes erschlossen werden können, derartige weitverästelte Gangsysteme betaut und dabei die weitreichenden Verbindungen der Höhlen bzw. Kessel untereinander verifiziert werden.

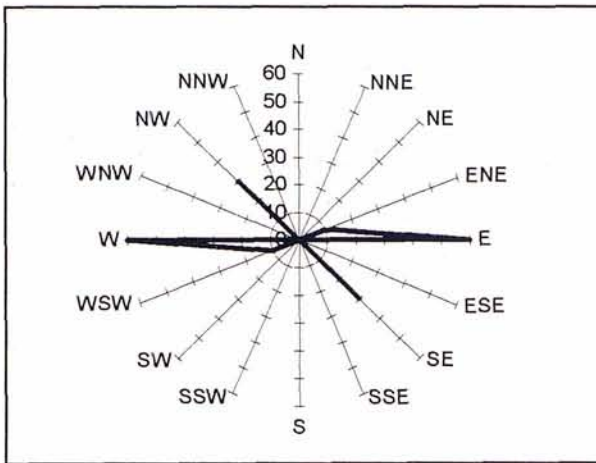


Abbildung 3: Kluftrose für den Bereich der Caverna de Tanque Azul. (Kartierung und Entwurf: H. Echtinger, 1998).

Figure 3: Cleft-rose for the Caverna de Tanque Area. (H. Echtinger, 1998.)

Neben den genannten Dolinen und Einsturzkesseln mit Mischwasser findet man auf der Karstebene von Gibara aber auch etliche Zugänge über Karstformen ähnlichen Typs zum subterranean Süßwassernetz, sowie isolierten Karstwasserkörpern und Süßwasserlinsen (CORELLA; ECHTINGER & GUARCH, 2000). Diese werden auch verbreitet zur Trinkwassergewinnung genutzt. Die Durchflußmenge der von den Hügeln im Süden in Richtung Meer führenden subterranean Entwässerungslinien beträgt dabei zwischen 10 und 300 l/sec (I.C.G.C., 1989).

## ENTSTEHUNG DES HÖHLENSYSTEMS

Im mittleren Quartär, etwa während des Waal-Menap Komplexes, war die Ebene zwischen Punta del Mangle und der Bucht von Gibara bis an den Fuß der Hügel von Cupeicillo vom Meer bedeckt. Infolge der noch regen tektonischen Aktivitäten in diesem Abschnitt der Formation wurde die submeerische Ebene durch vertikale Bewegungen etwa auf das heutige Niveau gehoben (RAMOS *et al.*, 1979).

In dieser ersten Phase der Speläogenese kam in der Folge die Entwässerung der Ebene in Richtung Norden sukzessive in Gang, die Zirkulation des subterranean Wassers führte zu intensiven Lösungs- und

Erosionsprozessen. Bestehende Klüfte und Spalten, insbesondere auch Schichtfugen in diesem mineralogischen Grenzbereich, wurden so erweitert und ausgeformt, und die grundlegenden Hohlräume des Höhlensystems entstanden. Ein Vergleich der vorwiegenden Verlaufsrichtungen des Kluftsystems mit der Orientierung der Höhlengänge hat in etlichen Abschnitten des verzweigten Systems eine weitgehende Übereinstimmung ergeben.

In diesen Zeitraum kann auch die Entstehung des Einsturzkessels, dem eigentlichen Tanque Azul datiert werden. Vermutlich kam es in Zusammenhang mit den Hebungsvorgängen, sowie dem im weiteren fehlenden Wasserdruck infolge der Entwässerung eines primären Hohlraumes, zum Einsturz der Decke. So konnten am Trümmerwerk und den Versturzböcken, die Ausmaße bis zu 5 Meter Seitenlänge aufweisen, keinerlei Reste von sekundären Sinterformen gefunden werden.

Als maßgebliches Agens bei der Schaffung der Hohlräume kann wohl die chemische Lösung der Kalke angesehen werden. Dieser Prozess konnte sich unter dem Einfluß des tropischen Klimas, der Zuführung großer Mengen biogenen Kohlendioxids als Folge des Grünkarstes, sowie der Mischungskorrosion mit erheblich erhöhtem Stoffumsatz sehr intensiv entfalten.

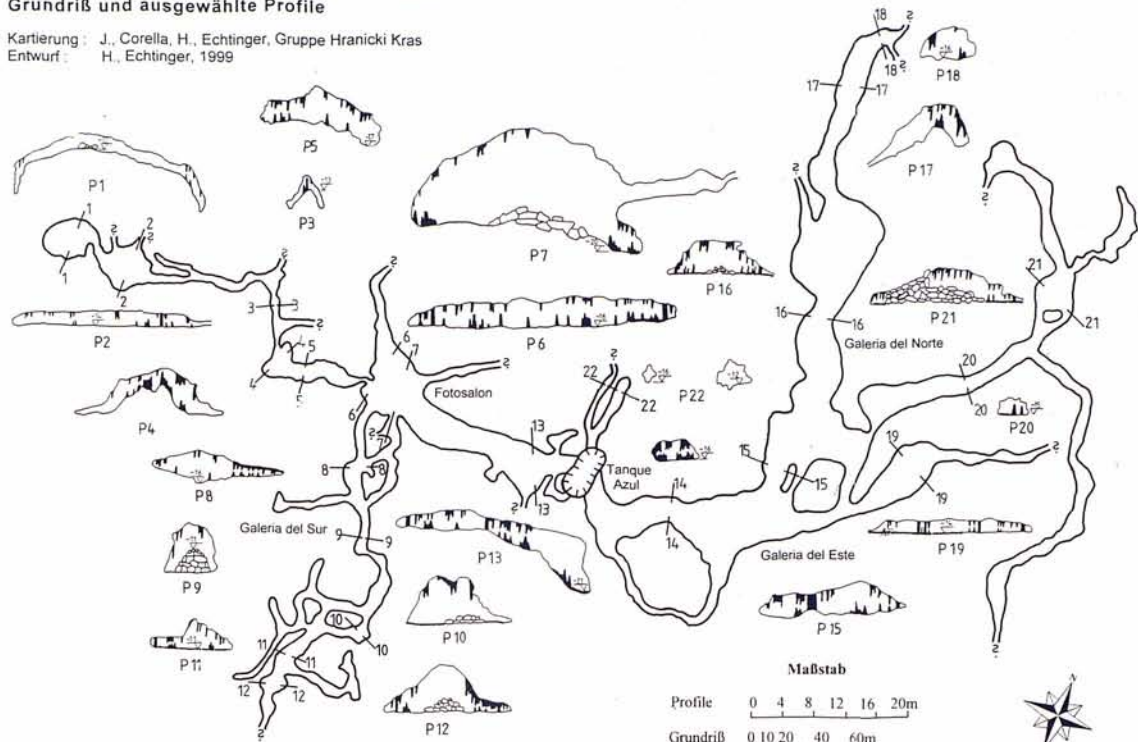
Den paläoklimatischen Oberflächentemperaturen des karibischen Meeres im Verlaufe des Pleistozäns von 23 bis 29 Grad C, sowie der glazial/interglazialen Schwankungen der Lufttemperatur um 7 bis 8 Grad im karibischen Raum (EMILIANI, 1970 & 1972) folgend, kann in allen tropischen Höhenzonen eine merkbare Klimaänderung als wahrscheinlich gelten. Da sich auf Cuba auch geringe topologische Differenzen stark auf die Niederschlagssummen im Jahresablauf auswirken darf angenommen werden, daß auch die glazieostatischen Absenkungen des Meeresspiegels, etwa um 120 Meter im Wisconsin und bis zu 145 Meter im mittleren Illinoian (GASCOYNE *et al.*, 1979), insbesondere auf der Nordseite im passatischen Bereich, zu erheblich verstärkter Humidität geführt haben. Diese Faktoren können auch für eine Intensivierung der zweiten Phase der Höhlengenerese, der Bildung von Tropfsteinformen, ins Kalkül gezogen werden.

Infolge der bereits erwähnten glazieostatischen Regressionsphasen während der pleistozänen Kaltzeiten, fiel das Höhlensystem in einer 2. Phase über längere Zeiträume hinweg trocken. Während dieser Perioden kam es zur Ausbildung der sekundären Sintergeneration, vor allem Tropfsteinformen wie Stalaktiten, Stalagmiten oder Tropfsteinsäulen. Da eine absolute Altersbestimmung dieser Formationen bislang noch nicht durchgeführt werden konnte, konzentrierten sich die Autoren neben der Synthese aller lokaler Geofaktoren und Sachverhalte auch auf die verfügbaren und vergleichbaren Forschungsergebnisse und Daten aus dem naheliegenden Karibikraum. GASCOYNE *et al.* (1979), gibt an, daß Untersuchungen von Tropfsteinformationen auf den Bahamas sowie den

# CAVERNA DE TANQUE AZUL

## Grundriß und ausgewählte Profile

Kartierung: J., Corella, H., Echtinger, Gruppe Hranicki Kras  
Entwurf: H., Echtinger, 1999



Bermudas auf eine Entstehung während intensiver Regressionsphasen etwa im Wisconsin, dem mittleren Sangamon, oder der oberen Illinoian Kaltzeit hinweisen. Absolute Altersbestimmungen von Stalagmiten aus 45 Meter Wassertiefe, aus einem der *blue-holes* bei Andros Island (Bahamas), haben ein durchschnittliches Alter von 139.000 bis 160.000 Jahren b.p. ergeben. Dies entspricht etwa dem Zeitraum der unteren Illinoian Kaltzeit.

Nach den in diesen Arbeiten gewonnenen Erkenntnissen, sowie der bisherig ermittelten Speläochronologie im Umfeld der Caverna del Tanque Azul darf angenommen werden, daß es sich auch bei dieser Höhle um Tropfsteinformen handelt deren Bildung in den Zeitraum der Illinoian und Wisconsin Kaltzeiten, sowie in das untere bis mittlere Sangamon datiert werden können.

Das System wird während der Transgressionsphasen der Yarmouth und wohl auch der Aftonian Warmzeiten temporär überflutet worden sein. Eine dieser subaquatischen Phasen in jüngerer Zeit kann mit großer Sicherheit etwa während des oberen Sangamon-Interglazials angenommen werden, in die auch die Ablagerungen der Formation Jaimanitas im Norden des Untersuchungsgebietes fallen.

Die dritte Phase schließlich, ist von der umfassenden Transgressionsphase infolge des weltweiten Temperaturanstieges nach der letzten Kaltzeit und mit dem Beginn des Holozäns etwa 12.000 Jahre BP

gekennzeichnet. Der Meeresspiegel stieg in Folge der weltweiten Temperaturerhöhung wiederum, und das Höhlensystem wurde auf das rezente Niveau erneut überflutet.

### SPELÄOCHARAKTERISTIK

Das Höhlensystem kann mit seiner Gesamtlänge von 2.800 Meter zu den Großhöhlensystemen gezählt werden (TRIMMEL, 1968). Die E-W Erstreckung beträgt 620 Meter, in Richtung N-S dehnt sich das System über 340 Meter aus. Die Maximalerstreckung beträgt 660 Meter in Richtung WSW-ENE. Mit diesen Ausmaßen ist sie die größte bisher bekannte subaquatische Höhle in Cuba.

Die Hauptgänge öffnen sich 3-5 Meter unter dem Wasserspiegel des Tanque Azul in Richtung Osten und Westen. Im Norden der Doline führt zudem ein sich gabelnder Gang über fast 50 m bis zu einer Engstelle mit bisher unbekannter Fortsetzung. Der Hauptgang im Westen mündet nach etwa 105 m in eine große Halle, dem Photosalon, und teilt sich hier in zwei weiterführende Seitenlabyrinth in westliche bzw. südlicher Richtung. Im Photosalon erreicht der Höhlenboden die Tiefe von 20 Meter unter dem Wasserspiegel, kurz nach den Einstieg in den westlichen Teil der Höhle wird mit 21 Meter die maximale Tiefe erreicht. Die maximale Niveaudifferenz beträgt etwa 17 Meter. Der östliche Abschnitt des Systems teilt sich ebenfalls etwa 160 m

nach der Galeria del Este in drei grundsätzliche Nebenstrecken.

Alle Bereiche des Höhlensystems sind Zonen vollständiger Wasserfüllung, Luftglocken oder Hohlräume über dem Wasserspiegel konnten bis dato nur an einer Stelle gefunden werden. Im westlichen Arm der Galeria del Este hat sich in der Höhlendecke (als Leitform der Mischungskorrasion) eine etwa halbkugelförmige, kolkartige Hohlform mit ca. 2 Meter Durchmesser ausgebildet. Hier verblieb in einer Tiefe von etwa 13 Meter unter dem Wasserspiegel eine Luftglocke bestehen. Zum aktuellen Stand ist der weitere Verlauf von 15 Nebenästen noch unbekannt. Das Höhlensystem zeigt, gemäß ihrer Genese unter phreatischen Verhältnissen, eine vorwiegende Horizontalentwicklung und weist nur ein Höhlenniveau auf.

Das dendritisch verzweigte Höhlensystem liegt im Kontaktbereich von zwei lithologisch wie altersmäßig verschiedenen, verkarstungsfähigen Gesteinsschichten (vergl. Pkt. 2) und stellt somit eine charakteristische Schichtgrenzhöhle dar. An zahlreichen Stellen in der Höhle kann die Kontaktzone zwischen der hangenden Formation Jaimanitas und der leichter lösbaren Formation Vasquez deutlich festgestellt werden. Die Raumprofile der Gänge, Kammern und Hallen präsentieren sich mit den typischen, schichtengebundenen Höhlenräumen. So zeigen sich überwiegend ausgeprägte, breit ausladende, niedrige Flach- und Linsenprofile. Annähernde Kreis- oder Schmalprofile kommen in der Höhle nur vereinzelt vor. An etlichen Stellen sind die Gänge durch Niederbrüche der Höhlendecke nach oben hallenartig erweitert. Es bildeten sich zum Teil große Kammern und Hallen aus.

Decke, Boden und Wände des Systems sind reich mit Sinterformen wie Stalaktiten, Stalagmiten, Tropfsteinsäulen und -kerzen, sowie Sinterfahnen besetzt. Decken- wie Bodensinterzapfen weisen überwiegend kegelige Formen auf, es zeigen sich aber auch zylindrische und kaskadenartige Formen. Diese Sekundärformen erreichen Längen bis zu mehreren Metern, die Tropfsteinsäule im Photo-Salon weist einen Durchmesser von über 2 Meter auf. Die Farben der Sinterbildungen variieren sehr stark. Es zeigen sich milchweiße, gelbe und braune, bläuliche und grünliche, sowie rote Töne. Dies weist auf den Gehalt des formenbildenden Sickerwassers von Eisenoxiden (gelb, braun) oder Manganoxiden (rot) hin. Die bläulichen und grünlichen Farbtöne entstanden vermutlich durch die Lösung erzhaltiger Karstgesteine. Inwieweit es sich bei den weißen Sinterformen um reinen Kalzit oder um Aragonit handelt werden die noch ausstehenden Laboranalysen klären können.

Die Evakuationssohle präsentiert sich über große Strecken ohne Bedeckung mit Sedimenten im anstehenden Muttergestein. An etlichen Stellen finden sich aber verschiedene Sedimente. Verbreitet ist die Höhlensohle mit einem erdig-lehmigen Sediment (Höhlenlehm) mit brauner bis rotbrauner Farbe bedeckt.

Diese alten Ablagerungen setzen sich aus einem autochthonen Anteil, nichtlösliche Verunreinigungen der Kalklösung und Verwitterungsrückstände, sowie einem wesentlich größeren allochthonen Anteil zusammen. Letzterer summiert sich aus dem durch Gesteinsspalten von der Bodenkrume her eingeschwemmten Material, und ist häufig mit organischen Rückständen wie Blattwerk oder Holzfragmenten angereichert. Vermutlich kann diesem Sediment auch ein nicht unerheblicher Anteil an organogenen Sedimenten wie Fledermaus- oder Vogelguano zugerechnet werden. Die Mächtigkeit der Ablagerungen beträgt lokal oft bis über einem Meter. Das feine Material erwies sich bei den Tauchgängen als ausgesprochen hinderlich. Bei den geringsten Verwirbelungen des Wassers geht das Sediment in einen langandauernden Schwebezustand über. Dies hat zur Folge, daß die Sicht bis zu einer halben Stunde auf Null reduziert wird.

Als weiteres chemisches Lockersediment sind, als Zeugen ehemals stehender Gewässer im Höhlensystem, die Absätze von Kalkhäutchen (Zinolita - NUÑEZ *et al*, 1984) zu finden. Diese Ablagerungen treten sehr häufig in Verbindung mit rezent eingeschwemmten Bodenmaterial auf. Die Mächtigkeit dieser Schichten übersteigen selten mehr als 10 Zentimeter. Wie bereits vermerkt wird an vielen Stellen durch enge Spalten und Risse mit dem Niederschlagswasser Bodenmaterial eingetragen. Verbreitet haftet dieses Material noch an den Rissen an der Höhlendecke und rieselt bei Verwirbelungen des Wassers auf die Höhlensohle nieder. Die aufgewirbelten Kalzitkristalle der Kalkhäutchen verursachen vor allem durch die starke Reflexion des Scheinwerferlichtes eine Sichtbehinderung. Die Kristalle, aber auch die eingetragenen Kalksteinbraunlehme, setzen sich jedoch infolge der Größe und des relativ hohen Gewichtes nach Turbulenzen relativ rasch wieder ab.

An etlichen Stellen ist die Höhlensohle von klastischen Sedimenten bedeckt. Dabei handelt es sich um Versturzmateriale von Deckenbrüchen wie Blockwerk und Bruchschutt. Namentlich im Photosalon erreichen die Deckensturzböcke enorme Ausmaße mit Kantenlängen bis zu 4 Meter. In den meisten Fällen sind an den Blöcken noch die Reste der sekundären Sinterformen festzustellen, chronologisch muß der Verstoß dementsprechend nach einer trockenen Phase der Höhlenentwicklung und somit der Tropfsteinbildung vor sich gegangen sein. Mit dem Blockwerk vergesellschaftet sind die Zerstörungsprodukte der Deckenstürze wie Tropfstein- und Sinterschutt.

## WASSERCHEMISMUS UND STRATIGRAPHIE

Eine eingehendere Untersuchung der grundlegenden chemischen Wasserkennwerte im Bereich des Höhlensystems mittels einer YSI-6000-Sonde (YSI Inc., Brannum Lane, Yellow Springs, Ohio) konnte im

Rahmen einer Expedition mit Jill Yager (*Antioch Institut, USA*) durchgeführt werden. Ausgewertet wurden dabei vor allem Sauerstoffgehalt, Salinität, pH-Wert und Temperatur. Die pH- und Salinitätsprüfungen wurden mit den üblichen Standards (Fisher pH 7 und 10, Konduktivitätsstandard 3163, 10.000 microsiemens/cm) geeicht, zur Messung des Sauerstoffgehaltes wurde vor jedem Tauchgang mit befeuchteter Luft der Umgebung und der Standardmethode kalibriert. Die Ergebnisse der Messungen sind in Tabelle 1 aufgelistet und der stratigraphische Verlauf in Abbildung 3 dargestellt. Die Auswertung führte zu folgenden Ergebnissen:

Die Wassertemperatur nimmt mit zunehmender Tiefe konstant ab. Die maximale Temperaturdifferenz beträgt 2,08 Grad. Mit 23,81 bis 25,89 Grad C liegen die Wassertemperaturen jedoch merklich unter den durchschnittlichen Oberflächentemperaturen des offenen Meeres mit 27°C (I.C.G.C., 1989). Eine thermokline Schichtung (Sprungschicht), wie sie etwa in vielen subaquatischen Höhlen in Yucatan (Mexiko) zu finden ist, kann bei der Caverna de Tanque Azul nicht festgestellt werden.

Der Verlauf der pH-Werte zeigt eine minimale Abnahme der Alkalinität (von 6,67 auf 6,60) bis auf eine Tiefe von etwa 16,5 Meter und nimmt im weiteren bis auf die (gemessene) Maximaltiefe von 19,62 m auf den höchsten Wert (6,76) zu.

Einen höchst interessanten stratigraphischen Verlauf zeigt die Salinität und der Sauerstoffgehalt. Bis auf eine Tiefe von 16,37 Metern zeigt sich, bis auf vereinzelte Schwankungen, nur eine minimale Zunahme der Salinität vom äußerst niedrigen Ausgangswert an der Wasseroberfläche (10,24 auf 11,97 Promille). Ab dieser Tiefe nimmt der Salzgehalt innerhalb einer schmalen Sprungschicht von ca. 2,4 Meter rapide auf etwa den dreifachen Wert zu (31,18 Promille). Bis in die maximale (Meß) Tiefe verbleibt dieser Wert im weiteren fast konstant. Die Salinitätswerte des offenen Meeres betragen vergleichsweise 35,0-35,5 Promille (I.C.G.C., 1989). Im gleichen Übergangsbereich kommt es auch zu einer starken Reduktion des im Wassers gelösten Sauerstoffs (von 2,26 auf 0,37 mg/l). Auch dieser Parameter bleibt im weiteren bis auf die maximale Tiefe relativ konstant.

Deutlich ist hierbei eine halokline Schichtung mit einer relativ engen Sprungschicht zu erkennen. Infolge der Differenzen in der Dichte liegt das Salzwasser unter einer vergleichsweise mächtigen Decke von Süßwasser bzw. Mischwasser. Der Mischwasserbereich ist optisch insbesondere im oberen Bereich der Sprungschicht durch eine starke Trübung des sonst klaren Wassers zu erkennen.

Stratigraphisch können demnach drei grundlegende Schichten markiert werden:

- Die oberste, relativ mächtige Schicht bis auf eine Tiefe von etwa 16 Meter. Dabei handelt es sich um Frischwasser bzw. Mischwasser mit niedriger Salinität. Diese ist relativ gut mit Sauerstoff angereichert und

Probe Nr.	Tiefe (Meter)	Sauerstoff (mg/l)	Salzgehalt (‰)	Temperatur (°C)	pH
1	0,20	4,07	10,29	25,85	6,67
2	0,35	3,57	10,24	25,89	6,69
3	0,36	3,83	10,31	25,76	6,66
4	0,39	3,08	10,30	25,63	6,66
5	0,41	3,79	10,32	25,76	6,67
6	0,42	3,83	10,29	25,87	6,68
7	0,43	3,72	10,34	25,86	6,65
8	2,56	2,49	10,46	25,20	6,62
9	3,17	2,47	10,46	25,20	6,62
10	3,36	2,76	10,44	25,33	6,62
11	3,46	2,44	10,47	25,19	6,62
12	6,51	2,41	10,52	25,16	6,62
13	8,68	2,51	10,51	25,21	6,62
14	8,80	2,38	10,56	25,14	6,62
15	9,02	2,38	10,56	25,14	6,62
16	12,45	2,16	11,49	24,93	6,61
17	12,98	2,42	11,40	25,07	6,61
18	13,29	2,18	11,33	24,94	6,61
19	13,63	2,39	11,35	25,00	6,61
20	13,63	2,39	11,35	25,00	6,61
21	13,97	2,29	11,45	24,96	6,61
22	14,52	2,46	11,07	25,09	6,61
23	15,00	2,27	11,76	24,91	6,61
24	15,30	1,85	12,32	24,78	6,61
25	15,55	2,22	11,91	24,84	6,81
26	15,56	1,95	12,08	24,78	6,61
27	15,83	2,18	13,76	24,77	6,61
28	15,85	1,90	12,31	24,78	6,60
29	15,88	2,24	12,08	24,83	6,60
30	15,86	1,72	13,55	24,73	6,61
31	15,91	2,00	12,24	24,80	6,61
32	15,94	2,30	11,91	24,88	6,60
33	16,37	2,26	11,97	24,85	6,60
34	16,56	1,67	20,39	24,69	6,61
35	16,81	0,41	25,52	24,25	6,74
36	17,73	0,63	25,37	24,37	6,69
37	18,05	0,39	30,15	24,01	6,75
38	18,27	0,56	29,13	24,16	6,74
39	18,35	0,35	30,66	23,90	6,76
40	18,78	0,37	31,18	23,81	6,76
41	19,03	0,51	30,18	24,06	6,75
42	19,62	0,37	31,15	23,82	6,76

Tabelle 1: Chemische kenndaten der Wasseranalysen. Datenquelle: Messungen mit YSI 6000 Sonde, J. Yager, 1997

Table 1: Data obtained from water-chemistry analyses. Data source: Readings from a YSI 6000 Sonde, J. Yager, 1997  
Probe Nr.=sample number; Tiefe=depth; Sauerstoff=oxygen; Salzgehalt=salinity.

zeigt einen fast konstanten Verlauf des Salzgehaltes.

- Dem folgt eine ca. 2 Meter mächtige Übergangszone (Sprungschicht) bis auf eine Tiefe von fast 19 Meter in der sich der Wasserchemismus, insbesondere Salinität und Sauerstoffsättigung, ausgeprägt verändern.

- Die unterste Schicht schließlich besteht vorwiegend aus dem vom Meer nachdrückenden Salzwasser. Sie weist sich vor allem auch durch eine relative Konstanz aller gemessenen Parameter aus.

## Schlußfolgerungen

Bei der Caverna de Tanque Azul handelt es sich um ein subaquatisches, weitreichend verästeltes Großhöhlensystem, welches mit seinen bisher bekannten Ausmaßen zur größten Höhle dieses Typs in Cuba zählt.

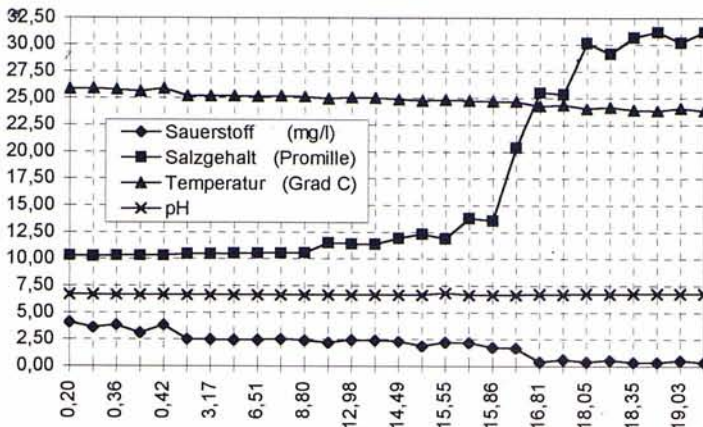


Abbildung 4:  
Verlauf der chemischen Wasserkennwerte nach der Tiefe.  
Datenbasis: Tabelle 1.

Figure 4:  
Water-chemistry trends according to depth. Data: Table 1.

Datenbasis: Chemische Kenndaten der Wasseranalysen

Die Höhle liegt in einer Küstenebene welche intensive oberflächige wie subterrane Verkarstung aufweist. Der Zugang zum Höhlensystem erfolgt über einen typischen Einsturzkessel. Zwischen dem Meer und der Höhle bestehen Verbindungen durch weitreichende Kluft- und Spaltensysteme. So entspricht der Wasserspiegel im Cenote etwa den jeweiligen Gezeitenständen im offenen Meer.

Ihre Entstehung kann grundsätzlich in drei speläogenetische Phasen eingeteilt werden:

1. Entstehung des Höhlensystems ab dem mittleren Quartär. Hebungen infolge tektonischer Aktivitäten bringen sukzessive die subterrane Entwässerung in Gang, und das Höhlensystem entsteht als Korrasionshöhle unter phreatischen Verhältnissen.
2. Entwässerung des Systems durch die weltweite eustatische Regression und Bildung der sekundären Tropfsteinformen vor allem während der Illinoian und Wisconsin Kaltzeiten.
3. Erneute Überflutung der Höhlengänge etwa auf das rezente Niveau durch den globalen Temperaturanstieg und Transgression am Anfang des Holozäns.

Speläocharakteristisch präsentiert sich das dendritische Höhlensystem mit zwei Haupteingängen die unter dem Wasserspiegel des Cenote das System erschließen. Bis auf eine kleine Luftglocke im östlichen Teil der Höhle sind alle Gänge Zonen vollständiger Wasserfüllung. Die gesamte Höhle weist nur ein Niveau auf und zeigt sich als charakteristischer Typ einer Schichtgrenzhöhle. Es finden sich vorwiegend ausgeprägte Flach- und Linsenprofile, welche an etlichen Stellen durch Deckenbrüche hallenartig erweitert sind.

Alle Zonen der Höhle sind reichhaltig mit den verschiedensten Sinter- und Tropfsteinformen ausgeschmückt. An der Höhlensohle finden sich an etlichen Stellen klastische Lockersedimente wie Blöcke oder Schutt von Deckenverbrüchen, aber auch höhlenlehmartige Feinsedimente sowie Kalzitkristallablagerungen.

Bei einer Untersuchung des Wasserchemismus hat sich eine ausgeprägte halokline Schichtung gezeigt.

Stratigraphisch können drei grundlegende Schichten markiert werden:

1. Ein oberer, mächtiger Frischwasser- bzw. Mischwassermantel mit niedriger Salinität der gut mit Sauerstoff angereichert ist.
2. Eine relativ enge Übergangszone (Sprungschicht).
3. Die schmale Grundschrift aus Meerwasser mit hoher Salinität und wenig Sauerstoff.

Der Wert sowie der praktische Nutzen der Höhlenforschung, insbesondere die Erforschung subaquatischer Höhlensysteme, soll an dieser Stelle anhand einiger Beispiele aus der Archäologie, Biologie sowie Geomorphologie und Hydrologie verdeutlicht werden.

So wurde etwa in den unter Wasser stehenden Abschnitten der Grotte de Han Sur Lesse in Belgien, Ende der 50er Jahre, reiches Material aus der Bronzezeit entdeckt. Bereits 1959 konnte an einem archäologischen Fundort in der Warm Mineral Spring in Florida ein über 10.000 Jahre altes menschliches Hirngewebe geborgen werden. (FARR, 1992) Die Kartierungs- und Vermessungsarbeiten an den Kalksteinstrukturen der Blue Holes auf den Bahamas brachten zahlreiche neue Erkenntnisse über die Spiegelschwankungen des Meeres während der Eiszeiten (GASCOYNE *et al.*, 1979). Die amerikanische Biologin Jill Yager entdeckte 1979 im Rahmen biospeläologischer Forschungen eine völlig neue Klasse primitiver Schalentiere, die Remipedia, in den Lucayan Caverns auf Grand Bahama. Eine neue Spezies der Remipedia konnte auch in den subaquatischen Systemen der Cueva de los Carboneros an der Südküste nahe der Playa Giron erstmals in Cuba lokalisiert werden (YAGER, 1981 & 1994).

Schließlich kann hier auch eine für den Tourismus bedeutsame, nach wirtschaftlichen Grundsätzen arbeitende Nutzung der Höhle ins Auge gefasst werden. Zahlreiche Beispiele aus Mexiko können dabei als wegweisend angeführt werden, so etwa die subaquatischen Höhlensysteme der cenotes Ponderosa oder Tax-Maha, sowie Gran Cenote, Vaca-Ha oder Dos Ojos. Mit geführ-

ten Höhlentauchgängen stellen derartige Attraktionen ein einmaliges Ziel für Sporttaucher und somit eine große Chance die touristische Angebotspalette zu erweitern dar.

Der Nutzen für den Umweltschutz wird, vor allem durch die expandierenden und komplexen Problemstellungen in den Bereichen Wassernutzung und -entsorgung, zu einem immer wichtigeren Faktor. Insbesondere die unkontrollierte Entsorgung von Abwässern kann infolge der durchlässigen Eigenschaften des Kalksteins zu einer ernsthaften Bedrohung für das Grundwasser führen.

Herausgestellt werden soll hier vor allem aber auch der praktische Nutzen für die lokale Wasserversorgung, welche in den Kalksteingebieten verbreitet ein großes Problem darstellt. So könnte namentlich in den Kalksteingebieten am Fuße der Hügel von Cupeicillo oder der Sierra de Candelaria, im Süden des Untersuchungsgebietes der aktuellen Arbeit, die genaue Erforschung der speleohydrologischen Verhältnisse, sowie eine Lokalisierung der Karst-wasserkörper und Höhlensysteme, zu einer effektiven Nutzung dieser Wasserressourcen beitragen.

## Conclusions

The Caverna de Tanque Azul is an extensive and ramified inundated cave system, which is, with its currently known dimensions, the largest cave system of this type on Cuba.

The cave is located on the Gibara coastal plain which shows intensive and widespread exo- and endokarstification. The cave-system entrance consists of a cenote, a collapse doline. As the cave and the sea are connected by a system of cracks and fissures, the water level in the cenote reflects the changing tidal levels of the sea.

The origins of the cave can be divided into three principal speleogenetic stages:

1. The cave arose during the middle of the Quaternary as a result of tectonic activities, which led to the onset of underground drainage, and evolved under phreatic conditions as a solution cave.
2. The system then became dry because of an eustatic regression, which allowed the secondary dripstone forms to originate, especially during the Illinoian and Winconsin glaciations.
3. The cave was then inundated again to approximately its present-day level during the global temperature and sea level rise at the beginning of the Holocene.

The cave system shows a ramified speleomorphology with two principal submerged passages leading out from under the cenote. Apart from one small air bell in the eastern part of the cave, the cave is completely flooded. The whole system lies on a single plane and

shows a characteristic bedding-plane controlled development. The passage profiles are predominantly oblong or lentoid in shape, but where passage ceilings have collapsed the profile is more chamber-like.

The whole cave is richly decorated with different kinds of speleothems. The passage floors in many places are often not only covered with loose clastic sediments containing ceiling-collapse blocks and rubble, but also fine loam-like cave sediments and deposits of crystalline limestone.

An examination of the water chemistry has shown a pronounced halocline layer. The water column itself can be divided into three distinct layers:

1. A very thick upper layer being a fresh-water/ salt-water mixing zone with low salinity and well-enriched in oxygen.
2. A relatively thin middle transition layer with a marked lowering in oxygen and a sharp rise in salinity.
3. A narrow salt-water lower layer with high salinity and low oxygen levels.

The value and practical usefulness of cave research, especially the exploration of inundated cave systems, can be made clear with examples from archeology and biology as well as from geomorphology and hydrology.

At the end of 50s, for instance, valuable materials from the Bronze Age were found in the underwater lying sections of the Belgian cave Han Sur Lesse. In 1959 human brain tissue over 10,000 years old was found at the Warm Mineral Spring archeological excavations in Florida (FARR, 1992). The indexing and surveying of the limestone structures of the Blue Holes, Bahamas brought to light many new findings concerning sea-level fluctuations during glaciation (GASCOYNE *et al.*, 1979). In 1979 the American biologist Jill Yager within the framework of biospeleological research discovered a completely new species of primitive crustacean class Remipedia, in the cave Lucayan Caverns, Grand Bahamas. Also a new species of remipede was identified in the inundated (anchialine) cave Cueva de los Carboneros on the southern coast of Cuba near to the beach Playa Girón (YAGER, 1981; 1994).

Finally the economical significance of the touristic utilisation of caves should be reflected. Numerous examples from Mexico can be cited. These include the inundated cave systems of the Cenote Ponderosa or Tax-Maha, the Gran Cenote, and the Vaca-Ha or Dos Ojos. With guided diving excursions such attractions represent a unique destination for the sports diver and also a major opportunity for enlarging the touristic offer.

The usefulness of environmental protection is becoming a factor of ever increasing importance, above all, because of the complex and expanding problem of water usage and disposal. Sewage disposal is of particular importance as it may become a serious menace to phreatic waters owing to the permeable property of limestone.

Above all, the practical benefits for local water

supplies, which can represent a major problem in limestone regions, should also be stressed. An accurate investigation of the speleohydrological conditions as well as the localisation of karstic water-bodies and cave systems (to contribute to an effective use of water resources) should be possible. This is particular true in the limestone regions at the foot of the Cupeicillo hills or the Sierra de Candelaria to the south of the investigation area.

## Bibliographie

- CORELLA, J. (1995): Regionalización del carst de Gibara. Simposio Iberoamericano de Espeleología. La Habana. (unpublished).
- CORELLA, J.; ECHTINGER, H. & GUARCH, J. (2000): Características espeleológicas del karst de la región de Gibara (Cuba). *Endins*, 23. Palma de Mallorca.
- CORELLA, J. & PÉREZ, P. (unpublished). *La Caverna de Tanque Azul. Congreso de Espeleología de América Latina y el Caribe, 1982.*
- ECHTINGER, H. & GUARCH, J. (2000): Formaciones fungiformes del medio vadoso en la Sima de los Portales (Cuba). *Endins*, 23. Palma de Mallorca.
- EMILIANI, C. (1970). Pleistocene Paleotemperatures. *Science*, 168: 822-825.
- EMILIANI, C. (1972). Quaternary Paleotemperatures and the Duration of the High-Temperature Intervals. *Science*, 178: 398-401.
- FARR, M. (1992): *Höhlintauchen. Geschichte-Forschung-Technik-Regionen.* Cham, Stuttgart, Wien.
- GASCOYNE, M. et al., (1979): Sea-level lowering during the Illinoian Glaciation: Evidence from a Bahama "Blue Hole". *Science*, 205: 806-808.
- HARMON, S.; HENRY, P. & DEREK, C. (1981): Bermuda sea level during the last interglacial. *Nature*, 289: 481-483.
- INSTITUTO CUBANO DE GEODESIA Y CARTOGRAFÍA (1989): *Nuevo Atlas Nacional de Cuba.* La Habana.
- JAKUS, P. (1983): Formaciones vulcanógeno-sedimentarias y sedimentarias de Cuba oriental. In: *Contribución a la geología de Cuba oriental.* Edit. Científico-Técnica. Ciudad de La Habana, Cuba.
- KELLETAT, D. (1987): Küstenforschung. *Geographische Rundschau*, 39. H.1: 4-12.
- LANDESVEREIN FÜR HÖHLENKUNDE IN WIEN UND NIEDERÖSTERREICH (1965): *Speläologisches Fachwörterbuch (Fachwörterbuch der Karst- und Höhlenkunde).* Gesamtedaktion H., Trimmel. Wien.
- LLOPIS, N. (1982): *Fundamentos de hidrogeología cárstica.* Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.
- LLORET, J. & UBACH, M. (1993): Els Cenotes del Yucatan (Mèxic). *Endins*, 19: 29-36. Palma de Mallorca.
- NÚÑEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba.* Edit. Academia de Ciencias. La Habana, Cuba.
- NÚÑEZ, A. (1990): *Medio siglo explorando a Cuba.* Imprenta Central de las FAR. Tomo I. La Habana.
- NÚÑEZ, A.; VIÑA, N.; ACEVEDO, M.; RODRÍGUEZ, J. M.; ITURRALDE, M. & GRAÑA, A. (1984): *Cuevas y Carsos.* Editora Militar. La Habana, Cuba.
- PANOS, V. (1988): Carsos de Cuba oriental. *Studia Geographica*, 91. Edit. Geografický ústav, Brno, Checoslovaquia.
- PANOS, V. (1999): *Mündliche Mitteilungen.*
- RAMOS, O.; VEGA, D.; MAURA, O.; ZAYAS, O.; GONZÁLEZ, D. & TABOADA, R. (1979): *Geografía física de Cuba.* Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana.
- TORRES, A. & SOLANA, E. (1994): *El corredor migratorio de Gibara.* Fondo del Museo de Historia Natural Carlos de la Torre. Holguín.
- TRIMMEL, H. (1968): Höhlenkunde. In: Westphal, W., Rotta, H., (Hrsg.). *Die Wissenschaft*, Band 126.
- YAGER, J. (1981): Remipedia, a new class of Crustacea from a marine cave in the Bahamas. *Journal of Crustacean Biology*, 1: 328-333.
- YAGER, J. (1994): *Speleonectes gironensis*, new species of remipede (Crustacea: Remipedia: Speleonectidae) from anchialine caves in Cuba, with remarks on biogeography and ecology. *Journal of Crustacean Biology*, 14 (4): 752-762.



## 25 ANYS D'ENDINS, REVISTA DE LA FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA

per Vicenç PLA <sup>1,2</sup> i Damià VICENS <sup>1,3</sup>

### Resum

Presentam una breu història de la revista ENDINS, -editada actualment per la Federació Balear d'Espeleologia- des del seu naixement l'any 1974 fins a l'actualitat. També es comenten les característiques que han definit la revista, es a dir, la portada, les topografies, els articles, els autors i el finançament. Finalment, es presenten quatre apèndixs: índex dels articles de cada volum, per ordre alfabètic d'autors; llistat dels articles, ordenats alfabèticament per autor o autors; llistat dels noms dels autors dels articles, amb les abreviacions emprades i índex de les topografies publicades a la revista ordenades per municipi. A l'hora de realitzar el treball, s'han entrat les dades d'aquest mateix volum.

### Resumen

Presentamos una breve historia de la revista ENDINS, -editada actualmente por la Federació Balear d'Espeleologia- desde su nacimiento en 1974 hasta la actualidad. También se comentan las características que han definido la revista, es decir, la portada, las topografías, los artículos, los autores y la financiación. Para finalizar, se presentan cuatro apéndices: índice de los artículos de cada volumen, ordenados alfabéticamente por nombre de autor; listado de los artículos, ordenados por autor o autores; listado de los nombres de los autores de los artículos, con las abreviaciones utilizadas y el índice de las topografías publicadas en la revista, ordenadas por municipio. A la hora de realizar el trabajo, se han tenido en cuenta los datos de este mismo volumen.

### Abstract

We present a brief history of the journal ENDINS, currently edited by the Federació Balear d'Espeleologia, from its birth in 1974 to the present. We also comment on the characteristics that have defined the journal, such as the cover, the topographical surveys, the authors, the papers and its financing. This paper also has four appendixes: a index of the papers from each issue, alphabetically ordered by author; a list of papers ordered by lead-author, including cross-referencing with any co-authors; a list of the authors of each paper, with the abbreviations used, and an index of the topographical surveys, ordered by municipality. We have also taken into account the present edition when compiling this data.

## Introducció

L'any 1999 es va complir el vint-i-cinquè aniversari de la revista ENDINS. Al llarg d'aquests vint-i-cinc anys (1974-1999) han vist la llum 18 nombres amb una periodicitat molt variable, que va des de menys d'un any (núm. 12, juny 1986/núm. 13, maig 1987) fins a més de dos anys (núm. 9, desembre 1982/núm. 10-11, gener 1985), encara que la mitjana és de 16 mesos. A més,

alguns anys es varen fer volums dobles en una sola revista (1979, 1985, 1989, 1992). Tot plegat fa que els vint-i-cinc anys d'ENDINS no se corresponguin exactament amb el número que apareix a la portada. L'any 2000 surt el que per ara és el darrer exemplar, el que fa el 19 de la sèrie, i que en el seu lloc porta el núm. 23.

Aquesta variabilitat en la freqüència de sortida (Figura 1) està motivada pels problemes de tot caire que implica editar una revista científicocultural i a més de forma totalment altruista: manca de mitjans econòmics en alguns moments de la vida de la revista, manca de treballs científics presentats, equip de redacció molt reduït, etc.

1 Grup Excursionista de Mallorca (GEM).  
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 (SHNB). Estudi General Lulià. Sant Roc, 4 E-07001. Palma de Mallorca.

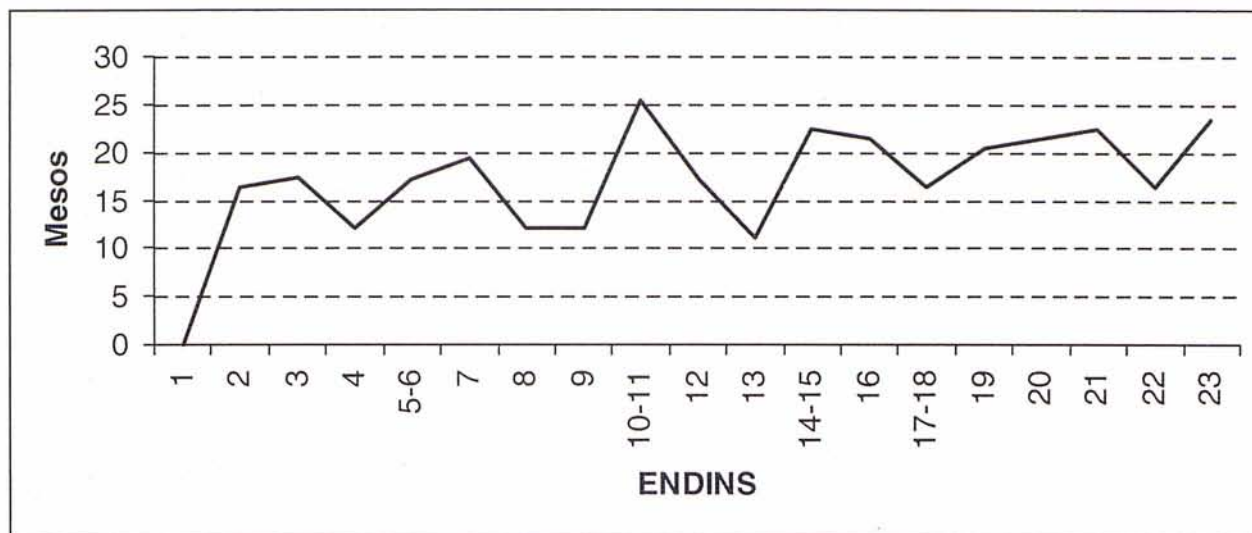


Figura 1: Periodicitat en el temps de sortida entre els distints números de la revista. Es pot observar una tendència molt irregular en les dates de publicació.

Figure 1: Periodicity between each issue of the journal ENDINS, where a very irregular trend between publishing dates can be seen.

No obstant tots aquests problemes, ENDINS ha assolit un grau de reconeixement molt alt per part de la comunitat espeleològica nacional i internacional que l'han dut a ser considerada com una de les millors revistes científiques d'Europa en espeleologia i temes relacionats amb el carst. En un inventari de revistes, butlletins i circulars internes editades per entitats espeleològiques de l'Estat Espanyol fins desembre de 1993 (LLORET, 1993), es recullen 1096 números amb 151 títols, dels quals només 29 havien arribat al núm. 10 i tan sols 58 havien publicat algun exemplar a la dècada dels 90, el que demostra la dificultat per mantenir la continuïtat d'una revista. No són gaires les revistes espeleològiques periòdiques que varen tenir la seva aparició abans que l'ENDINS i que encara segueixen amb la seva tasca.

És evident que les pàgines d'ENDINS representen una estimable aportació dins el conjunt de la cultura de les nostres Illes en general i de Mallorca en particular, abraçant les diferents branques de les Ciències relacionades amb el carst i les coves, intentant harmonitzar i atendre els diferents tòpics que convergeixen en un àmbit d'estudi essencialment interdisciplinari com és el cas de l'espeleologia (GINÉS, 1990).

Els avenços en el coneixement de la geomorfologia càrstica de Mallorca, i en especial el seu vessant espeleològic, s'han produït paral·lelament a la consolidació de la Federació Balear d'Espeleologia (GINÉS & GINÉS, 1995) i també gràcies a la possibilitat que han tingut els espeleòlegs de publicar els seus estudis i treballs en les pàgines d'una revista com ENDINS.

Les principals cavitats de les Balears han estat objecte d'estudi en els números d'ENDINS i moltes d'elles han estat descrites sistemàticament per primera vegada a les seves pàgines (GINÉS, 1993).

Encara que el principal eix de la publicació està constituït pels treballs dels espeleòlegs de les Illes, des

del primer moment les pàgines d'ENDINS han romàs obertes a col·laboracions d'altres espeleòlegs i investigadors tant de l'estat espanyol com de l'estranger.

Amb aquest treball, els autors volem resumir la història d'aquesta revista i sintetitzar en gràfiques, estadístiques i apèndixs els diferents treballs que han omplert les seves planes. Desitjам que sigui una eina útil per la consulta de la bibliografia d'aquests 26 anys.

També volem retre un petit homenatge a totes aquelles persones que d'una forma o un altra han treballat en el passat per fer de l'ENDINS un mitjà reconegut i valuós de divulgació de l'espeleologia i el carst de les Illes Balears.

## Història

La història del naixement d'ENDINS està íntimament lligada a la necessitat que varen tenir els espeleòlegs balears de donar a conèixer a la resta de la societat, les activitats i els treballs que realitzaven.

Les primeres incursions en les caveres de Mallorca s'efectuen entre els segles XIX i principis del XX per científics i aventurers estrangers i nacionals. Tenim constància de les exploracions d'en Edouard A. Martel, Emil G. Racovitza, Jacques Maheu, Dorothy M.A. Bate i Robert de Joly entre els primers i Isidor Antillón, J.M<sup>a</sup> Bover, Pere d'Alcàntara Penya i Bartomeu Darder entre els segons. Als anys 50 un grup de naturalistes locals efectuaven els seus estudis sota el nom d'*Equip Mallorquí d'Espeleologia* al si de la Societat d'Història Natural de les Balears (GINÉS, 1993). Però és a mitjans de la dècada dels seixanta, quan es coneixien ja un centenar escàs de cavitats, en què l'espeleologia a les Balears i en especial a Mallorca comença a practicar-se de forma sistemàtica. Un nombre reduït de joves inquiets, atrets pel desconeixement i misteri que

des dels inicis de la humanitat han suposat les coves, comencen a organitzar-se en grups i a explorar amb inquietuds culturals les cavitats que en aquells anys eren conegudes (GINÉS *et al.*, 1989). A partir de 1970 s'incrementen d'una forma molt considerable els treballs espeleològics a les Balears, i a principis d'aquesta dècada apareixen articles d'espeleòlegs balears a les revistes *Karst* i *Speleon* majoritàriament (ENCINAS & REDONDO, 1972). A finals dels anys seixanta i principis dels setanta, encara no s'havia constituït una federació d'espeleologia a nivell estatal, i els espeleòlegs s'agrupaven en comitès que funcionaven com òrgans tècnics dins la *Federación Española de Montañismo*. Les Illes Balears estaven incloses dins l'organisme nomenat *Comité Catalano-Balear de Espeleología (CCBE)* i els espeleòlegs balears lluitaven per aconseguir una autonomia plena. Tant en el primer *Congrés Nacional d'Espeleologia*, organitzat pel CCBE de la *Federació Catalana de Montanyisme*, celebrat a Barcelona el 1970, com en el segon congrés celebrat a Oviedo en 1972, els espeleòlegs mallorquins donen a conèixer la feina que es feia a les Illes. Els anys 1972 i 1973 se celebren a Catalunya -Barcelona 1972 i Mataró 1973- dos Simposis del CCBE centrats en els temes de topografia i geoespeleologia respectivament, en els que també es mostren a la societat espeleològica els estudis que es realitzen a les Balears.

Com a conseqüència del *II Congreso Nacional*, celebrat a Oviedo, se crea la *Delegación Balear del CCBE* i gràcies a la intervenció de Adolfo Eraso, és nomenat delegat Àngel Ginés i s'aconsegueix una petita dotació econòmica. La necessitat de donar llum més fàcilment als treballs realitzats a les Illes i mostrar la capacitat d'independència d'altres organismes territorials, provoca que surti la idea de crear una revista d'espeleologia a nivell de les Balears. El 1973 es nomena representant de la *Delegación Balear del CCBE* Miquel Trias.

En el mes de març de l'any següent veu la llum el primer número de la revista ENDINS. Aquesta primera publicació és una de les fites que s'havien marcat els dirigents de la *Delegación Balear del CCBE*. Va néixer com una iniciativa dels espeleòlegs mallorquins, que decidiren gastar així la subvenció de 12.000 ptes. que els havia concedit el CCBE per l'any 1973. El nom de la publicació és proposat en una assemblea de la *Delegación*, celebrada a Pollença, per Sebastià Orell del Grup Nord de Mallorca (GNM) i més tard, el logotip, que apareixerà a les portades de tots els números, és dissenyat per M. Trias. Els vuit treballs presentats en aquest primer número, varen ser mecanografiats utilitzant una màquina d'escriure elèctrica marca Olivetti, cedida per Miquel Garau. Els mecanògrafs varen ésser Joan Pons, Joaquín Ginés, Lluís Roca i Mateu Borràs. Es va imprimir al Monestir de la Real (Palma de Mallorca) utilitzant l'aparell de ciclostil del mateix monestir. La coberta, on la portada és una imatge d'À. Ginés de la Cova de Cornavaques (Pollença), va ser

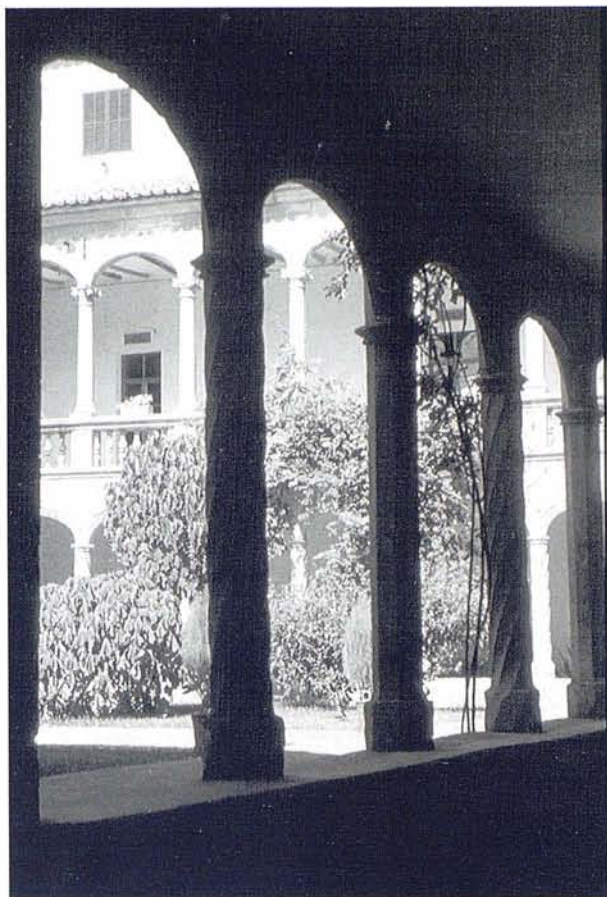


Foto 1: Claustre del monestir de Santa Maria de la Real, on es va imprimir, utilitzant l'aparell de ciclostil del mateix monestir, el número 1 d'ENDINS. Foto: V. Pla.

Photo 1: Cloister of the Monestir de Santa Maria de la Real, where the first ENDINS, number 1, was printed using the monastery's cyclostyle. Photo: V. Pla

impresa per l'impremta IMAGEN / 70 i es va muntar i enquadernar al domicili de M. Trias (J. Ginés, À. Ginés i M. Trias, com. pers.). La tirada va ser de 500 exemplars amb un cost total de 10.421 ptes. L'editorial i les normes de publicació així com la capçalera de portada estan en català, encara que només un dels vuit treballs està escrit en aquesta llengua, el que representa una declaració d'intencions molt agosarada tenint en compte l'època històrica en que surt el primer número.

És remarcable assenyalar la joventut dels impulsors d'ENDINS. Molts d'ells gairebé no sobrepassaven la vintena d'anys. Des del primer moment varen decidir que la revista havia d'ésser científica i rigorosa, allunyada de la simple publicitat i difusió de les conquestes esportives realitzades pels grups espeleològics balears. En tot cas, aquestes, havien d'anar acompanyades d'estudis descriptius i topogràfics de les cavitats. Això denota una maduresa i unes inquietuds poc comunes en persones tan joves.

El 1975 se constitueix el *Comité Balear de Espeleología* independent del CCBE. M. Trias és elegit president i apareix el segon número d'ENDINS, aquesta volta ja utilitzant un mètode d'impressió més sofisti-

cat: l'offset. Aquest número va ser finançat per la Diputació Provincial de les Balears, la *Delegació Balear de Muntanya* i diferents cases comercials que poc o gens estaven relacionades amb l'espeleologia (Taula 4). Fins el núm. doble 5-6 (1979), en que es fa càrrec À. Ginés, la coordinació de la publicació no estava ben definida i era la suma d'aportacions de diferents membres del Comitè (À. Ginés, J. Ginés, M. Trias, fonamentalment).

# ENDINS

## PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA

### COMITE BALEAR D'ESPELEOLOGIA



FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
C/ Posada de Lluc, 10 Entlo.  
07001 Palma de Mallorca  
ESPAÑA

En aquests anys, es comença una política d'intercanvis bibliogràfics amb altres revistes espanyoles i de la resta del món. Aquesta idea va ser impulsada en bona mida pel bibliotecari de la Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB) en aquella època, el Sr. Lluís Gasull. A través dels anys, això ha fet que la FBE tingui una de les millors biblioteques d'Espanya en temes espeleològics i carstològics, molt superior a altres federacions territorials molt més grans tant en pressupost com en nombre de membres.

El 1979, s'estableix un consell de redacció integrat per aquells autors que haguessin publicat en més d'una ocasió a ENDINS i fossin espeleòlegs en actiu. Des d'aquest número fins el 19 (1993), les tasques de maquetació i paginació son dutes a terme per J. Ginés i Lina Borràs a la fi d'abaratir costos i assolir una paginació més bona i sense errades. L'any 1980 ENDINS és publicat per la *Secció Balear d'Espeleologia*, que s'ha creat aquell mateix any i de la qual n'és elegit president J. Ginés. Aquesta *Secció* és un simple tràmit en el camí de la constitució d'una *Federació Balear d'Espeleologia*, fet que es produeix el 1982 sent reelegit president J. Ginés, càrrec que ostentarà fins el 1992 en què és escollit Antoni Merino.

Des de l'any 1981 fins el 1990 una entitat pública, l'Institut d'Estudis Balearics —encapçalada per la figura del seu director Sr. Jordi Gayà— va ser fonamental per la subsistència econòmica de la revista.

Les conseqüències del desenvolupament de les activitats humanes en les zones càrstiques foren l'objecte d'una reunió del *Grup d'Estudi sobre l'Impacte Humà sobre el Carst*, que se celebrà a Palma del dia 25 al 30 d'agost de 1986; amb aquest motiu vingueren a Mallorca un reduït grup de carstòlegs de diversos països, interessats en aquesta temàtica específica. Aquesta trobada era part de les activitats de la Conferència Regional sobre els Països Mediterranis de la UNIÓ GEOGRÀFICA INTERNACIONAL, que tingué lloc a Barcelona durant el mes de setembre d'aquell mateix any. A l'esmentada reunió foren presentades 12 comunicacions que es varen publicar l'any 1987 a l'ENDINS núm. 13 (GINÉS, 1987).

El 1983 es va decidir incloure la serra de Tramuntana de Mallorca en el *Atlas Internacional del Carst*, com exemple d'un terreny càrstic en una Illa mediterrània amb estructura alpina. El març de 1984 es varen efectuar els treballs de camp per W.-F. Bär, F. Fuchs i G. Nagel. Els resultats i el mapa aparegueren a la revista alemanya *Zeitschrift für Geomorphologie*, l'any 1986. Anys després, el 1989, a l'ENDINS 14-15 surt el treball i el mapa a color adjuntat a la part posterior de la coberta.

El núm. 20 d'ENDINS (1995) va ser el darrer publicat com a coordinador per À. Ginés i representa un número especial dins la línia habitual de la revista. Es tracta d'una monografia -editada conjuntament amb la SHNB- que presenta els coneixements carstològics i espeleològics disponibles fins aquell moment, a l'illa de Mallorca. Va coincidir amb l'organització per part del Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN-Sóller) i la Universitat de les Illes Balears (UIB) de l'*International Symposium on Karren Landforms*, per la qual cosa tots els articles del núm. 20 varen ser publicats en català i anglès.

A finals de 1995, just després d'haver-se publicat el núm. 20, es fa càrrec de la coordinació de la publicació de la revista, Francesc Gracia, i es constitueix formalment una junta de publicacions renovada, que representa una nova etapa, però que pretén mantenir la línia científica i seriosa que fins aquell moment havia dut ENDINS. A partir de l'ENDINS 21 (1997), al revers del primer full de la revista consten els components de la junta directiva de la Federació Balear d'Espeleologia i els de la junta de publicacions d'ENDINS. Es decideix enumerar la revista amb un sol número encara que tocàs ser doble, ja que feia quasi dos anys que no sortia la revista. Les normes de publicació són renovades en aquest núm. 23, adaptant-se als nous temps.

No es pot acabar aquest apartat sense comentar on s'ha imprès ENDINS. A partir del núm. 2 fins aquest mateix núm. 23, la impremta IMAGEN 70 (actualment IMATGE/70) propietat del Sr. Miquel Font, ha realitzat les feines d'impressió de la coberta i de les pàgines de la revista, així com de l'enquadernació. En Gabriel Tugores, fotomecànic de l'impremta, sempre ha donat bones idees perquè les imatges i el text reproduït a la revista quedin el millor possible.

## La dècada dels 90

A continuació, i per demostrar el potencial que encara té el nostre carst, comentarem breument unes quantes fites importants de la dècada dels anys 90 relacionades amb l'estudi de les cavitats de les Balears, ja que es produeixen sorprenents descobriments espeleològics, que queden escrits a les pàgines d'ENDINS. L'any 1991 començà la topografia de la cova del Pas de Vallgornera (Llucmajor), descoberta l'any 1968 (MERINO, 1993), de la que anys després els espeleòlegs Miquel Àngel Barceló i Pere Riera troben una impressionant continuació donant com a resultat els més de 6400 m de recorregut coneguts actualment, que la fan la cova de més recorregut de les Balears (MERINO, 2000). A l'any 1994 començà la topografia de la cova des Coll (Felanitx), -la cavitat subaquàtica més gran de l'Estat Espanyol aleshores- (GRACIA *et al.*, 1997), i es finalitzà el 1996. L'estudi apareix al núm. 21 d'ENDINS. El 21 de desembre de 1998, la Societat d'Història Natural de les Balears atorga a Francesc Gracia el premi Bartomeu Darder, destinat a guardonar el millor treball científic publicat sobre les Balears l'any 1997. El mateix 1997, es comença l'exploració i topografia de la cova d'en Passol, cavitat que té 2176 m de recorregut (GRACIA *et al.*, 1998). El 1998 s'inicia l'exploració i topografia de la part subaquàtica de la cova de sa Gleda (Manacor); hores d'ara no s'ha acabat l'exploració i en el mes d'abril de 2000 es va donar a conèixer als mitjans de comunicació que el recorregut subaquàtic és superior a la cova des Coll.

Referent a la paleontologia, es troben importants jaciments càrstics amb vertebrats terrestres quaternaris: la cova Estreta a Mallorca (ENCINAS & ALCOVER, 1997), i la cova C-2 a Menorca (SEGUÍ *et al.*, 1998).

Quant a l'estudi dels antics nivells del Mediterrani, han estat molt fructíferes les campanyes de recol·lecció d'espeleotemes freàtics de coves costaneres de Mallorca i la seva datació isotòpica, tant per sobre l'actual nivell de la mar (GINÉS & GINÉS, 1993; TUCCIMEI *et al.*, 1998), com per davall (TUCCIMEI *et al.*, 2000).

Per veure la importància que té el carst dins l'àmbit naturalístic a les nostres Illes, creiem oportú comentar que a una exposició recent, "Les Balears abans dels humans" (coordinada per la SHNB i "Sa Nostra") realitzada en el Centre de Cultura "Sa Nostra" i inaugurada el 27 de gener de 2000, la unitat expositiva més grossa i una de les més impressionants, era una maqueta d'una cova idealitzada (ALCOVER *et al.*, 2000). Aquesta ha estat dissenyada i construïda sota la direcció de l'espeleòleg Miquel Trias, gran coneixedor del món subterrani de les Balears i un dels autors que més ha publicat a l'ENDINS (Figura 5).

## La portada, el format i la maquetació

Moltes revistes científiques no tenen una portada vistosa i mantenen la mateixa maquetació durant llargs períodes de temps. Les revistes d'espeleologia esportiva solen tenir una portada cridanera amb fotografies de tema esportiu; en canvi les de caire més científic, tenen temes relacionats amb el carst ja sigui d'endocarst o d'exocarst, sense excloure en cap moment les fotografies esportives.

ENDINS és una revista científica, que ha mantingut al llarg de tota la seva existència l'estructura de la seva portada, si bé hi ha petites variacions entre els diferents números. La majoria de les portades tenen el terç supe-

NÚMS	TEMA DE LA PORTADA	AUTOR
1	Cova de Cornavaques (Pollença)	À. Ginés
2	Cova des Pont (Manacor)	M. Trias
3	Coves Petites (Capdepera)	À. Ginés
4	Gravat de l'obra de M. Conrado <i>Exploració de l'avenc de Son Pou</i> (1865)	
5-6	Gour de les coves de Son Berenguer (Sta. Maria del Camí)	À. Ginés
7	<i>Typhlocirolana moraguesi</i> de la cova del Drac (Santanyi)	À. Ginés
8	Dibuix de les coves d'Artà fet l'any 1862	P.A. Penya
9	Dibuixos de la cova de s'Ermita (Capdepera) i coves del Drac (Manacor) publicats en 1885	S. Gay / B. Champsaur
10-11	Espeleotemes freàtics de la cova de Sa Bassa Blanca (Alcúdia)	À. Ginés
12	<i>Myotragus balearicus</i> de la cova Nostra (Pollença)	M. Trias
13	Esquetjar de la Coma de ses Trutges (Escorca)	J. Ginés
14-15	Concrecions zenitals de la cova Primera (Alcúdia)	M. Trias
16	Avenc de Fra Rafel (Escorca)	D. Elliot
17-18	Cova de na Mitjana (Capdepera)	J. Ginés
19	Avenc des Llorer (Escorca)	A. Merino
20	Clots Carbons (Escorca) / Espeleotemes de les coves del Drac (Manacor)	J. Ginés/ C.Drac
21	Cova des Coll (Felanitx)	M. Farr
22	Cova de sa Campana (Escorca)	A. Merino; J. Vega;
		G. Mulet
23	Cova des pas de Vallgornera (Llucmajor)	A. Merino

Taula 1: Temes que han servit de portada als diferents números de la revista i els seus autors.

Table 1: Cover themes and author by issue.

rior ocupat pel logotip ENDINS, l'organisme editor (FBE) i la data de sortida (mes i any) i el fons, de color blanc -excepció feta de les tres darreres i les dels nùms. 4 i 12-. El dos terços inferiors per una fotografia o dibuix referit a un tema del carst balear, a excepció del núm. 9 i el 20. Del núm. 1 al núm. 16 la portada és en b/n, i a partir del núm. 17-18 és a color. Els temes de les 19 portades aparegudes, són variats i reflecteixen els diversos àmbits de l'espeleologia: 7 portades són dedicades a imatges de sales de cavitats horitzontals, 6 a formacions endocàrstiques i exocàrstiques, 3 a cavitats verticals, i una portada a cadascun d'aquests altres temes: bioespeleologia, paleontologia, i cavitats subaquàtiques. No hi ha cap fotografia amb un tema arqueològic a pesar de haver-hi publicats 12 treballs d'aquesta temàtica. Cal destacar que dues fotografies de portada han obtingut premis, la de l'ENDINS núm. 2 el Premi Nacional de Diapositiva del Saló de Reus, i la que porta aquest núm. 23 el primer premi del concurs de diapositives HIDDEN-EARTH 2000 (Bristol).

Les il·lustracions de les portades (Taula 1) són quasi exclusivament d'autors que han tingut molta de relació amb la FBE, a excepció de Dave Elliot i de Martin Farr, que són els autors de les dels nùms. 16 i 21 respectivament. Fins al núm. 20 la fotografia de la portada l'havia triat la junta de publicacions. En el núm. 21 i el núm. 22 la trien la junta de publicacions i la junta directiva de la FBE. En aquest núm. 23, els assistents al campament de la FBE realitzat en es Tossals, varen poder escollir la millor fotografia d'entre les presentades, que no eren poques i cridava l'atenció la seva qualitat. Moltes vegades, la fotografia de portada no té relació directa amb cap dels articles publicats al seu interior.

En resum, es pot dir que l'estructura de la portada és racionalista (propri de finals dels seixanta i principis dels setanta), bastant rígida (per la seva maquetació pràcticament sempre igual) i que les modificacions s'han basat en canvis cromàtics (de b/n a color). Altres revistes espeleològiques segueixen cànons semblants a l'ENDINS, i això possiblement es deu al fet que els editors saben que els espeleòlegs valoren molt una bona fotografia, ja que coneixen les condicions adverses que hi ha per a obtenir-la, ja sigui pel transport de l'equip fotogràfic, la dificultat d'il·luminar adequadament tant sales de dimensions descomunals com petits detalls, la humitat que fa malbé l'equip, etc.

Les imatges de totes les portades es poden veure distribuïdes al llarg del present treball.

La mida de la revista és un poc més petita que les dimensions d'un full DIN A4 i tots els números estan impresos en paper setinat exceptuant els nùms. 1, 2, 4 i 5-6.

El tipus de lletra emprat s'ha mantingut constant al llarg dels anys, utilitzant-se l'Helvètica. L'única excepció precisament va ser el primer número, degut al fet que l'edició va ser feta amb una màquina d'escriure elèctrica (veure apartat d'Història).

Del núm. 1 fins el núm. 5-6 les planes són a una columna i a partir del 7, ho són a dues.

Totes les il·lustracions interiors són en blanc i negre a excepció del núm. 23 en què per primera vegada les fotografies d'alguns articles surten en color. El nombre de fotografies ha augmentat significativament en els darrers números. També per primera vegada en aquest número, els peus de taules, fotos i figures surten amb una traducció a l'anglès.

## Les topografies

Les labors de topografia subterrània requereixen molta paciència i dedicació, i són el resultat d'una feina d'equip. Tota exploració d'una cavitat, hauria d'anar associada a l'aixecament del plànol topogràfic, cosa que malauradament no sempre passa (GINÉS, 1993).

Els plànols topogràfics són l'eina bàsica per poder documentar les cavitats i realitzar posteriors estudis i exploracions, per la qual cosa és imprescindible que siguin acurats i clarificadors.

L'aparença en què els espeleotopògrafs presenten les topografies és molt variada i de mides molt diverses. Això és degut que els autors tenen diferents concepcions de com s'han de realitzar els dibuixos per representar una mateixa realitat, a més d'intervenir elements subjectius d'estètica i habilitat a l'hora de dibuixar. Depenent de la mida de la cavitat plasmada en la topografia, de la seva importància relativa, dels seus valors espeleològics, etc. algunes han estat publicades destacant-les en un format major i en forma desplegada (Taula 2). S'ha d'observar que el nombre de plectes en què està doblegada la topografia no correspon amb el de pàgines que ocupa realment.

A les pàgines d'ENDINS han aparegut un total de 398 topografies de cavitats (Figura 2) -incloent les d'aquest número-, de les quals 339 són de Balears (el 85,18%), 40 de la península Ibèrica (el 10,05%), 1 de les illes Canàries (0,25%) i 15 de la resta del món (el 4,52%) (veure apèndix D).

## Els treballs

Des del seu inici ENDINS ha publicat 205 treballs científics, incloent els del present volum (veure apèndix A). En primer lloc, s'ha intentat separar-los segons la temàtica tractada, resultant una tasca no gaire fàcil, ja que n'hi ha que difícilment es poden encasellar a una concreta, perquè tracten diversos temes en el mateix treball. En aquest cas s'ha intentat situar el treball a la temàtica que en el nostre criteri és la més adient o important. Hem separat els articles segons la següent divisió:

- *Documentació*: Treballs històrics, bibliogràfics i inventaris.
- *Tècnica, organització i gestió*: Treballs descriptius

ENDINS	ARTICLE	TOPOGRAFIA	PAG
4:21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques	Cova des Pont (Manacor)	2
5-6:81-88	La representación de cavidades en perspectiva axonométrica-trimétrica	Sima G.E.S.M.	3
8:59-74	Notícia preliminar del jaciment islàmic de la cova dets Amagatalls	Cova dets Amagatalls (Manacor)	2
8:59-74	Notícia preliminar del jaciment islàmic de la cova dets Amagatalls	Cova dets Amagatalls Sector Oest-Central (Manacor)	2
9:37-40	Avenc de s'Aigo (Escorca, Mallorca)	Avenc de s'Aigo (Escorca)	3
12:13-18	La covota de sa penya Rotja (Alcúdia-Mallorca)	Covota de sa penya Rotja (Alcúdia)	3
12:35-40	Algunos resultados de las campañas de 1984 y 1985 en Escuin (Huesca)	CV-1 (Escuin, Huesca)	2
14-15: 5-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca	Cova d'en Curt (Ferrerries)	3
16:5-10	Noves aportacions al coneixement espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca)	Forat dets Amics	3
16:11-15	L'avenc de Fra Rafel (Escorca, Mallorca)	Avenc de Fra Rafel (Escorca)	2
16:17-20	El modelat càrstic de sa Mitjania (Escorca, Mallorca)	Avenc de sa Mitjania	2,3
17-18:21-23	Noves dades sobre la cova des Coloms 1 (Manacor, Mallorca)	Cova des Coloms 1 (Manacor)	2
19:17-23	La cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca)	Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor)	3,5
21:5-36	Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca)	Cova des Coll (Felanitx)	3,5
22:5-18	La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca)	Cova d'en Passol (Felanitx)	3,5
22:55-66	La cova des Drac de cala Santanyí (Santanyí, Mallorca)	Cova des Drac de cala Santanyí (Santanyí)	3,5
23	Les coves de cala Varques (Manacor, Mallorca)	Cova de cala Varques B (Manacor)	3,5
23	La cova des Moro (Manacor, Mallorca). Alguns destacats aspectes de la seva morfologia	Cova des Moro (Manacor)	2
23	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4 (1a part): puig Gros de Bendinat (Calvià, Mallorca).	Covota des puig Gros de Bendinat (Calvià)	2
23	Nuevas extensiones de la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca)	Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor)	3,5

Taula 2: Topografies impreses en desplecats amb el número de pàgines que ocupen i l'article on apareixen.

Table 2: Fold-out topographical surveys with the number of leaves and the paper where they appear.

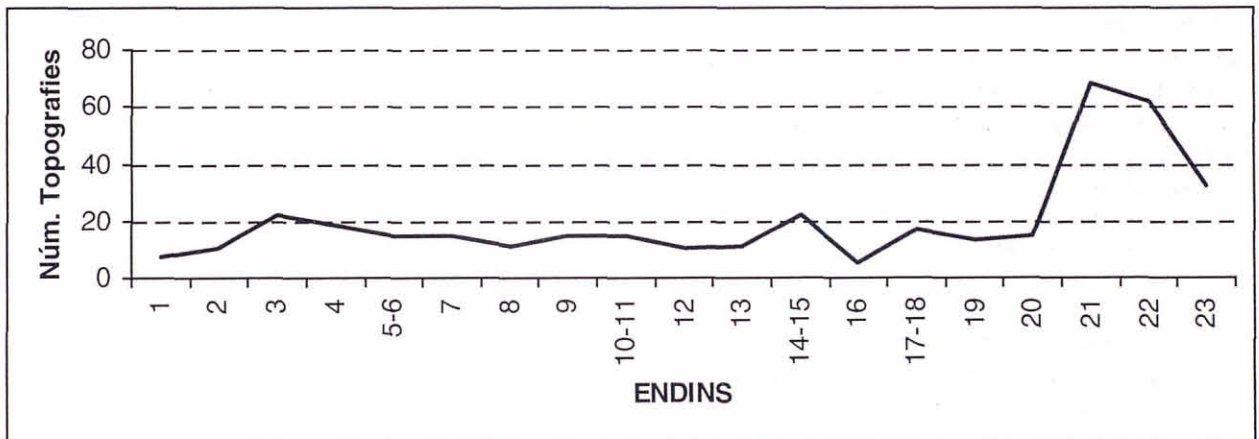


Figura 2: Número de topografies aparegudes per cada exemplar d'ENDINS. Es pot apreciar l'increment en els tres darrers.

Figure 2: The number of published surveys in each issue. An increment in this number can be observed in the last three editions.

d'equipament espeleològic, estudis econòmics, tècniques de dibuix, organització d'estudis i campanyes espeleològiques i conservació i gestió administrativa del carst i les coves.

- *Descripció i topografia de cavitats*: Aixecament topogràfic de plànols de coves i avencs i la seva descripció morfològica.
- *Carstologia (endocarst)*: Treballs geomorfològics que estudien els fenòmens i la morfologia de la part subterrània del carst, treballs de datació isotòpica d'espeleotemes i processos de cristallització freàtica.

- *Carstologia (exocarst)*: Treballs geomorfològics que estudien els fenòmens i la morfologia de la part superficial del carst, estudis tipològics de lapiaz, camps de lapiaz, dolines, canyons càrstics i altres formes exocàrstiques.
- *Bioespeleologia*: Estudis dels animals cavernícoles, vegetació de dolines i flora de les entrades de cavitats.
- *Paleontologia*: Estudis dels fòssils i processos tafonòmics, dipositats a l'interior de cavitats.
- *Arqueologia*: Investigacions de l'ús per part dels

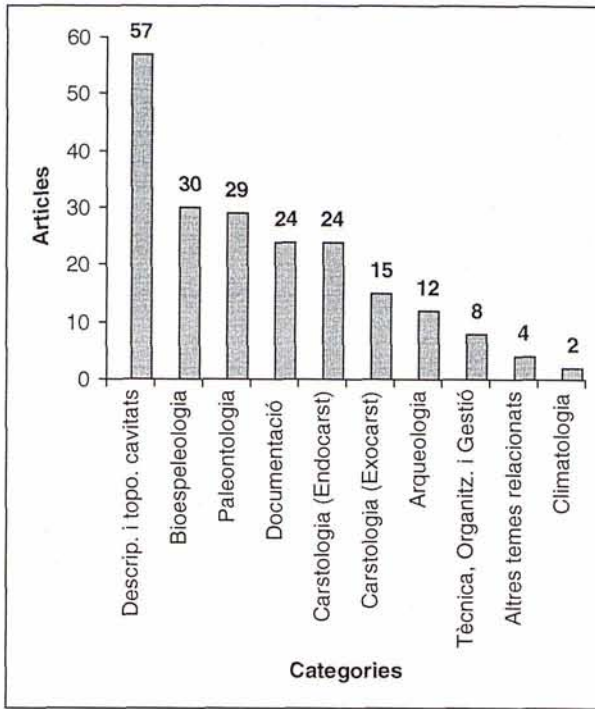


Figura 3: Número d'articles distribuïts per temes.

Figure 3: Number of papers by subjects.

ZONA	ART.	PERC.
Mallorca	108	52,68%
Menorca	19	9,27%
Eivissa	7	3,41%
Formentera	3	1,46%
Cabrera	5	2,44%
Pitiüses	3	1,46%
Balears	14	6,83%
<b>Zona Illes Balears</b>	<b>159</b>	<b>77,56%</b>
Pen.Ibèrica/Canàries	16	7,80%
Resta del món	16	7,80%
Art. no localitzables	14	6,83%
<b>Zona altres llocs</b>	<b>46</b>	<b>22,44%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>205</b>	<b>100,00%</b>

Taula 3: Número i percentatge d'articles, segons la zona geogràfica del seu estudi, publicat a ENDINS. S'han diferenciat dues zones: els atribuïts a les illes Balears i els d'altres parts del món. Pel que fa a la zona Balear, s'han diferenciat els articles referits a una illa tota sola i les de les Pitiüses –Eivissa i Formentera– i Balears –Mallorca, Menorca, Eivissa, Formentera i Cabrera–.

Table 3: Number and percentage of papers according geographical zone of study published by ENDINS. These are broken down into the Balearic Islands and the rest of the world. The Balearic have been broken down into papers which refer to a single island and those which cover the Pityusic Islands (Eivissa and Formentera) and the Balears (Mallorca, Menorca, Eivissa, Formentera and Cabrera).

humans de les cavitats, utilitzant com a documents qualsevol mena de vestigis materials deixats en elles.

- **Climatologia:** Aspectes bioclimàtics dels carst,

mesura de temperatures i humitat dins cavitats càrstiques.

- **Altres:** Treballs que no s'insereixen dins cap de les anteriors categories, però fan referència d'una o altra forma a l'espeleologia i/o el carst i el seu estudi.

A la figura 3 es pot observar que la temàtica que ha rebut major atenció és la descripció i topografia de cavitats amb 57 articles, representant el 27,8 % dels treballs publicats a la revista, seguides de la Biospeleologia amb 30 articles (14,63 %) i de la paleontologia amb 29 articles (14,15 %).

En relació a l'àrea d'estudi (Taula 3), el 77,56% del treballs publicats corresponen a les Balears, d'acord amb els objectius fonamentals de l'ENDINS i un 22,44% al conjunt d'investigacions fetes a la península Ibèrica, illes Canàries i la resta del món. Cal assenyalar que l'illa de Mallorca ha estat objecte d'un major estudi per part dels espeleòlegs, per motius ben obvis: major superfície, majors altituds, major nombre d'espeleòlegs, un terreny majoritàriament calcari, etc.

El nombre de treballs que apareixen a cada ENDINS, varia entre un mínim de 8 i un màxim de 17; la mitjana però, és de quasi 11.

## Els autors

Un total de 141 persones han signat treballs publicats per ENDINS (veure apèndix B). Són molt variats i de diferents procedències, tant acadèmiques com geogràfiques. En relació al seu origen geogràfic (Figura 4),

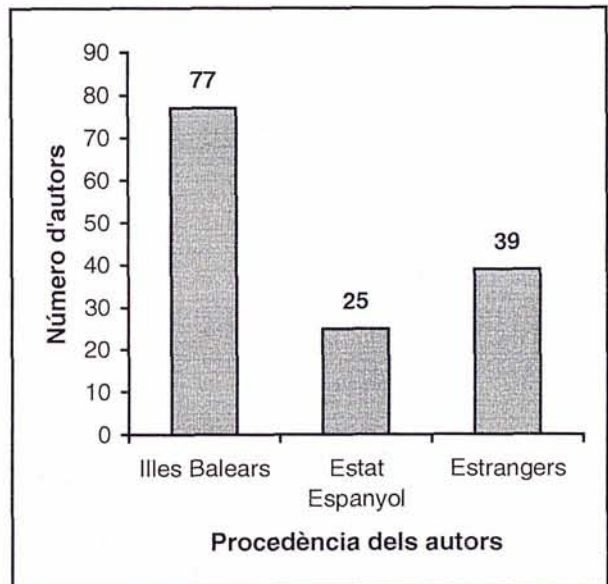


Figura 4: Procedència dels autors dels articles, diferenciat en tres grans grups: illes Balears, resta del estat espanyol i estrangers.

Figure 4: Origin of the authors of the papers, divided into three different groups: illes Balears, rest of Spain, and from abroad.



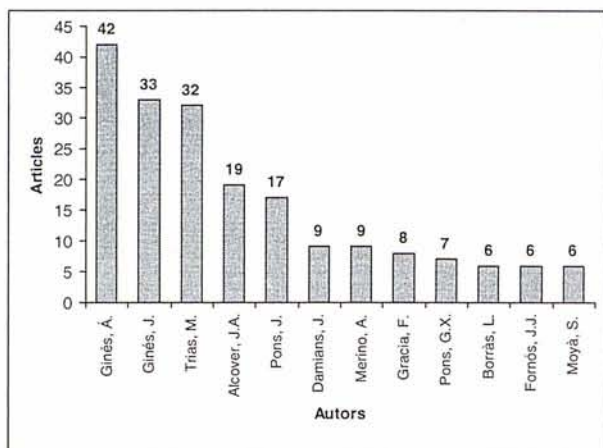


Figura 5: Autors amb més articles publicats. Els cinc primers destaquen de la resta.

Figure 5: Authors with the most published papers. The first five overshadow the rest.

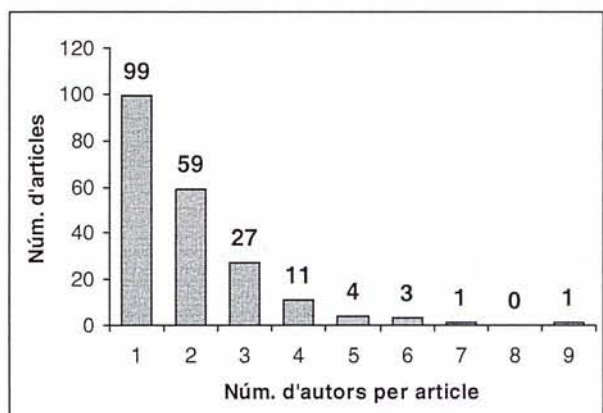


Figura 6: Número d'autors per cada article. Els publicats per 1 i 2 autors representen el 77,07% del total.

Figure 6: The number of authors per paper. Those with 1 and 2 authors account for 77.07% of the total.

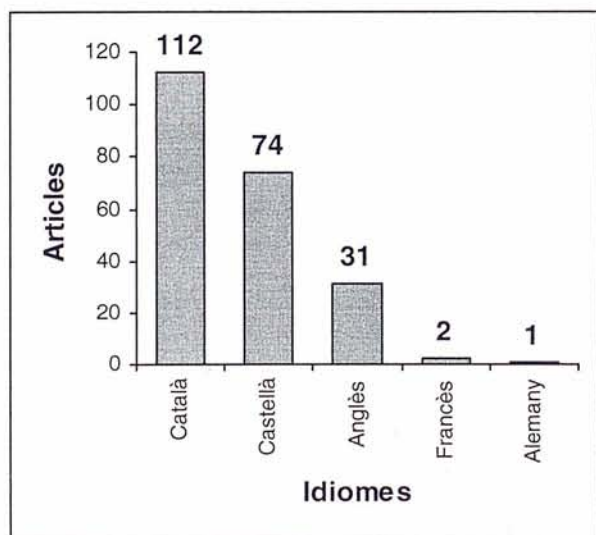


Figura 7: Divisió dels articles segons la llengua en que estan escrits.

Figure 7: Breakdown of papers according to language.

s'observa que les aportacions del nostre entorn més proper, és a dir les Balears, constitueixen el 55% dels articles de la revista. El 18% correspon a autors de la resta de l'estat espanyol i el 28% a autors d'origen estranger. Aquestes xifres no són semblants a les dels autors que han publicat al Bolletí de la Soc. Hist. Nat. de les Balears (FORNÓS *et al.*, 1994). Molts dels autors han assolit un gran prestigi nacional i internacional, però no en ressenyem cap d'ells per evitar malentesos, per la qual cosa remetem el lector a l'apèndix C perquè hi pugui donar un cop d'ull. Els autors que més articles han publicat a l'ENDINS, ja sigui sols o en col·laboració, surten a la figura 5 i és pot veure que els tres primers han tingut molta relació amb la FBE (veure Història).

Quant al nombre d'autors dels treballs, es pot observar que la major part (Figura 6), està signat per un sol autor, seguides pels de dos i tres autors. Nogensmenys alguns han necessitat l'ajuda d'un equip d'espeleòlegs més nombrosos per dur-los a terme.

Els treballs estan publicats en diferents llengües (Figura 7), bàsicament segons la procedència dels autors, si bé els de l'ENDINS 20 estan en dues llengües (català i anglès), per la qual cosa els hem comptabilitzat tant per una llengua com per l'altra.

## Finançament

ENDINS és una revista científicocultural publicada per una federació esportiva. La subvenció donada per la *Federación Española de Espeleología* és del tot insuficient per cobrir el seu cost, el que fa necessari demanar suport als organismes institucionals locals. En els primers números d'ENDINS, entitats privades i públiques participaren en el finançament de la revista. En els últims, la presència d'aquestes darreres ha sofert un notable increment i això es deu a la perseverança a l'hora de sol·licitar subvencions i a la seriositat i prestigi que ha assolit la revista durant 26 anys d'existència (Taula 4). No totes les institucions que han aportat diners per publicar ENDINS ho han fet de la mateixa forma i amb el mateix compromís. Durant bona part de la seva vida, la major quantitat venia només d'una sola entitat: l'Institut d'Estudis Baleàrics. Les aportades per altres institucions públiques o privades, no passaven d'ésser merament testimonials. És de valorar que la UIB

NUM.	ENTITATS COL·LABORADORES EN EL FINANÇAMENT
1	Comité Catalano-Balear de Espeleología
2	Excm. Diputació Provincial de les Balears Delegació Balear de Muntanya Cristina Modas Foto Iris AGAMA Mecanización Limpiezas Radio Borne Esports Kenia LAVAUTO Comercial Garage Segura Tot Sport

3	Excm. Diputació Provincial de les Balears Delegació Balear de Muntanya Facultat de Filosofia i Lletres (Dep. Geografia) Facultat de Ciències de Balears Caixa de Pensions per a la vellesa i d'Estalvis LAVAUTO
4	Excm. Diputació Provincial de les Balears Caixa d'Estalvis i Mont de Pietat de les Balears Caixa de Pensions per a la vellesa i d'Estalvis Facultat de Filosofia i Lletres (Dep. Geografia) Facultat de Ciències de Balears LAVAUTO
5-6	Excm. Diputació Provincial de les Balears Caixa d'Estalvis i Mont de Pietat de les Balears Caixa de Pensions per a la vellesa i d'Estalvis Facultat de Filosofia i Lletres (Dep. Geografia) Facultat de Ciències de Balears
7	Consell Insular de Mallorca Caixa d'Estalvis de Balears "Sa Nostra" Facultat de Filosofia i Lletres (Dep. Geografia) Facultat de Ciències de Balears
8	Institut d'Estudis Balearics Caixa d'Estalvis de Balears "Sa Nostra" Facultat de Filosofia i Lletres (Dep. Geografia) Facultat de Ciències de Balears
9	Institut d'Estudis Balearics Caixa d'Estalvis de Balears "Sa Nostra" Facultat de Ciències de Balears (Dept. Geologia) Facultat de Filosofia i Lletres (Dep. Geografia)
10-11	Institut d'Estudis Balearics Ajuntament de Palma Caixa d'Estalvis de Balears "Sa Nostra" Facultat de Ciències de Balears (Dept. Geologia) Facultat de Filosofia i Lletres (Dep. Geografia)
12	Institut d'Estudis Balearics Ajuntament de Palma Caixa d'Estalvis de Balears "Sa Nostra" Facultat de Filosofia i Lletres (Dep. Geografia)
13	Institut d'Estudis Balearics Servei de Publicacions de l'UIB Caixa d'Estalvis de Balears "Sa Nostra" Ajuntament de Palma Departament de Ciències de la Terra (UIB)
14-15	Institut d'Estudis Balearics (Cons. Cultura Govern Balear) Ajuntament de Palma Caixa d'Estalvis de Balears "Sa Nostra" Departament de Ciències de la Terra (UIB)
16	Institut d'Estudis Balearics (Cons. Cultura Govern Balear) Federación Española de Espeleología Ajuntament de Palma Consell Insular de Mallorca
17-18	Conselleria de Cultura, Educació i Esports del Govern Balear Federación Española de Espeleología Ajuntament de Palma
19	Conselleria de Cultura, Educació i Esports del Govern Balear Federación Española de Espeleología
20	Conselleria Obres Públiques i Ord. Territori del Govern Balear Conselleria d'Agricultura i Pesca del Govern Balear Conselleria de Cultura, Educació i Esports del Govern Balear Societat d'Història Natural de les Balears Ajuntament d'Escorca Ajuntament de Sóller Federación Española de Espeleología
21	Federación Española de Espeleología Ajuntament de Felanitx Comissió d'Esports i Joventut del Consell Insular de Mallorca Comissió de Cultura i Patrimoni del Consell Insular de Mallorca Conselleria de Medi Ambient i Ord. Territori del Govern Balear Conselleria de Cultura, Educació i Esports del Govern Balear Ajuntament de Pollença Ajuntament de Palma

22	Federación Española de Espeleología Conselleria de Cultura, Educació i Esports del Govern Balear Conselleria de Medi Ambient i Ord. Territori del Govern Balear Comissió d'Esports i Joventut del Consell Insular de Mallorca Comissió de Cultura i Patrimoni del Consell Insular de Mallorca Ajuntament de Felanitx Ajuntament de Calvià Ajuntament de Santanyi Ajuntament de Sóller
23	Direcció General de Cultura, Conselleria d'Educació i Cultura. Govern de les Illes Balears Direcció General d'Esports, Conselleria de Benestar Social. Govern de les Illes Balears Direcció General de Biodiversitat, Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears "Sa Nostra" Obra Social i Cultural Federación Española de Espeleología Ajuntament de Lluçmajor Ajuntament de Calvià Ajuntament de Manacor

Taula 4: Entitats que han col·laborat en el finançament dels diferents volums d'ENDINS.

Table 4: Entities that have helped to finance the publication of the different editions of ENDINS.

participés durant molts d'anys aportant una petita quantitat, però sobretot recolzant amb la seva presència la tasca realitzada. A hores d'ara, la revista pràcticament no li ocasiona cap cost a la FBE, -gràcies a les subvencions concedides pel Govern de les Illes Balears, els Consells Insulars i els municipis sobre els que els articles fan referència- i obté a partir d'intercanvis amb altres revistes, un increment notable de la seva biblioteca any rera any i un prestigi per l'espeleologia i els espeleòlegs balears, que difícilment podria assolir d'altres formes.

## Agraïments

Volem agrair el suport rebut per part dels membres de la Junta Directiva de la Federació Balear d'Espeleologia per a la realització d'aquest estudi. En especial al seu bibliotecari Antoni Croix. I també a la Junta de Publicacions d'ENDINS que va recolzar des del primer moment l'execució d'aquest article.

Als treballadors de l'impremta IMATGE/70, per la seva bona disponibilitat a l'hora de rebre els treballs lliurats per la Junta de Publicacions. En especial al fotomecànic Gabriel Tugores.

A Núria Salord volem agrair-li els seus comentaris sobre el disseny d'ENDINS i a Antelm Ginard, els seus suggeriments i ajuda a l'hora de fer les gràfiques que apareixen al text.

A Francesc Gracia per les tasques d'edició i correcció d'aquest article.

A Magdalena Ferrando i Francesca Valentí les suggerències que han fet millorar el text.

A Joaquín Ginés, Àngel Ginés i Miquel Trias, la nostra major gratitud per les seves informacions tant escrites com orals i per la revisió crítica del manuscrit. Sense ells no hagués estat possible fer aquest treball, perquè sense ells no hagués vist mai la llum ENDINS.

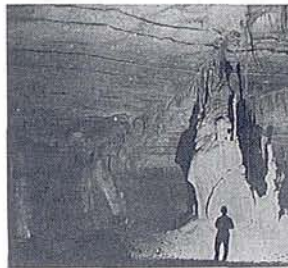
## Bibliografia

- ALCOVER, J.A.; LLABRES, M. & MORAGUES, L. (eds.) (2000): *Les Balears abans dels humans*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears 8: 1-78.
- ENCINAS, J.A. & ALCOVER, J.A. (1997): El jaciment fòssilífer de la cova Estreta (Pollença). *Endins*, 21:83-92.
- ENCINAS, J.A. & REDONDO, M.L. (1972): Notas sobre bibliografía espeleológica de Baleares. *Speleon*, 19:133-139.
- FORNÓS, J.J.; RAMON G. & RAYÓ, J.M. (1994): 40 anys del Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* 37: 187-218.
- GINÉS, A. (1990): Aportacions de la publicació espeleològica *ENDINS* a la bibliografia naturalística de les Balears. *II Jornades del medi ambient de les Balears. UIB-SHNB*, 229-231
- GINÉS, A. (1993): El conocimiento espeleo-topográfico de las cavidades balears. *Endins*, 19: 55-70.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1995): El carst i les coves de Mallorca. Preàmbul. *Endins*, 20:5-6.
- GINÉS, J. (1987): Grup d'Estudi sobre l'Impacte Humà en el Carst. Preàmbul. *Endins*, 13:48.
- GINÉS, J. & GINÉS, À. (1993): Dataciones isotópicas de espeleotemas freáticos recolectados en cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 19:9-15.
- GINÉS, J.; BORRÁS, L. & GINÉS, À. (1989): Grup Espeleològic EST: 1968-1988. Vint anys d'espeleologia mallorquina. *Endins*, 14:15:101-116.
- GRACIA, F.; CLAMOR, B.; 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
- GRACIA, F.; WATKINSON, P.; MONTSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de Ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21:5-36.
- LLORET, J. (1993): Publicaciones periódicas espeleológicas españolas (hasta 1993). *Exploracions*, 16: 21-49.
- MERINO, A. (1993): La cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 19:17-23
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21
- SEGÚ, B.; BOVER, P.; TRIAS, M. & ALCOVER, J.A. (1998): El jaciment fòssilífer de la cova C-2 (Ciutadella, Menorca). *Endins*, 22:81-97.
- TUCCIMEI, P., GINÉS, J., DELITALA, C., PAZZELLI, L., TADDEUCCI, A., CLAMOR, B., FORNÓS, J.J., GINÉS, A. & GRACIA, F. (2000): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos recolectados a cotas inferiores al actual nivel marino en cuevas costeras de Mallorca (España): Aportaciones a la construcción de una curva eustática detallada de los últimos 300 ka para el Mediterráneo Occidental. *Endins*, 23: 59-71
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; GINÉS, À.; FORNÓS, J.J. & VESICA, P. (1998): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos controlados por el nivel marino, procedentes de cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 22:99-107.
- RIPOLL, F. & ROCA, L. - *Algunas observaciones sobre sa Font des Verger y su funcionamiento hidrológico*. 1: 21-24.
- SOBERATS, J. - *Nota sobre la presencia de hielo en una sima de Mallorca*. 1: 25-26.
- TRIAS, M. - *Una campanya a les illes de Cabrera*. 1: 33-39.

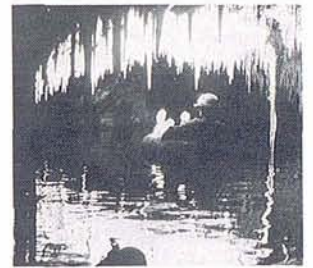
### 1975 - ENDINS núm. 2

- BELTRÁN, J.M.; GINÉS, A. & RIERA, G. - *Bibliografía bioespeleológica de Baleares*. 2: 39-41.
- GINÉS, À. - *Relación actualizada de las cavidades más profundas de la isla de Mallorca*. 2: 44-47.
- GINÉS, À. & GINÉS, J. - *Los medios lacustres hipogeos representados en el karst mallorquín y sus respectivas tendencias morfológicas*. 2: 9-12.
- GINÉS, J. - *Recopilación de las cuevas más largas de Mallorca*. 2: 43.
- KOPPER, J.S. - *Preliminary note on the paleomagnetic reversal record obtained from two mallorcan caves*. 2: 7-8.
- POMAR, L.; GINÉS, À.; GINÉS, J.; MOYÀ, G. & RAMÓN, G. - *Nota previa sobre la petrología y mineralogía de la calcita flotante de algunas cavidades del levante mallorquín*. 2: 3-5.
- PONS, J. - *Nuevos yacimientos paleontológicos de la isla de Menorca*. 2: 13-13.
- ROMERO, M. - *Noticia de la cova dets Estudiants (Sóller)*. 2: 35-37.
- TRIAS, M. & ROCA, L. - *Noves aportacions al coneixement de les coves de sa Mola (Formentera) i de la seva importància arqueològica*. 2: 15-33.

**ENDINS**  
PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
DELEGACIÓ BALEAR C.C.B.E.  
N.º 1 - MARÇ 1974 - MALLORCA



**ENDINS**  
PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
COMITÉ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N.º 2 - JULIOL 1975 - MALLORCA



## Apèndix A. Índex dels números d'ENDINS apareguts fins l'any 2000

### Appendix A. Index of all the ENDINS

Els articles estan ordenats alfabèticament per autors.

#### 1974 - ENDINS núm. 1

- ENCINAS, J.A. - *Apuntes para un estudio socio-económico de la espeleología en nuestro país*. 1: 29-32.
- ENCINAS, J.A.; LLOBERA, M. & LLOBERA, P.J. - *Introducción a una clasificación espeleogenética de las cuevas y simas de Mallorca (Baleares)*. 1: 3-10.
- ESCUDERO, M. - *Exploración y topografía de las cavidades situadas en el Cabo Pinar (Alcudia)*. 1: 27-28.
- GINÉS, J. & GINÉS, À. - *Estudio estadístico de las cavernas de Mallorca*. 1: 11-16.
- PONS, J. & ROCA, L. - *Restos de grulla fósil en el Avenc de na Corna (Artà)*. 1: 17-20.

#### 1976 - ENDINS núm. 3

- ALCOVER, J.A. - *Recull de la bibliografia existent sobre els vertebrats quaternaris (incluits els Holocènics) de les illes Balears*. 3: 61-66.
- BELLÉS, X. - *Resultados de una campaña bioespeleológica en Mallorca. (Coleópteros)*. 3: 47-55.
- GINÉS, J. & GINÉS, À. - *Ses Coves del Pirata*. 3: 41-45.
- LLOBERA, P.J. & LLOBERA, M. - *Campaña espeleológica en Picos de Europa*. 3: 71-76.
- MIR, F. - *Les formes hipogeas del barranc d'Algendar (Menorca)*. 3: 27-39.
- POMAR, L.; GINÉS, À. & FONTARNAU, R. - *Las cristalizaciones freáticas*. 3: 3-25.
- PONS, J. & MOYÀ, S. - *Presencia de I2 y sus características; en diferentes mandíbulas de Myotragus balearicus Bate*. 3: 57-59.
- REDACCIÓ. *Crónica de bibliografía y actividades (Julio 75 - Septiembre 76)*. 3: 77-79.
- TRIAS, M. - *Bibliografía espeleoarqueológica de les illes Balears*. 3: 67-69.

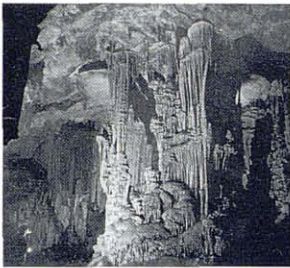
#### 1977 - ENDINS núm. 4

- ALCOVER, J.A. - *Segona dada de Tadarida teniotis (Raf. 1814) (Chiroptera, Molossidae) a l'illa de Mallorca*. 4: 43-44.
- ALCOVER, J.A. - *Nota sobre els materials mastozoològics reco-*

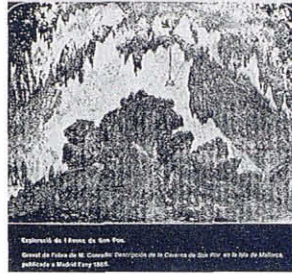
*Illits per l'Speleo Club Mallorca durant la campanya de 1977 a les Pitiüses. 4: 45-48.*

- DAMIANS, J. - *Senzilla construcció d'un carburador d'autopressió. 4: 65-66.*
- DAMIANS, J. - *Troballa arqueològica a Sencelles. 4: 53-56.*
- GINÉS, À. & GINÉS, J. - *Discusió bibliogràfica comparativa entre las entalladuras de corrosión y otras morfologías de aspecto semejante. 4: 13-20.*
- GINÉS, J. & GINÉS, À. - *El medio fluvio-lacustre hipogeo en las cuevas de Mallorca y su asociación de morfologías. 4: 3-12.*
- GINÉS, J.; GINÉS, À. & BORRÀS, L. - *Bibliografía espeleológica de las Baleares. Espeleología física. 4: 57-64.*
- TRIAS, M. - *Cova Xives: Troballes prehistòrics a Eivissa. 4: 49-52.*
- TRIAS, M. & MIR, F. - *Les coves de la zona de Can Frasquet cala Varques. 4: 21-42.*

**ENDINS**  
PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
COMITÉ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
Nº 3 • DESEMBRE 1976 • MALLORCA



**ENDINS**  
PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
COMITÉ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
Nº 4 • DESEMBRE 1977 • MALLORCA



#### 1979 - ENDINS núm. 5-6

- BOSCH, X. & ROMERO, D. - *Sobre unes estalagmites de fang a la cova dels Graners (Laspuña, Aragón). 5-6: 33-37.*
- GINÉS, J. & GINÉS, À. - *L'avenc Fonda (Pollença, Mallorca). 5-6: 39-42.*
- GOURBAULT, N. & LESCHER-MOUTOUÉ, F. - *Faune des eaux souterraines de Majorque. 5-6: 43-54.*
- MIR, F. - *Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca. 5-6: 19-28.*
- MOYÀ, S. & PONS, J. - *Catálogo de los yacimientos con fauna de vertebrados del Plioceno, Pleistoceno y Holoceno de las Baleares. 5-6: 59-74.*
- PÉREZ, J.A. & RAMÍREZ, F. - *La representación de cavidades en perspectiva axonométrica-trimétrica. 5-6: 81-88.*
- POMAR, L.; GINÉS, À. & GINÉS, J. - *Morfología, estructura y origen de los espeleotemas epiacuáticos. 5-6: 3-17.*
- PONS, J.; MOYÀ, S. & KOPPER, J.S. - *La fauna de mamíferos de la Cova de Canet (Esporlas) y su cronología. 5-6: 55-58.*
- TRIAS, M. - *L'avenc de ses Papallones. 5-6: 29-31.*
- TRIAS, M. - *Nota prèvia a l'estudi de les ceràmiques de la cova des Diners. 5-6: 75-80.*
- TRIAS, M.; PAYERAS, C & GINÉS, J. - *Inventari espeleològic de les Balears. 5-6: 89-108.*

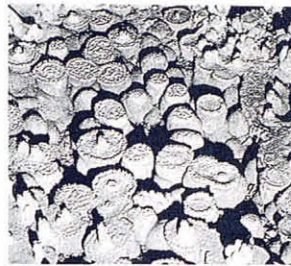
#### 1980 - ENDINS núm. 7

- AGUSTÍ, J. - *Hypnomis eliomyoides n. sp., nuevo glirido (Rodentia, Mammalia) del Pleistoceno de Menorca (Islas Baleares). 7: 49-52.*
- DAMIANS, J. - *Distribución en Mallorca del género Duvalius, Delarouzé (1859) (Coleoptera, Trechidae). 7: 23-25.*
- GINÉS, À. - *Bibliografía bioespeleológica actualizada de las Islas Baleares. 7: 69-73.*
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, À. - *Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 1.- Les cavitats del puig d'en Galileu. 7: 3-16.*
- MEDIAVILLA, M. - *Las simas del Pla de les Basses. 7: 17-21.*
- MOYÀ, S. & PONS, J. - *Una nueva especie del género*

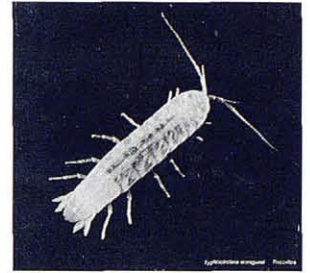
*Myotragus Bate, 1909 (Mammalia, Bovidae) en la isla de Menorca: Myotragus binigausensis nov. sp. Implicaciones paleozoogeográficas. 7: 37-47.*

- PONS, J. & MOYÀ, S. - *Nuevo representante del género Nesiotites Bate, 1944; Nesiotites meloussae nov. sp. (Insectivora, Soricidae) de los rellenos cársticos del "Barranc de Binigaus" (Es Mercadal, Menorca). 7: 53-56.*
- ROSSELLÓ, J.A. & GINÉS, À. - *Introducció a la brioflora dels avencs mallorquins. 7: 27-35.*
- SANGES, M. & ALCOVER, J.A. - *Notícia sobre la microfauna vertebrada holocènica de la Grotta su Guanu o Gonagosula (Oliena, Sardenya). 7: 57-62.*
- TRIAS, M. - *Aportació a l'estudi de na Patarrà. 7: 63-67.*

**ENDINS**  
PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
COMITÉ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
Nº 5-6 • MAIG 1979 • MALLORCA



**ENDINS**  
PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
SECCIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
Nº 7 • DESEMBRE 1980 • MALLORCA



#### 1981 - ENDINS núm. 8

- NOTICIARI - 8: 95-96.
- CARBONELL, E.; ESTÉVEZ, J.; MOYÀ, S.; PONS, J.; AGUSTÍ, J. & DE VILLALTA, J.F. - *"Cueva Victoria" (Murcia, España): Lugar de ocupación humana más antiguo de la Península Ibérica. 8: 47-57.*
- CARBONELL, E.; MORA, R.; PONS, J. & COLL, J. - *La indústria en sílex del jaciment a l'aire lliure de la zona del Rafal des Porcs-Cova des Drac (Santanyí, Mallorca). 8: 75-80.*
- DAMIANS, J. & GINÉS, J. - *Algunas observaciones mineralógicas y morfológicas sobre el sistema Cueto-Coventosa (Santander). 8: 13-19.*
- GINÉS, À. & Fiol, L. - *Estratigrafía del yacimiento de la Cova des Fum (Sant Llorenç, Mallorca). 8: 25-42.*
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, À. - *Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 2.- Les cavitats de la serra des Teix. 8: 3-12.*
- HENNIG, G.J.; GINÉS, À.; GINÉS, J. & POMAR, L. - *Avance de los resultados obtenidos mediante datación isotópica de algunos espeleotemas subacuáticos mallorquines. 8: 91-93.*
- MAROTO, A.L. & FONT, A. - *"Proyecto Hades". Desarrollo de las campañas de 1.981. 8: 81-90.*
- PONS, J. - *El Canis etruscus Major (Carnivora, Mammalia) del Villafranquiense terminal de la Cueva Victoria (Murcia, España). 8: 43-46.*
- PRETUS, J.L. - *Nota preliminar a l'estudi de la distribució del gènere Typhlocirolana Racovitza (Crustacea, Isopoda). Primera cita a Menorca. 8: 21-24.*
- TRIAS, M. - *Notícia preliminar del jaciment islàmic de la cova dels Amagatalls. 8: 59-74.*

#### 1982 - ENDINS núm. 9

- AGUSTÍ, J. - *Los roedores (Mammalia) del pleistoceno inferior de la Cueva Victoria (Murcia, España). 9: 49-55.*
- GASULL, L. & ALCOVER, J.A. - *La cova de Ca na Reia: Desconcertant estació malacològica del pleistocè de les Pitiüses. 9: 41-44.*
- GINÉS, À. - *Inventario de especies cavernícolas de las Islas Baleares. 9: 57-75.*
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, À. - *Estudi geo-espeleològic del*

massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 3.- Les cavitats del puig de Massanella. 9: 3-13.

GRUP ESPELEOLÒGIC EST - *Avenc de s'Aigo*. 9: 37-40.

PONS, J. - *Hyaenidae (Carnivora, Mammalia) del pleistoceno inferior de la Cueva Victoria (Murcia, España)*. 9: 45-48.

TRIAS, M. - *Noves dades sobre les cavernes pitüses*. 9: 15-27.

TRIAS, M. - *Consideracions sobre les formes epifreàtiques de la cova de ses Gerres (Escorca, Mallorca)*. 9: 29-36.

ENDINS

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
SECCIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N.º 8 • DESEMBRE 1991 • MALLORCA



#### 1985 - ENDINS núm. 10-11

ALCOVER, J.A. & AGUSTÍ, J. - *Eliomys (Eivissa) canarreiensis n. sgen., n. sp., nou glirid del pleistocè de la cova de Ca na Reia (Pitiüses)*. 10-11: 51-56.

ALCOVER, J.A. & VESMANIS, I. - *Sobre les restes subfòssils de la musaranya de dents blanques *Crocidura russula* (Hermann 1780) de la Grotta de su Guanu, illa de Sardenya (Mammalia, Insectivora)*. 10-11: 63-70.

AUROUX, L. - *Concrecions pisolítiques en cavitades de Mallorca*. 10-11: 27-31.

BOUR, R. - *Una nova tortuga terrestre del pleistocè d'Eivissa: La tortuga de la cova de Ca na Reia*. 10-11: 57-62.

GINÉS, J.; MEDIAVILLA, M. & BORRÀS, L. - *Algunes cavitats del massís des Tossals*. 10-11: 13-20.

MARTÍN, J.L.; OROMÍ, P. & BARQUÍN, J. - *Estudio ecológico del ecosistema cavernícola de una sima de origen volcánico: La Sima Robada (Tenerife, Islas Canarias)*. 10-11: 37-46.

PONS, J. - *Nota preliminar sobre el hallazgo de *Homo sp.* en los rellenos cársticos de Cueva Victoria (Murcia, España)*. 10-11: 47-50.

SENDRA, A. - *Campodeidos cavernícoles de Balears (Diplura: Campodeidea)*. 10-11: 33-35.

TRIAS, M. - *Glossari de terminologia espeleològica i càrstica*. 10-11: 71-76.

TRIAS, M. - *La cova d'en Jaume Orat (Parròquia d'Albarca, Sant Antoni, Eivissa)*. 10-11: 21-25.

TRIAS, M. - *Les campanyes espeleològiques del 84 a Menorca*. 10-11: 3-12.

#### 1986 - ENDINS núm. 12

ALCOVER, J.A. & MUNTANER, J. - *Els quiròpters de les Balears i Pitiüses: Una revisió*. 12: 51-63.

GINÉS, À. & PONS, J. - *Aproximación al origen del yacimiento paleontológico del pleistoceno inferior de Casa Blanca I (Almenara, Castelló)*. 12: 41-49.

GRÚN, R. - *ESR-Dating of a flowstone core from Cova de sa Bassa Blanca (Mallorca, Spain)*. 12: 19-23.

GRUP ESPELEOLÒGIC EST - *Algunos resultados de las campañas de 1984 y 1985 en Escuin (Huesca)*. 12: 35-40.

GRUP ESPELEOLÒGIC EST - *S'Era d'Escorca (Escorca, Mallorca) i algunes cavitats veïnes*. 12: 3-11.

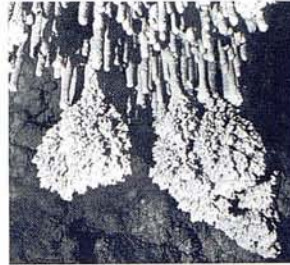
PONS, J. & COLL, J. - *Observaciones sobre la estratigrafía y las dataciones absolutas de los sedimentos holocénicos de la cova de Canet (Esporles, Mallorca)*. 12: 31-34.

TRIAS, M. - *Contribució al catàleg espeleològic de Formentera*. 12: 25-29.

TRIAS, M. - *La covota de sa Penya Rotja (Alcúdia, Mallorca)*. 12: 13-18.

ENDINS

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N.º 10-11 • DESEMBRE 1985 • MALLORCA



ENDINS

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N.º 12 • JUNY 1986 • MALLORCA



#### 1987 - ENDINS núm. 13

BÁRÁNY-KEVEI, I. - *Tendencias to change in the compositions of the karstic soil and the vegetation in the dolines in the hungarian Bükk Mountain*. 13: 87-92.

GAMS, I. - *Adaptation of the karst land for the agrarian use in the mediterranean. Problems of research and of conservation (A survey)*. 13: 65-70.

GINÉS, À. & GINÉS, J. - *Características espeleológicas del karst de Mallorca*. 13: 3-19.

GINÉS, À.; HERNÁNDEZ, J.; GINÉS, J. & POL, A. - *Observaciones sobre la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera de la Cova de les Rodes (Pollença, Mallorca)*. 13: 27-38.

GINÉS, J. - *Unió geogràfica internacional. Grup d'Estudi sobre l'Impacte Humà en el Carst. Actes de la reunió de 1.986. Palma de Mallorca. Preàmbul*. 13: 47-48.

GOLDIE, H.S. - *Human impact on limestone pavement*. 13: 71-81.

HABIC, P. - *Use and regulation of karst poljes in Yugoslavia*. 13: 83-86.

JAKUCS, L. - *Traces of effects of acid rain (sedimentation) in the re-dissolution of cave dripstones*. 13: 49-57.

JIANYI, T. & JIAN, C. - *Preliminary study of Karst Collapse. Forecast method*. 13: 99-104.

KIERNAN, K. - *Soil erosion from hilltribe opium swiddens in the golden triangle, and the use of karren as an erosion yardstick*. 13: 59-63.

KIERNAN, K. - *Timber harvesting on karst lands: Some operational considerations and procedural requirements*. 13: 105-109.

KIERNAN, K. - *Some planning requirements prior to forest industry development of carbonate landscapes*. 13: 119-125.

MARKER, M.E. & GAMBLE, F.M. - *Karst in Southern Africa*. 13: 93-98.

MITSUMI, K. - *On the characteristics of yugoslavian rivers in comparison with japanese rivers*. 13: 111-117.

STOCK, J.H. & ILIFFE, T.M. - *The status of *Bogidiella balearica* Dancau, 1.973, A Stygobiont amphipod from Mallorca*. 13: 39-46.

TRIAS, M. - *Apunts sobre els avencs del puig Major*. 13: 21-26.

URUSHIBARA-YOSHINO, K. - *The problems of soils in limestone area of the Nansei Shoto, southwest Japan*. 13: 127-131.

#### 1989 - ENDINS núm. 14-15

NOTICIARI - 14-15: 123-125.

ALCOVER, J.A. - *Les aus fòssils de la cova de Ca na Reia*. 14-15: 95-100.

ANDREWS, J.N.; GINÉS, A.; PONS, J.; SMART, P.L. & TRIAS, M. - *Noves dades sobre el jaciment paleontològic de la cova de na Barxa (Capdepera, Mallorca)*. 14-15: 17-25.

BÄR, W-F. - *Atlas internacional del Karst. Hoja 5 : Lluc/Sierra Norte (Mallorca)*. 14-15: 27-42.

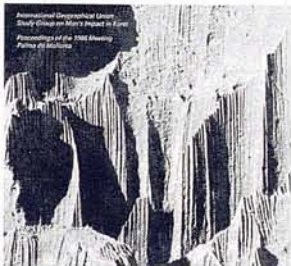
- BECH, M. - *Dades malacològiques. Sobre alguns mol·luscs recollits en cavitats subterrànies a l'illa de Menorca.* 14-15: 77-79.
- BELLÉS, X. & DAMIANS, J. - *Aglenus brunneus (Gyllenhal) (Coleoptera) al medi cavernícola de Mallorca (cova de s'Algar, Artà).* 14-15: 65-67.
- BELLÉS, X.; DAMIANS, J. & PRETUS, J.L. - "Minor-87": *Una campanya biospeleològica a Menorca.* 14-15: 69-75.
- CRUZ, A. - *Isòpodos terrestres de Menorca (Crustacea, Isopoda, Oniscidea).* 14-15: 89-93.
- FORNÓS, J.J.; PRETUS, J.L. & TRIAS, M. - *La cova de sa Gleda (Manacor, Mallorca), aspectes geològics i biològics.* 14-15: 53-59.
- GINÉS, À.; FIOL, L.; POL, A. & ROSSELLÓ, J.A. - *Morfologia i vegetació d'un grup de dolines de la serra de Tramuntana (Mallorca).* 14-15: 43-52.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, À. - *Grup Espeleològic EST: 1.968-1.988. Vint anys d'espeleologia mallorquina.* 14-15: 101-116.
- MAHNERT, V. - *Les pseudoscorpions (Pseudoscorpiones, Arachnida) recollits pendant la campagne biospéologique 1.987 à Minorque.* 14-15: 85-87.
- NAVARRETE, J. & SIMÓ, B. - *Inventari espeleològic dels termes d'Andratx i Estellencs.* 14-15: 117-121.
- PRETUS, J.L. - *Noves dades per a la distribució de l'estigofauna balear.* 14-15: 61-64.
- RIBERA, C. - *Araneïdos cavernícoles de la isla de Menorca.* 14-15: 81-83.
- TRIAS, M. & GINÉS, J. - *Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca.* 14-15: 5-16.

**ENDINS**

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N° 13 • MAIG 1987 • MALLORCA

**ENDINS**

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N° 14-15 • MARÇ 1989 • MALLORCA



**1990 - ENDINS núm. 16**

NOTICIARI 16: 73-74.

- BORDOY, M. & GINÉS, À. - *Observaciones morfométricas sobre la profundidad de estrías de lapiaz (rillenkarren) en Mallorca.* 16: 21-25.
- CAÑABATE, J.A. & PONS, R. - *El jaciment pre-talaiòtic de la cova de la Ceràmica II.* 16: 53-57.
- GINÉS, À. - *Utilització de las morfologies de lapiaz como geoindicadores ecológicos en la serra de Tramuntana (Mallorca).* 16: 27-39.
- GINÉS, J. - *El modelat càrstic de sa Mitjania (Escorca, Mallorca).* 16: 17-20.
- JAUME, D. - *Estigofauna de les petites illes del sud de Mallorca: Cabrera i Dragonera.* 16: 41-46.
- McMINN, M.; JAUME, D. & ALCOVER, J.A. - *Puffinus olsoni N. sp.: Nova espècie de baldrityja recentment extingida provenient de depòsits espeleològics de Fuerteventura i Lanzarote (Illes Canàries, Atlàntic Oriental).* 16: 63-71.
- PONS, J. - *Estratigrafía y fauna del yacimiento kárstico de Cala Morlanda (Manacor, Mallorca).* 16: 59-62.
- PRETUS, J.L. & STOCK, JAN H. - *A new hyporheic Bogidiella (Crustacea, Amphipoda) from Mallorca.* 16: 47-51.
- TRIAS, M. & GINÉS, J. - *Noves aportacions al coneixement espe-*

*leològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).* 16: 5-10.

TRIAS, M.; ESPINAR, M. & BOSCH, J.R. - *L'avenc de Fra Rafel (Escorca, Mallorca).* 16: 11-15.

**1992 - ENDINS núm. 17-18**

- ALCOVER, J.A. & McMINN, M. - *Presència de l'àguila marina Haliaeetus albicilla (Linnaeus 1.758) al jaciment espeleològic quaternari des Pouàs (Sant Antoni de Portmany, Eivissa).* 17-18: 81-87.
- BARCELÓ, M. À. - *Cavidades de la zona de na Burguesa. Zona 1 :S'Hostalet (Calvià, Mallorca).* 17-18: 25-36.
- FIOL, L.; FORNÓS, J.J. & GINÉS, À. - *El Rillenkarren: Un tipus particular de biocarst? Primeres dades.* 17-18: 43-49.
- GINÉS, À. & GINÉS, J. - *Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes històrics y espeleogenéticos.* 17-18: 5-20.
- GINÉS, À. & GINÉS, P. - *Principals característiques climàtiques des clot des Sero (Calvià, Mallorca).* 17-18: 37-42.
- JAUME, D. & GARCIA, L. - *Nota preliminar sobre la presència de crustacis talasoestigobionts a una cova litoral de l'illa de Cabrera (Balears).* 17-18: 57-59.
- MERINO, A. - *Aportación al conocimiento de la mina "San Mateo" (Bunyola, Mallorca).* 17-18: 89-95.
- PONS, G. - *El gènere Leptoneta Simon, 1.872 (Araneae, Leptonetidae) a Mallorca. Apuntes biogeogràfics.* 17-18: 61-66.
- PONS, G. & DAMIANS, J. - *Els aràcnids de la cova de sa Cometa des Morts (Escorca, Mallorca).* 17-18: 51-56.
- PONS, G. & DAMIANS, J. - *Fauna malacològica d'algunes cavitats de l'illa de Mallorca.* 17-18: 67-72.
- TRIAS, M. - *Noves dades sobre la cova des Coloms 1 (Manacor, Mallorca).* 17-18: 21-23.
- TRIAS, M.; SOBERATS, F. & BOSCH, J.R. - *Troballes d'època islàmica al puig Caragoler de Femenia, la coveta des Rovell (Escorca, Mallorca).* 17-18: 73-80.

**ENDINS**

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N° 16 • DESEMBRE 1990 • MALLORCA

**ENDINS**

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N° 17-18 • ABRIL 1992 • MALLORCA



**1993 - ENDINS núm. 19**

- GINÉS, À. - *El conocimiento espeleo-topográfico de las cavidades baleares (1.862-1.992).* 19: 55-70.
- GINÉS, J. & GINÉS, À. - *Dataciones isotópicas de espeleotemas freáticos recolectados en cuevas costeras de Mallorca.* 19: 9-15.
- LLORET, J. & UBACH, M. - *Els Cenotes del Yucatán (Mèxic).* 19: 29-36.
- McMINN, M.; ALTABA, C.R. & ALCOVER, J.A. - *La fauna fòssil de la cova d'en Jaume Orat (Parròquia d'Albarca, Sant Antoni de Portmany, Eivissa).* 19: 49-54.
- MERINO, A. - *La cova des Pas de Vallgornera.* 19: 17-23.
- PONS, G. - *Noves dades sobre biospeleologia de Sardenya: (Arachnida, Araneae).* 19: 43-47.
- PONS, G.; BENZAL, J.; HINCHCLIFFE, G. & STRACHAN, R. - *Murciélagos (Mammalia, chiroptera) del archipiélago de Cabrera. Evaluación de las poblaciones y propuestas de conservación.* 19: 37-41.
- SUÁREZ, R. - *Aportació al coneixement espeleològic del cap des Pinar a Alcúdia (Mallorca).* 19: 25-28.

TRIAS, M. - *L'avenc d'en Patrona (Pollença, Mallorca)*. 19: 5-8.

**1995 - ENDINS núm. 20**

- BARÓN, A.; GONZÁLEZ, C. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. - *Hidrologia càrstica de Mallorca*. 20: 45-57.
- FIOL, L. - *Flora de les entrades de les cavitats de Mallorca*. 20: 145-153.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. - *Litologia i tectònica del carst de Mallorca*. 20: 27-43.
- FORNÓS, J.J.; GINÉS, À.; GINÉS, J. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. - *El paleocarst a Mallorca*. 20: 113-124.
- GINÉS, À. - *Els espeleotemes de les coves de Mallorca*. 20: 87-97.
- GINÉS, À & GINÉS, J. - *El carst i les coves de Mallorca. Preàmbul*. 20: 5-6
- GINÉS, À. & GINÉS, J. - *Les formes exocàrstiques de l'illa de Mallorca*. 20: 59-70.
- GINÉS, À. & MAYOL, J. - *Conservació del carst i les coves a Mallorca*. 20: 205-216.
- GINÉS, J. - *L'endocarst de Mallorca: Els mecanismes espeleogenètics*. 20: 71-86.
- GINÉS, J. - *Les coves turístiques de Mallorca*. 20: 191-203.
- GINÉS, J. & GINÉS, À. - *Aspectes espeleocronològics del carst de Mallorca*. 20: 99-112.
- GUIJARRO, J.A. - *Aspectes bioclimàtics dels carst de Mallorca*. 20: 17-26.
- PONS, G.; JAUME, D. & DAMIANS, J. - *Fauna cavernícola de Mallorca*. 20: 125-143.
- SERVERA, J. - *Distribució geogràfica del carst a Mallorca*. 20: 7-16.
- SONDAAR, P.Y.; MCMINN, M.; SEGUÍ, B. & ALCOVER, J.A. - *Interès paleontològic dels jaciments càrstics de les Gimnèsies i les Pitiüses*. 20: 155-170.
- TRIAS, M. - *Arqueologia de les coves de Mallorca*. 20: 171-190.

TRIAS, M.; OTTENWALDER, J.A.; JAUME, D. & ALCOVER, J.A. - *Una campanya en la República Dominicana. Resultats preliminars*. 21: 63-74.

**1998 - ENDINS núm. 22**

- BARCELÓ, M.À.; GRACIA, F.; CRESPI, D.; VICENS, D.; PLA, V.; GINARD, A. & CASAS, J.A. - *Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3 : Coll des Pastors (Calvià, Mallorca)*. 22: 19-35.
- CIFRE, P. & BELMONTE, E. - *Les cavitats de la serra des Pinotells (Calvià - Estellencs, Mallorca)*. 22: 37-42.
- CRESPI, D. & MERINO, A. - *Contribució al coneixement de les mines de coure situades en el Permo-Trias de Menorca*. 22: 119-123.
- GINÉS, À. - *Dades morfomètriques sobre les estries de lapiaz dels Alps calcaris suïssos i la seva comparació amb les estries de la serra de Tramuntana*. 22: 109-118.
- GRACIA, F.; CLAMOR, B.; AGUILÓ, C. & WATKINSON, P. - *La cova des Drac de Cala Santanyí (Santanyí, Mallorca)*. 22: 55-66.
- GRACIA, F.; CLAMOR, B.; WATKINSON, P. - *La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca)*. 22: 5-18.
- MERINO, A. - *Estudi geoespeleològic del puig de s'Alzinar i els seus voltants (Escorca, Mallorca)*. 22: 43-50.
- MERINO, A. - *Resultados de dos campanyes espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)*. 22: 67-79.
- SEGUÍ, B.; BOVER, P.; TRIAS, M. & ALCOVER, J.A. - *El jaciment fòssilífer de la cova C-2 (Ciutadella, Menorca)*. 22: 81-97.
- TRIAS, M. - *La font des Patró Lau (Sóller, Mallorca)*. 22: 51-54.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; GINÉS, À.; FORNÓS, J.J. & VESICA, P. - *Datacions Th/U de espeleotemes freàtics controlats per el nivel marino, procedents de cuevas costeras de Mallorca (España)*. 22: 99-107.

**ENDINS**

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N.º 19 • DESEMBRE 1995 • MALLORCA



EL CARST I LES COVES DE MALLORCA  
KARST AND CAVES IN MALLORCA  
**ENDINS** PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
N.º 20 • SETEMBRE • 1995  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA



**ENDINS**

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N.º 21 • JULIOL 1997 • MALLORCA



**ENDINS**

PUBLICACIÓ D'ESPELEOLOGIA  
FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA  
N.º 22 • NOVEMBRE 1998 • MALLORCA



**1997 - ENDINS núm. 21**

- ALCOVER, J.A.; FONT, A. & TRIAS, M. - *Primera troballa de fauna vertebrada pliocènica a Cabrera*. 21: 79-82.
- ENCINAS, J.A. - *Inventari espeleològic de les illes Balears -Any 1997-*. 21: 103-128.
- ENCINAS, J.A. & ALCOVER, J.A. - *El jaciment fòssilífer de la cova Estreta (Pollença)*. 21: 83-92.
- GRACIA, F.; CRESPI, D.; BARCELÓ, M.À.; PLA, V.; CASAS, J.A. & VICENS, D. - *Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2 : puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)*. 21: 37-49.
- GRACIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. - *Les coves de la zona de Ses Partions -Portocolom (Felanitx, Mallorca)*. 21: 5-36.
- MERINO, A. - *Nuevas cavidades de la zona de Mortix - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca*. 21: 51-62.
- PONS, G. & PONS, J. - *Tanatocenosi dels mol·luscs marins de la cova de na Mitjana (Capdepera, Mallorca)*. 21: 75-78.
- SALVÀ, B. - *Les coves naturals de Portocolom i la seva ocupació humana al llarg del temps*. 21: 93-101.

**2000 - ENDINS núm. 23**

- ARNAU, P.; BOVER, P.; SEGUÍ, B. & ALCOVER, J.A. - *Sobre alguns jaciments de Myotragus balearicus Bate 1890 (Artiodactyla, Caprinae) de tafonomia infreqüent*. 23: 89-100
- BOVER, P. & ALCOVER, J.A. - *La identitat taxonòmica de Myotragus binigausensis Moyà Solà i Pons Moyà 1980*. 23: 83-88
- CARBONELL, E.; RODRÍGUEZ, X.P. & SALA, R. - *La Gran Dolina: Ocupacions humanes en el Plistocè inferior de la Sierra de Atapuerca (Burgos, Espanya)*. 23: 123-129
- CORELLA, J.E.; ECHTINGER, H. & GUARCH, J.J. - *Características espeleològiques del karst de la regió de Gibara (Cuba)*. 23: 131-138
- ECHTINGER, H. - *Die caverna Tanque Azul*. 23: 145-154
- ECHTINGER, H. & GUARCH, J.J. - *Formaciones fungiformes del medio vadoso en la Sima de los Portales (Cuba)*. 23: 139-144
- GINÉS, A. - *Morfología càrstica i vegetació a la serra de*

Tramuntana. Una aproximació ecològica a la dinàmica de l'exocarst. 23: 101-110

GRACIA, F.; CLAMOR, B. & LAVERGNE, J.J. - *Les coves de cala Varques (Manacor, Mallorca)*. 23: 41-57

MERINO, A. - *Nuevas extensiones de la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca)*. 23: 7-21

MERINO, A. - *La cova de sa Coa de Ca sa Santa (Sóller, Mallorca)*. 23: 79-81

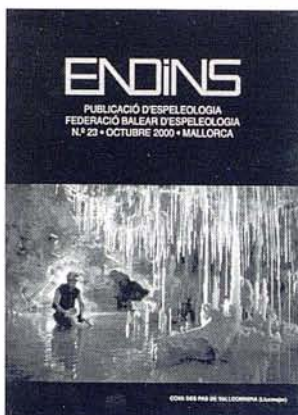
MERINO, A. - *Expedición Vigueras 98 y 99 (Picos de Europa, Asturias)*. 23: 111-121

PLA, V. & VICENS, D. - *25 anys d'ENDINS, revista de la Federació Balear d'Espeleologia*. 23: 155-186

TRIAS, M. - *La cova des Moro (Manacor, Mallorca). Alguns destacats aspectes de la seva morfologia*. 23: 73-77

TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, C.; PAZZELLI, L.; TADDEUCCI, A.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A. & GRACIA, F. - *Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos recolectados a cotas inferiores al actual nivel marino en cuevas costeras de Mallorca (España): Aportaciones a la construcción de una curva eustática detallada de los últimos 300 ka para el Mediterráneo Occidental*. 23: 59-71

VICENS, D.; CRESPI, D.; PLA, V.; BARCELÓ, M.A.; GRACIA, F.; GINARD, A. & BOVER, P. - *Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4 (1a part): puig Gros de Bendinat (Calvià, Mallorca)*. 23: 23-40



## Apèndix B. Relació alfabètica d'autors i articles publicats a ENDINS

### Appendix B. Alphabetical relationship of authors and papers published in ENDINS

En aquest apèndix es recullen tots els articles publicats a ENDINS referenciats per autors en orde alfabètic.

(1981) - Noticiari. 8: 95-96.

(1989) - Noticiari. 14-15: 123-125.

(1990) - Noticiari. 16: 73-74.

AGUILÓ, C. (1998): *vid.* Gracia, F.; Clamor, B.; Aguiló, C. & Watkinson, P. (1998).

AGUSTÍ, J. (1980) - *Hypnomis eliomyoides* *nv. sp.*, nuevo glirid (Rodentia, Mammalia) del Pleistoceno de Menorca (Islas Baleares). 7: 49-52.

AGUSTÍ, J. (1982) - *Los roedores (Mammalia) del pleistoceno inferior de la Cueva Victoria (Murcia, España)*. 9: 49-55.

AGUSTÍ, J. (1981): *vid.* Carbonell, E.; Estévez, J.; Moyà, S.; Pons, J.; Agustí, J. & de Villalta, J.F. (1981).

AGUSTÍ, J. (1985): *vid.* Alcover, J.A. & Agustí, J. (1985).

ALCOVER, J.A. (1976) - *Recull de la bibliografia existent sobre els vertebrats quaternaris (incluits els Holocènics) de les illes Balears*. 3: 61-66.

ALCOVER, J.A. (1977) - *Nota sobre els materials mastozoològics recollits per l'Speleo Club Mallorca durant la campanya de 1977 a les Pitiüses*. 4: 45-48.

ALCOVER, J.A. (1977) - *Segona dada de Tadarida teniotis (Raf. 1814) (Chiroptera, Molossidae) a l'illa de Mallorca*. 4: 43-44.

ALCOVER, J.A. (1989) - *Les aus fòssils de la cova de Ca na Reia*. 14-15: 95-100.

ALCOVER, J.A. & AGUSTÍ, J. (1985) - *Eliomys (Eivissa) canariensis n. sgen., n. sp., nou glirid del pleistocè de la cova de Ca na Reia (Pitiüses)*. 10-11: 51-56.

ALCOVER, J.A.; FONT, A. & TRIAS, M. (1997) - *Primera troballa de fauna vertebrada plistocènica a Cabrera*. 21: 79-82.

ALCOVER, J.A. & McMINN, M. (1992) - *Presència de l'àguila marina Haliaeetus albicilla (Linnaeus 1.758) al jaciment espeleològic quaternari des Pouàs (Sant Antoni de Portmany, Eivissa)*. 17-18: 81-87.

ALCOVER, J.A. & MUNTANER, J. (1986) - *Els quiròpters de les Balears i Pitiüses: Una revisió*. 12: 51-63.

ALCOVER, J.A. & VESMANIS, I. (1985) - *Sobre les restes subfòssils de la musaranya de dents blanques Crocidura russula (Hermann 1780) de la Grotta de su Guanu, illa de Sardenya (Mammalia, Insectivora)*. 10-11: 63-70.

ALCOVER, J.A. (1980): *vid.* Sanges, M. & Alcover, J.A. (1980).

ALCOVER, J.A. (1982): *vid.* Gasull, L. & Alcover, J.A. (1982).

ALCOVER, J.A. (1990): *vid.* McMinn, M.; Jaume, D. & Alcover, J.A. (1990).

ALCOVER, J.A. (1993): *vid.* McMinn, M.; Altaba, C.R. & Alcover, J.A. (1993).

ALCOVER, J.A. (1995): *vid.* Sondaar, P.Y.; McMinn, M.; Seguí, B. & Alcover, J.A. (1995).

ALCOVER, J.A. (1997): *vid.* Encinas, J.A. & Alcover, J.A. (1997).

ALCOVER, J.A. (1997): *vid.* Trias, M.; Ottenwalder, J.A.; Jaume, D. & Alcover, J.A. (1997).

ALCOVER, J.A. (1998): *vid.* Seguí, B.; Bover, P.; Trias, M. & Alcover, J.A. (1998).

ALCOVER, J.A. (2000): *vid.* Bover, P. & Alcover, J.A. (2000).

ALCOVER, J.A. (2000): *vid.* Arnau, P.; Bover, P.; Seguí, B. & Alcover, J.A. (2000).

ALTABA, C.R. (1993): *vid.* McMinn, M.; Altaba, C.R. & Alcover, J.A. (1993).

ANDREWS, J.N.; GINÉS, A.; PONS, J.; SMART, P.L. & TRIAS, M. (1989) - *Noves dades sobre el jaciment paleontològic de la cova de na Barxa (Capdepera, Mallorca)*. 14-15: 17-25.

ARNAU, P.; BOVER, P.; SEGUÍ, B. & ALCOVER, J.A. (2000) - *Sobre alguns jaciments de Myotragus balearicus Bate 1890 (Artiodactyla, Caprinae) de tafonomia infreqüent*. 23: 89-100

AUROUX, L. (1985) - *Concreciones pisolíticas en cavidades de Mallorca*. 10-11: 27-31.

BÄR, W.F. (1989) - *Atlas internacional del Karst. Hoja 5: Lluc/Sierra Norte (Mallorca)*. 14-15: 27-42.

BÁRÁNY-KEVEI, I. (1987) - *Tendencias to change in the compositions of the karstic soil and the vegetation in the dolines in the hungarian Bükk Mountain*. 13: 87-92.

BARCELÓ, M.À. (1992) - *Cavidades de la zona de na Burguesa. Zona 1: S'Hostalet (Calvià, Mallorca)*. 17-18: 25-36.

BARCELÓ, M.À.; GRACIA, F.; CRESPI, D.; VICENS, D.; PLA, V.; GINARD, A. & CASAS, J.A. (1998). *Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: Coll des Pastors (Calvià, Mallorca)*. 22: 19-35.

BARCELÓ, M.À. (1997): *vid.* Gracia, F.; Crespi, D.; Barceló, M.À.; Pla, V.; Casas, J.A. & Vicens, D. (1997).

BARCELÓ, M.À. (2000): *vid.* Vicens, D.; Crespi, D.; Pla, V.; Barceló, M.À.; Gracia, F. Ginard, A. & Bover, P. (2000).



- BARÓN, A.; GONZÁLEZ, C. & RODRÍGUEZ, A. (1995) - *Hidrología cárstica de Mallorca*. 20: 45-57.
- BARQUÍN, J. (1985): *vid.* Martín, J.L.; Oromí, P. & Barquín, J. (1985).
- BECH, M. (1989) - *Dades malacològiques. Sobre alguns mol·luscs recollits en cavitats subterrànies a l'illa de Menorca*. 14-15: 77-79.
- BELLÉS, X. (1976) - *Resultados de una campaña bioespeleológica en Mallorca. (Coleópteros)*. 3: 47-55.
- BELLÉS, X. & DAMIANS, J. (1989) - *Aglenus brunneus (Gyllenhal) (Coleoptera) al medi cavernícola de Mallorca (cova de S'Algar, Artà)*. 14-15: 65-67.
- BELLÉS, X.; DAMIANS, J. & PRETUS, J.L. (1989) - "Minor-87": *Una campanya biospeleològica a Menorca*. 14-15: 69-75.
- BELMONTE, E. (1998): *vid.* Cifre, P. & Belmonte, E. (1998).
- BELTRÁN, J.M.; GINÉS, A. & RIERA, G. (1975) - *Bibliografía bioespeleológica de Baleares*. 2: 39-41.
- BENZAL, J. (1993): *vid.* Pons, G.; Benzal, J.; Hinchcliffe, G. & Strachan, R. (1993).
- BORDOY, M. & GINÉS, Á. (1990) - *Observaciones morfométricas sobre la profundidad de estrías de lapiaz (rillenkarren) en Mallorca*. 16: 21-25.
- BORRÀS, L. (1977): *vid.* Ginés, J.; Ginés, Á. & Borràs, L. (1977).
- BORRÀS, L. (1980): *vid.* Ginés, J.; Borràs, L. & Ginés, Á. (1980).
- BORRÀS, L. (1981): *vid.* Ginés, J.; Borràs, L. & Ginés, Á. (1981).
- BORRÀS, L. (1982): *vid.* Ginés, J.; Borràs, L. & Ginés, Á. (1982).
- BORRÀS, L. (1985): *vid.* Ginés, J.; Mediavilla, M. & Borràs, L. (1985).
- BORRÀS, L. (1989): *vid.* Ginés, J.; Borràs, L. & Ginés, Á. (1989).
- BOSCH, J.R. (1990): *vid.* Trias, M.; Espinar, M. & Bosch, J.R. (1990).
- BOSCH, J.R. (1992): *vid.* Trias, M.; Soberats, F. & Bosch, J.R. (1992).
- BOSCH, X. & ROMERO, D. (1979) - *Sobre unes estalagmites de fang a la cova dels Graners (Laspuña, Aragón)*. 5-6: 33-37.
- BOUR, R. (1985) - *Una nova tortuga terrestre del pleistocè d'Eivissa: La tortuga de la cova de Ca na Reia*. 10-11: 57-62.
- BOVER, P. & ALCOVER, J.A. (2000) - *La identitat taxonòmica de Myotragus binigausensis Moyà Solà i Pons Moyà 1980*. 23: 83-88
- BOVER, P. (1998): *vid.* Seguí, B.; Bover, P.; Trias, M. & Alcover, J.A. (1998).
- BOVER, P. (2000): *vid.* Arnau, P.; Bover, P.; Seguí, B. & Alcover, J.A. (2000).
- BOVER, P. (2000): *vid.* Vicens, D.; Crespi, D.; Pla, V.; Barceló, M.A.; Gracia, F. Ginard, A. & Bover, P. (2000).
- CAÑABATE, J.A & PONS, R. (1990) - *El jaciment pre-talaiòtic de la cova de la Ceràmica II*. 16: 53-57.
- CARBONELL, E.; ESTÉVEZ, J.; MOYÀ, S.; PONS, J.; AGUSTÍ, J. & DE VILLALTA, J.F. (1981) - "Cueva Victoria" (Murcia, España): *Lugar de ocupación humana más antiguo de la Península Ibérica*. 8: 47-57.
- CARBONELL, E.; MORA, R.; PONS, J. & COLL, J. (1981) - *La indústria en sílex del jaciment a l'aire lliure de la zona del Rafal des Porcs-cova des Drac (Santanyi, Mallorca)*. 8: 75-80.
- CARBONELL, E.; RODRÍGUEZ, X.P. & SALA, R. (2000) - *La Gran Dolina: Ocupacions humanes en el Plistocè inferior de la Sierra de Atapuerca (Burgos, Espanya)*. 23:123-129
- CASAS, J.A. (1997): *vid.* Gracia, F.; Crespi, D.; Barceló, M.À.; Pla, V.; Casas, J.A. & Vicens, D. (1997).
- CASAS, J.A. (1998): *vid.* Barceló, M.À.; Gracia, F.; Crespi, D.; Vicens, D.; Pla, V.; Ginard, A. & Casas, J.A. (1998).
- CIFRE, P. & BELMONTE, E. (1998) - *Les cavitats de la serra des Pinotells (Calvià. Estellencs, Mallorca)*. 22: 37-42.
- CLAMOR, B. (1998): *vid.* Gracia, F.; Clamor, B.; Aguiló, C. & Watkinson, P. (1998).
- CLAMOR, B. (1998): *vid.* Gracia, F.; Clamor, B.; Watkinson, P. (1998).
- CLAMOR, B. (2000): *vid.* Gracia, F.; Clamor, B. & Lavergne, J.J. (2000).
- CLAMOR, B. (2000): *vid.* Tuccimei, P.; Ginés, J.; Delitala, C.; Pazzelli, L.; Taddeucci, A.; Clamor, B.; Fornós, J.J.; Ginés, A. & Gracia, F. (2000).
- CLARKE, O. (1997): *vid.* Gracia, F.; Watkinson, P.; Monserrat, T.; Clarke, O. & Landreth, R. (1997).
- COLL, J. (1981): *vid.* Carbonell, E.; Mora, R.; Pons, J. & Coll, J. (1981).
- COLL, J. (1986): *vid.* Pons, J. & Coll, J. (1986).
- CORELLA, J.E.; ECHTINGER, H. & GUARCH, J.J. (2000) - *Características espeleológicas del karst de la región de Gibara (Cuba)*. 23: 131-138
- CRESPI, D. & MERINO, A. (1998) - *Contribució al coneixement de les mines de coure situades en el Permo-Trias de Menorca*. 22: 119-123.
- CRESPI, D. (1997): *vid.* Gracia, F.; Crespi, D.; Barceló, M.À.; Pla, V.; Casas, J.A. & Vicens, D. (1997).
- CRESPI, D. (1998): *vid.* Barceló, M.À.; Gracia, F.; Crespi, D.; Vicens, D.; Pla, V.; Ginard, A. & Casas, J.A. (1998).
- CRESPI, D. (2000): *vid.* Vicens, D.; Crespi, D.; Pla, V.; Barceló, M.A.; Gracia, F. Ginard, A. & Bover, P. (2000).
- CRUZ, A. (1989) - *Isópodos terrestres de Menorca (Crustacea, Isopoda, Oniscidea)*. 14-15: 89-93.
- DAMIANS, J. (1977) - *Troballa arqueològica a Sencelles*. 4: 53-56.
- DAMIANS, J. (1977) - *Senzilla construcció d'un carburer d'auto-pressió*. 4: 65-66.
- DAMIANS, J. (1980) - *Distribució en Mallorca del gènere Duvalius, Delarouzeé (1859) (Coleoptera, Trechidae)*. 7: 23-25.
- DAMIANS, J. & GINÉS, J. (1981) - *Algunas observaciones mineralógicas y morfológicas sobre el sistema Cueto-Coventosa (Santander)*. 8: 13-19.
- DAMIANS, J. (1989): *vid.* Bellés, X. & Damians, J. (1989).
- DAMIANS, J. (1989): *vid.* Bellés, X.; Damians, J. & Pretus, J.L. (1989).
- DAMIANS, J. (1992): *vid.* Pons, G. & Damians, J. (1992).
- DAMIANS, J. (1992): *vid.* Pons, G. & Damians, J. (1992).
- DAMIANS, J. (1995): *vid.* Pons, G.; Jaume, D. & Damians, J. (1995).
- DE VILLALTA, J.F. (1981): *vid.* Carbonell, E.; Estévez, J.; Moyà, S.; Pons, J.; Agustí, J. & de Villalta, J.F. (1981).
- DELITALA, C. (2000): *vid.* Tuccimei, P.; Ginés, J.; Delitala, C.; Pazzelli, L.; Taddeucci, A.; Clamor, B.; Fornós, J.J.; Ginés, A. & Gracia, F. (2000).
- ECHTINGER, H. (2000) - *Die caverna Tanque Azul*. 23: 145-154
- ECHTINGER, H. & GUARCH, J.J. (2000) - *Formaciones fungiformes del medio vadoso en la Sima de los Portales (Cuba)*. 23: 139-144
- ECHTINGER, H. (2000): *vid.* Corella, J.E.; Echteringer, H. & Guarch, J.J. (2000).
- ENCINAS, J.A. (1974) - *Apuntes para un estudio socio-económico de la espeleología en nuestro país*. 1: 29-32.
- ENCINAS, J.A. (1997) - *Inventari espeleològic de les illes Balears -Any 1997-*. 21: 102-128.
- ENCINAS, J.A. & ALCOVER, J.A. (1997) - *El jaciment fòssilífer de la cova Estreta (Pollença)*. 21: 83-92.
- ENCINAS, J.A.; LLOBERA, M. & LLOBERA, P.J. (1974) - *Introducción a una clasificación espeleogenética de las cuevas y simas de Mallorca (Baleares)*. 1: 3-10.
- ESCUADERO, M. (1974) - *Exploración y topografía de las cavidades situadas en el Cabo Pinar (Alcudia)*. 1: 27-28.
- ESPINAR, M. (1990): *vid.* Trias, M.; Espinar, M. & Bosch, J.R. (1990).
- ESTÉVEZ, J. (1981): *vid.* Carbonell, E.; Estévez, J.; Moyà, S.; Pons, J.; Agustí, J. & de Villalta, J.F. (1981).
- FIOL, L. (1995) - *Flora de les entrades de les cavitats de Mallorca*. 20: 145-153.
- FIOL, L.; FORNÓS, J.J. & GINÉS, Á. (1992) - *El Rillenkarren: Un tipus particular de biocars? Primeres dades*. 17-18: 43-49.
- FIOL, L. (1981): *vid.* Ginés, Á. & Fiol, L. Antoni (1981).
- FIOL, L. (1989): *vid.* Ginés, Á.; Fiol, L. A.; Pol, A. & Rosselló, J.A. (1989).
- FONT, A. (1981): *vid.* Maroto, A.L. & Font, A. (1981).
- FONT, A. (1997): *vid.* Alcover, J.A.; Font, A. & Trias, M. (1997).

- FONTARNAU, R. (1976): *vid.* Pomar, L.; Ginés, Á. & Fontarnau, R. (1976).
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (1995) - *Litologia i tectònica del carst de Mallorca*. 20: 27-43.
- FORNÓS, J.J.; GINÉS, Á.; GINÉS, J. & RODRÍGUEZ, A. (1995) - *El paleocarst a Mallorca*. 20: 113-124.
- FORNÓS, J.J.; PRETUS, J.L. & TRIAS, M. (1989) - *La cova de sa Gleda (Manacor, Mallorca), aspectes geològics i biològics*. 14-15: 53-59.
- FORNÓS, J.J. (1992): *vid.* Fiol, L.; Fornós, J.J. & Ginés, Á. (1992).
- FORNÓS, J.J. (1998): *vid.* Tuccimei, P.; Ginés, J.; Ginés, Á.; Fornós, J.J. & Vesica, P. (1998).
- FORNÓS, J.J. (2000): *vid.* Tuccimei, P.; Ginés, J.; Delitala, C.; Pazzelli, L.; Taddeucci, A.; Clamor, B.; Fornós, J.J.; Ginés, A. & Gracia, F. (2000).
- GAMBLE, F.M. (1987): *vid.* Marker, M.E & Gamble, F.M. (1987).
- GAMS, I. (1987) - *Adaptation of the karst land for the agrarian use in the mediterranean. Problems of research and of conservation (A survey)*. 13: 65-70.
- GARCÍA, L. (1992): *vid.* Jaume, D. & García, L. (1992).
- GASULL, L. & ALCOVER, J.A. (1982) - *La cova de Ca na Reia: Desconcertant estació malacològica del pleistocè de les Pitiüses*. 9: 41-44.
- GELABERT, B. (1995): *vid.* Fornós, J.J. & Gelabert, B. (1995).
- GINARD, A. (1998): *vid.* Barceló, M.À.; Gracia, F.; Crespí, D.; Vicens, D.; Pla, V.; Ginard, A. & Casas, J.A. (1998).
- GINARD, A. (2000): *vid.* Vicens, D.; Crespí, D.; Pla, V.; Barceló, M.À.; Gracia, F. Ginard, A. & Bover, P. (2000).
- GINÉS, Á. (1975) - *Relación actualizada de las cavidades más profundas de la isla de Mallorca*. 2: 44-47.
- GINÉS, Á. (1980) - *Bibliografía bioespeleológica actualizada de las Islas Baleares*. 7: 69-73.
- GINÉS, Á. (1982) - *Inventario de especies cavernícolas de las Islas Baleares*. 9: 57-75.
- GINÉS, Á. (1990) - *Utilización de las morfologías de lapiaz como geoindicadores ecológicos en la Serra de Tramuntana (Mallorca)*. 16: 27-39.
- GINÉS, Á. (1993) - *El conocimiento espeleo-topográfico de las cavidades baleares (1.862-1.992)*. 19: 55-70.
- GINÉS, Á. (1995) - *Els espeleotemes de les coves de Mallorca*. 20: 87-97.
- GINÉS, Á. (1998) - *Dades morfològiques sobre les estries de lapiaz dels Alps calcaris suïssos i la seva comparació amb les estries de la serra de Tramuntana*. 22: 109-118.
- GINÉS, A. (2000) - *Morfologia càrstica i vegetació a la serra de Tramuntana. Una aproximació ecològica a la dinàmica de l'exocarst*. 23: 101-110
- GINÉS, Á. & FIOU, L. (1981) - *Estratigrafía del yacimiento de la Cova des Fum (Sant Llorenç, Mallorca)*. 8: 25-42.
- GINÉS, Á.; FIOU, L.; POL, A. & ROSSELLÓ, J.A. (1989) - *Morfologia i vegetació d'un grup de dolines de la serra de Tramuntana (Mallorca)*. 14-15: 43-52.
- GINÉS, Á. & GINÉS, J. (1975) - *Los medios lacustres hipogeos representados en el karst mallorquín y sus respectivas tendencias morfológicas*. 2: 9-12.
- GINÉS, Á. & GINÉS, J. (1977) - *Discusión bibliográfica comparativa entre las entalladuras de corrosión y otras morfologías de aspecto semejante*. 4: 13-20.
- GINÉS, Á. & GINÉS, J. (1987) - *Características espeleológicas del Karst de Mallorca*. 13: 3-19.
- GINÉS, Á. & GINÉS, J. (1992) - *Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos*. 17-18: 5-20.
- GINÉS, Á. & GINÉS, J. (1995) - *Les formes exocàrstiques de l'illa de Mallorca*. 20: 59-70.
- GINÉS, Á. & GINÉS, P. (1992) - *Principals característiques climàtiques des clot des Sero (Calvià, Mallorca)*. 17-18: 37-42.
- GINÉS, Á.; HERNÁNDEZ, J.; GINÉS, J. & POL, A. (1987) - *Observaciones sobre la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera de la Cova de les Rodes (Pollença, Mallorca)*. 13: 27-38.
- GINÉS, Á. & MAYOL, J. (1995) - *Conservació del carst i les coves a Mallorca*. 20: 205-216.
- GINÉS, Á. & PONS, J. (1986) - *Aproximación al origen del yacimiento paleontológico del pleistoceno inferior de Casa Blanca I (Almenara, Castelló)*. 12: 41-49.
- GINÉS, Á. (1974): *vid.* Ginés, J. & Ginés, Á. (1974).
- GINÉS, Á. (1975): *vid.* Beltrán, J.M.; Ginés, A. & Riera, G. (1975).
- GINÉS, Á. (1975): *vid.* Pomar, L.; Ginés, Á.; Ginés, J.; Moyá, G. & Ramón, G. (1975).
- GINÉS, Á. (1976): *vid.* Ginés, J. & Ginés, Á. (1976).
- GINÉS, Á. (1976): *vid.* Pomar, L.; Ginés, Á. & Fontarnau, R. (1976).
- GINÉS, Á. (1977): *vid.* Ginés, J. & Ginés, Á. (1977).
- GINÉS, Á. (1977): *vid.* Ginés, J.; Ginés, Á. & Borràs, L. (1977).
- GINÉS, Á. (1979): *vid.* Ginés, J. & Ginés, Á. (1979).
- GINÉS, Á. (1979): *vid.* Pomar, L.; Ginés, Á. & Ginés, J. (1979).
- GINÉS, Á. (1980): *vid.* Ginés, J.; Borràs, L. & Ginés, Á. (1980).
- GINÉS, Á. (1980): *vid.* Rosselló, J.A. & Ginés, Á. (1980).
- GINÉS, Á. (1981): *vid.* Ginés, J.; Borràs, L. & Ginés, Á. (1981).
- GINÉS, Á. (1981): *vid.* Hennig, G.J.; Ginés, Á.; Ginés, J. & Pomar, L. (1981).
- GINÉS, Á. (1982): *vid.* Ginés, J.; Borràs, L. & Ginés, Á. (1982).
- GINÉS, Á. (1989): *vid.* Andrews, J.N.; Ginés, A.; Pons, J.; Smart, P.L. & Trias, M. (1989).
- GINÉS, Á. (1989): *vid.* Ginés, J.; Borràs, L. & Ginés, Á. (1989).
- GINÉS, Á. (1990): *vid.* Bordoy, M. & Ginés, Á. (1990).
- GINÉS, Á. (1992): *vid.* Fiol, L.; Fornós, J.J. & Ginés, Á. (1992).
- GINÉS, Á. (1993): *vid.* Ginés, J. & Ginés, Á. (1993).
- GINÉS, Á. (1995): *vid.* Fornós, J.J.; Ginés, Á.; Ginés, J. & Rodríguez, A. (1995).
- GINÉS, Á. (1995): *vid.* Ginés, J. & Ginés, Á. (1995).
- GINÉS, Á. (1998): *vid.* Tuccimei, P.; Ginés, J.; Ginés, Á.; Fornós, J.J. & Vesica, P. (1998).
- GINÉS, A. (2000): *vid.* Tuccimei, P.; Ginés, J.; Delitala, C.; Pazzelli, L.; Taddeucci, A.; Clamor, B.; Fornós, J.J.; Ginés, A. & Gracia, F. (2000).
- GINÉS, J. (1975) - *Recopilación de las cuevas más largas de Mallorca*. 2: 43.
- GINÉS, J. (1987) - *Unió geogràfica internacional. Grup d'Estudi sobre l'Impacte Humà en el Carst. Actes de la reunió de 1.986. Palma de Mallorca. Preàmbul*. 13: 47-48.
- GINÉS, J. (1990) - *El modelat càrstic de sa Mitjania (Escorca, Mallorca)*. 16: 17-20.
- GINÉS, J. (1995) - *L'endocarst de Mallorca: Els mecanismes espeleogenètics*. 20: 71-86.
- GINÉS, J. (1995) - *Les coves turístiques de Mallorca*. 20: 191-203.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, Á. (1980) - *Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca)*. 1.- *Les cavitats del puig den Galileu*. 7: 3-16.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, Á. (1981) - *Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca)*. 2.- *Les cavitats de la serra des Teix*. 8: 3-12.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, Á. (1982) - *Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca)*. 3.- *Les cavitats del puig de Massanella*. 9: 3-13.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, Á. (1989) - *Grup Espeleològic EST: 1968-1988. Vint anys d'espeleologia mallorquina*. 14-15: 101-116.
- GINÉS, J. & GINÉS, Á. (1974) - *Estudio estadístico de las cavernas de Mallorca*. 1: 11-16.
- GINÉS, J. & GINÉS, Á. (1976) - *Ses Coves del Pirata*. 3: 41-45.
- GINÉS, J. & GINÉS, Á. (1977) - *El medio fluvio-lacustre hipogeo en las cuevas de Mallorca y su asociación de morfologías*. 4: 3-12.
- GINÉS, J. & GINÉS, Á. (1979) - *L'avenc Fonda (Pollença, Mallorca)*. 5-6: 39-42.
- GINÉS, J. & GINÉS, Á. (1993) - *Dataciones isotópicas de espeleotemas freáticos recolectados en cuevas costeras de Mallorca*. 19: 9-15.
- GINÉS, J. & GINÉS, Á. (1995) - *Aspectes espeleocronològics del*

- carst de Mallorca. 20: 99-112.
- GINÉS, J.; GINÉS, À. & BORRÀS, L. (1977) - *Bibliografia espeleològica de les Balears. Espeleologia física*. 4: 57-64.
- GINÉS, J.; MEDIAYLLA, M. & BORRÀS, L. (1985) - *Algunes cavitats del massís des Tossals*. 10-11: 13-20.
- GINÉS, J. (1975): *vid.* Ginés, À. & Ginés, J. (1975).
- GINÉS, J. (1975): *vid.* Pomar, L.; Ginés, À.; Ginés, J.; Moyà, G. & Ramón, G. (1975).
- GINÉS, J. (1977): *vid.* Ginés, À. & Ginés, J. (1977).
- GINÉS, J. (1979): *vid.* Pomar, L.; Ginés, À. & Ginés, J. (1979).
- GINÉS, J. (1979): *vid.* Trias, M.; Payeras, C & Ginés, J. (1979).
- GINÉS, J. (1981): *vid.* Damians, J. & Ginés, J. (1981).
- GINÉS, J. (1981): *vid.* Hennig, G.J.; Ginés, À.; Ginés, J. & Pomar, L. (1981).
- GINÉS, J. (1987): *vid.* Ginés, À. & Ginés, J. (1987).
- GINÉS, J. (1987): *vid.* Ginés, À.; Hernández, J.; Ginés, J. & Pol, A. (1987).
- GINÉS, J. (1989): *vid.* Trias, M. & Ginés, J. (1989).
- GINÉS, J. (1990): *vid.* Trias, M. & Ginés, J. (1990).
- GINÉS, J. (1992): *vid.* Ginés, À. & Ginés, J. (1992).
- GINÉS, J. (1995): *vid.* Fornós, J.J.; Ginés, À.; Ginés, J. & Rodríguez, A. (1995).
- GINÉS, J. (1995): *vid.* Ginés, À. & Ginés, J. (1995).
- GINÉS, J. (1998): *vid.* Tuccimei, P.; Ginés, J.; Ginés, À.; Fornós, J.J. & Vesica, P. (1998).
- GINÉS, J. (2000): *vid.* Tuccimei, P.; Ginés, J.; Delitala, C.; Pazzelli, L.; Taddeucci, A.; Clamor, B.; Fornós, J.J.; Ginés, A. & Gracia, F. (2000).
- GINÉS, P. (1992): *vid.* Ginés, À. & Ginés, P. (1992).
- GOLDIE, H.S. (1987) - *Human impact on limestone pavement*. 13: 71-81.
- GONZÁLEZ, C. (1995): *vid.* Barón, A.; González, C. & Rodríguez, A. (1995).
- GOURBAULT, N. & LESCHER-MOUTOUÉ, F. (1979) - *Faune des eaux souterraines de Majorque*. 5-6: 43-54.
- GRACIA, F.; CLAMOR, B.; AGUILÓ, C. & WATKINSON, P. (1998) - *La cova des Drac de Cala Santanyi (Santanyi, Mallorca)*. 22: 55-66.
- GRACIA, F.; CLAMOR, B.; WATKINSON, P. (1998) - *La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca)*. 22: 5-18.
- GRACIA, F.; CLAMOR, B. & LAVERGNE, J.J. (2000) - *Les coves de cala Varques (Manacor, Mallorca)*. 23: 41-57
- GRACIA, F.; CRESPI, D.; BARCELÓ, M.À.; PLA, V.; CASAS, J.A. & VICENS, D. (1997) - *Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: Puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)*. 21: 37-49.
- GRACIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. (1997) - *Les coves de la zona de Ses Partions. Portocolom (Felanitx, Mallorca)*. 21: 5-36.
- GRACIA, F. (1998): *vid.* Barceló, M.À.; Gracia, F.; Crespi, D.; Vicens, D.; Pla, V.; Ginard, A. & Casas, J.A. (1998).
- GRACIA, F. (2000): *vid.* Vicens, D.; Crespi, D.; Pla, V.; Barceló, M.À.; Gracia, F. Ginard, A. & Bover, P. (2000).
- GRACIA, F. (2000): *vid.* Tuccimei, P.; Ginés, J.; Delitala, C.; Pazzelli, L.; Taddeucci, A.; Clamor, B.; Fornós, J.J.; Ginés, A. & Gracia, F. (2000).
- GRÜN, R. (1986) - *ESR-Dating of a flowstone core from Cova de sa Bassa Blanca (Mallorca, Spain)*. 12: 19-23.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1982) - *Avenc de S'Aigo*. 9: 37-40.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1986) - *S'Era d'Escorca (Escorca, Mallorca) i algunes cavitats veïnes*. 12: 3-11.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1986) - *Algunos resultados de las campañas de 1984 y 1985 en Escuin (Huesca)*. 12: 35-40.
- GUARCH, J.J. (2000): *vid.* Echteringer, H. & Guarch, J.J. (2000).
- GUARCH, J.J. (2000): *vid.* Corella, J.E.; Echteringer, H. & Guarch, J.J. (2000).
- GUIJARRO, J.A. (1995) - *Aspectes bioclimàtics dels carst de Mallorca*. 20: 17-26.
- HABIC, P. (1987) - *Use and regulation of karst poljes in Yugoslavia*. 13: 83-86.
- HENNIG, G.J.; GINÉS, À.; GINÉS, J. & POMAR, L. (1981) - *Avance de los resultados obtenidos mediante datación isotópica de algunos espeleotemas subacuáticos mallorquines*. 8: 91-93.
- HERNÁNDEZ, J. (1987): *vid.* Ginés, À.; Hernández, J.; Ginés, J. & Pol, A. (1987).
- HINCHCLIFFE, G. (1993): *vid.* Pons, G.; Benzal, J.; Hinchcliffe, G. & Strachan, R. (1993).
- ILIFFE, T.M. (1987): *vid.* Stock, J.H. & Iliffe, T.M. (1987).
- JAKUCS, L. (1987) - *Traces of effects of acid rain (sedimentation) in the re-dissolution of cave dripstones*. 13: 49-57.
- JAUME, D. (1990) - *Estigofauna de les petites illes del sud de Mallorca: Cabrera i Dragonera*. 16: 41-46.
- JAUME, D. & GARCIA, L. (1992) - *Nota preliminar sobre la presència de crustacis talasoestigobionts a una cova litoral de l'illa de Cabrera (Balears)*. 17-18: 57-59.
- JAUME, D. (1990): *vid.* McMinn, M.; Jaume, D. & Alcover, J.A. (1990).
- JAUME, D. (1995): *vid.* Pons, G.; Jaume, D. & Damians, J. (1995).
- JAUME, D. (1997): *vid.* Trias, M.; Ottenwalder, J.A.; Jaume, D. & Alcover, J.A. (1997).
- JIAN, C. (1987): *vid.* Jianyi, T. & Jian, C. (1987).
- JIANYI, T. & JIAN, C. (1987) - *Preliminary study of Karst Collapse. Forecast method*. 13: 99-104.
- KIERNAN, K. (1987) - *Soil erosion from hilltribe opium swiddens in the golden triangle, and the use of karren as an erosion yardstick*. 13: 59-63.
- KIERNAN, K. (1987) - *Timber harvesting on karst lands: Some operational considerations and procedural requirements*. 13: 105-109.
- KIERNAN, K. (1987) - *Some planning requirements prior to forest industry development of carbonate landscapes*. 13: 119-125.
- KOPPER, J.S. (1975) - *Preliminary note on the paleomagnetic reversal record obtained from two mallorcan caves*. 2: 7-8.
- KOPPER, J.S. (1979): *vid.* Pons, J.; Moyà, S. & Kopper, J.S. (1979).
- LANDRETH, R. (1997): *vid.* Gracia, F.; Watkinson, P.; Monserrat, T.; Clarke, O. & Landreth, R. (1997).
- LAVERGNE, J.J. (2000): *vid.* Gracia, F.; Clamor, B. & Lavergne, J.J. (2000).
- LESCHER-MOUTOUÉ, F. (1979): *vid.* Gourbault, N. & Lescher-Moutoué, F. (1979).
- LLOBERA, M. (1974): *vid.* Encinas, J.A.; Llobera, M. & Llobera, P.J. (1974).
- LLOBERA, M. (1976): *vid.* Llobera, P.J. & Llobera, M. (1976).
- LLOBERA, P.J. & LLOBERA, M. (1976) - *Campaña espeleológica en Picos de Europa*. 3: 71-76.
- LLOBERA, P.J. (1974): *vid.* Encinas, J.A.; Llobera, M. & Llobera, P.J. (1974).
- LLORET, J. & UBACH, M. (1993) - *Els Cenotes del Yucatán (Mèxic)*. 19: 29-36.
- MAHNERT, V. (1989) - *Les pseudoscorpions (Pseudoscorpiones, Arachnida) récoltés pendant la campagne biospéologique 1.987 à Minorque*. 14-15: 85-87.
- MARKER, M.E & GAMBLE, F.M. (1987) - *Karst in Southern Africa*. 13: 93-98.
- MAROTO, A.L. & FONT, A. (1981) - *"Proyecto Hades". Desarrollo de las campañas de 1.981*. 8: 81-90.
- MARTÍN, J.L.; OROMÍ, P. & BARQUÍN, J. (1985) - *Estudio ecológico del ecosistema cavernícola de una sima de origen volcánico: La Sima Robada (Tenerife, Islas Canarias)*. 10-11: 37-46.
- MAYOL, J. (1995): *vid.* Ginés, À. & Mayol, J. (1995).
- MCMINN, M.; ALTABA, C.R. & ALCOVER, J.A. (1993) - *La fauna fòssil de la cova d'en Jaume Orat (Parròquia d'Albarca, Sant Antoni de Portmany, Eivissa)*. 19: 49-54.
- MCMINN, M.; JAUME, D. & ALCOVER, J.A. (1990) - *Puffinus olsoni N. sp.: Nova espècie de baldrija recentment extingida provinent de depòsits espeleològics de Fuerteventura i*

- Lanzarote (*Illes Canàries, Atlàntic Oriental*). 16: 63-71.
- McMINN, M. (1992): *vid.* Alcover, J.A. & McMINN, M. (1992).
- McMINN, M. (1995): *vid.* Sondaar, P.Y.; McMINN, M.; Seguí, B. & Alcover, J.A. (1995).
- MEDIAVILLA, M. (1980) - *Las simas del Pla de les Basses*. 7: 17-21.
- MEDIAVILLA, M. (1985): *vid.* Ginés, J.; Mediavilla, M. & Borràs, L. (1985).
- MERINO, A. (1992) - *Aportación al conocimiento de la mina "San Mateo" (Bunyola, Mallorca)*. 17-18: 89-95.
- MERINO, A. (1993) - *La cova des Pas de Vallgornera*. 19: 17-23.
- MERINO, A. (1997) - *Nuevas cavidades de la zona de Mortitx. Puig d'en Massot (Escorca, Pollença), Mallorca*. 21: 51-62.
- MERINO, A. (1998) - *Estudi geoespeleològic del puig de S'Alzinar i els seus voltants (Escorca, Mallorca)*. 22: 43-50.
- MERINO, A. (1998) - *Resultados de dos campañas espeleológicas en Picos de Europa (Asturias)*. 22: 67-79.
- MERINO, A. (2000) - *Nuevas extensiones de la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca)*. 23: 7-21.
- MERINO, A. (2000) - *La cova de sa Coa de Ca sa Santa (Sòller, Mallorca)*. 23: 79-81.
- MERINO, A. (2000) - *Expedición Vigueras 98 y 99 (Picos de Europa, Asturias)*. 23: 111-121.
- MERINO, A. (1998): *vid.* Crespí, D. & Merino, A. (1998).
- MIR, F. (1976) - *Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca)*. 3: 27-39.
- MIR, F. (1979) - *Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca*. 5-6: 19-28.
- MIR, F. (1977): *vid.* Trias, M. & Mir, F. (1977).
- MITSUMI, K. (1987) - *On the characteristics of yugoslavian rivers in comparison with japanese rivers*. 13: 111-117.
- MONSERRAT, T. (1997): *vid.* Gracia, F.; Watkinson, P.; Monserrat, T.; Clarke, O. & Landreth, R. (1997).
- MORA, R. (1981): *vid.* Carbonell, E.; Mora, R.; Pons, J. & Coll, J. (1981).
- MOYÀ, G. (1975): *vid.* Pomar, L.; Ginés, Á.; Ginés, J.; Moyà, G. & Ramón, G. (1975).
- MOYÀ, S. & PONS, J. (1979) - *Catálogo de los yacimientos con fauna de vertebrados del Plioceno, Pleistoceno y Holoceno de las Baleares*. 5-6: 59-74.
- MOYÀ, S. & PONS, J. (1980) - *Una nueva especie del género Myotragus Bate, 1909 (Mammalia, Bovidae) en la isla de Menorca: Myotragus binigausensis nov. Sp. Implicaciones paleozoogeográficas*. 7: 37-47.
- MOYÀ, S. (1976): *vid.* Pons, J. & Moyà, S. (1976).
- MOYÀ, S. (1979): *vid.* Pons, J.; Moyà, S. & Kopper, J.S. (1979).
- MOYÀ, S. (1980): *vid.* Pons, J. & Moyà, S. (1980).
- MOYÀ, S. (1981): *vid.* Carbonell, E.; Estévez, J.; Moyà, S.; Pons, J.; Agustí, J. & de Villalta, J.F. (1981).
- MUNTANER, J. (1986): *vid.* Alcover, J.A. & Muntaner, J. (1986).
- NAVARRETE, J. & SIMÓ, B. (1989) - *Inventari espeleològic dels termes d'Andratx i Estellencs*. 14-15: 117-121.
- OROMÍ, P. (1985): *vid.* Martín, J.L.; Oromí, P. & Barquín, J. (1985).
- OTTENWALDER, J.A. (1997): *vid.* Trias, M.; Ottenwalder, J.A.; Jaume, D. & Alcover, J.A. (1997).
- PAYERAS, C. (1979): *vid.* Trias, M.; Payeras, C & Ginés, J. (1979).
- PAZZELLI, L. (2000): *vid.* Tuccimei, P.; Ginés, J.; Delitala, C.; Pazzelli, L.; Taddeucci, A.; Clamor, B.; Fornós, J.J.; Ginés, A. & Gracia, F. (2000).
- PÉREZ, J.A. & RAMÍREZ, F. (1979) - *La representación de cavidades en perspectiva axonométrica-trimétrica*. 5-6: 81-88.
- PLA, V. & VICENS, D. (2000) - *25 anys d'ENDINS, revista de la Federació Balear d'Espeleologia*. 23: 155-186.
- PLA, V. (1997): *vid.* Gracia, F.; Crespí, D.; Barceló, M.À.; Pla, V.; Casas, J.A. & Vicens, D. (1997).
- PLA, V. (1998): *vid.* Barceló, M.À.; Gracia, F.; Crespí, D.; Vicens, D.; Pla, V.; Ginard, A. & Casas, J.A. (1998).
- PLA, V. (2000): *vid.* Vicens, D.; Crespí, D.; Pla, V.; Barceló, M.À.; Gracia, F. Ginard, A. & Bover, P. (2000).
- POL, A. (1987): *vid.* Ginés, Á.; Hernández, J.; Ginés, J. & Pol, A. (1987).
- POL, A. (1989): *vid.* Ginés, Á.; Fiol, L. A.; Pol, A. & Rosselló, J.A. (1989).
- POMAR, L.; GINÉS, Á. & FONTARNAU, R. (1976) - *Las cristalizaciones freáticas*. 3: 3-25.
- POMAR, L.; GINÉS, Á.; GINÉS, J.; MOYÀ, G. & RAMÓN, G. (1975) - *Nota previa sobre la petrología y mineralogía de la calcita flotante de algunas cavidades del levante mallorquín*. 2: 3-5.
- POMAR, L.; GINÉS, Á. & GINÉS, J. (1979) - *Morfología, estructura y origen de les espeleotemas epiacuáticos*. 5-6: 3-17.
- POMAR, L. (1981): *vid.* Hennig, G.J.; Ginés, Á.; Ginés, J. & Pomar, L. (1981).
- PONS, G. (1992) - *El gènere Leptoneta Simon, 1.872 (Araneae, Leptonetidae) a Mallorca. Apunts biogeogràfics*. 17-18: 61-66.
- PONS, G. (1993) - *Noves dades sobre biospeleologia de Sardenya: (Arachnida, Araneae)*. 19: 43-47.
- PONS, G.; BENZAL, J.; HINCHCLIFFE, G. & STRACHAN, R. (1993) - *Murciélagos (Mammalia, chiroptera) del archipiélago de Cabrera. Evaluación de las poblaciones y propuestas de conservación*. 19: 37-41.
- PONS, G. & DAMIANS, J. (1992) - *Els aràcnids de la cova de sa Cometa des Morts (Escorca, Mallorca)*. 17-18: 51-56.
- PONS, G. & DAMIANS, J. (1992) - *Fauna malacològica d'algunes cavitats de l'illa de Mallorca*. 17-18: 67-72.
- PONS, G.; JAUME, D. & DAMIANS, J. (1995) - *Fauna cavernícola de Mallorca*. 20: 125-143.
- PONS, G. & PONS, J. (1997) - *Tanatocenosi dels mol·luscs marins de la cova de na Mitjana (Capdepera, Mallorca)*. 21: 75-78.
- PONS, J. & MOYÀ, S. (1976) - *Presencia de I2 y sus características; en diferentes mandíbulas de Myotragus balearicus Bate*. 3: 57-59.
- PONS, J.; MOYÀ, S. & KOPPER, J.S. (1979) - *La fauna de mamíferos de la Cova de Canet (Esporlas) y su cronología*. 5-6: 55-58.
- PONS, J. & ROCA, L. (1974) - *Restos de grulla fósil en el Avenc de na Corna (Artà)*. 1: 17-20.
- PONS, J. (1975) - *Nuevos yacimientos paleontológicos de la isla de Menorca*. 2: 13.
- PONS, J. (1981) - *El Canis etruscus Major (Carnivora, Mammalia) del Villafranquiense terminal de la Cueva Victoria (Murcia, España)*. 8: 43-46.
- PONS, J. (1982) - *Hyaenidae (Carnivora, Mammalia) del pleistoceno inferior de la Cueva Victoria (Murcia, España)*. 9: 45-48.
- PONS, J. (1985) - *Nota preliminar sobre el hallazgo de Homo sp. en los rellenos cársticos de Cueva Victoria (Murcia, España)*. 10-11: 47-50.
- PONS, J. (1990) - *Estratigrafía y fauna del yacimiento kárstico de Cala Morlanda (Manacor, Mallorca)*. 16: 59-62.
- PONS, J. & COLL, J. (1986) - *Observaciones sobre la estratigrafía y las dataciones absolutas de los sedimentos holocénicos de la Cova de Canet (Esporlas, Mallorca)*. 12: 31-34.
- PONS, J. & MOYÀ, S. (1980) - *Nuevo representante del género Nesiotites Bate, 1944; Nesiotites meloussae nov. sp. (Insectivora, Soricidae) de los rellenos cársticos del "Barranc de Binigaus" (Es Mercadal, Menorca)*. 7: 53-56.
- PONS, J. (1979): *vid.* Moyà, S. & Pons, J. (1979).
- PONS, J. (1980): *vid.* Moyà, S. & Pons, J. (1980).
- PONS, J. (1981): *vid.* Carbonell, E.; Estévez, J.; Moyà, S.; Pons, J.; Agustí, J. & de Villalta, J.F. (1981).
- PONS, J. (1981): *vid.* Carbonell, E.; Mora, R.; Pons, J. & Coll, J. (1981).
- PONS, J. (1986): *vid.* Ginés, Á. & Pons, J. (1986).
- PONS, J. (1989): *vid.* Andrews, J.N.; Ginés, A.; Pons, J.; Smart, P.L. & Trias, M. (1989).
- PONS, J. (1997): *vid.* Pons, G. & Pons, J. (1997).
- PONS, R. (1990): *vid.* Cañabate, J.A & Pons, R. (1990).
- PRETUS, J.L. (1981) - *Nota preliminar a l'estudi de la distribució*

- del gènere *Typhlocirolana Racovitza* (Crustacea, Isopoda). *Primera cita a Menorca*. 8: 21-24.
- PRETUS, J.L. (1989) - *Noves dades per a la distribució de l'estigofauna balear*. 14-15: 61-64.
- PRETUS, J.L. & Stock, J.H. (1990) - *A new hyporheic Bogidiella* (Crustacea, Amphipoda) from Mallorca. 16: 47-51.
- PRETUS, J.L. (1989): *vid.* Bellés, X.; Damians, J. & Pretus, J.L. (1989).
- PRETUS, J.L. (1989): *vid.* Fornós, J.J.; Pretus, J.L. & Trias, M. (1989).
- RAMÍREZ, F. (1979): *vid.* Pérez, J.A. & Ramírez, F. (1979).
- RAMÓN, G. (1975): *vid.* Pomar, L.; Ginés, Á.; Ginés, J.; Moyá, G. & Ramón, G. (1975).
- REDACCIÓ (1976) - *Crónica de bibliografía y actividades (Julio 75. Septiembre 76)*. 3: 77-79.
- RIBERA, C. (1989) - *Araneidos cavernícolos de la isla de Menorca*. 14-15: 81-83.
- RIERA, G. (1975): *vid.* Beltrán, J.M.; Ginés, A. & Riera, G. (1975).
- RIPOLL, F. & ROCA, L. (1974) - *Algunas observaciones sobre sa Font des Verger y su funcionamiento hidrológico*. 1: 21-24.
- ROCA, L. (1974): *vid.* Pons, J. & Roca, L. (1974).
- ROCA, L. (1974): *vid.* Ripoll, F. & Roca, L. (1974).
- ROCA, L. (1975): *vid.* Trias, M. & Roca, L. (1975).
- RODRÍGUEZ, A. (1995): *vid.* Barón, A.; González, C. & Rodríguez, A. (1995).
- RODRÍGUEZ, A. (1995): *vid.* Fornós, J.J.; Ginés, Á.; Ginés, J. & Rodríguez, A. (1995).
- RODRÍGUEZ, X.P. (2000): *vid.* Carbonell, E.; Rodríguez, X.P. & Sala, R. (2000).
- ROMERO, M. (1975) - *Notícia de la cova dets Estudiants (Sóller)*. 2: 35-37.
- ROMERO, D. (1979): *vid.* Bosch, X. & Romero, D. (1979).
- ROSSELLÓ, J.A. & GINÉS, Á. (1980) - *Introducció a la brioflora dels avencs mallorquins*. 7: 27-35.
- ROSSELLÓ, J.A. (1989): *vid.* Ginés, Á.; Fiol, L. A.; Pol, A. & Rosselló, J.A. (1989).
- SALA, R. (2000): *vid.* Carbonell, E.; Rodríguez, X.P. & Sala, R. (2000).
- SALVÀ, B. (1997) - *Les coves naturals de Portocolom i la seva ocupació humana al llarg del temps*. 21: 93-101.
- SANGES, M. & ALCOVER, J.A. (1980) - *Notícia sobre la microfauna vertebrada holocènica de la Grotta su Guanu o Gonagosula (Oliena, Sardenya)*. 7: 57-62.
- SEGUÍ, B.; BOVER, P.; TRIAS, M. & ALCOVER, J.A. (1998) - *El jaciment fòssilífer de la cova C-2 (Ciutadella, Menorca)*. 22: 81-97.
- SEGUÍ, B. (1995): *vid.* Sondaar, P.Y.; McMinn, M.; Seguí, B. & Alcover, J.A. (1995).
- SEGUÍ, B. (2000): *vid.* Arnau, P.; Bover, P.; Seguí, B. & Alcover, J.A. (2000).
- SENDRA, A. (1985) - *Campodeidos cavernícolos de Baleares (Diplura: Campodeidea)*. 10-11: 33-35.
- SERVERA, J. (1995) - *Distribució geogràfica del carst a Mallorca*. 20: 7-16.
- SIMÓ, B. (1989): *vid.* Navarrete, J. & Simó, B. (1989).
- SMART, P.L. (1989): *vid.* Andrews, J.N.; Ginés, A.; Pons, J.; Smart, P.L. & Trias, M. (1989).
- SOBERATS, F. (1992): *vid.* Trias, M.; Soberats, F. & Bosch, J.R. (1992).
- SOBERATS, J. (1974) - *Nota sobre la presencia de hielo en una sima de Mallorca*. 1: 25-26.
- SONDAAR, P.Y.; McMINN, M.; SEGUÍ, B. & ALCOVER, J.A. (1995) - *Interès paleontològic dels jaciments càrstics de les Gimnèsies i les Pitiüses*. 20: 155-170.
- STOCK, J.H. & ILIFFE, T.M. (1987) - *The status of Bogidiella balearica Dancau, 1.973, A Stygobiont amphipod from Mallorca*. 13: 39-46.
- STOCK, J.H. (1990): *vid.* Pretus, J.L. & Stock, J.H. (1990).
- STRACHAN, R. (1993): *vid.* Pons, G.; Benzal, J.; Hinchcliffe, G. & Strachan, R. (1993).
- SUÁREZ, R. (1993) - *Aportació al coneixement espeleològic del cap des Pinar a Alcúdia (Mallorca)*. 19: 25-28.
- TADDEUCCI, A. (2000): *vid.* Tuccimei, P.; Ginés, J.; Delitala, C.; Pazzelli, L.; Taddeucci, A.; Clamor, B.; Fornós, J.J.; Ginés, A. & Gracia, F. (2000).
- TRIAS, M. (1974) - *Una campanya a les illes de Cabrera*. 1: 33-35.
- TRIAS, M. (1976) - *Bibliografia espeleoarqueològica de les illes Balears*. 3: 67-69.
- TRIAS, M. (1977) - *Cova Xives: Troballes prehistòriques a Eivissa*. 4: 49-52.
- TRIAS, M. (1979) - *L'avenc de ses Papallones*. 5-6: 29-31.
- TRIAS, M. (1979) - *Nota prèvia a l'estudi de les ceràmiques de la cova des Diners*. 5-6: 75-80.
- TRIAS, M. (1980) - *Aportació a l'estudi de na Patarrà*. 7: 63-67.
- TRIAS, M. (1981) - *Notícia preliminar del jaciment islàmic de la cova dets Amagatalls*. 8: 59-74.
- TRIAS, M. (1982) - *Noves dades sobre les caveres pitiüses*. 9: 15-27.
- TRIAS, M. (1982) - *Consideracions sobre les formes epifreàtiques de la cova de ses Gerres (Escorca, Mallorca)*. 9: 29-36.
- TRIAS, M. (1985) - *Les campanyes espeleològiques del 84 a Menorca*. 10-11: 3-12.
- TRIAS, M. (1985) - *La cova d'en Jaume Orat (Parròquia d'Albarca, Sant Antoni, Eivissa)*. 10-11: 21-25.
- TRIAS, M. (1985) - *Glossari de terminologia espeleològica i càrstica*. 10-11: 71-76.
- TRIAS, M. (1986) - *La covota de sa Penya Rotja (Alcúdia, Mallorca)*. 12: 13-18.
- TRIAS, M. (1986) - *Contribució al catàleg espeleològic de Formentera*. 12: 25-29.
- TRIAS, M. (1987) - *Apunts sobre els avencs del Puig Major*. 13: 21-26.
- TRIAS, M. (1992) - *Noves dades sobre la cova des Coloms 1 (Manacor, Mallorca)*. 17-18: 21-23.
- TRIAS, M. (1993) - *L'avenc d'en Patrona (Pollença, Mallorca)*. 19: 5-8.
- TRIAS, M. (1995) - *Arqueologia de les caveres de Mallorca*. 20: 171-190.
- TRIAS, M. (1998) - *La font des Patró Lau (Sóller, Mallorca)*. 22: 51-54.
- TRIAS, M. (2000) - *La cova des Moro (Manacor, Mallorca). Alguns destacats aspectes de la seva morfologia*. 23: 73-77.
- TRIAS, M.; ESPINAR, M. & BOSCH, J.R. (1990) - *L'avenc de Fra Rafel (Escorca, Mallorca)*. 16: 11-15.
- TRIAS, M. & GINÉS, J. (1989) - *Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca*. 14-15: 5-16.
- TRIAS, M. & GINÉS, J. (1990) - *Noves aportacions al coneixement espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca)*. 16: 5-10.
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977) - *Les coves de la zona de Can Frasquet-cala Varques*. 4: 21-42.
- TRIAS, M.; OTTENWALDER, J.A.; JAUME, D. & ALCOVER, J.A. (1997) - *Una campanya en la República Dominicana. Resultados preliminares*. 21: 63-74.
- TRIAS, M.; PAYERAS, C. & GINÉS, J. (1979) - *Inventari espeleològic de les Balears*. 5-6: 89-108.
- TRIAS, M. & ROCA, L. (1975) - *Noves aportacions al coneixement de les coves de sa Mola (Formentera) i de la seva importància arqueològica*. 2: 15-33.
- TRIAS, M.; SOBERATS, F. & BOSCH, J.R. (1992) - *Troballes d'època islàmica al puig Caragoler de Femenia, la coveta des Rovell (Escorca, Mallorca)*. 17-18: 73-80.
- TRIAS, M. (1989): *vid.* Andrews, J.N.; Ginés, A.; Pons, J.; Smart, P.L. & Trias, M. (1989).
- TRIAS, M. (1989): *vid.* Fornós, J.J.; Pretus, J.L. & Trias, M. (1989).
- TRIAS, M. (1997): *vid.* Alcover, J.A.; Font, A. & Trias, M. (1997).
- TRIAS, M. (1998): *vid.* Seguí, B.; Bover, P.; Trias, M. & Alcover, J.A. (1998).
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; GINÉS, Á.; FORNÓS, J.J. & VESICA, P.

(1998) - *Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos controlados por el nivel marino, procedentes de cuevas costeras de Mallorca (España)*. 22: 99-107.

- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, C.; PAZZELLI, L.; TADDEUCCI, A.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A. & GRACIA, F. (2000) - *Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos recolectados a cotas inferiores al actual nivel marino en cuevas costeras de Mallorca (España): Aportaciones a la construcción de una curva eustática detallada de los últimos 300 ka para el Mediterráneo Occidental*. 23: 59-71
- UBACH, M. (1993): *vid.* Lloret, J. & Ubach, M. (1993).
- URUSHIBARA-YOSHINO, K. (1987) - *The problems of soils in limestone area of the Nansei Shoto, southwest Japan*. 13: 127-131.
- VESICA, P. (1998): *vid.* Tuccimei, P.; Ginés, J.; Ginés, A.; Fornós, J.J. & Vesica, P. (1998).
- VESMANIS, I. (1985): *vid.* Alcover, J.A. & Vesmanis, I. (1985).
- VICENS, D.; CRESPI, D.; PLA, V.; BARCELÓ, M.A.; GRACIA, F. GINARD, A. & BOVER, P. (2000) - *Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4 (1a part): puig Gros de Bendinat (Calvià, Mallorca)*. 23: 23-40
- VICENS, D. (1997): *vid.* Gracia, F.; Crespi, D.; Barceló, M.À.; Pla, V.; Casas, J.A. & Vicens, D. (1997).
- VICENS, D. (1998): *vid.* Barceló, M.À.; Gracia, F.; Crespi, D.; Vicens, D.; Pla, V.; Ginard, A. & Casas, J.A. (1998).
- VICENS, D. (2000): *vid.* Pla, V. & Vicens, D. (2000).
- WATKINSON, P. (1997): *vid.* Gracia, F.; Watkinson, P.; Monserrat, T.; Clarke, O. & Landreth, R. (1997).
- WATKINSON, P. (1998): *vid.* Gracia, F.; Clamor, B.; Aguiló, C. & Watkinson, P. (1998).
- WATKINSON, P. (1998): *vid.* Gracia, F.; Clamor, B.; Watkinson, P. (1998).

- Bover Arbós, Pere  
Cañabate Vecina, José Antonio  
Carbonell Roura, Eudald  
Casas López, Josep Antoni  
Cifre Monserrat, Pere  
Clamor Vilanova, Bernat  
Clarke, Owen  
Coll Conesa, Jaume  
Corella, José E.  
Crespi Bestard, Damià  
Cruz Suárez, Antoni  
Damians Gelabert, Jaume de Villalta, Josep F.  
Delitala, Cristina  
Echtinger, Hannes  
Encinas Sánchez, José Antonio  
Escudero García, Miguel  
Espinarr Parrilla, Maurici  
Estévez Escalera, Jordi  
Fiol Mora, Lluís Antoni  
Font Gelabert, Antoni  
Fontarnau, Ramón  
Fornós Astó, Joan Josep  
Gamble, Frances M.  
Gams, Ivan  
García Socias, Lluç  
Gasull Martínez, Lluís  
Gelabert Ferrer, Bernadí  
Ginard Fullana, Antelm  
Ginés Borràs, Pau  
Ginés Gracia, Àngel  
Ginés Gracia, Joaquín  
Goldie, Hellen S.  
González Casasnovas, Concepción  
Gourbault, Nicole  
Gracia Lladó, Francesc  
Grün, Rainer  
Grup Espeleològic EST  
Guarch, Juan J.  
Guijarro Pastor, José Antonio  
Habic, Peter  
Hennig, Gerd J.  
Hernández Marí, Justo  
Hinchcliffe, Gillian  
Iliffe, Thomas M.  
Jakucs, László  
Jaume Llabrés, Damià  
Jian, Chen  
Jianyí, Tan  
Kiernan, Kevin  
Kopper, John Steve  
Landreth, Robert  
Lavergne Martínez, Joan Josep  
Lescher-Moutoué, Françoise  
Llobera Cànaves, Pedro J.  
Llobera Cerdà, Miguel  
Lloret Prieto, Jordi  
Mahnert, Volker  
Marker, Margaret E.  
Maroto García, Ana Luz  
Martín Esquivel, José Luís  
Mayol Serra, Joan  
McMinn Grivé, Miquel  
Mediavilla Martín, Martiniano  
Merino Juncadella, Antoni  
Mir Fullana, Francesc  
Mitsui, Kazuo  
Monserrat Veny, Cristòfol  
Mora, Rafel  
Moyà Niell, Gabriel  
Moyà Solà, Salvador  
Muntaner, Jordi

- Bover, P.  
Cañabate, J.A.  
Carbonell, E.  
Casas, J.A.  
Cifre, P.  
Clamor, B.  
Clarke, O.  
Coll, J.  
Corella, J.E.  
Crespi, D.  
Cruz, A.  
Damians, J.  
de Villalta, J.F.  
Delitala, C.  
Echtinger, H.  
Encinas, J.A.  
Escudero, M.  
Espinarr, M.  
Estévez, J.  
Fiol, L.  
Font, A.  
Fontarnau, R.  
Fornós, J.J.  
Gamble, F.M.  
Gams, I.  
García, L.  
Gasull, L.  
Gelabert, B.  
Ginard, A.  
Ginés, P.  
Ginés, A.  
Ginés, J.  
Goldie, H.S.  
González, C.  
Gourbault, N.  
Gracia, F.  
Grün, R.  
EST  
Guarch, J.J.  
Guijarro, J.A.  
Habic, P.  
Hennig, G.J.  
Hernández, J.  
Hinchcliffe, G.  
Iliffe, T.M.  
Jakucs, L.  
Jaume, D.  
Jian, C.  
Jianyí, T.  
Kiernan, K.  
Kopper, J.S.  
Landreth, R.  
Lavergne, J.J.  
Lescher-Moutoué, F.  
Llobera, P.J.  
Llobera, M.  
Lloret, J.  
Mahnert, V.  
Marker, M.E.  
Maroto, A.L.  
Martín, J.L.  
Mayol, J.  
McMinn, M.  
Mediavilla, M.  
Merino, A.  
Mir, F.  
Mitsui, K.  
Monserrat, T.  
Mora, R.  
Moyà, G.  
Moyà, S.  
Muntaner, J.

## Apèndix C. Llistat alfabètic d'autors que han publicat a ENDINS

### Appendix C. Alphabetical list of authors who have published in ENDINS

Relació d'autors, amb les abreviacions emprades als apèndixs A i B.

- Aguiló Adrover, Cosme  
Agustí Ballester, Jordi  
Alcover Tomàs, Josep Antoni  
Altaba, Cristian Ruíz  
Andrews, J.N.  
Arnau, Pere  
Auroux Poblador, Lluís  
Bär, Werner-Francisco  
Bárány-Kevei, Ilona  
Barceló Gabarda, Miquel Àngel  
Barón Periz, Alfredo  
Barquín, J.  
Bech, Miquel  
Bellés Ros, Xavier  
Belmonte Fabregat, Eduard  
Beltrán Alorda, Joana Maria  
Benzal, Jesús  
Bordoy, María  
Borràs Llabrés, Catalina  
Bosch Cerdà, Joan Ramon  
Bosch Martí, Xavier  
Bour, Roger

- Aguiló, C.  
Agustí, J.  
Alcover, J.A.  
Altaba, C.R.  
Andrews, J.N.  
Arnau, P.  
Auroux, L.  
Bär, W-F.  
Bárány-Kevei, I.  
Barceló, M.À.  
Barón, A.  
Barquín, J.  
Bech, M.  
Bellés, X.  
Belmonte, E.  
Beltrán, J.M.  
Benzal, J.  
Bordoy, M.  
Borràs, L.  
Bosch, J.R.  
Bosch, X.  
Bour, R.

Navarrete Miquel, Jerónimo	Navarrete, J.	Sala, Robert	Sala, R.
Oromí, Pere	Oromí, P.	Salvà, Bartomeu	Salvà, B.
Ottenwalder, José Alberto	Ottenwalder, J.A.	Sanges, Mario	Sanges, M.
Payeras Gelabert, Cristobal	Payeras, C.	Seguí Campaner, Bartomeu	Seguí, B.
Pazzelli, Laura	Pazzelli, L.	Sendra Mocholi, Alberto	Sendra, A.
Pérez Berrocal, José Antonio	Pérez, J.A.	Servera Nicolau, Jaume	Servera, J.
Pla Martínez, Vicenç	Pla, V.	Simó Bordoy, Bernat	Simó, B.
Pol Salom, Andreu	Pol, A.	Smart, Pete L.	Smart, P.L.
Pomar Gomà, Lluís	Pomar, L.	Soberats Bauzá, Joan	Soberats, J.
Pons Buades, Guillem Xavier	Pons, G.	Soberats, Frederic	Soberats, F.
Pons Campos, Rafel	Pons, R.	Sondaar, Paul Y.	Sondaar, P.Y.
Pons Moyà, Joan	Pons, J.	Stock, Jan H.	Stock, J.H.
Pretus Real, Joan Lluís	Pretus, J.L.	Strachan, Robert	Strachan, R.
Ramírez Trillo, Federico	Ramírez, F.	Suárez Lantarón, Román	Suárez, R.
Ramón Pérez de Rada, Guillem	Ramón, G.	Taddeucci, Adriano	Taddeucci, A.
Ribera Almerje, Carles	Ribera, C.	Trias Gusó, Miquel	Trias, M.
Riera, Gabriele	Riera, G.	Tuccimei, Paola	Tuccimei, P.
Ripoll, Francisco	Ripoll, F.	Ubach Tarres, Montserrat	Ubach, M.
Roca Ramos, Lluís	Roca, L.	Urushibara-Yoshino, Kazuko	Urushibara-Yoshino, K.
Rodríguez Perea, Antonio	Rodríguez, A.	Vesica, Pierluigi	Vesica, P.
Rodríguez, Xose Pedro	Rodríguez, X.P.	Vesmanis, Indulis	Vesmanis, I.
Romero Rectoret, Dolors	Romero, D.	Vicens Xamena, Damià	Vicens, D.
Romero Rectoret, Martí	Romero, M.	Watkinson, Peter	Watkinson, P.
Rosselló Picornell, Josep Antoni	Rosselló, J.A.		

## Apèndix D. Relació de les topografies publicades a ENDINS

### Appendix D. List of topographical surveys published by ENDINS

En aquest apèndix es recullen totes les topografies publicades a les planes d'ENDINS, ordenades per municipis i dins dels municipis, alfabèticament. L'any és el de la finalització de la topografia. A continuació el número d'ENDINS, les pàgines i el títol de l'article on apareix la topografia.

#### ALAIOR

Patarrà, Pou de na	1976	7: 63-67	Aportació a l'estudi de na Patarrà
Son Boter, cova de	1976	5-6: 19-28	Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca

#### ALARÓ

Gegant, cova des	1987	20: 171-190	Arqueologia de les cavernes de Mallorca
Ossos, cova des	1970	20: 171-190	Arqueologia de les cavernes de Mallorca
Sollerich, es Bufador de	1972	14-15: 101-116	Grup Espeleològic EST: 1.968-1.988. Vint anys d'espeleologia mallorquina

#### ALCÚDIA

Bassa Blanca, cova de sa	1972	8: 81-90	Proyecto Hades. Desarrollo de las campañas de 1981
C-6, cova	1980	19: 25-28	Aportació al coneixement espeleològic del cap des Pinar a Alcúdia (Mallorca)
C-7, cova	1980	19: 25-28	Aportació al coneixement espeleològic del cap des Pinar a Alcúdia (Mallorca)
C-8, cova	1980	19: 25-28	Aportació al coneixement espeleològic del cap des Pinar a Alcúdia (Mallorca)
C-10, cova	1980	19: 25-28	Aportació al coneixement espeleològic del cap des Pinar a Alcúdia (Mallorca)
C-11, cova-(Cova des Bastons)	1980	19: 25-28	Aportació al coneixement espeleològic del Cap des Pinar a Alcúdia (Mallorca)
Microgours, avenc des	1973	1: 27-28	Exploración y topografía de las cavidades situadas en el Cabo Pinar (Alcudia)
Penya Rotja, covota de sa	1985	12: 13-18	La covota de sa Penya Rotja (Alcúdia, Mallorca)
Reganots, cova des	1973	1: 27-28	Exploración y topografía de las cavidades situadas en el Cabo Pinar (Alcudia)
Son Sant Martí, cova de	1973	20: 171-190	Arqueologia de les cavernes de Mallorca

#### ANDRATX

Martí, cova d'en	1973	14-15: 101-116	Grup Espeleològic EST: 1.968-1.988. Vint anys d'espeleologia mallorquina
Trau, avenc d'en	1983	14-15: 117-121	Inventari espeleològic dels termes d'Andratx i Estellencs

#### ARTÀ

Algar, cova de s'	1972	14-15: 65-67	<i>Aglenus brunneus</i> (Gyllenhal) (Coleoptera) al medi cavernícola de Mallorca (Cova de s'Algar, Artà)
Corna, avenc de na	1973	1: 17-20	Restos de grulla fòsil en el Avenc de na Corna (Artà)
Paret, avenc de sa		7: 27-35	Introducció a la bioflora dels avencs mallorquins
Travessets, avenc des	1973	2: 44-47	Relación actualizada de las cavidades más profundas de la isla de Mallorca

#### BINISALEM

Cas Cabrit, cova de	1973	13: 03-19	Características espeleológicas del Karst de Mallorca
---------------------	------	-----------	--

#### BUNYOLA

Papallones, avenc de ses	1978	5-6: 29-31	L'avenc de ses Papallones
Sant Mateu, mina	1990	17-18: 89-95	Aportación al conocimiento de la mina "San Mateo" (Bunyola, Mallorca)

**CABRERA**

Cap Ventós, coves des Llumeta, cova de sa (Illa des Conills)	1972	1: 33-35	Una campanya a les illes de Cabrera
Penyal Blanc, cova des	1972	1: 33-35	Una campanya a les illes de Cabrera
	1995	21: 79-82	Primera troballa de fauna vertebrada pliocènica a Cabrera

**CALVIÀ**

Aigo Estuilada, avenc de s'	1997	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Albons, cova dets	1990	17-18: 25-36	Cavidades de la zona de na Burguesa. Zona 1: S'Hostalet (Calvià, Mallorca)
Andreu, avenc de n'	1990	17-18: 25-36	Cavidades de la zona de na Burguesa. Zona 1: S'Hostalet (Calvià, Mallorca)
Aranya, avenc de s'	1998	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Artificial, pou	1998	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Ase, avenc de s'	1999	23: 23-40	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca).
Baf, forat des	1996	21: 37-49	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)
Baixa, cova	1999	23: 23-40	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca).
Batzers, clot des	1996	21: 37-49	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)
Bloc, cova des	1999	23: 23-40	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca).
Bones Herbes, coveta de ses	1997	22: 37-42	Les cavitats de la serra des Pinotells (Calvià - Estellencs, Mallorca)
Cabots de Roca, cova des	1996	21: 37-49	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)
Caçadors, coves des	1996	21: 37-49	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)
Curt, avenc	1999	23: 23-40	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca).
Dolina, avenc de sa	1998	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Domingo, cova d'en	1990	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Dragons, avenc des	1998	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Embut, avenc de s'	1998	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Endinsada, avenc de s'	1998	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Escorpí, forat de s'	1996	21: 37-49	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)
Esfondraments, cova dets	1990	17-18: 25-36	Cavidades de la zona de na Burguesa. Zona 1: S'Hostalet (Calvià, Mallorca)
Forn de Calç, coves des	1996	21: 37-49	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)
Fumerol, avenc des	1998	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Gorg Amagat, crui des	1997	22: 37-42	Les cavitats de la serra des Pinotells (Calvià - Estellencs, Mallorca)
Incendi, avenc de s'	1996	21: 37-49	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)
Infern, avenc de l'	1996	21: 37-49	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)
Llenyaters, avenc des	1998	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Llima, cova de sa	1999	23: 23-40	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca).
Marmol, cova des	1969	14-15: 101-116	Grup Espeleològic EST: 1.968-1.988. Vint anys d'espeleologia mallorquina
Mirador, cova des	1999	23: 23-40	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca).
Moneda, avenc de sa	1971	17-18: 25-36	Cavidades de la zona de na Burguesa. Zona 1: S'Hostalet (Calvià, Mallorca)
Mort, avenc des	1990	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Mosques, crui de ses	1997	22: 37-42	Les cavitats de la serra des Pinotells (Calvià - Estellencs, Mallorca)
Municipal, avenc des	1996	21: 37-49	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)
Ossos, cova dets	1997	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Palem, cova d'en	1996	21: 37-49	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)
Pasteretes, cova de ses	1999	23: 23-40	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca).



Pasteretes Petita, cova de ses	1999	23: 23-40	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca).
Pastors, avenc des	1997	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Pastors, cova des	1997	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Pedrera, crui de sa	1996	21: 37-49	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)
Perduts, crui des	1997	22: 37-42	Les cavitats de la serra des Pinotells (Calvià - Estellencs, Mallorca)
Picacento, avenc-cova de na	1971	17-18: 25-36	Cavidades de la zona de na Burguesa. Zona 1:S'Hostalet (Calvià, Mallorca)
Pinet, crui des	1997	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Plana, cova	1990	17-18: 25-36	Cavidades de la zona de na Burguesa. Zona 1:S'Hostalet (Calvià, Mallorca)
Pols, avenc de sa	1997	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Puig Gros de Bendinat, covota des	2000	23: 23-40	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca).
Ribellet, cova des	1990	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Sabaters, clot des	1999	23: 23-40	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca).
Sero, clot des	1971	17-18: 37-42	Principals característiques climàtiques des Clot des Sero (Calvià, Mallorca)
Son Boronat, clot de	1990	17-18: 25-36	Cavidades de la zona de na Burguesa. Zona 1:S'Hostalet (Calvià, Mallorca)
Sorpresa, avenc de sa	1996	21: 37-49	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 2: puig d'en Bou (Calvià, Mallorca)
Torreta, cova de sa	1999	23: 23-40	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca).
Ullastre, avenc de s'	1998	22: 19-35	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 3: coll des Pastors (Calvià, Mallorca)
Vent, avenc des	1999	23: 23-40	Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (1a part) (Calvià, Mallorca).
Vilarrassa, avenc des	1990	17-18: 25-36	Cavidades de la zona de na Burguesa. Zona 1:S'Hostalet (Calvià, Mallorca)
<b>CAMPANET</b>			
Campanet, coves de	1946	19: 55-70	El conocimiento espeleo-topográfico de las cavidades baleares (1.862-1.992)
Carrasca de Biniatró, avenc de sa	1975	14-15: 101-116	Grup Espeleològic EST: 1.968-1.988. Vint anys d'espeleologia mallorquina
<b>CANÀRIES</b>			
Robada, sima	1972	10-11: 37-46	Estudio ecológico del ecosistema cavernícola de una sima de origen volcánico: La Sima Robada (Tenerife, Islas Canarias)
<b>CAPDEPERA</b>			
Artà, coves d' (Plànol antic)	1862	19: 55-70	El conocimiento espeleo-topográfico de las cavidades baleares (1.862-1.992)
Artà, coves d' (Reproducció)	1926	20: 191-203	Les coves turístiques de Mallorca
Barxa, cova de na	1981	14-15: 17-25	Noves dades sobre el jaciment paleontològic de la cova de na Barxa (Capdepera, Mallorca)
<b>CIUTADELLA</b>			
Adela, mina	1996	22: 119-123	Contribució al coneixement de les mines de coure situades en el Permo-Trias de Menorca
Badaluc, cova des	1976	3: 27-39	Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca)
Borinots, cova des	1973	3: 27-39	Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca)
C-2, cova	1995	22: 81-97	El jaciment fòssilífer de la cova C-2 (Ciutadella, Menorca)
Cala's Pous, cova de	1986	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
Caleta, cova de sa	1973	5-6: 19-28	Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca
Colada, coveta de sa	2000	23: 89-100	Sobre alguns jaciments de <i>Myotragus balearicus</i> Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) de tafonomia infreqüent
Dormir, cova des	1986	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
Forat, coveta des	2000	23: 89-100	Sobre alguns jaciments de <i>Myotragus balearicus</i> Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) de tafonomia infreqüent
Leon, cova d'en	1973	3: 27-39	Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca)
Llarga, cova	1974	3: 27-39	Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca)
Llarga, cova de na	1976	3: 27-39	Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca)
Mans, cova de ses	1984	10-11: 3-12	Les campanyes espeleològiques del 84 a Menorca
Morts, cova des	1984	10-11: 3-12	Les campanyes espeleològiques del 84 a Menorca
Murada, cova	1973	3: 27-39	Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca)
Plans de Binigafull, pou des	1973	5-6: 19-28	Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca
Punta na Mari, bufador de	1986	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
Punta Nati, bufador de	1986	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
So n'Angladó, cova de	1974	5-6: 19-28	Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca
Son Mestre de Dalt, cova de	1984	10-11: 3-12	Les campanyes espeleològiques del 84 a Menorca
Tauleta, cova de sa	1988	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
Tres Sales, cova de ses	2000	23: 89-100	Sobre alguns jaciments de <i>Myotragus balearicus</i> Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) de tafonomia infreqüent

**DRAGONERA**

Font, cova de sa 1971 20: 171-190 Arqueologia de les caveres de Mallorca

**ESCORCA**

- Aigo, avenc de s' 1982 9: 37-40 Avenc de s'Aigo  
 Amics, forat dets 1989 16: 5-10 Noves aportacions al coneixement espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca)
- Avenc, font de s' 1982 9: 03-13 Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 3.- Les cavitats del puig de Massanella
- Balanci, crull des 1996 22: 43-50 Estudi geoespeleològic del puig de s'Alzinar i els seus voltants (Escorca, Mallorca)
- Batzers, avenc des 1973 10-11: 13-20 Algunes cavitats del massís des Tossals  
 Benavenguts, avenc des 1983 10-11: 13-20 Algunes cavitats del massís des Tossals  
 Boix, avenc des 1983 10-11: 13-20 Algunes cavitats del massís des Tossals  
 Bon Començament, avenc des 1994 21: 51-62 Nuevas cavidades de la zona de Mortix - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
- Cabres, cova de ses 1981 8: 03-12 Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 2.- Les cavitats de la serra des Teix
- Campana, cova de sa (Esquema) 1976 13: 03-19 Características espeleológicas del Karst de Mallorca  
 Campana, cova de sa (Fragment) 1976 13: 03-19 Características espeleológicas del Karst de Mallorca
- Cap, avenc des 1987 13: 21-26 Apunts sobre els avencs del puig Major  
 Capelletes, avenc de ses 1970 10-11: 13-20 Algunes cavitats del massís des Tossals  
 Coma Estreta, forat de sa 1998 22: 43-50 Estudi geoespeleològic del puig de s'Alzinar i els seus voltants (Escorca, Mallorca)
- Cometa des Morts, cova de sa 1972 17-18: 51-56 Els aràcnids de la cova de sa Cometa des Morts (Escorca, Mallorca)  
 Coscoll, engolidor des 1980 7: 03-16 Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 1.- Les cavitats del puig d'en Galileu
- Cucs, avenc des 1973 7: 03-16 Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 1.- Les cavitats del puig d'en Galileu
- Diego, avenc den 1979 10-11: 13-20 Algunes cavitats del massís des Tossals
- Escorca, avenc d' (o de sa Font de s'Espinal) 1985 12: 03-11 S'era d'Escorca (Escorca, Mallorca) i algunes cavitats veïnes  
 Escorca, avenc d' (o de sa Vessa (Reproducció) 1986 20: 71-86 L'endocarst de Mallorca: Els mecanismes espeleogenètics  
 Escorca, avenc d' (o de sa Vessa) 1986 12: 03-11 S'era d'Escorca (Escorca, Mallorca) i algunes cavitats veïnes  
 Escorca, s'era d' 1985 12: 03-11 S'era d'Escorca (Escorca, Mallorca) i algunes cavitats veïnes  
 Esquerdapenyas, avenc de n' 1973 7: 03-16 Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 1.- Les cavitats del puig d'en Galileu
- Falgueres, avenc de ses 1974 8: 03-12 Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 2.- Les cavitats de la serra des Teix
- Femenia, avenc de 7: 27-35 Introducció a la bioflora dels avencs mallorquins.  
 Fita, avenc de sa 1982 9: 03-13 Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 3.- Les cavitats del puig de Massanella
- Font, avenc de sa 1982 9: 03-13 Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 3.- Les cavitats del puig de Massanella
- Fra Rafel, avenc de 7: 27-35 Introducció a la bioflora dels avencs mallorquins.  
 Fra Rafel, avenc de 1990 16: 11-15 L'avenc de Fra Rafel (Escorca, Mallorca)
- Gel, avenc des 1973 1: 25-26 Nota sobre la presència de hielo en una sima de Mallorca  
 Gel, avenc des 1981 8: 03-12 Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 2.- Les cavitats de la serra des Teix
- Gel, avenc des 1990 16: 5-10 Noves aportacions al coneixement espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca)
- Gel, forat des 1973 9: 03-13 Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 3.- Les cavitats del puig de Massanella
- Gerres, cova de ses 1982 9: 29-36 Consideracions sobre les formes epifreàtiques de la cova de ses Gerres (Escorca, Mallorca)
- Gorg Blau, avenc des 1974 2: 44-47 Relación actualizada de las cavidades más profundas de la isla de Mallorca  
 Gorg Blau, avenc des 1974 8: 03-12 Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 2.- Les cavitats de la serra des Teix
- Grells, forat des 1982 9: 03-13 Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 3.- Les cavitats del puig de Massanella
- Lloaxim, avenc d'en 1973 7: 03-16 Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 1.- Les cavitats del puig d'en Galileu
- Llorer, avenc des 1995 21: 51-62 Nuevas cavidades de la zona de Mortix - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
- Mamuts, avenc des 1986 13: 21-26 Apunts sobre els avencs del puig Major  
 Massanella, avenc de 1982 9: 03-13 Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 3.- Les cavitats del puig de Massanella
- Meu, avenc 1986 13: 21-26 Apunts sobre els avencs del puig Major  
 Mitja Torrada, avenc de sa 1982 9: 03-13 Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca).  
 3.- Les cavitats del puig de Massanella
- Mitjanía, avenc de sa 1990 16: 17-20 El modelat càrstic de sa Mitjanía (Escorca, Mallorca)

Mola, avenc de sa	1973	7: 03-16	Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 1.- Les cavitats del puig d'en Galileu
Mola, esquerdà I de sa	1973	7: 03-16	Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 1.- Les cavitats del puig d'en Galileu
Mola, esquerdà II de sa	1973	7: 03-16	Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 1.- Les cavitats del puig d'en Galileu
Mola, esquerdà III de sa	1973	7: 03-16	Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 1.- Les cavitats del puig d'en Galileu
Mola, forat de sa	Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 1.- Les cavitats del puig d'en Galileu		
Moros, cova des	1994	20: 171-190	Arqueologia de les caveres de Mallorca
Moscards, avenc des	1974	8: 03-12	Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 2.- Les cavitats de la serra des Teix
Obsidiana, avenc de l'	1994	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
Pauet, avenc d'en	1982	9: 03-13	Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 3.- Les cavitats del puig de Massanella
Pes, avenc des	1974	7: 03-16	Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 1.- Les cavitats del puig d'en Galileu
Pinotell, avenc des	1973	10-11: 13-20	Algunes cavitats del massís des Tossals
Por, avenc de sa	1973	10-11: 13-20	Algunes cavitats del massís des Tossals
Portuguesos, avenc des	1993	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
Roca Saltadora, cova de sa	1997	22: 43-50	Estudi geoespeleològic del puig de s'Alzinar i els seus voltants (Escorca, Mallorca)
Rovell, coveta des	1991	17-18: 73-80	Troballes d'època islàmica al puig Caragoler de Femenia, la coveta des Rovell (Escorca, Mallorca)
Serra des Teix, avenc de sa	1981	8: 03-12	Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 2.- Les cavitats de la serra des Teix
Talp, avenc des	1995	22: 43-50	Estudi geoespeleològic del puig de s'Alzinar i els seus voltants (Escorca) (Mallorca)
Teixos, clot des	1987	13: 21-26	Apunts sobre els avencs del puig Major
Tossals, avenc de	1973	7: 27-35	Introducció a la bioflora dels avencs mallorquins.
Tossals, avenc des	1973	10-11: 13-20	Algunes cavitats del massís des Tossals
Travessa, avenc de sa	1982	9: 03-13	Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 3.- Les cavitats del puig de Massanella
Trobada, avenc de sa	1982	9: 03-13	Estudi Geo-Espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 3.- Les cavitats del puig de Massanella
<b>ESTELLENCES</b>			
Pinotells, avenc des	1987	22: 37-42	Les cavitats de la serra des Pinotells (Calvià - Estellencs, Mallorca)
<b>ESTRANGER</b>			
Agua de Din			
(Oviedo, República Dominicana)	1996	21: 63-74	Una campanya en la República Dominicana. Resultados preliminares.
Bir yussuf ( El Caire, Egipte)		7: 63-67	Aportació a l'estudi de na Patarrà
Buscán Sampié, cueva de			
(Oviedo, República Dominicana)	1996	21: 63-74	Una campanya en la República Dominicana. Resultados preliminares.
Casimbón, sima de			
(Gibara, Cuba)		23: 131-138	Características espeleológicas del Karst de la región de Gibara (Cuba).
Colón, cueva de			
(Oviedo, República Dominicana)	1996	21: 63-74	Una campanya en la República Dominicana. Resultados preliminares.
Felipe, cueva de			
(Oviedo, República Dominicana)	1996	21: 63-74	Una campanya en la República Dominicana. Resultados preliminares.
Hazor (Israel)		7: 63-67	Aportació a l'estudi de na Patarrà
Higuera, cueva de la			
(Oviedo, República Dominicana)	1996	21: 63-74	Una campanya en la República Dominicana. Resultados preliminares.
Meggido (Líbia)		7: 63-67	Aportació a l'estudi de na Patarrà
Mondesí, cueva de			
(Oviedo, República Dominicana)	1996	21: 63-74	Una campanya en la República Dominicana. Resultados preliminares.
Papayo, cueva del			
(Oviedo, República Dominicana)	1996	21: 63-74	Una campanya en la República Dominicana. Resultados preliminares.
Portales, sima de los			
(Gibara, Cuba)	1994	23: 139-144	Formaciones fungiformes del medio vadoso en la Sima de los Portales (Cuba)
Porvenir, cuevas del			
(Oviedo, República Dominicana)	1996	21: 63-74	Una campanya en la República Dominicana. Resultados preliminares.
Rafael, cueva de (Los Haitises, República Dominicana)	1996	21: 63-74	Una campanya en la República Dominicana. Resultados preliminares.
Tanque Azul, caverna de			
(Gibara, Cuba)	1999	23: 131-138	Características espeleológicas del Karst de la región de Gibara (Cuba).
Tanque Azul, caverna de			
(Gibara, Cuba)	1999	23: 145-154	Die Caverna Tanque Azul

Trujín, poza de (Oviedo, República Dominicana)	1996	21: 63-74	Una campanya en la República Dominicana. Resultados preliminares.
Trujín, pozo de (Oviedo, República Dominicana)	1996	21: 63-74	Una campanya en la República Dominicana. Resultados preliminares.
Yucatán, cenotes de (Mèxic) (Esquemes de Cenotes)	1989	19: 29-36	Els Cenotes del Yucatán (Mèxic)
<b>FELANITX</b>			
Aire, sa Cambreta d'	1995	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Amagat, cova de s'	1994	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Ases, cova dets	1972	13: 03-19	Características espeleològiques del Karst de Mallorca
Ases, cova dets	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Barraques, cova de ses	1997	22: 05-18	La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre Cala sa Nau i Cala Mitjana (Felanitx, Mallorca)
Betlem de Felanitx, es	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Boixa, cova de na	1955	19: 55-70	El conocimiento espeleo-topogràfic de las cavidades baleares (1.862-1.992)
Bufador, cova des	1995	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Bufador, es - cova de ses Païsses A	1994	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Cala Mitjana, cova de	1997	22: 05-18	La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca)
Cala sa Nau, cova submarina de	1997	22: 05-18	La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca)
Carrer de sa Punta, cova des	1994	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Coll, cova des	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Comellar des Gatells, coves des	1995	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Comtès, cova d'en	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Cranc Pelut, cova des	1994	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Dimoni, cova del (o de sa Pedrera)	1994	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Escorballs, cova dets	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Figueres, cova de ses	1994	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Gànguil, cova des	1994	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Garriguer, cova des	1994	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Gran, cova	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Molls Reials, cova des	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Païsses B, cova de ses	1994	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Pardal de Moro, cova des	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Passol, cova d'en	1998	22: 05-18	La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca)
Penyal Roig, cova des - Penyal Roig, bufador des	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Pop, coves des	1995	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Porta del Cel, sa	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Roja, sa coveta	1994	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Seu, coves de la	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Sínia, cova de sa	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Tenassa, coveta de sa	1996	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
Tres Boques, cova de ses	1995	21: 05-36	Les coves de la zona de ses Partions - Portocolom (Felanitx, Mallorca)
<b>FERRERIES</b>			
Algendar, avenc d'	1974	5-6: 19-28	Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca
Algendar, avenc d'	1987	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
Cala Mitjana, cova de	1986	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
Conductes 1 i 2	1974	3: 27-39	Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca)
Coves, ses	1974	3: 27-39	Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca)
Curt, cova d'en	1974	5-6: 19-28	Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca
Curt, cova d'en	1988	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
Pleta Fonda, cova de sa	1976	3: 27-39	Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca)
Punta des Barco, cova de sa	1974	3: 27-39	Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca)
Rata, cova de sa	1974	3: 27-39	Les formes hipogees del barranc d'Algendar (Menorca)
Revolt, cova des	1986	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
<b>FORMENTERA</b>			
Can Ferrando, cova de	1985	12: 25-29	Contribució al catàleg espeleològic de Formentera
Darrera, cova	1974	2: 15-33	Noves aportacions al coneixement de les coves de sa Mola (Formentera) i de la seva importància arqueològica
Far de Barbaria, cova 1 des	1985	12: 25-29	Contribució al catàleg espeleològic de Formentera
Far de Barbaria, cova 2 des	1985	12: 25-29	Contribució al catàleg espeleològic de Formentera
Far de Barbaria, cova 3 des	1985	12: 25-29	Contribució al catàleg espeleològic de Formentera
Foradada, cova	1985	12: 25-29	Contribució al catàleg espeleològic de Formentera
Forçats, cova des	1974	2: 15-33	Noves aportacions al coneixement de les coves de sa Mola (Formentera) i de la seva importància arqueològica
Fresca, cova de sa	1974	2: 15-33	Noves aportacions al coneixement de les coves de sa Mola (Formentera) i de la seva importància arqueològica

Mamelles, cova de ses	1974	2: 15-33	Noves aportacions al coneixement de les coves de sa Mola (Formentera) i de la seva importància arqueològica
Pedrera, coves 1, 2, 3, 4, 5 i 6 de sa	1982	9: 15-27	Noves dades sobre les cavernes pitüses
Petita, cova	1974	2: 15-33	Noves aportacions al coneixement de les coves de sa Mola (Formentera) i de la seva importància arqueològica
Quatre Boques, ses	1974	2: 15-33	Noves aportacions al coneixement de les coves de sa Mola (Formentera) i de la seva importància arqueològica
Riuets, cova des	1974	2: 15-33	Noves aportacions al coneixement de les coves de sa Mola (Formentera) i de la seva importància arqueològica
<b>FORNALUTX</b>			
Arrel, avenc de s'	1995	22: 43-50	Estudi geoespeleològic del puig de s'Alzinar i els seus voltants (Escorca, Mallorca)
Cau, avenc des	1996	22: 43-50	Estudi geoespeleològic del puig de s'Alzinar i els seus voltants (Escorca, Mallorca)
Cero, avenc des	1995	22: 43-50	Estudi geoespeleològic del puig de s'Alzinar i els seus voltants (Escorca, Mallorca)
Dues Boques, avenc de ses	1996	22: 43-50	Estudi geoespeleològic del puig de s'Alzinar i els seus voltants (Escorca, Mallorca)
Dues Cuculles, avenc de ses	1995	22: 43-50	Estudi geoespeleològic del puig de s'Alzinar i els seus voltants (Escorca, Mallorca)
Silveri, avenc d'en	1996	22: 43-50	Estudi geoespeleològic del puig de s'Alzinar i els seus voltants (Escorca, Mallorca)
<b>LLUCMAJOR</b>			
Pas de Vallgornera, cova des	1992	19: 17-23	La cova des Pas de Vallgornera
Pas de Vallgornera, cova des (Topografia parcial)	1992	19: 17-23	La cova des Pas de Vallgornera
Pas de Vallgornera, cova des	2000	23: 7-21	Nuevas extensiones de la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca)
<b>MANACOR</b>			
Amagatalls, cova dels (Topografia parcial)	1981	20: 171-190	Arqueologia de les cavernes de Mallorca
Amagatalls, cova dels (Topografia parcial)	1981	8: 59-74	Notícia preliminar del jaciment islàmic de la cova dets Amagatalls
Amagatalls, cova dets	1981	8: 59-74	Notícia preliminar del jaciment islàmic de la cova dets Amagatalls
Balmes Pelades, ses	1977	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Cala Falcó, cova de	1977	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Cala Varques "A", cova de	1977	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Cala Varques "ACD", cova de	2000	23: 41-57	Les coves de Cala Varques (Manacor, Mallorca)
Cala Varques "B", cova de	1970	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Cala Varques "B", cova de	2000	23: 41-57	Les coves de Cala Varques (Manacor, Mallorca)
Cala Varques "C", cova de	1972	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Camp des Pou, avenc des	1976	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Coloms 1, cova des	1990	17-18: 21-23	Noves dades sobre la cova des Coloms 1 (Manacor, Mallorca)
Coloms 1, cova des	1977	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Coloms 2, cova des	1977	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Diners, cova des	1972	5-6: 75-80	Nota prèvia a l'estudi de les ceràmiques de la cova des Diners
Drac, coves del (Reproducció)	1926	17-18: 05-20	Las coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos
Drac, coves del (Plànol antic)	1896	17-18: 05-20	Las coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos
Drac, coves del (Plànol antic)	1880	17-18: 05-20	Las coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos
Drac, coves del (Plànol esquematitzat)	1991	17-18: 05-20	Las coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos
Drac, coves del (Reproducció)	1991	20: 191-203	Les coves turístiques de Mallorca
Gleda, cova de sa	1974	14-15: 53-59	La cova de sa Gleda (Manacor, Mallorca), aspectes geològics i biològics.
Hams, coves dels (Reproducció)	1926	20: 191-203	Les coves turístiques de Mallorca
Hams, coves dets (Topografia antiga)	1911	19: 55-70	El conocimiento espeleo-topográfico de las cavidades baleares (1.862-1.992)
Llimacs, cova des	1970	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Moro, cova des	1977	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Moro, cova des	1999	23: 73-77	La cova des Moro (Manacor, Mallorca). Alguns destacats aspectes de la seva morfologia.
Piqueta, cova de sa	1977	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Pirata, cova des (Repr. del plànol esquemàtic de E.A. Martel)	1901	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Pirata, coves del	1971	3: 41-45	Ses coves del Pirata
Pont, cova des	1977	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Pont, cova des (Repr. del plànol esquemàtic de E.A. Martel)	1901	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques

Pont, cova des (Reproducció)	1977	20: 71-86	L'endocarst de Mallorca: Els mecanismes espeleogenètics
Pont, cova marina des	1972	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
Xots, cova des	1977	4: 21-42	Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques
<b>MAÓ</b>			
Binimaimut, pou de (Sant Climent)	1984	10-11: 3-12	Les campanyes espeleològiques del 84 a Menorca
Canutells, avenc des	1986	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
<b>MERCADAL, ES</b>			
Aglà, avenc de s'	1988	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
Vall, font de sa	1976	5-6: 19-28	Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca
<b>MIGJORN GRAN, ES</b>			
Bassera, cova	1986	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
Coloms, cova des	1976	5-6: 19-28	Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca
Fosca, cova	1987	14-15: 05-16	Algunes noves cavitats de l'illa de Menorca
Polida, cova de na	1973	5-6: 19-28	Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca
Santuari, cova des	1973	5-6: 19-28	Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca
Xalar, cova des	1976	5-6: 19-28	Noves aportacions al coneixement de les coves de Menorca
<b>PENÍNSULA IBÈRICA</b>			
1, cueva nº (Ordiales)	1975	3: 71-76	Campaña espeleològica en Picos de Europa
2, sima nº (Ordiales)	1975	3: 71-76	Campaña espeleològica en Picos de Europa
3, sima nº (Ordiales)	1975	3: 71-76	Campaña espeleològica en Picos de Europa
4, sima nº (Ordiales)	1975	3: 71-76	Campaña espeleològica en Picos de Europa
5, sima nº (Ordiales)	1975	3: 71-76	Campaña espeleològica en Picos de Europa
6, sima nº (Ordiales)	1975	3: 71-76	Campaña espeleològica en Picos de Europa
7, sima nº (Ordiales)	1975	3: 71-76	Campaña espeleològica en Picos de Europa
8, sima nº (Ordiales)	1975	3: 71-76	Campaña espeleològica en Picos de Europa
9, sima nº (Ordiales)	1975	3: 71-76	Campaña espeleològica en Picos de Europa
10, sima nº (Ordiales)	1975	3: 71-76	Campaña espeleològica en Picos de Europa
Argayón I, torca (Peñamellera Baja, Asturias)	1997	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)
Argayón II, torca (Peñamellera Baja, Asturias)	1997	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)
Argayón III, torca (Peñamellera Baja, Asturias)	1997	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)
Argayón, mina (Peñamellera Baja, Asturias)	1997	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)
Bellaescusa, torca (Peñamellera Baja, Asturias)	1996	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)
Cojuria, cueva (Peñamellera Baja, Asturias)	1999	23: 111-121	Expedición Vigueras 98 y 99 (Picos de Europa, Asturias)
Collada Perujal, cueva (Peñamellera Baja, Asturias)	1997	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)
Collada Perujal, torca (Peñamellera Baja, Asturias)	1997	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)
Collau, torca del (Peñamellera Baja, Asturias)	1996	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)
Cotero Salvadora, torca (Peñamellera Baja, Asturias)	1999	23: 111-121	Expedición Vigueras 98 y 99 (Picos de Europa, Asturias)
Cueto-Coventosa, sistema (Santander) (Parcial)	1979	8: 13-19	Algunas observaciones mineralògiques y morfològiques sobre el sistema Cueto-Coventosa (Santander)
CV-1 (Escuain, Huesca)	1985	12: 35-40	Algunos resultados de la campañas de 1.984 y 1.985 en Escuain (Huesca)
Desamparados, torca de los (Peñamellera Baja, Asturias)	1997	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)
Ermita de San Cipriano, torca de la (Peñamellera Baja, Asturias)	1999	23: 111-121	Expedición Vigueras 98 y 99 (Picos de Europa, Asturias)
Fierros, cueva de los (Peñamellera Baja, Asturias)	1999	23: 111-121	Expedición Vigueras 98 y 99 (Picos de Europa, Asturias)
G.E.S.M., sima Joyu Ruiz, torcajo (Peñamellera Baja, Asturias)	1977	5-6: 81-88	La representació de cavitats en perspectiva axonomètica-trimètrica
Lombriz, torca la (Peñamellera Baja, Asturias)	1996	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)
Mina, cueva de la (Peñamellera Baja, Asturias)	1996	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)
Murios, torca de los (Peñamellera Baja, Asturias)	1999	23: 111-121	Expedición Vigueras 98 y 99 (Picos de Europa, Asturias)
Nido, torca del (Peñamellera Baja, Asturias)	1997	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleològiques en Picos de Europa (Asturias)

Olaño, covajo de (Peñamellera Baja, Asturias)	1999	23: 111-121	Expedición Vigueras 98 y 99 (Picos de Europa, Asturias)
Ortiga, torca la (Peñamellera Baja, Asturias)	1996	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleológicas en Picos de Europa (Asturias)
Pozu Bermejo, torca (Peñamellera Baja, Asturias)	1997	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleológicas en Picos de Europa (Asturias)
Sapo, torca del (Peñamellera Baja, Asturias)	1996	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleológicas en Picos de Europa (Asturias)
Sojones, torca (Peñamellera Baja, Asturias)	1999	23: 111-121	Expedición Vigueras 98 y 99 (Picos de Europa, Asturias)
Sojoyu, cueva (Peñamellera Baja, Asturias)	1997	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleológicas en Picos de Europa (Asturias)
Sugores, cueva (Peñamellera Baja, Asturias)	1999	23: 111-121	Expedición Vigueras 98 y 99 (Picos de Europa, Asturias)
Tucialeu, torca (Peñamellera Baja, Asturias)	1996	22: 67-79	Resultados de dos campañas espeleológicas en Picos de Europa (Asturias)
Victoria, cueva (Murcia) (Croquis parcial)		8: 47-57	"Cueva Victoria" (Murcia, España): Lugar de ocupación humana más antiguo de la Península Ibérica
<b>PETRA</b>			
Tocahores, cova d'en	1972	13: 03-19	Características espeleológicas del Karst de Mallorca
<b>POLLENÇA</b>			
4, avenc núm.	1980	7: 17-21	Las simas del Pla de les Basses
Algaret, font de l'	1972	13: 03-19	Características espeleológicas del Karst de Mallorca
Àmfora, avenc de l'	1980	7: 17-21	Las simas del Pla de les Basses
Arc, avenc de l'	1995	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
Banyes d'en Miquel, avenc de les	1995	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
Ceràmica II, cova de la	1990	16: 53-57	El jaciment pre-talaiòtic de la cova de la Ceràmica II
Engolidor, l'	1995	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
Estreta, cova	1996	21: 83-92	El jaciment fòssilífer de la cova Estreta (Pollença)
Finestra, avenc de la	1996	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
Fonda, avenc	1972	5-6: 39-42	L'avenc Fonda (Pollença, Mallorca)
Mil Postures, avenc de les	1995	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
Niu, avenc del	1995	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
No, avenc	1996	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
Patrona, avenc d'en	1993	19: 05-08	L'avenc d'en Patrona (Pollença, Mallorca)
Pi del Pla de les Basses, avenc del	1980	7: 17-21	Las simas del Pla de les Basses
Pontet, avenc del	1994	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
Pucer, avenc	1994	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
Punta, avenc de la	1994	20: 171-190	Arqueologia de les cavernes de Mallorca
Rodes, cova de les (Reproducció, veure)	1971	20: 71-86	L'endocarst de Mallorca: Els mecanismes espeleogenètics
Rodes, cova de les (Esquema)	1971	13: 27-38	Observaciones sobre la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera de la cova de les Rodes (Pollença, Mallorca)
Serp, avenc de la	1994	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
Silos, avenc	1980	7: 17-21	Las simas del Pla de les Basses
Son Grua, avenc de	1971	13: 03-19	Características espeleológicas del Karst de Mallorca
Vent, avenc del	1996	21: 51-62	Nuevas cavidades de la zona de Mortitx - puig d'en Massot (Escorca - Pollença), Mallorca
<b>SANT ANTONI</b>			
Jaume Orat, cova d'en	1983	10-11: 21-25	La cova d'en Jaume Orat (Parròquia d'Albarca, Sant Antoni, Eivissa)
Jaume Orat, cova d'en	1983	19: 49-54	La fauna fòssil de la cova d'en Jaume Orat (Parròquia d'Albarca, Sant Antoni de Portmany, Eivissa)
Librells, cova des	1982	9: 15-27	Noves dades sobre les cavernes pitiüses
<b>SANT LLORENÇ DES CARDESSAR</b>			
Fum, cova des (Planta)		8: 21-24	Nota preliminar a l'estudi de la distribució del gènere <i>Typhlocirolana</i> Racovitza (Crustacea, Isopoda). Primera cita a Menorca
Talaies, cova de ses	1981	20: 171-190	Arqueologia de les cavernes de Mallorca
<b>SANT LLUÍS</b>			

Figueres, cova de ses	1981	8: 21-24	Nota preliminar a l'estudi de la distribució del gènere <i>Typhlocirolana</i> Racovitza (Crustacea, Isopoda). Primera cita a Menorca
Pont, cova des	1984	10-11: 3-12	Les campanyes espeleològiques del 84 a Menorca
<b>SANTA EULÀRIA</b>			
Ca na Reia, coves de (Parcial)	1982	9: 15-27	Noves dades sobre les cavernes pitiüses
Xives, cova	1977	4: 49-52	Cova Xives: Troballes prehistòriques a Eivissa
<b>SANTANYÍ</b>			
Drac de Cala Santanyí, cova des	1998	22: 55-66	La cova des Drac de Cala Santanyí (Santanyí, Mallorca)
Drac de Cala Santanyí, cova des (Reproducció)	1969	22: 55-66	La cova des Drac de Cala Santanyí (Santanyí, Mallorca)
Drac de Cala Santanyí, cova des (Reproducció. Croquis parcial)	1968	22: 55-66	La cova des Drac de Cala Santanyí (Santanyí, Mallorca)
Riu, cova des	1997	22: 55-66	La cova des Drac de Cala Santanyí (Santanyí, Mallorca)
<b>SELVA</b>			
Mal Pas, avenc des	1973	13: 03-19	Características espeleológicas del Karst de Mallorca
<b>SENCELLES</b>			
Son Ganyada, cova de	1977	4: 53-56	Troballa arqueològica a Sencelles
<b>SÓLLER</b>			
Coa de Ca sa Santa, cova de sa	1999	23: 79-81	La cova de sa Coa de Ca sa Santa (Sóller, Mallorca)
Estudiants, cova dets	1974	2: 35-37	Notícia de la cova dets Estudiants (Sóller)
Estudiants, cova dets (Croquis dels sifons terminals)	1987	14-15: 123-125	Noticiari
Negret, cova des	1971	20: 171-190	Arqueologia de les cavernes de Mallorca
Patró Lau, font des	1998	22: 51-54	La font des Patró Lau (Sóller, Mallorca)
Verger, font des	1973	1: 21-24	Algunas observaciones sobre sa Font des Verger y su funcionamiento hidrológico
<b>VALLDEMOSSA</b>			
Son Matge, balma de (Reproducció)		20: 171-190	Arqueologia de les cavernes de Mallorca



