



Papers de la Societat Espeleològica Balear

6
2023



ISSN-e 2605-3144

ISSN 2697-1194

Papers de la Societat Espeleològica Balear

Volum 6 (2023)

Papers de la Societat Espeleològica Balear és una publicació de caràcter anual, editada per la:

Societat Espeleològica Balear
C/ Margarida Xirgu, 16
07011 Palma (Mallorca)
email: socespbal@gmail.com

Els articles dels distints números de la publicació i les instruccions per als autors, es troben accessibles a la següent adreça electrònica:

<http://socespbal.blogspot.com/>

Els treballs per a la seva publicació han de ser enviats a la següent adreça:

publicacions.seb@gmail.com

ISSN-e: 2605-3144

ISSN: 2697-1194

DL: PM 1055-2020

Junta Directiva de la ***Societat Espeleològica Balear***

President: Francesc Gràcia Lladó
Vicepresident: Antoni Rafel Valero Flores
Secretari: Vicenç Pla Martínez
Tresorer: Damià Vicens Xamena
Vocal: Juan José Enseñat Pons

Junta de Publicacions dels ***Papers de la Societat Espeleològica Balear***

Joaquín Ginés
Joan J. Fornós
Angel Ginés
Lluís Gómez-Pujol
Juan José Enseñat

Foto de la coberta: Espectacular gour que ocupa una de les grans galeries del *Sector Tragus*, a la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca).

Extreta del llibre “*La natura amagada. La Cova des Pas de Vallgornera*” d’Antoni Merino, editat a Palma el novembre de 2023 (Foto: Antoni Merino).

Foto de la contraportada: Aspecte d’un dels discs de grans dimensions existents a la zona coneguda com l’*Infern*, de les Coves d’Artà (Capdepera, Mallorca).

(Foto: Miquel À. Gual).

Papers de la Societat Espeleològica Balear

Volum 6 (2023)

Sumari

La campanya de Robert de Joly a Mallorca l'any 1929. Una valoració des dels punts de vista espeleològic i geològic <i>per Joaquín Ginés i Angel Ginés</i>	1
L'avenc de sa Casilla (El Pilar de la Mola, Formentera) <i>per Francesc Gràcia, Juan J. Enseñat, Gabriel Santandreu, Carlos V. Lago, Sergi Ramiro, Enric Torres, Damià Vicens i Joan J. Fornós</i>	19
Descripció i anàlisi de la morfometria dels discs: l'espeleotema paradigmàtic de les Coves d'Artà (Capdepera, Mallorca) <i>per Juan J. Enseñat, Gabriel Santandreu i Joan J. Fornós</i>	33
L'avenc des Mitjà (Felanitx, Mallorca) <i>per Gabriel Santandreu, Juan J. Enseñat, Joaquín Ginés, Bernat Gaviño i Vicenç Pla</i>	57
Novetat editorial: "La natura amagada. La Cova des Pas de Vallgornera". Autor: Antoni Merino <i>per la Junta de Publicacions, Societat Espeleològica Balear</i>	67



Aquest article es distribueix sota els termes de la llicència CC-BY-NC-ND 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

La campanya de Robert de Joly a Mallorca l'any 1929. Una valoració des dels punts de vista espeleològic i geològic

Joaquín GINÉS ^{1,2} i Angel GINÉS ^{1,2}

¹ Societat Espeleològica Balear. Palma, Mallorca. Email: jginesgracia@yahoo.es

² Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma, Mallorca.

Abstract

The French speleologist Robert de Joly carried out a campaign on the island of Mallorca at the beginning of 1929, in which he applied the numerous technical innovations that gave him some international fame in the field of cave exploration. Several comrades were involved in this speleological campaign, including the geologist Georges Denizot and the archaeologist Henri Bauquier. During the almost two weeks that their activities lasted, they explored some interesting caves including Cova Figuera (Manacor), Cova Nova de Son Lluís (Porreres), Avenc d'en Corbera (Esporles), as well as Cova de les Rodes (Pollença) that hosts a small underground stream unknown until then. Some important chasms were also descended, such as Avenc d'en Trau (Andratx), Avenc de sa Marineta (Deià), or Avenc de Son Mas (Valldemossa) which became the deepest pot-hole in Mallorca at that time, with its depth reaching -83 m. This campaign did not provide any topographic survey of the visited cavities, limiting itself only to their written description. From the geological and morphogenetic perspectives, the contributions were quite modest and some of them not very accurate; however, interesting observations related to well-known caves such as Coves del Drac (Manacor) were supplied, including an explicit refutation of its marine genesis postulated by Édouard-Alfred Martel at the end of the 19th century.

Resumen

El espeleólogo francés Robert de Joly desarrolló una campaña en la isla de Mallorca a comienzos del año 1929, en la cual aplicó las numerosas innovaciones técnicas que le dieron cierta fama internacional en el campo de la exploración de las cavernas. Dicha campaña contó con la participación de varios compañeros suyos, entre los que se contaban el geólogo Georges Denizot y el arqueólogo Henri Bauquier. Durante las casi dos semanas que duraron sus actividades, exploraron diversas cuevas entre las que se cuentan la Cova Figuera (Manacor), la Cova Nova de Son Lluís (Porreres), el Avenc d'en Corbera (Esporles), así como la Cova de les Rodes (Pollença) recorrida por un pequeño río subterráneo e inédita hasta entonces. También descendieron algunas simas importantes, como son el Avenc d'en Trau (Andratx), el Avenc de sa Marineta (Deià), y el Avenc de Son Mas (Valldemossa) que con sus -83 m de desnivel pasó a ser la cavidad más profunda de Mallorca, en aquellos momentos. Esta campaña no aportó ninguna topografía de las cavidades visitadas, limitándose tan sólo a su descripción escrita. Desde las perspectivas geológica y morfogenética, las aportaciones fueron bastante modestas y algunas de ellas no demasiado acertadas; no obstante, se publicaron varias observaciones interesantes relativas a cuevas bien conocidas como es el caso especialmente de las Coves del Drac (Manacor), en las que se rebate su génesis marina propuesta por Édouard-Alfred Martel a finales del siglo XIX.

Ginés, J. i Ginés, A. (2023): La campanya de Robert de Joly a Mallorca l'any 1929. Una valoració des dels punts de vista espeleològic i geològic. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 6: 1-18. ISSN-e 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear. **Rebut:** 3 abril 2023; **Revisat:** 25 maig 2023; **Acceptat:** 30 maig 2023. **Publicat online:** 23 juny 2023.

Preàmbul

Les activitats espeleològiques a Mallorca durant el primer terç del segle passat eren ben poc dinàmiques, i es realitzaven en aquells moments escasses exploracions destacables de noves cavitats. Aquesta situació enllaçava amb el migrat coneixement espeleològic del segle XIX, que estava constituït per les descripcions d'unes poques coves que es podrien qualificar de clàssiques (BOVER, 1836, 1839, 1842, 1844; CABRER, 1840; CONRADO, 1860; GAY & CHAMPSAUR, 1885; VUILLIER, 1889), entre les quals sobresurten les Coves del Drac, a Manacor, i les Coves d'Artà (o de l'Ermita), a Capdepera; així mateix, és aleshores quan es publiquen les primeres topografies d'aquestes dues notables cavitats, que amb el temps assoliran renom internacional (WILL, 1880; PEÑA, 1882).

Les campanyes posteriors d'Édouard-Alfred Martel, realitzades a finals d'aquell segle i començaments del XX (MARTEL, 1897, 1903), suposaren una fita exploratòria important, la qual inauguraria una època en què l'espeleologia francesa –que estava naixent aleshores com a disciplina científica– aportaria resultats i plantejaments innovadors pel que fa a la coneixença de les cavitats mallorquines.

Dins d'aquesta fase cronològica, fortament relacionada amb l'espeleologia francesa, cal esmentar els treballs de MAHEU (1912) que incorporà les Coves dels Hams al ventall de coves clàssiques de l'illa. Així, enllaçant de ple amb aquesta etapa francòfona, se situa l'expedició que realitzà el 1929 l'explorador Robert de Joly, qui pretenia continuar les activitats iniciades algunes dècades abans per Martel al temps que abordaria algunes de les incògnites que aquest autor havia deixat plantejades. Un resum a bastament detallat dels resultats d'aquesta campanya fou publicat alguns anys més tard per DARDER (1946).

Val a dir que a la dècada dels anys 20 del segle passat, quan Joly desenvolupà la seva expedició espeleològica a Mallorca, s'havien produït aportacions rellevants sobre aquestes matèries publicades bàsicament per investigadors procedents de Catalunya i centrades en les cavitats clàssiques de l'illa (RODÉS, 1925; FAURA Y SANS, 1926), entre les quals despuntaven llavors les coves de la regió de Manacor i en particular les Coves del Drac. Malgrat les importants publicacions esmentades, l'exploració i descripció de cavitats inèdites era inexistent, o com a mínim no es veia reflectida en forma d'aportacions escrites. Per aquests motius, les activitats realitzades per l'espeleòleg francès Robert de Joly suposaren una fita destacable en l'exploració de noves cavitats de rellevància, entre les que es comptaven alguns avencs relativament profunds (JOLY, 1929a, 1929b). Aquesta campanya espeleològica inaugurarà, en certa manera a l'illa, una etapa de nombroses exploracions de coves i avencs inèdits fins aleshores, que assolirà el seu màxim a partir de la segona meitat del segle XX, tot coincidint amb uns moments àlgids de l'espeleologia catalana i la posterior eclosió dels grups espeleològics mallorquins (GINÉS et al., 2021).

En les pàgines següents es passarà revista al desenvolupament i resultats d'aquesta expedició, contextualitzant les informacions escrites per Joly en referència al coneixement actual de les coves de l'illa, i valorant les aportacions que efectuà en el camp de la geoespeleologia illenca.

El personatge

Robert de Joly –París, 1887 - Montpellier, 1968– fou un destacat espeleòleg francès (Figura 1) que en certa mesura podria ser considerat deixeble i continuador de l'obra d'Édouard-Alfred Martel (LAURENT, 1988; SCHUT, 2007), qui sens dubte és actualment reconegut com un dels pioners de l'espeleologia moderna europea. Encara que la formació acadèmica de Joly era d'enginyer electricista s'interessà per temes com l'automoció i l'aeronàutica, així com també per les ciències naturals i la geologia, en particular, de la mà de Georges Denizot tot coincidint amb les tasques professionals que desenvolupava a la ciutat de Marsella. Com a capità mecànic en la reserva, participà activament en les dues guerres mundials; fou guardonat en vida amb la distinció d'*Officier de la Légion d'Honneur*.

Al llarg de la seva vida, Joly emprengué nombroses campanyes espeleològiques a França (JOLY, 1968) on va explorar més d'un mil·lenar de cavitats, amb descobertes destacables com és el cas de l'Aven d'Orgnac (explorat el 1935) que esdevindrà una de les més famoses coves turístiques del país. L'any 1938 prosseguí així mateix les exploracions del Gouffre de Padirac, progressant més enllà del límit assolit per Martel. La seva formació acadèmica i professional accentuà la seva preocupació per la seguretat en les exploracions dels avencs, i pel planejament metòdic i

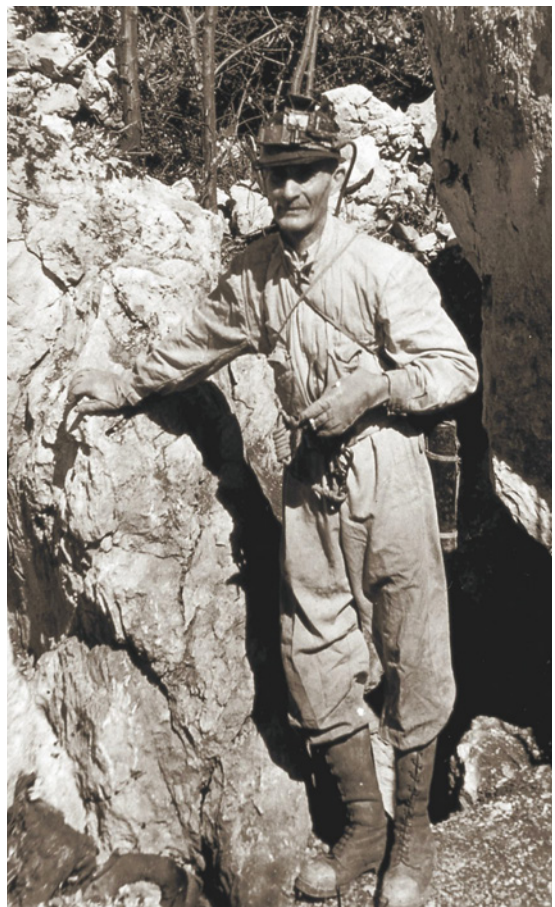


Figura 1: Robert de Joly en la dècada dels 1930, durant les exploracions de l'Aven d'Orgnac (Ardèche, França).
Figure 1: Robert de Joly in the decade of the 1930s during the exploration of the Aven d'Orgnac (Ardèche, France).



Figura 2: Entre les innovacions introduïdes per Robert de Joly en el material per a la pràctica espeleològica destaquen les escales lleugeres de cable d'acer, que apareixen enrodillades a la dreta de la fotografia (Font: JOLY, 1968).

Figure 2: Among the innovations introduced by Robert de Joly in the equipment for caving practice, the light steel-cable ladders stand out; some of them appear rolled up on the right of the photograph (Source: JOLY, 1968).

molt rigorós –gairebé dictatorial– de les expedicions que organitzava (LAURENT, 1988). En aquest sentit, és necessari ressaltar que va idear i introduir a França nombroses innovacions tècniques en el camp del material espeleològic, com són: la generalització de l'ús de la il·luminació d'acetilè en el casc, les cordes imputrescibles, les embarcacions pneumàtiques, o les comunicacions telefòniques als avencs (JOLY, 1937, 1947). No obstant això, sens dubte la seva aportació més coneguda és la introducció de les escales lleugeres de cable d'acer i esglaons d'aliatges d'alumini (“élektron”), que han persistit fins a l'actualitat (Figura 2).

Les seves exploracions comptaren amb la participació d'alguns companys habituals i incondicionals entre els que sovintejaven l'esmentat Georges Denizot, Jean de Gasparin, o personatges que esdevindran amb el temps espeleòlegs de renom com Guy de Lavour i Bernard Gèze.

Des del punt de vista organitzatiu, el 1930 creà l'*Spéléo-Club de France*, que de fet era la continuació de la *Société de Spéléologie* de Martel. Més endavant, el 1936, es constitueix la *Société Spéléologique de France* (SSF), de la qual Joly serà president-fundador i Martel

serà designat president honorífic. Pel que fa a les publicacions, cal atribuir al nostre protagonista el mèrit de ressuscitar la revista *Spelunca*, amb la publicació de 10 números entre 1930 i 1943.

Malgrat considerar-se i assumir el rol de continuador de l'obra de Martel, el tarannà fort i poc mal·leable de Robert de Joly va fer que les relacions entre ambdós personatges s'anessin degradant amb el temps (LAURENT, 1988). Quant a les seves contribucions en els camps de la geologia i les ciències naturals en general, aquestes són més aviat modestes atès el caràcter autodidacta del nostre personatge pel que fa a aquestes matèries. No obstant això, el seu paper transcendental en la consolidació de l'espeleologia roman inqüestionable, sobretot pel que fa a les innovacions tecnològiques que va propiciar.

La campanya del 1929 a Mallorca

Aquesta campanya es desenvolupà entre els dies 28 de gener i 10 de febrer del 1929 (JOLY, 1968), dates corroborades per dues notes de premsa aparegudes en diaris locals de l'època (ANÒNIM, 1929; JOLY, 1929a). Els participants en aquesta expedició foren un total de set persones entre els quals s'hi comptaven –a més de Robert de Joly que era l'organitzador de la campanya– els següents col·legues, tots ells francesos: Georges Denizot, geòleg de la *Faculté des Sciences de Marseille*; Henri Bauquier, historiador i arqueòleg, de l'*Académie de Nîmes*; Jean de Gasparin i G. Malgorn que eren alpinistes reputats; i, finalment, dos “cinéastes” dels quals tan sols es mencionen els seus cognoms, Bachellet i Ellis (JOLY, 1929b).

Tot apunta que l'arribada a Mallorca es produí en vaixell des de Marsella; de fet la tornada està documentada amb aquest mitjà de transport, malgrat que Joly sols menciona quatre participants com a passatgers en aquesta travessia de retorn. L'objectiu de l'expedició era ben clar tal i com el recull el mateix cap de l'expedició: “*Jean de Gasparin, Henri Bauquier, Georges Denizot et moi venions de séjourner près d'un mois dans l'île enchanteresse de Majorque pour y achever les prospections souterraines commencées jadis par E.-A. Martel*” (JOLY, 1968). Aquesta continuïtat que es pretenia donar a les exploracions prèvies de Martel també queda ben reflectida en una carta que Joly li va adreçar el 24 de març de 1929 a la seva tornada de Mallorca, on li comentava els resultats de la campanya entre els quals destacava l'exploració de “l'Avench de St. Bernard” o de Son Mas (ANDRÉ et al., 1997).

Els expedicionaris portaren material espeleològic modern i sofisticat per tal d'explorar cavitats verticals de certa profunditat, així com coves inundades a la línia de costa (Figura 3). Tot el material el

transportaren en un vehicle pràcticament nou –un Ford A– que, juntament amb ells, feu la travessia marítima fins a Mallorca.

Els resultats de la campanya foren bastant rellevants ja que es visitaren un total de 15 cavitats (Taula 1), entre les quals es comptaven un avenc de més de 80 m de fondària que passaria a ser el més profund de l'illa, així com una cova hidrològicament activa i de recorregut notable. Encara que l'expedició es podria qualificar d'exitosa, en la publicació dels resultats de la campanya l'autor expressa repetidament la seva decepció per algunes recerques infructuoses i les modestes dimensions de les cavitats explorades (JOLY, 1929b). En relació amb aquests aspectes, resulta significatiu que a un dels seus darrers llibres (JOLY, 1968) –que és una mena d'anecdolari de la seva tasca exploratòria– tan sols es mencionen dos aspectes gairebé anecdòtics de la campanya a Mallorca: els problemes geotècnics que suposava l'amenaçant fissura que s'estenia per sobre de la carretera entre Bunyola i Orient i, sobretot, l'extens passatge on descriu l'accidentada navegació de tornada a França en el vaixell “*Manouba*” amb el fortíssim temporal i les temperatures gèlides de fins a -13°C que trobaren en aproximar-se a Marsella.

Les localitats visitades

El desenvolupament d'aquesta campanya espeleològica quedà reflectit en detall a dues publicacions del seu cap i organitzador. Per una part es disposa d'una nota en la premsa local, apareguda el 13 de febrer de 1929 en deixar l'illa els expedicionaris (JOLY, 1929a), la qual relata breument les activitats portades a terme, encara que amb bastantes imprecisions i discordances notòries respecte de la publicació que elaborarà més endavant el citat autor.

Per altra banda, aquell mateix any es publicà un extens treball que recull de forma detallada els resultats de l'expedició (JOLY, 1929b), i on se subministren descripcions de les cavitats explorades, incloent-hi així mateix observacions de caire geològic i morfològic. A més, es defineixen clarament les motivacions generals de la campanya: l'existència de coves i avencs inexplorats, sobretot per estar allunyats de les rutes fàcilment accessibles. La referida publicació –que ve a ser una mena de memòria de l'expedició– està redactada seguint una línia diacrònica clara, que passa revista de manera ordenada a les exploracions portades a terme a les distintes regions geogràfiques que s'anaven visitant.

El contingut del present apartat resumirà i contextualitzarà les dades contingudes en el citat treball (JOLY, 1929b), estructurant-se en diferents subapartats relatius a les diverses àrees geogràfiques que l'autor distingeix.

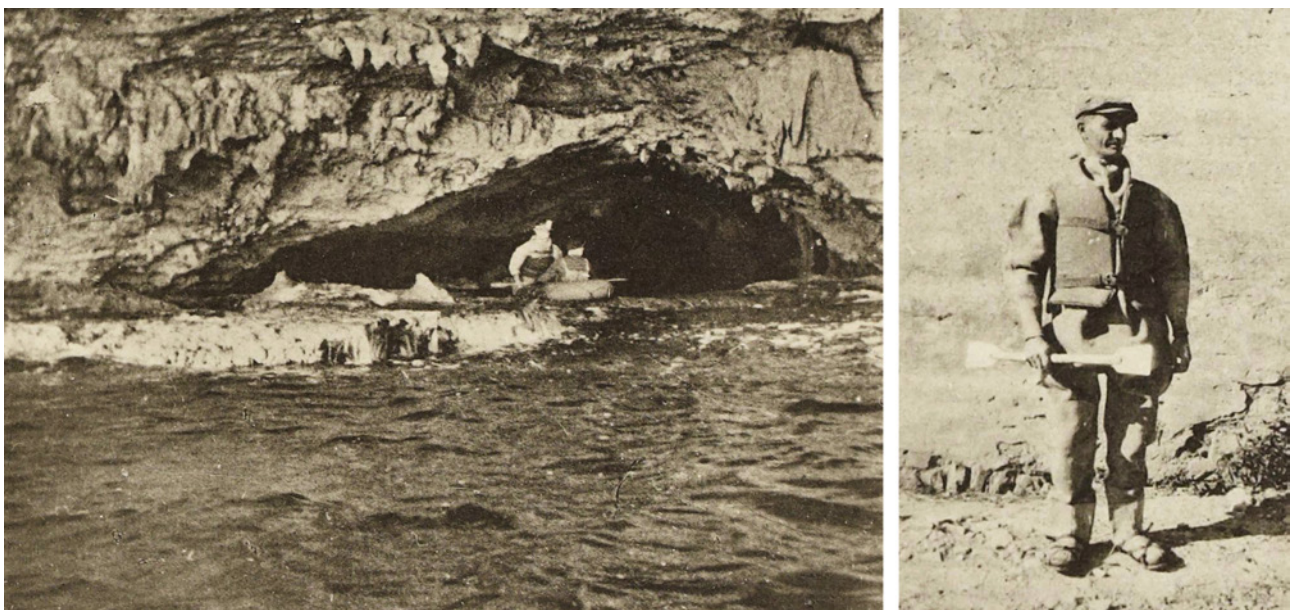


Figura 3: Prospeccions en el litoral proper a les Coves del Drac, a Manacor. Incursió a una cova marina utilitzant una petita embarcació pneumàtica (esquerra), i aspecte de la “*scaphandre de flottaison*” (dreta) utilitzada per Robert de Joly (Font: JOLY, 1929b).
 Figure 3: Explorations on the coast-line near the Coves del Drac, in Manacor. Entering into a sea cave using a small inflatable boat (left), and appearance of the “*scaphandre de flottaison*” (right) used by Robert de Joly (Source: JOLY, 1929b).

CAVITAT	MUNICIPI	Denominacions usades per JOLY (1929b)	Dimensions segons R. de JOLY	
			recorregut (m)	fondària (m)
Coves del Drac	Manacor	Cueva del Drach	—	—
Cova des Coloms	Manacor	Cueva de Coloms	30	—
Cova Figuera	Manacor	grotte de la Figuera	400	—
Cova d'en Nyico	Petra	grotte versant W de Bon Any	5	—
Cova d'en Tocahores o Cova d'en Groc	Petra	grotte de Tcores	200	—
Cova Nova de Son Lluís	Porreres	Cueva de Son Lluís	> 1.000	-62
Cova de les Rodes	Pollença	grotte de Cala S'Vincente	600-700	-22
Cova des Penyal de sa Font o Cova de Biniatzent	Mancor de la Vall	grotte de Mancor el Valle	—	-10
Avenc de sa Marineta	Deià	aven de Son Marinet aven de la Pedriza	—	-54
Avenc de ses Basses	Deià	aven de Son Rillan	70	—
Avenc de Son Mas	Valldemossa	aven de Son Mas aven Saint-Bernard	—	-83
Avencs des Grau	Bunyola	diacalse au-dessus de Bunola	—	-50
Avenc d'en Corbera	Esporles	aven den Corbera	>200	-30
Cova de Son Mallol	Palma	grotte de Casa Mayol	—	-20
Avenc d'en Trau	Andratx	aven de S'Alqueria	—	-50
Cova de Canet	Esporles	grotte du château de Canet	—	—
Avenc des Feixos ?	Santa M ^a del Camí	avens flanc NE de Mamarich	—	-31 i -51

Taula 1: Llista de les coves i avencs explorats durant la campanya espeleològica del 1929 liderada per Robert de Joly. Pel que fa a les localitats que s'indiquen per davall de la línia blava que divideix la taula, es tracta de cavitats de les que tan sols foren visitades les seves entrades sense arribar a explorar-les.

Table 1: List of the caves and chasms explored during the speleological campaign of 1929 led by Robert de Joly. As for the localities indicated below a blue line, these are cavities whose entrances were only visited without getting to explore them.

La regió de Manacor

Les activitats al llevant de l'illa se centraren exclusivament en les coves de les rodalies de Porto Cristo, per tal de conèixer i avaluar les idees publicades prèviament per diversos autors sobre aquest important conjunt de fenòmens subterranis.

Les Coves del Drac i cavitats veïnes

El primer objectiu d'interès per als participants a la campanya foren les Coves del Drac, cavitat reputada per la seva extensió i bellesa després dels descobriments de MARTEL (1897). Les característiques d'aquesta cova són sobradament conegudes ja que compra amb una abundant bibliografia amb actualitzacions ben recents (SOCIETAT ESPELEOLÒGICA BALEAR, 2018).

Es tractà en aquest cas d'una visita que els expedicionaris efectuaren com a simples turistes, però que va permetre a Joly exposar algunes observacions morfològiques i genètiques interessants (JOLY, 1929b; JOLY & DENIZOT, 1929) sobre les que ens estendrem més endavant. Sense cap tipus de discussió, l'aspecte que més el cridà l'atenció foren els llacs salabrosos de la cova (Figura 4), en els quals s'assenyala l'existència d'estalagmites submergides i de formacions cristal·lines curioses que han crescut en torn del nivell actual dels llacs; de fet, es descriuen de forma clara els espeleotemes frètics que es troben a les voreres dels llacs de la cavitat, els quals seran estudiats més endavant a diferents coves de l'illa (POMAR et al., 1976, 1979). Des del punt de vista espeleogenètic, atribueix l'excavació de la cova a l'acció erosiva de l'aigua dolça i als posteriors esfondraments de les voltes deguts a l'actuació de les aigües d'infiltració (GINÉS & GINÉS, 1992).

Malgrat que la incursió a les Coves del Drac fou gairebé turística, hi ha alguns aspectes addicionals que convé ressenyar relacionats amb aquesta campanya. Per una banda, l'historiador i arqueòleg de l'expedició va fer observacions sobre el portal talaiòtic existent a prop de l'entrada natural, publicant una breu nota al respecte (BAUQUIER, 1930) on l'atribueix a l'edat del bronze. Per altra part –i en un pla gairebé anecdòtic– en aquesta cova realitzaren proves de penetració de les ones hertzianes en el subsòl (*T.S.F., télégraphie sans fil*) de les quals no es comenten resultats concrets.

Encara a l'entorn de Son Moro, que comprèn la península situada entre Porto Cristo i Cala Murta, es visitaren tant la surgència localitzada en aquesta cala com la Cova des Coloms –situada sota la Torre dels Falcons– amb la intenció d'investigar les possibles però poc probables connexions entre les Coves del Drac i la mar. També es va visitar una altra cova marina més al sud que la Cova des Coloms, sense assolir resultats interessants. Per tal de fer aquestes exploracions aquàtiques, Joly havia dissenyat una “*scaphandre de flottaison*” o “*costum flottant*” (Figura 3), que vindria a ser un precedent de les “*pontonnière*” que s'utilitzaran més endavant en espeleologia aquàtica.

La Cova Figuera i altres coves de la contrada

Prosseguint amb les activitats a la zona propera a Porto Cristo, es descriu clarament la Cova Figuera (Figura 5) que Joly situa 1 km al NE de la població, en materials calcaris del miocè. Presenta una sala d'entrada en forma d'abisament, després de la qual és necessari reptar uns 400 m per galeries d'escassa alçada i amb una orientació general NE-SW. Destaca l'autor la calor notable que es nota al seu interior (19,5°C). Encara que el seu recorregut és difícil en general, es reconeix que ja havia estat visitada per altres persones amb anterioritat. La topografia i descripció detallada de la cavitat poden ésser consultades a la publicació de BERMEJO et al. (2019).

També situada en els límits septentrionals d'aquest nucli poblacional, s'esmenta una depressió en mig del camp amb un avenc obstruït artificialment per evitar caigudes d'animals; el propietari intentà la seva desobstrucció sense èxit, després d'arribar a 4 m de fondària. Finalment, cal afegir que a la memòria de la campanya se cita de passada la “Sima dels Hams” o de “Fumases” [sic], cavitat que emperò no fou visitada durant l'expedició.

Zona central de l'illa

Després de donar per finalitzades les tasques en la regió de Manacor, les activitats es varen dirigir cap a la part central de l'illa, on efectuaren algunes prospeccions sense resultats i exploraren diverses coves. Per exemple,

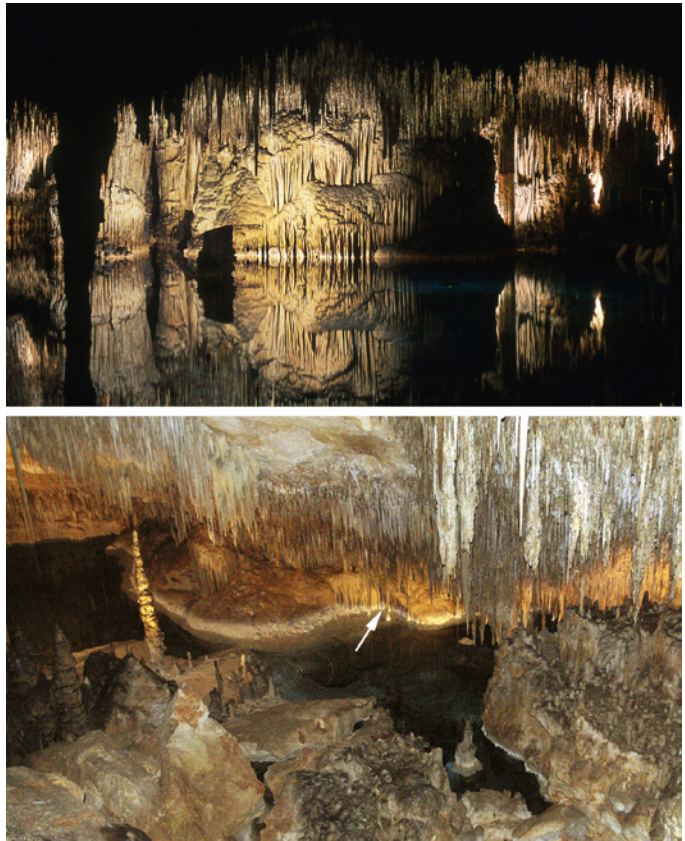


Figura 4: Dues vistes dels llacs de les Coves del Drac (Manacor). El llac Miramar (a dalt) és el més important de la cavitat, conegut també com a llac Martel en honor al seu descobridor (Foto: G. Santandreu). A les vores dels llacs de la cova crida l'atenció la presència d'una banda de precipitats calcaris (foto inferior) que s'han desenvolupat en la franja de fluctuació mareal de les aigües salabroses (Foto: B. Onac).
 Figure 4: Two views of the cave pools in Coves del Drac (Manacor). The so named Llac Miramar (above) is the most important of the cave, also known as Llac Martel in honor of its discoverer (Photo: G. Santandreu). At the edges of the pools, a belt of calcareous precipitates (lower photo) have developed corresponding to the tidal fluctuation range of the brackish water table (Photo: B. Onac).



Figura 5: Entrada de la Cova Figuera, a les rodalies de Porto Cristo. Al fons s'observa el vehicle Ford A que en duguerren els expedicionaris a Mallorca (Font: JOLY, 1929b).
 Figure 5: Entrance to Cova Figuera, in the outskirts of Porto Cristo. In the background can be observed the Ford A vehicle that the cavers brought with them to Mallorca (Source: JOLY, 1929b).

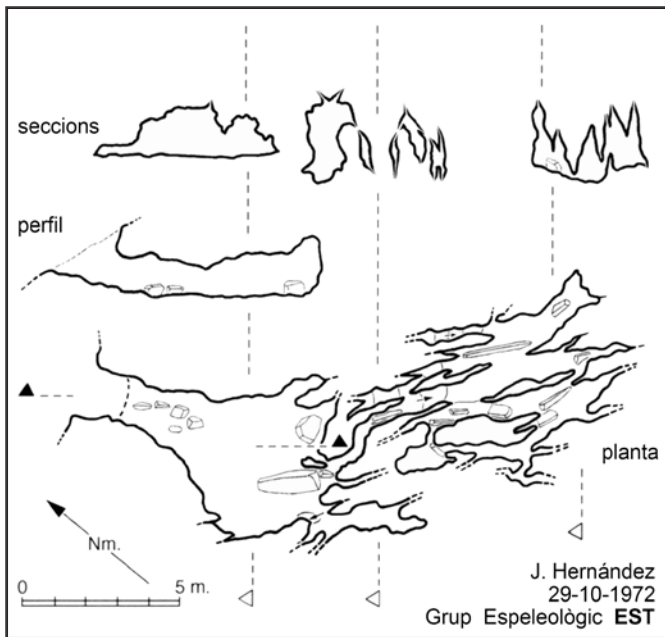


Figure 6: Topografia de la Cova d'en Nyico (Petra) situada en el vessant nord-oest del Puig de Bonany.

Figure 6: Topographic survey of Cova d'en Nyico (Petra) located in the north-western slopes of Puig de Bonany.

al sud del poble de Muro es deixà constància de la visita a unes petites obertures, obstruïdes per blocs i terra, on pogueren penetrar tan sols 5 o 6 m; un d'aquells forats actuava d'engolidor en temps de pluja. L'indret podria correspondre's amb la Cova de sa Mora, que és ben coneguda pels habitants d'aquesta població. Així mateix es comenta l'intent de localitzar, sense èxit, la "Caverna de Son Pou" [sic], a prop del traçat del ferrocarril entre Manacor i Sineu; aquesta recerca infructuosa es deu a les informacions errònies publicades per PUIG Y LARRAZ (1896), reproduïdes també per MARTEL (1903), que situaven l'Avenc de Son Pou devers la població de Vilafranca de Bonany.

El Puig de Bonany

Diverses indicacions d'informadors locals dirigiren l'atenció dels expedicionaris cap al turó on se situa l'ermita de Bonany. En el vessant nord-occidental del puig es visità una petita cova que gairebé amb tota seguretat correspon a la Cova d'en Nyico (Figura 6), ben coneguda a la contrada i on algun informador hi situava un llac. La cavitat tingué una penetració minsca, amb blocs rocosos que barraven el pas.

Així mateix, exploraren la Cova d'en Tochahores –"grotte de Tcores" segons Joly–, també coneguda

com a Cova d'en Groc, i situada al costat sud-oriental del Puig de Bonany. Està constituïda per petites sales i galeries el desenvolupament de les quals assoleix uns 200 m (Figura 7). Presentava abundants concrecions, però molt malmeses per visitants anteriors.

Després d'aquestes activitats a la part central de l'illa, Joly expressa amb claredat la seva decepció: "*Une fois de plus on nous avait fourvoyé et fait perdre un temps précieux*". Aquesta sensació negativa es va veure agreujada encara més per la frustrada recerca de l'Avenc de Son Pou –que abans s'ha esmentat– i que el porta a afirmar: "*Enfin, on nous avait encore conduit à une désillusion, et ce n'était pas fini*".

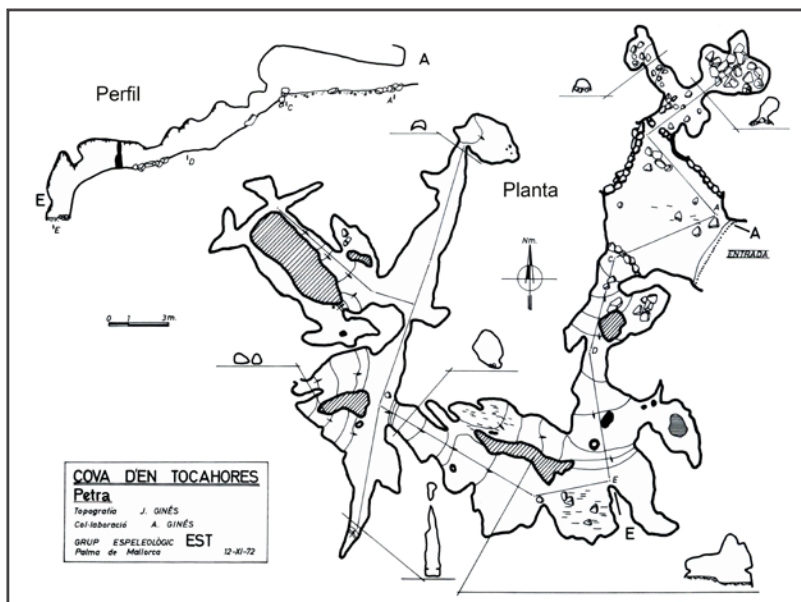


Figura 7: Topografia de la Cova d'en Tochahores (Petra), també coneguda com a Cova d'en Groc, que s'obre al vessant sud-est del Puig de Bonany.

Figure 7: Topographic survey of Cova d'en Tochahores (Petra), also known as Cova d'en Groc, that opens in the south-eastern slopes of Puig de Bonany.

La Cova Nova de Son Lluís (Porreres)

L'exploració d'aquesta important cova s'efectuà arran de les indicacions publicades per PUIG Y LARRAZ (1896), qui afirmà que no es trobava totalment explorada. La cavitat en qüestió va assolir una certa notorietat després de la visita de BOVER (1839), i pot ser qualificada de realment rellevant des del punt de vista espeleològic; dades detallades sobre aquesta cova poden ser consultades a GINÉS & GINÉS (2006).

La descripció que es fa de la Cova Nova de Son Lluís parla d'un dedal de vastes sales fortament concrecionades, a les quals atribueix un recorregut de més d'un quilòmetre (JOLY, 1929a) així com un desnivell de -62 m (ANÒNIM, 1929); en aquest sentit, no s'observa una concordança clara de les dades espeleomètriques contingudes en les diferents publicacions de l'autor.

La memòria principal de la campanya (JOLY, 1929b) aporta algunes observacions geològiques, com és el fort capbussament de les capes calcàries inclinades 50° vers el NE (Figura 8), o la direcció general de la cavitat a la que s'atribueix una orientació NE-SW, com en el cas de la Cova Figuera, de Manacor. Comenta la inexistència de llacs subterranis, contràriament al que afirmaven alguns dels informadors. Així mateix, qüestiona la presència de diòxid de carboni en l'atmosfera de la cova, donat que les làmpades d'acetilè funcionaven perfectament; no obstant això, reconeix certa dificultat per a fer funcionar els encenedors de benzina. La temperatura a la cova és novament molt elevada (19,5°C), el que suposa més de 3°C per sobre de bona part de les coves del Midi de França. Pel que fa a l'aire enrarit d'aquesta localitat, les concentracions elevades de CO₂ a l'atmosfera de la cova estan ben documentades, fins i tot a l'hivern que fou quan Joly la visità, amb valors que superen àmpliament els 50.000 ppm, o sigui el 5% en volum (GINÉS & GINÉS, 2022).

La Serra de Tramuntana

Les activitats a la cadena muntanyenca del nord de l'illa foren nombroses, essent sense cap dubte on s'obtingueren els resultats exploratoris més importants. En aquest sentit cal recordar que en aquesta regió natural s'explorà una extensa cova recorreguda per un petit riu subterrani, tal com s'assenyalava a un nota de premsa publicada al final de la campanya (JOLY, 1929a); així mateix, efectuaren el descens d'un avenc –localitzat prèviament per Martel a la seva segona campanya de l'any 1901– que passaria a ser el més profund conegut aleshores a Mallorca (JOLY, 1968).

Cala Sant Vicenç (Pollença)

La primera incursió realitzada a la Serra de Tramuntana va tenir com a objectiu una cova localitzada a 700 m del torrent que porta a “Cala S'Vincente” [sic]; es tracta sense cap gènere de dubte de la Cova de les Rodes, del terme de Pollença (ENCINAS, 1972, 2014). La publicació, que de fet constitueix la memòria de la campanya, situa la cova a 22 m d'altitud, en calcàries del miocè a prop del seu contacte amb les roques del triàsic (JOLY, 1929b); val a dir –malgrat ser un aspecte no esmentat per l'autor– que en aquest cas es tracta de materials calcarenítics plegats corresponents al miocè inferior (previs a l'estructuració de la Serra), ben diferents de les roques on s'obren les coves del llevant de l'illa.

Tot seguint els escrits de Joly, es comenta que la cova drena una petita depressió que connecta amb un conjunt de més de 600 m de galeries (Figura 9), les quals mostren una direcció general NE-SW, orientació que –segons l'autor– es repeteix a la majoria de les coves de l'illa. A partir dels 200 m de recorregut els expedicionaris varen percebre renou d'aigua corrent, al temps que esmenten la presència de petits llacs d'aigua dolça, la temperatura dels quals era de 18,5°C. Després d'un ressalt vertical assoliren un petit riu subterrani (Figura 10), que seguien fins a un sífó terminal, on s'assegura que s'escolta l'onatge de la mar: “*Le ressac s'entend nettement: nous sommes tout proches de la mer*”, fet que tal vegada pugui resultar un poc fantasiós.

Des del punt de vista hidrològic, a més del drenatge corresponent a la depressió on s'obre l'entrada de la cavitat, es parla d'aportacions procedents de les pèrdues de la xarxa de torrents eixuts que baixen dels costers de la Serra de Cornavaques. Respecte de la desembocadura del petit riu subterrani, Joly

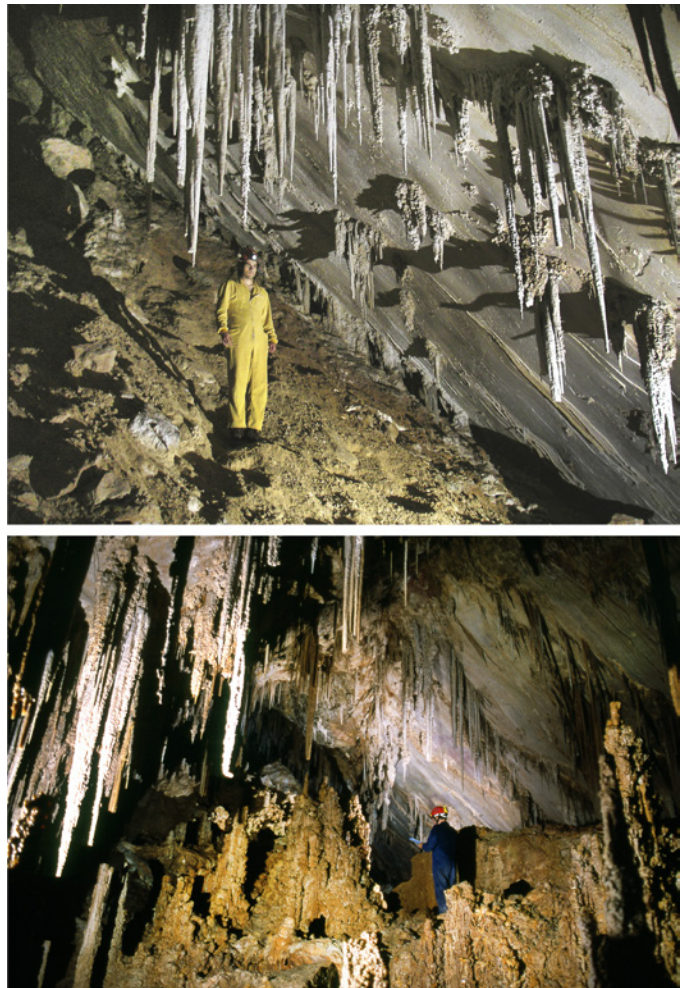


Figura 8: Dues vistes de la sala més interior de la Cova Nova de Son Lluís (Porreres), on s'observa la forta inclinació de les capes carbonatades triàsiques (Fotos: A. Merino).

Figure 8: Two pictures of the innermost chamber of Cova Nova de Son Lluís (Porreres), where the steeply dipping beds of Triassic carbonate rocks are observed (Photos: A. Merino).

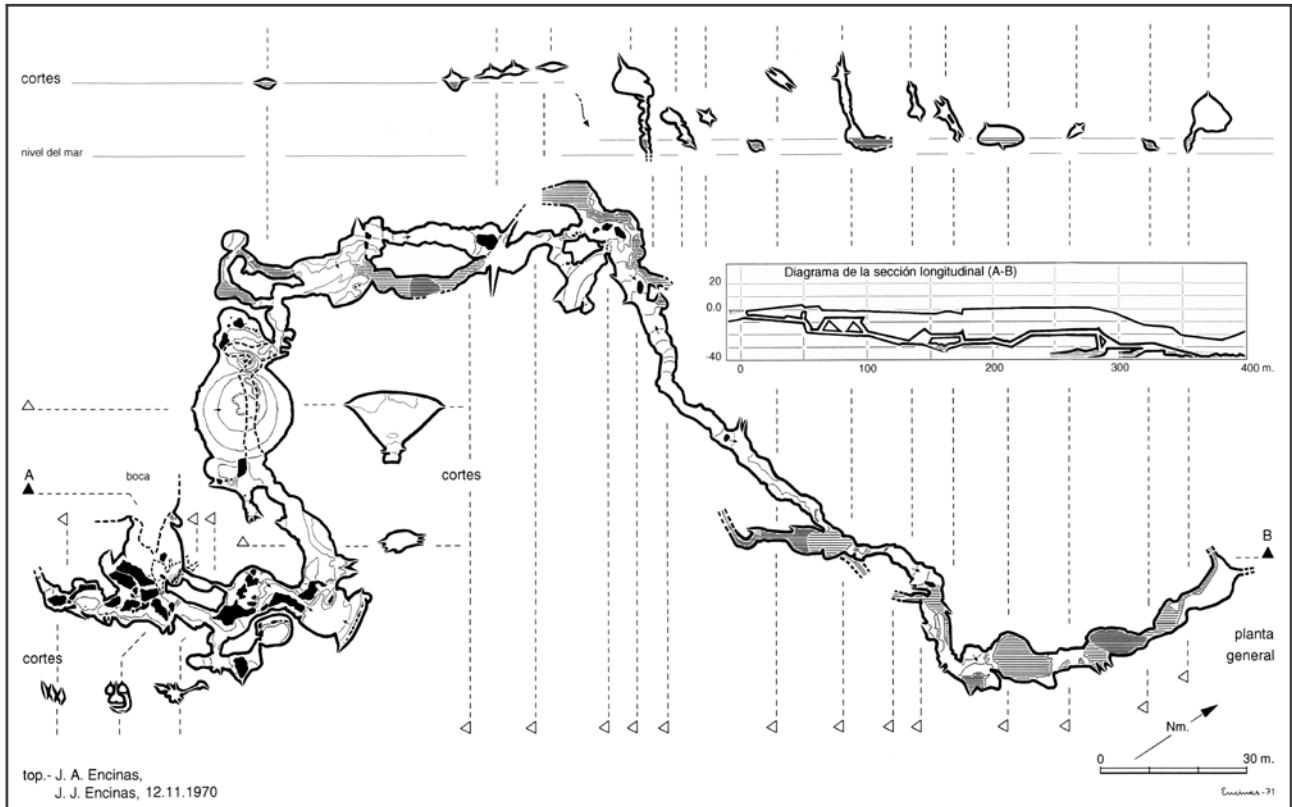


Figura 9: Topografia de la Cova de les Rodes (Pollença), situada a les immediacions de Cala Sant Vicenç (Font: ENCINAS, 2014).
 Figure 9: Topographic survey of Cova de les Rodes (Pollença), located at the vicinity of Cala Sant Vicenç (Source: ENCINAS, 2014).

argumenta que l'aigua del sífo terminal de la cova és dolça i a més està molt a prop de la línia de costa, motiu pel qual la comunicació amb la mar ha de tenir lloc per un sífo molt estret. Amb aquestes idees, varen efectuar prospeccions al litoral més proper per tal de localitzar la sortida del riu subterrani cap a la mar, però sense obtenir cap resultat al respecte llevat de l'exploració d'una petita cova marina.



Figura 10: Les galeries més internes de la Cova de les Rodes (Pollença) estan recorregudes per un petit corrent hídric subterrani perenne (Foto: G. Santandreu).
 Figure 10: The innermost passages of Cova de les Rodes (Pollença) are traversed by a small perennial underground water current (Photo: G. Santandreu).

Sector central de la Serra

En els territoris propers a Inca es visita la “grotte de Mancor el Valle” [sic], cavitat que es correspon amb la Cova des Penyal de sa Font o Cova de Biniatzent, també coneguda com a Cova des Patró o des Comellar d'Infern (ENCINAS, 2014). Aquesta petita cavitat situada al sud del Puig des Suro, consisteix en una diàclasi, el fons de la qual es troba ocupat per les aigües sense possibilitat de continuació. De bell nou, Joly lamenta els minsos resultats obtinguts en aquesta incursió: “*On nous avait fait encore perdre notre temps*”.

Més cap al sud, es menciona la troballa de dos avencs a 490-500 m d'altitud al flanc NE del Puig de na Marit, en les calcàries del lias que dominen la possessió de Son Pou ja dins del terme de Santa Maria del Camí. Aquests avencs es trobaven molt propers entre si i foren tan sols sondejats, donant unes fondàries

de 31 i 51 m, però no es descendiren per manca de temps; la descripció de l'entrada d'un d'ells podria correspondre a la cavitat coneguda com l'Avenc des Feixos (SANTANDREU, 2002), la profunditat del qual arriba als 33 m. Curiosament, Joly no s'adonà que aquesta finca a la qual es refereix ara és l'autèntica possessió on es localitza el famós Avenc de Son Pou explorat per CONRADO (1860), cavitat que els expedicionaris cercaren per Vilafranca de Bonany tot seguint les equívokes informacions de PUIG Y LARRAZ (1896) i de MARTEL (1903).

Per altra banda, en el flanc septentrional del massís de la Comuna de Bunyola s'exploraren diversos avencs, en calcàries del lias, que es disposen al llarg d'una diàclasi paral·lela al penya-segat que sobrevola la vall per on discorre la carretera per accedir al llogaret d'Orient. Davallaren en tres forats al llarg de l'esmentada fissura, estimant una fondària de devers 50 m però sense explorar-los totalment degut a la seva perillositat; aquestes cavitats pareixen correspondre's amb els Avencs des Grau, els quals són ben coneguts a la població de Bunyola. Joly remarca en els seus escrits l'important risc geològic que suposen aquests fenòmens i, en aquest sentit, recomanà a les autoritats la presa de precaucions al respecte (JOLY, 1929a, 1929b, 1968).

Deià i Valldemossa

En aquest sector de l'illa, les activitats de la campanya consistiren en l'exploració de tres avencs, que de fet ja foren localitzats per Martel –però sense descendir-hi– durant la seva segona campanya de l'any 1901 (MARTEL, 1903); alguns d'aquests avencs apareixen també esmentats pel naturalista francès MAHEU (1912), qui reproduïx simplement les informacions del seu predecessor.

Al municipi de Deià, exploraren en primer lloc l'Avenc de sa Marineta –que apareix anomenat com de “Son Marinet” o de “la Pedriza” [sic]– on assoliren el fons de la cavitat a la cota -54 m mitjançant el descens de dos pous consecutius, desenvolupats en les roques calcàries del lias aprofitant una diàclasi N-S (Figura 11). Una firma escrita en una de les parets del pou inferior denotava que l'avenc ja havia estat descendit per iniciativa del propietari de la finca (F. Estada), qui va fer davallar a un amic seu.

També a la mateixa contrada, es visità un altre fenomen subterrani situat en les planes properes a les cases de Son Rutlan (Deià), el qual es correspondria amb la cavitat coneguda actualment com Avenc de ses Basses (ENCINAS, 2014). La descripció que es fa d'aquesta localitat parla d'un desnivell vertical de 7 m que comunica amb un passatge de devers 70 m de recorregut que segueix una diàclasi, arribant a fer-se impenetrable (Figura 12). La cavitat en qüestió va ser també reconeguda per Martel el 1901, però la situa a la possessió de Son Moragues.

L'exploració més important feta en aquesta zona fou el descens de l'Avenc de Son Mas (Valldemossa), al qual MARTEL (1903) es referia com “Aven de Saint-Bernard”, situant-lo de manera un poc equívoca en terres de Son Ferrandell i estimant-li

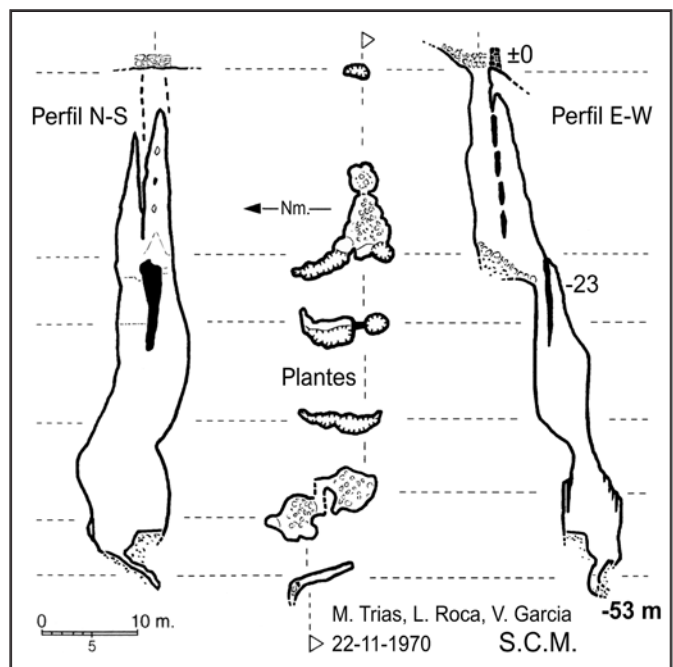


Figura 11: Topografia de l'Avenc de sa Marineta (Deià), localitzat en els paratges propers a Sa Pedrissa.
 Figure 11: Topographic survey of Avenc de sa Marineta (Deià), located in the area near Sa Pedrissa.

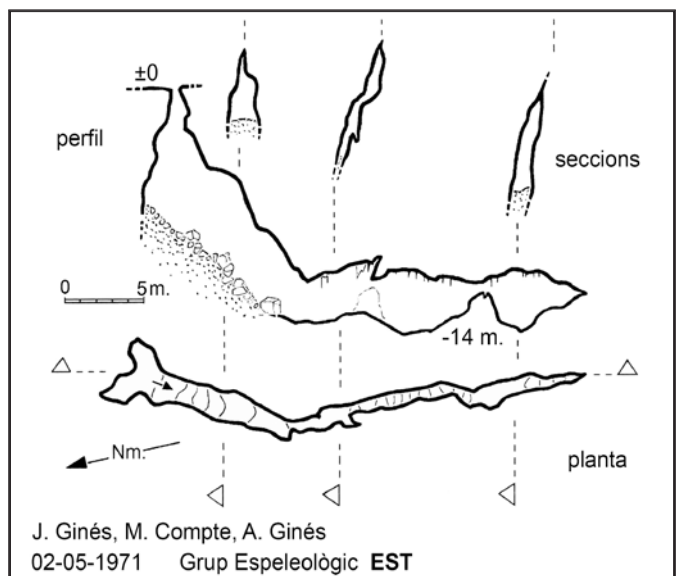


Figura 12: Topografia de l'Avenc de ses Basses (Deià), localitzat en la possessió de Son Rutlan.
 Figure 12: Topographic survey of Avenc de ses Basses (Deià), located in the farm of Son Rutlan.



Figura 13: Preparant el descens a l'Avenc de Son Mas (Valldemossa) que s'obre dins un lapiaz amb abundants oliveres (Font: JOLY, 1929b).
Figure 13: Preparing the descent to Avenc de Son Mas (Valldemossa) which opens in a karren area with abundant olive trees (Source: JOLY, 1929b).

mitjançant sondeig una fondària exagerada d'entre 150 i 250 m. Des del punt de vista hidrològic, Martel relacionava aquesta cavitat amb la "Fuente del Cova" [sic] del litoral valldemossí, que podria correspondre's amb la petita font de s'Hort de sa Cova, malgrat que es tracta d'una relació molt fantasiosa. La boca de l'Avenc de Son Mas s'obre entre oliveres en un gran lapiaz (Figura 13) desenvolupat sobre calcàries triàsiques, segons Joly. La descripció de la cavitat menciona l'existència d'alguns petits replans, abans d'assolir un con d'enderrocs situat entre les cotes -63 i -75 m, seguint una fractura NE-SW; la profunditat total de l'avenc era de 83 m, segons JOLY (1968). Aquesta exploració va suposar el descens a la que serà la cavitat més fonda de Mallorca durant la primera meitat del segle XX (Figura 14).

Esportes i Palma

En el municipi d'Esportes, es dirigiren a la zona de Canet seguint informacions més aviat vagues de MAHEU (1912). Encara que es fa ressò de la presència d'una gruta explorada del tot en els jardins de la citada possessió –es refereix a la Cova de Canet, pròpiament dita– l'objectiu de l'expedició se centrà en el proper Avenc d'en Corbera. L'interès principal era indagar la possible presència d'aigua, segons comenta el mateix Joly: "*M. l'Alcalde de Palma m'avait prié de rechercher la présence de l'eau dans cet aven*", en relació amb les nombroses llegendes històriques que es referien a aquesta cavitat (RIPALDA, 1929a; ENCINAS, 2014).

Es descriu l'entrada de l'avenc oberta en el llit d'un torrent sec, que es precipita en temps de pluges mitjançant una cascada de 10 m; la cavitat es disposa en dos àmbits netament diferenciats a ambdós costats de la gran sala d'accés. En particular, Joly fa la descripció del sector situat més al sud que qualifica de conjunt de vastes sales, cridant-li l'atenció tant la decoració calcària de la darrera sala com l'existència de trinxeres artificials excavades en el seu paviment (RIPALDA, 1929b). La profunditat total de l'avenc és avaluada en 30 m. No es va constatar l'existència de corrents d'aigua perennes.

A prop d'Establiments tingueren ocasió d'explorar la Cova de Son Mallol, ja en el municipi de Palma. La descriuen formada per dues sales superposades, amb una fondària màxima de 20 m. Es posa de manifest la presència de concrecions deteriorades per les nombroses visites, així com excavacions en diversos punts de la cova.

Regió d'Andratx

La darrera cavitat explorada fou l'Avenc d'en Trau (Andratx), que apareix denominat com "Aven de S'Alqueria". Es troba situat en els costers occidentals del Puig de s'Esclop, a una altitud de 600 m, i en un lapiaz desenvolupat sobre les calcàries del lias. La descripció menciona un pou de grans dimensions sobre una diàclasi N-S, el descens del qual es fa superant tres replans successius fins a arribar al fons, a -47 m, que es troba ocupat per acumulacions de grans blocs de roca. La profunditat total assolida la situen en 50 m, mentre que cap a l'extrem oposat a la davallada és possible remuntar alguns metres per

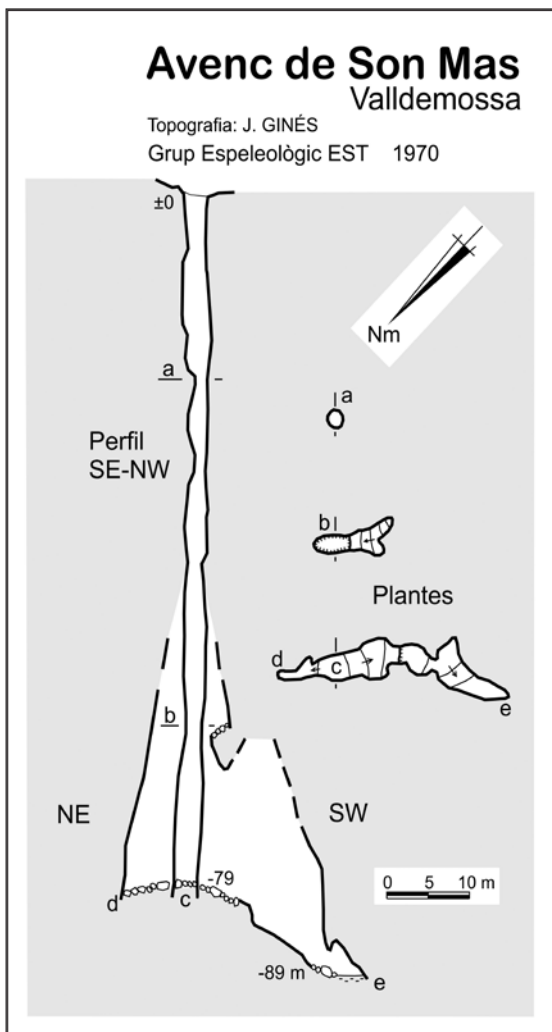


Figura 14: Topografia de l'Avenc de Son Mas (Valldemossa), que fou la cavitat més fonda explorada en aqueixa campanya.
Figure 14: Topographic survey of Avenc de Son Mas (Valldemossa), which was the deepest chasm explored in that caving campaign.

sobre d'unes colades estalagmítiques (Figura 15). El text de Joly destaca la temperatura molt baixa mesurada a aquest avenc (10,5°C), que relaciona amb la gran mida de la boca ja que facilita el descens de l'aire fred exterior.

Les observacions geològiques i morfogenètiques

En la publicació que de fet constitueix la memòria de la campanya (JOLY, 1929b) s'inclouen un bon nombre d'observacions de caire geològic i morfogenètic, sobre les quals val la pena estendre's. Ens referirem gairebé exclusivament al contingut del treball citat, ja que els altres escrits de l'autor consisteixen en una nota periodística en la premsa local (JOLY, 1929a) i en una mena d'anecdotari de la seva vida d'explorador subterrani (JOLY, 1968). L'única publicació amb un enfocament del tot geomorfològic és la de JOLY & DENIZOT (1929), on s'exposen algunes consideracions sobre la morfogènesi de les Coves del Drac.

Malgrat que les informacions que es comentaran tot seguit estan signades de forma exclusiva per Joly, cal tenir present que un dels participants en l'expedició era el geòleg marsellès Georges Denizot. D'aquesta manera, es pot entendre que els comentaris de caire geològic estan fortament condicionats pels coneixements geològics d'aquest expedicionari. La ja esmentada nota breu de JOLY & DENIZOT (1929) vindria a recolzar aquesta interpretació.

A més de les observacions efectuades en primera persona durant les seves activitats a Mallorca, Joly menciona que les seves principals fonts bibliogràfiques són els treballs previs de MARTEL (1897, 1903), MAHEU (1912), RODÉS (1925) i FAURA Y SANS (1926), pel que fa al vessant geoespeleològic. En el pla estrictament geològic es refereix a les investigacions publicades per DARDER & FALLOT (1926), encara que sembla ser que Bartomeu Darder li va subministrar també informacions d'interès a títol personal.

Aspectes geogràfics i geològics generals

A les pàgines introductòries del seu treball, es fa una breu introducció geogràfica de l'illa que distingeix tres unitats ben diferenciades:

- La regió oriental, que integra les Serres de Llevant i el massís de Felanitx, on dominen les calcàries juràsiques.
- La regió central, que comprèn una gran plana miocena i quaternària.
- La regió occidental, que engloba la gran zona muntanyosa de l'illa: la Serra de Tramuntana.

Aquest esquema morfoestructural no deixa de ser un poc massa simplista, des del moment que no es fa menció de les plataformes costaneres del sud i llevant de Mallorca, que quedarien englobades dins del que Joly considera la regió central de l'illa.

L'autor destaca la gran complexitat tectònica del nostre territori, amb exemples cridaners d'encavalcaments i altres accidents estructurals, ben coneguts arran dels estudis del seu compatriota FALLOT (1922). Aquesta complexitat tectònica, amb abundància de bancs calcaris plegats i "milonitzats", afavoreix –segons Joly– l'obstrucció dels avencs a escassa fondària, motiu pel qual

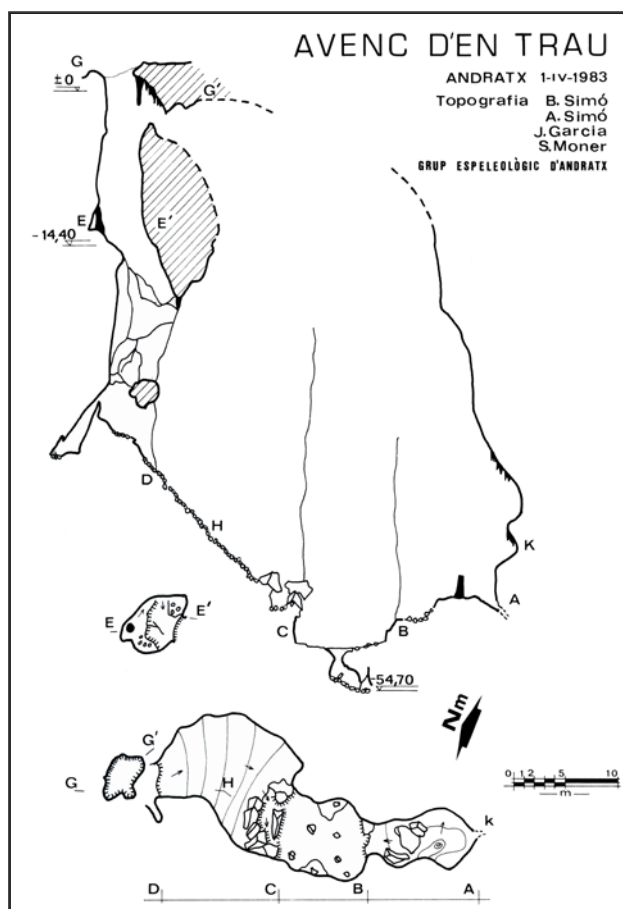


Figura 15: Topografia de l'Avenc d'en Trau (Andratx), situat als costers occidentals del Puig de s'Esclop (Font: NAVARRETE & SIMÓ, 1989).

Figure 15: Topographic survey of Avenc d'en Trau (Andratx), located at the western slopes of Puig de s'Esclop (Source: NAVARRETE & SIMÓ, 1989).

s'atreveix a vaticinar que no apareixeran a l'illa cavitats de profunditat superior als 100 m: "A notre avis on ne verra jamais dans aucun point de Majorque des avens profonds dépassant 100 m". Òbviament, aquesta afirmació era massa agosarada i s'ha demostrat amb el temps que no ha estat certa de cap manera.

Quant a la geomorfologia litoral, adherint-se a idees que atribueix a Bartomeu Darder, opina que nombroses cales estretes del litoral de Mallorca són els vestigis d'antigues grutes marines, els sòtils de les quals s'han esfondrat (DARDER, 1946). No aporta exemples al respecte que recolzin aquesta afirmació, bastant discutible en general. Cal afegir que també descriu el funcionament d'un bufador en els espadats litorals de la zona de Capocorb Nou, a Lluçmajor.

Observacions morfològiques sobre algunes de les cavitats visitades

Les interpretacions morfològiques més interessants i encertades són les que fan referència a les Coves del Drac, de Porto Cristo, explorades unes dècades abans per Édouard-Alfred Martel. De fet, Joly descriu de forma molt concisa els espeleotemes frètics subactuals que creixen a les voreres dels llacs: "Ce qui nous frappa immédiatement dans cette grotte, ... c'est ... la forme spéciale, jamais observée ailleurs, des stalactites avoisinant le contact de ces nappes [les lacs actuels]: à un niveau moyen de 0 m. 20 au-dessus du niveau des basses eaux, les stalactites, au lieu d'être coniques, sont en forme de massues". Així mateix descriu la morfologia d'aquests dipòsits quan es desenvolupen sobre columnes o estalagmites: "Le phénomène se produit d'une façon un peu différente ... sur les piliers: au niveau de stagnation principal des eaux, il se forme une excroissance en forme de «tabouret»". Les observacions que hem reproduït descriuen amb claredat alguns dels espeleotemes frètics (POS) d'edat holocena existents a aquesta cavitat (Figura 16), que han estat investigats a fons tot recentment (ONAC et al., 2022).

Continuant amb les Coves del Drac, es fan també comentaris encertats sobre la gènesi de la cavitat, de la qual s'afirma que ha estat excavada per l'aigua dolça –i no per l'erosió marina, com propugnava Martel– però modificada després per esfondraments generalitzats; aquesta interpretació se situa en la línia del que ja havien exposat diversos autors durant les primeres dècades del segle XX (MAHEU, 1912; RODÉS, 1925; FAURA Y SANS, 1926). A més, comenta que la cova ha estat inundada per la penetració recent d'aigua marina, la qual estaria relacionada amb l'enfonsament dels territoris costaners, tal i com el testimoniaria –segons Joly– la presència de columnes trencades dins la cavitat; tot i que aquest

fet està relacionat en realitat amb fenòmens de solifluxió del paviment de les sales, cosa que no és tinguda en consideració pel propi Joly. Per altra banda, també atribueix la inundació recent de la cova a una variació del nivell marí al llarg dels segles, que relaciona amb el fenomen que denomina "eustalismo" [sic], encara que aquest terme incorrecte tal vegada tingui a veure amb la intervenció dels periodistes locals (JOLY, 1929a). Es menciona també l'existència d'una surgència submarina a Cala Murta i, en referir-se a la propera Cova des Coloms situada al peu del penya-segat costaner de la Torre dels Falcons, s'afirma que aquesta cova marina no pot ser responsable de cap manera de l'excavació de les Coves del Drac: "En admettant que par très gros temps le ressac arrive jusqu'au fond (3 mètres au-dessus du niveau de la mer), il ne peut être accusé [la grotte des Coloms] d'avoir, bien loin de là (à 500 mètres environ), creusé les dédales de la grotte du Drach".

Malgrat que l'expedició no va visitar les Coves dels Hams i cavitats veïnes, és curiós que Joly inclou un comentari sobre la morfologia helicoïdal de la "Sima del Hams" o "Fumases" [sic], per tal de reafirmar l'excavació de les Coves del Drac

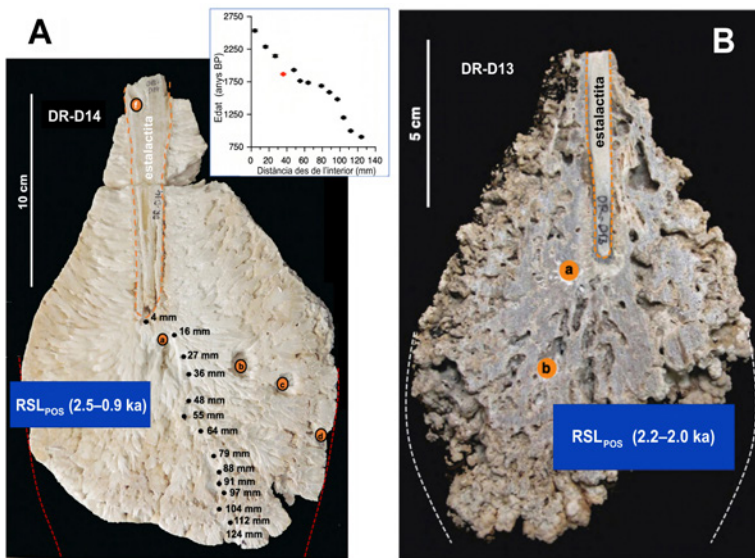


Figura 16: Algunes mostres d'espeleotemes frètics (POS) de les Coves del Drac, a Manacor, recol·lectats a la superfície dels llacs actuals. **A:** Vista en secció d'una mostra procedent del *Llac de les Delícies*, de mineralogia aragonítica; s'inclou una gràfica que recull la cronologia del creixement de l'espeleotema ocorregut entre 2,53 i 0,91 ka BP. **B:** Mostra recol·lectada al *Llac Negre*, formada per un precipitat de calcita de tonalitat obscura amb edats en torn dels 2 ka BP. Els requadres blaus indiquen la posició del nivell marí mitjà en ambdues mostres i les seves edats obtingudes pel mètode U/Th. (Font: ONAC et al., 2022).

Figure 16: Some POS samples from Coves del Drac (Manacor) corresponding to the current water-table pools. **A:** Section view of an aragonite sample from *Llac de les Delícies*, including a graph on the growth chronology of this POS occurred from 2.53 to 0.91 ka BP. **B:** Sample from *Llac Negre*, formed by a darker calcite precipitate that yielded ages around 2 ka BP. Blue boxes indicate the mean sea level position recorded in both samples and their U/Th ages. (Source: ONAC et al., 2022).

per la circulació de les aigües continentals. L'esmentat comentari sens dubte està influït pel treball de MAHEU (1912), i suposem que es basa en una errònia interpretació d'un perfil longitudinal de la zona de la Cova dels Hams i Coves del Drac, publicat a l'obra de FAURA Y SANS (1926). En aquell perfil es dibuixava un tall vertical helicoidal del que es denomina com a "Sima dels Hams" (la Cova de s'Ònix), tall que molt probablement confongué a Joly, qui estava predisposat a veure morfologies d'excavació "*tourbillonnaire*" realitzades per les aigües subterrànies; òbviament, la Cova de s'Ònix no presenta aquestes morfologies.

En referència a la Cova de les Rodes, a Cala Sant Vicenç (Pollença), és ben patent la seva excavació per les aigües subterrànies, ja que es tractava d'una cavitat hidrològicament activa. Aquesta circumstància porta a Joly a utilitzar la Cova de les Rodes com a exemple morfogenètic que serviria per a invalidar la gènesi marina de les Coves del Drac, que proposava MARTEL (1897). Així, afirma: "*Nous avions donc visité une grotte qui est proche parente du Drach et confirme que c'est l'eau douce, et non la mer, qui peut produire de telles excavations*". Val a dir que, en aquest cas, les simplificacions que fa Joly són exagerades ja que ambdues cavitats estan en contextos geològics i geomorfològics força diferents: la Cova de les Rodes és una galeria de drenatge excavada en els materials plegats de la Serra de Tramuntana, mentre que les Coves del Drac són el resultat de la carstificació litoral dels materials carbonatats postorogènics (GINÉS & GINÉS, 2011). Cal afegir que a la Cova de les Rodes es fa menció de la presència d'una pols blanca relacionada amb la descomposició de les estalactites (*moonmilk* ?) de la qual s'agafaren mostres; també se cita una matèria negrenca que fou identificada com a guano.

Quant als avencs del vessant septentrional de la Serra de Tramuntana, s'insinua una presumpta relació hidrològica entre l'Avenc de Son Mas (Valldemossa) i una petita surgència litoral (la font de s'Hort de sa Cova ?), relació que es pot qualificar de totalment fantasiosa.

En parlar dels avencs de la zona d'Es Grau (Bunyola) reconeix el seu origen en els desequilibris mecànics de les calcàries del lias en la zona propera als penya-segats septentrionals de la Comuna, cridant l'atenció sobre els riscos geològics que suposa la seva presència.

Al text de la publicació principal de JOLY (1929b) se sol fer indicació de l'edat de les roques on es troben enclavades les coves i avencs explorats, circumstància que hem anat reflectint en les distintes cavitats enumerades al llarg dels apartats anteriors. Lògicament, pel que fa a la Serra de Tramuntana predominen els avencs excavats en les calcàries del lias i en materials carbonatats atribuïts al triàsic. En el cas concret de la Cova de les Rodes (Pollença) es diu que s'obre en el miocè, però sense especificar que es tracta del miocè inferior plegat de la Serra; en canvi, les coves de la regió de Porto Cristo són ubicades en materials calcaris del miocè, però sense concretar que es tracta del miocè superior postorogènic (FORNÓS & GELABERT, 2011).

Algunes conclusions finals de l'autor

En la seva publicació principal sobre la campanya de Mallorca (JOLY, 1929b), l'autor intenta extreure algunes generalitzacions sobre les cavitats de l'illa, que complementa amb unes poques observacions finals fruit de les activitats realitzades.

Referint-se a les cavitats horitzontals –les coves– comenta que estan desenvolupades majoritàriament en els materials carbonatats del miocè, però sense especificar més detalls cronoestratigràfics. Conclou que les coves visitades han estat excavades per cursos d'aigua, amb grans modificacions posteriors per esfondraments, causats per les aigües d'infiltració. Afirmar que la mar no ha tingut res a veure amb l'excavació de les coves, amb l'excepció de petits porxos d'erosió marina com la Cova des Coloms. Finalment, exposa que l'exploració de la Cova de les Rodes, a Cala Sant Vicenç, és una prova feaent de l'excavació d'aquestes cavitats horitzontals per part de l'aigua dolça: es tracta en aquest cas d'una cova activa, mentre que les altres explorades estaven "mortes" fa temps.

Sobre les cavitats verticals, es reafirma en que no hi ha avencs profunds a Mallorca, degut a la inestabilitat de les capes de roca; posa com a exemple l'Avenc de Son Mas, a Valldemossa, que es troba obstruït a una fondària modesta. Joly menciona que, tan sols al vessant NW de la Serra de Tramuntana, alguns avencs mostren efectes d'erosió "turbillonar" important, degut a que en aquests paratges es conjuguen una roca compacta amb la presència de muntanyes elevades que poden subministrar aportaments hídrics per a la seva excavació; tot i això, no especifica en què avencs ha observat aquestes presumptes morfologies erosives.

Des del punt de vista estructural, posa de manifest una dicotomia clara entre la Serra de Tramuntana on predominen les diàclasis d'orientació N-S, mentre a la resta de l'illa les coves presenten unes

orientacions generals NE-SW, que segons Joly es repeteixen a la majoria de coves explorades. Aquesta afirmació no està gaire fonamentada i, a més a més, atribueix la mateixa orientació general a coves d'àmbits morfoestructurals tan dispars com la Cova Figuera, de Porto Cristo, o la Cova de les Rodes, de Pollença.

Pel que fa a la hidrografia de l'illa, comenta tan sols molt per damunt que les aigües superficials tendeixen a enfonsar-se, com succeeix a tots els territoris calcaris, i cita el Torrent de Pareis com a exemple al respecte, sense cap més argumentació.

Totes aquestes consideracions finals de caire general no són massa rellevants, amb l'excepció del fet que Joly refuta obertament la gènesi marina de les cavitats de les rodalies de Porto Cristo, en concordança amb altres investigacions del primer terç del segle XX que les relacionen amb l'acció de corrents d'aigües subterrànies. La resta de conclusions geomorfològiques i estructurals que extreu estan poc fonamentades i són bastant especulatives. No obstant això, cal recordar que Joly va fer aportacions interessants sobre la presència dels llacs salabrosos de les Coves del Drac i sobre els fenòmens de precipitació química que han tingut lloc a la seva superfície.

Conclusions: valoració dels resultats de la campanya

La campanya a l'illa de Mallorca, liderada per l'explorador francès Robert de Joly i portada a terme el 1929, es pot qualificar de fructífera des d'una perspectiva estrictament espeleològica: l'expedició explorà un total de 15 cavitats, entre les que es trobaven alguns avencs relativament profunds per als estàndards de l'espeleologia d'aquells anys a les nostres terres. Al llarg de gairebé dues setmanes exploraren coves inèdites dins el panorama espeleològic illenc, com foren la Cova Figuera (Manacor), o l'Avenc d'en Corbera (Esporles), així com cavitats verticals com l'Avenc d'en Trau (Andratx), l'Avenc de sa Marineta (Deià) i l'Avenc de Son Mas (Valldemossa) que amb un desnivell de -83 m esdevindria la cavitat més fonda de Mallorca. Mereix també una menció especial l'exploració de la Cova de les Rodes (Pollença) on recorregueren una extensa cavitat amb diversos ressalts verticals i un petit riu subterrani actiu.

Malgrat tot això, les sensacions de Joly no foren massa satisfactòries: en la memòria de la campanya (JOLY, 1929b) deixa constància nombroses vegades de la seva decepció per les dimensions modestes de moltes cavitats, per les jornades perdudes cercant sense èxit algunes localitats i per la manca de temps que impedí el descens d'alguns avencs localitzats. De totes formes, cal reconèixer que aquesta fou la primera campanya espeleològica desenvolupada a l'illa, en la qual s'exploraren cavitats verticals de relativa importància, fent ús de les innovacions tècniques introduïdes pel mateix Joly. Com aspecte més aviat negatiu, val a dir que durant aquestes activitats no es realitzà cap topografia de les coves i avencs visitats.

Les aportacions en aspectes geològics i morfogenètics foren abundants però no massa remarcables, destacant sobretot les consideracions sobre la gènesi de les Coves del Drac (Manacor) en les quals es refuta la seva formació deguda a l'erosió marina, que proposà Martel en el seu moment (GINÉS, 1995). També en referència a aquesta cova de Porto Cristo, s'exposaren observacions morfològiques encertades sobre els espeleotemes freàtics d'edat holocena que sovintegen a les vores dels llacs de la cavitat.

En suma, es pot considerar que aquesta campanya constitueix una mena de colofó a una etapa del coneixement espeleològic de Mallorca, marcada per les activitats de personatges il·lustres de l'espeleologia francesa –i fins i tot mundial, en alguns casos– com foren: Édouard-Alfred Martel (campanyes de 1896 i 1901), Jacques Maheu (campanya del 1911) i, finalment, Robert de Joly amb la seva expedició de l'any 1929. A aquesta etapa fortament lligada a exploradors i investigadors procedents de França, caldria afegir diverses prospeccions faunístiques que al llarg d'aquelles dècades es publiquen als reculls d'articles de la sèrie *Biospeologica*, com a separates d'una revista francesa de zoologia.

Agraïments

Cal agrair la col·laboració de Gabriel Santandreu i Philippe Audra que han contribuït eficaçment a la documentació de les activitats que són objecte d'aquestes pàgines. El present treball s'emmarca dins del projecte d'investigació finançat per l'Agencia Estatal de Investigación (AEI), PID2020-112720GB-I00/AEI/10.13039/501100011033.

Bibliografia

- ANDRÉ, D.; CASTERET, M.; CARLIER, P.; GAUTIER, A.; KALLIATAKIS, G.; RENOUEAU, C. & RENOUEAU, L. (1997): *La plume et les gouffres. Correspondance d'Édouard-Alfred Martel (de 1868-1936)*. Association Édouard-Alfred Martel. 608 pàgs. Saint-Georges de Luzeçon, França.
- ANÒNIM (1929): Geólogos franceses en Mallorca. *Correo de Mallorca, Diario Católico*. nº 6034, 07-02-1929. pàg. 8. Palma.
- BAUQUIER, H. (1930): Le Dolmen de la «Cueva del Drach» à Porto-Cristo (Majorque). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 27 (3): 170. París.
- BERMEJO, J.; PARDO, J.V.; PÉREZ, J.; VILLAR, A. & MATEU, T. (2019): Cova Figuera - Carrotja d'en Servera o Cova de sa Figuera (Manacor, Mallorca). *Gota a Gota*, 18: 5-11. Villacarrillo, Jaén.
- BOVER, J.M. (1836): *Noticias histórico-topográficas de la isla de Mallorca, estadística general de ella y periodos memorables de su historia*. Imprenta Real regentada por D. Juan Guasp. 243 pàgs. Palma.
- BOVER, J.M. (1839): *Gruta de Son Lluís. Descripción*. Imprenta Nacional á cargo de D. Juan Guasp. 4 pàgs. Palma.
- BOVER, J.M. (1842): *Gruta de Can Siòn en Pollensa*. Guasp. 4 pàgs. Palma.
- BOVER, J.M. (1844): *Descripción de la Gruta de Canet en la villa de Esporlas*. Imprenta Nacional á cargo de D. Juan Guasp. 7 pàgs. Palma.
- CABRER, A. (1840): *Viaje á la famosa gruta llamada Cueva de la Hermita en el distrito de la villa de Artá de la isla de Mallorca*. Imprenta de Pedro José Gelabert. 87 pàgs. Palma.
- CONRADO, M. (1860): Descripción de la caverna de Son Pou en la isla de Mallorca. *El Mundo Pintoresco, Ilustración Española*, 52: 415; 53: 417-418. Madrid.
- DARDER, B. (1946): *Història de la coneixença geològica de l'illa de Mallorca*. Editorial Moll. 185 pàgs. Palma.
- DARDER, B. & FALLOT, P. (1926): *L'île de Majorque*. XIV^e Congrès Géologique International, Excursion C-5. Instituto Geológico de España, Gráficas Reunidas, S.A. 118 pàgs. Madrid.
- ENCINAS, J.A. (1972): Contribuyendo al estudio del karst del valle de Sant Vicenç de Pollença (Mallorca). Espeleogénesis y espeleografía. *Geo y Bio Karst*, 31: 15-22. Barcelona.
- ENCINAS, J.A. (2014): *Corpus Cavernario Mayoricense*. El Gall Editor. 1355 pàgs. Pollença, Mallorca.
- FALLOT, P. (1922): *Étude géologique de la Sierra de Majorque*. Ch. Béranger. 480 pàgs. París.
- FAURA Y SANS, M. (1926): *Cuevas de Mallorca*. XIV Congreso Geológico Internacional, Excursión C-5. Instituto Geológico de España, Gráficas Reunidas, S.A. 78 pàgs + 10 làms. fotos + 4 plànols. Madrid.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (2011): Condicionants litològics i estructurals del carst a les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 37-52. Palma.
- GAY, S. & CHAMPSAUR, B. (1885): *Album de las Cuevas de Artá y Manacor*. Luis Fábregas, Librería Española. 50 pàgs + 2 plànols + 25 gravats. Palma. Barcelona.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20. Palma.
- GINÉS, J. (1995): L'endocars de Mallorca: els mecanismes espeleogenètics / Mallorca's endokarst: the speleogenetic mechanisms. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. Endins, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 71-86. Palma.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2006): La Cova Nova de Son Lluís (Porreres, Mallorca). Notes sobre aspectes històrics i geoespeleològics. *Endins*, 29: 5-24. Palma.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011): Classificació morfogènica de les cavitats càrstiques de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 85-102. Palma.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2022): L'obra espeleològica de Joaquim Maria Bover de Rosselló (1810-1865). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 5: 1-43. Palma.

- GINÉS, J.; GINÉS, A. & FORNÓS, J.J. (2021): Les investigacions sobre el carst i les coves de Mallorca: evolució dels coneixements i perspectives actuals. In: GÓMEZ-PUJOL, L.; ROIG-MUNAR, F.X.; GELABERT, B. & MARTÍN, J.A. (eds.) *De la terra a la mar i de la mar a la terra. Homenatge a Antonio Rodríguez-Perea*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 34: 111-131. Palma.
- JOLY, R. de (1929a): Las exploraciones espeleológicas realizadas en Mallorca en 1929. *Correo de Mallorca, Diario Católico*. n° 6039, 13-02-1929. pàg. 7. Palma.
- JOLY, R. de (1929b): Explorations spéléologiques à Majorque 1929. *Rev. Geog. Phys. et Géol. Dyn.*, 2 (3): 233-245. París.
- JOLY, R. de (1937): *Comment on descend sous terre. Manuel du Spéléologue*. Chastanier frères et Almèras. 80 pàgs. Nîmes.
- JOLY, R. de (1947): *La Spéléologie. Quels sont les moyens et les buts de les explorations souterraines?* Éditions Elzévir. Collection «Problèmes» n° 15. 63 pàgs. París.
- JOLY, R. de (1968): *Ma vie aventureuse d'explorateur d'abîmes*. Editions Salvator. 181 pàgs. Mulhouse, França.
- JOLY, R. de & DENIZOT, G. (1929): Note sur les conditions d'établissement des grottes du Dragon. Région de Manacor (Majorque, Baléares). *Compt. Rend. somm. Soc. Géol. Franc.*, 4^a série, 5: 65-66. París.
- LAURENT, R. (1988): JOLY Robert de (1887-1968). In: DROUIN, P.; LAURENT, R. & VALICOURT, E. de (eds.) *Les grandes figures disparues de la speleologie française. Spelunca*, 31: 57-58. París.
- MAHEU, J. (1912): Exploration et flore souterraine des cavernes de Catalogne et des Iles Baléares. *Spelunca, Bull. et Mém. Soc. Spéleol.*, 8 (67-68): 1-108. París.
- MARTEL, É.A. (1897): Sous Terre (neuvième campagne). Cueva del Drach, à Majorque - Scialets du Vercors - Chouruns de Dévoluy. *Annuaire du Club Alpin Français. 23ème année, 1896*. 368-413 + 1 plànol. París.
- MARTEL, É.A. (1903): Les cavernes de Majorque (Iles Baléares). *Spelunca, Bull. et Mém. Soc. Spéleol.*, 5 (32): 1-32 + 8 làms. fotos + 1 plànol. París.
- NAVARRETE, J. & SIMÓ, B. (1989): Inventari espeleològic dels termes d'Andratx i Estellencs. *Endins*, 14-15: 117-121. Palma.
- ONAC, B.P.; MITROVICA, J.X.; GINÉS, J.; ASMEROM, Y.; POLYAK, V.J.; TUCCIMEI, P.; ASHE, E.L.; FORNÓS, J.J.; HOGGARD, M.J.; COULSON, S.; GINÉS, A.; SOLIGO, M. & VILLA, I.M. (2022): Exceptionally stable preindustrial sea level inferred from the western Mediterranean Sea. *Science Advances*, 8 (26): article n° eabm6185, 8 pàgs + 34 pàgs. supl. Washington.
- PEÑA, P.A. (1882): Apéndice. Plá de las covas de Arta. *Anuari de la Associació d'Excursions Catalana. Any primer 1881*. Tipografia de Jaume Jepús. 313-316 + 1 plànol. Barcelona.
- POMAR, L.; GINÉS, A. & FONTARNAU, R. (1976): Las cristalizaciones freáticas. *Endins*, 3: 3-25. Palma.
- POMAR, L.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (1979): Morfología, estructura y origen de los espeleotemas epiacuáticos. *Endins*, 5-6: 3-17. Palma.
- PUIG Y LARRAZ, G. (1896): *Cavernas y simas de España*. Est. Tip. de la viuda e hijos de M. Tello. 440 pàgs. Madrid.
- RIPALDA, J. (1929a): El final de una leyenda. «S'Avench d'en Corbera» según la tradición. *Correo de Mallorca, Diario Católico*. n° 6048, 23-02-1929. pàg. 1. Palma.
- RIPALDA, J. (1929b): El final de una leyenda. «S'Avench d'en Corbera» según la crítica. *Correo de Mallorca, Diario Católico*. n° 6049, 25-02-1929. pàg. 1. Palma.
- RODÉS, L. (1925): Los cambios de nivel en las Cuevas del Drach (Manacor, Mallorca) y su oscilación rítmica de 40 minutos. *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 19 (7): 207-221. Barcelona.
- SANTANDREU, G. (2002): *Coves i avencs de Santa Maria del Camí*. Edicions Documenta Balear. Col·lecció Arbre de Mar, 7. 184 pàgs. Palma.
- SCHUT, P.O. (2007): *L'exploration souterraine: une histoire culturelle de la spéléologie*. L'Harmattan. 394 pàgs. París.
- SOCIETAT ESPELEOLÒGICA BALEAR (2018): *Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)*. Papers Soc. Espeleo. Balear, 1. 260 pàgs. Palma.
- VUILLIER, G. (1889): Voyage aux îles Baléares. Majorque. *Le Tour du Monde*, 58: 1-64. París.
- WILL, F. (1880): *Plano de la Cueva del Drach. Situada en el predio Son Moro (Manacor, Isla de Mallorca) propiedad del Sr. Dn. José Ygnacio Moragues. Escala 1/500*. Lit. Catalana. 1 plànol. Palma.

Recursos en línia

Biblioteca Virtual de Prensa Histórica / Correo de Mallorca. Diario Católico:

<https://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/registro.do?id=1031247>

Muséum National d'Histoire Naturelle / Direction des Bibliothèques et de la Documentation:

https://bibliotheques.mnhn.fr/EXPLOITATION/infodoc/ged/viewportalpublished.ashx?eid=IFD_FICJOINT_MNHN_GEODY_1929_T002_N003_1



Aquest article es distribueix sota els termes de la llicència CC-BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

L'avenc de sa Casilla (El Pilar de la Mola, Formentera)

Francesc GRÀCIA^{1,2}, Juan J. ENSEÑAT¹, Gabriel SANTANDREU¹, Carlos Vicente LAGO³, Sergi RAMIRO³, Enric TORRES⁴, Damià VICENS¹ i Joan J. FORNÓS^{1,2}

¹Societat Espeleològica Balear. Palma. Email: xescgracia@yahoo.es

²Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma.

³Colgados de Formentera. colga2@gmail.com

⁴Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA, CSIC–UIB, Esporles, Mallorca).

Abstract

In this work, the topographic survey and characteristics of a cave with a toponym that recalls a profession that has faded in time, that of road laborers, is made known. It is closely linked to the location of a chasm right on the sidewalk of the road to la Mola.

The cave develops entirely on bioclastic Pleistocene or, probably Pliocene, eolianites. It was formed by rock distension and can be considered as a chasm in the vadose zone of mechanical origin. It has a depth of 39 m and a total length of 238 m. The topographical survey shows two different sections, a subhorizontal chamber at the beginning that shows corrosion morphologies in the roof, while the rest of the cave presents a clear vertical trend following the fracture that has generated the void. The fall of rock slabs and blocks has formed false floors and it difficult to appreciate the whole morphology of the chasm. The speleothems decoration is well developed and extensive along the cavity.

From a paleontological point of view, the terrestrial mollusk endemic to Formentera *Xerocrassa formenterensis*, has been found for the first time in a karst site. Several locations with bones have also been discovered, two with the long-nosed bat (*Myotis myotis*) and one with an anatid bird. This osteological material documents for the first time the presence of this bat species on the island of Formentera, as it is found that it bred in Avenc de sa Casilla, given the abundance of remains of juvenile specimens. Nowadays no living population of this species is known in the Pitiüses.

Resum

En aquest treball es dona a conèixer la topografia i característiques d'una gruta amb el topònim que recorda una professió esvaïda en el temps, la dels peons caminers, molt vinculada a la ubicació de l'avenc just a la vorera de la carretera de la Mola.

La gruta es desenvolupa completament dins eolianites bioclàstiques pleistocenes o fins i tot pliocenes. S'ha format per distensió mecànica, per la qual cosa pot ser considerada com un avenc de la zona vadosa i dins de la tipologia d'avenc d'origen mecànic. La cavitat presenta una fondària de 39 m i un recorregut total de 238 m. Contrasta un primer tram, amb pendent suau i formes de corrosió al sostre, de la resta de la gruta, que mostra una tendència clarament vertical seguint la fractura que ha generat el buit principal. La caiguda de lloses i blocs ha conformat falsos pisos que compliquen la morfologia de l'avenc. Destaca la profusió d'espeleotemes que recobreixen extenses zones de la caverna.

Des de la perspectiva paleontològica a la cavitat s'ha trobat el mol·lusc terrestre *Xerocrassa formenterensis*, endèmic de Formentera i primera cita fòssil a un jaciment càrstic. També s'han descobert ossos d'una au anàtid tipus oca, així com abundants restes osteològics de la ratapinyada de morro llarg (*Myotis myotis*). Aquest material documenta per primera vegada la presència d'aquesta espècie de ratapinyada a l'illa de Formentera, ja que es constata que criava a l'avenc de sa Casilla, donada l'abundància de restes d'exemplars juvenils. Actualment no es coneix cap població vivent d'aquesta espècie a les Pitiüses.

Gràcia, F.; Enseñat, J.J.; Santandreu, G.; Lago, C.V.; Ramiro, S.; Torres, E.; Vicens, D. i Fornós, J.J. (2023):
L'avenc de sa Casilla (El Pilar de la Mola, Formentera).
Papers Soc. Espeleo. Balear, 6: 19-31. ISSN-e 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear.
Rebut: 14 juliol 2023; **Revisat:** 17 agost 2023; **Acceptat:** 21 agost 2023.
Publicat online: 29 agost 2023.

Introducció

L'avenc es localitza just a la vorera de la carretera de la Mola (PM-820), a pocs metres del restaurant *es Mirador* (Figura 1). El grup esportiu *Colgados de Formentera* va proposar fer una visita a la cavitat el 2022 per fer la topografia de la gruta, amb cert renom entre la comunitat espeleològica de l'illa atesa la seva dificultat tècnica i bellesa. Una causa afegida era la preocupació per la possible destrucció de l'avenc per la seva localització just a la vora de la carretera. Aquests antecedents aconsellaren elevar la proposta d'estudi de la cavitat a l'àrea de Patrimoni del Consell Insular de Formentera, que acollí favorablement el projecte.

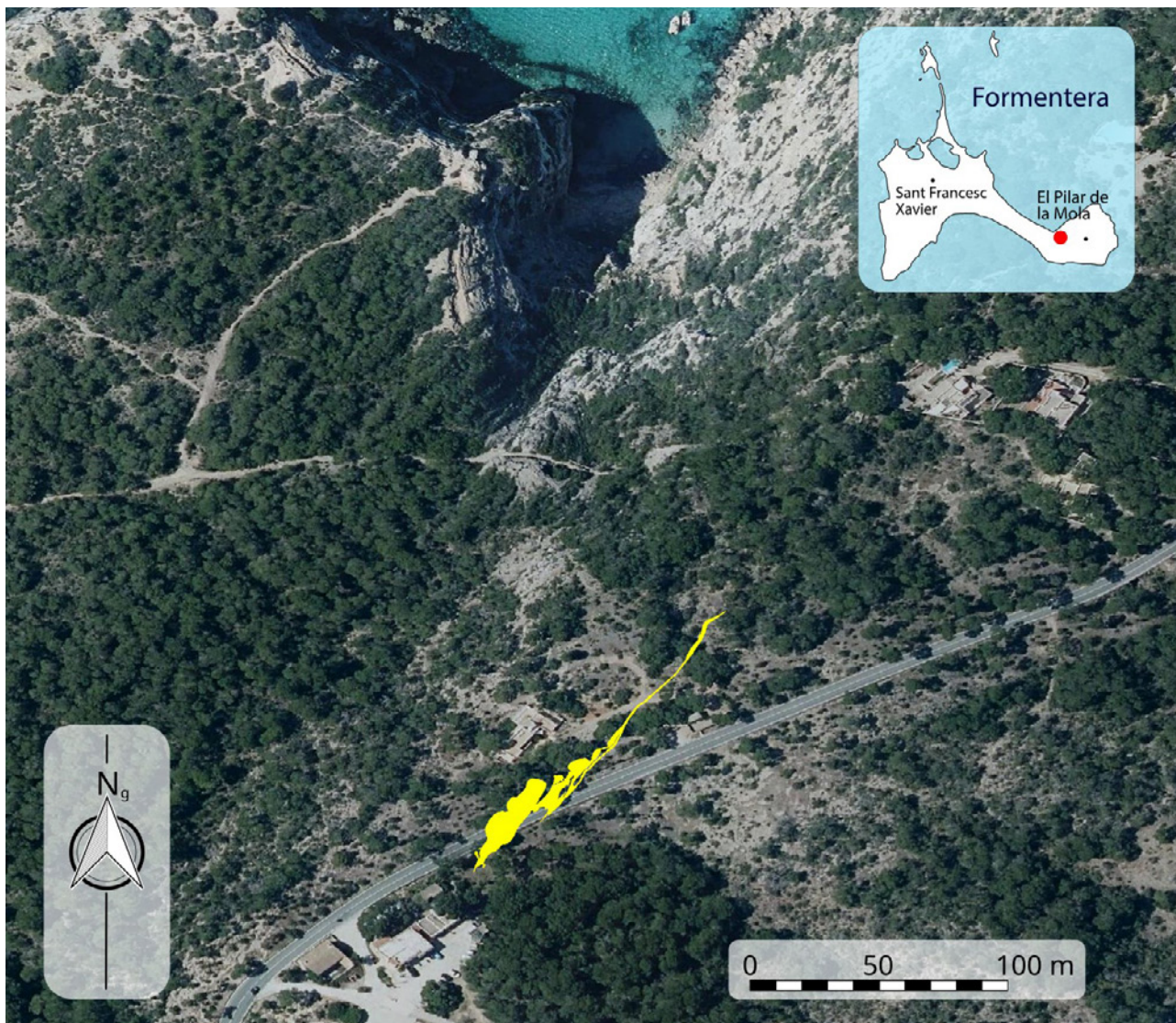


Figura 1: Mapa de situació de l'avenc de sa Casilla (Font: SEB sobre ortofotografia IDEIB, 2021).
 Figure 1: Location of Avenc de sa Casilla (Source : SEB and aerial orthophotography IDEIB, 2021).

La primera referència a l'avenc apareix al treball *Les grottes de l'île de Formentera (Baléares) et leurs relations avec les oscillations de la Méditerranée* (MONTORIOL-POUS & TERMES, 1965), on se li assigna una fondària de 22 m i una longitud de 50 m, emperò no es publicà cap topografia. La cavitat ja figurava a l'inventari espeleològic de les Pitiüses (TRIAS, 1983) amb un VI, això és una categoria espeleomètrica que comprèn els avencs d'entre 15 i 50 m de fondària. Al treball recopilatori *Dans les grottes perchées de Formentera (Baléares)* (BRISON, 2002) es fa referència a l'avenc de sa Casilla, reproduint la poca informació coneguda d'abans. Sabem que la seva exploració amb el recorregut que es coneix actualment es degué fer pel desaparegut *Grupo Espeleológico de las Pitiusas* (GEP), els membres del qual davallaren també el *pou dels Llots*, cota més fonda, ja que s'hi han trobat evidències de la seva presència. Més recentment, Fran Ayala, del grup *Colgados de Formentera*, va fer un croquis parcial del perfil de l'avenc on ja consten les zones més pregones, encara que no inclou tota la part NE, la qual constitueix pràcticament la meitat de la cavitat.

Aspectes toponímics

El topònim de la cavitat prové del castellanisme *casilla* (casella o caseta en català) de peó caminer, terrelló o simplement caminer, per la proximitat de l'avenc a aquesta edificació, abans de fer-se el restaurant *es Mirador*. També és conegut amb el nom d'avenc des Mirador arran de la construcció del restaurant.

La caseta es troba a la carretera insular PM-820, carretera de la Savina a la Mola, al punt quilomètric 14,275. Està inclosa en el Catàleg del Patrimoni Cultural de Formentera (fitxa núm. 910). Els peons caminers eren els operaris encarregats de mantenir en bon estat cada llegua de la carretera; és a dir, l'equivalent d'uns 5,5 km. A Espanya aquesta figura va ser creada al segle XVIII, concretament l'any 1759 durant el regnat de Ferran VI i es mantingué al llarg de tot el segle XIX i al començament del XX, acabant per convertir-se en funcionaris del Ministeri d'Obres Públiques. A mesura que s'asfaltaven les carreteres i es començaven a generalitzar els automòbils, els peons caminers abandonaren aquestes cases per anar a viure a les viles més pròximes, i aquestes casetes passaren a ser únicament magatzems de materials fins al dia d'avui, malgrat que moltes han quedat abandonades o derruïdes. La caseta, que estava situada a la meitat de la llegua que tenien assignada, consta de planta rectangular i dos aiguavessos i en ocasions vivien en aquests habitatges dues famílies. Va ésser cedida per l'Estat al Govern Balear l'any 1984, i el 2001 aquest va transferir les competències de carreteres al Consell Insular d'Eivissa i Formentera (MARTÍNEZ, 2015). D'ençà del 2007 la titularitat pertany al Departament d'Infraestructures del Consell Insular de Formentera, que la va rebre juntament amb l'altra caseta de peó caminer de l'illa. Està inclosa a l'inventari del Patrimoni Cultural de Formentera (CONSELL INSULAR DE FORMENTERA, 2010).

Situació geològica de l'avenc

A Formentera, les àrees geogràfiques aixecades (la Mola i Barbaria) es poden considerar petites plataformes de materials disposats de forma horitzontal i constituïdes per facies esculloses del neogen superior, les quals acaben abruptament formant penya-segats. Estan coronades per les calcarenites del Complex Terminal. A les zones deprimides afloren bàsicament sediments formats per dipòsits eòlics i al·luvions del plio-quadernari que recobreixen els materials neògens (IGME, 2009). Així, la intensa fracturació, generada sota un règim de distensió tectònica, va donar lloc a la densa xarxa de falles normals, d'orientació NE-SW i NW-SE (FORNÓS & GELABERT, 2011), el resultat de les quals va ser la individualització dels promontoris de la Mola i Barbaria (RANGHEARD, 1984; GIMÉNEZ et al., 2007). Els materials miocens del tortonià afloren en bona part de la costa, poc deformats i mostrant una intensa fracturació (i diaclasació), on les margues, sorres, bretxes i calcàries del tortonià constitueixen un conjunt heterogeni. A grans trets, es tracta d'una alternança de nivells tabulars d'ordre decimètric a mètric disposats subhoritzontalment. La direcció de la cova sembla correspondre a una

d'aquestes fractures de distensió tectònica NE-SW que han estat documentades també a la zona de Sant Ferran i proximitats.

La litologia on s'obri la cova correspon a eolianites, que podrien pertànyer al pliocè o pleistocè, a les quals es pot observar clarament la típica laminació encreuada, asimptòtica per la base, corresponent a la migració de les dunes. La roca, de color generalment blanc groguenc correspon a una calcarenita de composició bioclàstica (Figura 2). Per tal de dur a terme la seva descripció es van recollir dues mostres, una a la *sala del Pastís* prop de l'entrada i situada a 8 m de fondària (FOR-1) i l'altra a la zona més profunda a la *galeria Llarga* a 27 m de fondària (FOR-2). En el primer cas (FOR-1), la composició mineral de la mostra està formada per un 93,3% de calcita i un percentatge de quars de 6,7%. La segona mostra presenta una composició similar (95,8% de calcita, 3,1% de quars) però s'hi pot trobar

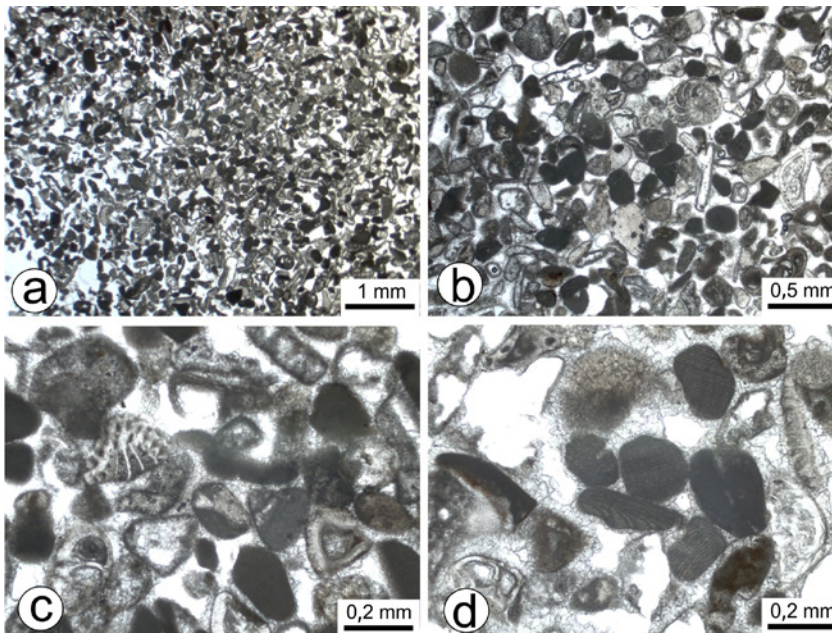


Figura 2: La vista al microscopi en làmina prima (llum paral·lela) de la roca mostra un molt bon grau de selecció (a) i arrodoniment dels grans (b), amb una composició bioclàstica dominada majorment pels foraminífers bentònics (b, c) i algues vermelles (d). El grau de cimentació és baix i de caràcter vadós (d) (Foto: J.J. Fornós).

Figure 2: The microscopic view in thin section (parallel light) of the rock shows a very good degree of selection (a) and rounded grains (b) with a bioclastic composition mainly dominated by benthic foraminifera (b, c) and red algae (d). The degree of cementation is low and of a vadose nature (d) (Photo: J.J. Fornós).

un petit percentatge de feldspats (1,1%). Des del punt de vista textural la mida de gra correspon a arenes de fines a molt fines (0,250-0,063 mm de diàmetre) molt ben classificades, i en general, la roca està relativament poc cimentada amb ciment vadós, mostrant els grans un bon grau d'arrodoniment.

Entre els components bioclàstics hi destaquen les algues vermelles, els foraminífers i els fragments de mol·luscs. També s'hi poden observar algunes restes d'equinoderms. Respecte a la composició bioclàstica no s'observen diferències entre les dues mostres. Els foraminífers són bentònics, majorment epífits relacionats amb praderies de fanerògames marines que, en general, indiquen una procedència de poca fondària. Hi ha tant foraminífers dels gèneres textulàrids, com miliòlids, discòrbids o rotàlids (es pot diferenciar alguna *Miniacina* sp). Les dues mostres agafades presenten en línies generals la mateixa composició. Tan sols, la presència de més miliòlids a la mostra superior indicaria, potser, una procedència d'aigües més somes i, tal vegada, més salines. Això es veuria reforçat per una major proporció d'equinoderms i algues coral·linàcies a la mostra dels nivells inferiors.

Descripció de la cavitat

La caverna segueix una direcció 35°, amb una distància lineal màxima, entre els dos extrems de la planta de 145 m, un recorregut total de 238 m i una profunditat de 39 m. L'avenc presenta la part superior (*sala del Pastís*) amb poc pendent i abundants morfologies de dissolució al sostre. La resta de la gruta, posseeix una tendència clarament vertical seguint la fractura que ha generat l'espai. Els processos d'esfondrament successius han provocat l'acumulació de blocs i lloses i la creació de replans intermedis (Figura 3). Algunes zones es troben extraordinàriament recobertes d'espeleotemes, fins al punt que per poc no barren l'accés a les continuacions de l'avenc. Les zones més ornamentades són la *sala del Polp*, la *galeria de les Banderes*, així com el *pou dels Llots*, amb grans colades parietals. Entre els espeleotemes de degoteig destaquen, per la seva abundància, les estalactites, les estalagmites i les banderes (com a formes mixtes entre degoteig i de flux). Abunden també les colades parietals i pavimentàries (espeleotemes de flux), amb la presència puntual de coral·loides i algunes formes excèntriques (espeleotemes produïts per capil·laritat) i algun *gour* (espeleotemes subaquàtics d'origen vadós).

Entrada

La boca es troba just al llindar de la carretera de pujada a la Mola i actua com a engolidor de les aigües d'escorrentia que circulen per la via. Segons les informacions aportades pel grup de *Colgados de Formentera* l'entrada d'aigua és molt abundant en moments de fortes pluges i impossibilitaria la sortida de possibles visitants de l'avenc. L'entrada es troba modificada per les obres de la carretera, que la van adaptar i fins i tot van construir un petit emparedat a la banda del vial. Les seves mides són d'1,5 x 0,6 m. L'accés a l'interior és molt incòmode, a causa d'un angost passatge d'uns 3 m de longitud, on s'aprecia un fort corrent d'aire. El recorregut que segueix l'aigua és de cap al SE, per una estretor on s'aprecien branques i altres restes arrossegades per la força de la correntia. Passat l'estretor, un petit vestíbul de devers 1 m d'alçada, recobert parcialment per colades pavimentàries i cianofícies permet descendir una dotzena de metres fins a assolir la *sala del Pastís*.

Sala del Pastís

La sala, continuació del corredor d'accés, fa uns 27 m de longitud i devers 10 m d'amplària, i entre 2 i 3 m d'alçada. Destaquen les morfologies de dissolució al sostre, en forma de cúpules amb ondulacions i qualque penjant (Figura 4). Del sostre guaiten arrels de la vegetació exterior, de minses mides, però molt extenses per tota la sala. És molt visible la laminació de les eolianites que conforma tot el rocam on es desenvolupa la cavitat, així com també els nombrosos blocs de diferents mides que recobreixen el trespol de la sala; alguns superen els 4 m de longitud. La sala es troba a uns -8,5 m de cota respecte a la boca. Algunes primes colades pavimentàries recobreixen el pis. També es localitzen estalagmites i petites estalactites i banderes, especialment vorejant el costat de ponent de la sala. D'entre els espeleotemes destaca una estalagmita d'amplària i estètica considerable que dona nom a l'àmbit (Figura 4).

Sala del Polp

La continuació de la cavitat es fa per davall d'unes lloses i blocs caiguts, a la zona de gregal de la *sala del Pastís* (Figura 5). Al començament de la davallada va aparèixer, bàsicament en superfície, la primera localitat amb ossos que corresponen a ratapinyada del gènere *Myotis*. Se segueix davallant per un rost

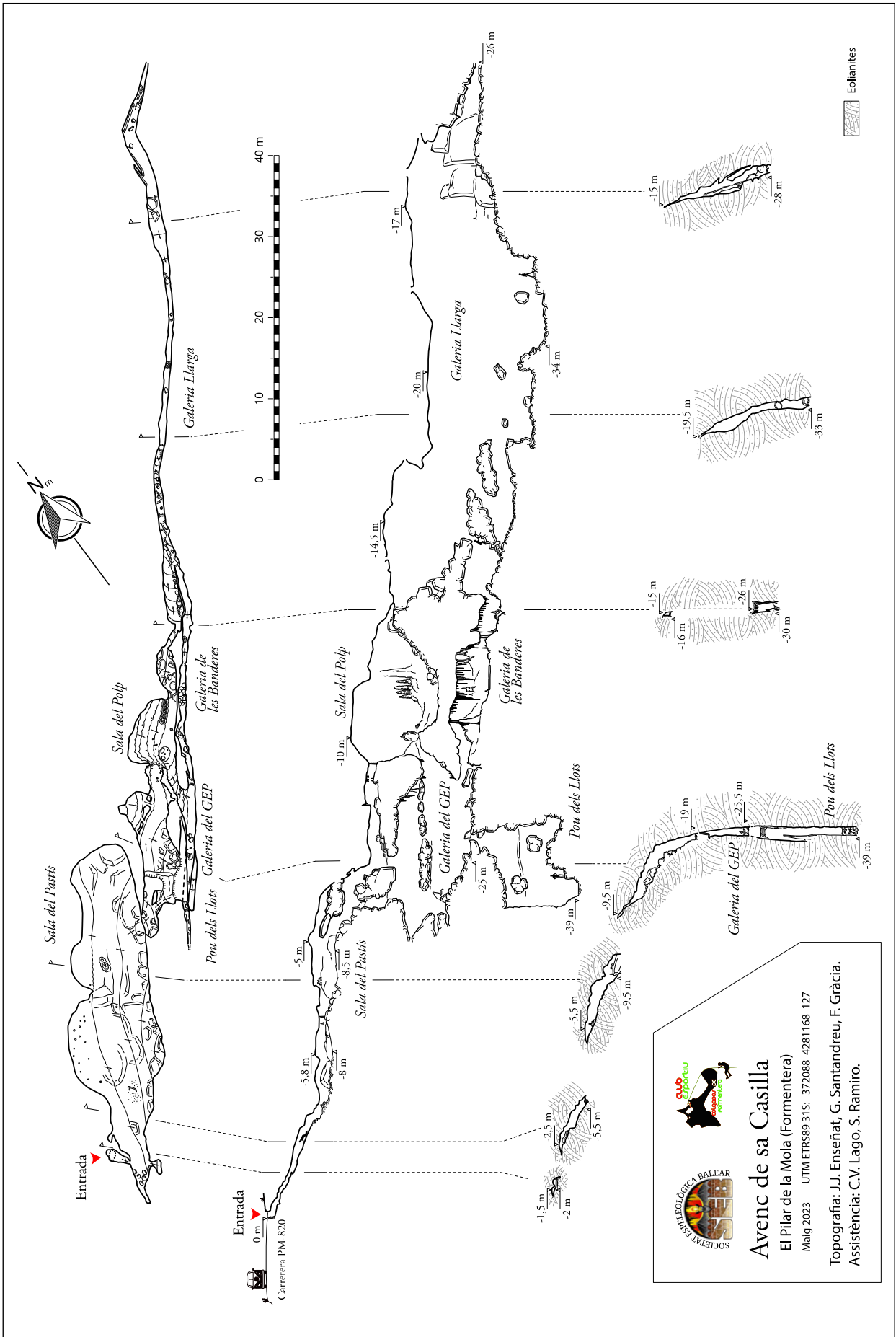


Figura 3: Topografia de l'avenc de sa Casilla.
 Figure 3: Topographic survey of Avenc de sa Casilla.



Figura 4: Sala del Pastís, on s'aprecia al centre la formació que li dona nom. En aquest indret són ben evidents les cúpules i formes sinuoses de corrosió a les eolianites on s'excava la cavitat (Foto: G. Santandreu).
Figure 4: Sala del Pastís, showing the speleothem that gives the name to the hall in the center of the image. Cupolas and sinuous solutional shapes on the eolianites where the cavity is carved are clearly visible (Photo: G. Santandreu).

de blocs i s'aprecia el rocam d'eolianites que conforma les parets i sostre. En alguns indrets colades pavimentàries molt primes recobreixen els blocs. Blocs i lloses encaixades entre les parets atorguen a aquesta zona una especial complexitat. Si se segueix baixant en vertical s'accedeix a la *galeria del GEP*, després d'haver superat dos falsos pisos amb uns 25 m de desnivell total. Si, per contra, en sortir del corredor que parteix de la *sala del Pastís*, s'agafa un itinerari superior, en direcció NE, a una quinzena de metres la cavitat pren verticalitat i un desnivell d'uns 8 m, que també requereix fer servir material de progressió vertical. Aquest salt condueix a la pròpiament anomenada *sala del Polp*. Es tracta d'un espai amb molta ornamentació calcària, amb un desnivell total de devers 13 m i una longitud de 18,6 m. L'amplària del crui varia entre 2 i 4 m, llevat de la zona inferior de la sala, que només és d'1,2 m. Presenta una alineació d'estalagmites molt actives, d'entre 1 i 1,8 m d'alçària, amb el recobriment del sostre per estalactites fistuloses i la presència de colades parietals. Al seu fons, a uns 22 m de fondària, es va localitzar el segon dipòsit d'ossos i caragols; en aquest cas pertanyents a una espècie del grup de les oques. Des d'aquí també es pot accedir, davallant per un rost amb material de progressió vertical, fins a la *galeria del GEP*.

Galeria del GEP

S'assoleix una zona molt concrecionada, amb espeleotemes força actius. Entre aquests destaquen les colades pavimentàries i parietals, banderes i massissos estalagmítics. Els coral·loides recobreixen alguns indrets. L'alçada és d'uns 11 m i l'amplària d'uns 1,40 m amb gran aspecte de verticalitat. L'origen del topònim es deu a la presència d'una desafortunada pintada a la paret on està escrit «20-12-87. GEP. Angel». El *Grupo Espeleològic de las Pitiusas* (GEP) va ésser un grup de la Federació Balear d'Espeleologia (FBE), actualment desaparegut. Seguint la fractura en direcció NE s'enllaça amb la via que descendeix de la *sala del Polp*. Una llosa vertical concrecionada permet seguir davallant



Figura 5: Passatge vertical que dona accés a la Sala del Polp. En aquesta zona, l'avenc va assolint verticalitat, combinant pisos superposats amb salts de diverses alçades (Foto: G. Santandreu).

Figure 5: Vertical passage that gives access to the Sala del Polp. In this area, the chasm gradually reaches verticality, combining superposed floors with vertical pits of various heights (Photo: G. Santandreu).

i en dificulten el trànsit (Figura 6). A pocs metres de l'inici de la galeria, una estretor descendent i recoberta d'espeleotemes, columnes i colades parietals, per poc no tanca l'accés a la continuació. La cova prossegueix entre colades pavimentàries, amb el sostre recobert d'estalactites i els gour molt actius, amb presència de làmines de calcita flotant. L'amplada de la galeria només és d'uns 60 a 80 cm, emperò l'alçària és de devers 4,20 m. Algunes excèntriques de petites mides recobreixen i decoren encara més l'àmbit. La cavitat continua i cal superar altres passos estrets que descendeixen entre formacions calcàries. La galeria s'allarga una trentena de metres fins a convergir amb un ramal superior que procedeix de la sala del Polp.

Galeria Llarga

En aquesta zona l'alçària de la galeria és d'uns 10 m, incrementant-se a mesura que s'avança fins a assolir els 16 m, amb el sostre tancat parcialment per blocs. S'aprecia molt bé la laminació de les eolianites, especialment a la paret del SE, ja que la paret oposada es troba recoberta de fines colades parietals blanques amb microgours. La inclinació de la laminació es va mesurar en $18,2^\circ$, amb una direcció entorn als 35°N . La galeria es caracteritza per la gran alçada i per presentar un pis fals format per blocs encaixats entre les parets, que la subdivideixen localment en dos nivells superposats (Figura 7). S'ha de progressar en oposició a qualche indret i realitzar un descens amb corda per superar el desnivell causat pels blocs. En aquesta galeria, l'amplària entre les parets, al començament de la fractura està compresa generalment entre 1,30 i 1,50 m per després incrementar les mides fins a assolir en qualche indret els 2,5 m. El tercer indret amb ossos, també de ratapinyada i a una cota de devers 27 m es localitza a una zona de blocs encaixats, a un fals pis de la fractura. La galeria Llarga fa

a plom per un estret pas a través del *pou dels Llots*, que no és més que la continuació de la fractura a cotes més pregones. La galeria presenta aspecte de verticalitat, amb una bona visió de la fractura que ha generat la cavitat i amb coral·loides que recobreixen les parets, així com microgours al terra. El trespol està format per roques despreses i encaixades, amb recobriment estalagmític que ha generat un fals paviment on es produeixen petites acumulacions d'aigua. La seva continuació en direcció NE forma la *galeria de les Banderes*.

Pou dels Llots

El pou s'inicia als 25 m de fondària i davalla uns 14 m més. Consta d'un primer tram aeri de 7 m, fins a un taponament de blocs encaixats, i després davalla 3 m més fins a un pròxim replà; finalment, dos escalons successius permeten fer una baixada de 4 m més i assolir la màxima profunditat de la cavitat, de 39 m respecte de la boca. Les parets són eolianites, recobertes a la part més distal per colades parietals, les quals a la part terminal assoleixen aspecte de columnes. Es tracta d'espeleotemes molt actius. A baix de tot, un petit replà dona nom al pou, ja que es troba reblert per fang negre.

Galeria de les Banderes

Parteix des de la *galeria del GEP*, per un angost pas entre grans blocs encaixats i concrecionats, amb espais buits amb estalagmites i altres espeleotemes. Les colades recobreixen el terra amb qualche gour i una successió de més d'una desena de belles banderes, que decoren la paret SE



Figura 6: Superat un estret pas, s'accedeix a la *galeria de les Banderes*. És un dels trams de l'avenc on es concentra la major varietat d'espeleotemes (Foto: G. Santandreu).

Figure 6: Once a narrow passage is overcome, you have access to the *Galeria de les Banderes*. It is one of the sections of the chasm where the greatest variety of speleothems is concentrated (Photo: G. Santandreu).



Figura 7: La *galeria Llarga* destaca per les seves dimensions, tant en longitud com alçada. Presenta un trànsit, a trams enrevessat, que obliga a superar ressalts verticals i acumulacions de blocs encaixats (Foto: G. Santandreu).

Figure 7: *Galeria Llarga* stands out for its dimensions, both in length and height. It presents a convoluted profile that forces you to overcome vertical sections and accumulations of fitted blocks (Photo: G. Santandreu).

un recorregut total de 55 m fins a arribar a un esfondrament de blocs. La darrera vintena de metres de la cavitat s'inicia amb un col·lapse de grans blocs parcialment concrecionat, amb dimensions de cada pic més reduïdes fins a fer-se impracticable.

Espeleogènesi

L'illa de Formentera compta amb nombroses cavitats litorals en els dipòsits calcaris del miocè superior, però amb la peculiaritat destacable que suposa l'abundància del que designem com a coves marginals litorals o coves de cingle (TRIAS, 1983). L'avenc de sa Casilla correspon a una tipologia de cavitat del tot diferent i de la qual constitueix, per ara, el seu màxim exponent.

D'acord amb GINÉS & GINÉS (2011) podem classificar la cavitat dins la categoria morfo-genètica d'avenc de la zona vadosa i la tipologia d'avenc d'origen mecànic. Aquests tipus d'avencs són cavitats de planta rectilínia que arriben de vegades a profunditats notables. La seva presència està relacionada amb els processos de distensió que es produeixen als relleus enèrgics de les muntanyes illenques i, en particular, a les proximitats de grans penya-segats. Així es formen importants escletxes, molt properes i paral·leles als espadats rocosos, que es correspondrien amb les *fentes de décollement* de RENAULT (1967) o els *gouffres tectoniques* de GÈZE (1953). En algunes ocasions, es tracta d'importants fractures verticals gairebé no retocades pels processos de carstificació. L'avenc de sa Casilla segueix aquesta tipologia, però curiosament es desenvolupa en la seva totalitat dins un important paquet d'eolianites, que assoleixen almenys els 40 m de potència a la zona de la cavitat. L'avenc, contràriament al que és habitual en aquest tipus de caverne, presenta gran riquesa d'espeleotemes.

Fauna fòssil

Durant l'aixecament de la topografia de l'avenc de sa Casilla s'han detectat tres punts on es conservaven restes de vertebrats i gasteròpodes pulmonats endèmics atribuïbles al pleistocè superior-holocè. Els materials recol·lectats es trobaven en superfície. Algunes de les peces presenten un recobriment de colada, mentre que unes altres es trobaven completament englobades pels precipitats d'espeleotemes de la cavitat.

Invertebrats

S'han localitzat, damunt els sediments, caragols de l'espècie *Xerocrassa formenterensis* a la *sala del Polp*, a devers 70 m a l'interior de la cavitat i a 22 m de profunditat. En relació amb aquesta troballa i la seva determinació, GASULL (1964) cita *Helicella caroli* amb una àmplia distribució a les Pitiüses. Posteriorment, tant PONS & PALMER (1996) com BECKMANN (2007), distingeixen una sèrie de subespècies, on la de Formentera es denomina *Trochoidea caroli formenterensis*. Recentment, CHUECA et al. (2017a) presenten una actualització taxonòmica i de nomenclatura per a les espècies del gènere *Xerocrassa* Monterosato, 1892, endèmiques de l'arxipèlag balear, basada en els resultats filogenètics i de delimitació d'espècies obtingudes per CHUECA et al. (2017b), donant una espècie pròpia, *Xerocrassa formenterensis*. Pel que fa a les cites de mol·luscs terrestres fòssils procedents de jaciments càrstics de les Pitiüses, VICENS & PONS (2011) no citen cap tàxon de Formentera, pel que es podria considerar aquesta la primera troballa documentada en aquests tipus de dipòsits.

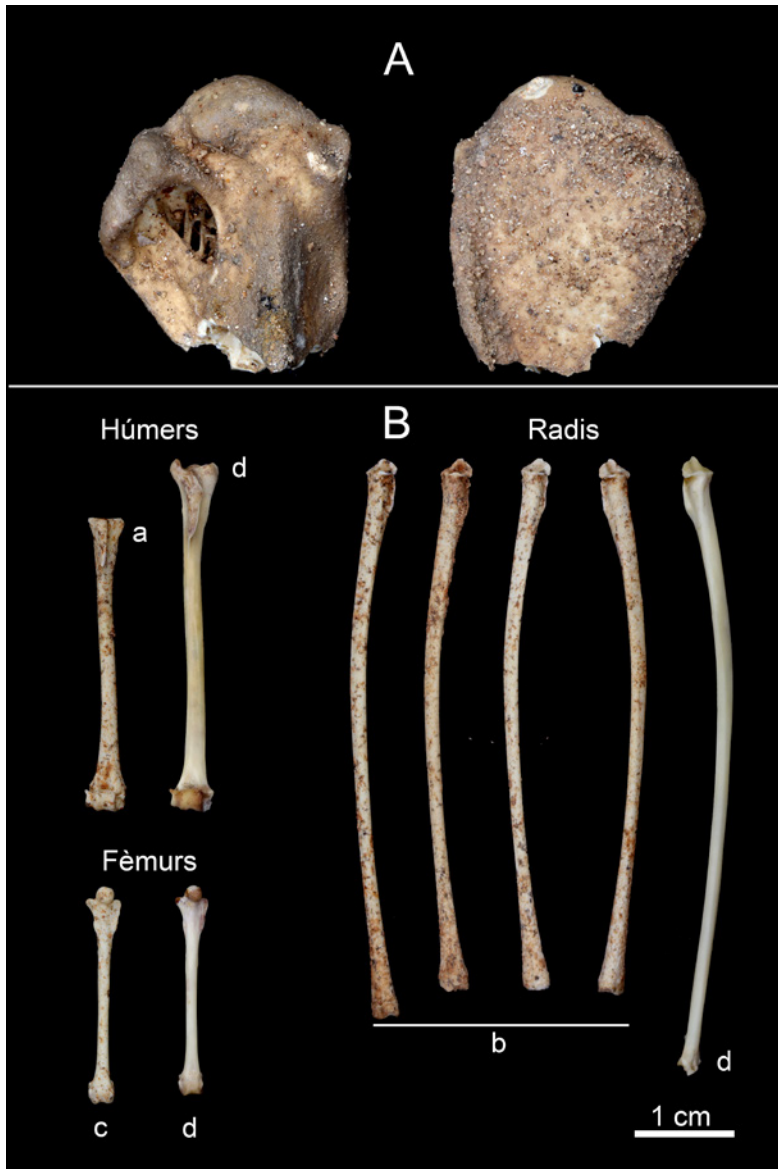


Figura 8: Exemples de les restes fòssils trobades a l'avenc de sa Casilla. A: fragment proximal d'un húmer dret pertanyent a un Anserini (IMEDEA 109512). B: elements ossis de *Myotis myotis*. Ba-c: exemplars fòssils. Bd exemplar actual de comparació (IMEDEA 106889). Ba: húmer dret d'un juvenil (IMEDEA 109501); Bb: radii d'exemplars juvenils (d'esquerra a dreta, IMEDEA 109507, 109506, 109505, 109504); Bc: fèmur dret (IMEDEA 109508) (Fotos: Rosario Cañas, Servei de Col·leccions de l'IMEDEA).

Figure 8: Specimens of the fossil remains found in the Avenc de sa Casilla. A: proximal fragment of a right humerus belonging to an Anserini (IMEDEA 109512). B: bone elements of *Myotis myotis*. Ba-c: fossil specimens; Bd current specimen for comparison (IMEDEA 106889). Ba: right humerus of a juvenile (IMEDEA 109501); Bb: radii of juvenile specimens (from left to right, IMEDEA 109507, 109506, 109505, 109504); Bc: right femur (IMEDEA 109508) (Photos: Rosario Cañas, IMEDEA Collections Service).

Recentment, CHUECA et al. (2017a) presenten una actualització taxonòmica i de nomenclatura per a les espècies del gènere *Xerocrassa* Monterosato, 1892, endèmiques de l'arxipèlag balear, basada en els resultats filogenètics i de delimitació d'espècies obtingudes per CHUECA et al. (2017b), donant una espècie pròpia, *Xerocrassa formenterensis*. Pel que fa a les cites de mol·luscs terrestres fòssils procedents de jaciments càrstics de les Pitiüses, VICENS & PONS (2011) no citen cap tàxon de Formentera, pel que es podria considerar aquesta la primera troballa documentada en aquests tipus de dipòsits.

Vertebrats

S'han trobat tres localitzacions amb ossos, dipositats en superfície, dins l'avenc. El primer punt, amb ossos de ratapinyada de morro llarg, es troba després de la *sala del Pastís*, a 40 m de distància i a 10 m de profunditat respecte de la boca de la cavitat, davallant de cap a cotes més baixes. El segon lloc, amb ossos d'anàtids i caragols, s'ubica al fons de la *sala del Polp*, a uns 70 m de recorregut i 22 m de fondària, amb la presència de qualche os que no s'ha recuperat per trobar-se concretionat al terra, aferrat al sediment. Aquest dipòsit, especialment dels anàtids, és mal d'explicar amb l'actual configuració de la cavitat, tret que procedissin d'una antiga entrada actualment impracticable situada més a la verticalitat per damunt d'aquesta localitat o bé d'ossos introduïts per un depredador. El tercer indret amb ossos, altre cop de ratapinyada, ha estat a la *galeria Llarga*, a uns 120 m de la boca i a una profunditat de devers 27 m.

Els materials han estat diagnosticats en base a la col·lecció de referència de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB) i a les claus d'identificació de FELTEN et al. (1973) i DODELIN (2002).

CLASSE AVES
ORDRE ANSERIFORMES
FAMILIA ANATIDAE
TRIBU ANSERINI

MATERIALS: fragment proximal d'un húmer (IMEDEA 109512; Figura 8-A), fragment de mandíbula (IMEDEA 109513). Tementativament, s'atribueix al mateix Anserini una vèrtebra i altres fragments d'ossos llargs (IMEDEA, sense número). Les restes disponibles representarien un nombre mínim de 2 individus.

Aquestes restes provenen del fons de la *sala del Polp*, a uns 22 m de fondària. A Formentera, les restes d'un Anseriforme atribuït al gènere *Anser* han estat documentats a la cova des Riuets, sense aparèixer figurades ni consultables (LÓPEZ-GARÍ et al., 2013). D'altra banda, a Eivissa es té un bon registre d'un Anserini, actualment en estudi (FEMENIAS-GUAL & ALCOVER, 2023), que es troba especialment ben representat a l'avenc des Pouàs (FLORIT et al., 1989) i en menor mesura a la cova d'en Jaume Orat (McMINN et al., 1993).

CLASSE MAMMALIA
ORDRE CHIROPTERA
FAMILIA VESPERTILIONIDAE
GÈNERE MYOTIS (Kaup, 1829)
Myotis myotis (Borkhausen, 1797)

MATERIALS: hùmers (IMEDEA 109501-109503; Figura 8-Ba), radis (IMEDEA 109504-109507 i 109514-109515; Figura 8-Bb), fèmurs (IMEDEA 109508 i 109509; Figura 8-Bc), mandíbula (IMEDEA 109510), pelvis (IMEDEA 109511) i fragments indeterminats tementativament atribuïts a aquesta espècie (IMEDEA, sense número). En base als radis recuperats, el nombre mínim d'individus representats és de 5.

Les restes fòssils recuperades de ratapinyada de morro llarg provenen de dues localitzacions, el primer punt amb ossos de ratapinyada es troba després de la *sala del Pastís*, a 40 m de distància i a 10 m de profunditat respecte de la boca de la cavitat (IMEDEA 109501-109510/109514-109515). El segon lloc, s'ubica a la *galeria Llarga*, a uns 120 m de la boca i a una cota de devers -27 m (IMEDEA 109511).

Aquests materials documenten per primera vegada la presència d'aquesta espècie de ratapinyada a l'illa de Formentera, ja que es constata que criava a l'avenc de sa Casilla, donada l'abundància de restes d'exemplars juvenils. A l'illot de s'Espalmador, GUERRA et al. (2014) detectaren restes subactuals d'un exemplar juvenil de *Myotis myotis* depredat per l'olibassa, *Tyto alba*. Aquest exemplar pot haver estat capturat bé al propi illot o bé a qualsevol de les illes principals (Eivissa o Formentera). A Eivissa, el registre d'aquesta espècie és molt continu a es Pouàs (ALCOVER, 2003), on es va detectar la presència de nombrosos exemplars juvenils. A la cova Xives (parròquia de Jesús, Santa Eulària des Riu) es va trobar una única mandíbula subactual (ALCOVER, 1984). Actualment no es coneix cap població vivent d'aquesta espècie a les Pitiüses.

Clot Petit des Bosc d'en Botiga

Aquesta petita cavitat (Figura 9) va ser localitzada a una cota de 118 m a la Mola, gràcies a Javier Alcázar, de *Colgados de Formentera*, que a la vegada havia estat informat per Vicent Marí Guasch de la seva existència. El més curiós és que la visita es va fer cercant l'avenc des Bosc d'en Botiga, cavitat que apareix al treball de MONTORIOL-POUS & TERMES (1965), el qual no va ésser localitzat per la zona prospectada. En canvi es va trobar aquest avenc, el qual no era conegut i atenent a les seves característiques, no es tractava de la cavitat esmentada.

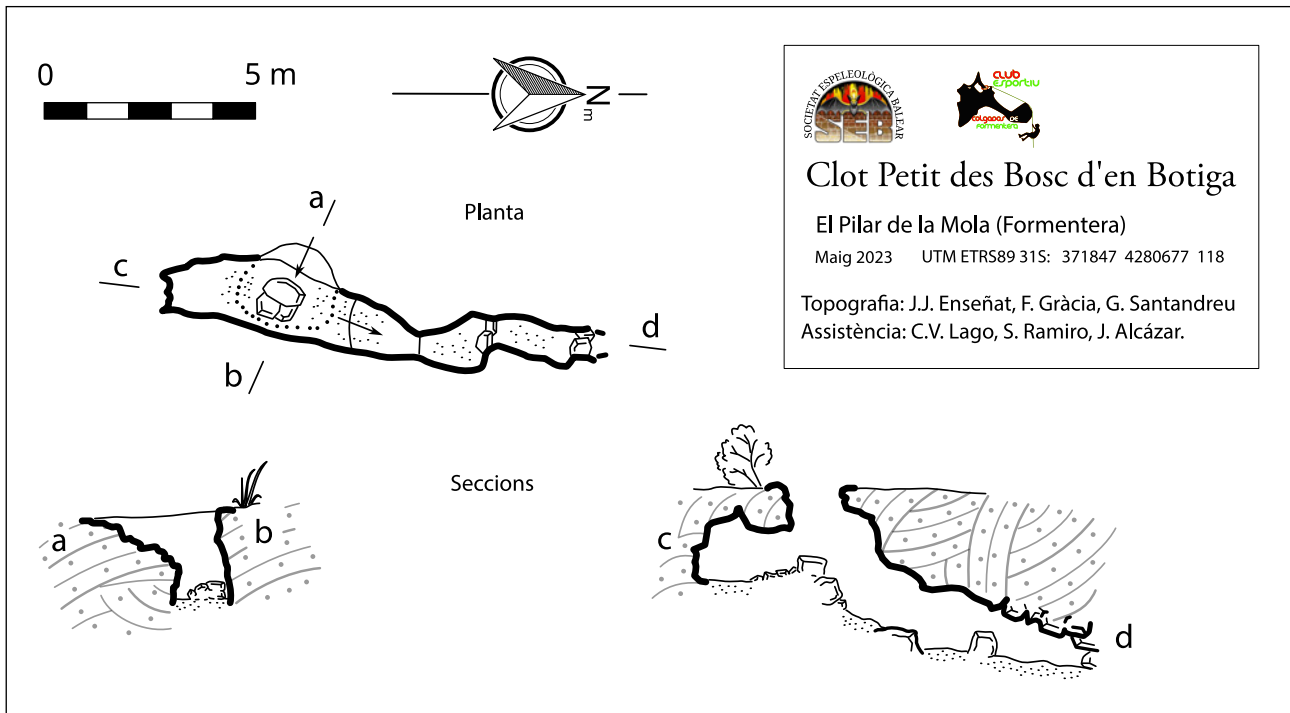


Figura 9: Topografia del clot Petit des Bosc d'en Botiga.
Figure 9: Topographic survey of Clot Petit des Bosc d'en Botiga.

El clot és una cavitat d'una desena de metres de recorregut a la qual s'accedeix per una boca d'uns 2 m de diàmetre que permet davallar sense material de progressió vertical pel costat W. El desnivell total de la cova és d'uns 4 m i segueix una direcció aproximada de 10°. Sembla que s'ha generat de la mateixa manera que l'avenc de sa Casilla i l'avenc des Bosc d'en Botiga, a partir de fractures de distensió lligades a l'evolució dels penya-segats que afecten les eolianites que recobreixen localment la massa calcària que forma la Mola.

Conclusions

L'avenc de sa Casilla es desenvolupa completament dins eolianites pliocenes o pleistocenes, fet poc comú a cavitats de gènesi no marina de les Balears, llevat de es Dolç a Mallorca (GRÀCIA et al., 2014), que fou la primera formació endocàrstica important descrita dins materials del quaternari i del pliocè. A diferència de la cova abans esmentada, l'avenc s'ha format per distensió mecànica de les calcarenites bioclàstiques, per la qual cosa seria un avenc de la zona vadosa i de la tipologia d'avenc d'origen mecànic. La fondària de l'avenc, de 39 m, i el recorregut de 238 m, el converteixen en una de les principals cavitats documentades de Formentera. L'abundància d'espeleotemes en alguns sectors del seu interior li atorguen una especial bellesa i interès. A més a més, la troballa del clot Petit del Bosc d'en Botiga, així com l'existència d'altres cavitats localitzades dins l'àrea de la Mola, podria indicar que aquesta tipologia no és infreqüent a la zona.

Les troballes efectuades en superfície a l'interior de la formació endocàrstica han suposat interessants aportacions al coneixement de la fauna formenterensa. S'ha citat per primera vegada a un jaciment càrstic el mol·lusc terrestre endèmic de Formentera *Xerocrassa formenterensis*; com també el descobriment d'ossos d'una au anàtid, tipus oca; així com la localització d'ossos de la ratapinyada de morro llarg (*Myotis myotis*), actualment desapareguda de les Pitiüses, que demostren que l'espècie criava a l'avenc de sa Casilla.

El patrimoni natural subterrani de Formentera mereix un estudi en profunditat de les cavitats existents. Però s'està molt lluny d'haver aconseguit encara ni tan sols la topografia d'algunes de les coves més importants, emblemàtiques i conegudes de l'illa. Amb aquesta aportació s'ha intentat pal·liar en part aquest dèficit.

Agraïments

A l'àrea de Patrimoni del Consell Insular de Formentera, per totes les facilitats atorgades per poder realitzar l'estudi d'aquest avenc.

Al grup *Colgados de Formentera* per l'aportació logística en material, instal·lacions verticals, recursos humans, coneixement del medi, així com l'elevat interès en col·laborar amb els estudis de la *Societat Espeleològica Balear*. Aquesta convergència de sabers d'ambdues entitats permet contribuir al coneixement del patrimoni natural i cultural subterrani de Formentera.

A Javier Alcázar per acompanyar-nos a l'avenc Petit des Bosc d'en Botiga.

Als comentaris i suggeriments de Guillem Mateu-Vicens (UIB). A Rosario Cañas (IMEDEA) per la realització de les fotografies dels materials figurats i a Josep Antoni Alcover (IMEDEA) per la facilitació de referències bibliogràfiques i els seus comentaris.

El present treball és una contribució al projecte de recerca finançat per l'Agència Estatal de Investigación (AEI), PID2020-112720GB-I00/AEI/10.13039/501100011033.

Bibliografia

- ALCOVER, J.A. (1984): Subrecent small mammal fauna of Eivissa. In: KUHBIER, H.; ALCOVER, J.A. & GUERAU D'ARELLANO, C. (eds.). *Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands. Monographiae Biologicae*, 56: 377-392.
- ALCOVER, J.A. (2003): Les rates pinyades fòssils (Mammalia, Chiroptera) del jaciment paleontològic des Pouàs (Sant Antoni de Portmany, Eivissa). *Endins*, 25: 141-154.
- BECKMANN, K.H. (2007): *Die Land-und Süßwassermollusken der Balearischen Inseln*. ConchBooks. Hackenheim. 255 pp.
- BRISON, D.N. (2002): Dans les grottes perchées de Formentera (Baléares). *Grottes et Gouffres*, 158: 7-17.
- CHUECA, L.J.; FORÉS, M. & GÓMEZ-MOLINER, B.J. (2017a): Actualización taxonómica y nomenclatural de las especies de *Xerocrassa* (Gastropoda: Geomitridae) endémicas de las islas Baleares. *Iberus*, 35 (2): 159-184.
- CHUECA, L.J.; GÓMEZ-MOLINER, B.J.; FORÉS, M. & MADEIRA, M.J. (2017b): Biogeography and radiation of the land snail genus *Xerocrassa* (Geomitridae) in the Balearic Islands. *Journal of Biogeography*, 44: 760-772.
- CONSELL INSULAR DE FORMENTERA (2010): *Catàleg del Patrimoni Cultural de Formentera* (BOIB, núm. 155, 27-10-2010).
- DODELIN, B. (2002): *Identification des Chiroptères de France à partir des restes osseux*. Édité. Fédération Française de Spéléologie, 50 pàgs.
- FELTEN, H.; HELFRICHT, A. & STORCH, G. (1973): Die Bestimmung der europäischen Fledermäuse nach der distalen Epiphyse des Humerus. *Senckenbergiana Biologica*, 54 (4/6), 291-297.
- FEMENIAS-GUAL, J. & ALCOVER, J.A. (2023): A new true goose (Anserini, Anatidae, Anseriformes) from the Quaternary of Eivissa (Balearic Islands, Spain). In: ALBA, D.M.; MARIGÓ, J.; NACARINO-MENESES, C. & VILLA, A. (eds.). Book of Abstracts of the 20th Annual Conference of the European Association of Vertebrate Palaeontologists, 26th June – 1st July 2023. *Palaeovertebrata, Special Volume 1-2023*: 22.
- FLORIT, F.; MOURER-CHAUVIRÉ, C. & ALCOVER, J.A. (1989): Els ocells pleistocènics d'es Pouàs, Eivissa. Nota preliminar. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 56: 35-46.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (2011): Condicionants litològics i estructurals del carst a les illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.). *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 37-52.
- GASULL, L. (1964): Las *Helicella* (*Xeroplexa*) de Baleares Gastropoda Pulmonata. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 10: 3-76.
- GÈZE, B. (1953): La genèse des gouffres. *Premier Congrès International de Spéléologie. Communications*. 2: 11-23. París.
- GIMÉNEZ, J.; GELABERT, B. & SÀBAT, F. (2007): El relieve de las islas Baleares. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2007 (15.2): 175-184.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011): Classificació morfogènica de les cavitats càrstiques de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.). *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 85-102.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, J.F.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A.; GINÉS, J.; URIZ, M.J.; MUNAR, S.; VICENS, D.; GINARD, A.; BETTON, N.; VIVES, M.A.; JAUME, D.; MAS, G.; PERELLÓ, M.A.; CARDONA, F. & TIMAR-GABOR, A. (2014): Es Dolç (Colònia de Sant Jordi, ses Salines, Mallorca): cavitat litoral amb influències hipogèniques a les eolianites quaternàries i materials del Pliocè. *Endins*, 36: 69-96.

- GUERRA, C.; GARCIA, D. & ALCOVER, J.A. (2014): Unusual foraging patterns of the barn owl, *Tyto alba* (Strigiformes: Tytonidae) on small islets from the Pityusic archipelago (Western Mediterranean Sea). *Folia Zoologica*, 63(3), 180-187.
- IGME (2009): *Mapa Geològic de Espanya. Escala 1:25.000. Formentera (34-32)*. Instituto Geològico y Minero de Espanya.
- LÓPEZ-GARÍ, J.M.; MARLASCA, R.; McMINN, M. & RAMIS, D. (2013): L'explotació dels recursos animals a les Pitiüses a inicis del segon mil·lenni cal BC: Un tret diferencial? In: RIERA, M. & CARDELL, J. (coord.) *V Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears (Palma, 28 a 30 de setembre, 2012)*: 35-42. Documenta Balear. Palma.
- MARTÍNEZ, X.L. (2015): Casillas de peones camineros en la isla de Formentera. <https://www.casillasdepeonescamineros.es> [Consultat el 26/05/2023].
- 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). *Endins*, 19: 49-54.
- MONTORIOL-POUS, J. & TERMES, F. (1965): Les grottes de l'île de Formentera (Baléares) et leurs relations avec les oscillations de la Méditerranée. *Compte Rendu IV Colloque International de Spéléologie, Athènes 1963*. 180-194. Atenes.
- PONS, G.X. & PALMER, M. (1996): *Fauna endèmica de les Illes Balears. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 5: 1-307.
- RANGHEARD, Y. (1984): The geological history of Eivissa and Formentera. In: KUHBIER, H.; ALCOVER, J.A. & GUERAU D'ARELLANO, C. (eds.). *Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands*, 3: 25-104.
- RENAULT, P. (1967): Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse. Première partie. *Annales de Spéléologie*, 22 (2): 211-267.
- TRIAS, M. (1983): *Espeleologia de les Pitiüses*. Institut d'Estudis Eivissencs. *Estudis breus*, 2. 59 pp. Eivissa.
- VICENS, D. & PONS, G.X. (2011): Els invertebrats fòssils als jaciments d'origen càrstic de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.). *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 283-298.



Aquest article es distribueix sota els termes de la llicència CC-BY-NC-ND 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Descripció i anàlisi de la morfometria dels discs: l'espeleotema paradigmàtic de les Coves d'Artà (Capdepera, Mallorca)

Juan J. ENSEÑAT ¹, Gabriel SANTANDREU ¹ i Joan J. FORNÓS ^{1, 2}

¹ Societat Espeleològica Balear. Palma, Mallorca. Email: juanjo.ensenyat@gmail.com

² Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma.

Abstract

Shields are a rare type of speleothem, with a very characteristic lenticular shape, the size of which can reach several meters in diameter. The cave known as Coves d'Artà, located in the northeast of the island of Mallorca, have an unusually high number of shields. For this reason, a statistical analysis of 242 shields has been carried out, recording their location, dimensions, and orientations. The results obtained support the existence of a relationship between the characteristics of the shields and the fractures in the rock, which contribute to the development of the cavity. The most common morphological characteristics are described and how they contribute to the current appearance of the cave. Despite the fact that all the specimens found are inactive, the observations are contrasted with existing theories about their development. It is also considered that capillarity by itself does not seem sufficient to explain the growth of large discs, suggesting a mixed mechanism, with contributions of water accumulated in the immediate environment at a higher level. The presence of horizontal ribs on the inner faces of most of the observable cases, which do not correspond to growth rings, is noted. The detailed observation of the precipitate of these ribs seems to indicate that they correspond to the final or later stage of development of the shields, with a different growth mechanism, or even to a distinct phenomenon. From a numerical simulation of the growth of a modeled shield, it is also hypothesized that the circular shape is only a consequence of the variation of the calcium carbonate precipitation rate along the growth front.

Resumen

Los discos son un tipo de espeleotema poco frecuente, con una forma lenticular muy característica, cuyo tamaño puede alcanzar varios metros de diámetro. La cavidad conocida como Coves d'Artà, situada al nordeste de la isla de Mallorca, presenta una cantidad inusualmente elevada de discos. Por este motivo se ha realizado un análisis estadístico de 242 ejemplares, registrando su ubicación, dimensiones y orientaciones. Los resultados obtenidos apoyan la existencia de una relación entre las características de los discos y las fracturas en la roca, que contribuyeron a la espeleogénesis de la cavidad. Se describen sus características morfológicas más comunes y cómo contribuyen al aspecto actual de la cueva. Pese a encontrarse inactivos todos los ejemplares identificados, se contrasta la observación con las teorías existentes sobre su desarrollo. Se concluye que la capilaridad, por sí sola, no parece suficiente para explicar el crecimiento de discos de grandes dimensiones, sugiriéndose un mecanismo mixto con aportes de agua de infiltración acumulada a mayor altura en el entorno. Se constata también la presencia de crestas horizontales de precipitado en las caras internas de los discos –en la mayoría de los casos observables– que no corresponden a anillos de crecimiento. La observación detallada de estos precipitados parece indicar que son el producto de la etapa final de desarrollo de los discos o de una etapa posterior a esta, con un mecanismo de crecimiento diferente, o que incluso puede tratarse de un fenómeno distinto. A partir de los resultados de la modelización numérica del crecimiento de los discos, se plantea como hipótesis que la forma circular sea consecuencia de la variación del ritmo de precipitación del carbonato cálcico a lo largo del frente de crecimiento.

Ensenyat, J.J.; Santandreu, G. i Fornós, J.J. (2023): Descripció i anàlisi de la morfometria dels discs: l'espeleotema paradigmàtic de les Coves d'Artà (Capdepera, Mallorca). Papers Soc. Espeleo. Balear, 6: 33-55. ISSN-e 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear. **Rebut:** 3 setembre 2023; **Revisat:** 26 octubre 2023; **Acceptat:** 14 novembre 2023. **Publicat online:** 1 desembre 2023.

Introducció

Sense ser d'una raresa extrema, dins del conjunt dels espeleotemes menys nombrosos hi ha els discs, a vegades també anomenats paletes o escuts (*shields*), terme, aquest darrer, més freqüent en la literatura anglosaxona. La realitat és que els podem trobar en més cavitats del que *a priori* es pensava i quan apareixen no solen fer-ho de manera aïllada. Aquest fet respon a les condicions peculiars necessàries per al seu desenvolupament (DE WAELE & GUTIÉRREZ, 2022). Sense pretendre ser exhaustius i només a títol il·lustratiu, de forma documental es constata una elevada concentració d'aquesta tipologia

d'espeleotemes a les següents coves: les Lehman Caves (Nevada, USA), on KUNDERT (1952) n'inventarià 46 exemplars; la Cueva Titán (Pan de Guajaibón, Cuba) amb 79 discs (YRAOLA et al., 2019); la Cueva de la Araña (Málaga, Espanya) amb més de 100 formacions (DURÁN et al., 2022); i la cova de Jaskyňa Domica (Rožňava, Eslovàquia) amb almenys 450 discs (GAÁL, 2008). A Mallorca s'ha documentat una presència testimonial de discs en algunes coves, com són la Cova des Moro de Manacor (TRIAS, 2000) o la Cova des Pas de Vallgornera de Lluçmajor (MERINO et al., 2014), però també es coneix la seva troballa en d'altres, com la Cova de Cornavaques de Pollença o la Cova de sa Campana a Escorca, només per citar-ne dues de ben conegudes. Tot i això, per poder observar fàcilment aquest tipus d'espeleotema la millor opció és visitar les Coves d'Artà (GINÉS, 1995; MERINO et al., 2011; GINÉS et al., 2019), al terme de Capdepera. La realització de la nova topografia d'aquesta cavitat (ENSEÑAT et al., 2021) posà altre cop de manifest l'excel·lent abundància de discs que s'hi poden trobar, així com les grans dimensions d'alguns dels exemplars d'aquest tipus d'espeleotema (Figura 1).

Les Coves d'Artà són un dels llocs turístics més importants de Mallorca, amb una afluència regular de visitants documentada almenys des del s. XVII (GINÉS & GINÉS, 2011). Es desenvolupen seguint un eix S-N, perpendicular a la línia de costa de Canyamel (Capdepera), amb un recorregut gairebé horitzontal d'1,1 km, que

es manté a una alçada gairebé constant entorn dels 35 m s.n.m. La seva espeleogènesi està lligada a la dissolució en la zona de mescla costanera guiada pel contacte entre l'estratificació de la roca i un pla de falla, així com a fenòmens de dissolució per la infiltració d'aigua de pluja a través de diàclasis. Successius col·lapses i una extensa decoració d'espeleotemes li confereixen l'aspecte actual. A mesura que s'avança cap a l'interior de la cova, es poden diferenciar tres sectors: la *Balma d'Entrada*, que comprèn tant el mateix accés natural com la *Cova Nova*; la *Primera Cova*, amb els espais anomenats el *Vestíbul*, el *Saló d'Ambaixadors*, i el *Saló de la Reina*; i la *Segona Cova*, formada per les sales de l'*Infern*, la *Glòria*, el *Purgatori* i el *Saló del Teatre* (Figura 2).

La presència de discs al llarg de tota la cavitat i la facilitat d'accés per al seu estudi suposen una oportunitat per aprofundir en l'estudi i la caracterització d'aquest tipus de dipòsit calcari. Així, un cop finalitzada la topografia, s'inicià la recopilació sistemàtica de diverses dades relacionades amb la morfometria dels exemplars identificats i accessibles (orientacions, mida, aspecte, etc.). L'objectiu inicial fou analitzar les possibles correlacions entre aquestes característiques i d'altres aspectes



Figura 1: Disc de quasi 3 m de diàmetre ubicat en la zona de l'*Infern*. Sorgeix d'un gran massís estalagmític (Foto: M.A. Gual).

Figure 1: Disc of almost 3 m in diameter located in the area of l'*Infern*. It emerges from thick flowstone deposits (Photo: M.A. Gual).

relacionats amb la configuració i l'estructura geològica de la cavitat. L'observació sobre el terreny d'un elevat nombre d'exemplars també ha permès reflexionar sobre el seu procés de formació.

Les teories sobre la gènesi i evolució dels discs des d'una perspectiva històrica

La primera referència documentada d'aquest espeleotema sembla que fou en una comunicació del *Bulletin of the Geological Society of America* (BEVAN, 1931), on s'esmenta la presència de «many peculiar forms, such as inclined "shields" [...]» a les coves de la vall de Virgínia (USA). En aquesta ressenya, emperò, no apareix cap descripció. Posteriorment, a la literatura espeleològica francòfona, s'ha fet servir recurrentment el terme "disques", denominació més gràfica i il·lustrativa de la seva fisonomia.

L'aparència dels discs és la d'un oval lenticular que, observat amb detall, presenta dues cares paral·leles separades entremig per un estret espai intersticial (GÈZE, 1965; CABROL, 1978; BÖGLI, 1980; COLLIGNON, 1988; MAIRE, 1980; GAÁL, 2008). Poden aparèixer adossats a una colada, a una altra formació, i de vegades també a la roca. En alguns casos, majoritàriament quan creixen inclinats, es pot desprendre la cara inferior, probablement pel seu propi pes, i aleshores és relativament

senzill apreciar en la cara interna del disc uns anells de creixement, amb origen en el punt on s'adossa a l'element del qual procedeix. El més habitual és trobar els discs recoberts d'espeleotemes de degoteig o de flux a la part inferior, havent estat citats amb freqüència fent ús dels termes *drums* o *parachutes* (WHITE, 1988; PALMER, 2007). Les helictites són un altre espeleotema que sovint hi creix a sobre. Ambdós fets poden ocultar la seva característica forma arrodonida i, d'aquesta manera, dificultar la identificació del disc com a tal. La confusió amb un fals sòl pot ser raonable en aquells casos en què el disc es presenta amb inclinació subhoritzontal, ja que la seva cara superior pot no ser distingible fàcilment respecte d'una colada.

Però si bé la seva morfologia singular pareix indiscutible i extensament documentada, la naturalesa de com s'origina i el seu creixement no estan exempts de debat. A les classificacions dels espeleotemes, el més comú és trobar el disc inclòs en la categoria dels espeleotemes erràtics, és a dir, aquells que no són controlats per la gravetat. Precisament per la seva capacitat de creixement ascendent, és també força usual associar el seu creixement a fenòmens de capil·laritat (HILL, 1976; WHITE, 1976, 1988; MOORE & SULLIVAN, 1997; SALOMON, 2000; PALMER, 2007; DE WAELE & GUTIÉRREZ, 2022). Comparteixen pàgines, d'aquesta manera, amb les helictites, les heligmites, les palmatòries o les cicatrius en forma de plat que mostren algunes columnes (*welts*).

Des de la identificació dels discs com a un espeleotema amb entitat pròpia, s'han proposat diverses teories per a la seva gènesi. Sense pretendre ser exhaustius, sinó més aviat il·lustrar l'estat del coneixement a propòsit

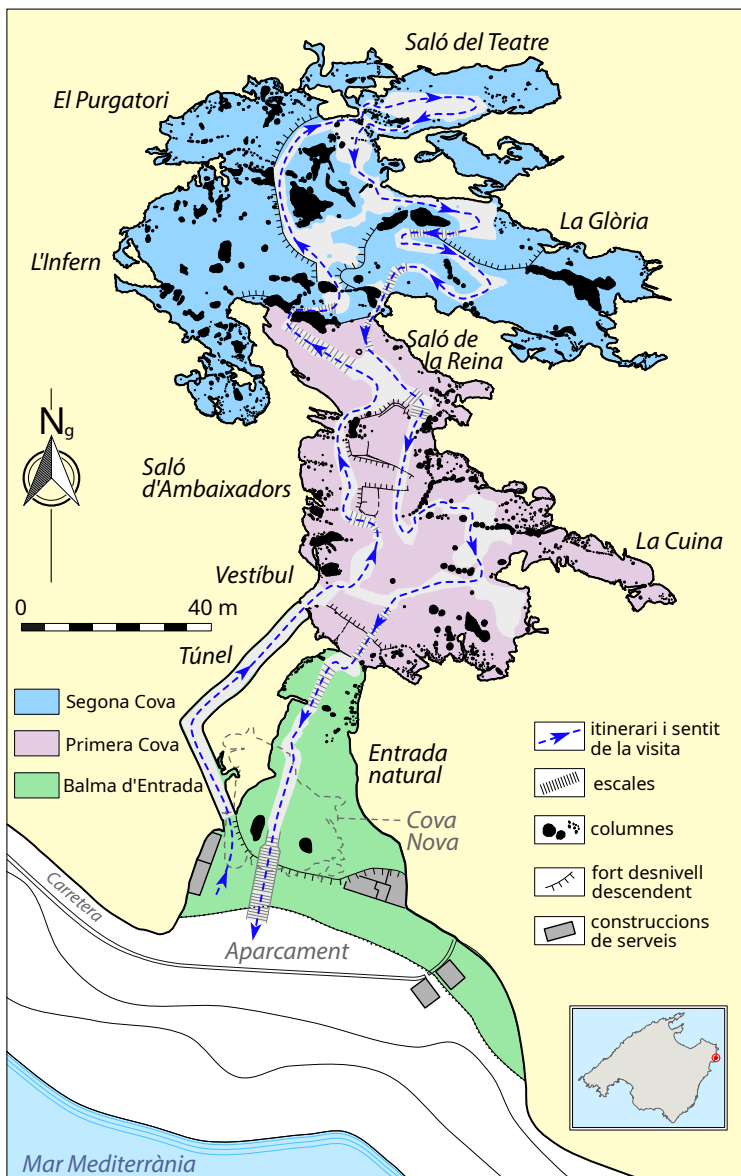


Figura 2: Topografia simplificada de les Coves d'Artà, amb els topònims principals emprats en aquest article.

Figure 2: Simplified topographic map of the Coves d'Artà, with the main place names used in this paper.

d'aquest tipus d'espeleotema, tot seguit es presenta un breu recorregut a través de les principals contribucions que aborden aquest fenomen, a les que s'ha tingut accés:

- Malgrat no haver pogut accedir als treballs originals, segons diverses fonts (RENAULT, 1976; HILL & FORTI, 1986; STANKOVIĆ & CÍLEK, 2005), sembla que Josef Kunkský suggerí, en primer lloc (l'any 1950), que els discs creixien mitjançant la circulació d'aigua a través de l'espai intersticial que s'observa amb molta freqüència entre les dues cares que els conformen (Figura 3a).
- KUNDERT (1952), a partir de la seva experiència a les Lehman Caves (Virgínia), determinà que apareixien com a continuació de fissures en les parets de roca de la cova. Postulà que eren concrecions formades inicialment dins d'aquestes fissures i que, després, la dissolució de la roca al seu voltant les deixava exposades.
- MOORE (1958) plantejà que un petit moviment causat per les forces de marea gravitacionals, actuant sobre ambdues cares de l'espeleotema, és el mecanisme que manté la fractura intersticial dels discs oberta a llarg termini, permetent la circulació de l'aigua per l'interior. Una idea que ja en el seu moment costava lligar de forma general amb les arbitràries orientacions dels discs.
- L'any 1974 es troba documentada, a la Grotte de Pont de Ratz (Hérault, França), l'emissió d'aigua en forma de brollador en alguns discs (CABROL, 1978). Una circumstància que es repetirà posteriorment també a altres cavitats franceses i de Cuba. L'autor interpretà que, excepcionalment, pot existir una pressió hidrostàtica important a l'interior, relacionada amb episodis de pluges intenses. Aquests brolladors, assenyalà, no semblen contribuir a la formació del disc, que l'autor considera causat per un flux lent de l'aigua.
- RENAULT (1976) va fer una recopilació crítica d'algunes teories existents, incloses les citades anteriorment. Entre elles, esmentà la teoria d'A. Cavaillé -del 1960- referent a la creació dels discs a partir de fractures en columnes (*disques de colonnes*), segons la qual el canal d'alimentació de l'estalactita inicial seria el responsable d'alimentar-los. Després, per diversos mecanismes de corrosió, la columna corresponent desapareixeria, deixant només el disc. Però aquest plantejament, com el de Kundert, també presentava grans inconvenients per descriure la majoria d'exemplars.
- També HILL (1976) i CABROL (1978) relacionaren alguns discs amb els cinturons de sobre-creixement (*welts*) que es veien en columnes fracturades horitzontalment, considerant que el mecanisme de creixement, per capil·laritat, era similar.
- WEBB (1991), després de trobar unes formacions amb una morfologia de cresta ovalada que s'alçaven completament verticals sobre el terra a les coves Matilda i Gorange (Nullarbor Plain, Austràlia), introduí el que considera un nou tipus d'espeleotema, les *stegamites*. La descripció original del terme el relaciona amb els discs, però apunta a certes diferències que Webb aprecià en les línies de creixement, descrivint-les com línies horitzontals en el cas de les estegamites, en comptes dels anells corbats dels discs.
- JAIMEZ & GUTIÉRREZ (2016) descartaren les suposicions sobre el retrocés de la roca de Kundert, analitzant la duresa dels materials de la Cueva de Conrado Camacho i la Cueva del Salón (Cuba). A la vegada, proposaren un model de creixement dels cristalls basat en l'observació de macles cícliques de CaCO_3 , que li donaria a la formació el seu aspecte circular.
- DURÁN et al. (2022), després d'estudiar les formacions de la Cueva de la Araña (Màlaga), anomenà *estegamitas* als discs que hi creixen amb un desenvolupament vertical. Aquest autor, a més, elaborà una teoria mitjançant la qual l'assentament dels sediments, sota colades pavimentàries, afavoriria la formació d'esquerdes en les quals s'originarien aquests espeleotemes.
- SALA et al. (2022) realitzà, al sistema de coves de Demänová (Eslovàquia), un estudi de les cicatrius en fractures sobre espeleotemes intentant correlacionar aquestes amb fenòmens de microsismicitat local. Aquests creixements sobre les cicatrius correspondrien, en determinades circumstàncies, als estadis inicials dels discs que allà s'hi poden trobar.

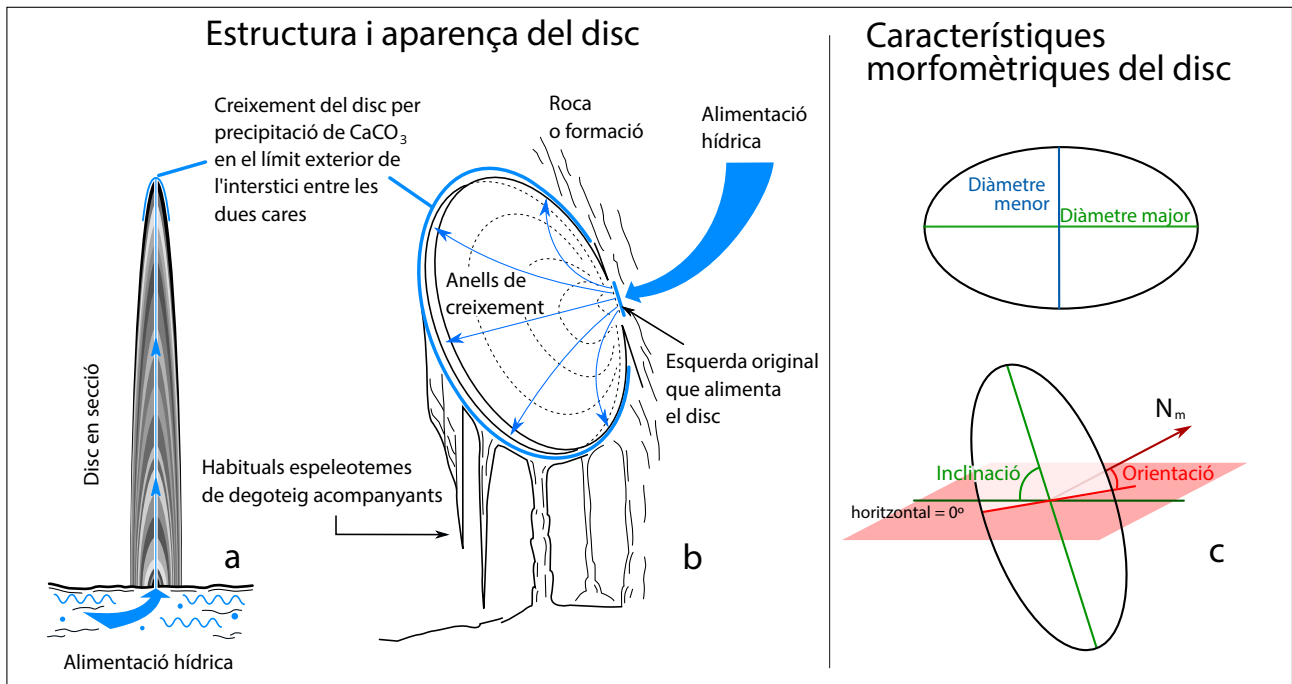


Figura 3: Esquema descriptiu d'un disc. a) Tall idealitzat en secció. b) Perspectiva mostrant la disposició d'espeleotemes que creixen a partir de l'excés d'aigua que emana del seu límit. c) Esquema que indica les característiques morfomètriques mesurades en aquest article.
 Figure 3: Descriptive diagram of a shield. a) Idealized section. b) Perspective showing the arrangement of speleothems that grow from the excess water emanating from their limits. c) Diagram showing the morphometric characteristics measured in this paper.

Al marge d'aquest recorregut cronològic, s'ha de dir que en alguns treballs s'esmenta la presència d'uns precipitats, en forma de línies horitzontals, adossats a les cares internes dels discs. HILL (1976) i DAVIS (2005) les atribueixen a nivells d'inundació dins del disc. Sobre aquest fenomen es faran alguns comentaris més endavant en aquest treball.

En resum, avui dia sembla existir un consens entorn del fet que el disc creix des d'una esquerda inicial en el seu suport, mitjançant un flux lent d'aigua, carregada amb carbonat càlcic, a través de la fissura intersticial. El precipitat es produeix principalment en el límit exterior, on es veu afavorida la desgasificació, fent créixer així la formació (Figura 3a, 3b). També sembla generalitzada la idea que la capil·laritat és el principal mecanisme que promou el moviment de l'aigua entre les cares. S'ha documentat, que existeix, si més no de manera estacional, una pressió hidrostàtica important a l'interior del disc, la qual no està clar si juga, o no, un paper en el seu desenvolupament. No obstant això, el debat sobre els condicionants necessaris per a la seva formació encara continua obert, així com l'explicació de la seva característica forma quasi circular.

Mètode

Si bé és cert que a les Coves d'Artà els discs són abundants, s'han de tenir presents dos trets de la cavitat que dificulten les tasques del seu estudi sobre el terreny. El primer és que l'exploració completa de la cavitat no ha estat capaç d'identificar cap disc actiu avui per avui. Això implica que altres processos morfogenètics que han seguit actius posteriorment els han anat recobrint parcialment de colades i altres espeleotemes, fet que sovint impossibilita determinar les seves autèntiques dimensions. El segon obstacle és la ubicació d'alguns dels discs. A vegades, apareixen penjats, en parets i columnes a més de 4 m d'alçada sobre el terra de la cavitat, cosa que dificulta l'accés i arriba a impedir la caracterització morfomètrica.

Per tal de poder relacionar la morfometria dels discs i els condicionants estructurals de la cavitat s'han classificat els discs en tres conjunts segons el seu origen aparent sigui el terra, una paret o una altra formació (columna, massís estalagmític o, fins i tot, un altre disc). Això és perquè se sospitava *a priori* que la relació del disc amb la fracturació del material en què es desenvolupa la cavitat podria ser diferent en els tres casos.

També s'ha anotat la seva inclinació i orientació (Figura 3c) en segments d'arc de 5°, perquè les dificultats de l'observació, més que la resolució de la brúixola (Suunto LB-20; ±1°), no permeten una precisió major.

Quan ha estat possible també s'han mesurat els eixos major i menor amb resolució d'1 cm. No s'han considerat discs per sota dels 15 cm de diàmetre. *A posteriori*, pel tractament de les dades, s'han arrodonit les mesures fins a 50 cm a múltiples de 2 cm; en l'interval entre els 51 i 200 cm s'han arrodonit a múltiples de 5 cm i per longituds majors s'han arrodonit a múltiples de 10 cm. S'ha decidit aquest processament de les dades, perquè l'error derivat de les irregularitats en la superfície del disc, que són causades principalment per altres espeleotemes que s'hi superposen, és major que la precisió de l'instrument de mesura. S'ha observat que habitualment com més gran és el disc més grans són també els espeleotemes que l'acompanyen.

Utilitzar l'oval o l'el·lipse per definir la forma més comú del disc no es pot considerar aplicable de cap manera en sentit geomètric estricte. Ambdues corbes resembren circumferències deformades i és en aquest sentit figuratiu que s'empren en aquest treball. Els discs presenten sovint distorsió en una direcció. De l'estudi matemàtic de les seccions còniques prové el concepte d'excentricitat, que quantifica el grau de deformació de la corba respecte a la circumferència. L'excentricitat d'aquesta forma geomètrica és senzilla de calcular a partir de la longitud dels dos eixos, utilitzant la fórmula

$$\varepsilon = \sqrt{1 - \frac{d^2}{D^2}}$$

on D correspon al diàmetre de l'eix major i d al diàmetre de l'eix menor. Així s'ha calculat en aquest treball.

Inicialment, també es pretenia mesurar el gruix dels discs, però els recobriments d'altres espeleotemes, que afecten pràcticament a tota la població a caracteritzar, ha posat de manifest que es tracta d'una aproximació poc realista.

S'han mesurat les direccions aparents de fractures en el sostre de la cavitat utilitzant també intervals de 5°. El fet que la major part de les parets i el terra de la cova es presenta recoberta d'espeleotemes, implica que algunes zones del sostre de la cavitat són, pràcticament, l'únic lloc on es poden estudiar directament les fractures en la roca.

Per conèixer la distribució dels discs dins la cavitat s'ha traçat una quadrícula de 4x4 m sobre la topografia i s'ha anotat la posició de tots els discs que s'han pogut identificar, fins i tot aquells que no era possible mesurar.

De més a més de l'estudi estadístic, s'ha recollit un fragment d'un disc trencat on s'aprecien unes crestes de precipitats horitzontals a l'interior. S'han fet làmines primes per observar-les al microscopi petrogràfic. També s'han estudiat mitjançant difractometria de raigs-X dues mostres d'aquest fragment per tal de determinar la seva composició mineralògica i contrastar les possibles diferències: una del precipitat que forma aquestes crestes i l'altra del que forma el cos del disc. Els paràmetres emprats en la difracció, feta amb un aparell Bruker-D8-Advance dels Serveis Científicotècnics de la Universitat de les Illes Balears, són un voltatge de 40 kV i corrent de 40 mA, amb radiació $\text{CuK}\alpha$. L'adquisició es va fer dels 3 als 70° 2 θ . La mida de cada pas va ser de 0,020 i el temps per pas de 96 segons. Posteriorment, els difractogrames varen ser analitzats mitjançant el programari Diffrac Suite EVA v. 4.4.

Per finalitzar aquest treball s'ha realitzat una simulació numèrica de la forma que pot adquirir el creixement d'un disc a partir d'una esquerra rectilínia, tot considerant només factors geomètrics macrosòpics. Per a la qual cosa s'ha utilitzat el llenguatge de programació Python 3.11, en un equip amb processador Intel Core i5 i sistema operatiu GNU-Linux 6.1. La descripció del model es presenta més endavant, a l'apartat corresponent.

Descripció dels discs de les Coves d'Artà

Abans d'exposar els resultats, es descriurà qualitativament com es presenten els discs que han estat objecte d'aquest estudi: el seu aspecte, algunes de les seves característiques macrosòpiques i microscòpiques, i la funció que comparteixen amb columnes i massissos estalagmítics per aconseguir individualitzar alguns espais de la cova.

Discs que actuen com envans

Els discs de les Coves d'Artà, com pràcticament tota la resta de formacions en aquesta cova, es veuen arreu ennegrits per una patina fosca, conseqüència residual dels sistemes d'il·luminació previs a l'enllumenat elèctric, basats en la combustió de diversos materials (MARTEL, 1896; GARAU, 2005). Els recobriments d'helictites i els «paracaigudes» d'estalactites i banderes són freqüents. Però és el fet



Figura 4: a) Discs formant envans que tanquen sales, compartimentant la cavitat, a la *Segona Cova*. Els més destacats es ressalten amb línies vermelles. També s'aprecien els recobriments d'espeleotemes accessoris, excèntrics i estalactites en un disc penjat a 3 m d'alçada. b) En un altre lloc de la mateixa sala, s'assenyala amb línia discontinua un disc que tanca l'espai fins a tocar amb la roca del sostre, a 1,4 m d'alçada (Fotos: J.J. Enseñat).

Figure 4: a) Shields forming walls that define chambers, splitting the cavity, located in the *Segona Cova*. The most prominent ones are highlighted with red lines. Overgrowths of accessory speleothems, helictites and stalactites can also be seen in a shield hanging at a height of 3 m. b) In other location of the same chamber, dashed red line highlights where the shield touches the rock completely closing the space, at 1.4 m high (Photos: J.J. Enseñat).

que alguns discs quedin engolits per colades adjacents el que pot fer-los difícils de trobar o fins i tot fer-los desaparèixer completament. Per il·lustrar aquest fet es pot visitar la zona est de la *Segona Cova*, on es posa de manifest que els discs han actuat com a murs de contenció de rebliments de colades força potents. Així, un cop superat un desnivell abrupte, de més de 2 m, al qual s'accedeix per una petita obertura en la paret de la cova, es revela que la paret lleugerament volada per on es davalla és un gran disc (Figura 4a) i que dues de les quatre parets de la sala són enfilacions de discs coalescents. Aquests discs compartimenten l'espai des del terra fins quasi topar amb la roca del sostre (Figura 4b). Es pot observar una paret que podria passar per un massís estalagmític d'aspecte molt pla. Però, la desobstrucció duta a terme, probablement per un explorador, revela la naturalesa de l'envà, amb el característic crui que separa ambdues cares de la formació. Al darrere, una colada pavimentària rebleix el buit fins a una alçada de mig metre. No és un fenomen aïllat, ja que es poden trobar altres exemples d'aquest tipus de configuració en diversos llocs de la cova.

S'ha vist, d'aquesta manera, que els discs poden aparèixer en conjunts alineats, d'orientacions i inclinacions quasi idèntiques. En alguns casos sembla evident que apareixen en diversos punts d'una mateixa fractura, i a mesura que van creixent s'adhereixen fins a tancar l'espai entre ells. L'aparent encavalcament d'alguns trams, suggereix que originalment eren discs independents.

Discs que originen altres discs

Una altra situació observada és la dels discs que creixen clarament a sobre d'altres discs. S'ha vist que molts d'ells es desenvolupen en plans quasi idèntics als del disc original. Semblaria que en algunes circumstàncies, com podria ser una variació a la baixa del subministrament d'aigua, es podria arribar a segellar el límit del disc, de forma parcial o total. De manera que, en reprendre l'activitat, la formació només podria créixer per uns indrets determinats no obstruïts, o amb una oclusió més feble. Si s'accepta la hipòtesi que el disc segueix el pla de la fractura que l'alimenta, en aquests casos semblaria lògic que un nou disc segueixi el mateix pla de l'original. Un cas diferent és quan el disc pateix una fractura en

algun altre indret de les seves cares, el que acaba resultant, tot sovint, en un nou disc que quasi sempre creix ortogonal al primer. Així mateix, s'ha de fer notar que en aquests casos els discs solen presentar una forma que no és un cercle complet, sinó una forma en planta equivalent a un arc de circumferència.

La formació que els guies turístics anomenen l'*Elefant*, arran de la semblança amb aquests grans mamífers, està formada per almanco dos discs que correspondrien al cos i al cap de l'animal i que podrien exemplificar l'espeleotema que ha crescut en dues etapes. Primer s'hauria desenvolupat el disc del cos i en un segon estadi hauria crescut el disc corresponent al cap (Figura 5). Les formacions d'acompanyament, cortinatges de més de 7 m d'alçada que pengen del segon disc, posen de manifest que aquest no creix des del terra. El disc precursor, més gran, pareix sorgir d'una colada parietal, malgrat que el volum d'aquesta colada, que ha continuat creixent posteriorment, fa difícil assegurar-ho.

No molt lluny, a mig camí entre la *Glòria* i el *Saló del Teatre*, a la *Segona Cova*, hi ha un monumental conjunt format per almenys 7 discs que procedeixen clarament l'un de l'altre, compartint alguns d'ells un mateix disc precursor. Aparentment, el conjunt s'origina en un massís estalagmític.

Poques vegades és senzill determinar clarament el punt d'origen d'un disc. Ni tan sols si procedeix d'una fractura en un espeleotema o en la roca subjacent. Hi ha discs grans, més llargs en el sentit horitzontal que en el vertical, que es podria pensar que sorgeixen del terra i quan creixen toquen una paret. Lleugeres variacions en l'orientació del pla poden dur a pensar en l'escenari descrit anteriorment d'uns quants discs adjacents sorgits d'un seguit d'esquerdes properes més o manco alineades. Però ben bé podria ser que l'origen fos la paret, i el seu desenvolupament horitzontal fos una successió de discs que creixen un de l'altre. En el *Saló del Teatre*, també a la *Segona Cova*, podem observar enfilalls de crestes sobre colades que, sense haver arribat a desenvolupar-se com els discs que hi ha al seu voltant, il·lustren el primer escenari. En un altre indret del mateix espai, un conjunt de discs adjacents podria il·lustrar el segon escenari (Figura 6).

Discs amb excentricitat elevada

A l'espai de la *Segona Cova* anomenat l'*Infern* hi ha discs amb una excentricitat notable que creixen adossats a columnes, a 10 m d'alçada, i dels quals pengen extraordinaris cortinatges (Figura 7). A la topografia de PEÑA (1882), s'assenyala l'evocador microtopònim «*vela de barco*» per un d'aquests



Figura 5: Espeleotema anomenat l'*Elefant* per la similitud de la forma amb l'animal. Està format per, almenys, dos discs. El disc de l'esquerra, de mida menor, sorgeix del disc gran i segueix el mateix pla de desenvolupament. Grans banderes de 7 m d'alçada pengen del disc fins a tocar el terra de la sala (Foto: M.A. Gual).

Figure 5: Speleothem called l'*Elefant* because of its similarity to the shape of the animal. It is formed by at least two shields. The shield on the left, smaller in size, grows from the bigger shield on the right following the same plane of development. 7 m high draperies are hanging from the shield to the ground of the chamber (Photo: M.A. Gual).

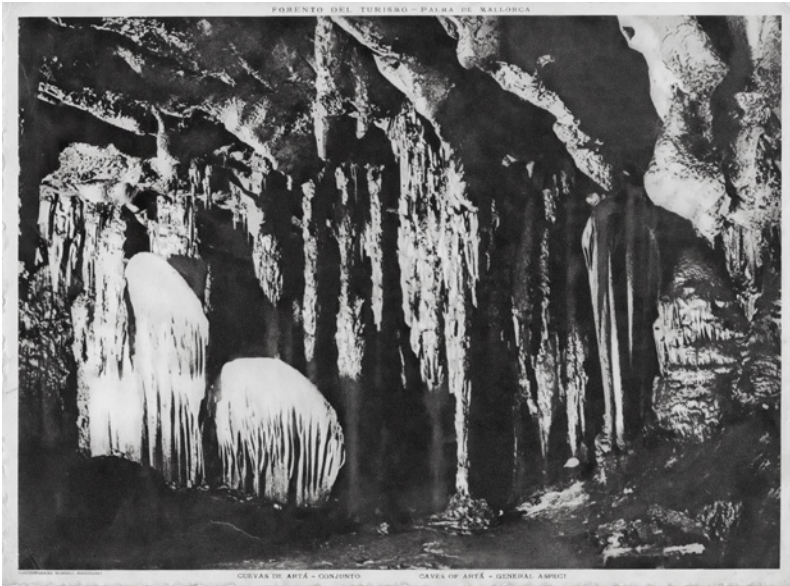


Figura 6: Antiga postal on es mostren alguns discs del Saló del Teatre. La forta inclinació dels discs afavoreix el creixement de les banderes que es poden observar a la seva part inferior.

Figure 6: Old postcard showing several shields of the Saló del Teatre. The steep slope of the shields enhances the growth of draperies on its lower part.



conjunts, en referència no tant al disc com a les dimensions de les banderes crescudes a sota d'ell. Per explicar l'excentricitat aparent del disc es podria recórrer al cas dels discs que creixen adjacents a un disc original. Però la corba suau que descriu el seu contorn i que l'eix més gran sigui horitzontal dona peu a considerar l'efecte de la gravetat en l'aigua que es mou dins del disc. La hipòtesi més estesa a l'hora de justificar que els discs creixin contra la gravetat és l'ascens de l'aigua per capil·laritat, però fins i tot aquesta es veu limitada per la gravetat. Aquest fet, afavoriria que els discs de major mida fossin més llargs que alts i imposaria un límit teòric pel seu creixement en alçada.

Discs incipients

Un altre fet que es repeteix en uns quants indrets de la cova és l'agrupació del que podríem anomenar discs incipients. Quasi sempre sobre una colada pavimentària, apareixen agrupats en un radi d'entre 1 i 2 m. Són unes crestes de forma irregular, verticals o subverticals en general, de petita alçada (inferior als 30 cm) i no sempre alineades (Figura 8). La colada de la qual sorgeixen aparenta, per la seva sonoritat en ser colpejada, tenir un cert espai buit a sota, o un sediment poc compactat. Aquests discs, que probablement alguns autors no dubtarien a anomenar estegamites, sembla que han detingut el seu creixement en una etapa molt primerenca del seu desenvolupament. Més grans que les cicatrius que curen altres fractures, aquests discs mostren una estructura desorganitzada, en comparació amb la dels discs ovalats que es troben arreu, amb nombroses interseccions i superposicions entre ells. Per la seva peculiar forma, no tan arrodonida, i les seves petites dimensions s'han exclòs de l'anàlisi estadística. Es consideren discs en aquest treball perquè tot indica que es formen mitjançant un mecanisme idèntic. Però podrien haver acabat evolucionant fins a assolir l'aspecte circular característic en cas

Figura 7: Antiga entrada a la Segona Cova. A 10 m d'alçada es pot veure un disc que presenta una elevada excentricitat, amb cortinatges estalactítics que arriben a terra (Foto: J.J. Enseñat)

Figure 7: Old entrance to the Segona Cova. At an elevation of 10 m, there is a shield with a high eccentricity, with draperies that reach the ground (Photo: J.J. Enseñat).

d'haver seguit dinàmics. Potser existí una competència pels recursos hídrics necessaris que ho impedís, o simplement el concurs de condicions necessàries per al seu creixement no fou l'adequat. El que es pot dir és que no s'han observat conjunts de discs ben desenvolupats amb una complexitat morfològica anàloga. Els espeleotemes amb aquestes característiques es troben almenys en tres llocs de la *Segona Cova*: a l'est de la *Glòria*, al *Saló del Teatre* i al *Purgatori*.

Discs anecdòtics

No és estrany trobar els discs emergint d'una colada en forma semicircular, fent dubtar de si és aquesta la seva forma o mig disc ha estat engolit. Ja s'ha dit que aquesta és la manera més comuna com es presenten quan creixen sobre la cara d'un altre disc. D'altra banda, les estalactites i altres espeleotemes competeixen amb els discs per l'espai, interposant-se en el seu creixement i alterant la seva forma. Però el cas més anecdòtic pot ser el que es dona a les interseccions dels discs entre ells.

A la *Segona Cova*, hi ha un conjunt excepcional de tres discs disposats en forma d'estrella que, per la particular configuració, dibuixen un arc de prop d'un quart de cercle (Figura 9). La principal hipòtesi és que tres discs propers amb direccions que s'intersecten en un mateix punt es desenvoluparen de manera independent fins al punt d'establir contacte, frenant el seu creixement en la intersecció.

Un altre fenomen excepcional es localitza en l'espai inferior de l'*Infern*, també a la *Segona Cova*, en forma d'un disc obert de bat a bat, dins el qual sembla haver començat a créixer un nou disc (Figura 10a). L'obertura de les cares externes podria ser deguda a un accident de tipus mecànic o una distensió sobtada del suport on creixia. Aquest cas ofereix una visió poc habitual d'ambdues cares interiors del mateix disc. En aquest cas resulta molt cridaner el patró interior de

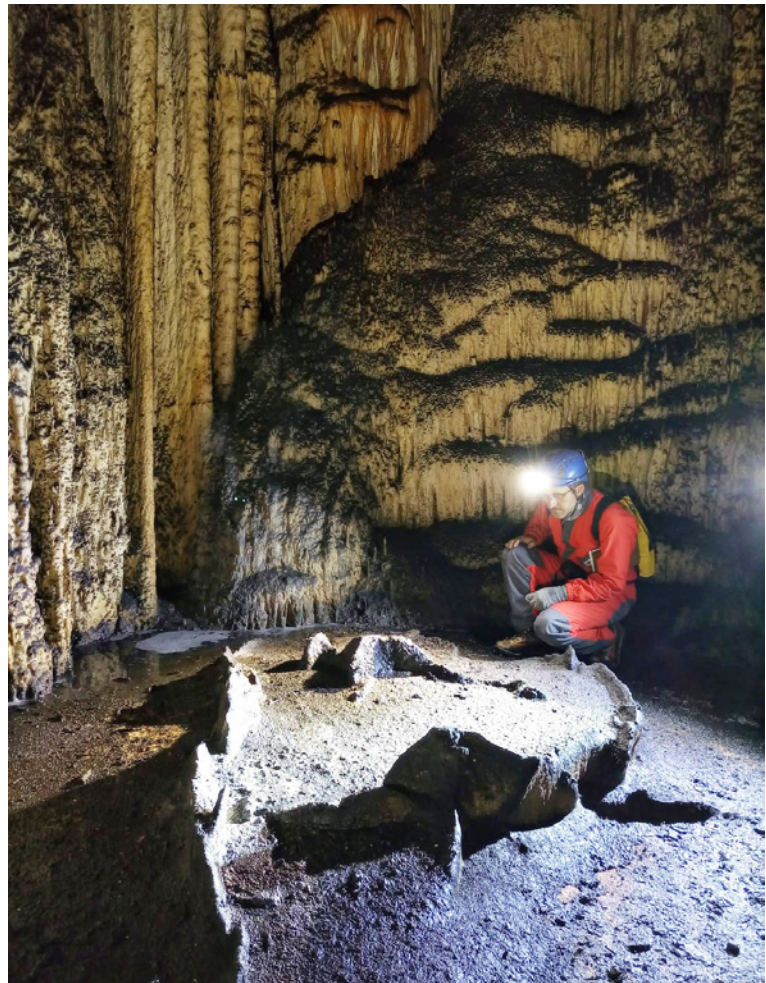
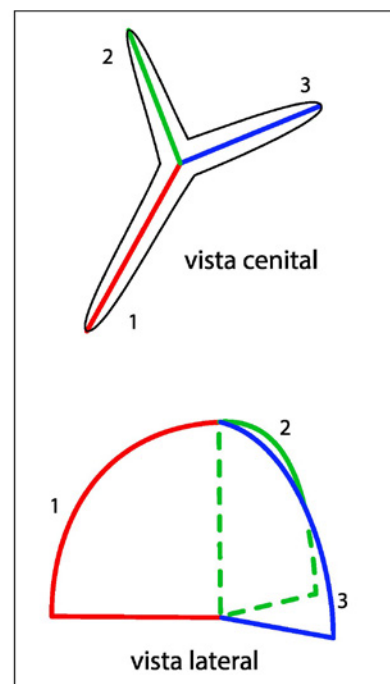


Figura 8: Conjunt de crestes al terra que podrien ser discs incipients, amb una disposició irregular i un desenvolupament aparentment intermput. Està situat en un indret allunyat del recorregut turístic, a la *Segona Cova* (Foto: G. Santandreu).

Figure 8: Set of ridges on the ground that could be incipient shields, with an irregular arrangement and an apparently incomplete development. It is located in an area away from the tourist route, in the *Segona Cova* (Photo: G. Santandreu).



Figura 9: Singular disc triple. La possible col·lisió del creixement de tres discs independents dona lloc a aquesta formació (Foto: J.J. Enseñat).
 Figure 9: Singular triple shield. The possible collision while growing of three independent shields raised this formation (Photo: J.J. Enseñat).



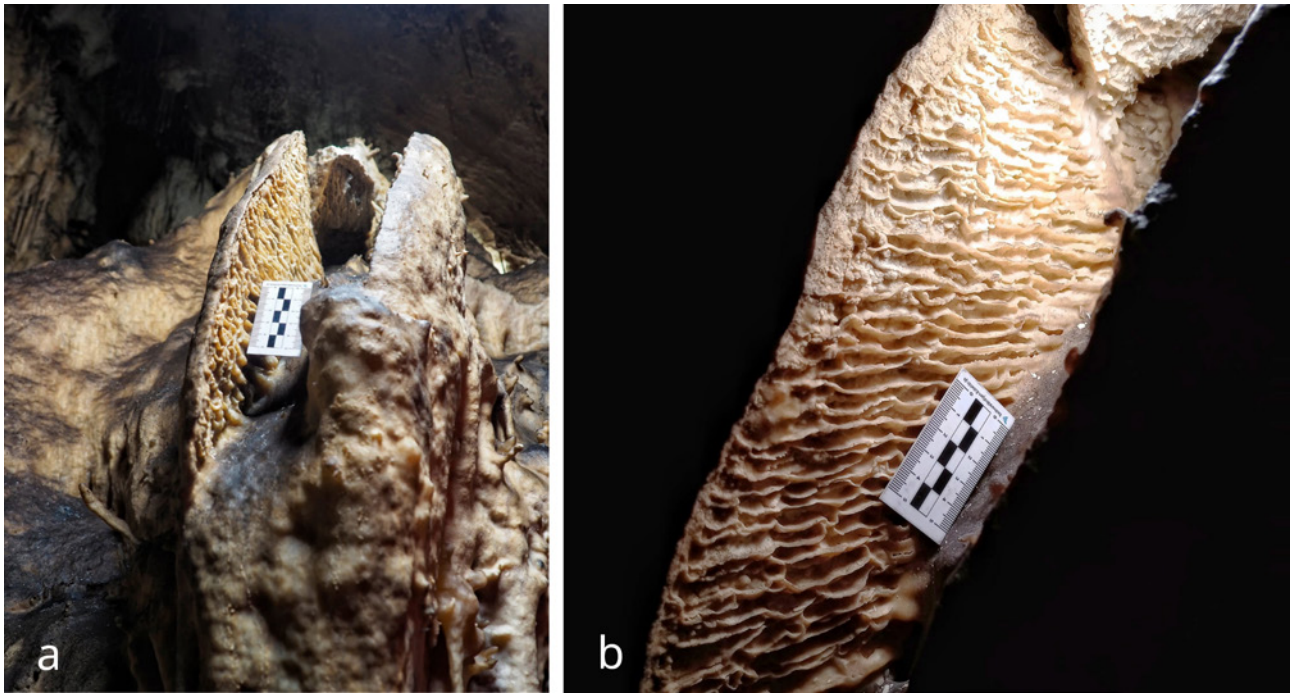


Figura 10: a) Disc obert, per algun procés de distensió mecànica, pertanyent al nivell inferior de l'*Infern*. b) El disc exposa el seu interior amb un característic patró de crestes horitzontals (Fotos: G. Santandreu).
Figure 10: a) Open shield due to some process of mechanical forces. It is located in the lower level of the zone called l'*Infern*. b) The shield exposes its interior faces with a characteristic pattern of horizontal ribs (Photos: G. Santandreu).

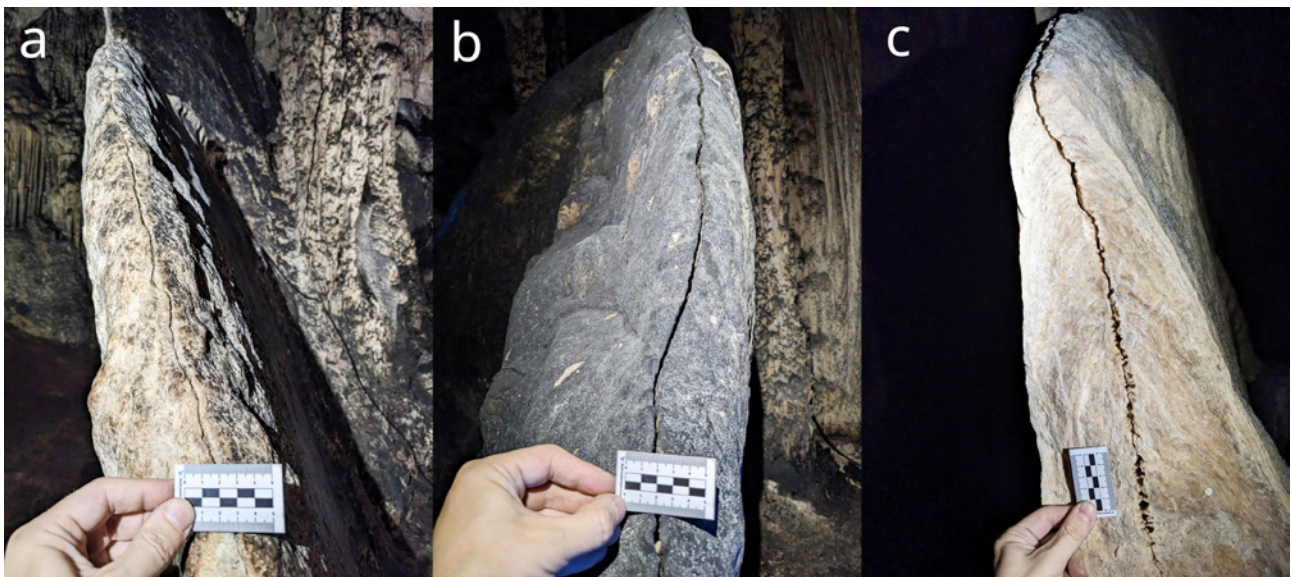


Figura 11: Fissures intersticials en alguns discs: a, b) discs de la zona del *Saló del Teatre*; c) disc de la zona del *Vestíbul*, mostrant les crestes horitzontals desenvolupades a l'interior de l'espeleotema (Fotos: J.J. Enseñat).
Figure 11: Interstitial fissures in several shields: a, b) shields in the *Saló del Teatre* area; c) shield in the *Vestíbul* area, showing the horizontal ribs existing inside the crack (Photos: J.J. Enseñat).

crestes en forma de línies horitzontals, que es veuen a banda i banda. És tan atapeït que impedeix observar els anells de creixement (Figura 10b).

Estructura i creixement cristal·lí

En molts dels discs de les Coves d'Artà que conserven ambdues cares es pot observar externament la separació entre elles (Figures 11a, 11b). En molts dels exemplars trencats, que han perdut total o parcialment una cara, es pot apreciar sobre el característic patró de creixement radial, amb franges de creixement concèntriques, un altre patró en forma de bandes horitzontals més o menys marcades.

No és possible afirmar que existeixi a l'interior de tots els discs, però sí que s'han vist indicis en gairebé tots els que presenten una obertura suficient per permetre l'observació (Figura 11c). HILL (1976) ja havia fet notar com es veien, a l'interior d'alguns discs que havien perdut parcialment una cara, unes línies horitzontals que atribuï a nivells d'aigua. En un estadi de major o menor degradació, aquest fenomen es pot veure fàcilment, per exemple, al *Saló de la Reina*, a la *Primera Cova*. GILLIESON (1996), fent-se ressò precisament de les estegamites de les coves del planell de Nullarbor (Austràlia) i referint-se concretament a les franges horitzontals, citades com de color negre, admet que hi ha una certa disputa sobre el seu origen.

Amb aquests dubtes plantejats, s'ha recollit un fragment trencat en un dels discs del *Saló del Teatre*, on aquestes línies són ben tangibles, per estudiar un tall en secció. De l'anàlisi mineralògica i cristal·lina de la secció efectuada d'aquesta mostra, es desprèn que hi ha hagut almenys dues etapes de precipitació de l'espeleotema, corresponents a dos processos diferents: la primera etapa està formada per una alternança molt marcada de làmines clares i obscures, les quals mostren una forta curvatura en una secció transversal del disc (Figura 12a). Un dels extrems de les làmines és pràcticament perpendicular al pla de la cara interna del disc, mentre que l'altre, de forma asimptòtica, es comprimeix cap a la part exterior, amb característiques típicament similars a les d'una colada. Totes formen una estructura concèntrica expansiva, en forma de ventall, en la secció interna del disc. Els cristalls que les configuren presenten una fàbrica columnar compacta, amb forma elongada, que es disposen de manera perpendicular a les làmines. La laminació observada ve marcada per una fina capa de micrita, encara que no es veu un excés de punts de nucleació. Aquesta fàbrica columnar és característica del creixement per selecció geomètrica i se sol formar a partir d'una fina làmina d'aigua que recorre la superfície exterior de l'espeleotema i, molt probablement, en condicions de desgasificació associades a la ventilació de la cavitat (FRISIA & BORSATO, 2010). La segona etapa presenta un creixement perpendicular al pla corresponent a la cara interna del disc (Figura 12b) i en continuació no òptica perpendicular als cristalls de les làmines prèviament descrites, les quals mostren un acabament irregular en el contacte. Presenta el típic creixement esferulític de tipus fibrós i radiaxial (FRISIA, 2015). També hi són observables bandes de creixement diferenciables per la tonalitat del color. La seva morfologia externa correspon a una sèrie de bandes crestades d'ordre quasi centimètric paral·leles i clarament horitzontals que contrasten amb les formes concèntriques comentades anteriorment. Aquest creixement se sol donar en condicions d'elevada supersaturació i normalment en presència de Mg; com pot ser el cas d'aqüífers localitzats en rocams dolomítics en



Figura 12: Fragment d'una de les cares d'un disc trencat del *Saló del Teatre*. a) En el tall en secció es pot veure el creixement natural del disc, amb diferents coloracions causades per les impureses contingudes a l'aigua. També es veu l'estructura de les crestes més recents, amb una coloració uniforme, causada per un creixement relativament ràpid. b) S'observa que el patró de crestes a la cara interna és essencialment rectilini i horitzontal (Fotos: J.J. Fornós).

Figure 12: Fragment of one of the sides of a shield from the *Saló del Teatre*. a) In the section of the plate, the natural growth of the shield can be seen, with different colorations caused by the impurities in the water. It can also be seen the structure of the later ribs, with a uniform coloration, caused by a relatively fast growth. b) The pattern of ribs seen on the inner face is basically straight and horizontal (Photos: J.J. Fornós).

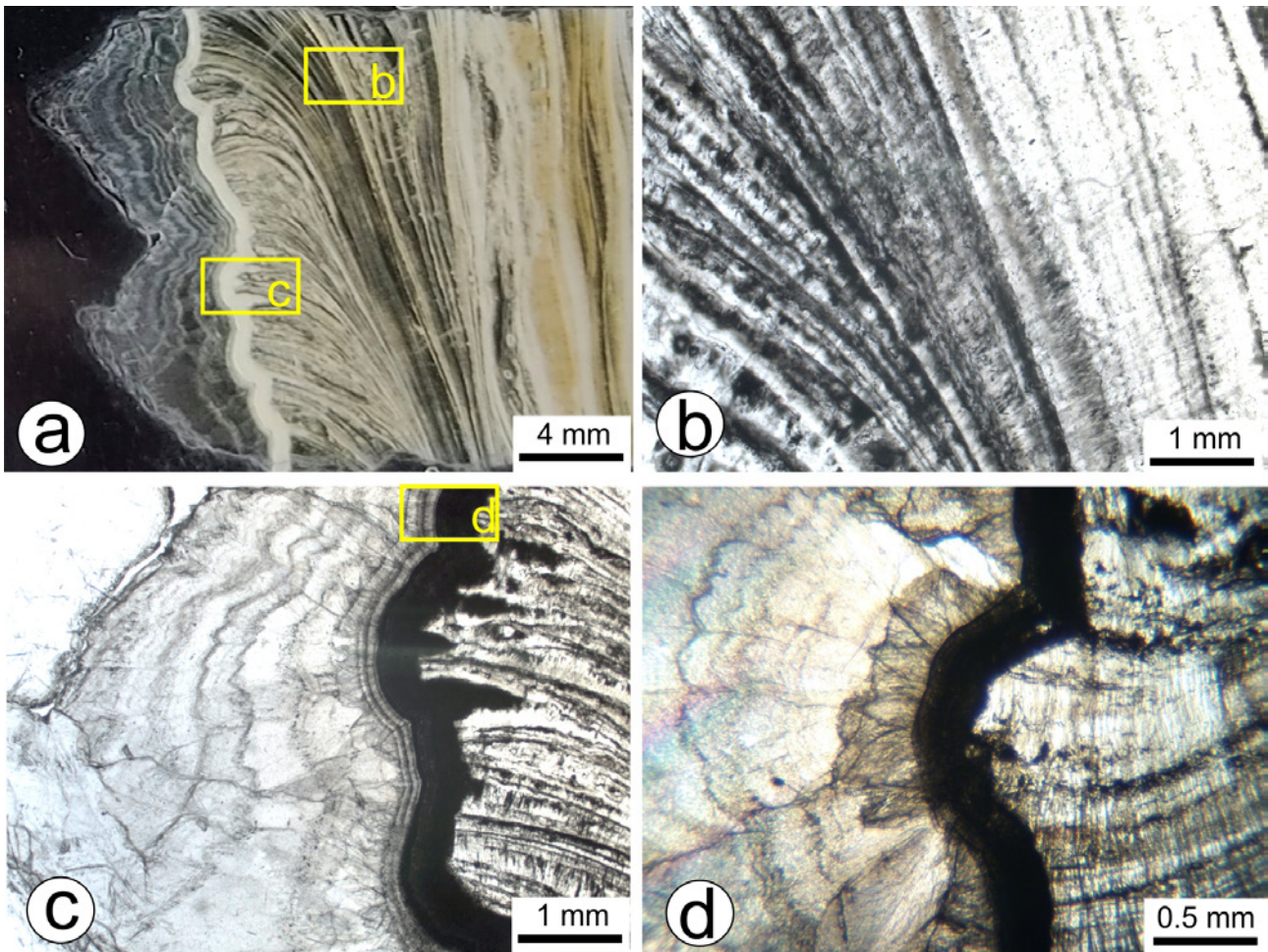


Figura 13: Làmines primes. a) Secció més interna d'un disc (llum paral·lela). b) Alternança de làmines de diversa coloració amb la típica fàbrica columnar elongada similar a la de les colades (llum paral·lela). c) Capa de calcita micrítica que separa les dues etapes de creixement. Observi's la penetració entre les làmines primigènies (nicols creuats). d) Precipitat més exterior de la part interna del disc amb la segona etapa de creixement mostrant una fàbrica esferulítica formada per cristalls de tipus fibrós i radiaxial (nicols creuats).

Figure 13: Thin sections. a) Innermost section of a shield (PPL). b) Alternation of various colors laminae with the typical elongated columnar fabric similar to that of flowstones (PPL). c) Layer of micritic calcite that separates the two stages of growth. Note the penetration between the earlier laminae (XPL). d) Outermost precipitates from the inner part of the shield with the second stage of growth showing a spherulitic fabric made up of fibrous and radial type crystals (XPL).

èpoques relativament àrides, encara que el seu creixement implica unes condicions de flux constant (FRISIA & BORSATO, 2010).

Els dos precipitats es poden trobar separats puntualment per una banda obscura (en nicols creuats) de calcita amb fàbrica micrítica (Figura 13d) que acaba amb una fina laminació, similar a l'estromatolítica, desenvolupada de forma paral·lela al pla interior del disc. Aquesta banda recobreix de forma irregular l'extrem interior de les làmines de creixement i presenta indentacions les quals penetren puntualment els seus límits. Les làmines en aquest punt presenten un acabament irregular, probable símptoma de corrosió prèvia (Figura 13c). Encara que aquest tipus de fàbrica se sol relacionar amb un grau elevat de supersaturació que dona lloc a un important nombre de punts de nucleació, probablement, també estan relacionats amb processos associats a l'activitat biològica (FRISIA & BORSATO, 2010). Tanmateix, el color clar que s'observa en llum paral·lela (Figura 13a) fa pensar que la matèria orgànica hi és absent.

Modelització del creixement dels discs

Una forma propera a la circumferència és la més característica del disc, un fet que es troba en l'origen del seu nom, però el motiu pel qual adquireix aquest aspecte no resta clar. Es presenta a continuació una modelització bidimensional del creixement del disc amb un plantejament macroscòpic. Això vol dir que en aquest model es prescindeix de qualsevol consideració sobre les característiques i disposició dels cristalls o altres condicionants del creixement a petita escala.

Figura 14: Equacions i esquemes simplificats del model de creixement d'un disc. Les equacions (A, B, C, D) i les restriccions (H), determinen el moviment del front de creixement, juntament amb diverses funcions del ritme de creixement (E, F, G). L'esquema de l'estadi inicial (a baix) il·lustra l'evolució del front de creixement a les dues primeres iteracions del model. El moviment d'un punt es descriu amb l'esquema de detall (dalt, a la dreta), on es pot veure el desplaçament d'acord amb les variables de les equacions.

Figure 14: Simplified representation of the components used in the shield growth algorithm. Equations (A, B, C, D) and restrictions (H), determine the movement of the growth front, with several growth rate functions (E, F, G). The initial state schema (bottom) shows the evolution of the growth front in the first two iterations of the model. The movement of a point is described in the detail schema (upper, right), where it can be seen with the variable used in the equations.

El model es fa bidimensional com a simplificació de la pròpia morfologia de l'espeleotema, que es presenta en un pla, amb l'origen en un segment línia –corresponent a l'esquerra del rocam on apareix– que en el model serà el front de creixement inicial.

Es considera que el front de creixement del disc avança una certa distància en un interval de temps determinat, en direcció perpendicular a la tangent del front i que la velocitat de creixement en un punt no pot variar de forma abrupta o arbitrària respecte dels punts del voltant. Aquestes consideracions es justifiquen perquè les aportacions de material dipositable, provinent del flux d'aigua de l'interior, i les condicions exteriors causants del precipitat –això és l'ambient exterior del disc– no s'espera que variïn localment.

Com a restriccions de la simulació s'ha imposat que el creixement no pot ser negatiu, ni per darrere de la línia marcada pel front inicial, i que els extrems del front estan fixats en tot moment (Figura 14H).

Així, s'ha discretitzat el segment de línia corresponent a l'esquerra inicial, de longitud L , en un conjunt de $N+1$ punts. Cada punt \vec{x}_n avança en el pla amb les equacions de moviment

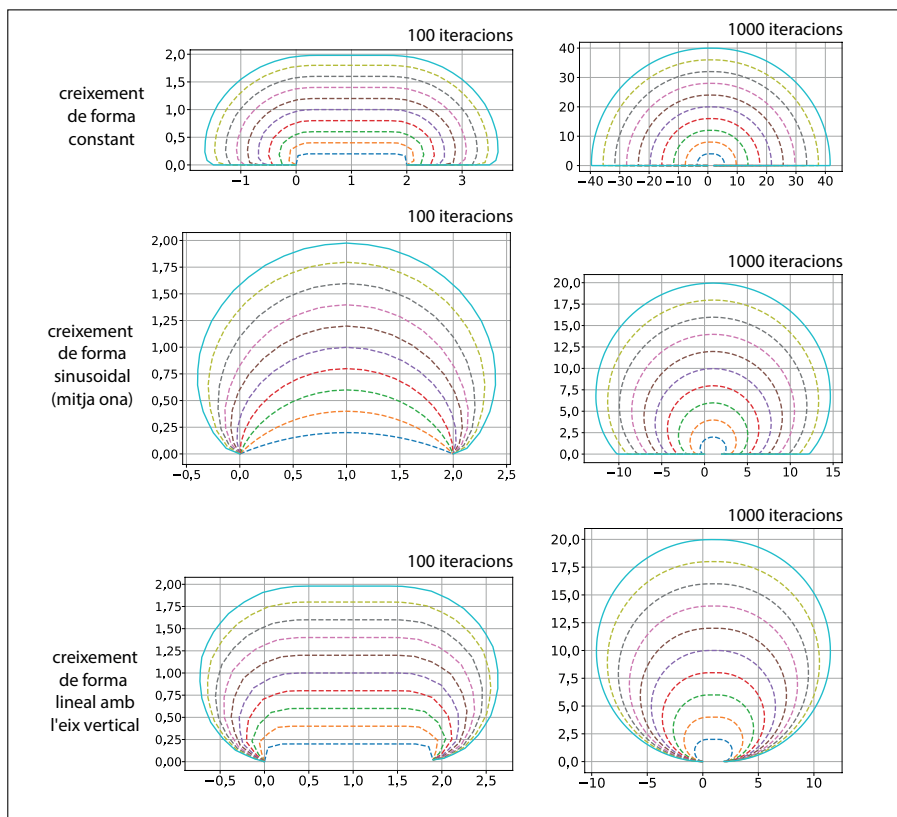
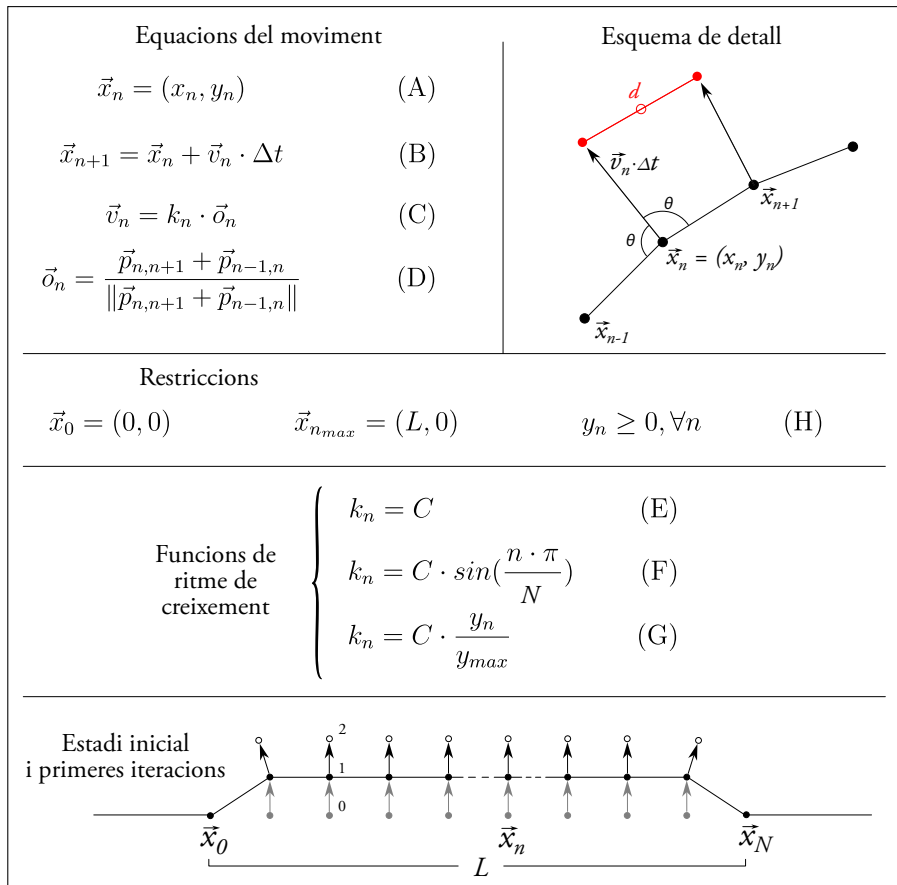


Figura 15: Resultats de la simulació numèrica per diferents funcions del ritme de creixement del disc: una funció constant (a dalt), una funció de mig sinus (al centre) i una funció lineal amb l'alçada (a baix).
 Figure 15: Results of the numeric simulation for different growth rate functions of the shield: a constant function (up), a half sinus wave function (middle), and a growth rate proportional to height function (bottom).

de la Figura 14 (A, B, C, D). El vector unitari de creixement (\vec{o}_n) en el punt \vec{x}_n , es calcula a partir de la suma dels vectors perpendiculars als segments amb els punts veïns (de \vec{x}_{n-1} a \vec{x}_n) i posteriors (de \vec{x}_n a \vec{x}_{n+1}). Quan la distància d que separa dos punts consecutius supera en un factor 1,5 la separació inicial $L/(N+1)$, s'interpol·la un nou punt entre ambdós, amb la finalitat de mantenir un front de creixement amb una discretització similar al llarg de tota la seva extensió.

S'han avaluat tres funcions pel ritme de creixement, k : un ritme de creixement constant C , que presenta un salt abrupte al valor zero en els extrems (Figura 14E); un ritme de creixement sinusoidal, de mitja longitud d'ona (Figura 14F); i un ritme de creixement que augmenta linealment amb la distància a la línia de base (Figura 14G). Els ritmes de creixement de les funcions F i G de la Figura 14, normalitzats a un valor màxim C , pretenen descriure un escenari on s'espera que el precipitat disminueixi en les proximitats dels extrems del front de creixement, on s'ha de fer nul.

La simulació mostra en els tres casos que els fronts de creixement conserven un aspecte amb una curvatura petita en els estadis inicials, quan la mida del disc té unes dimensions de l'ordre de magnitud de la longitud de l'esquerda. En canvi, després d'un nombre suficient d'iteracions del model, el disc s'engrandeix amb uns fronts de creixement gairebé circulars (Figura 15).

Distribució, morfometria i mineralogia dels discs

A les Coves d'Artà s'han identificat clarament 242 discs. La distribució i densitat espacial sobre la topografia de la cova es pot veure a la Figura 16. Això representa una densitat global de 2,8 discs per cada 100 m², assolint-se concentracions màximes de fins a 7 discs

ben desenvolupats en una parcel·la de 16 m², en diversos llocs de la *Segona Cova*. A la *Balma d'Entrada* es troben només 2 exemplars, a la *Primera Cova* se n'identifiquen 59 i a la *Segona Cova* es compten 181. Segons el punt on semblen originar-se: 82 creixen des del terra, 80 des d'una paret, 25 apareixen de fractures en altres discs i 55 sorgeixen d'altres formacions.

Sobre una mostra de 175 exemplars s'observa una excentricitat molt variable, presentant-se un valor mitjà d' $\epsilon=0,52$ amb $\sigma=0,29$. Així i tot, hi ha un gens menyspreable conjunt de 31 discs circulars, amb $\epsilon=0$ (Figura 17).

Sobre aquesta mateixa mostra, el càlcul del diàmetre mitjà obté un resultat de 142 cm, amb $\sigma=102$. El 75% dels discs presenta un diàmetre mitjà per sota de 190 cm (Figura 18a). Del conjunt de 31 discs circulars, 25 tenen una mida inferior a 100 cm de diàmetre mitjà i la resta d'exemplars en cap cas superen els 260 cm. El més petit mesurat correspon a un disc circular de 20 cm de diàmetre, mentre que el més gran és un de 620 cm de longitud per 210 cm d'alçada. El disc amb major diàmetre segons l'eix vertical fa 310 cm. En aquests càlculs s'han omès aquells discs dels que no s'han pogut amidar ambdós eixos.

Respecte a la inclinació, sobre una mostra de 221 exemplars, predominen els verticals i subverticals: el 55% dels discs creixen amb una inclinació per sobre dels

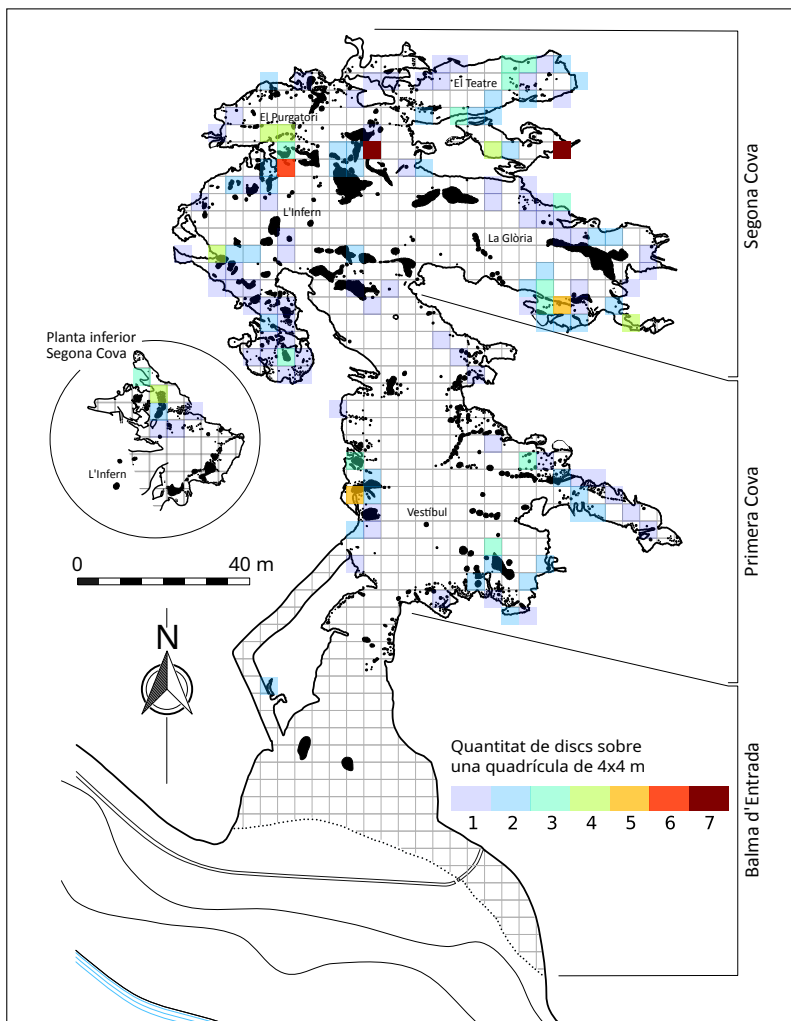


Figura 16: Distribució espacial dels discs a les Coves d'Artà. Es pot observar que la concentració és major en les zones properes a la perifèria de la cavitat i els grans massissos estalagmítics que la divideixen.

Figure 16: Spatial distribution of the shields in the Coves d'Artà. It can be observed that the concentration is higher in the peripheral areas of the cavity and the large flowstone deposits that compartmentalize the chambers.

80° respecte del pla horitzontal (55 són completament verticals), mentre que no s'observa cap disc amb una inclinació per sota dels 20° (Figura 18c). És de destacar que s'han detectat pocs discs amb un diàmetre superior a la mitjana i amb una inclinació per sota dels 60° (Figura 18b).

Pel que fa a les orientacions, els resultats són molt més heterogenis i depenen de les agrupacions considerades. Per a tot el conjunt de discs, no s'identifica cap direcció clarament preferent (Figura 19d). Dit això, si se separen els discs en funció del punt d'origen aparent, aquells que sorgeixen de les parets mostren una preferència per la direcció WNW-ESE (Figura 19a), mentre que els que surten de terra ho fan per la direcció N-S (Figura 19b). La combinació d'ambdós conjunts, dibuixa una direccionalitat més difusa, però encara guarda una lleugera tendència cap a l'WNW-ESE. Els discs que sorgeixen d'altres formacions, excloent altres discs, no presenten cap correlació clara (Figura 19c).

Per tal de poder comparar les direccions dels discs amb les principals línies de fracturació de la roca, es varen dur a terme altres mesures complementàries d'orientacions. L'anàlisi combinada de 9 fractures clarament observades al sostre de la cavitat, on la roca és visible, i les 10 alineacions d'espeleotemes (columnes), que

Figura 18: a) Histograma del nombre de discs en relació amb la seva mida. La majoria de discs presenten unes dimensions inferiors als 2 m. b) Relació entre la inclinació dels discs i la seva mida. S'observa l'absència de discs grans amb plans de desenvolupament horitzontals o subhorizontals. c) Histograma del nombre de discs en relació amb la seva inclinació. S'aprecia una majoria de discs amb tendències verticals i subverticals.
 Figure 18: a) Histogram of the number of shields related to its size. The majority of the shields have a dimension inferior to 2 m. b) Relationship between the inclination of the shields and their size. Is noted the absence of large shields with horizontal or subhorizontal planes. c) Histogram of the number of shields related to its inclination. Can be seen a majority of vertical or almost vertical shields.

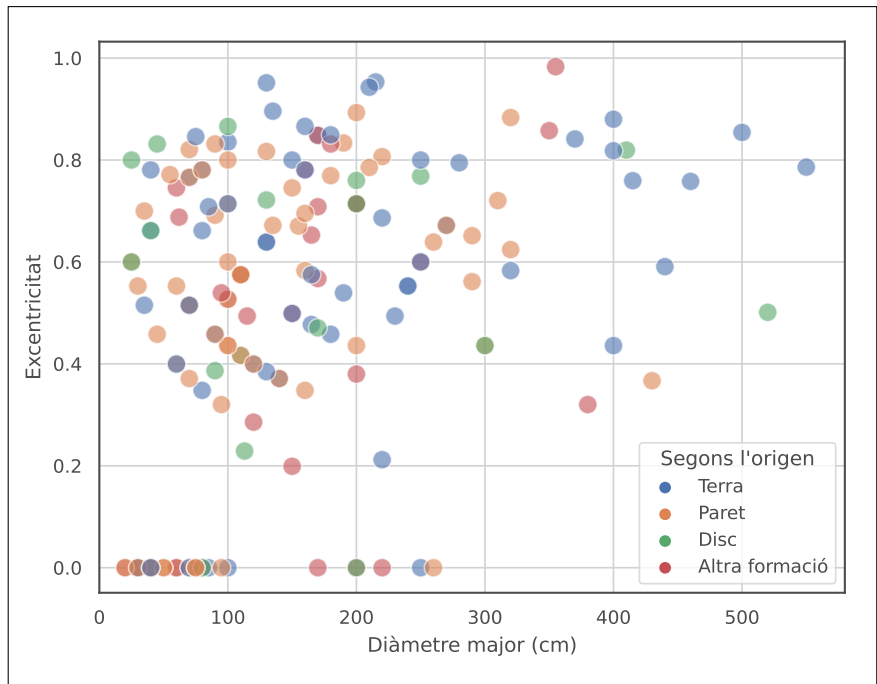
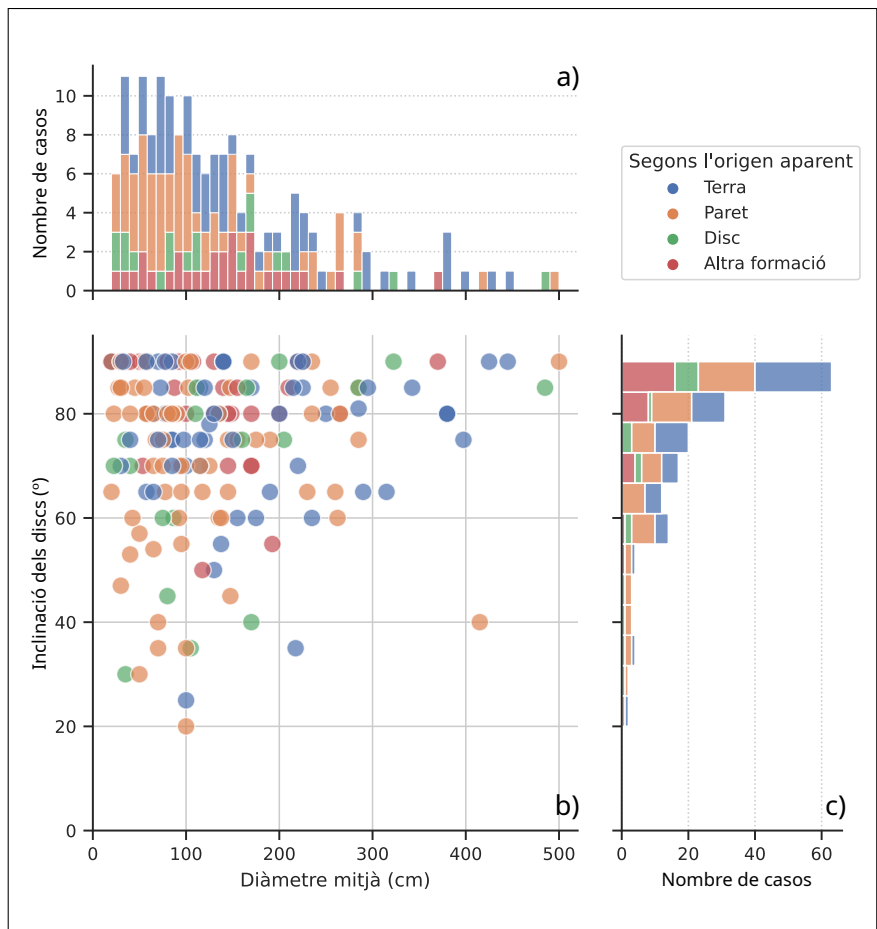


Figura 17: Relació entre l'excentricitat dels discs i el seu diàmetre major. Es pot veure que els discs circulars tenen una mida inferior als 3 m de diàmetre, però de forma general hi ha discs allargats independentment de les seves dimensions. Els colors distingeixen les agrupacions dels discs segons el seu origen: el terra, una paret, un altre disc o un altre espeleotema.
 Figure 17: Relationship between the eccentricity of the shields and their greatest diameter. It can be seen that the circular shields are less than 3 m in diameter, but in general there are elongated shields regardless of their dimensions. Colors distinguish the group of shields depending on their origin: the floor, a wall, another shield, or other speleothem.



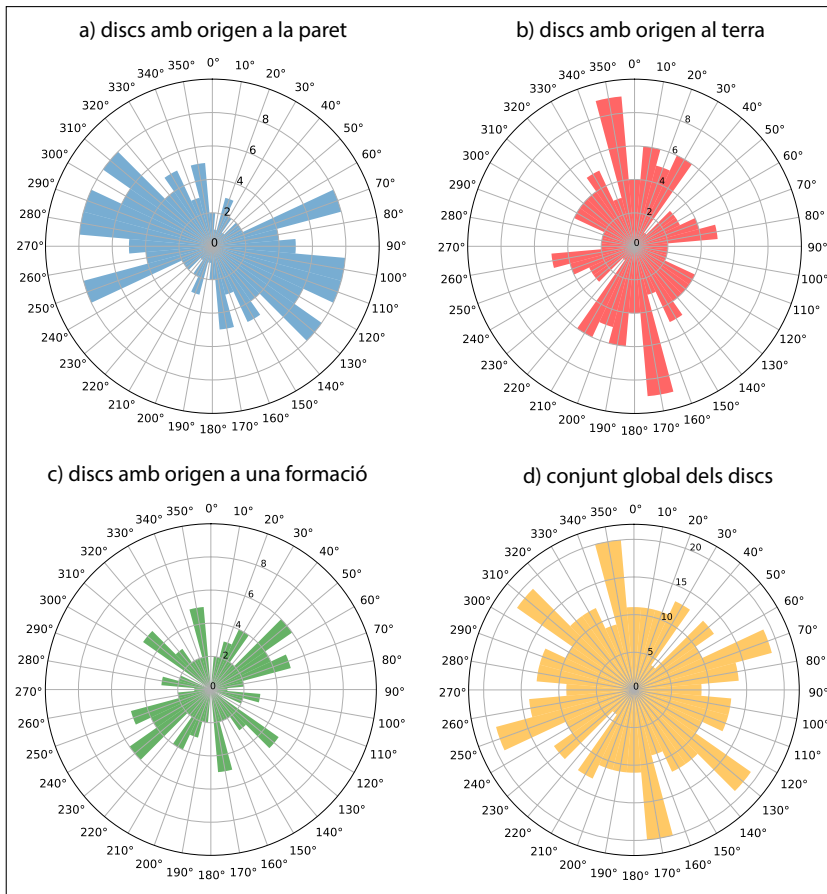


Figura 19: Histograma polar de les orientacions dels discs, respecte al nord magnètic. Els discs que sorgeixen d'una paret (a) presenten una orientació compatible amb les diaclasis de la roca. Els discs que sorgeixen del terra (b) pareixen seguir tendència S-N, probablement relacionada amb la falla que propicia el desenvolupament de la cova en aquesta direcció. Els discs que sorgeixen d'una altra formació (c) no pareixen seguir cap direcció predeterminada. (d) El conjunt total dels discs mesurats tampoc mostra una clara direccionalitat.

Figure 19: Polar histogram built with orientations of the shields, referred to magnetic north. The shields emerging from a wall (a) present an orientation compatible with the rock joints. The shields emerging from the ground (b) seem to follow a S-N trend, probably related to the fault that favors the development of the cave in this direction. The shields emerging from another formation (c) do not seem to follow any clear direction. (d) The whole population of measured shields also does not show a clear directionality.

serien conseqüència indirecta de fractures similars, mostra un control segons l'eix E-W (Figura 20). S'ha d'admetre que el conjunt de mostres és reduït. Això s'explica per la dificultat que es presenta en aquesta cova per accedir directament a la roca, a causa de l'extensa decoració d'espeleotemes.

També s'han analitzat els discs que creixen d'altres discs. Per veure la relació entre ells, s'ha agafat com a referència el pla del disc d'origen. Sobre una mostra de 22 exemplars, un 36% segueixen un pla que divergeix amb un angle inferior a 10° respecte al pla del disc precursor, i un 76% divergeixen en menys de 30° (Figura 21).

Per acabar, l'anàlisi mineralògica efectuada per difracció de raigs-X indica que els discs estan formats per calcita amb molt baix contingut de magnesi. La mostra recollida en el propi cos del disc indica un valor de presència de Mg (MgO: 0,03; CO₃: 0,97) lleugerament inferior al reblliment de la part intersticial del disc (MgO: 0,06; CO₃: 0,94), fet que queda reflectit en el lleuger desplaçament del pic corresponent a la cara (1,0,4) tal com s'observa a la Figura 22.

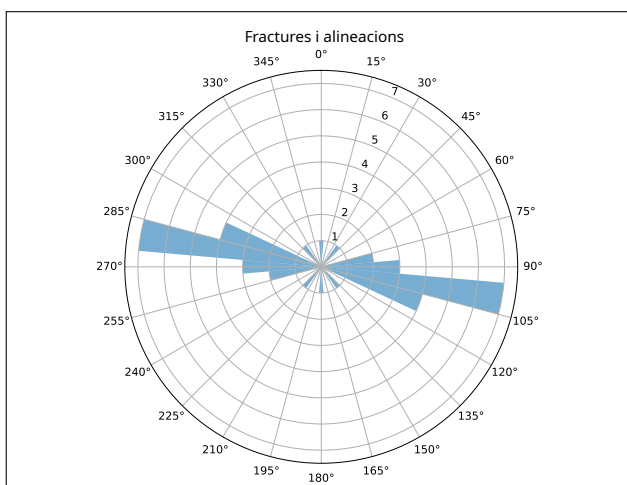


Figura 20: Orientació de les fractures en la roca i alineacions de columnes en la cavitat. Es pot veure que majoritàriament presenten una tendència compatible amb les diaclasis de la roca, visibles en el sostre de la Cuina, el Saló del Teatre i l'Infern.

Figure 20: Orientation of the fractures in the bedrock and column alignments in the cavity. It can be seen that most of them present a tendency compatible with the orientation of rock joints, visible in the ceiling of the Cuina, the Saló del Teatre and l'Infern.

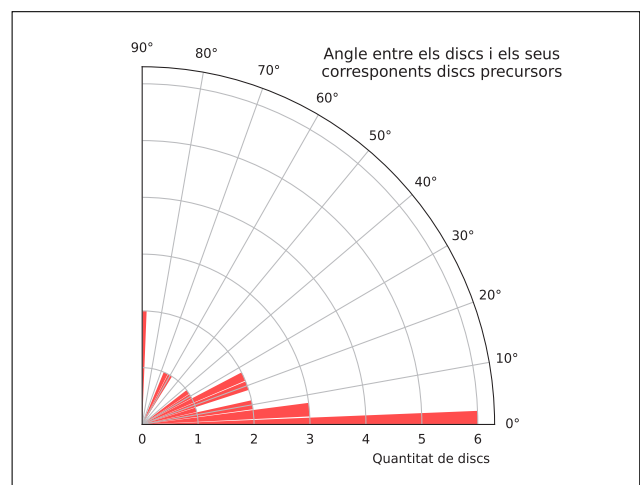


Figura 21: Angles entre els plans dels discs que apareixen sobre altres discs i el pla del corresponent disc precursor. S'observa una tendència majoritària a seguir el mateix pla i en menor grau una tendència gairebé perpendicular.

Figure 21: Angles between the planes of the shields that develop on other shields and the plan of the corresponding precursor shield. There is a majority tendency to follow the same plan and to a lesser degree an almost perpendicular tendency.

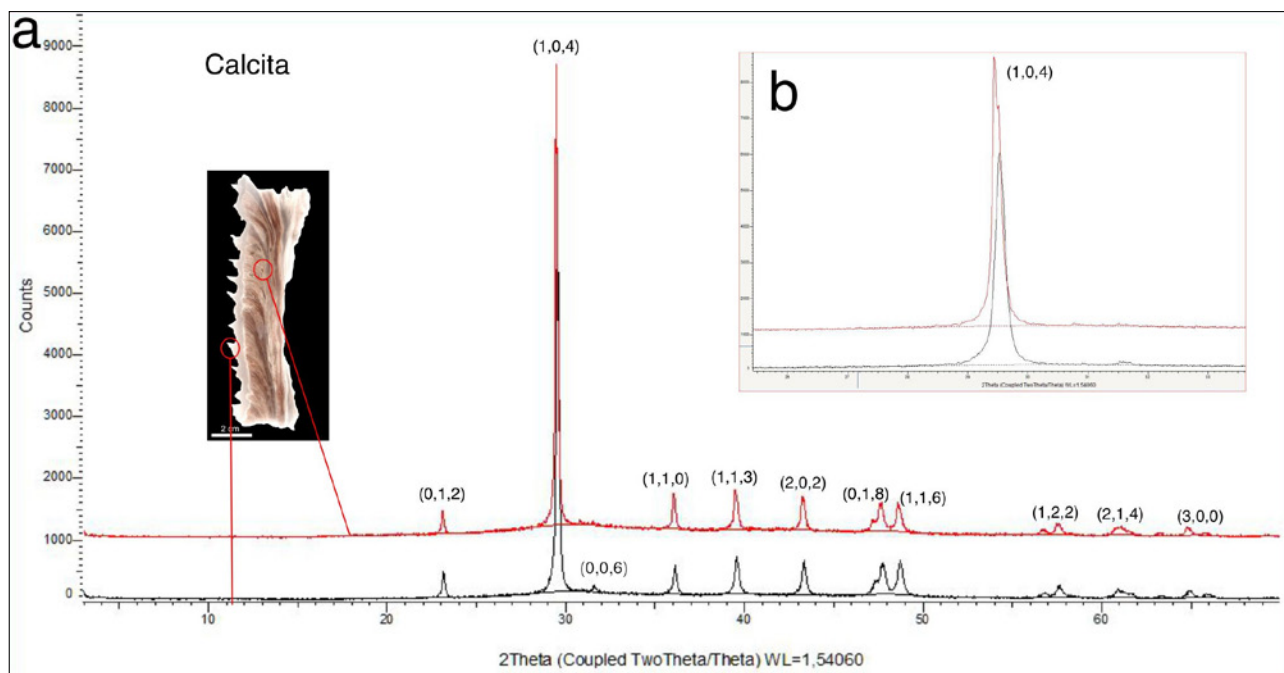


Figura 22: a) Difractograma de les dues mostres analitzades del fragment de disc de la Figura 12. b) Ampliació del segon pic. La composició difereix molt lleugerament en la concentració de Mg (Font: Serveis Científico-Tècnics de la UIB).
 Figure 22: a) Diffractogram of the two samples analyzed from the shield fragment in Figure 12. b) Enlargement of the second peak. The composition differs very slightly in the Mg concentration (Source: Serveis Científico-Tècnics de la UIB).

Discussió dels resultats

Tot i no ser un espeleotema que es pugui considerar molt estrany, la quantitat de discs, en nombres absoluts, que es troben a les Coves d'Artà, és remarcablement elevada considerant la informació publicada sobre altres cavitats d'arreu del món. Analitzant la seva distribució, la densitat de discs, si bé és baixa en les zones més properes a l'exterior, augmenta ràpidament a mesura que s'avança cap a l'interior de la cova. S'ha de fer notar que al plànol topogràfic utilitzat per il·lustrar la distribució espacial dels discs (Figura 16) no apareix representat l'espai corresponent a la *Cova Nova*, un nivell inferior de la *Balma d'Entrada*. El motiu és que a la *Cova Nova* no s'ha localitzat cap exemplar. El fet que els discs desapareguin amb la proximitat a l'exterior podria estar condicionat per dos factors: les condicions hidrològiques necessàries per al seu desenvolupament, que serien més propícies en les zones més internes, i que actualment encara són més actives; i, en menor mesura, el deteriorament general dels espeleotemes en la part de la cova més exposada a agents externs, que pot haver fet desaparèixer algunes formacions fins al punt de no poder ser identificables.

De treballs precedents (GINÉS et al., 2019; ENSEÑAT et al., 2021) es coneix que les Coves d'Artà presenten un desenvolupament en un eix gairebé S-N, seguint un pla de falla en aquesta direcció i aprofitant l'estratificació que cabussa uns 30° en direcció E. Alhora, la cavitat es veu clarament influenciada per una sèrie de diàclasis en direcció de 105°. Així, no només grans sales (conjunt de la *Glòria* i l'*Infern*, la *Cuina* o el *Saló del Teatre*) resten orientades en aquesta direcció, sinó que nombrosos conjunts de formacions (com estalactites i columnes), pareixen alineades de la mateixa manera. Les morfologies més vistoses que presenta la roca són les formes de dissolució en el sostre de diferents indrets (el *Saló del Teatre* i la *Cuina* principalment), formant solcs paral·lels que recorren el sostre al llarg d'una vintena de metres, essent aquesta orientació de 105° ± 5° directament mesurable.

De l'anàlisi estadística es desprèn que en el cas dels discs la correlació no és tan evident. Perquè es formi un disc sembla que és necessària una esquerda en el material sobre el qual creix, i són molt pocs els casos on s'observa la seva aparició directament per sobre de la roca. Però s'ha de dir que en aquesta cavitat les parets de roca amb absència d'espeleotemes es limiten essencialment a regions del sostre, algunes d'elles a gran alçada. Pràcticament tot el perímetre de la cavitat està recobert per dipòsits de precipitat, amb alguns recobriments parietals de més de 10 m d'alçada. El fet que els discs apareguin de manera més freqüent sobre colades i altres formacions té dues interpretacions no excloents. Per una banda, les colades podrien ser reblerts posteriors que envolten discs amb origen a les fractures que les

pròpies colades acaben recobrint. Per altra banda, la colada és un material senzill de fracturar de forma neta —amb fissures molt fines—, requisit necessari per formar un disc. La transmissió de les esquerdes de la roca a les colades parietals pot ser difícil de justificar sense recórrer a fenòmens de microsismicitat. Però la correspondència entre els discs i les diàclasis sembla estar present. Si es consideren només els discs que sorgeixen de les parets (bàsicament de colades parietals) es pot constatar una tendència compatible amb l'orientació de 105° (Figura 19a). El que apuntaria al control estructural exercit per les diàclasis sobre els discs.

La formació d'esquerdes en colades pavimentàries per assentament dels materials subjacents poc cohesionats (blocs, sediments, etc.) és més senzilla d'assumir. S'ha de tenir present, a més, que en els espais entre aquests materials subjacents s'hi podria haver acumulat l'aigua necessària per mantenir l'alimentació del disc. Així doncs, la predominança de la direcció S-N, que mostra el grup dels discs que creixen des del terra (Figura 19b), pot estar relacionada amb el fet que la mateixa cova presenta una estructura desnivellada seguint aquesta direcció. Part de la regió W es desenvolupa a un nivell més baix (conjunt *Infern-Purgatori*). Tractar d'advertir si la falla està relacionada amb aquest desnivell estructural, i si aquest fet intervé afavorint fractures en aquest sentit més eficaçment que les diàclasis, seria totalment especulatiu. Però no es pot negar que estructuralment la direcció S-N és característica de la cavitat i que un conjunt significatiu de discs la segueix.

En referència al tercer conjunt, el dels discs que creixen a partir d'altres formacions (columnes, massissos estalagmítics i altres discs), no es veu una direcció predominant. La manera com es fractura una columna pot tenir més a veure amb febleses estructurals de la seva construcció que amb l'estructura geològica de l'entorn de la cova. Així, com era previsible, les direccions d'aquest conjunt de discs presenta un caràcter molt aleatori (Figura 19c). Pel que fa als discs que creixen a sobre d'altres discs queda palès el fet que majoritàriament segueixen essencialment els mateixos plans (Figura 21). Es podria arribar a considerar que tot el conjunt correspon a un sol disc, d'aspecte irregular, amb un únic origen que subministra l'aigua pel seu creixement. Però s'ha decidit distingir i mesurar separatament cada part com un disc independent, d'acord amb el límit on el pla de les seves cares o la forma del seu perímetre presenta una inflexió perceptible. S'ha considerat que, malgrat tot, en aquest segment del front de creixement del disc original es donen les condicions per generar un nou exemplar de l'espeleotema amb totes les característiques que li són pròpies.

Sobre la naturalesa del creixement dels discs en general, de la llei de JURIN (1718) es desprèn que l'aigua, a temperatures al voltant dels 20°C , per assolir alçades de 3 m mitjançant capil·laritat entre dues plaques paral·leles, la separació entre aquestes hauria de ser micromètrica. La concentració d'impureses dissoltes variaran els càlculs, però és d'esperar que el resultat es mantindrà dins del mateix ordre de magnitud en quant a la separació de les plaques. En conseqüència la capil·laritat pot explicar l'ascens de l'aigua només fins a una certa alçada. STANKOVIĆ & CÍLEK (2005) també raonaren en aquest sentit, sense plantejar altra hipòtesi alternativa. Per construir discs de dimensions majors, la pressió hidrostàtica per diferència de potencial podria ser una solució al problema. Si s'accepta que en algun moment la separació intersticial pot arribar a aconseguir les amplades mil·limètriques o properes al centímetre que en alguns casos s'observen (Figura 11), no es pot imaginar altre mecanisme capaç de substituir la capil·laritat. Aquesta pressió seria capaç d'inundar els espais intersticials menys estrets, fent arribar l'aigua als límits superiors. Els discs sota aquestes condicions funcionarien a la manera de les geisermites, segons la seva definició més àmplia. En casos excepcionals aquest escenari seria la causa dels brolladors documentats a altres coves (CABROL, 1978) i probablement afavoriria el creixement d'espeleotemes de degoteig i de flux sota el disc.

Val a dir, que l'amplada dels espais intersticials dels discs observables actualment poden no correspondre al període en què els discs estaven en plena evolució. Però la mida de les bandes de cristallitzacions horitzontals que es troben a l'interior apunta al fet que aquestes amplades corresponen a moments en què l'espai intersticial sí que era capaç d'emplenar-se d'aigua. Per tant, s'ha de considerar que l'escenari hidrològic que permet la formació de discs és bastant complex i difícil de modelitzar. Probablement, es tracti d'un procés que evoluciona des d'unes etapes inicials on predomina la capil·laritat, amb un règim de flux més lent i constant, a uns estadis finals on pressions més altes, potser amb fluxos més elevats i irregulars, es fan necessàries. Tot plegat suggereix que distensions, causades tal vegada per la gravetat o la mateixa pressió de l'aigua a l'interior, poden engrandir la separació entre les cares a mesura que va creixent el disc. Tampoc es poden descartar mecanismes de dissolució del precipitat que eixamplin l'espai a l'interior mentre a la zona perimetral es manté una fissura estreta, la qual limitaria el flux, com proposen STANKOVIĆ & CÍLEK (2005).

De l'absència de discs grans amb una inclinació baixa es pot inferir que la distensió entre les cares, pel seu propi pes, incrementa la separació intersticial més ràpidament que en els discs més verticals. I d'aquesta manera, amb l'eixamplament, es modifica el règim hídric necessari per al creixement.



Figura 23: Gran disc inclinat del Saló de la Reina, a la Primera Cova. Aquest exemplar supera els 4 m de diàmetre i manté una inclinació propera als 40°. És un fet excepcional, fora de la tendència estadística observada en aquest treball (Foto: A. Merino).
 Figure 23: Big sloped shield located at Saló de la Reina, in the Primera Cova. This shield exceeds 4 m in diameter with slope close to 40°. This is an exceptional situation out of the stadistic trends observed in this paper (Photo: A. Merino).

O, fins i tot, es pot pensar que els fa més propensos a trencar-se si no s'han pogut desenvolupar sota espeleotemes que els suportin adequadament. En ambdós casos el disc deixaria de créixer. L'excepció es troba en l'exemplar del Saló de la Reina de les Columnes amb un diàmetre de 420 cm i una inclinació de 40° (Figura 23). I és precisament la magnitud dels espeleotemes de degoteig i de flux associats sovint als discs el que porta a suposar que del front de creixement del disc sovint pot sorgir una quantitat d'aigua notable, almenys de manera estacional.

El fet que els discs que creixen sobre una de les cares d'un altre disc no presentin una forma circular completa –el que és directament observable, doncs no hi ha disc a l'altre costat– porta a pensar que tal vegada el cercle és una forma cap a la qual el disc pot evolucionar, però no necessàriament la que presenta en tot el seu estadi evolutiu.

D'acord amb les simulacions numèriques realitzades, la forma circular o semicircular del disc correspondria a un estadi en el qual l'espeleotema ha crescut prou perquè l'esquerda original es pugui considerar una font d'aspecte puntual. Resulta raonable pensar que la fractura d'una cara d'un disc es pot estendre per gairebé tot el seu diàmetre. Així, en aquest cas és d'esperar una morfologia corresponent a un estadi primerenc o mitjà de l'evolució del disc en el model presentat.

Tot plegat apunta al fet que la longitud de la fractura i el temps de desenvolupament de la formació esdevenen factors equiparables en importància per definir la forma del disc, i se suma a d'altres factors que puguin afectar a la distribució de l'aigua, com la gravetat o diferències en el gruix de l'esquerda. Una fractura irregular, bé sigui en amplada o en direcció, podria evolucionar cap al que s'ha anomenat un disc incipient en aquest treball. Potser alguns d'aquests discs incipients poden evolucionar cap a l'aspecte que WEBB (1991) anomenà estegamites. Localment, algunes línies de creixement sí que es podrien presentar, sota certes circumstàncies, gairebé horitzontals –paral·leles a l'esquerda inicial– o amb una curvatura baixa. Mentre que uns altres discs, si es donen les circumstàncies propícies,

podrien seguir el seu desenvolupament i adquirir l'aspecte oval o circular tan característic. Però no es veu justificació per considerar que es tractin d'espeleotemes diferents als discs si es considera el seu mecanisme de creixement.

Sobre el model numèric elaborat es pot raonar que en el cas d'ajustar-se a un ritme de creixement uniforme el disc creixeria de forma radial a partir d'un origen no puntual, la qual cosa resulta amb el temps en una forma semicircular. Per aconseguir la forma completament circular, en canvi, sembla necessari introduir en la funció del ritme de creixement un efecte de reducció del ritme en les proximitats dels extrems del front de creixement. Si bé s'ha argumentat que es pot identificar aquesta reducció amb una disminució del flux hídric, aquesta no deixa de ser una hipòtesi introduïda *ad-hoc*.

Per aprofundir en aquesta qüestió cal un estudi més acurat, un model més elaborat i, sobretot, una observació detallada dels anells de creixement dels discs en exemplars complets.

Sobre els patrons horitzontals que creixen a l'interior dels discs, l'anàlisi apunta al fet que es formen un cop que el disc sofreix una separació important de les seves cares. Sembla clar que pertanyen a un estadi en el qual tot assenyalava al fet que el disc ha deixat de créixer com a tal. Qüestió a part és l'aparent regularitat de la freqüència vertical que s'observa en aquestes línies, d'ordre de magnitud centimètrica. La causa d'aquesta aparent regularitat no es pot explicar amb les dades disponibles avui per avui.

Conclusions

L'anàlisi estadística dels discs de les Coves d'Artà mostra una predominança dels exemplars amb una disposició vertical o subvertical, així com la d'exemplars amb una mida inferior a 200 cm de diàmetre mitjà.

La correlació entre les orientacions dels discs i les fractures de la roca (diàclasis i falles), que són determinants per entendre la morfogènesi de la cavitat, sembla existir quan el disc creix en una paret o al terra. Això succeeix principalment en les direccions WNW-ESE i N-S, respectivament. Aquest fet és compatible amb la hipòtesi que una part dels discs estan relacionats amb la fracturació de la roca que actua canalitzant els recursos hídrics necessaris. Tampoc es descarten mecanismes de microsismicitat pel reajustament del subsòl, format per blocs i sediments, que podrien causar fractures en colades pavimentàries. En canvi, no s'identifica cap direcció predominant quan els discs creixen sobre altres espeleotemes.

El mecanisme de creixement dels discs presenta certes incògnites no resoltes. Tot plegat apunta que el mecanisme hídric que alimenta el disc és complex, i reduir únicament la gènesi a la capillaritat no és suficient. Sembla necessària la participació de mecanismes complementaris. Així, per explicar la pressió hidrostàtica observada per alguns autors, hauria d'existir una retenció de columna d'aigua d'infiltració amb una altura superior en els voltants de l'esquerda que origina el disc. Aquesta retenció, bé en la porositat de la roca, bé en esquerdes o en sediments acumulats al darrere de colades i altres espeleotemes propers, actuaria com una sort d'aquífer captiu alimentant el disc amb major o menor pressió de forma estacional o episòdica. Per tant, podrien confluïr ambdós fenòmens i, en cas de ser així, el disc podria estar més relacionat amb una geisermita que amb una heligmita.

No es pot concloure de les observacions una explicació senzilla de les raons per les quals a partir d'algunes esquerdes es formen espeleotemes d'aspecte tan divers com unes cicatrius de pocs centímetres de gruix, unes complexes crestes d'aspecte irregular o discs de grans dimensions. Però algunes observacions i els càlculs realitzats apunten en el sentit que la forma circular del disc podria ser només un dels possibles estadis resultants del creixement d'aquest espeleotema.

Considerada l'anàlisi mineralògica duta a terme, també sembla que hi ha indicis suficients per sostenir la idea que els patrons horitzontals observats a l'interior de l'espai intersticial d'alguns discs es corresponen amb un estadi final en l'evolució del disc o, fins i tot, posterior a la seva formació. Es tracta d'un creixement ràpid de precipitat que es produeix quan el disc ja ha deixat de créixer com a tal o està a punt de fer-ho.

Per acabar, s'ha d'emfatitzar el fet que cap dels discs de la cova és actiu des d'un punt de vista morfogenètic ni s'aprecien evidències d'activitat recent. Només s'han trobat formacions que poden correspondre a diferents estadis evolutius, però tots interromputs. No s'ha realitzat tampoc cap intent de datació, així com tampoc es pot inferir indirectament la seva antiguitat. Tot plegat només permet aproximar-se al funcionament hidrològic d'aquestes formacions i fer propostes, el més plausible possible, a propòsit de la seva gènesi. Així s'han de considerar les contribucions aportades en el present treball.

Agraïments

Volem expressar la nostra gratitud a la propietat de les Coves d'Artà, els Srs. Tomás Zaforteza i Javier Enseñat; a l'encarregat, Miquel Ginard; i a tots els guies, per la seva col·laboració i excel·lent disposició, demostrada al llarg de les recurrents visites dutes a terme a la cova.

A Àngel Ginés i Joaquín Ginés, per la seva ajuda en l'àmbit bibliogràfic, aportant la seva experiència amb valuosos comentaris, i a Lluís Gómez-Pujol per la revisió del text.

A Miquel À. Gual i Antoni Merino, per proporcionar algunes fotografies excel·lents per il·lustrar aquest treball, i a tots els companys de la *Societat Espeleològica Balear*, que d'alguna manera han contribuït a poder presentar els resultats d'aquest treball.

Aquest treball forma part del projecte finançat pel MCIN i la Agencia Estatal de Investigación PID2020-112720GB-I00/AEI/10.13039/501100011033.

Bibliografia

- BEVAN, A. (1931): Caverns and associated features in the Valley of Virginia [abstract]. *Bulletin of the Geological Society of America*, 42: 324-325.
- BÖGLI, A. (1980): *Karst Hydrology and Physical Speleology*. Springer-Verlag. 284 pàgs. Berlín.
- CABROL, P. (1978): *Contribution à l'étude du concrétionnement carbonaté des grottes du sud de la France: morphologie, genèse, diagenèse*. Mémoires du Centre d'Etudes et de Recherches Géologiques et Hydrologiques. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. 275 pàgs.
- COLLIGNON, B. (1988): *Spéléologie: Approches scientifiques*. Edisud. 236 pàgs. La Calade. Aix-en-Provence.
- DAVIS, D.G. (2005): Speleothems: helictites and related forms. In: CULVER, D.C. & WHITE, W.B. (eds.) *Encyclopedia of Caves*. Elsevier Academic Press. 549-554. Burlington.
- DE WAELE, J. & GUTIÉRREZ, F. (2022): *Karst Hydrogeology, Geomorphology and Caves*. Wiley & Sons Ltd. 888 pàgs. Chichester.
- DURÁN, S.R.; DURÁN, J.J.; SÁNCHEZ, J.E. & VADILLO, I. (2022): Descubrimiento de un conjunto excepcional de estegamitas en una nueva cavidad aparecida en el interior de una cantera de calizas en La Araña, Málaga, Sur de España. In: *Minas y Cuevas: Patrimonio Geológico y Turístico*: 71-83. VIII Congreso Español sobre Cuevas y Minas Turísticas. Pulpí.
- ENSEÑAT, J.J.; PLA, V.; SANTANDREU, G.; VALERO, A.R.; BASCUÑANA, X.; GRÀCIA, F.; ENTRENA, A.; PILARES, A.; NAVARRO, N.; TRIAS, M.; ARANDA, C. & GUAL, M.A. (2021): Nou plànol topogràfic de les Coves d'Artà (Capdepera, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 4: 47-74.
- FRISIA, S. (2015): Microstratigraphic logging of calcite fabrics in speleothems as tool for palaeoclimate studies. *International Journal of Speleology*: 44 (1), 1-16.
- FRISIA, S. & BORSATO, A. (2010): Chapter 6 Karst. In: ALONSO-ZARZA, A.M. & TANNER, L.H. (eds.) *Carbonates in continental settings: facies, environments, and processes. Developments in Sedimentology*. Elsevier. Vol. 61: 269-318. Amsterdam.
- GAÁL, L. (2008): The stone beauty of caves. In: *Caves of the world heritage in Slovakia*. State Nature Conservancy of the Slovak Republic. 168 pàgs.
- GARAU, C. (2005): *Les Coves d'Artà. Capdepera (Mallorca)*. Edicions Documenta Balear. 106 pàgs. Palma.
- GÈZE, B. (1965): *La Spéléologie Scientifique*. Éditions du Seuil. 190 pàgs. Paris.
- GILLIESON, D. (1996): *Caves: Processes, Development and Management*. Blackwell Publishers Ltd. 324 pàgs. Oxford.
- GINÉS, A. (1995): Els espeleotemes de les coves de Mallorca. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 87-97.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J. & GUAL, M.A. (2019): *Coves d'Artà. Canyamel (Mallorca)*. 32 pàgs. Palma.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011): Les coves turístiques de les Illes Balears: antecedents i estat de la qüestió. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 333-344.
- HILL, C. A. (1976): *Cave minerals*. National Speleological Society. 136 pàgs. Huntsville.
- HILL, C. A. & FORTI, P. (1986): *Cave minerals of the world*. National Speleological Society. 238 pàgs. Huntsville.
- JAIMEZ, E. & GUTIÉRREZ, D.A. (2016): Rotación de cristales en maclas cíclicas o de giros: nueva hipótesis sobre el origen de las paletas o escudos de calcita. *Gota a Gota*, 11: 57-64.
- JURIN, J. (1718): An account of some experiments shown before the Royal Society; with an enquiry into the cause of some of the ascent and suspension of water in capillary tubes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 30: 739-747.
- KUNDERT, C.J. (1952): The Origin of the Palettes, Lehman Caves National Monument, Baker, Nevada. *The American Caver*, sept 1952: 32-33.
- MAIRE, R. (1980): Eléments de karstologie physique. *Spelunca, Spécial*, n°3: 56 pàgs. París.

- MARTEL, E.A. (1896): Sous Terre (neuvième campagne). Cueva del Drach, à Majorque - Scialets du Vercors - Chouruns de Dévoluy. *Ann. Club Alpin Français*, 23ème année. 368-413 + 1 plànol. París.
- MERINO, A.; FORNÓS, J.J. & GINÉS, A. (2011): Espeleotemes i minerals de les coves de les Illes Balears. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 183-198.
- MERINO, A.; GINÉS, J.; TUCCIMEI, P.; SOLIGO, M. & FORNÓS, J. (2014): Speleothems in Cova des Pas de Vallgornera: their distribution and characteristics within an extensive coastal cave from the eogenetic karst of southern Mallorca (Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 43 (2): 125-142.
- MOORE, G.W. (1958): Rôle of earth tides in the formation of disc-shaped cave deposits. *Actes du Deuxième Congrès International de Spéléologie. Bari - Lecce - Salerno*. 1: 500-506. Castellana-Grotte.
- MOORE, G.W. & SULLIVAN, N. (1997): *Speleology, Caves and the Cave Environment*. Cave Books. 176 pàgs. St. Louis.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave Geology*. Cave Books. 454 pàgs. Dayton.
- PEÑA, P.A. (1882): Apéndice. Plá de las covas de Arta. *Anuari de la Associació d'Excursions Catalana. Any primer 1881*. Tipografia de Jaume Jepús. 313-316 + 1 plànol. Barcelona.
- RENAULT, P. (1976): Les concrétions en disque. *Spelunca*, 2 (4^e série): 55-60.
- SALA, P.; BELLA, P.; SZCZYGIEL, J.; WRÓBLEWSKI, W. & GRADZIŃSKI, M. (2022): Healed speleothems: A possible indicator of seismotectonic activity in karst areas. *Sedimentary Geology*, 430: 106105.
- SALOMON, J.N. (2000): *Précis de Karstologie*. Presses Universitaires de Bordeaux. 250 pàgs. Pessac.
- STANKOVIČ, J. & CÍLEK, V. (2005): Stegamites: first finds of the unusual cave formations in Slovakia. *Bulletin of the Slovak Speleological Society*, special edition 2005: 31-35.
- TRIAS, M. (2000): La Cova des Moro (Manacor, Mallorca) i alguns destacats aspectes de la seva morfologia. *Endins*, 23: 73-77.
- WEBB, R. (1991): Stegamites - A form of cave shield. *Proceedings of 18th Conference of the Australian Speleological Federation*: 95-98. Margaret River.
- WHITE, W.B. (1976): Cave Minerals and Speleothems. In: FORD, T.D. & CULLINGFORD, C.H.D. (eds.) *The Science of Speleology*. Academic Press. 267-327. Londres.
- WHITE, W.B. (1988): *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains*. Oxford University Press. 480 pàgs. New York.
- YRAOLA, J.; BALDOQUIN, Y.; MONTESINO, L.D.; MENÉNDEZ Y. & SOSA R. (2019): Estudio de las paletas o escudos de calcita de la Cueva Titán en el Elemento Natural Destacado «Pan de Guajabón» (Cuba). *Gota a Gota*, 18: 58-61.



L'avenc des Mitjà (Felanitx, Mallorca)

Gabriel SANTANDREU ¹, Juan J. ENSEÑAT ¹, Joaquín GINÉS ^{1,2}, Bernat GAVIÑO ¹ i Vicenç PLA ^{1,3}

¹ Societat Espeleològica Balear. Palma, Mallorca. Email: bielsant@yahoo.es

² Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma.

³ Societat d'Història Natural de les Balears. Palma.

Abstract

The Avenc des Mitjà is a shaft located in the south of Mallorca Island, within the municipality of Felanitx. It stands out among the endokarst phenomena in this area for its relatively notable development reaching a depth of 42 m. This shaft enjoys a certain popular knowledge linked to agricultural tasks, that are deeply rooted in the area. Its particular geological context can serve to illustrate the cavities from this sector of the island, being excavated in Jurassic rocks.

Resumen

El Avenc des Mitjà se localiza en el sur de la isla de Mallorca, en el término de Felanitx. Destaca entre los fenómenos endokársticos de la zona por su relativamente notable desarrollo interior y una profundidad de 42 m. Se trata de una cavidad que goza de un cierto conocimiento popular ligado a las labores agrícolas, muy arraigadas en la zona. Su particular contexto geológico puede servir para ilustrar sobre las cavidades de este sector de la isla, excavadas en materiales del Jurásico.

Santandreu, G.; Enseñat, J.J.; Ginés, J.; Gaviño, B. i Pla, V. (2023): L'avenc des Mitjà (Felanitx, Mallorca). Papers Soc. Espeleo. Balear, 6: 57-66. ISSN-e 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear.
Rebut: 7 novembre 2023; **Revisat:** 3 desembre 2023; **Acceptat:** 5 desembre 2023.
Publicat online: 15 desembre 2023.

Introducció

La intenció d'aquest escrit és aportar diverses dades referents a una interessant forma endocàrstica situada al terme de Felanitx, al migjorn de l'illa de Mallorca: l'avenc des Mitjà. La cavitat era coneguda des d'antic, sobretot dins l'àmbit de la pagesia local, i els testimonis orals recollits han permès documentar incursions exploratòries tan pioneres com precàries, que es podrien situar cap a la dècada dels anys 40 del passat segle XX. En canvi, les aportacions espeleològiques han estat més aviat escasses. Per tant, en el present treball es recopilen informacions orals, aspectes toponímics i, a més, es presenten una descripció de la cavitat, diversos apunts geològics i un aixecament topogràfic, fins a hores d'ara inexistent.

Antecedents

La cavitat té certa anomenada a la contrada en relació a les tasques agrícoles que secularment es realitzaven al seus voltants, essent sovint utilitzada per abocar el rocam fruit del desempedregament de les terres de conreu o resultat d'adobar els camins i vies. Funció que es va fer extensiva a l'abocament d'altres tipus de despulles d'animals morts o malalts. Aquest era un fet habitual que aprofitava de forma recurrent les cavitats naturals, sobretot de desenvolupament vertical, i que compta amb nombrosos exemples arreu de la geografia rural illenca; al municipi de Felanitx n'han quedat alguns exemples documentats. ROSSELLÓ (2009) recull com ja el 1748 el clavari de la Vila es feia càrrec de les despeses per transportar un cavall mort a una cova del terme. L'agost de 1911, GRIMALT (1993) documenta com l'avenc de s'Argelagar, proper al nucli des Carritxó, es va fer servir per tirar gran nombre de porcs resultat d'una «gran mortandat [sic]». SALVÀ (1997) cita com una altra coneguda cavitat felanitxera, la cova dets Ases, es va fer servir per a la mateixa funció. BARCELÓ et al. (2003) emfatitzant l'ús

antròpic de l'avenc que ens ocupa, i basant-se en fonts orals, confirmen la seva utilització per les diverses funcions abans esmentades. Per la nostra part, encara hem tingut l'oportunitat de recollir algunes informacions de gent d'avançada edat, que relataren vivament com eren les feixugues jornades dedicades a despedregar, recollint les pedres al darrere del carro que anaven carregant per anar-ho a buidar a la cavitat. Igualment, a la memòria d'aquests testimonis té un especial protagonisme el record d'alguns individus agosarats que, moguts per la curiositat, s'internaren a l'interior de l'avenc en un intent de precària exploració.

En referència a l'interès espeleològic de la cavitat, BARCELÓ et al. (2003) deixen constància de visites esporàdiques. ENCINAS (2014) menciona la cavitat i en dedica dos paràgrafs a fer-ne una descripció, apuntant alguns trets espeleològics. L'exploració i topografia de la cavitat que es presenta en aquest article, es va iniciar l'abril del 2017, amb successives jornades topogràfiques i fotogràfiques que es perllongaren al llarg de l'any 2018 i es finalitzaren l'octubre del 2019. El gener del 2023 es va fer una darrera visita per verificar alguns aspectes geològics i de revisió topogràfica.

Localització i toponímia

L'avenc es localitza a la comarca de Migjorn de l'illa de Mallorca, al municipi de Felanitx, a uns 4 km cap a l'est del nucli de la vila (Coord. UTM-ETRS89 31S: 516933 4369811). Està en terrenys de la contrada coneguda com Can Galvany (Can Gauvany a MASCARÓ, 1958), no molt lluny de les cases de Son Hereu i fent partió amb les terres de conreu del Camp de s'Aljub. Es troba dins un tancat que es coneix com sa garrigueta des Mitjà, redol envaït per la garriga tal com fa referència el topònim i que atén a la seva definició de terra erma enmig de terres conrades, segons el *Diccionari Català-Valencià-Balear* (ALCOVER & MOLL, 1963). Aquesta denominació és la que hem recollit per part dels informadors de major edat que visqueren o desenvoluparen els seus quefers agrícoles a les rodalies. Tot i això, un testimoni l'ha mencionat com a avenc de Can Galvany, en clara referència a les terres on es localitza, fins fa poques generacions lligades a aquest llinatge.

Així i tot, és precís deixar constància d'unes altres denominacions, recollides a publicacions anteriors. BARCELÓ et al. (2003) es refereixen a la cavitat com a avenc de Can Gaguanya [sic]. Al nostre parer i sense ànim de qüestionar la legitimitat del topònim, apuntam a una possible confusió fonètica entre *Gaguanya* i *Gauvany*. O bé que es podria haver donat una possible transcripció errada del mal nom, *Guingaia*. Aquest és un malnom ben arrelat a terres felanitxeres i també dona nom a una possessió, tot i que no es troba precisament en les proximitats de l'avenc, sinó més aviat a l'altre extrem del terme, a les rodalies de sa Mola. ENCINAS (2014) cataloga l'avenc amb el nom de «es Vessador», topònim del tot desconegut per cap dels informadors consultats. Per últim, cal esmentar que algunes de les fonts orals recollides, tot i identificar clarament la cavitat, no feien constància explícita a cap topònim concret i l'anomenaven, simplement, com «s'avenc» o «sa cova». És aquest un fet que hem pogut constatar a altres cavitats, que tot i ser conegudes per la pagesia eren referides i singularitzades amb aquesta simple denominació.

Context geogràfic i geològic

Aquesta cavitat s'obre a una alçada aproximada de 145 m s.n.m., dins una plana ocupada per camps de conreu que alternen amb zones aturonades cobertes de clapes de garriga (Figura 1). Aquesta plana s'estén a l'est de la població de Felanitx, constituint la divisòria hidrogràfica entre el torrent de ses Piques, que drena cap al SE desembocant a cala Murada, i els territoris planers que drenen cap al nord en direcció a Vilafranca de Bonany i alimenten en última instància el torrent de na Borges.

Encara que no abunden els treballs que s'ocupin en detall de la geologia del llevant de l'illa, algunes nocions generals sobre la matèria poden ser consultades a DARDER (1915), DARDER & FALLOT (1926) o MORAGUES (1993). El turonet on es localitza l'avenc es troba situat en un context geològic complex corresponent als sectors més meridionals de les Serres de Llevant (FORNÓS & GELABERT, 2011), els quals consisteixen en un sistema d'encavalcaments originats durant la compressió alpina, que tingué lloc entre l'oligocè i el miocè mitjà. L'esmentat turó, que domina la planura del Camp de s'Aljub, correspon a una petita finestra tectònica que permet aflorar els materials calcaris del juràssic mitjà i

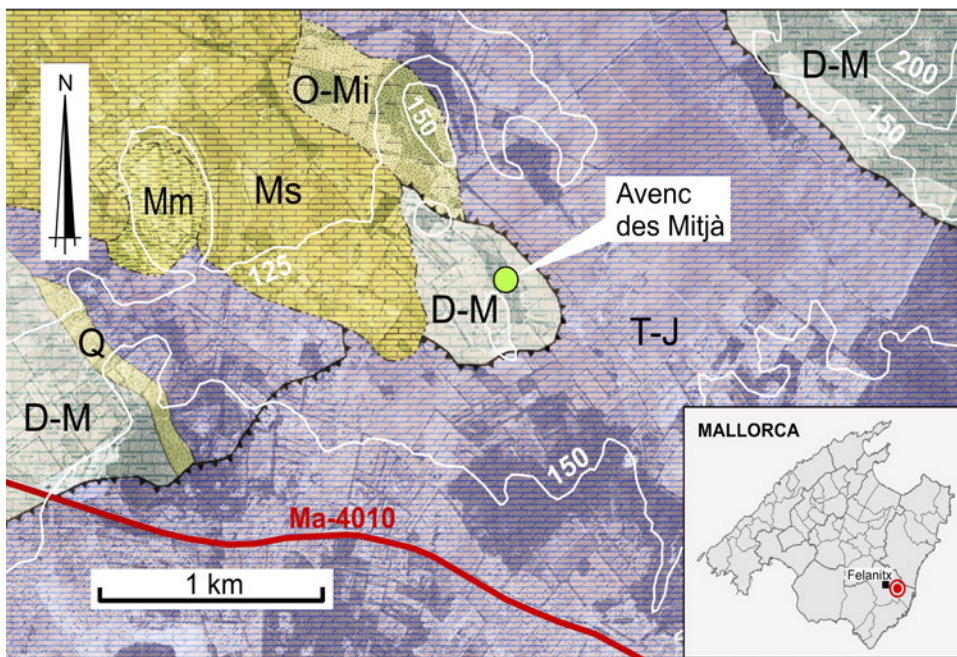


Figura 1: Mapa geològic i de situació de la cavitat, superposat a l'ortofotografia de la zona.

T-J: triàsic superior-juràssic inferior; D-M: juràssic mitjà-superior (dogger-malm);

O-Mi: oligocè-miocè inferior; Mm: miocè mitjà (serraval·lià); Ms: miocè superior

(tortonian-messinian); Q: quaternari. (Font: SEB sobre la base cartogràfica de la IDEIB).

Figure 1: Geologic map and cave location superposed on an orthophoto of the studied area.

T-J: Upper Triassic-Lower Jurassic; D-M: Middle-Upper Jurassic (Dogger-Malm);

O-Mi: Oligocene-Lower Miocene; Mm: Middle Miocene (Serravallian); Ms: Upper Miocene

(Tortonian-Messinian); Q: Quaternary. (Source: SEB over the cartographic base from IDEIB).

superior de manera molt localitzada (Figura 1), dins d'un entorn proper on predominen els dipòsits carbonatats del triàsic (retià) i del juràssic inferior (SÀBAT, 1986).

Dins l'interior de l'avenc les característiques litològiques i estructurals no es veuen de forma clara; de fet, l'estratificació no s'aprecia clarament enlloc. A les zones més fondes, les parets de la cavitat mostren una textura granulosa amb un nombre elevat de petites fissures omplertes de cristallitzacions, que sobresurten marcadament i originen morfologies de *boxwork*; aquestes formes tenen a veure amb l'erosió diferencial entre la roca pròpiament dita (calcàries oolítiques) i les cristallitzacions de les fissures, que queden en relleu en ser més resistents

a la meteorització. Així mateix, als sectors inferiors de la cavitat s'observen altres diferències litològiques, incloent petits nivells de bretxes juntament amb extenses àrees on la roca té una gran macroporositat que li dona una aparença entre esponjosa i cavernosa. Les mostres de roca recollides a la part més fonda de l'avenc presenten majoritàriament una forta dolomitització.

Per altra banda, les parts superiors de l'avenc mostren la roca amb una textura relativament homogènia i compacta. L'observació en làmina prima (Figura 2) permet veure abundants estructures de fantasmes de radiolaris i espícules d'esponges; aquests organismes apuntarien que la formació d'aquesta unitat rocosa estaria lligada a uns ambients clarament pelàgics o hemipelàgics, corresponents a una sedimentació de marge continental. A falta de dades més clarificadores sobre l'edat dels materials carbonàtics on està excavada la cavitat, tot seguint les dades de SÀBAT (1986) s'atribueixen al juràssic mitjà (dogger), que sol intercalar nivells de calcàries oolítiques susceptibles de carstificació.

Descripció de la cavitat

En línies generals l'avenc des Mitjà es pot definir com una cavitat d'accés vertical i desenvolupament interior majoritàriament horitzontal, el qual s'alterna amb algun tram de fort pendent. Destaca l'existència de dues galeries principals que allotgen sales de distint volum i dimensions les quals articulen la morfologia interior de l'avenc. Per facilitar els aspectes descriptius s'ha trobat adient recórrer a neotopònims de caràcter anecdòtic i circumstancial per a designar les diferents sales i indrets destacats de la cavitat. La decoració calcària és més aviat discreta, cosa que no excusa la presència d'algun indret profusament decorat. Les dades més destacades es poden resumir de la següent manera: l'avenc ocupa una àrea de 320 m², la cota més profunda respecte de la boca de l'avenc se situa a -42 m, mentre que el recorregut en planta entre els extrems terminals de les dues galeries i l'accés d'entrada és de 55 i 40 m respectivament (Figura 3).

Pou d'accés i rost pedregós

La boca de l'avenc es troba al lateral d'un camí, gairebé envaït per la bardissa. És una enclotada en forma d'embut de 3 x 2 m que es va reduint fins a convertir-se en una escletxa lleugerament triangular de 0,70 x 1,5 m. S'obre ràpidament per donar pas a un passatge vertical de 7 m de fondària. La presència d'una gruixada maroma d'ús nàutic penjada en aquest indret testimonia l'espòròdica freqüentació de l'avenc per part de visitants i curiosos, no gaire familiaritzats amb les tècniques espeleològiques. Superada la vertical, s'accedeix a un espai reduït on s'inicia un pendent acusat. En aquest indret és evident l'aportació d'aigua de pluja canalitzada per la boca deixant al trespòl uns pregons solcs formats per l'escorrentia de les aigües. En aquesta mena de vestíbul es pot observar la presència de cúpules esculpides a la roca del sostre, de formes arrodonides i contorns sinuosos, formades per dissolució vinculada a la condensació, ja que aquesta àrea propera a la superfície és més susceptible als intercanvis de temperatura i humitat. Però sens dubte, el tret més evident és l'acumulació de roques i sediments fins que formen el trespòl. Es tracta de la zona superior d'un enorme con d'enderrocs que, format per materials al·lòctons (clasts heteromètrics, sòls, deixalles animals i altres restes domèstiques), s'endinsa en direcció W per tornar a continuació cap al NW. De tot d'una s'aprecia com aquest con penetra terra endins, envaïnt la part superior de les dues galeries principals de la cavitat. El pendent descendent és constant (40°), condicionant el trànsit per aquest sector inicial. La progressió pel rost obliga a cercar el traçat més assequible i consolidat per evitar una relliscada o el rodolament innecessari de material rocallós. Tot plegat fa que la instal·lació d'un passamanys sigui aconsellable. El descens recorre el rost pedregós resseguint la paret N. Als pocs metres apareix un passatge baix a la paret S que sembla tenguí continuïtat però que convé descartar per la seva estretor. S'ha de continuar descendint alguns metres més, per arribar a una bifurcació que, ara sí, en direcció S comunica amb la *sala de s'Orinal*.

Sala de s'Orinal

Per accedir a la *sala de s'Orinal*, s'ha de travessar l'esbaldregall a -12 m. L'avantsala és un espai més o manco planer i relativament còmode que forma un passatge entre la galeria descendent i aquest nou sector de la cavitat. Continua envaït de pedregam i s'hi observa un gran penjoll estalactític a mode de cortinatge calcarí, que té l'extrem distal fregant el terra del rost. Tot plegat apunta la importància de la contribució del rebliment al·lòcton en l'evolució de la cavitat. Deixat el replà, el rost, ja dins la *sala de s'Orinal* es torna a accentuar. La part més alta presenta una inclinació descendent de 35° que incrementa fins assolir 45-48° a la part més baixa, just abans d'entrar a la *galeria de s'Estretor*. La sala té unes dimensions de 10 x 10 m, amb un tram central on es redueix a 6 m d'ample, per tornar-se a obrir fins a arribar definitivament a l'estretor d'una nova galeria. El sostre és alt, entre 5 i 7 m. La sala ocupa una àrea de 65 m². Al costat E s'observen colades pavimentàries i parietals, a més d'algunes columnes i formacions puntuals adossades a la paret. Per altra banda, l'abundància d'arrels denota una proximitat

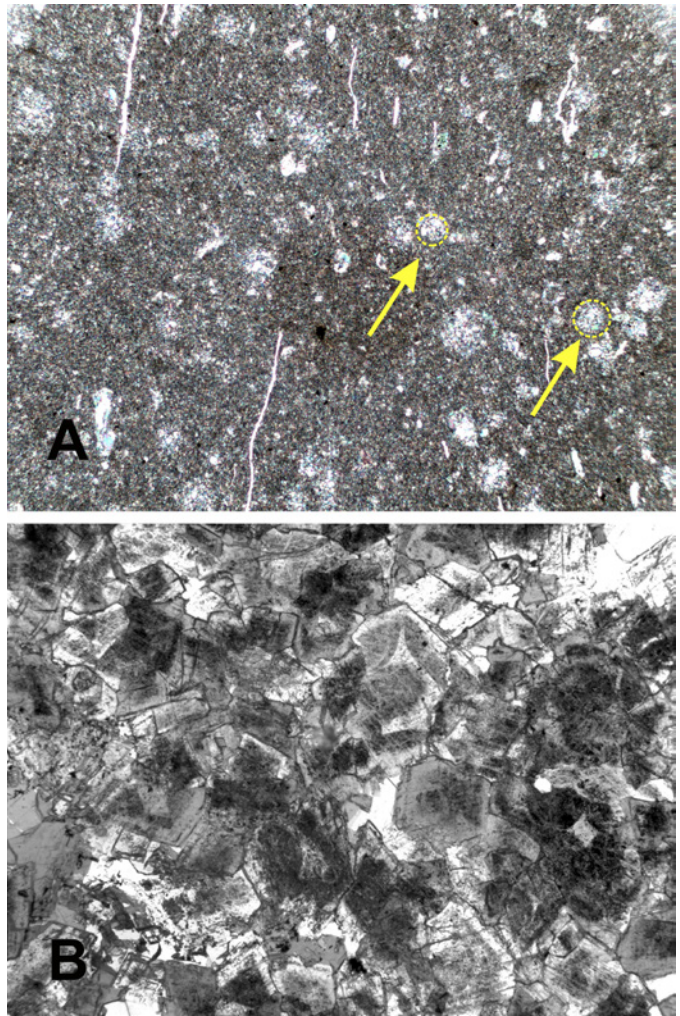


Figura 2: Làmines primes de la roca on està enclavada la cavitat. A: Calcària de gra molt fi amb abundants fantasmes de radiolaris (fletxes) i possibles restes d'espícules d'esponges. B: Calcària molt recristal·litzada. (Fotos: J.J. Fornós, UIB).
 Figure 2: Thin section microscopic views of the bedrock where the cave is located. A: Fine-grained limestone with abundant radiolarian ghosts (arrows) and possible remains of sponge spicules. B: Very recrystallized limestone. (Photos: J.J. Fornós, UIB).

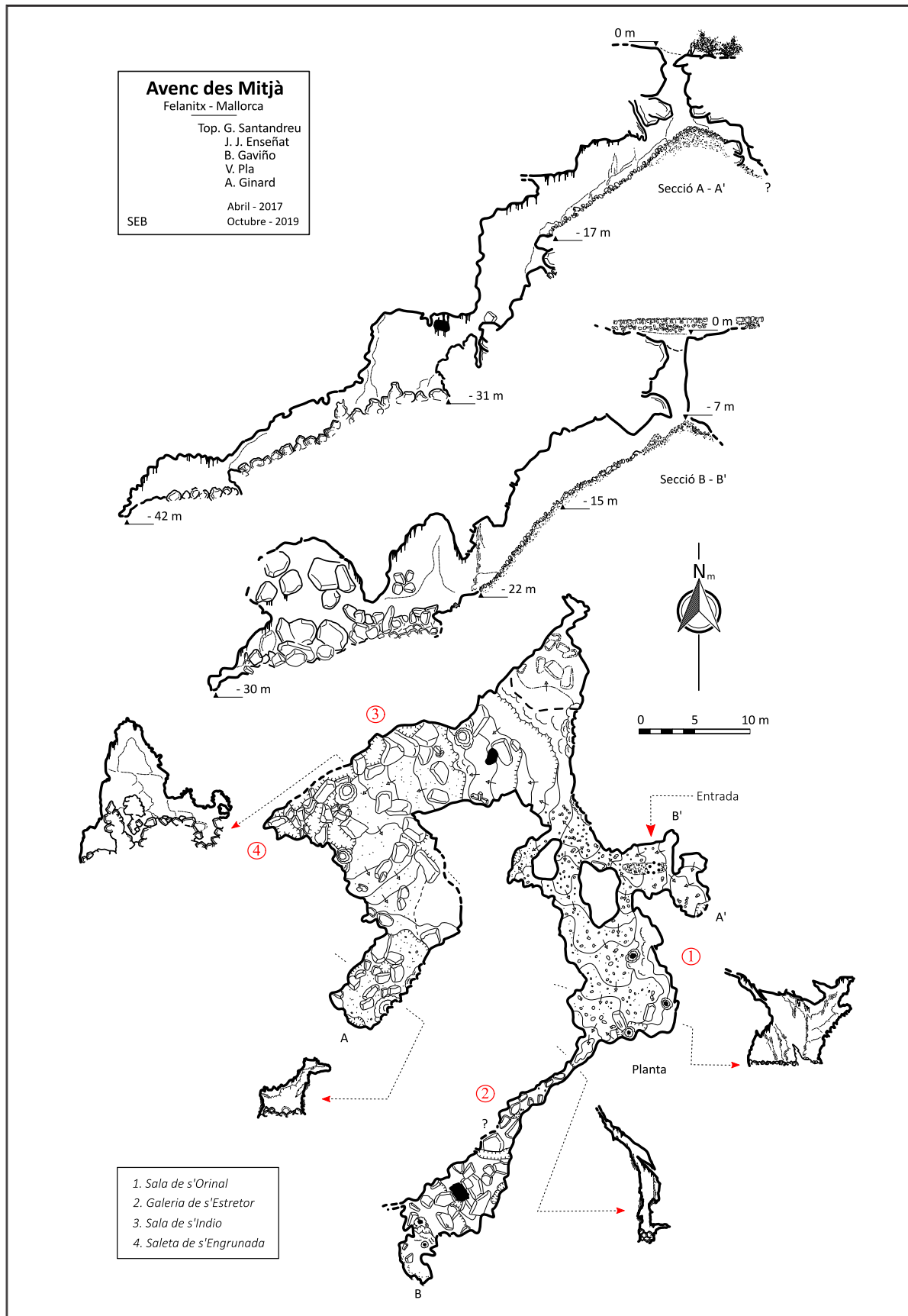


Figura 3: Topografia de l'avenc des Mitjà (Felanitx).
Figure 3: Topographic survey of the Avenc des Mitjà (Felanitx).

del sòtil de la cavitat a la superfície. El costat oposat també mostra una variada decoració calcària en forma de colades i penjolls estalactítics amb aspecte de tubs d'orgue.

Des del fons de la sala, és d'on es té una millor panoràmica de la immensa quantitat de material detrític acumulat. Tot i que és evident que resulta impossible conèixer les dimensions reals de l'espai subterrani primigeni, es pot afirmar que el volum d'aquesta sala devia ser molt major. Aquesta consideració és aplicable també a l'alçària de la vertical d'accés de la cavitat, avui en dia substancialment reduïda per l'acumulació de rocalla.

Galeria de s'Estretor

L'extrem SW de la *sala de s'Orinal* dona pas a la *galeria de s'Estretor*. Es tracta d'un sector on la cavitat presenta una notable reducció de les seves dimensions en amplada, conservant en la majoria de l'itinerari una alçada igualment considerable que oscil·la entre 6 i 8 m. Té una disposició gairebé rectilínia amb una orientació de 225° i una llargària de 30 m. S'inicia amb un pas d'una amplària de 0,50 m que, tot i no presentar excessiva complicació, sí que contrasta vivament amb el sector anterior de la cova. Tot aquest indret es troba engalanat per una profusa decoració calcària (Figura 4). Crida l'atenció la presència d'una llosa rocosa que, en precari equilibri, penja sobre l'inici de la galeria. Superada l'estretor inicial, la galeria no es torba a obrir-se una mica, fins a una amplada d'1,20 m. Tot i això, el trànsit es complica progressivament, sobretot pels blocs encastats que obliguen a una successió de baixades i remuntades per continuar avançant. A 15 m de l'inici de l'estretor, la galeria s'obre, assolint una amplada màxima de 5 m. Al costat NW deixa entreveure una continuació d'accés molt vertical, a un espai o nivell superior de la cova que es mostra inaccessible. En alguns indrets localitzats de la galeria s'ha fet palès, més que a altres zones, la presència de concentracions perceptibles de CO₂. Amb data de gener de 2023 es prengueren algunes mesures que donaren unes concentracions de 18,5% d'O₂, el que indirectament suposaria uns valors uniformes de CO₂ no excessivament elevats entorn del 2,5%. Aquestes dades preliminars no permeten concloure si es tracta d'un fet habitual o respon a un condicionant estacional. En aquesta zona de la cavitat, es transita entre blocs de grans dimensions que ocupen gairebé tot l'espai, obligant, en alguns punts, a sortejar els espais buits per poder avançar. Els blocs són de formes angulars i estan sòlidament encastats entre ells, sovint recoberts i soldats per crostes de colades parietals i pavimentàries. A determinats indrets, es poden veure conjunts estalactítics i algun massís estalagmític incipient. Prop del final de la galeria el sector mostra certa complexitat. L'acumulació de blocs permet una precària remuntada que condueix a un nivell enlairat de la galeria, diferent del que s'ha transitat fins al moment. Des d'aquest punt es pot observar una certa panoràmica de la fractura, a més de clapes de rocam sense recobriments calcaris, el que permet intuir la disposició dels estrats rocosos, encara que amb no massa precisió. Cal recordar que, tot i que l'alçada de la galeria és molt variable, en alguns punts s'assoleixen els 10 m. L'extrem final forma un angle descendent, on no s'aprecia continuació, que situa la cota més profunda d'aquest sector a -30 m.



Figura 4: Inici de la *galeria de s'Estretor*, a la part més baixa de la *sala de s'Orinal*, on s'aprecia una abundant decoració d'espeleotemes. El passatge es perllonga per una galeria on predominen els blocs rocosos que delimiten buits a diferents nivells. (Foto: V. Pla).
 Figure 4: The passage known as *Galeria de s'Estretor* starts at the lower part of *Sala de s'Orinal*, being decorated with abundant speleothems. This passage continues as a gallery where rock blocks are dominant and delimitate voids at different elevations. (Photo: V. Pla).



Figura 5: Vista de la sala de s'Indio on s'aprecia el volum que assolix la cavitat en aquest sector. Es veu el pis de blocs conccionats i –al davant de l'espeleòleg– diverses formes de dissolució, entre les quals destaquen les morfologies espongiformes i, a escala més petita, els nombrosos alvèols que llavoren les superfícies de roca més blanquinoses. (Foto: V. Pla).

Figure 5: General view of Sala de s'Indio showing the volume that this chamber attains. The floor occupied by blocks can be observed, together with dissolution morphologies in the front of the caver; it is worth highlighting the spongework features and, at a smaller scale, the solution alveoli carving the whitish wall surfaces. (Photo: V. Pla).

Sala de s'Indio i saleta de s'Engrunada

Si s'obvia la bifurcació abans descrita cap a la sala de s'Orinal i es descendeix per sobre del con de pedreny en direcció NW, s'arriba a un ressalt vertical, d'uns 3 m, situat a la cota -17 m. Aquest punt marca clarament el final del rost pedregós així com l'inici de nous espais que es caracteritzen per estances més espaioses i la progressiva absència de material detrític al·lòcton, deixant pas a l'aparició del pis original de grans blocs autòctons encaixats. De totes maneres s'ha de continuar per un trespol inclinat uns 7 m més fins a arribar a un replà. Encara s'hi troben algunes restes del material que ha caigut rodolant de cotes superiors i es presenta un nou ressalt de poc més de 2 m verticals, el qual s'endinsa per una esquadra pregonna i impenetrable. L'alçada en aquest punt assolix un màxim de 10 m i al sòtil es poden apreciar conjunts d'estalactites de certa consideració. Des d'aquest indret, l'avenc mostra una continuació en direcció N que es perllonga una quinzena de metres. Arranca per davall d'unes colades estalagmítiques molt potents que pegen del lateral nord de la galeria principal, fins a arribar a un cul-de-sac d'uns 11 x 6 m, sense continuïtat.

Al capdamunt d'aquest darrer ressalt s'inicia la sala de s'Indio, des d'on es té una vista zenital que permet copsar les dimensions i volum del buit. Aquesta sala queda delimitada, doncs, entre el final del ressalt abans esmentat i un passatge descendent on minven considerablement les dimensions. Aquest passatge és el que s'endinsa cap a les cotes terminals de la cavitat. La sala forma un colze amb dues orientacions dominants; la inicial es dirigeix cap al SW, deixant darrere el ressalt, mentre que la segona tomba cap al S a una quinzena de metres. En conjunt ocupa una àrea de 88 m²; les seves dimensions en superfície són de 18 x 8 m a l'eix SW i de 15 x 10 m a l'eix S. L'alçada és de 6-8 m, el que configura un espai un tant diàfan (Figura 5). Crida l'atenció el canvi de fisonomia a la roca encaixant, on es poden observar abundants formes arrodonides de corrosió tant al sòtil com a les

parets. Com ja s'ha avançat, en aquesta zona més profunda s'aprecien certes diferències litològiques, a més d'unes condicions d'humitat/condensació i circulació de les aigües d'infiltració que difereixen d'altres zones de la cavitat. Tot i les característiques de la sala, continua sense observar-se de forma clara cap tipus d'estratificació. En alguns indrets del sòtil, es poden veure les empremtes deixades per colònies de quiròpters, talment com al pis es troben acumulacions puntuals de guano. És precís assenyalar, que es tracta de colònies avui dia esvaïdes, ja que no s'ha constatat la presència de quiròpters durant les exploracions recents de la cavitat.

Els nombrosos buits existents entre els blocs que formen el pis de la sala, deixen entreveure espais més o manco practicables entre ells. A l'extrem de ponent de la sala, una d'aquestes obertures entre els blocs permet fer un curt itinerari descendent que desemboca a l'anomenada saleta de s'Engrunada. Es tracta d'un espai aïllat de la sala principal, que es desenvolupa a un nivell inferior per davall d'aquesta. La saleta no és més que un d'aquests intersticis entre blocs que presenta certa entitat pròpia. L'enrevessada configuració d'aquest buit no permet unes mesures precises, però les dimensions aproximades són de

3 x 3 m tot i que la seva forma és molt irregular. La *saleta de s'Engrunada* està totalment folrada de formacions de tipus botrioides. La forma arraimada d'aquestes, condiciona una progressió interior molt incòmoda, però amb un cert atractiu donada l'omnipresència de les cristallitzacions (Figura 6).

A l'extrem de l'eix S, la sala evidencia una notable pèrdua de volum. El sostre es torna baix, entre 2 i 3 m a l'inici i 1 m cap al final. L'amplada es va reduint amb uns límits imprecisos degut als blocs recolzats als laterals. A tall d'exemple, al costat E es pot accedir a través d'un pas angost a la roca mare fins a una espècie de cambreta que ha quedat un tant aïllada i que en part es desenvolupa davall el pis principal. No obstant això, per arribar al fons de la cavitat s'ha de seguir fins a un ressalt on es modifica lleugerament l'orientació cap el SW. Es tracta d'un ressalt d'1,80 m que dona accés a un àmbit on la cova torna a guanyar volum en forma d'una sala de 10 m de llargària a l'eix principal i una amplada d'uns 4 m; l'alçada màxima assolida és de 3 m. Destaca l'omnipresència de formes reconstructives de percolació i les colades parietals que folren el costat SE. Són abundants els forats al trespol de la cavitat que afavoreixen el desguàs de les efímeres aportacions hídriques superficials. A l'extrem d'aquest àmbit, destaquen dos engolidors impenetrables que marquen el final de l'avenc a una cota de -42 m.

Morfologia i espeleogènesi

La morfologia general de la cavitat no presenta gran complexitat ni característiques de detall massa definitòries. El pou inicial, sens dubte, té funcionalitat de recàrrega en moments de fortes precipitacions; tal com ho evidencien les profundes regates excavades als dipòsits argilosos i detrítics que s'estenen just davall la vertical d'accés.

Per altra banda, les dues branques que formen la planta de l'avenc obeeixen a un control estructural que, tal vegada, resulta més evident en el ramal que porta cap a la *galeria de s'Estretor*, la qual segueix una fractura important de direcció NE-SW. A bona part de la cavitat s'observen processos de col·lapse de les voltes i parets, que adquireixen certa rellevància en el sector que assoleix major fondària; aquests fenòmens d'esfondrament obeeixen a ajustaments mecànics relacionats amb la dissolució en profunditat del rocam calcari. Aquests processos de dissolució i creació de porositat es fan patents mitjançant la presència de nombrosos blocs de roca amb molts buits interconnectats, que generen una mena de morfologies de *spongework* relativament abundants a les parts més fondes de l'avenc (Figura 7).

Els espeleotemes estan presents arreu de la cavitat, sense incloure exemplars ni tipologies remarcables. Tal vegada, destacarien les morfologies botrioidals que resulten abundants als diferents sectors més interns de l'avenc.

Sense poder disposar d'indicis morfogenètics més concrets, l'avenc des Mitjà correspon a un fenomen subterrani relacionat amb la carstificació de les calcàries del juràssic mitjà, que es manifestaria amb la creació de buits generats per dissolució a una fondària moderada; els quals propiciarien processos de col·lapse facilitats per la fracturació i la fatiga de les propietats físiques del rocam. Aquests processos s'haurien vist afavorits per la recàrrega puntual des de l'entrada; les evidències de la qual són molt patents a la base



Figure 6: Espeleotemes de percolació que donen lloc a atapeïdes formes botrioidals. En alguns punts de la cavitat són omnipresents recobrint trespols i parets. (Foto: G. Santandreu).

Figure 6: Seeping water speleothems are present in some parts of the shaft, where densely packed botryoidal morphologies cover its floor and walls. (Photo: G. Santandreu).



Figura 7: Aspecte de l'extrem sud de la sala de s'Indio. Destaca la macroporositat relacionada amb la presència de morfologies espongiformes (*spongework*) que confereixen una peculiar aparença a aquesta zona. (Foto: V. Pla).
 Figure 7: General appearance of the southern end of Sala de s'Indio. The macroporosity produced by abundant spongework features is outstanding and gives a characteristic look to this zone of the cavity. (Photo: V. Pla).

del pou d'accés, ja que els sediments apareixen reexcavats per importants episodis d'escorrentia de les aigües d'infiltració. En termes generals, es tractaria d'una cavitat evolucionada a la zona vadosa del carst (GINÉS & GINÉS, 2011), malgrat que no es pot descartar una fase espeleogenètica inicial en condicions freàtiques. A més de la manca d'evidències morfològiques definitòries, cal tenir present que les primeres fases de la formació de l'avenc poden haver tingut lloc en un relleu i un context geomorfològic ben diferent de l'actual.

Conclusions

L'avenc des Mitjà és una cavitat que era coneguda per la pagesia local i que ha estat vinculada a les feines agrícoles tradicionals. Tasques que han deixat una bona empremta, en alguns indrets del seu interior, en forma d'acumulacions de materials rocosos de despedregament dels camps de conreu. El coneixement dins l'àmbit espeleològic ha estat més aviat discret, amb aïllades referències bibliogràfiques i visites esporàdiques. L'avenc es localitza a les calcàries del juràssic mitjà, amb una espeleogènesi lligada a la carstificació de la zona vadosa i condicionada per un cert control estructural, així com per la presència de fenòmens de col·lapse que pareixen haver donat forma a l'aspecte actual. La cavitat ocupa una àrea aproximada en planta de 320 m² i assoleix una fondària màxima de 42 m. Dimensions que destaquen dins el context de la resta de cavitats verticals del terme de Felanitx estudiades fins ara, les quals arriben, amb prou feines, a fondàries al voltant de la quinzena de metres. A mode de comparació, cal esmentar que la cova d'en Bassol (o d'en Passol), a prop de cala sa Nau, a la franja costanera de Felanitx, presenta un desnivell total de 46,5 m (GRÀCIA et al., 1998); la qual cosa la converteix en la cavitat de major profunditat del terme, tot i que tenint en compte la fondària de les galeries sotaiguades

per davall del nivell marí. En algunes de les visites s'ha constatat, a distints indrets de la cavitat, cert empobriment dels nivells d'O₂, probablement conseqüència de l'acumulació de CO₂, però sempre en concentracions no massa elevades. Tot i que hi ha evidències de la presència passada de quiròpters en alguns indrets, en l'actualitat no es pot corroborar l'existència d'aquests mamífers a la cavitat.

Agraïments

Actualment, l'avenc es troba a propietat privada dins terres de Can Galvany. És precís, en primer lloc, agrair de forma especial al seu propietari Tomeu Barceló «*de Can Galvany*», qui ha demostrat el seu interès per les tasques exploratòries i ha permès i facilitat en tot moment l'accés a la cavitat. A més, ha donat veu de forma viva i precisa al testimoni del seu padrí Joan Timoner «*des Corralets*» rescatant del record el topònim de la cavitat i altres aspectes etnològics relacionats. Igualment de valuoses han estat les aportacions dels informadors: Maciana i Catalina Adrover «*Remolest*» i Antònia Nicolau «*Marxando*». A Sebastià Barceló «*Guingaia*» per compartir i precisar alguns aspectes toponímics. A Joan J. Fornós, del Grup de Recerca de Ciències de la Terra de la UIB, per compartir els resultats de les observacions litològiques. A Antelm Ginard que ens va acompanyar en la jornada inicial d'exploració i topografia.

Bibliografia

- ALCOVER, A.M. & MOLL, F. de B. (1963): *Diccionari Català-Valencià-Balear*. Editorial Moll. 10 toms. Palma.
- BARCELÓ, A.; GRIMALT, M.; ORTEGA, M.T.; ROIG, G.; SOLER, M. & VIDAL, M. (2003): Avencs amb modificacions antròpiques als termes de Felanitx i Porreres. In: *II Jornades d'Estudis Locals de Felanitx*. 24-40. Felanitx.
- DARDER, B. (1915): *Estratigrafia de la Sierra de Levante de Mallorca. (Región de Felanitx)*. Trabajos del Museo de Ciencias Naturales. Serie Geológica, nº 10. 41 pàgs. Madrid.
- DARDER, B. & FALLOT, P. (1926): *Isla de Mallorca*. XIV Cong. Geol. Intern., Guía de la Excursión C-5, Inst. Geol. España, Gráficas Reunidas, S.A. 125 pàgs. Madrid.
- ENCINAS, J.A. (2014): *Corpus Cavernario Mayoricense*. El Gall Editor. 1355 pàgs. Pollença.
- FORNÓS, J. & GELABERT, B. (2011): Condicionants litològics i estructurals del carst a les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 37-52. Palma.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011): Classificació morfofenètica de les cavitats càrstiques de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 85-102. Palma.
- 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: 5-18. Palma.
- GRIMALT, J. (1993): *Es Carritxó 1892-1992*. Col·lecció Coses nostres, 52. 247 pàgs. Felanitx.
- MASCARÓ, J. (1958): *Mapa general de Mallorca. Croquis topogràfic a escala aprox. 1:31.250*. Sector N° 36. Palma.
- MORAGUES, L. (1993): Estudi geològic del sector meridional de les serres de Llevant (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 36: 103-120. Palma.
- ROSSELLÓ, R. (2009): *Noticiari de Felanitx (1719 – 1808) III*. 466 pàgs. Felanitx.
- SALVÀ, B. (1997): Les coves naturals de Portocolom i la seva ocupació humana al llarg del temps. *Endins*, 21: 93-101. Palma.
- SÀBAT, F. (1986): *Estructura geològica de les Serres de Llevant de Mallorca (Balears)*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona. 128 pàgs. 2 vols. Barcelona.



Aquest article es distribueix sota els termes de la llicència CC-BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Novetat editorial

“La natura amagada. La Cova des Pas de Vallgornera”

Autor: Antoni Merino

Societat Espeleològica Balear. Palma, 2023.

ISBN: 978-84-09-54658-9

El mes de novembre d'enguany s'ha publicat el llibre llargament esperat que ha elaborat el nostre soci Antoni Merino, i que porta per títol “*La natura amagada. La Cova des Pas de Vallgornera*”. Aquesta novetat bibliogràfica ha estat impulsada des de la *Societat Espeleològica Balear* per tal de culminar les tasques d'edició d'una iniciativa del seu autor, que feia anys que es trobava en procés d'elaboració. Es tracta d'una obra luxosa sobre la cova més important de les Balears, on destaca el seu caire fotogràfic combinat de manera encertada amb un enfocament de caire divulgatiu.



Aspecte de la portada del llibre.
Layout of the book cover.

Sobre l'Espeleologia

L'activitat espeleològica és una disciplina força complexa que combina ingredients ben diversos: des del component exploratori, fins a l'exigència física i les habilitats tècniques que requereix la seva pràctica. Però el caràcter més transcendental de l'Espeleologia és que fa possible el coneixement geogràfic i científic del món subterrani, un món que en general no és fàcilment accessible als naturalistes i investigadors. El llibre publicat per Antoni Merino s'adiu totalment amb aquest esperit de l'Espeleologia: és sens dubte una contribució important i atractiva dedicada al coneixement i la divulgació d'una cavitat

subterrània molt rellevant, la visita de la qual es troba necessàriament restringida per tal de preservar els seus valors naturalístics.

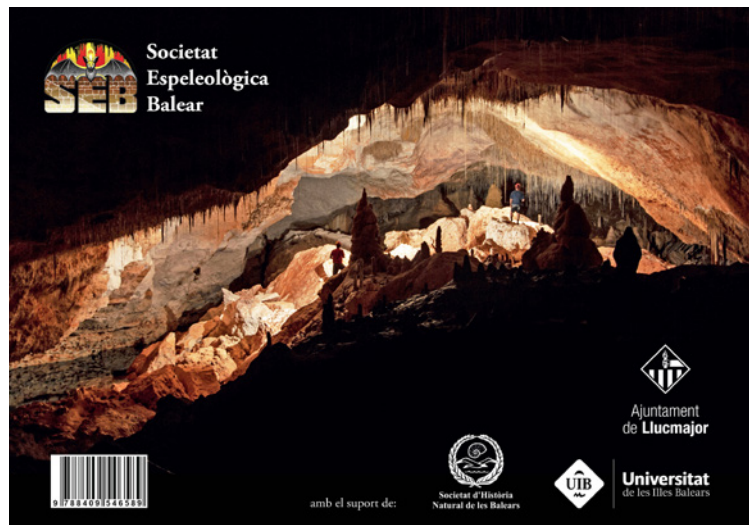
Sobre l'autor

La trajectòria personal d'Antoni Merino ha estat decisiva per a l'elaboració de la present obra, des del moment que compta amb un dilatat recorregut d'exploracions i treballs a la *Cova des Pas de Vallgornera*. Nascut el 1961 a Huelva, amb tan sols un any tornà amb la seva família a Mallorca. Una de les seves passions és l'exploració del món subterrani, activitat a la qual es dedica a la nostra illa des de fa més de 33 anys, participant també en diverses campanyes espeleològiques a l'Estat espanyol i a l'estranger. Fou president de la *Federació Balear d'Espeleologia*, des de l'any 1992 fins al 2004.

A Mallorca, ha estat pioner en l'ús de diferents materials i sistemes d'il·luminació aplicats a la fotografia de coves. Nombroses instantànies seves han estat guardonades a diferents concursos de fotografia subterrània, tant a nivell estatal com internacional. Les seves imatges han servit per il·lustrar

llibres, revistes especialitzades, pòsters i fulletons tant a Espanya com a l'estranger, destacant també la seva faceta de fotògraf de natura i de viatges.

Pel que fa a la *Cova des Pas de Vallgornera*, ha estat involucrat en tasques de topografia des de l'any 1991 fins a l'actualitat; de fet, les dues primeres topografies detallades de la cova, publicades els anys 1992 i 2000, foren liderades per ell. Al mateix temps ha desenvolupat una intensa tasca de documentació fotogràfica de la cova, tant des d'un punt de vista científic com artístic. De formació autodidacta, el seu interès en les ciències de la natura s'ha centrat en els aspectes geològics, publicant nombrosos treballs sobre aquesta important cavitat subterrània, en particular sobre els dipòsits minerals i espeleotemes.



Contraportada del llibre.
Backcover of the book.

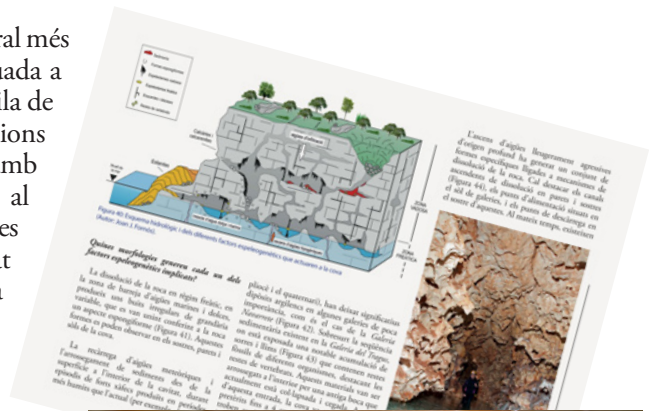
Sobre l'obra

Es tracta d'un llibre molt interessant sobre la cavitat natural més important de Mallorca: la *Cova des Pas de Vallgornera*, situada a la plana costanera del municipi de Llucmajor. L'obra recopila de manera prou accessible un important conjunt d'informacions sobre aspectes diversos de la cavitat, completant-los amb una extraordinària i exuberant part gràfica que permet al lector fer-se una idea de les característiques morfològiques i estètiques d'aquest singular fenomen geològic. El resultat final, al nostre parer, és un producte molt atractiu que ha d'interessar per igual tant a l'espeleòleg experimentat com a un públic més general, que vol saber més sobre els secrets que amaga la nostra natura.

La publicació del present llibre és el resultat d'una curolla personal del seu autor. No obstant això, l'edició d'aquesta obra ha estat impulsada de manera decisiva per la *Societat Espeleològica Balear*, entitat que compta ja amb una substancial trajectòria de publicacions sobre les nostres coves. Des de la nostra associació s'ha considerat imprescindible donar suport i participar en aquesta iniciativa editorial, aportant els mitjans de tot tipus que es trobaven disponibles, en la confiança que aquesta obra suposa una fita destacable dins l'espeleologia mallorquina.

A més de la *Societat Espeleològica Balear*, l'edició d'aquest llibre ha comptat amb el suport addicional de diverses entitats, com són: la *Societat d'Història Natural de les Balears*, l'*Ajuntament de Llucmajor* i la *Universitat de les Illes Balears*.

L'obra consta de 160 pàgines, de les quals 91 es troben exclusivament dedicades a mostrar fotografies fetes per l'autor; 68 d'aquestes pàgines reproduïxen imatges a pàgina completa. A part d'aquest notable repertori fotogràfic que dona cabuda a més de 200 fotografies de l'autor, el llibre inclou sis breus capítols introductoris on es tracten des d'aspectes històrics fins a qüestions de caràcter geoespeleològic, com són la gènesi de la cavitat i els espeleotemes i els minerals que conté. El contingut es completa



Algunes pàgines del llibre.
Some book pages.



Presentació del llibre a Lluçmajor al Claustre de Sant Bonaventura (Ajuntament de Lluçmajor) el 21 de novembre de 2023.
Presentation of the book in Lluçmajor at the Cloister of Sant Bonaventura (Ajuntament de Lluçmajor) on November 21, 2023.



Presentació del llibre a Palma a les instal·lacions de Ca n'Oleo (Universitat de les Illes Balears) el 28 de novembre de 2023.
Presentation of the book in Palma at Ca n'Oleo facilities (Universitat de les Illes Balears) on November 28, 2023.

amb un resum de les dades essencials sobre la cavitat, així com una exhaustiva bibliografia sobre la mateixa. El llibre està imprès en color amb gran qualitat, amb cobertes dures i format A4 apaïsat. L'obra està redactada en català.

Sobre la cova i el seu futur

Amb un desenvolupament topogràfic que ultrapassa els 78.000 m de galeries i sales, aquesta cova presenta una rellevància naturalística del tot inqüestionable, que és necessari transmetre a la societat en general. L'enfocament divulgatiu de la present obra està ben justificat des del moment que es pretén facilitar, al possible interessat, l'accés a un món que normalment no estarà al seu abast, sia per mor de les estrictes mesures de protecció vigents a la cavitat, o dels requeriments tècnics i físics necessaris per a la seva visita.

Estem convençuts que la preservació de la natura de les nostres illes requereix de la divulgació i sensibilització, partint de la base que cal conèixer aquests valors per poder estimar-los i preservar-los; malgrat això, també han de ser molt fermes les actituds proteccionistes, sobretot en el cas de fenòmens força singulars i valuosos com el que ara ens ocupa. A tall de conclusió, les pàgines d'aquest llibre posen en evidència els grans reptes que es plantegen a les administracions competents en matèria mediambiental; reptes que han de fer compatible el coneixement, estudi i divulgació de les nostres coves amb una aposta decidida, i sense matisos, per la seva conservació.

Els actes de presentació del llibre

Aquesta novetat editorial fou presentada primerament al Claustre de Sant Bonaventura, de la vila de Lluçmajor, el passat dia 21 de novembre de 2023. Aquesta primera presentació pretenia reconèixer la implicació de l'Ajuntament de Lluçmajor en l'edició del llibre, tenint en compte que la Cova des Pas de Vallgornera es localitza en aquest municipi. L'acte de presentació

comptà amb la participació de Catalina Rayó, Regidora de Cultura de l'Ajuntament de Lluçmajor, i es desenvolupà amb una assistència notable de públic.

Per altra banda, el llibre va ser també presentat a Palma el dia 28 de novembre de 2023, a les instal·lacions de Ca n'Oleo, de la Universitat de les Illes Balears. L'assistència fou també molt nombrosa, bastant superior a la cabuda física de la sala on tingué lloc l'acte.

Finalment, el llibre ha estat presentat al Teatre Municipal de Llubí, el dia 15 de desembre de 2023.

**Junta de Publicacions
Societat Espeleològica Balear**



Aquest article es distribueix sota els termes de la llicència CC-BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



Societat d'Història
Natural de les Balears

Papers de la Societat Espeleològica Balear
<http://socespbal.blogspot.com/>

Amb la col·laboració de:
la Societat d'Història Natural de les Balears

