



Papers de la Societat Espeleològica Balear, 1. 2018

Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)

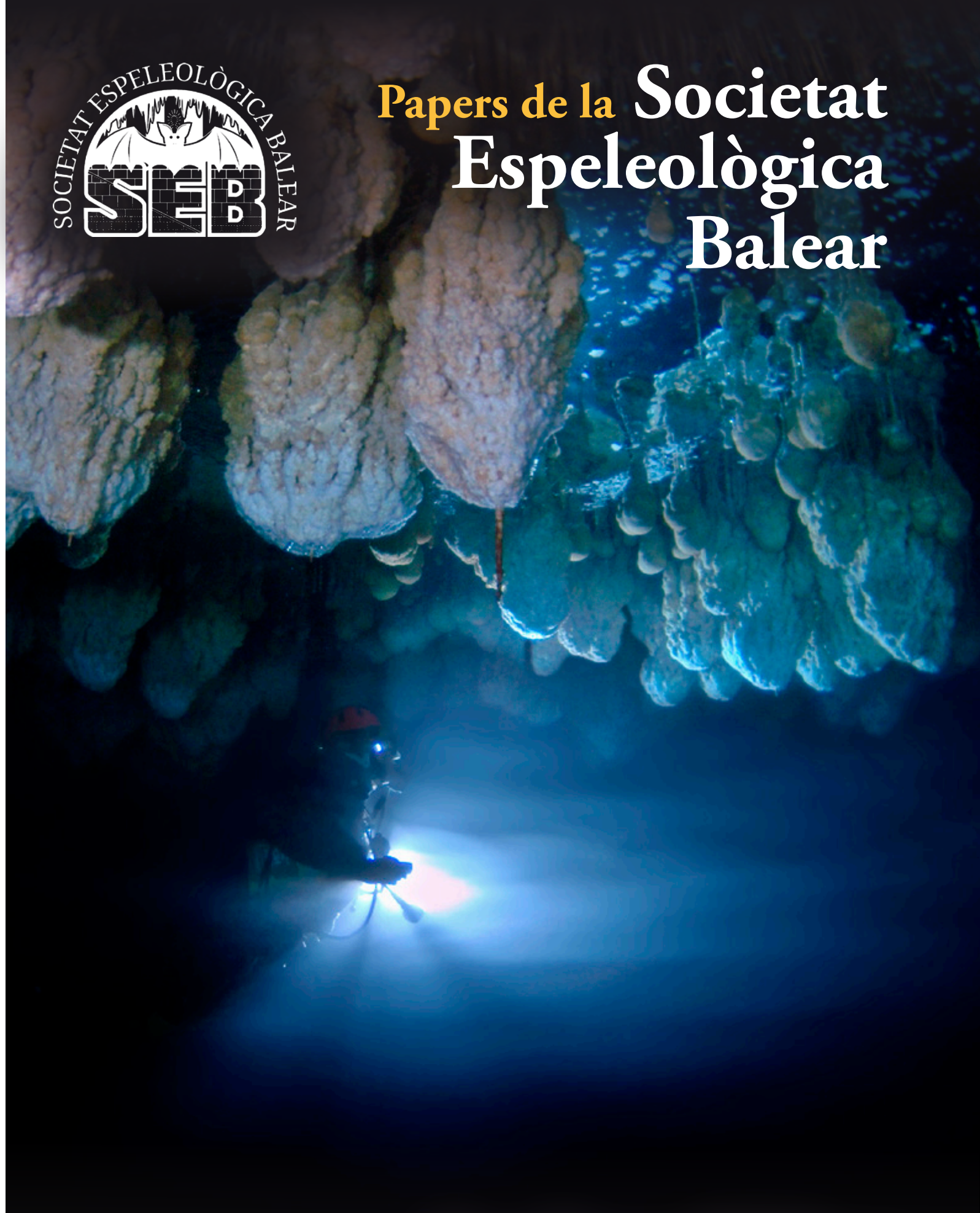


Papers de la Societat Espeleològica Balear  
<http://socespbal.blogspot.com/>



Amb la col·laboració de:  
la Societat d'Història Natural de les Balears  
i l'empresa Cuevas del Drach S.A.

**CUEVAS DRACH**



# Papers de la Societat Espeleològica Balear

**1**  
**2018**

## Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)



## Editorial

Vivim a unes illes on el paisatge càrstic té per als humans una rellevància importantíssima: coves, avencs, torrents, esquetjars, dolines i demés accidents geogràfics associats al carst són inherents a la història de les persones que han habitat i habiten aquestes contrades des de fa mil·lennis. Hem emprat les coves com a refugi, com a lloc d'aiguada, com amagatall de tresors o contraban i fins i tot per enterrar els nostres avantpassats; hem aprofitat alguns avencs per a fer gel; hem emprat les dolines com pastures i l'ús agrícola de les terres des d'antuvi ha modificat el paisatge, exposant les roques del subsòl a l'acció modeladora dels elements.

És lògic, per tant, que tinguem un interès especial en estudiar tots els aspectes relacionats amb les cavitats de la nostra terra i, per extensió, tot allò relacionat amb el carst des de qualsevol punt de vista: geològic, mineralògic, geoquímic, hidrològic, zoològic, botànic, ecològic, paleontològic, geogràfic, històric-arqueològic, etnogràfic, etc., sense oblidar altres elements interessants que, sense tenir un origen càrstic, sempre han estat associats a l'espeleologia i a l'estudi de cavitats com per exemple les mines (en totes les seves varietats), les coves d'abració marina, els cruïls tectònics, etc.

Fruit de la confluència de tres grups espeleològics de llarga tradició a les Illes Balears des del segle passat (Grup Nord de Mallorca, Grup Espeleològic EST i Speleo Club Mallorca), la **Societat Espeleològica Balear (SEB)**, associació sense ànim de lucre, neix amb aquesta voluntat fonamental: estudiar, donar a conèixer i preservar tot allò relacionat amb el carst i l'espeleologia en el sentit més ampli dels termes.

I, entre altres coses, per dur-ho a bon lloc donam a llum els **"Papers de la Societat Espeleològica Balear"**, una revista especialitzada en tot allò que envolta, des d'un punt de vista exploratori i científic, el món del carst i les cavitats a les Illes.

Volem que aquesta nova publicació sigui la referència fonamental dels espeleòlegs de les Illes Balears i on es puguin recollir els seus treballs d'investigació i fer-los visibles a la resta de la societat. El nostre objectiu des d'aquestes pàgines és el de fomentar l'estudi i la preservació de tot allò lligat al carst i a l'espeleologia de les Illes Balears, investigant i donant a conèixer l'immens patrimoni natural que tenim al nostre abast. No obstant això, mai deixarem de publicar altres articles d'interès general que ens arribin sobre espeleologia i carst, encara que no tractin específicament de les nostres illes. I volem fer-ho tot des d'un punt de vista seriós, rigorós i acurat.

Comptam per fer-la realitat amb una bona part de membres de la SEB que ja tenen una llarga experiència en l'edició d'aquest tipus de publicacions, doncs han estat els responsables de l'antiga revista **Endins**, reconeguda arreu del món per la seva qualitat, des que fou creada l'any 1974 per la Delegació Balear del Comitè Catalano-Balear d'Espeleologia fins el seu darrer número, editat per la Federació Balear d'Espeleologia, l'any 2014.

Ara encetam una nova etapa diferent i deslligada totalment de la publicació citada, però recollint i fent seu l'esperit originari dels creadors d'aquella revista, renovant-la, millorant-la i actualitzant-la als nous canals de difusió que ens ofereixen els nous temps del segle XXI, per arribar a més gent, més lluny i de forma més senzilla.

Per començar aquest camí, que desitjam llarg, ple d'aventures i ple de coneixences, la SEB ha decidit fer un primer número de la revista molt especial: un monogràfic dedicat a les coves del Drac de Porto Cristo (Manacor), on es recull, juntament amb la topografia més detallada que s'ha fet de la cavitat a dia d'avui, tot el coneixement que tenim d'ella i els nous descobriments subaquàtics que han fet créixer de forma molt important la seva extensió. Tot això com a resultat de quasi quatre anys de contínues exploracions d'un grup molt nombrós d'espeleòlegs i científics. Les coves del Drac són un símbol per a elles mateixes del món espeleològic de les nostres illes: conegudes des de l'antiguitat, utilitzades per les diferents societats que han viscut a Mallorca al darrer mil·lenni, han atret la curiositat dels exploradors romàntics del segle XIX, foren el bressol d'una nova ciència, la bioespeleologia, i són una de les coves turístiques més visitades d'Europa a l'actualitat. Com ja hem dit, tot un símbol.

I com que afortunadament l'esperit curiós de la humanitat segueix ben viu i la investigació no s'atura, ja hem començat a editar els treballs que formaran part del nostre segon número.

És el nostre desig que **"Papers de la Societat Espeleològica Balear"** serveixi per visualitzar tot allò que envolta la ciència del carst, l'espeleologia i el patrimoni natural a les nostres Illes. Volem donar veu a les persones que, molt esforçadament, dediquen el seu temps a investigar i explorar allò que tant ens agrada i apassiona.

Esperam aconseguir-ho.



---

## Editorial

Vivimos en unas islas donde el paisaje kárstico tiene para los humanos una relevancia importantísima: cuevas, simas, torrentes, campos de lapiaz, dolinas y demás accidentes geográficos asociados al karst son inherentes a la historia de las personas que han habitado y habitan estas tierras desde hace milenios. Hemos empleado las cuevas como refugio, como lugar de aprovisionamiento de agua, como escondite de tesoros o contrabando e incluso para enterrar a nuestros antepasados; hemos aprovechado algunas simas para hacer hielo; hemos utilizado las dolinas como pastos y el uso agrícola de las tierras desde antaño ha modificado el paisaje, exponiendo las rocas del subsuelo a la acción modeladora de los elementos.

Es lógico, por tanto, que tengamos un interés especial en estudiar todos los aspectos relacionados con las cavidades de nuestra tierra y, por extensión, todo lo relacionado con el Karst desde cualquier punto de vista: geológico, mineralógico, geoquímico, hidrológico, zoológico, botánico, ecológico, paleontológico, geográfico, histórico-arqueológico, etnográfico, etc., sin olvidar otros elementos interesantes que, sin tener un origen kárstico, siempre han estado asociados a la espeleología y al estudio de cavidades como por ejemplo las minas (en todas sus variedades), las cuevas de abrasión marina, las grietas tectónicas, etc.

Fruto de la confluencia de tres grupos espeleológicos de larga tradición en las Islas Baleares desde el siglo pasado (Grup Nord de Mallorca, Grup Espeleològic EST y Speleo Club Mallorca), la **Societat Espeleològica Balear (SEB)**, asociación sin ánimo de lucro, nace con esta voluntad fundamental: estudiar, dar a conocer y preservar todo lo relacionado con el karst y la espeleología en el sentido más amplio de los términos.

Y, entre otras cosas, para llevarlo a cabo alumbramos "*Papers de la Societat Espeleològica Balear*", una revista especializada en todo lo que rodea, desde un punto de vista exploratorio y científico, el mundo del karst y las cavidades en las Islas.

Queremos que esta nueva publicación sea la referencia fundamental de los espeleólogos de las Islas Baleares, donde se puedan recoger sus trabajos de investigación y hacerlos visibles al resto de la sociedad. Nuestro objetivo desde estas páginas es el de fomentar el estudio y la preservación de todo lo relacionado con el karst y la espeleología de las Islas Baleares, investigando y dando a conocer el inmenso patrimonio natural que tenemos a nuestro alcance. Sin embargo, nunca dejaremos de publicar otros artículos de interés general que nos lleguen sobre espeleología y karst, aunque no traten específicamente de nuestras islas. Y queremos hacerlo todo desde un punto de vista serio, riguroso y cuidadoso.

Para hacer realidad este proyecto contamos con una buena parte de miembros de la SEB que ya tienen una larga experiencia en la edición de este tipo de publicaciones, pues han sido los responsables de la antigua revista *Endins*, reconocida en todo el mundo por su calidad, desde que fue creada en 1974 por la Delegación Balear del Comité Catalano-Balear de Espeleología hasta su último número, editado por la Federació Balear d'Espeleologia, en el año 2014.

Ahora empezamos una nueva etapa diferente y desligada totalmente de la publicación citada, pero recogiendo y haciendo suyo el espíritu originario de los creadores de aquella revista, renovándola, mejorándola y actualizándola a los nuevos canales de difusión que nos ofrecen los nuevos tiempos del siglo XXI, para llegar a más gente, más lejos y de forma más sencilla.

Para empezar este camino, que deseamos largo, lleno de aventuras y lleno de conocimiento, la SEB ha decidido hacer un primer número de la revista muy especial: un monográfico dedicado a las cuevas del Drac de Porto Cristo (Manacor), donde se recogen, junto con la topografía más detallada que se ha hecho de la cavidad a día de hoy, todo el conocimiento que tenemos de ella y los nuevos descubrimientos subacuáticos que han hecho crecer de forma muy importante su extensión. Todo ello como resultado de casi cuatro años de continuas exploraciones de un grupo muy numeroso de espeleólogos y científicos. Las cuevas del Drac son un símbolo por ellas mismas del mundo espeleológico de nuestras islas: conocidas desde la antigüedad, utilizadas por las diferentes sociedades que han vivido en Mallorca en el último milenio, han atraído la curiosidad de los exploradores románticos del siglo XIX, fueron la cuna de una nueva ciencia, la bioespeleología, y son una de las cuevas turísticas más visitadas de Europa en la actualidad. Como ya hemos dicho, todo un símbolo.

Y como afortunadamente el espíritu curioso de la humanidad sigue vivo y la investigación no se detiene, ya hemos empezado a editar los trabajos que formarán parte de nuestro segundo número.

Es nuestro deseo que "*Papers de la Societat Espeleològica Balear*" sirva para visualizar todo lo que rodea la ciencia del Karst, la espeleología y el patrimonio natural en nuestras Islas. Queremos dar voz a las personas que, muy esforzadamente, dedican su tiempo a investigar y explorar lo que tanto nos gusta y apasiona.

Deseamos conseguirlo.

La Junta Directiva de la SEB



---

## Editorial

We live on islands where karst landscapes have exerted a remarkable influence on human welfare: caves, chasms, canyons, karren fields, sinkholes and other geographic features associated with karst are inherent in the history of the people who have lived in these lands for millennia. We have used caves as a refuge, as watering points, as hideaway for smugglers or even treasures, or as graveyards to bury our ancestors; we have taken advantage of some chasms high in the mountains to store ice for summertime; used dolines as pastures for our sheep, and so on. Agricultural practices in the long run have strongly modified the landscape, exposing the rocks to the action of weathering.

It is logical, therefore, that we have a special interest in studying all aspects of the cavities present in our land and, by extension, in everything related to karst from any point of view: geological, mineralogical, geochemical, zoological, botanical, ecological, palaeontological, geographical, historical-archaeological, ethnographical, etc. We also include other elements that, although not directly karst-related, have always been considered by speleology; namely: mines (in all their varieties), marine erosion caves, tectonic cracks, etc.

As a result of the confluence of three speleological groups each with a long tradition in the Balearic Islands (Grup Nord de Mallorca, Grup Espeleològic EST and Speleo Club Mallorca), the **Societat Espeleològica Balear (SEB)**, a non-profit association, was born with the fundamental aims of the study, dissemination and preservation of all aspects related to karst and caving in the broadest sense.

In order to carry out these proposals we are launching "*Papers de la Societat Espeleològica Balear*", a journal devoted to publishing all sorts of speleological topics related to the world of karst and the cavities on our islands.

We want this new publication to be a fundamental reference for the speleologists of the Balearic Islands and a place where they can carry out their research and make it available to the general public. Our goal is to encourage the study and preservation of karst environments and speleology in the Balearic Islands, to show the immense natural heritage present on our islands. We want to do it from a serious, rigorous and careful point of view.

To make it possible we count on a large number of SEB members who have experience in editing journals on speleology. They were responsible for the old *Endins* magazine, recognised for its quality from being launched in 1974 by the Delegació Balear del Comitè Catalano-Balear d'Espeleologia, to its last issue, edited by Federació Balear d'Espeleologia in 2014.

Now we start a new stage, distinct and totally detached from the aforementioned publication, but maintaining its original spirit, renewing, improving and updating it to reach more people more easily.

We hope this new journal will have a long life, full of adventures and excitement, and to start it the SEB has decided to launch a very special, monographic first issue devoted to the Coves del Drac of Porto Cristo (Manacor). It includes the most detailed topography of the cave carried out up to date, and summarizes all the previous knowledge and the new underwater passages discovered recently. All this is the result of almost four years of continuous explorations by a very large group of speleologists and scientists. The Coves del Drac in themselves are a symbol of the speleological world of our islands: they have been known since antiquity, used by the different civilizations that have been established on Mallorca in the last millennium, have attracted the curiosity of romantic explorers of the nineteenth century. They were the cradle of a new science, biospeleology, and are one of the most visited tourist caves of Europe today. As we have said, they are a symbol.

As the curious spirit of mankind is still fortunately alive and research does not stop, we have already begun to edit the works that will be part of our second issue.

It is our aim that "*Papers de la Societat Espeleològica Balear*" will serve to visualize all aspects of the science of karst, speleology and natural heritage in our islands. We want to give voice to the hard-working people who dedicate their time to investigating and exploring what we like and love.

We look forward to achieving it.

Board of Directors of the SEB



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>







# Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)

## Pròleg

Les coves del Drac són sense cap mena de dubte un referent històric dins de l'espeleologia balear. Formen part d'un sistema càrstic costaner on destaquen un seguit de grans sales, extraordinàriament decorades per espeleotemes, així com la presència de llacs d'aigües freàtiques salabroses que es relacionen amb el nivell marí. La seva entrada natural se situa a prop de Porto Cristo, població que ha assolit una més que notable pujança econòmica a expenses sobretot de l'existència d'aquesta cova.

La cavitat desenvolupa el seu recorregut dins dels materials calcarenítics, dipositats durant el miocè superior en un ambient escullós que envoltava els relleus de les Serres de Llevant, formant una plataforma que acaba a la línia de costa amb penya-segats molt verticalitzats. És en aquesta franja costanera on la interferència de diferents processos, químics, físics i hidrològics –com són la infiltració de les aigües meteoriques, la mescla d'aigües que es dona als aquífers de la zona litoral, o la recàrrega basal del substrat mesozoic– pot crear els buits que posteriorment hauran estat ornamentats per un impressionant mostrari d'espeleotemes, i modificats per un reguitzell de fenòmens d'esfondrament de les voltes de les cavitats.

Les coves del Drac, emblema i reclam turístic per excel·lència de l'illa de Mallorca, són conegudes des de temps immemorials però és arran de les descobertes de l'espeleòleg francès Édouard-Alfred Martel, l'any 1896, quan adquireixen una gran projecció i reconeixement, tant a nivell nacional com internacional. A partir de la dècada dels 1920, la cova esdevingué la cavitat turística més important de Mallorca, convertint-se actualment en la més visitada tant de l'Estat Espanyol com del continent europeu.

Malgrat aquesta importància, pel que fa referència al seu coneixement des d'un punt de vista científic les aportacions importants són escasses i més aviat esporàdiques al llarg del segle XX. Dins d'aquest context, l'exploració i estudi detallat de les coves del Drac es convertiren en un objectiu primordial dels espeleòlegs mallorquins, d'ençà dels anys 90 del passat segle. Amb les exploracions subaquàtiques que tenen lloc a principis del segle XXI, i amb les noves descobertes que s'hi realitzen, s'obrí una nova perspectiva que ens va portar a iniciar un estudi global de la cavitat, el qual es recolzaria en la confecció d'una nova topografia totalment actualitzada, com a eina fonamental per al seu coneixement.

Aquest volum que correspon al primer número dels *Papers de la Societat Espeleològica Balear*, i que du data de 2018 –any en què es varen publicar online els primers articles–, no s'ha pogut enllestir fins a la fi del 2019. Aquest endarreriment ha estat condicionat per les feines d'exploració i recerca, ja que els nous descobriments que es van anar realitzant, especialment en la part submergida, requeriren no tancar els articles pendents fins a incorporar les noves i espectaculars troballes. Fruit d'aquestes tasques en resulta un conjunt interdisciplinari de 15 articles, que donen una visió actualitzada del coneixement científic de les coves del Drac.

El primer article d'aquest volum, d'A. Ginés et al., ens dona una visió històrica de les fases d'exploració de la cova des de 1880 i de les diferents etapes que han anat completant i millorant la topografia de la mateixa, començant pel plànol de F. Will, seguint pel d'É.A. Martel, les aportacions realitzades en relació amb el XIV Congrés Geològic Internacional, i acabant amb les exploracions subaquàtiques realitzades durant la segona dècada del segle XXI.

Seguint amb el vessant històric, el segon article de J. Ginés i A. Ginés tracta, d'una banda, els aspectes més socials relacionats amb el coneixement de la cova i la seva explotació per al turisme –que rebé un fort impuls amb els descobriments d'É.A. Martel– i passa revista, al mateix temps, a la important bibliografia naturalística generada a partir d'aquest moment i en especial durant el segle XX.

J.J. Fornós et al. emmarquen la cavitat en el seu context geogràfic dins la denominada Marina de Llevant, al peu de les Serres homònimes, i dins dels dipòsits de calcarenites corresponents a un ambient escullós pertanyent al miocè superior, el qual condiciona les seves característiques geomorfològiques.

El quart treball de J.J. Enseñat et al. marca sense dubte el caràcter del monogràfic, tot aportant la nova topografia amb gran detall de la cova, la qual inclou a part de la planta nombroses seccions, i on hi queden incorporades totes les noves descobertes subaquàtiques, fet que dona a la cova un desenvolupament total de 7.690 m.

---

A continuació venen tres treballs eminentment descriptius dels diferents sectors, sales i galeries de les coves. El primer està signat per G. Santandreu et al. i ens descriu de forma acurada la part dels sectors terrestres de la cova, mentre que els dos següents passen revista a la part submergida de la cavitat; primer tot fent un esbós històric de les exploracions subaquàtiques, i després fent la descripció dels 5.260 m de desenvolupament submergit, el qual representa poc més del 68% del total del recorregut de les coves del Drac. Ambdós treballs han estat conduïts per F. Gràcia et al.

J. Ginés et al. s'ocupen, en el següent treball, dels mecanismes d'espeleogènesi que han donat lloc a la formació de la cavitat, dins d'un context eogenètic litoral amb mescla d'aigües meteòriques i marines i una recàrrega basal hipogènica, tot això controlat per les variacions glacio-eustàtiques plio-quadernàries i amb important presència dels fenòmens d'esfondrament.

Deixant de banda els treballs ja esmentats, de caràcter més general, a continuació segueixen tot un seguit de treballs ja més concrets en la seva temàtica i que descriuen aspectes específics. Entre aquests tenim el que fa referència al registre sedimentari que es troba a la part subaquàtica de la cova, on A. Pilares et al. caracteritzen les diferents fàcies sedimentàries presents, producte dels diversos processos sedimentaris que es donen a l'interior de la cavitat, esbrinant l'origen dels sediments tant endo- com exògens, així com de composició carbonatada o silícica.

J.J. Fornós et al. també aporten dades sobre les característiques físico-químiques dels llacs, bàsicament del *llac Negre* i *llac de les Delícies*, en una evolució temporal de cinc anys, donant especial èmfasi a la part més superficial de la columna d'aigua.

Un aspecte inèdit, pel que fa a aquesta cavitat, és l'estudi de les morfologies freàtiques, i sobretot hipogèniques, que fan F. Gràcia et al.; a part de descriure i identificar aquestes morfologies, els autors donen les dades bàsiques que permeten confirmar els processos espeleogenètics implicats en la formació de la cavitat.

El següent article, que obre la temàtica ja amb connotacions més socials i de gestió, fa referència a la dinàmica atmosfèrica de la cova. J.J. Fornós et al. aporten dades d'una sèrie d'anys de la composició atmosfèrica de la cova, centrant-se en els gasos CO<sub>2</sub> i radó, potencialment perillosos en una cavitat eminentment turística. A part de donar també dades de temperatura, avaluen la dinàmica atmosfèrica de l'interior de la cavitat que registra un clar funcionament de caràcter estacional, controlat per la temperatura de l'aire exterior i condicionat pels trets morfològics de les sales i galeries.

A. Pasqual i M.A. Nicolau fan una anàlisi de les inscripcions antròpiques presents a la cova, sobretot damunt els espeleotemes, i que han anat deixant els visitants durant els darrers segles. En fan una anàlisi temporal i de localització així com aporten dades sobre els visitants i els oficis alguns d'ells.

Dins d'aquest volum monogràfic no s'ha defugit del paper que han tingut les coves del Drac en el turisme i en l'empenta econòmica que ha aportat a tota la zona i, molt especialment, a la població de Porto Cristo. Tot això fet des de la perspectiva d'un guia de les coves, M. Durán, el qual ens aporta també una visió més aviat mediàtica d'aquesta cova natural.

Finalment, el monogràfic acaba amb un treball que complementa la informació de les coves del Drac, amb la descripció d'un reguitzell de petites cavitats que envolten la cavitat principal, i que de fet corresponen en abstracte a un mateix sistema càrstic. J.J. Enseñat i col·laboradors en fan una breu descripció de cada una d'elles i aporten la seva topografia.

La major part dels treballs han estat efectuats per membres de la **Societat Espeleològica Balear**. A tots ells els hi volem fer extensiu el nostre agraïment per la seva totalment desinteressada labor, amb una dedicació que ha comportat en la major part del casos molts caps de setmana d'activitats espeleològiques i una elevada despesa crematística. També cal agrair la tasca desinteressada d'una sèrie de persones que han tingut cura de la revisió d'alguns dels treballs i han recolzat de diverses maneres les tasques de la Junta de Publicacions; d'entre ells esmentarem en Pere Bover, Nick Franglen, Angel Ginés, Francesc Gràcia i Gabriel Santandreu.

Alguns dels treballs recollits en aquest volum representen una contribució als projectes de recerca finançats pel MINECO, CGL2013-48441-P i CGL2016-79246-P (AEI-FEDER, UE).

Per acabar ja només ens cal manifestar el nostre més sentit agraïment al Director de l'empresa Cuevas del Drach S.A. de Porto Cristo, el Sr. D. Matías Servera i fer-ho extensiu a tota la família Servera per la total col·laboració, facilitats i interès que han prestat a les recerques que hem dut a terme a l'interior de la cavitat. Així mateix volem fer extensiu el nostre més sincer agraïment a tot el personal de les coves del Drac,



---

als guies, personal de manteniment i vigilants que en tot moment han ajudat i col·laborat amb les tasques de camp. Agraïm especialment les atencions rebudes de: Àngela Servera, Rafel Nadal, Antoni Lull, Antoni Adrover, Miquel Torrens, Miquel Adrover, Montserrat Vallespir, Gabriel Sancho, Gabriel Santandreu i Mateu Durán. També el nostre reconeixement a tots els altres guies, personal de secretaria, manteniment i bar de les coves, que ens han fent sentir com a casa i dels quals tindrem sempre un molt bon record.

El món de la recerca no veu mai la fi. Qualsevol objectiu de recerca, amb els resultats que finalment s'obtenen, no fa més que obrir el camí cap a noves exploracions i noves inquietuds científiques. Esperem que les dades aportades dins d'aquest numero monogràfic, que inicia la singladura dels *Papers de la Societat Espeleològica Balear*, serveixin de llavor perquè noves generacions ampliïn no solament el coneixement científic de les coves del Drac, sinó el de totes les coves presents en l'espectacular carst de Mallorca. Per altra banda, confiem que aquest volum esdevindrà una fita rellevant dins la bibliografia sobre l'espeleologia de la nostra illa.

La Junta de Publicacions de la SEB  
Desembre de 2019



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>







**ISSN 2605-3144**

# **Papers de la Societat Espeleològica Balear**

Volum 1 (2018)

**Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)**

---

*Papers de la Societat Espeleològica Balear* (ISSN 2605-3144) és una publicació electrònica de caràcter anual, editada per la:

Societat Espeleològica Balear  
C/ Margarida Xirgú, 16  
07011 Palma (Mallorca)  
email: [socespbal@gmail.com](mailto: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](mailto:publicacions.seb@gmail.com)

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  
Miquel Àngel Gual  
Juan José Enseñat

**Foto de la coberta:** Espeleotemes freàtics holocènics a la *galeria de les Delícies* de les Coves del Drac (Foto: M.À. Perelló).

**Foto de la contraportada:** Banderes situades al sector de la *cova dels Francesos* de les Coves del Drac (Foto: M.À. Gual).



**Sumari**

Editorial ..... v

**Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)**

Pròleg ..... ix

Principals etapes de l'exploració i topografia de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca) *per Angel Ginés, Gabriel Santandreu, Francesc Gràcia, Juan J. Enseñat i Joaquín Ginés* ..... 1

Aspectes històrics i bibliogràfics de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca) *per Joaquín Ginés i Angel Ginés* ..... 21

L'entorn geogràfic, geomorfològic i geològic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca) *per Joan J. Fornós, Lluís Gómez-Pujol i Guillem Mas* ..... 49

Nou plànol topogràfic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca) *per Juan J. Enseñat, Francesc Gràcia, Antelm Ginard, Guillem Mascaró, Gabriel Santandreu, John F. Fernández, Miquel Trias, Joan Pérez, Pere Bover, Antoni Cirer, Vicenç Pla, Juan C. Lázaro, Damià Vicens, Davide Ansaldo, Francesc X. Bascuñana, Bernat Clamor, Andrés Lozano, Miquel À. Perelló, Miquel À. Gual, Miquel À. Vives, Bernat Gaviño, Pere Gamundí, Moisès Bonnin, Álvaro Granell, Nicolás Betton, Nick Franglen i Dirk Bornemann* ..... 65

Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Descripció del sectors terrestres *per Gabriel Santandreu, Juan J. Enseñat, Francesc Gràcia, Vicenç Pla, Antelm Ginard i Miquel À. Gual* ..... 77

Les exploracions subaquàtiques a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca) *per Francesc Gràcia, Guillem Mascaró, Joan Pérez, John F. Fernández, Antoni Cirer, Juan C. Lázaro, Davide Ansaldo, Bernat Clamor, Miquel À. Perelló, Miquel À. Vives, Pere Gamundí, Álvaro Granell, Nicolás Betton, Dirk Bornemann i Nick Franglen* ..... 105

El Drac subaquàtic (Coves del Drac, Manacor, Mallorca) *per Francesc Gràcia, Guillem Mascaró, Joan Pérez, John F. Fernández, Antoni Cirer, Juan C. Lázaro, Davide Ansaldo, Bernat Clamor, Miquel À. Perelló, Miquel À. Vives, Pere Gamundí, Álvaro Granell, Nicolás Betton, Dirk Bornemann i Nick Franglen* ..... 117

L'espeleogènesi de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): evolució dels coneixements i interpretació actual *per Joaquín Ginés, Angel Ginés, Francesc Gràcia i Joan J. Fornós* ..... 141

El registre sedimentari de la part subaquàtica de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca) *per Alejandro Pilares, Joan J. Fornós, Francesc Gràcia i Lluís Gómez-Pujol*..... 165

---

Caracterització físico-química dels llacs de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca) <i>per Joan J. Fornós, Alejandro Pilares, Francesc Gràcia i Ana Entrena</i> .....	181
Morfologies freàtiques i hipogèniques de les Coves del Drac <i>per Francesc Gràcia, Juan J. Enseñat i Joan J. Fornós</i> .....	197
Dinàmica de l'atmosfera dels sectors no turístics de les Coves del Drac <i>per Joan J. Fornós, Ana Entrena i Joaquín Ginés</i> .....	215
Anàlisi dels grafitis de les Coves del Drac (Manacor) <i>per Antoni Pasqual i Maria E. Nicolau</i> .....	223
Les Coves del Drac i el turisme a Mallorca: impressions d'un guia de les coves <i>per Mateu Durán</i> .....	237
Les cavitats properes a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): descripció i reflexions sobre la seva possible relació <i>per Joan J. Enseñat, Gabriel Santandreu i Francesc Gràcia</i> .....	249



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>

# Aspectes històrics i bibliogràfics de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)

Joaquín GINÉS<sup>1,2</sup> i Angel GINÉS<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Societat Espeleològica Balear. Palma. Email: jginesgracia@yahoo.es

<sup>2</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma.

## Abstract

In this paper a careful review of the historical data related to the knowledge of Coves del Drac is performed, dealing as well with the conditioning and exploitation tasks related to the tourist visit of the cave; in this respect, all along the 20th century this cave will become one of the main tourist attractions in Mallorca, being today the most visited show cave in Europe. The most ancient unequivocal references to the cave belong to the last years of 16th century, although its frequentation is immemorial going back to the prehistoric times. At the end of the 19th century the cave became increasingly famous, thanks to the disclosure of its natural values by the Archduke Ludwig Salvator of Austria; under his patronage was promoted the realization in 1880 of the first topographic survey of the cave, drawn by Friedrich Will, as well as the remarkable explorations and discoveries made by Édouard Alfred Martel in 1896. During the 20th century is when most of the contributions to the naturalistic and scientific knowledge of the Coves del Drac took place, contributions that intensify the last decades until today. In addition to reviewing its main historical aspects, an exhaustive bibliographical analysis of the numerous references to this important cave is carried out.

## Resumen

En este trabajo se efectúa un detenido repaso de los datos históricos relacionados con el conocimiento de las Coves del Drac, así como con su acondicionamiento y explotación para la visita turística; en este sentido, a lo largo del siglo XX esta cueva se convierte en uno de los motores del turismo en Mallorca, llegando a ser la cueva turística más visitada de Europa. Las referencias inequívocas más antiguas sobre la cavidad se sitúan al final del siglo XVI, aunque su frecuentación es inmemorial remontándose a los tiempos prehistóricos. A finales del siglo XIX la cueva va adquiriendo progresiva fama, gracias a la divulgación de sus valores naturales por parte del Archiduque Luis Salvador de Austria; esta personalidad auspiciará la realización del primer plano de la cueva en 1880, elaborado por Friedrich Will, así como las exploraciones y descubrimientos efectuados por Édouard Alfred Martel el año 1896. Durante el siglo XX es cuando se producen la mayor parte de las aportaciones al conocimiento naturalístico y científico de las Coves del Drac, contribuciones que se intensifican las últimas décadas hasta llegar al momento actual. Además de proceder al repaso de sus aspectos históricos, se realiza un exhaustivo análisis bibliográfico de las numerosas citas sobre esta importante cavidad.

Ginés, J. i Ginés, A. (2018): Aspectes històrics i bibliogràfics de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Papers Soc. Espeleo. Balear, 1: 21-47. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear. Rebut: 8 gener 2018; Revisat: 15 juny 2018; Acceptat: 18 juny 2018. Publicat online: 10 juliol 2018.

## Introducció

Les coves naturals de Mallorca han despertat sempre l'interès tant dels seus habitants com dels viatgers que visitaren l'illa, fins al punt que alguns d'aquests singulars accidents geogràfics han esdevingut amb el temps uns dels atractius turístics més ben valorats del nostre territori. Aquest fet és del tot inqüestionable en el cas de les Coves del Drac, cavitat que fou al llarg del segle XX un dels motors del turisme illenc, de tal forma que s'ha erigit en la cova turística més visitada de l'Estat Espanyol i fins i tot d'Europa (GINÉS & GINÉS, 2011).

Malgrat que la major part de la importància naturalística i turística de les Coves del Drac es forjà al llarg del passat segle, existeixen referències molt més antigues –les quals es remunten al manco a les acaballes del segle XVI– que es fan notablement abundants durant la segona meitat del segle XIX, coincidint amb l'eclosió del fenomen dels viatgers romàntics en els països de la Mediterrània. Una personalitat clau en tot aquest procés és sense cap dubte la figura de l'Arxiduc d'Àustria Ludwig Salvator Habsburg-Lothringen, qui fou un dels principals valedors de l'interès i atractiu d'aquesta cavitat i propicià, entre d'altres, les exploracions i descobriments efectuats per Édouard Alfred Martel l'any 1896.



Durant el segle XX caldrà remarcar la figura de Joan Servera Camps, propietari de les coves des de 1922, persona que des del *Fomento del Turismo de Mallorca* serà responsable de la participació molt activa de la cavitat en el que més endavant esdevindrà el “boom” turístic de l’illa. També en el segle XX és quan es produeixen la major part de les aportacions al coneixement naturalístic i científic de la cova, les quals s’intensificaran a partir dels anys 1990 fins desembocar en els recents treballs que justifiquen la present monografia.

En aquestes pàgines es procedirà a efectuar un minuciós repàs dels aspectes històrics lligats al coneixement i l’exploració de les Coves del Drac, partint de la base d’alguns treballs previs sobre la matèria (GINÉS & GINÉS, 1992; RIERA, 2006) i posant així mateix especial esment en efectuar una exhaustiva anàlisi bibliogràfica de les nombroses cites sobre aquesta important cavitat publicades fins al moment.

## Primers antecedents històrics

La cova que ens ocupa és coneguda des de temps immemorials, tal i com el justifiquen les troballes prehistòriques efectuades que inclouen fragments de ceràmica indígena, encara que falten estudis recents i rigorosos sobre l’arqueologia d’aquesta important cavitat. Dins aquest context és imprescindible esmentar la presència d’un corredor de factura ciclòpia que es troba a prop de l’entrada natural (FONT OBRADOR, 1970), en la zona d’accés al sector denominat habitualment com a *cova de Lluís Salvador* (Figura 1). Aquestes construccions se situen d’acord amb RAMIS & SANTANDREU (2011) en la segona meitat del II mil·lenni BC, durant la fase d’apogeu del món de les navetes, corresponent al Bronze mig-final. Segons els esmentats autors aquest tipus de construccions tindrien un ús ritual, no relacionable amb pràctiques d’habitació o funeràries.

Apart de restes prehistòriques, abunden els fragments de ceràmica musulmana, entre els quals destaca una gerra d’època almohade (Figura 2), trobada l’any 1878 en el sector conegut com la *cova Blanca* (TOBELLA, 1882). Aquesta gerra degué ser utilitzada per al proveïment d’aigua, documentant incursions a la cavitat que es remunten com a mínim al segle XIII.

En l’edat mitjana manquen referències concretes a les Coves del Drac. S’ha argumentat que la primera menció d’aquesta cavitat manacorina se situa en 1338, arran de les investigacions de l’historiador Ramon Rosselló Vaquer, qui transcriu un escrit del governador de l’illa Roger de Rovenach, on assabenta al batlle de Manacor de la incursió a una cova d’aquest terme que té la intenció de realitzar un tal Bernat Gatell i altres (*Perlas y Cuevas*, 1972); no obstant això, l’esmentat escrit no menciona específicament el nom de la cavitat a la qual s’està fent referència. En aquest sentit, diversos autors fan al·lusió a la recerca habitual de tresors i minerals en coves de les terres manacorines, com és el cas de la Cova d’en Pardines esmentada segles després per historiadors com Binimelis o Dameto; pensem que és més probable que l’escrit del governador Roger de Rovenach estigués relacionat amb una finalitat econòmica com és la cerca de tresors, activitat que no està documentada en les Coves del Drac i sí, en canvi, en altres coves del terme de Manacor.

## Edat moderna (segles XVI a XVIII)

A finals del segle XVI i començaments del XVII és quan trobem les primeres referències al topònim de les Coves del Drac, més o manco en la seva forma actual. Ens referirem tot seguit a dues obres monumentals confeccionades per erudits de l’àmbit eclesiàstic, que actuaren com a cronistes-historiadors sota els auspicis dels Jurats del Gran i General Consell; en general es tracta d’obres eclèctiques de marcat caire històric, en les quals no faltaven dades geogràfiques generals sobre l’illa de Mallorca. Aquest tipus de publicacions es perllongaran fins ben entrat el segle XIX, com succeeix amb la *Historia General del Reino de Mallorca* recopilada pels historiadors Joan Dameto, Vicenç Mut i Jeroni Alemany, que fou publicada en Palma el 1840 amb les correccions i anotacions incorporades per Miquel Moragues i Joaquim Maria Bover.

### *L’obra de Joan Binimelis (1538-1616)*

Natural de Manacor, Joan Binimelis i Garcia fou un sacerdot polifacètic que entre d’altres coses destacà com a historiador, geògraf, cartògraf i astrònom. Cap a l’any 1595 va acabar la redacció en català de la *Història General del Regne de Mallorca*, que ell mateix traduí al castellà entre 1597 i 1601, encara que romangué inèdita fins al segle XX. Durant la darrera part de la seva vida fou objecte d’un procés inquisitorial que soscavà el seu prestigi.



Figura 1: Aspecte del corredor ciclopi existent a la zona d'entrada de les Coves del Drac, que sembla correspondre a la fase cultural *naviforme* (final del segon mil·lenni BC).

Figure 1: Aspect of the cyclopean corridor built in the entrance area of Coves del Drac, which presumably belongs to the *naviforme* cultural phase (end of the second millennium BC).



Figura 2: Gerra d'època almohade trobada el 1878 durant l'episodi dels viatgers catalans extraviats a la cova. Gravet segons un dibuix de F. Llorens i Riu, que apareix publicat a TOBELLA (1882). Reproduït per cortesia de Joan Riera Bordoï (Manacor).

Figure 2: Muslim vase found in 1878 during the episode of the Catalan travellers lost in the cave. According to a drawing by F. Llorens i Riu, published in TOBELLA (1882). Reproduced by courtesy of Joan Riera Bordoï (Manacor).

El llibre V de la seva *Història General* tracta de la “Descripció particular de l'illa de Mallorca e viles, e d'algunes coses memorables que en ell s'han seguides” (BINIMELIS, 1595). Dins aquest llibre, en parlar de Cala Manacor com la més important de tota aquesta costa marítima fins a Portocolom, escriu: “En la fi d'esta cala està la Cova que diuen del Drac, tan nomenada, en tot semblant a la Cova de l'Ermita, del terme d'Artà”. Aquesta cita és fins al moment la més antiga que fa menció inequívocament a la cavitat, anomenant-la amb el mateix topònim que ha arribat fins avui en dia.

#### ***La Història General de Joan Dameto (1554-1633)***

Joan Dameto i Cotoner fou cronista general del Regne de Mallorca, publicant un any abans de la seva mort el primer volum de la seva *Historia General del Reyno Balearico* (DAMETO, 1632). Sembla clar que tingué accés a la *Història General* de Binimelis, obra sobre la que va fer anotacions i en la qual es va fonamentar sense cap gènere de dubte.

En el títol I de la citada obra, dedicat a la topografia de les Illes Balears, cita la presència de les Coves del Drac en procedir a la descripció de part de la costa oriental de Mallorca: “Paffado Porto Coló, y fu torrejon de guarda, fe figuen algunas calas de poca confideració, Cala Magraner, Cala Murada, el Eftañol, Cala Manacor con fu Atalaya, junto a la que eftà la cueva que llaman comunmente del Drac: veefe depues otra enfenada lamada el Eftany de Pereto, y luego la Púta, o cabo que dizen de Brotat” [sic]. Aquesta mateixa referència es repeteix sense cap canvi a les edicions posteriors de la *Historia General* (DAMETO et al., 1840), emperò amb una ortografia menys arcaitzant.

#### ***Altres referències a les Coves del Drac***

Un dels productes cartogràfics més rellevants del segle XVIII és sens dubte el mapa del Cardenal Antoni Despuig i Dameto, elaborat l'any 1784 i gravat un any després en Mallorca per Joseph Muntaner. De fet les Coves del Drac no apareixen situades en el mapa; no obstant això, la vinyeta dedicada a Manacor diu textualment: “...en su distrito se halla una cueva de muy digna y curiosa atencion” [sic], sense especificar el nom de la cova.

També corresponent a finals del XVIII és el *Viaje a las villas de Mallorca*, de Gerónimo de Berard (BERARD, 1789). En aquesta obra, quan es descriu el litoral manacorí s'inclou el següent text: “Siguen otras puntas llamadas morro de Reliu y cala Manacor, con una famosa cueva grande y de exquisitas petrificaciones regulares”. Malgrat que no es citi el topònim concret, es refereix indubtablement a les Coves del Drac en esmentar la seva ubicació a prop del port de Manacor.

## El segle XIX

En el darrer quart d'aquest segle és quan les Coves del Drac es converteixen en una de les dues cavitats naturals més rellevants de l'illa, començant a disputar-li la supremacia a les famoses Coves d'Artà (o de l'Ermita), situades al terme de Capdepera. De fet en les darreries del XIX tindran lloc dues fites clau en el coneixement de la cova i la seva ulterior projecció: per una banda Friedrich Will va realitzar el 1880 la primera topografia de la cavitat i, per altra banda, tenen lloc el 1896 les notables exploracions i descobriments d'Édouard Alfred Martel.

Prèviament a aquestes dates, sembla ser que era habitual la utilització de la cova per al proveïment d'aigua dels degotissos per part de pescadors assentats a Portocristo, com és el cas de la família Vadell, els membres de la qual eren coneguts amb el mal nom d'*Els Pelats* (DURAN, 2004).

### *L'episodi dels extraviats l'any 1878*

Aquest any es produeix un fet que contribueix en gran manera a la popularització de la cova. Es tracta de la visita que efectuaren dos excursionistes catalans –Josep Llorens i Riu i Salvador Riu i Font– guiats per Joan Jaume Ballester, qui fou alcalde de Manacor el 1891. L'accidentada visita tingué lloc el dia 11 d'Abril de 1878, i apareix recollida en detall a l'article de TOBELLA (1882) que va servir de base als abundants relats posteriors que es publicaren sobre l'incident. Aquest autor conta que els tres expedicionaris es perderen a les sales de la *cova Blanca*, on romangueren extraviats 16 hores fins que foren rescatats per un grup de manacorins encapçalat per Francesc Femenias, que era el propietari de la fonda on s'allotjaven els viatgers del Principat.

L'incident fou molt comentat i quedà fixat en la microtoponímia de la cova, ja que a la topografia que posteriorment elaborà F. Will es recull la situació del que anomena *cueva de los Extraviados*; així mateix alguns autors, per extensió, designen com a *cova dels Catalans* el sector habitualment conegut amb la denominació de *cova Blanca* (TOBELLA, 1882).

L'accidentada visita dels dos excursionistes catalans tingué la recompensa de la troballa d'una espectacular gerra de terrissa d'època almohade (Figura 2), que fou donada pels seus descobridors al propietari de la ja esmentada Fonda Femenias en senyal de agraïment.

### *L'excursió de l'Associació d'Excursions Catalana el 1880*

Aquesta entitat cultural efectuà una excursió a Mallorca que es desenvolupà entre els dies 25 de Juny i 4 de Juliol de 1880. L'expedició es centrà en la visita a les dues coves famoses de Mallorca aleshores, és a dir les Coves d'Artà i les Coves del Drac. Del desenvolupament de l'excursió es publicà una interessant ressenya, inclosa en l'Anuari de l'any 1881 de l'*Associació d'Excursions Catalana* (TOBELLA, 1882; Figura 3), l'autor de la qual fou el primer president de la citada societat. Cal fer constar que aquesta entitat cultural i excursionista tenia diversos delegats a Mallorca, entre els que trobem Pere d'Alcàntara Peña –que aportà a la publicació de Francesc X. Tobella la topografia de les Coves d'Artà– i també Francesc Femenias, propietari de la fonda homònima de la ciutat de Manacor.

Aquest article aporta diverses informacions d'interès. Per una part fa un relat detallat de l'episodi de 1878, degut a que un dels participants en l'excursió –el fuster i escriptor Josep Llorens i Riu– fou un dels extraviats en el citat incident. Així mateix, i degut a aquest fet, la publicació de Tobella inclou un gravat de la gerra de terrissa trobada pels catalans extraviats, realitzat per F. Llorens i Riu (Figura 2). Efectua una descripció detallada de la cova emprant, emperò, una toponímia diferent a la que esdevindrà oficial amb el temps; així, esmenta tres llacs destacables (*Delícies*, *Meravelles* i *Balustres*), que segons la seva descripció deuen correspondre respectivament als llacs *Negre*, de les *Delícies* i de les *Meravelles*. Aquestes discrepàncies microtoponímiques posen de manifest que l'autor no tingué accés al plànol de les Coves del Drac que va aixecar F. Will poques setmanes abans. D'altra banda, qualifica aquesta cavitat com a menys grandiosa que les Coves d'Artà, però la considera molt delicada i ben decorada així com més verge.

També es comenta en la publicació de Tobella que, en la data de l'excursió, encara quedaven restes de la il·luminació preparada per a la visita que havia realitzat l'Arxiduc Lluís Salvador feia poc temps. Com a dada curiosa, l'autor fa constar que el grup, format per un total de 19 participants, pagà 100 reals per la visita; així mateix menciona que el servei de llums i guies era millor en les Coves del Drac que en les d'Artà. En aquells moments, Josep Ignasi Moragues era el propietari de les terres de Son Moro on s'obre la cova.

### *El paper de l'Arxiduc Lluís Salvador*

L'Arxiduc d'Àustria Ludwig Salvator Habsburg-Lothringen (1847-1915) arribà a Mallorca per primera vegada l'any 1867 i residí llargues temporades a l'illa, en les possessions que va anar adquirint a la Serra de Tramuntana. Al llarg de les seves estades va confeccionar la seva magna obra geogràfica coneguda



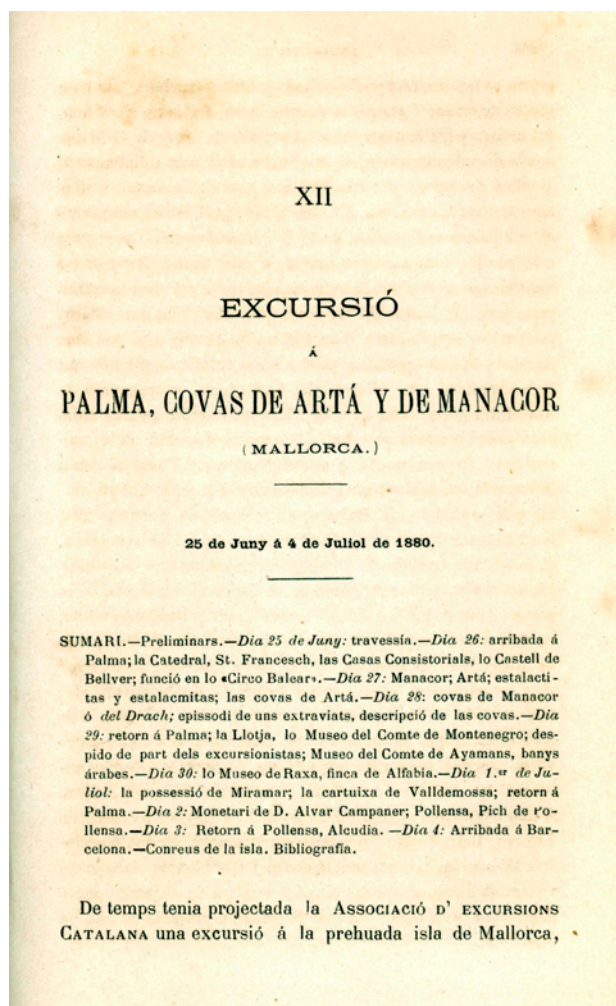


Figura 3: Primera plana de l'article de TOBELLA (1882) inclòs a l'Anuari de l'any 1881 de l'Associació d'Excursions Catalana.

Figure 3: First page of the article by TOBELLA (1882) included in the yearbook of the Associació d'Excursions Catalana, corresponding to 1881.

popularment com *Die Balearen*, la qual es començà a publicar dos anys després de la seva arribada a Mallorca (HABSBURG-LOTHRINGEN, 1869-1891).

Sens dubte, l'Arxiduc fou el principal valedor de l'interès estètic i naturalístic de les Coves del Drac, a la que dedicà una extensa ressenya en el volum 5 del *Die Balearen* que més endavant tractarem amb deteniment; segons comenta el mateix Arxiduc, va insistir al propietari de la cova sobre la seva gran rellevància, que li feien considerar-la com el principal atractiu de Manacor.

Així mateix fou l'impulsor d'importantes activitats que contribuïren al coneixement espeleològic i científic de la cavitat, i a la ulterior divulgació de la seva rellevància. En aquest sentit promogué de manera una mica indirecta la primera topografia de la cova, que va realitzar l'entomòleg Friedrich Will en 1880, i patrocinà de manera ben directa les importants exploracions realitzades el 1896 per l'espeleòleg francès Édouard Alfred Martel. L'interès de l'Arxiduc Lluís Salvador per l'espeleologia queda evidenciat per el fet que ell mateix fou soci de la *Société de Spéléologie*, fundada en París per E.A. Martel, i arribà a publicar en la seva revista *Spelunca* algunes notes breus sobre cavitats de les Balears. Així mateix, va actuar d'amfitrió de tots aquells naturalistes i viatgers que s'apropaven a la nostra illa, com fou el cas per exemple de Gaston Vuillier en 1888 o de Jacques Maheu el 1911.

Segons el biògraf de l'Arxiduc Joan March Cencillo (MARCH, 1983), i coincidint amb una estada a Mallorca de la Gran Duquesa de Toscana –mare de Lluís Salvador–, tingué lloc el 18 de Maig de 1880 una important visita a les Coves de Drac. En ella participaren entre d'altres, a més del propi Arxiduc, el seu apoderat Francisco Manuel de los Herreros, així com Friedrich Will qui aleshores estava aixecant la topografia de la cavitat. Amb aquesta ocasió s'il·luminaren les sales emprant 40 llums, i pocs dies després –en data 23 de Maig– s'inaugurà la visita pública a la cova, utilitzant els caminóis arreglats per a la incursió arxiducal (MARCH, 1983); els drets d'entrada estaven fixats en 2 reals.

### *La topografia de Friedrich Will (1880)*

El mes de Febrer de 1880 arribà a Mallorca el militar alemany Friedrich Will, que vengué a l'illa atret pel seu interès per les ciències naturals i específicament per l'entomologia (WILL, 1881). Durant la seva estada va contactar amb Francisco Manuel de los Herreros, i com a resultat de l'interès de l'Arxiduc pels estudis científics fou convidat a la seva residència de Miramar (MADER, 2005); allà conegué un membre de la família Moragues, fet que possibilità la visita a les Coves del Drac, donada l'afecció de Ferran Moragues –fill del propietari– per l'entomologia.

Will va resultar impressionat per les característiques de la cavitat i decidí emprendre la seva topografia, iniciativa que fou molt ben acollida per l'Arxiduc. En aquest context, es realitzà la primera topografia de les Coves del Drac, que presumiblement es va ultimar el Maig de 1880. L'aixecament topogràfic original de la cova fou realitzat a una escala aproximada 1/500, emperò sense indicació de la situació del Nord. El plànol, de 47 x 64 cm, recull les sales que conformen les tres grans unitats que es coneixien aleshores –cova Negra, cova Blanca i cova de Lluís Salvador– incloent així mateix una abundant toponímia menor de les sales i de les formacions destacables (Figura 4); també s'indica la trajectòria dels caminóis i escales existents en aquell moment. El treball topogràfic de Will és bastant qüestionable pel que fa a la representació del contorn dels llacs, ja que tots ells apareixen dibuixats com si estiguessin enllaçats; encara així, resulta encertat el dibuix d'una gran massa d'aigua més enllà del llac de la Gran Duquesa de Toscana.

La topografia de Will fou publicada en primer lloc per l'impremta *Litografia Catalana*, situada al carrer Brossa de Palma, i en ella s'inclou el següent text: "Fecit F. Will de München (Alemania) Mayo. 1880" [sic]. Aquest text fa referència a l'autoria i a la data de l'aixecament, però segurament va ser imprès amb

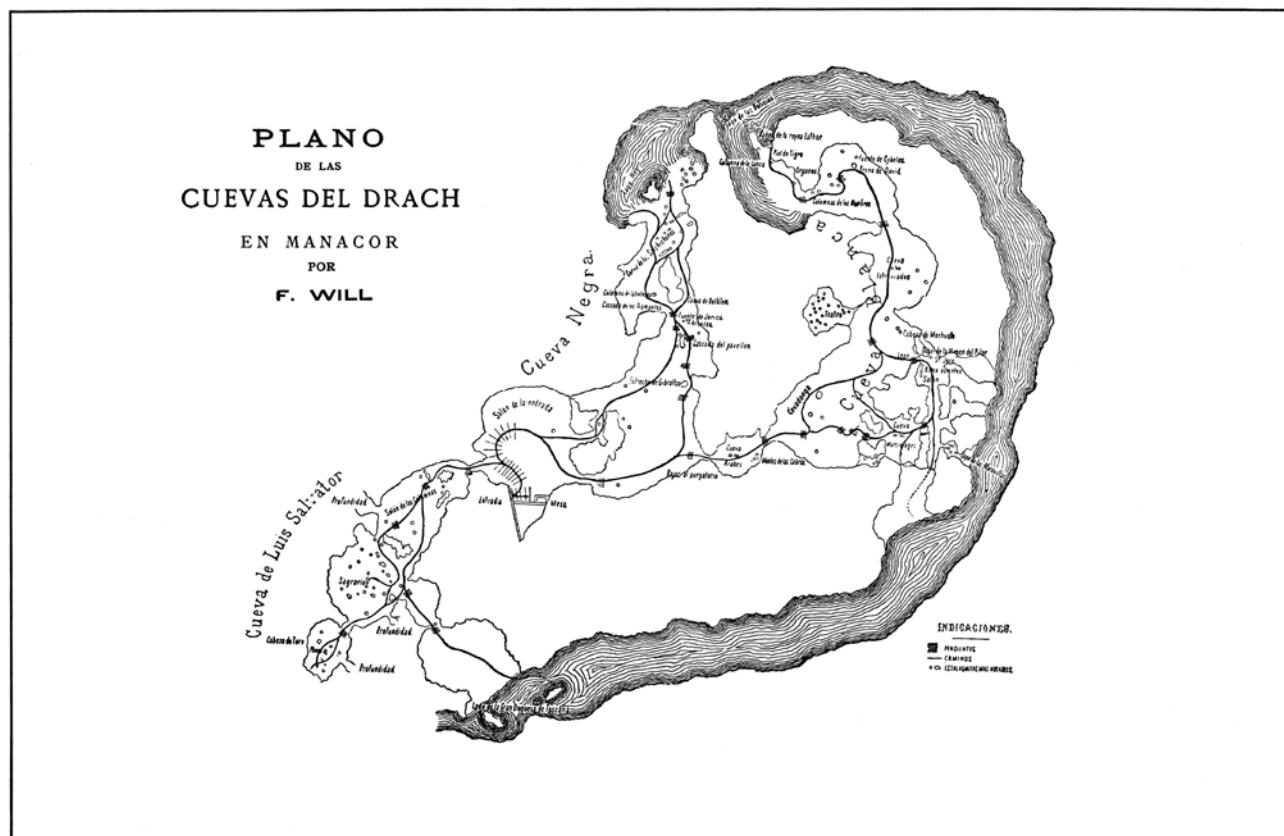


Figura 4: Topografia realitzada per Friedrich Will el 1880, tal com aparegué reproduïda a l'obra de GAY & CHAMPSAUR (1885).  
 Figure 4: Topographical survey made by Friedrich Will in 1880, as reproduced in the book of GAY & CHAMPSAUR (1885).

posterioritat. Les ulteriors impressions del plànol foren molt nombroses; citarem entre d'altres les següents: el 1884 apareix publicat al volum 5 del *Die Balearen*, un any després és reproduït a la magnífica obra de GAY & CHAMPSAUR (1885), i més endavant és inclòs a la *Guia Manual de las Islas Baleares* (PEÑA, 1891).

El plànol de Friedrich Will és accessible de forma telemàtica a la *Memòria Digital de Catalunya*, dins la col·lecció de mapes antics del *Centre Excursionista de Catalunya* (<http://mdc.cbuc.cat/cdm/ref/collection/mapesCEC/id/122>). Aquesta còpia té la peculiaritat de comptar amb la següent dedicatòria escrita a mà: “A l'Associació d'Excursions Catalana, recort de sos admiradors y proba del afecte que per ella senten. J.I. Moragues y J. Llorens y Riu” [sic] (Figura 5). Es tracta doncs d'un exemplar dedicat a aquesta institució pel que aleshores era propietari de la cova, així com per un dels protagonistes de l'incident de 1878 el qual participà també en l'excursió de 1880 referida per TOBELLA (1882).

### Les Coves del Drac al “Die Balearen” (1884)

Durant les seves estades a les Balears, l'Arxiduc elaborà la seva magna síntesi geogràfica titulada *Die Balearen in Wort und Bild geschildert*, publicada a Leipzig en 7 volums (HABSBURG-LOTHRINGEN, 1869-1891).

Dins la segona part del volum 5 d'aquesta colossal obra –publicada el 1884– es dediquen unes poques poques pàgines a les Coves del Drac, de les quals es diu que igualen o superen en bellesa a les d'Artà, però no en magnificència. S'inclouen tres il·lustracions en forma de gravats i, com a aportació més rellevant, es reproduïx el plànol de F. Will emperò sense citar la seva autoria; val a dir que el seu autor va oferir a l'Arxiduc la possibilitat de publicar el plànol (MADER, 2005), que apareixerà inclòs al *Die Balearen* amb algunes diferències respecte de l'edició feta a Palma. Aquestes diferències afecten sobretot a la representació dels llacs i a la toponímia de les sales, ja que –suposem que per modèstia personal– no estan recollits els noms de la *cova de Lluís Salvador* ni del *llac de la Gran Duquesa de Toscana*. Malgrat que l'escala indicada en el gravat és 1/500, aquesta reproducció està feta a una escala bastant més petita que l'original (Figura 6).

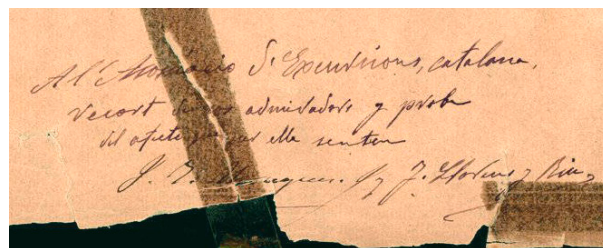


Figura 5: Dedicatòria manuscrita que apareix a l'exemplar del plànol de F. Will disponible en la cartoteca del Centre Excursionista de Catalunya (vegeu explicacions addicionals en el text).  
 Figure 5: Handwritten dedication that appears in the copy of the survey by F. Will available at the maps repository of the Centre Excursionista de Catalunya (see additional explanations in the text).







A més de la topografia, la part gràfica consta de 12 gravats que mostren la gran bellesa i espectacular decoració de les diferents sales de la cova (Figura 8), juntament amb un gravat addicional que recull diverses formacions singulars així com una representació de la guerra almohade trobada el 1878.



Figura 7: Aspecte exterior de l'enquadernació de l'obra monumental de GAY & CHAMPSAUR (1885).

Figure 7: External appearance of the binding that covers the monumental work published by GAY & CHAMPSAUR (1885).

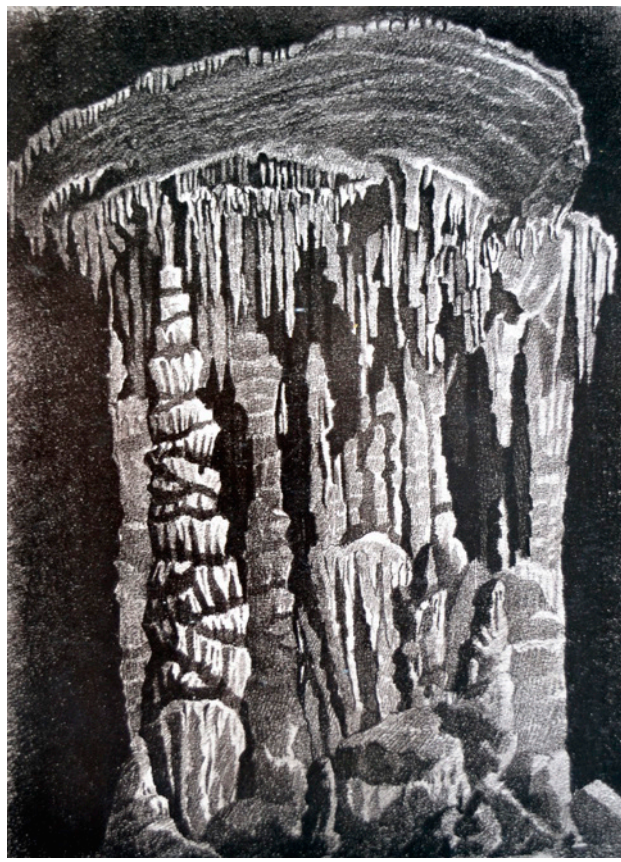


Figura 8: Formació coneguda com a *Dosel de la Virgen del Pilar*. Gravats de l'obra de GAY & CHAMPSAUR (1885).

Figure 8: Cave formation known as the *Dosel de la Virgen del Pilar*. Engraving from the book of GAY & CHAMPSAUR (1885).

### ***Els viatgers romàntics durant el segle XIX***

L'illa de Mallorca, i les Balears en general, foren molt visitades pels viatgers romàntics al llarg del segle XIX, essent particularment abundants els viatgers britànics i francesos (FIOL, 1992; SEGUÍ, 1992). La gran majoria d'ells relaten en els seus escrits la visita a alguna de les coves clàssiques mallorquines, en particular les Coves d'Artà (o de l'Ermita), de tal manera que les Coves del Drac tan sols comencen a ser objecte d'atenció cap a finals del segle. Aquesta supremacia de les Coves d'Artà s'invertirà posteriorment durant el segle XX, degut a la divulgació promoguda per l'Arxiduc i altres autors i, sobretot, gràcies a les notòries descobertes que efectuarà Édouard A. Martel el 1896.

Pel que fa als viatgers britànics, tan sols WOOD (1888) en el seu llibre *Letters from Majorca* deixa constància d'haver visitat la cavitat manacorina el Novembre de 1886, encara que no parla d'ella en termes massa entusiàstics. La seva visita a les Coves del Drac sembla haver estat afavorida per la publicació del *Die Balearen* així com per l'encontre de l'autor amb l'Arxiduc Lluís Salvador a Miramar.

El periodista i fotògraf francès Edmond Cotteau, que fou col·laborador de la revista *Le Tour du Monde*, efectuà el 1892 una de les primeres fotografies de la cova (concretament del *llac de les Delícies*) que és accessible a la plana web *Gallica*, arxiu digital de la *Bibliothèque nationale de France*.

### ***Les publicacions de Gaston Vuillier (1888 i 1893)***

Una menció especial mereix l'obra de Gaston Vuillier, viatger francès que recorregué Mallorca per primera vegada en la tardor de 1888. Com a resultat de les seves visites i observacions, va publicar el mateix any el seu "Voyage aux îles Baléares" en la revista *Le Tour du Monde* (VUILLIER, 1888). Alguns anys després tornà a publicar els seus escrits en el llibre "Les îles oubliées", que s'ocupava de Còrsega i Sardenya a més de les Balears (VUILLIER, 1893). L'aspecte més destacable d'aquestes publicacions són, sense cap dubte, els nombrosos gravats de gran qualitat que les il·lustren (Figura 9).



A més d'alguns contactes locals, la principal font d'informació fou l'Arxiduc i la seva obra. Quant a les Coves del Drac, fa una descripció minuciosa tan sols dels sectors coneguts com a *cova Negra* i *cova Blanca*. En referir-se a la sala denominada el *Vestíbul* menciona que s'obre la *cova de Lluís Salvador*, però comenta que no la va visitar degut als perills que comportava i al cansament. Com succeeix amb tots els autors que es basen en informacions de l'Arxiduc, dedica bastant atenció a relatar l'incident dels catalans extraviats 10 anys abans del seu viatge. La descripció de la cova es complementa amb 9 preciosos gravats del seu interior, així com un altre gravat de la costa de Portocristo amb el porxo de la Cova des Coloms.

Com a dades curioses addicionals, cal ressenyar que l'autor parla de l'interès per l'entomologia de Ferran Moragues –fill del propietari–, qui comenta haver trobat una “formiga cega” [sic] dins la cavitat. Per altra banda és adequat fer menció que Vuillier mantenia una relació d'amistat amb É.A. Martel i, amb tota probabilitat, va influir positivament en la preparació de les seves campanyes a Mallorca el 1896 i el 1901. Tal vegada també influenciat per Vuillier, el muntanyenc francès Georges Bartoli dedica un breu paràgraf a les Coves del Drac en la ressenya d'un viatge a Mallorca i Catalunya (BARTOLI, 1892).

#### *Altres referències bibliogràfiques del XIX*

A finals del segle XIX són nombroses les referències a les Coves del Drac per part de diversos naturalistes, que repassarem ara de manera succinta. Paradoxalment, una de les primeres descripcions de la cova la trobem en l'opuscle de PULIDO-FERNÁNDEZ (1879) on es relata una expedició a les Coves d'Artà; en aquest llibret s'enumeren els principals llacs de la cavitat, descrivint breument les característiques diferencials més destacables entre ambdues localitats. En una línia similar, el naturalista Francesc Barceló i Combis menciona les Coves del Drac i d'Artà en els capítols introductoris geogràfics de la seva *Flora de las Islas Baleares*, assegurant que ambdues rivalitzen en importància i són comparables a la cova grega d'Antiparos (BARCELÓ I COMBIS, 1879-1881). Per altra banda, i en un treball de caire geològic, LOZANO (1884) cita les dues coves clàssiques de Mallorca, al·ludint a



*Lago de las Delicias* (voy. p. 58).

Figura 9: Aspecte del *Llac de les Delícies*, segons un gravat de VUILLIER (1888).

Figure 9: Aspect of the subterranean pool named *Llac de les Delícies*, after an engraving by VUILLIER (1888).

la seva formació per dislocacions de les capes rocoses i posterior desgast per l'acció física i química de les aigües subterrànies.

PIFERRER & QUADRADO (1888) publiquen una mena d'actualització del llibre de P. Piferrer i F.X. Parcerisa de 1842 titulat *Recuerdos y bellezas de España, Mallorca*. En aquesta nova edició els autors s'ocupen de la cova manacorina, de la que ressalten la decoració estalagmítica i els llacs subterranis. Aquest llibre inclou una foto del *llac Negre*, la qual és la fotografia més antiga publicada de la cavitat (Figura 10), lleugerament anterior a la làmina de l'interior de la cova que formà part de l'obra per entregues titulada *Album de Mallorca*, editada per la fototípia dels germans Sellarès a partir de 1889.

En la seva *Guía Manual de las Islas Baleares*, Pere d'Alcàntara Peña dedica algunes pàgines a les Coves del Drac (PEÑA, 1891). Reprodueix el plànol de F. Will així com dos gravats de G. Vuillier, al temps que descriu la cova en detall. La considera manco monumental i menys digna de visita que les Coves d'Artà, malgrat que emfatitza l'atractiu dels seus llacs subterranis. Relaciona els canvis en el nivell dels llacs amb les fluctuacions de les aigües marines, i considera que tots els llacs estan comunicats entre si. En aquest llibret es recull que els drets que es cobren per entrar a la cavitat són 7,50 pessetes un grup d'1 a 5 persones, més 1,50 pessetes per cada persona addicional (Figura 11).

En l'obra *Cavernas y Simas de España*, PUIG Y LARRAZ (1896) dedica poc més d'una plana a la cova que ens ocupa. A més d'esmentar l'incident dels extraviats de 1878, descriu la cavitat en base exclusivament a l'article de TOBELLA (1882), sense haver-la visitat.

Finalment cal consignar, que al capítol VII de la novel·la de Jules Verne titulada *Clovis Dardentor* –publicada el 1896– apareixen mencionades les Coves del Drac i les d'Artà, juntament amb al·lusions a la finca de Miramar, i els dominis de l'Arxiduc Lluís Salvador. No hi ha constància de que Jules Verne hagués visitat Mallorca, essent les més probables fonts d'informació les publicacions prèvies del seu compatriota Gaston Vuillier i les de l'Arxiduc.

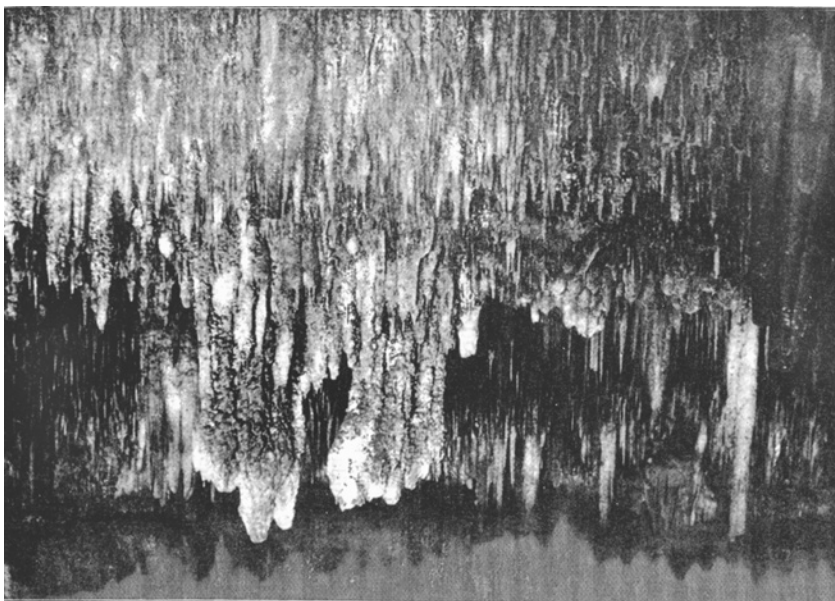


Figura 10: Fotografia del *llac Negre*, inclosa en l'obra de PIFERRER & QUADRADO (1888).  
Figure 10: Photograph taken at the place known as *Llac Negre*, included in the book by PIFERRER & QUADRADO (1888).

VIAJE DE RECREO  
 Á LAS MARAVILLOSAS CUEVAS DEL DRACH,  
*término de Manacor*;  
 IDA Y VUELTA EL MISMO DIA.  
 PRECIO DE ENTRADA:  
 De una hasta cinco personas, 7 pesetas 50.  
 Por cada persona de aumento, 4, 50.  
 El guía de las Cuevas vive calle de Artá; Manacor. 45

Viaje de recreo  
 á las maravillosas  
**CUEVAS DEL DRACH**  
 TERMINO DE MANACOR  
 Ida y vuelta el mismo dia  
 Precios de entrada á las mismas: De una hasta 5 personas 7'50 ptas. Por cada personas 1'50  
 El guía de las Cuevas, vive calle de Artá, 1 en MANACOR.

Figura 11: Anuncis publicats a la premsa local a finals del segle XIX. Requadre superior: "El Balear: periódico de la tarde", de 3 de Setembre de 1886. Requadre inferior: "El Balear: diario liberal conservador", de 2 de Gener de 1898. Cortesia de Joan Riera Bordoí (Manacor).  
Figure 11: Advertisements published in the local press at the end of the 19th century. Top box: "El Balear: periódico de la tarde", of September 3, 1886. Lower box: "El Balear: diario liberal conservador", of January 2, 1898. Courtesy of Joan Riera Bordoí (Manacor).

## Les campanyes d'É. A. Martel (1896 i 1901)

Édouard Alfred Martel fou un advocat francès que s'interessà per les ciències naturals i el coneixement de les cavernes, de tal forma que és considerat com el fundador de l'espeleologia moderna; va fundar a París la *Société de Spéléologie*, que fou predecessora de l'actual espeleologia organitzada francesa. Martel efectuà dues campanyes a Mallorca sota els auspicis de l'Arxiduc Lluís Salvador: la primera d'elles realitzada el 1896 se centrà en les Coves del Drac, mentre que la segona tingué lloc el 1901 i foren explorades diverses cavitats arreu de l'illa (GINÉS, 1999).





Figura 12: Plànol realitzat per Édouard A. Martel en la seva campanya de 1896. Aquesta versió correspon a una de les múltiples reedicions de l'obra original de Martel, impreses a Palma entre 1922 i 1951 en l'establiment tipogràfic de Fernando Soler. Les versions més recents publiquen el plànol traduït al castellà, així com colorit per tal de fer-lo més atractiu.

Figure 12: Cave survey made by Édouard A. Martel in his campaign of 1896. This version corresponds to one of the multiple reissues of Martel's original work, printed in Palma between 1922 and 1951 at the typographic establishment of Fernando Soler. The most recent versions published the map translated into Spanish, as well as coloured in order to make it more attractive.

### La campanya de 1896

La primera campanya d'É.A. Martel es desenvolupà del 9 al 14 de Setembre de 1896, amb la col·laboració del seu fidel col·lega Louis Armand. El viatge a Mallorca estigué instigat per l'escriptor i viatger Gaston Vuillier –amic personal de Martel– qui el posà en contacte amb l'Arxiduc per tal de facilitar l'estudi seriós de les Coves del Drac. En l'exploració de la cavitat participaren, a més dels dos espeleòlegs francesos, Pedro Bonet de los Herreros (nét de l'apoderat de l'Arxiduc), Ferran Moragues que era fill del propietari de la cova, així com diversos guies i operaris (MARTEL, 1896).

A més de visitar els sectors antics de la cavitat, les exploracions se centraren en la incògnita que suposava el llac de la Gran Duquesa de Toscana, situat al final del sector conegut com a cova de Lluís Salvador. Amb la utilització de dos bots plegables de tela, els exploradors travessaren una gran massa d'aigua –que anomenaren com a llac Miramar– i descobriren a l'altre costat del llac importants sales verges; tot aquest nou sector és conegut habitualment com a cova dels Francesos, i inclou diverses sales que foren batiades amb els noms de Cúpula Moragues, sala de los Herreros i sala Louis Armand.

Martel va aixecar un plànol detallat de la cova, a una escala aproximada 1/2.000, que representa de manera una mica esquemàtica les extensions recentment descobertes (Figura 12). Valora críticament l'anterior topografia de F. Will, que considera poc adequada quant a la representació dels llacs, i a la que li falta la indicació del nord. La descripció de la cavitat és minuciosa (MARTEL, 1896), i es deté en abundants observacions sobre els llacs i les seves aigües, la decoració cristal·lina de la cova, i les temperatures mesurades en el seu interior. Erròniament, considera les Coves del Drac com una cavitat de gènesi marina, encara que de dimensions excepcionals; en aquest sentit, quantifica el desenvolupament de la cova en 2.000 m aproximadament. L'opuscle de Martel es complementa amb dos gravats, efectuats a partir de fotografies preses per l'autor. Aquestes fotografies són accessibles als arxius digitals de la plana web *Gallica*, de la *Bibliothèque nationale de France* (Figura 13).

Les exploracions i descobriments, efectuats en aquesta primera campanya, foren àmpliament divulgats pel seu autor en nombroses publicacions, així com en diferents reedicions de la memòria original (MARTEL, 1896), que resultaria tediós incloure ara en la bibliografia. Tan sols esmentarem que, només dos anys després d'aquestes exploracions, ja es publicà a Palma la primera de les múltiples reedicions de la citada memòria (MARTEL, 1898), les quals s'anirien imprimint amb posterioritat fins ben entrats els anys 1960.

### ***La segona campanya de 1901***

El segon viatge de Martel a Mallorca tingué lloc del 12 al 23 d'Abril de 1901 i en aquesta ocasió, a més de les Coves del Drac, visità les Coves del Pirata i del Pont, així com alguns avencs de la Serra de Tramuntana (MARTEL, 1903). De bell nou, el seu amic Gaston Vuillier fou sens dubte l'instigador d'aquesta segona campanya, ja que havia visitat les citades coves manacorines pocs anys abans, concretament l'any 1898.

En aquesta nova publicació de MARTEL (1903), es reproduceix bona part de la memòria que l'autor publicà el 1896, encara que amb algunes observacions noves i la inclusió de nombroses fotografies inèdites (Figura 14). Es ratifica en la inexistència del gran riu que dibuixà F. Will enllaçant tots els llacs de la cova, però matisa les seves afirmacions sobre la gènesi marina de la cova. Així, es refereix a la possibilitat d'una "...préparation, en quelque sorte, de la Cueva del Drach par l'engouffrement ancien de la rivière de Porto-Cristo, – et à l'agrandissement postérieur, non encore terminé, par l'effort d'abord combiné et maintenant seul en activité des flots de la mer..."

Continua valorant la possible connexió amb la cavitat costanera coneguda com a Cova des Coloms, al temps que menciona de bell nou l'existència d'una petita surgència a les proximitats de Cala Murta que considera és un escapament de les aigües del *llac Miramar*.

Aquesta segona campanya no aporta noves dades importants sobre la cavitat, però contribueix a la divulgació dels descobriments previs de Martel, així com a la reafirmació de la magnitud i el notable interès de les noves sales explorades cinc anys abans.

## **La primera meitat del segle XX**

Al llarg de la meitat inicial del segle passat, les Coves del Drac es varen anar convertint en la cavitat turística més important de Mallorca, com a conseqüència de les descobertes efectuades per E.A. Martel. A partir de la dècada dels anys 1920 es fan importants treballs de condicionament de la cova, de la mà del seu nou propietari Joan Servera Camps. També en aquesta dècada es van produir algunes publicacions rellevants, com són el llibre de Marià Faura i Sans –que aportà una nova topografia de gran qualitat– o les investigacions de Lluís Rodés sobre les fluctuacions dels nivells dels llacs. Dins d'aquesta fulgurant trajectòria, s'intercalerà el parèntesi de la Guerra Civil Espanyola.

Dins del camp musical, el 1905 s'estrenà el poema simfònic titulat "La Cova del Drach", obra escrita pel famós compositor mallorquí Pere Miquel Marquès Garcia un any abans (FERRER MASSANET, 1984).

Durant les primeres dècades del segle XX sovintegen els articles periodístics apareguts a revistes d'informació general de l'època, com és el cas per exemple del breu escrit descriptiu publicat per POMAR (1900); en aquest article apareixen dues fotografies de les Coves del Drac, que són atribuïdes al Sr. Moragues, aleshores propietari de la cavitat.

### ***La visita d'Émile G. Racovitza: el naixement de la Bioespeleologia***

El nou segle s'inaugurà amb una fita transcendental: el biòleg romanès Émile G. Racovitza va efectuar un reconeixement faunístic en la cavitat el dia 16 de Juliol de 1904, acompanyat de Ferran Moragues que



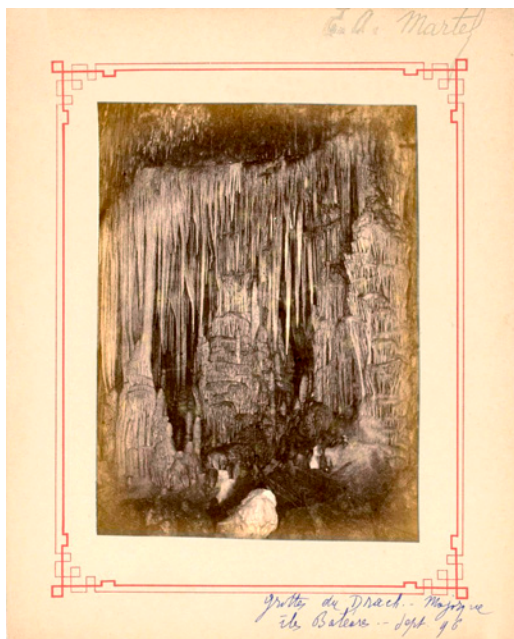


Figura 13: Fotografia original presa per Édouard A. Martel el Setembre de 1896. Accessible a Gallica, biblioteca digital de la Bibliothèque nationale de France.  
Figure 13: Original photograph taken by Édouard A. Martel in September 1896. Available at Gallica, digital library of the Bibliothèque nationale de France.

era entomòleg aficiat i fill del propietari de les coves. Aquesta visita es realitzà en el marc d'una campanya oceanogràfica a les Balears que duia a terme el vapor *Roland*, del Laboratori Aragó de Banyuls-sur-Mer (França). Com a resultat d'aquesta recol·lecció faunística, es descrigué un any després una nova espècie de crustaci aquàtic cavernícola, que es denominà *Typhlocirolana moraguesi* en honor del citat entomòleg mallorquí (RACOVITZA, 1905).

La descoberta realitzada a les Coves del Drac va suposar el progressiu interès d'É.G. Racovitza pels organismes cavernícoles, de tal manera que la descripció de *T. moraguesi* és considerada per molts com un moment clau del naixement de la bioespeleologia, que esdevindrà amb el temps una disciplina científica individualitzada (GINÉS, 2005; RACOVITZA, 2005). De fet, l'acta fundacional de la bioespeleologia es produirà el 1907 amb la publicació de l'*Essai sur les problèmes biospéologiques*, obra fonamental d'aquest biòleg romanès.

També tingué lloc en aquests anys la recol·lecció i descripció del palpigrad cavernícola *Eukoenenia draco* (PEYERIMHOFF, 1906), espècie d'aràcnid endèmica de Mallorca.

### Algunes aportacions de les dues primeres dècades

El 1903 s'imprimeix a Palma una versió abreujada i menys monumental del llibre de GAY & CHAMPSAUR (1885). Aquesta publicació apareix sota el títol de *Portfolio de las cuevas de la Hermita (Artá) y del Drach (Manacor) (Mallorca)*, sense especificar quina és la seva autoria ni la relació que pugui tenir amb l'obra original de 1885; el llibre fou imprès a l'establiment tipogràfic de F. Soler. La descripció que

1885; el llibre fou imprès a l'establiment tipogràfic de F. Soler. La descripció que fa de la cavitat no recull les sales descobertes feia poc per Martel, i es complementa amb una nova versió del plànol de F. Will, sense indicar qui és l'autor. Es reproduïxen així mateix 10 gravats procedents de la publicació original de Gay i Champsaur (Figura 15). Val a dir que, a començaments del segle, l'entrada de la cova presentava un aspecte ben diferent a l'actual (Figura 16).

El botànic i espeleòleg Jacques Maheu va fer una extensa visita a les Balears l'any 1911, amb el recolzament de l'Arxiduc, dins d'una campanya botànica que inclogué també nombroses cavitats de Catalunya (MAHEU, 1912). Encara que les seves activitats al terme de Manacor se centraren en les veïnes Coves dels Hams, explorà també les Coves del Drac efectuant una breu descripció de la cavitat. Fa algunes encertades observacions sobre les mancances detectades al plànol de les noves sales descobertes i topografiades per Martel (la *cova dels Francesos*), afegint que durant la seva visita exploraren dues noves sales que els guies –els germans Morey– no coneixien fins aleshores. Menciona la recol·lecció de tres espècies de molses en

la recol·lecció de tres espècies de molses en la zona d'entrada.

El religiós i naturalista A.F. Linari publicà en la segona dècada del segle XX una descripció literària i minuciosa de la cavitat, que inclou així mateix nombroses fotografies de certa qualitat (LINARI, 1916). La descripció se centra en els sectors clàssics, emperò fa menció dels descobriments de Martel, malgrat no quedar clar que hagi visitat aquests nous sectors de la cova; pel que fa a les interpretacions científiques, constantment remet a les investigacions de l'autor francès. Les fotografies que il·lustren la publicació corresponen a imatges que, amb posterioritat, seran àmpliament difoses mitjançant les sèries de postals de la fototípia d'Àngel Toldrà Viazo.

Dins del capítol de llibres de viatges, cal esmentar l'obra de l'escriptora britànica Mary Stuart Boyd que visità la cova el 1909. A més de relatar les impressions de la seva incursió, inclou un curiós gravat que representa un detall del *llac de les Delícies* (BOYD, 1911).

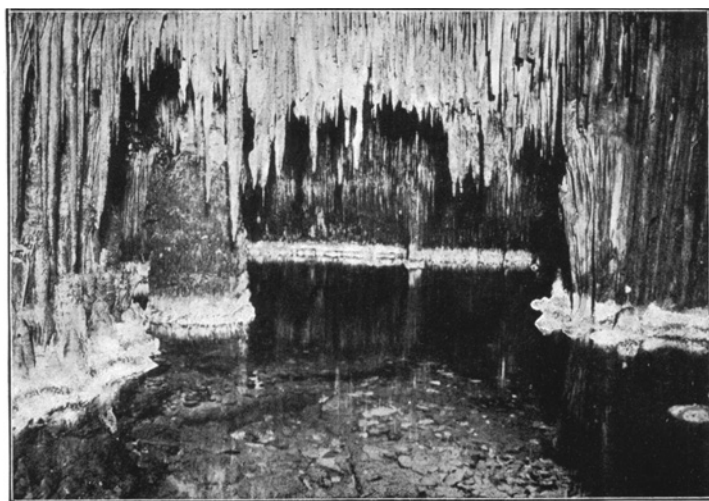


FIG. 11. — DRACH. — Lac de la Grande-Duchesse de Toscane.

Figura 14: Fotografia de les Coves del Drac publicada per Martel en la memòria de la seva campanya de l'any 1901 (MARTEL, 1903).  
Figure 14: Photograph of Coves del Drac published by Martel in the memory of his 1901 campaign (MARTEL, 1903).



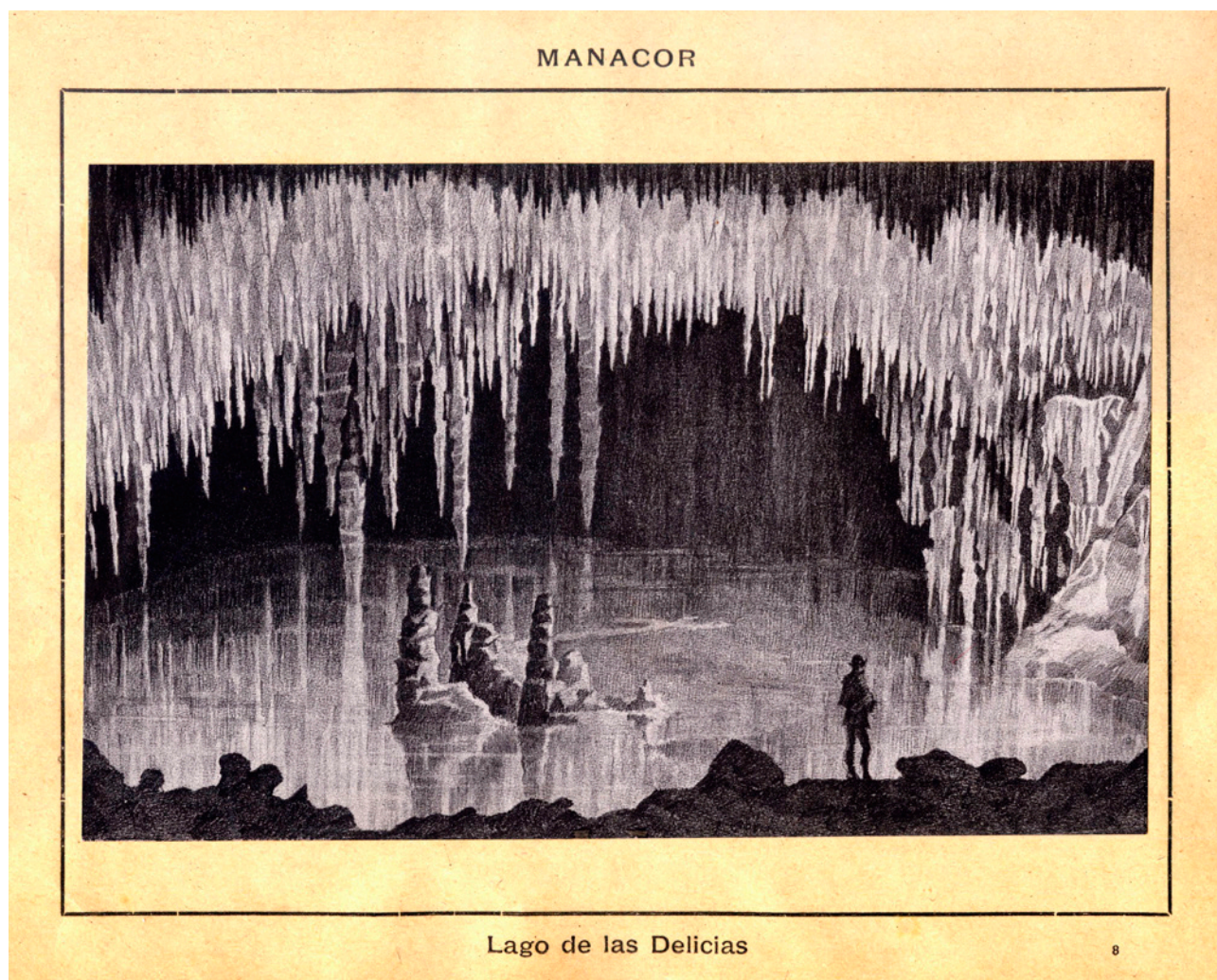


Figura 15: Gravat que representa el llac de les Delícies, procedent del *Portfolio de las cuevas de la Hermita (Artá) y del Drach (Manacor) (Mallorca)*, publicat a Palma el 1903.  
 Figure 15: Engraving that shows the pond known as *Llac de les Delícies*, included in the book entitled *Portfolio de las cuevas de la Hermita (Artá) y del Drach (Manacor) (Mallorca)*, published in Palma in 1903.

### ***El paper del Fomento del Turismo de Mallorca***

El *Fomento del Turismo de Mallorca* és una associació privada creada a Palma el 1905 per tal de contribuir al desenvolupament d'aquesta activitat econòmica. En l'exhaustiva història d'aquesta associació, compilada per VIVES (2005), apareixen nombroses referències a les Coves del Drac, lligades a la relació simbiòtica que s'establí entre ambdues parts: el *Fomento* participà activament en la promoció de les dues coves clàssiques de l'illa i, a la vegada, les utilitzava com a part destacable dels atractius que Mallorca ofería als turistes.

En el cas concret de les Coves del Drac, les relacions amb el *Fomento* s'intensificaren amb l'adquisició de les terres de Son Moro per part de Joan Servera Camps, personatge destacat que devers l'any 1927 s'incorporà com a vocal a la Junta de l'associació, càrrec que ocupà més de vint anys.

Les actuacions del *Fomento* relacionades amb la cavitat manacorina foren molt variades: des de promoure la millora de les comunicacions, fins a editar fulletons (Figura 17), i àlbums fotogràfics de la cova per tal de promocionar-la. En aquest sentit, els llibrets amb les nombroses reedicions del treball de Martel publicats pels gestors de la cova eren distribuïts, entre d'altres llocs, a les oficines de l'associació (Figura 18). També s'editaren cartells de promoció entre els que destaquen les aquarel·les de l'artista austríac Erwin Hubert.

En la dècada dels anys 1930 s'oferien des del *Fomento* excursions en autocar o en tren i auto, a preus que oscil·laven entre 7,6 i 11 pessetes; el preu de les entrades era establert normalment mitjançant acord entre els propietaris de la cova i la Junta de l'associació.

Per tal de donar una idea de la importància econòmica de la seva activitat turística, les Coves del Drac pagaven al *Fomento* els anys 1950 una "quota protectora anual" de 3.000 pessetes, la quota més elevada juntament amb l'Hotel Victoria; altres establiments emblemàtics, com el Gran Hotel o l'Hotel Formentor pagaven unes quotes molt més baixes, de tan sols 1.500 pessetes (VIVES, 2005). A partir del boom turístic



dels anys 1960 les relacions simbiòtiques abans esmentades es dilueixen, i ambdues entitats desenvolupen les seves activitats de forma bastant més autònoma.

### **La figura de Joan Servera Camps (1888-1957)**

Aquest destacat personatge, natural de Son Servera, fou l'artífex de l'eclosió turística de les Coves del Drac que es convertirien en el principal atractiu de Manacor i un dels més rellevants focus turístics de l'illa. Joan Servera Camps era llicenciat en dret per la Universitat de Barcelona, i estigué molt involucrat en la vida política manacorina essent cap del *Partido Conservador*; de fet arribà a ser Batlle de Manacor els anys 1913-1915 i 1928-1930 (*Perlas y Cuevas*, 1975).

L'any 1922 adquirí les terres de Son Moro i passà a ser propietari de les coves i a gestionar el seu ús turístic. Estigué molt lligat al *Fomento del Turismo de Mallorca* des de ben jove, essent Vocal de la seva Junta a partir de 1927 i fins al manco l'any 1949; des de la seva posició política i amb la seva implicació en el *Fomento* contribuí de manera important al desenvolupament econòmic i urbanístic de Portocristo, on passà a residir. Va promoure importants obres de condicionament i promoció de la cavitat, de les quals tot seguit ens ocuparem.

Com a reconeixement de la seva tasca pública i privada, fou declarat Fill Il·lustre de Manacor el 24 de Juliol de 1975.

### **Les Coves del Drac al llarg de les dècades de 1920 i 1930**

A partir de la compra de las Coves del Drac per Joan Servera, s'emprenen importants obres d'adequació de la cavitat per a la visita turística que afecten també al nou sector descobert per Martel, conegut com a *cova dels Francesos*. Aquestes obres inclouen el 1925 la inauguració d'un nou trajecte per al recorregut turístic, així com la posterior obertura d'una entrada artificial en la zona propera a Cala Murta. Publicacions com



Figura 16: Postals que mostren l'aspecte de l'entrada de les Coves del Drac, a començaments del segle XX. La postal inferior és la número 8218 del catàleg de la *Fototipia Thomas*, de Barcelona. Reproduïdes per cortesia de Joan Riera Bordoí (Manacor).

Figure 16: Postcards that show the entrance to Coves del Drac, at the beginning of the 20th century. The lower postcard is the number 8218 from the catalogue of *Fototipia Thomas*, from Barcelona. Reproduced by courtesy of Joan Riera Bordoí (Manacor).



Figura 17: Portada d'un fulletó editat pel *Fomento del Turismo de Mallorca* l'any 1934, i imprès per l'editorial Mumburú de Barcelona.

Figure 17: Cover of a brochure published by the *Fomento del Turismo de Mallorca* in 1934, printed by the publisher Mumburú from Barcelona.



el llibre de l'escriptora i activista humanitària nord-americana Nina Larrey Duryea, deixen constància del recorregut en barca del llac principal de la cova amb les següents paraules: "A large boat, with a prow carved and gilded in the shape of a dragon's head, carries one gently through that place of enchantment..." (DURYEA, 1927). Moltes informacions assenyalen que fou l'any 1929 la data de la perforació de l'accés artificial, encara que al llibre de CAPÓ VALLS DE PADRINAS (1930) se situa aquesta obra dos anys abans.

El dia 11 de Setembre de 1929, cal ressenyar la visita a Portocristo i a les Coves del Drac de l'infant Jaime de Borbón y Battenberg, segon fill del rei Alfonso XIII. La comitiva, que incloïa entre d'altres personatges al general Primo de Rivera, entrà a la cavitat pel nou accés artificial i tingué ocasió d'escoltar, per primer vegada, interpretacions musicals efectuades des d'una barqueta que navegava pel llac (FERRER MASSANET, 1997). Malgrat ser un tema controvertit, també en les primeres dècades del segle XX s'esmenta la visita de la famosa ballarina russa Anna Pavlova, qui presumptament apareix a una postal posant a la vorera del llac *Miramar*; val a dir que altres autors atribueixen la citada imatge a una ballarina suïssa, coneguda amb el nom artístic de Norka Rouskaya (CAPÓ VALLS DE PADRINAS, 1930).

Des del punt de vista promocional, la primera meitat del segle XX fou molt intensa. A partir de l'any 1922 es publicaren nombroses reedicions, en diferents idiomes, de l'estudi publicat per É.A. Martel el 1896 (Figura 18). Així mateix es començà l'edició massiva de sèries de postals, entre les que destaquen les editades per la Fototípia d'Àngel Toldrà Viazo (Figura 19), que circularen abundantment durant els primers anys d'exploració turística massiva de la cova. Com ja s'ha esmentat, hi hagué una notòria tasca promocional desenvolupada juntament amb el *Fomento del Turismo de Mallorca*, amb la utilització de les aquarel·les de l'artista austríac Erwin Hubert; en els llibrets turístics editats el 1932 (Figura 20) apareix un comentari elogiós sobre la cova redactat per Niceto Alcalá Zamora, President de la Segona República Espanyola.

Les obres de condicionament inclogueren també la instal·lació de l'enllumenat elèctric, que fou dissenyat per l'enginyer català Carles Buïgas i Sans, i inaugurat el 27 d'Abril de 1935 (Figura 21) amb la celebració d'un concert a l'interior de la cavitat. De fet els concerts s'emprengueren l'any 1931 i tenien lloc tots els dilluns i dimecres (Figura 22; *Perlas y Cuevas*, 1975); amb posterioritat els concerts es desenvoluparen des d'embarcacions que navegaven pel llac *Miramar*. La il·luminació instal·lada per Buïgas totalitzava una potència de 65.000 watts, que més endavant serien augmentats a 100.000 watts.



Figura 18: Coberta d'una de les reedicions en diversos idiomes del treball d'Édouard A. Martel, publicada a Palma el 1923 per la impremta de Fernando Soler. Aquest opuscle era distribuït habitualment a les oficines del Fomento del Turismo de Mallorca.  
 Figure 18: Cover of one of the reissues in various languages of the work by Édouard A. Martel, printed in Palma in 1923 by the publisher Fernando Soler. This booklet was usually distributed at the offices of the Fomento del Turismo de Mallorca.

### Les investigacions de L. Rodés (1922-1925)

El jesuïta Lluís Rodés i Campderà, que fou director de l'Observatori de l'Ebre, va dur a terme unes interessants investigacions sobre els canvis de nivell als llacs de la cavitat (RODÉS, 1925a, 1925b), instal·lant un mareògraf construït a l'efecte en les seves principals masses d'aigua (Figura 23). Una primera visita fou efectuada el desembre de 1922, encara que el gruix de les investigacions es desenvoluparen entre 1924 i 1925.



Figura 19: Postal de la sèrie impresa per la Fototípia d'Àngel Toldrà Viazo, sèrie que fou molt utilitzada durant els anys 1920 i 1930.  
 Figure 19: Postcard of the series printed by the Fototípia de Àngel Toldrà Viazo, a series that was widely used during the 1920s and 1930s.





Figura 20: Coberta de la reedició del treball d'Édouard A. Martel, publicada a Palma el 1932, en la que es reproduïx una aquarel·la d'Erwin Hubert. Aquesta edició inclou un comentari redactat per Niceto Alcalá Zamora, President de la Segona República Espanyola.  
 Figure 20: Cover of the reissue of the work of Édouard A. Martel, published in Palma in 1932, in which an aquarelle of Austrian artist Erwin Hubert is reproduced. This edition includes a comment written by Niceto Alcalá Zamora, then President of the Second Spanish Republic.

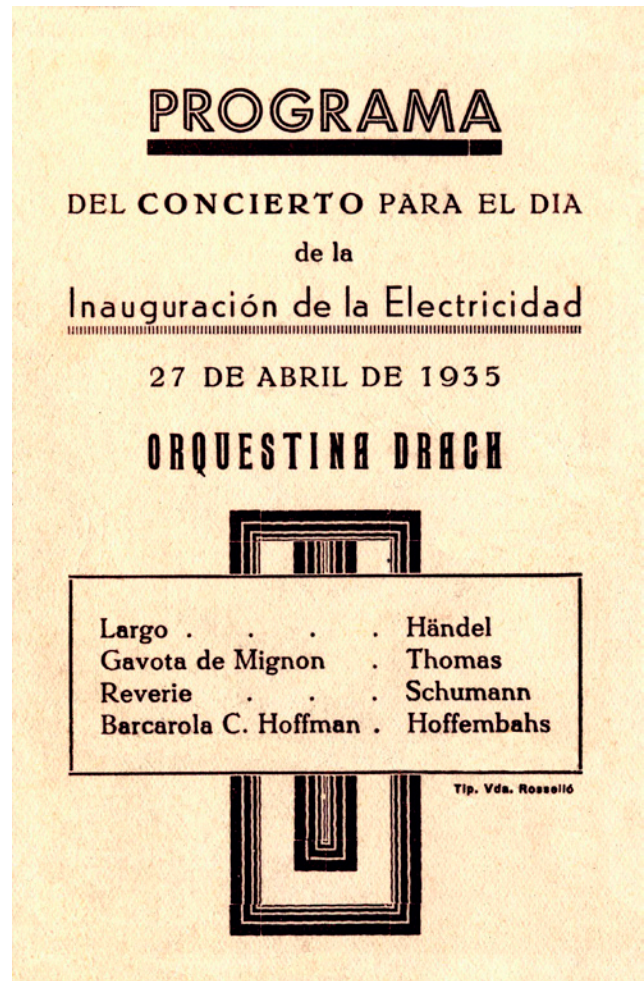


Figura 21: Revers de la postal commemorativa de la inauguració de l'enllumenat elèctric, que tingué lloc el 27 d'Abril de 1935.  
 Figure 21: Back of the commemorative postcard printed for the inauguration of the electric lighting, which took place on April 27, 1935.

Els resultats obtinguts establiren la connexió hidrològica entre el nivell dels llacs i el nivell de la Mediterrània, essent possible identificar diversos tipus d'oscil·lacions entre les que sobresurten les degudes a les mareas i als canvis de pressió atmosfèrica. Conclou que els llacs de les Coves del Drac es troben comunicats més o manco directament amb la mar, tal i com es desprèn de la molt ràpida relació inversa constatada entre canvis de pressió atmosfèrica i nivell dels llacs; la variació més ràpida enregistrada es de 16 mm en 20 minuts. El rang màxim de fluctuació mesurat fou de l'ordre de 46 cm.

L'autor fa interessants observacions sobre l'existència de cristallitzacions boterudes que corresponen al nivell marí actual, així com altres dipòsits similars que registren nivells dels llacs que haurien estat situats 1,5 m més a dalt. No explica de manera satisfactòria aquestes oscil·lacions que qualifica de "seculars" però, en observar estalagmites submergides als llacs, es decanta per l'establiment sobtat d'una comunicació amb la mar que donà origen als llacs.

**L'obra de M. Faura i Sans (1926)**

El clergue i geòleg Marià Faura i Sans va preparar una obra capital sobre les coves de Mallorca, en ocasió del XIV Congreso Geológico Internacional celebrat a Madrid el 1926; es tracta de la guia de l'Excursió C-5 de l'esmentat congrés, que fou publicada per l'Instituto Geológico de España com a documentació pels participants en la referida excursió (FAURA I SANS, 1926).

Aquesta guia descriu en detall les coves turístiques de l'illa –Coves d'Artà, Coves del Drac i Coves dels Hams– aportant, com aspecte més destacable, unes esplèndides topografies de les cavitats que foren aixecades per Rodrigo Varo, ajudant major de mines de l'Instituto Geológico de España. En el cas de les Coves



del Drac, s'inclou un plànol detallat a escala 1/1.000, que serà reproduït sovint en publicacions posteriors (Figura 24), i un mapa general a escala 1/5.000 de les coves de les rodalies de Portocristo, que apareixerà també publicat bastants anys després en un article de COMAS DE CANDEL (1961). Aquests treballs topogràfics foren realitzats el Juliol de 1924.

La descripció i comentaris sobre la cavitat es basen en observacions personals, així com en tota la bibliografia disponible aleshores. Menciona que la cova està excavada en molasses blanques del Miocè, i rebateja la gènesi marina enunciativa per Martel, proposant la seva excavació per la dissolució produïda per les aigües subterrànies. Reconeix que els llacs de la cavitat corresponen al present nivell marí.

**Els treballs geològics de B. Darder**

Bartomeu Darder Pericàs fou un destacat geòleg mallorquí que, entre d'altres camps, s'interessà per les aigües subterrànies i el seu aprofitament. En algun dels seus treballs s'ocupà de com es varen formar les coves de les rodalies de Portocristo, argumentant la importància de l'acció de les aigües subterrànies i rebatejant la gènesi marina de les Coves del Drac (DARDER, 1925).

En una publicació posterior comenta encertadament el següent: "...la zona càrsica [sic] por excelencia, en la isla de Mallorca, es la llanura vindoboniense que se extiende entre la sierra de Levante y la costa SE de la isla". Sobre la gènesi de les cavitats manacorines diu que és: "...por acción de las aguas subterráneas y no de las aguas marinas, como pretende Martel" (DARDER, 1930).

En aquests anys es produeix l'aparició d'una interessant obra, consistent en el volum 6è –dedicat a l'illa de Mallorca– de la col·lecció denominada *Album Meravella*, la qual fou editada a Barcelona amb un enfocament entre divulgatiu i turístic (VIDAL et al., 1936). A aquesta obra, en la que participà Bartomeu Darder amb apunts de caire geològic, es dedica un breu capítol a les coves de l'illa on es resumeixen les dades subministrades alguns anys abans per FAURA Y SANS (1926), aportant així mateix una versió simplificada de la topografia de les Coves del Drac inclosa a l'esmentat llibre.

Una altra publicació destacable de DARDER (1946) efectua una exhaustiva revisió bibliogràfica del coneixement geològic de Mallorca, en la que abunden les referències a les coves clàssiques de l'illa.

**El llibre de J. Capó Valls de Padrinas (1930)**

Aquesta curiosa publicació fa una descripció detallada de la cova en la que es descriuen així mateix les sales ubicades més enllà del llac Miramar, designat ara amb el nom més enllà del llac *Miramar*, designat ara amb el nom de *llac Martel*. Crida l'atenció que la toponímia emprada en aquestes noves sales difereix bastant de la que publicà Martel el 1896; en aquest sentit, la *Cúpula Moragues* és denominada *cueva Alfonso XIII* –suposem que com a homenatge a la visita de l'infant Jaime de Borbón, l'any 1929–, la *sala de los Herreros* apareix com a *cueva Angélica* i, finalment, la *sala Louis Armand* és descrita com la *Catedral* (CAPÓ VALLS DE PADRINAS, 1930).

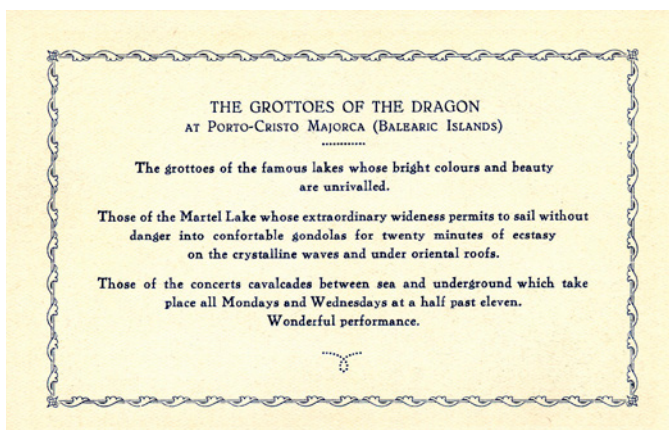


Figura 22: Revers d'una postal de l'editorial Mumburú, on s'indica la realització de concerts els dilluns i dimecres.  
Figure 22: Back of a postcard from the publisher Mumburú, with indication that concerts are performed on Mondays and Wednesdays.

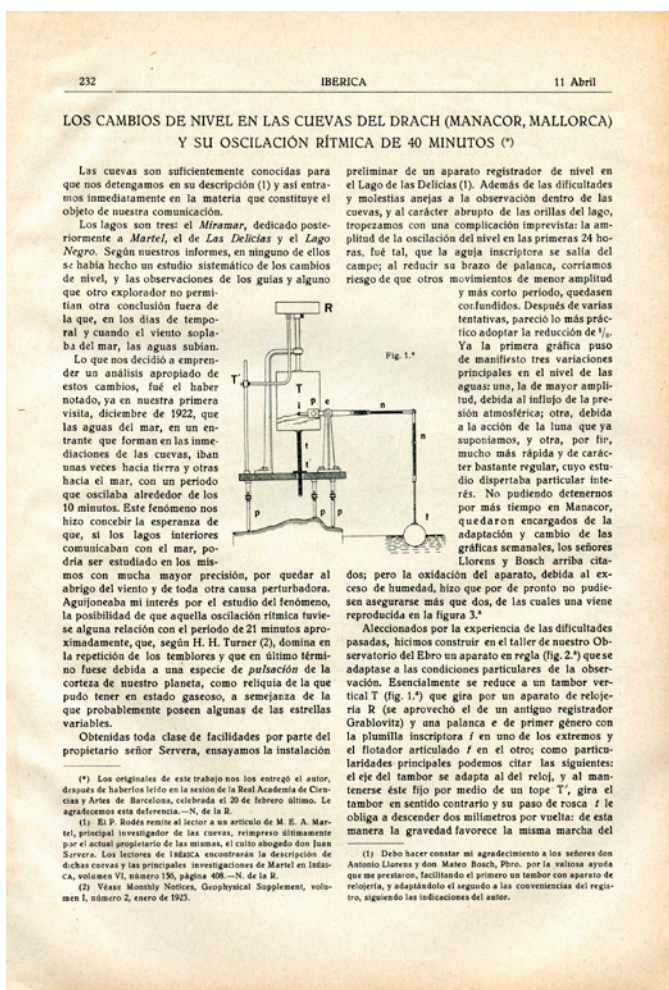


Figura 23: Pàgina inicial d'una de les publicacions de RODÉS (1925b) on s'observa el mareògraf utilitzat als llacs de la cova.  
Figure 23: First page of a publication by RODÉS (1925b) where it is shown the tidal gauge used in the pools of the cave.



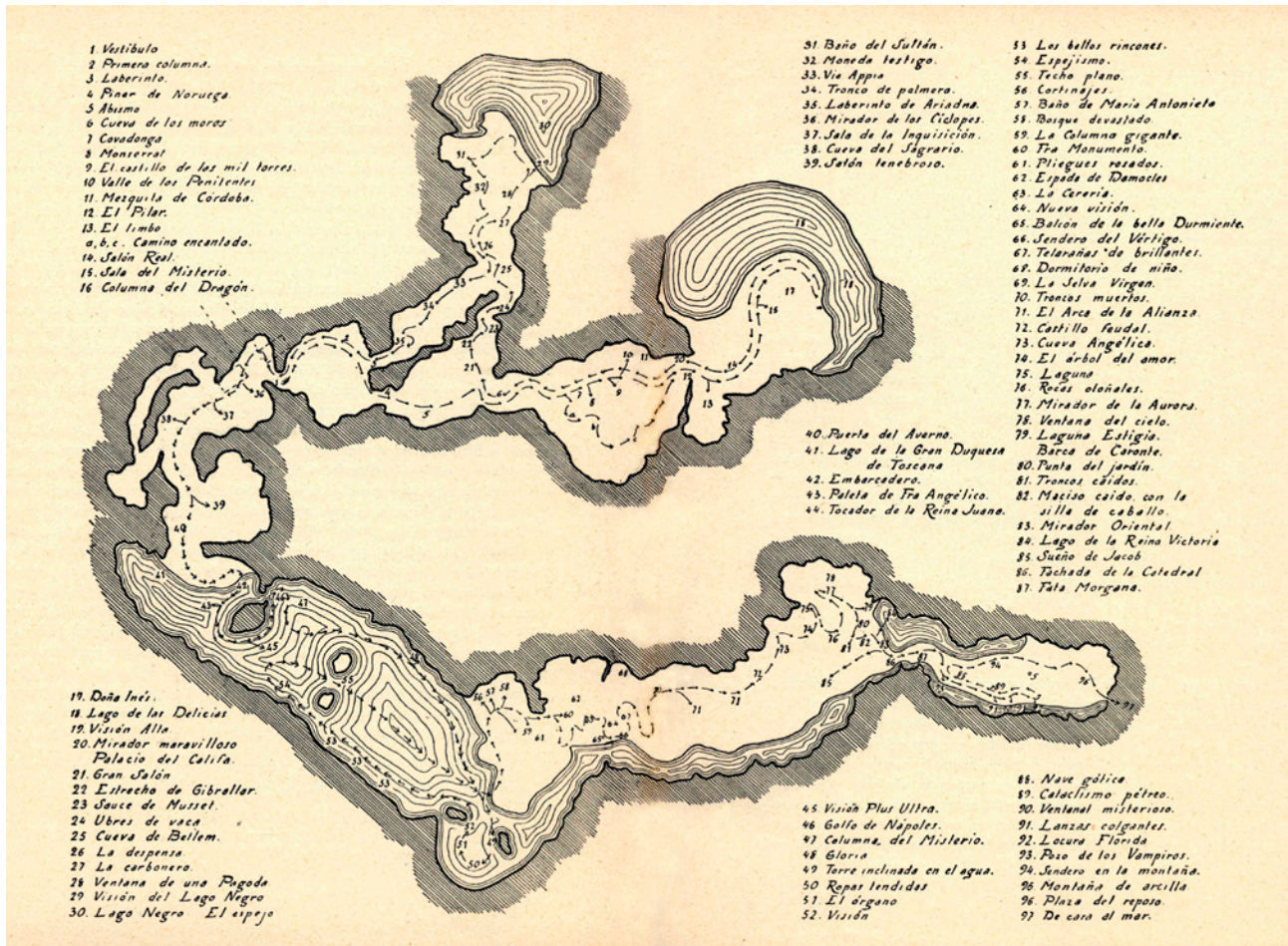


Figura 24: Plànol de les Coves del Drac basat en els treballs topogràfics de Rodrigo Varo de l'any 1924, i reproduït en el llibre de CAPO VALLS DE PADRINES (1930). En aquesta versió s'indica la trajectòria del recorregut turístic, una vegada obert l'accés artificial proper a Cala Murta.

Figure 24: Map of Coves del Drac based on the topographic works by Rodrigo Varo, from the year 1924, and reproduced in the book of CAPO VALLS DE PADRINES (1930). In this version the trajectory of the tourist route is indicated, once the artificial access close to Cala Murta was opened.

En el llibre també es reproduïxen de forma parcial les aportacions bibliogràfiques anteriors d'autors com Champsaur, Martel, Faura i Sans, Linari, i Rodés, incloent una interessant versió de la topografia apareguda a l'obra de FAURA I SANS (1926); aquest plànol incorpora una molt exhaustiva microtoponímia, recollint així mateix la trajectòria que efectuava el recorregut turístic, amb sortida per l'obertura artificial propera a Cala Murta (Figura 24). Malgrat que habitualment la cronologia d'aquesta obertura se situa el 1929, en el text del llibre es menciona la seva existència a data 19 de Gener de 1927.

Sobre l'autor d'aquesta publicació podem dir que Joan Capó Valls de Padrinas, treballà activament en el camp de la docència, essent inspector d'ensenyament a les Balears entre 1915 i 1940; publicà nombrosos llibres de temàtica històrica i pedagògica. Fou vocal del *Fomento del Turismo de Mallorca* en la dècada de 1930 (VIVES, 2005), i col·laborà amb Joan Servera Camps en aspectes lligats a la gestió de les Coves del Drac o a la posada en marxa a Portocristo de les Colònies Escolars (*Perlas y Cuevas*, 1975).

### Altres aportacions bibliogràfiques anteriors a la Guerra Civil

El geòleg belga Paul Fourmarier efectuà algunes observacions sobre l'ornamentació de la cova, en les quals relaciona les característiques de la seva decoració estalactítica amb l'elevada porositat de la roca miocènica (FOURMARIER, 1926, 1932). Per altra banda, l'espeleòleg francès Robert de Joly efectuà una campanya d'exploracions a Mallorca –acompanyat pel geòleg Georges Denizot i l'arqueòleg Henri Bauquier– que va incloure una visita a les coves de Portocristo (JOLY, 1929). Aquest autor relaciona la presència dels llacs salabrosos amb la immersió brusca d'unes galeries que foren excavades per un riu subterrani; també constata l'existència de cristallitzacions que es formen a la superfície dels llacs i es desenvolupen sovint sobre estalactites preexistents (JOLY & DENIZOT, 1929).

Dins un context totalment diferent, és necessari fer esment de la publicació d'una obra musical composta en ocasió d'una visita a les Coves del Drac (COLOM, 1934; Figura 25). La seva autora, Matilde Colom, fou una pianista i compositora que va ser alumna de Francisco Tito, organista de la Catedral i de la Verge dels Desemparats, de València. Després de la Guerra Civil se significà per les seves composicions favorables al règim de Franco.

### *Les Coves del Drac a la postguerra*

La Guerra Civil Espanyola ocasionà una mena de parèntesi en l'activitat turística a Mallorca, que afectà també a les coves habilitades per a la seva visita; en el nostre cas, la cavitat fins i tot fou emprada com a lloc de comandament improvisat per les tropes "nacionals", tal i com recull PÉREZ VINGUT (1937). Després dels anys convulsos que van del 1936 al 1939, el fenomen turístic torna a desenvolupar-se paulatinament i a les Coves del Drac les visites es complementen amb l'organització de festivals musicals, concerts i ballets (*Perlas y Cuevas*, 1975). Pel que fa als aspectes promocionals, durant les dècades dels 1930 i 1940 s'editen nombroses postals, en la seva majoria impreses per l'editorial Mumburú, de Barcelona (Figura 26).

Des del punt de vista bibliogràfic, la Guerra Civil inaugura un període molt estèril quant a publicacions relacionades amb la cavitat. Amb un enfocament turístic i divulgatiu, tan sols cal consignar el llibret de FERRER & COSTA (1945) que aporta abundants fotografies de bona qualitat, reproduint el plànol que apareixia a l'obra de Capó Valls de Padrinas. En aquesta guia es constata que l'entrada de la visita turística es realitza ja per l'obertura artificial que porta directament a la *sala Louis Armand*, tal i com s'efectua encara avui en dia. La descripció de la cova és molt simple i s'acompanya de diversos textos de caire literari, així com d'un fragment de la memòria publicada al seu moment per Martel.



Figura 25: Portada de la partitura musical publicada per Matilde Colom, el 1934.  
Figure 25: Cover of the musical score published by Matilde Colom, in 1934.

## **A partir de la segona meitat del segle XX**

El segle XX té lloc la consolidació de les Coves del Drac com la cavitat turística més freqüentada de l'Estat Espanyol i d'Europa (GINÉS & GINÉS, 2011), amb xifres de visitants que s'apropen al milió de turistes anuals, segons alguns autors (ROBLEDO & DURÁN, 2010). Aquesta eclosió desmesurada del turisme de masses anà acompanyada, fins als anys 1990, d'una mancança gairebé total de noves aportacions bibliogràfiques, excepció feta d'algunes recol·leccions bioespeleològiques: és com si el fenomen turístic fos gairebé incompatible amb els avenços en el coneixement científic de la cova.

Fent referència a aspectes de caire gairebé urbanístic està documentat que, durant el procés de parcel·lació de les rodalies de Portocristo, la família Servera inclogué als contractes de compra-venda de terres una clàusula que obligava a retornar-les als antics propietaris, en el cas que es trobessin coves al subsòl (*ABC*, 12-01-1957). D'aquesta manera els propietaris de les Coves del Drac miraven d'assegurar-se una posició de supremacia en el camp de les coves turístiques de la comarca.

La cova fou inclosa a l'inventari de monuments prehistòrics de l'illa de Mallorca (MASCARÓ PASARIUS, 1967), i té actualment la consideració de Bé d'Interès Cultural (BIC) en la seva qualitat de jaciment arqueològic; així mateix està incorporada al Catàleg de Centres d'Interès Cultural de l'Ajuntament de Manacor.

La revisió bibliogràfica que es farà en aquests apartats finals serà necessàriament una mica selectiva, tenint en compte la gran quantitat de referències a les Coves del Drac que es publiquen en els darrers 25 anys.

### *Els "booms" turístics de Mallorca*

Després de la Guerra Civil, la dècada dels 1950 visitaren Mallorca un número creixent de turistes procedents en una bona part del mercat interior espanyol. No obstant això, fou entre els anys 1960 i 1973 quan es va viure a les nostres illes un primer *boom* turístic, el qual tindrà continuïtat amb al manco dos períodes més d'eclosió turística que es produïren a la dècada dels 1980 i a començaments del segle XXI (VIVES, 2005), però amb alguns episodis intercalats d'estancament o fins i tot de lleugera regressió. Com a continuació d'aquesta dinàmica ens trobem amb la situació actual, amb xifres de turistes arribats a Mallorca que superen els 10 milions de persones a l'any.





Figura 26: Les postals publicades per l'editorial Mumburú, de Barcelona, circularen abundantment durant les dècades de 1930 i 1940.

Figure 26: The postcards printed by the Mumburú publishing house, from Barcelona, circulated abundantly during the 1930s and 1940s.

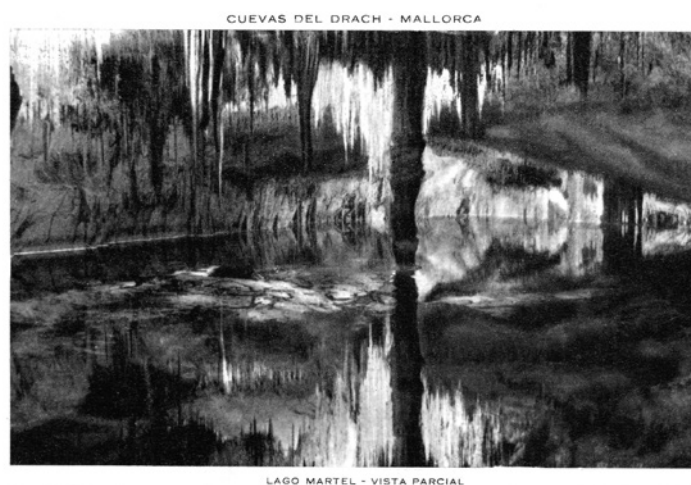


Figura 27: Postal publicada els anys 1950 per l'empresa catalana Rieusset.

Figure 27: Postcard published in the 1950s by the publishing company Rieusset.

Les dècades corresponents als dos primers *booms* turístics són gairebé estèrils quant a la bibliografia sobre la cavitat, tal com ja s'ha comentat abans; de fet no serà fins als 1990 quan començaran a ser publicades noves investigacions sobre les Coves del Drac. Una excepció interessant dins aquesta dinàmica és l'escrit de COLOM et al. (1957), on es descriuen cristallitzacions gruixudes que delimiten un nivell paral·lel a la superfície dels llacs, situat a una alçada de +1,5 m; relacionen aquests engrossiments cristal·lins amb un nivell marí Tirrenià observat a la badia de Portocristo.

Des del punt de vista de la promoció, al llarg de les dècades dels 1950 i 1960 les postals i demés material imprès foren publicades majoritàriament per l'empresa catalana Rieusset (Figura 27), malgrat que amb posterioritat l'oferta de postals s'anà diversificant molt. A partir de les dècades dels 1970 i 1980, els llibrets-guia que s'anaven publicant en diferents idiomes deixaren de reproduir l'obra de Martel, i incorporaren textos d'escriptors i periodistes illencs com Lluís Ripoll Arbós; dins d'aquesta línia, més endavant s'imprimeix l'opuscle elaborat per Rafel Ferrer Massanet, el qual encara es comercialitza a la cova (FERRER MASSANET, 1984).

En els anys 1970 es fan noves obres de condicionament consistents en una passarel·la d'obra, construïda en el costat oriental del *llac Miramar*, per tal de facilitar el flux de turistes que fins ara travessaven el llac en barca.

Pel que fa al vessant musical, és necessari ressenyar la composició de Llorenç Morey Ferrer amb el títol "Gnomos del Drach", de la qual es va interpretar una primera versió el 21 de Juny de 1953, en el *llac Miramar* conegut també com a *llac Martel* (*Perlas y Cuevas*, 1974). Un any després l'obra fou estrenada definitivament en el teatre Principal de Manacor, per part de la *Orquesta Sinfònica de Mallorca* dirigida pel mateix autor; el 1955 s'efectuà una nova audició simfònica, aquesta vegada al Principal de Palma.

Una fita important que cal mencionar és la filmació de la pel·lícula *El Verdugo* de Luis García Berlanga, de l'any 1963, que oferia una encisadora visió de la cavitat així com de la Mallorca del primer *boom* turístic. Per altra banda, l'any 1964 la *Fàbrica Nacional de Moneda y Timbre* posà en circulació un segell de correus que mostra un paisatge de les Coves del Drac, amb un valor nominal d'una pesseta (Figura 28). Ja durant la dècada dels anys 1970 l'escriptor britànic Hugh Walters publicà una novel·la de ciència ficció ambientada a la cova, que anava destinada al públic juvenil (WALTERS, 1977).

L'editorial Everest, especialitzada en temes turístics, va publicar una guia de les coves de Mallorca que s'ocupava de les tres cavitats clàssiques de l'illa (SANTAMARTA, 1977); aquesta guia fou incorporada a un llibre posterior, dedicat a les coves turístiques espanyoles (SANTAMARTA, 1985). Curiosament, en ambdues publicacions –a més de nombroses fotos– s'inclou el plànol elaborat per Martel gairebé un segle abans, en lloc d'utilitzar topografies més acurades aixecades posteriorment.

### Diverses activitats bioespeleològiques

Els anys 1970 i 1971 es desenvolupà a Mallorca la “*Mission biospéologique Constantin Dragan*” en la que participaren biòlegs romanesos de l'*Institut de Spéléologie Émile Racovitza* encapçalats per Traian Orghidan. Aquesta campanya de recol·leccions bioespeleològiques estigué patrocinada per la *Fundación Europea Dragan* i tingué, entre d'altres, les Coves del Drac com a objectiu de les seves investigacions zoològiques. Entre d'altres resultats d'aquestes campanyes (ORGHIDAN et al., 1974), es publicà la descripció del crustaci *Bogidiella balearica* (DANCAU, 1973) recol·lectat als llacs de la cova.

Com a continuació de l'esmentada campanya, el Novembre de 1975 es varen celebrar a Mallorca unes Jornades de Bioespeleologia, organitzades per la *Societat d'Història Natural de les Balears* i la *Fundación Europea Dragan*. Participaren en aquestes jornades investigadors de l'*Institut de Spéléologie Émile Racovitza* de Bucarest, i del *Museu de Zoologia* de Barcelona, comptant així mateix amb la presència del prestigiós ecòleg Ramon Margalef. Durant aquestes jornades es visitaren les Coves del Drac i s'inaugurà en els seus jardins una estàtua del biòleg romanès Émile G. Racovitza, pioner de la disciplina bioespeleològica; amb posterioritat aquesta estàtua fou reubicada al passeig marítim de Palma –avinguda Gabriel Roca–, a prop de la caleta de Can Barbarà.



Figura 28: Mata-segells commemoratiu del centenari de les exploracions d'Édouard A. Martel (setembre de 1996). A la imatge s'observa el segell de les Coves del Drac posat en circulació l'any 1964 per la *Fábrica Nacional de Moneda y Timbre*.  
 Figure 28: Postmark commemorating the centenary of explorations by Édouard A. Martel (September 1996). The image shows the stamp of Coves del Drac issued in 1964 by the *Fábrica Nacional de Moneda y Timbre*.

### Contribucions de l'espeleologia mallorquina des de 1991

A partir de 1991 comencen a produir-se noves aportacions al coneixement de la cavitat, provinents d'espeleòlegs locals que s'interessen de bell nou per les Coves del Drac, i emprenen la seva interpretació morfogènica dins del context d'idees més actualitzades que es relacionen amb la carstificació litoral (GINÉS & GINÉS, 1991, 1994a, 1994b). De particular rellevància fou el treball de GINÉS & GINÉS (1992), en el que s'efectua una exhaustiva revisió sobre aspectes històrics així com sobre l'evolució de les teories sobre la seva espeleogènesi. Aquests articles mostren un nou plànol de la cavitat (Figura 29), que resulta de la simplificació d'uns treballs topogràfics professionals realitzats per la propietat de la cova els anys 1980. En aquells anys, el gerent de l'empresa “Cuevas del Drach S.A.” era Pedro Durán.

Les contribucions sobre la gènesi de la cavitat tindran continuïtat, entre d'altres, en la tesi doctoral de GINÉS (2000) així com en l'article de GINÉS & GINÉS (2007), on s'emfatitza la importància dels processos d'esfondrament en la morfologia de les cavitats de l'àrea de Portocristo. Aquest interès en els processos espeleogenètics donarà lloc a una proposta actualitzada de classificació morfogènica de les coves de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 2009), on les Coves del Drac són considerades com il·lustratives de l'endocars del Migjorn i Llevant de l'illa. Algunes aportacions addicionals sobre la morfogènesi i la morfometria de les cavitats properes a Portocristo foren publicades per GINÉS et al. (2013).

En aquesta dècada ja es comença a conèixer el potencial de les exploracions subaquàtiques a les Coves del Drac en articles com el de GRÀCIA & CLAMOR (2002), el qual posteriorment serà posat al dia incloent la topografia de les continuacions subaquàtiques conegudes fins aleshores (GRÀCIA et al., 2011).

També en la dècada dels 1990 es publica algun treball que s'ocupa de la rellevància del fenomen turístic a les coves de Mallorca (GINÉS, 1995), que es veurà anys després actualitzat i complementat en diferents aportacions addicionals sobre la matèria (GINÉS, 2007; ROBLEDO & DURÁN, 2010; GINÉS & GINÉS, 2011).

### Alguns actes commemoratius

El mes de Setembre de 1996 es desenvoluparen diversos actes per tal de commemorar el centenari de les exploracions d'Édouard A. Martel a les Coves del Drac, organitzats per diferents administracions i organitzacions culturals il·lenques (Figura 30). El nucli d'aquests actes fou una exposició filatèlica sobre la matèria, que tingué lloc a la Torre dels Enagistes, de l'Ajuntament de Manacor; en ocasió d'aquest centenari, va ser utilitzat un mata-segells commemoratiu dels descobriments que Martel efectuà l'any 1896 (Figura 28). A més d'una visita oficial a la cavitat, es va fer –a Manacor i a Palma, així com a altres poblacions de l'illa– la presentació del film de l'autor alemany Bernhard Kliebhan titulat “*Expedition in die Finsternis*”, pel·lícula de 1995 que narra les principals campanyes desenvolupades per aquest pioner de l'espeleologia internacional, incloent les seves exploracions a Mallorca.



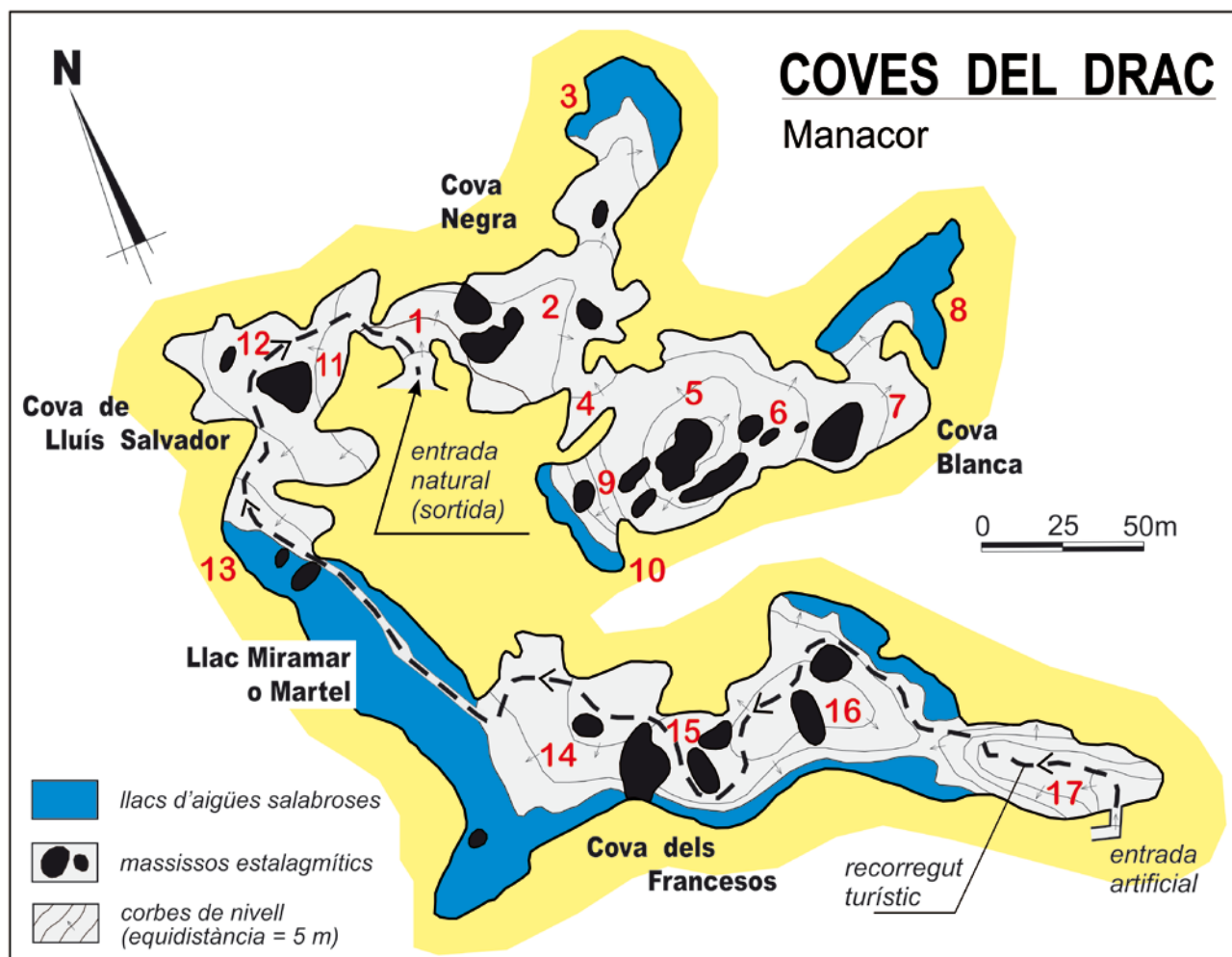


Figura 29: Plànol esquemàtic de la cova publicat per GINÉS & GINÉS (1992), que fou elaborat a partir d'un aixecament topogràfic realitzat pels gestors de la cavitat els anys 1980. 1: Vestíbul; 2: sala de la Palmera; 3: llac Negre; 4: cova dels Àrabs; 5: Covadonga; 6: sala dels Extraviats; 7: saló Reial; 8; llac de les Delícies; 9: sala de les Rates-pinyades; 10: llac de les Meravelles; 11: corredor ciclopi; 12: sala de les Columnes; 13: llac de la Gran Duquesa de Toscana; 14: cúpula Moragues; 15: Selva Verge; 16: sala dels Herreros; 17: sala Louis Armand.

Figure 29: Schematic plan of the cave published by GINÉS & GINÉS (1992), which was elaborated after a professional topographic survey carried out by the managers of the cavity in the 1980s.

L'any 2004 se celebraren les *XIII Jornades Científiques de la SEDECK*, commemoratives del centenari de del centenari de la recollida per part d'Émile G. Racovitza del crustaci *Typhlocirolana moraguesi* a les Coves del Drac; aquesta troballa és considerada com un dels fets que propicià el naixement de la bioespeleologia com a disciplina científica (RACOVITZA, 2005). Les sessions acadèmiques es dugueren a terme a la UIB, i els científics assistents tingueren l'oportunitat de participar en una detinguda visita a la cova. Pel que fa a les publicacions, es presentà al Museu Balear de Ciències Naturals de Sóller la traducció al català de l'*Essai sur les problèmes biospéologiques*, editada en aquesta ocasió per l'*Institut d'Estudis Catalans*; també es publicà un número monogràfic de la revista ENDINS, amb les contribucions presentades durant les jornades (GINÉS, 2005).

En aquells moments, Antoni Moyà desenvolupava el càrrec de gerent de les Coves del Drac.

#### *Algunes investigacions forànies*

Els anys 1990 i 1991 tenen lloc les primeres exploracions subaquàtiques als diversos llacs de la cova, portades a terme per espeleobussejadors gal·lesos encapçalats per Owen Clarke; aquestes immersions permeteren el coneixement d'uns 600 m de galeries submergides (CLARKE, 1991), que situaven aleshores el desenvolupament total de la cova al voltant dels 2400 m. Aprofitant les exploracions dels espeleòlegs gal·lesos, s'efectuaren unes observacions primerenques de la geoquímica dels llacs subterranis que foren publicades a GASCOINE (1992).

Alguns anys després, la geoquímica de les aigües subterranies tornà a ser objecte d'estudi per part d'un equip de la *University of South Florida*, amb la participació d'investigadors de la *Universitat de les Illes Balears* (BOOP et al., 2013, 2014, 2017). Les investigacions se centraren en intentar esbrinar la incidència de les variables geoquímiques en la precipitació dels espeleotemes freàtics, presents en els llacs de dues coves litorals de Mallorca: les Coves del Drac i la Cova des Pas de Vallgornera. Lligades també a les institucions abans esmentades, DUMITRU et al.



(2015, 2016) efectuaren mesures de les concentracions de radó en les principals cavitats turístiques mallorquines.

### Les darreres aportacions bibliogràfiques

Entre els anys 2010 i 2015 s'emprèn l'exploració sistemàtica de les galeries subaquàtiques de les Coves del Drac, de tal manera que el seu desenvolupament actual supera els 6.500 m. Els resultats inicials d'aquestes investigacions aparegueren formant part de la tesi doctoral de l'espeleòleg i biòleg Francesc Gràcia, qui ha estat al davant d'aquestes recents exploracions i descobertes (GRÀCIA, 2015; GRÀCIA et al., 2017). Així mateix, l'any 2014 es va emetre el documental titulat "Es Drach. Luz líquida", realitzat per l'equip del programa "Al filo de lo imposible" de *Televisión Española*, amb la participació dels espeleobussejadors del Grup Nord de Mallorca; aquest documental suposà la divulgació televisiva de les exploracions que s'estaven realitzant a la cova en aquells moments.

Les publicacions científiques més recents han sintetitzat una part de les observacions realitzades als sectors subaquàtics de la cova, ocupant-se dels indicis d'espeleogènesi hipogènica en les cavitats del sud i llevant de Mallorca (GINÉS et al., 2016, 2017).

Durant aquests darrers anys, Maties Servera està al front de la gerència de les "Cuevas del Drach S.A.", havent destacat per facilitar de manera notable les investigacions a la cavitat.

Arribats a aquest punt queda del tot justificada la necessitat i oportunitat de la present monografia: les Coves del Drac representen sens dubte la cova turística més rellevant de Mallorca, la seva història és molt dilatada i farcida de fites importants en el seu coneixement i, finalment, les recents exploracions i descobriments fan imprescindible la publicació d'una obra que actualitzi el bagatge de dades que es tenen d'aquesta cavitat.

## Agraïments

És necessari deixar constància de la nostra gratitud cap a Joan Riera Bordoi, de Manacor, per les valuoses informacions i material gràfic que gentilment ens ha facilitat. Els amics i companys Gabriel Santandreu i Juan José Enseñat ens han subministrat, així mateix, diverses dades d'interès. El present treball s'emmarca dins dels projectes d'investigació del MINECO, CGL2013-48441-P i CGL2016-79246-P (AEI-FEDER, UE). Als propietaris, gestors i personal en general de les Coves del Drac cal agrair les facilitats i amabilitats dispensades al llarg de les nostres activitats a la cova.

## Bibliografia

- BARCELÓ I COMBIS, F. (1879-1881): *Flora de las Islas Baleares*. Establecimiento tipográfico de Pedro José Gelabert. 645 pàgs. Palma.
- BARTOLI, G. (1892): XII. Majorque et Monserrat. *Annuaire du Club Alpin Français, Dix-huitième Année*, 1891. 281-311. París.
- BERARD, G. de (1789): *Viaje a las villas de Mallorca*. Ajuntament de Palma (edició de 1983). 303 pàgs. Palma.
- BINIMELIS, J. (1595): *Descripció particular de l'illa de Mallorca e viles*. Edició a cura de Juli Moll [2014]. Universitat de València - Institut Cartogràfic de Catalunya. Monuments d'Història de la Corona d'Aragó, V. 917 pàgs. València.
- BOOP, L.M.; ONAC, B.P.; WYNN, J.G.; FORNÓS, J.J. & RODRÍGUEZ-HOMAR, M. (2013): Water column variability in a coastal tourist cave in Mallorca, Spain. In: LAND, L. & JOOP, M. (eds.) *Proceedings of the 20th National Cave and Karst Management Symposium, NCKRI Symposium 3*. National Cave and Karst Research Institute. 41-45. Carlsbad, USA.



Figura 30: Coberta del programa dels actes de commemoració del centenari de les exploracions d'Édouard A. Martel a les Coves del Drac, desenvolupats a Mallorca el Setembre de 1996. Figure 30: Cover of the commemorative program celebrating the centenary of the explorations of Édouard A. Martel at Coves del Drac, developed in Mallorca in September 1996.

- BOOP, L.M.; ONAC, B.P.; WYNN, J.G.; FORNÓS, J.J.; RODRÍGUEZ-HOMAR, M. & MERINO, A. (2014): Groundwater geochemistry observations in littoral caves of Mallorca (western Mediterranean): implications for deposition of phreatic overgrowths on speleothems. *International Journal of Speleology*, 43 (2): 193-203. Tampa, USA.
- BOOP, L.M.; WYNN, J.G.; THOMPSON, G.; FORNÓS, J.J. & ONAC, B.P. (2017): Interactions between surface conditions, the Mediterranean Sea, and cave climate within two littoral caves in Mallorca: implications for the formation of phreatic overgrowths on speleothems. *Journal of Cave and Karst Studies*, 79 (1): 59-72. Huntsville, USA.
- BOYD, M.S. (1911): *The Fortunate isles. Life and travel in Majorca, Minorca and Iviza*. Methuen & Co. Ltd. 339 pàgs. Londres.
- CAPÓ VALLS DE PADRINAS, J. (1930): *Las cuevas del Drac*. 157 pàgs. Palma.
- CLARKE, O. (1991): Diving in Drach. *Descent*, 101: 32-33. Gloucester, U.K.
- COLOM, G.; CUERDA, J. & MUNTANER, A. (1957): Les formations quaternaires de Majorque. In: SOLÉ-SABARÍS, L.; HERNÁNDEZ-PACHECO, F.; JORDÀ, F. & PERICOT, L. (eds.) *Livret Guide de l'Excursion L. Levant et Majorque*. V Congrès International INQUA. 27-52. Madrid.
- COLOM, M. (1934): *Recuerdo de mi visita a las Cuevas del Drach*. Talleres de grabado y estampación de música de A. Boilbau & Bernasconi. 19 pàgs. Barcelona.
- COMAS DE CANDEL, J. (1961): La espeleología en España. In: LÜBKE, A. *Los misterios del mundo subterráneo*. Editorial Labor. 312-344. Barcelona.
- DAMETO, J. (1632): *La historia general del Reyno Balearico*. Casa de Gabriel Guasp. 444 pàgs. Palma.
- DAMETO, J.; MUT, V. & ALEMANY, G. (1840): *Historia general del Reino de Mallorca*. Imprenta Nacional á cargo de D. Juan Guasp y Pascual. Tomo I. 552 pàgs. Palma.
- DANCAU, D. (1973): Observations sur les Amphipodes souterrains de l'île de Majorque. Genre *Bogidiella* Hertzog. *Trav. Inst. Spéol. Emile Racovitza*, 12: 113-119. Bucarest.
- DARDER, B. (1925): La tectonique de la région orientale de l'île de Majorque. *Bull. Soc. Géol. de France*, 4<sup>a</sup> série, 25 (4-5): 245-278. París.
- DARDER, B. (1930): Algunos fenómenos cárscicos en la isla de Mallorca. *Ibérica*, 33 (818): 154-156. Barcelona.
- DARDER, B. (1946): *Història de la coneixença geològica de l'illa de Mallorca*. Editorial Moll. 185 pàgs. Palma.
- DUMITRU, O.A.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; COSMA, C.; GINÉS, A.; GINÉS, J. & MERINO, A. (2015): Radon survey in caves from Mallorca Island, Spain. *Science of the Total Environment*, 526: 196-203. Amsterdam.
- DUMITRU, O.A.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; COSMA, C.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (2016): Evaluación de las concentraciones de radón y su variabilidad estacional en cuevas turísticas de Mallorca. In: ANDREO, B. & DURÁN, J.J. (eds.) *Cuevatur 2016. El karst y el hombre: las cuevas como patrimonio mundial*. VI Congreso Español sobre Cuevas Turísticas, Nerja (Málaga). Asociación de Cuevas Turísticas Españolas (ACTE). 157-167. Madrid.
- DURAN, D. (2004): *El mode de vida del pescador de Manacor*. El Gall Editor. 208 pàgs. Pollença.
- DURYEA, N.L. (1927): *Mallorca, the magnificent*. Faber & Gwyer. 280 pàgs. Londres.
- FAURA I 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.
- FERRER, P. & COSTA, J.M. (1945): *Las cuevas de Mallorca*. Ediciones Costa. 71 pàgs. Palma.
- FERRER MASSANET, R. (1984): *Cavern of the Dragon*. Rieusset S.A. 32 pàgs. Barcelona. [edicions en diferents idiomes]
- FERRER MASSANET, R. (1997): De cuando el infante Don Jaime de Borbón y Battenberg estuvo en Manacor y Porto Cristo. *Perlas y Cuevas*, 945. 4 pàgs. Manacor.
- FIOL, J.M. (1992): *Descobrint la Mediterrània. Viatgers anglesos per les Illes Balears i Pitiüses el segle XIX*. Miquel Font editor. 225 pàgs. Palma.
- FONT OBRADOR, B. (1970): Mallorca protohistòrica. In: MASCARÓ PASARIUS, J. (ed.) *Historia de Mallorca*. Vol. I: 353-416. Palma.
- FOURMARIER, P. (1926): Quelques observations sur l'ornamentation naturelle de deux grottes de l'île de Majorque. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, 49: 320-322. Liège, Bèlgica.
- FOURMARIER, P. (1932): Quelques observations sur l'ornamentation naturelle de deux grottes de l'île de Majorque. *Géol. Médit. Occid.*, 2/5 (36-43). 2 pàgs. Barcelona.
- GASCOINE, W. (1992): Water chemistry in Cuevas del Drach, Majorca. *Cave Science*, 19 (2): 51-54.
- GAY, S. & CHAMPSAUR, B. (1885): *Album de las Cuevas de Artá y Manacor*. Luis Fábregas, Librería Española. 50 pàgs + 25 gravats. Palma de Mallorca. Barcelona.
- GINÉS, A. (1999): Edouard-Alfred Martel et la spéléologie à Majorque. In: ANDRÉ, D. & DUTHU, H. (eds.) *L'homme qui voyageait pour les gouffres*. Archives Départementales de la Lozère. 291-300. Mende, França.
- GINÉS, A. (ed.) (2005): Centenari de la troballa de *Typhlocirolana moraguesi* a les Coves del Drac. XIII Jornadas Científicas de la SEDECK, Mallorca, Setembre 2004. *Endins*, 28. 88 pàgs. Palma.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1991): Morfologies kárstiques. Karst costero y espeleogénesis en el Migjorn de Mallorca. Espeleotemas freáticos y paleoniveles del Mediterráneo. In: GRIMALT, M. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. (eds.) *Libro-Guía de las Excursiones de las VII Jornadas de Campo de Geografía Física*. Universitat de les Illes Balears. 109-142, 197-206. Palma.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes històrics y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20. Palma.



- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67. Bologna, Itàlia.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & GRÀCIA, F. (2013): 11. Cave development and patterns of caves and cave systems in the eogenetic coastal karst of southern Mallorca (Balearic Islands, Spain). In: LACE, M.J. & MYLROIE, J.E. (eds.) *Coastal karst landforms*. Springer. Coastal Research Library, Vol. 5: 245-260. Dordrecht, Holanda.
- GINÉS, J. (1995): Les coves turístiques de Mallorca / The touristic show caves of Mallorca. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. Endins, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 191-203. Palma.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs + 29 làms. Inèdit.
- GINÉS, J. (2007): Las cuevas turísticas de las Islas Baleares: antecedentes y estado de la cuestión. In: DURÁN, J.J.; ROBLEDO, P.A. & VÁZQUEZ, J. (eds.) *Cuevas turísticas: aportación al desarrollo sostenible*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, 24: 17-30. Madrid.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1994a): Coves del Drac, Manacor (Mallorca). *Tecno Ambiente*, 39: 73-80. Madrid.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1994b): Coves del Drac, Manacor (Mallorca). In: FRASA Ingenieros Consultores S.L. (ed.) *Mundo Subterráneo*. TIASA. 73-80. Madrid.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2009): Proposta d'una nova classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins*, 33: 5-18. Palma.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011): Les coves turístiques de les Illes Balears: antecedents i estat de la qüestió. 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: 333-344. Palma.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; ONAC, B.P. & GINÉS, A. (2016): Hypogene imprints in coastal karst caves from Mallorca Island (Western Mediterranean): a review of the current knowledge on their morphological features and speleogenesis. In: CHAVEZ, T. & REEHLING, P. (eds.) *Proceedings of Deepkarst 2016: origins, resources and management of hypogene karst*. National Cave and Karst Research Institute. Symposium 6: 105-113. Carlsbad, USA.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; ONAC, B.P. & GINÉS, A. (2017): 5. Hypogene imprints in coastal karst caves of Mallorca Island (Western Mediterranean): morphological features and speleogenetic approach. In: KLIMCHOUK, A.; PALMER, A.N.; DE WAELE, J.; AULER, A.S. & AUDRA, P. (eds.) *Hypogene karst regions and caves of the World*. Springer International Publishing AG. Cave and Karst Systems of the World. 99-112. Cham, Suïssa.
- GRÀCIA, F. (2015): *Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del llevant i migjorn de Mallorca*. Tesi Doctoral. Programa de Doctorat de Geografia, Universitat de les Illes Balears. 984 pàgs. Inèdit.
- GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2002): Las exploraciones subacuáticas en el karst litoral del Migjorn de Mallorca / Les exploracions subaquàtiques al carst costaner del Migjorn de Mallorca. *Boletín SEDECK*, 3: 56-75. Madrid.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J. & WATKINSON, P. (2011): Les cavitats subaquàtiques de la franja litoral de Mallorca. 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: 103-132. Palma.
- GRÀCIA, F.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, F.; FORNÓS, J.J.; BETTON, N.; LÁZARO, J.C.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.A.; VIVES, M.A. & ANSALI, D. (2017): Les coves del Drac: 1896-2016. Les descobertes subaquàtiques. *IX Jornades d'Estudis Locals de Manacor. Legendes, mentides i altres equívocs. Expressions de cultura popular a Manacor*. 13 i 14 de maig de 2016. 421-439. Manacor.
- HABSBURG-LOTHRINGEN, L.S. (1869-1891): *Die Balearen in Wort und Bild geschildert*. Brockhaus. 7 vols. Leipzig, Alemanya.
- JOLY, R. de (1929): Explorations spéléologiques à Majorque (1929). *Rev. Geog. Phys. et Géol. Dyn.*, 2 (3): 233-245. París.
- 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<sup>a</sup> série, 5: 65-66. París.
- LINARI, A.F. (1916): Excursión a las Cuevas del Drach. *Ibérica*, 6 (156): 408-412. Tortosa, Tarragona.
- LOZANO, R. (1884): *Anotaciones físicas y geológicas de la isla de Mallorca*. Excma. Diputación Provincial de Baleares. Imprenta de la Casa de Misericordia. 10-12. Palma.
- MADER, B. (2005): Reiseskizzen von den Balearen. Der Entomologe Friedrich Will und Erzherzog Ludwig Salvator. *Endins*, 28: 61-70. Palma.
- MAHEU, J. (1912): Exploration et flore souterraine des cavernes de Catalogne et des Iles Baléares. *Spelunca, Bull et Mém. Soc. Spéléol.*, 8 (67-68): 1-108. París.
- MARCH, J. (1983): *El Archiduque. Biografía ilustrada de un príncipe nómada*. José J. de Olañeta, Editor. 431 pàgs. Palma.
- MARTEL, E.A. (1896): Sous Terre (neuvième campagne). Cueva del Drach, a Majorque - Scialets du Vercors - Chouruns de Dévoluy. *Ann. Club Alpin Français*, 23<sup>ème</sup> année. 368-413 + 1 plànol. París.
- MARTEL, E.A. (1898): *Las Cuevas del Drach, propiedad de D. José Ignacio Moragues, en el término de Manacor (Mallorca)*. Tip. del Comercio a cargo de F. Soler. 36 pàgs. Palma.
- MARTEL, E.A. (1903): Les cavernes de Majorque (Iles Baléares). *Spelunca, Bull et Mém. Soc. Spéléol.*, 5 (32): 1-32 + 8 làms. fotos + 1 plànol. París.
- MASCARÓ PASARIUS, J. (1967): *Monumentos prehistóricos y protohistóricos de la isla de Mallorca*. Ministerio de Educación y Ciencia, Comisaría General del Patrimonio Artístico Nacional. Gráficas Miramar. 102 pàgs. Palma.

- ORGHIDAN, T.; DUMITRESCO, M. & GEORGESCO, M. (1974): Mission biospéologique Constantin Dragan à Majorque (1970-1971). Première note: Arachnides (Araneae et Pseudoscorpionidea). *Trav. Inst. Spéol. Émile Racovitza*, 14: 9-33. Bucarest.
- PEÑA, P.A. (1891): *Guía manual de las islas Baleares*. Imprenta J. Tous. 480 pàgs. Palma.
- PÉREZ VENEGUT, J. (1937): *Porto Cristo. El legionario y otros héroes*. 92 pàgs. Palma.
- PEYERIMHOFF, P. de (1906): Sur l'existence à Majorque du genre *Kaenenia* (Arach. Palpigradi). *Bull. Soc. Entom. de France*, 300-302. París.
- PIFERRER, P. & QUADRADO, J.M. (1888): *España. Sus monumentos y artes - su naturaleza é historia. Islas Baleares*. Establecimiento Tipográfico - Editorial de Daniel Cortezo y C.a. 1424 pàgs. Barcelona.
- POMAR, J. (1900): Mallorca subterrànea (segunda parte). Más grutas notables. *Alrededor del Mundo*, 44: 315-317. Madrid.
- PUIG Y LARRAZ, G. (1896): *Cavernas y simas de España*. Est. Tip. de la viuda e hijos de M. Tello. 440 pàgs. Madrid.
- PULIDO-FERNÁNDEZ, A. (1879): *Una expedición a las Cuevas de Artá*. Imprenta Central a cargo de Víctor Saiz. 64 pàgs. Madrid.
- RACOVITZA, É.G. (1905): *Typhlocirolana moraguesi* n.g., n.sp. Isopode aquatique cavernicole des Grottes du Drach (Baléares). *Bull. Soc. Zool. France*, 30: 72-80. París.
- RACOVITZA, G. (2005): La découverte de *Typhlocirolana*. Moment crucial dans la marche de la Biospéologie. *Endins*, 28: 11-18. Palma.
- RAMIS, D. & SANTANDREU, G. (2011): Arqueologia de les cavernes 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: 317-332. Palma.
- RIERA, J. (2006): *Cronicó de les coves del Drac, dels Hams i del Pirata*. Amics del Museu d'Història de Manacor. 8 pàgs. Manacor.
- ROBLEDÓ, P.A. & DURÁN, J.J. (2010): Evolución del turismo subterráneo en las Islas Baleares y su papel en el modelo turístico. In: DURÁN, J.J. & CARRASCO, F. (eds.) *Cuevas: Patrimonio, Naturaleza, Cultura y Turismo*. Asociación de Cuevas Turísticas Españolas (ACTE). 305-322. Madrid.
- RODÉS, L. (1925a): 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.
- RODÉS, L. (1925b): Los cambios de nivel en las Cuevas del Drach (Manacor, Mallorca) y su oscilación rítmica de 40 minutos. *Ibérica*, 23 (573): 232-238. Tortosa, Tarragona.
- SANTAMARTA, P. (1977): *Las cuevas de Mallorca (Hams, Drach y Artá)*. Editorial Everest. Col. Ibérica. 64 pàgs. Lleó. (versions en francès, anglès i alemany)
- SANTAMARTA, P. (1985): Las cuevas de Mallorca. Hams, Drach y Artá. In: BERENGUER, M. (ed.) *Cuevas de España. Altamira, Puente Viesgo, Tito Bustillo, Valporquero, Mallorca*. Editorial Everest. 241-304. Lleó.
- SEGUÍ, M. (1992): *El descubrimiento de las islas olvidadas. Las Baleares y Córcega vistas por los viajeros del siglo XIX*. Alpha-3 serveis editorials. 261 pàgs. Palma.
- TOBELLA, F.X. (1882): XII. Excursió á Palma, Covas de Artá i de Manacor (Mallorca). 25 de Juny á 4 de Juliol de 1880. *Anuari de la Associació d'Excursions Catalana. Any primer 1881*. Tipografia de Jaume Jepús. 287-316 + 1 plànol. Barcelona.
- VIDAL, F.; DARDER, B. & COLOMINAS, J. (1936): Mallorca. *Col·lecció Àlbum Meravella*. Llibreria Catalonia. Vol. VI. 48 pàgs + 190 pàgs de fotos i gravats. Barcelona.
- VIVES, A. (2005): *Historia del Fomento del Turismo de Mallorca (1905-2005)*. Foment del Turisme de Mallorca. 425 pàgs. Palma.
- VUILLIER, G. (1888): Voyage aux îles Baléares. *Le Tour du Monde*, 58: 1-64. París.
- VUILLIER, G. (1893): *Les îles oubliées*. Hachette. 1-218. París.
- WALTERS, H. (1977): *The caves of Drach*. Faber & Faber. 136 pàgs. Londres.
- 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.
- WILL, F. (1881): Reiseskizzen von den Balearen. *Entomologische Nachrichten*, 7 (6): 95-98. Stettin.
- WOOD, C.W. (1888): *Letters from Majorca*. Richard Bentley & Son. 410 pàgs. Londres.
- [.....] (1903): *Portfolio de las cuevas de la Hermita (Artá) y del Drach (Manacor) (Mallorca)*. Estab. Tip. de F. Soler. 51 pàgs + 2 plànols + 20 gravats. Palma.
- [.....] (1957): Descubrimiento de una cueva con estalactitas en Mallorca. *ABC*, 12-Enero-1957: 26. Madrid.
- [.....] (1972): Fechas para Manacor. *Perlas y Cuevas*, 279: 19. Manacor.
- [.....] (1974): Ayer murió el compositor Lorenzo Morey. *Perlas y Cuevas*, 328: 13. Manacor.
- [.....] (1975): D. Joan Servera Camps. Fill il·lustre de Manacor. *Perlas y Cuevas*, 362: 16-19. Manacor.







# L'entorn geogràfic, geomorfològic i geològic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)

Joan J. FORNÓS<sup>1,2</sup>, Lluís GÓMEZ-PUJOL<sup>1</sup> i Guillem MAS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma. Email: joan.fornos@uib.cat

<sup>2</sup>Societat Espeleològica Balear. Palma.

## Abstract

The Upper Miocene deposits forming a tabular carbonate platform known as Marina de Llevant is the ideal substratum for the development of coastal karstic cavities such as the Coves del Drac. The caves are carved on Upper Miocene calcarenites that show an important primary porosity as well as a series of poor penetrative joints that initially controlled the development of former conduits; the presence of breccia deposits related with intramiocene paleokarst structures may also have influenced the initial subterranean flow. Anyway, the final morphology of the cave is clearly determined by the vertical evolution due to the abundant collapse chambers present in the cavity. The presence of littoral Pleistocene aeolianite deposits on the present-day coast does not seem to have interacted in any case with the few sediment deposits present inside the cave.

## Resum

La plataforma carbonatada tabular formada pels dipòsits cenozoics que conformen la denominada Marina de Llevant és el substrat idoni per al desenvolupament de cavitats càrstiques litorals com són les coves del Drac. Aquestes estan esculpides dins del materials calcarenítics del Miocè superior els quals presenten una elevada porositat primària i una fissuració poc penetrativa que controla en primera instància el desenvolupament dels conductes primigenis. A la vegada, altres fenòmens com la presència de puntuals nivells de bretxes, degudes a paleocol·lapses càrstics intramiocenes, poden haver influït en la direccionalitat del flux subterrani inicial. La morfologia final de la cova, però, queda determinada per l'evolució en la vertical deguda als abundants esfondraments que presenta la cavitat. La presència de dipòsits d'eolianites pleistocenes al litoral no sembla haver interactuat en cap cas amb els escassos dipòsits sedimentaris presents a l'interior de la cavitat.

Fornós, J.J.; Gómez-Pujol, L. i Mas, G. (2018): L'entorn geogràfic, geomorfològic i geològic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 49-63. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear.  
**Rebut:** 20 desembre 2018; **Revisat:** 14 gener 2019; **Acceptat:** 21 gener 2019.  
**Publicat online:** 30 gener 2019

## Introducció

Les coves del Drac són un fenomen endocàrstic destacable (GINÉS & GINÉS, 1992, 2007; GRÀCIA, 2015), amb una llarguíssima història pel que toca a la seva coneixença, ocupació i explotació (GINÉS & GINÉS, 2018), que s'obre en el planell calcari costaner del Llevant de Mallorca (ETRS89 UTM 528340-4376285). Concretament al terme municipal de Manacor, a la localitat del Porto Cristo i en un sector comprès entre cala Murta i cala Manacor (Figura 1), a les antigues terres de la possessió de Son Moro, una segregació del gran latifundi que fou el Rafal Pudent al s. XV (GUIJON & CABRER, 2005).

L'objectiu del present treball consisteix en fer una breu descripció geomorfològica de la zona en la qual es troben les coves així com descriure l'emplaçament geològic, amb els seus paràmetres estratigràfics i estructurals, i fer una primera discussió de com aquests han condicionat el desenvolupament espeleogenètic de la cavitat.

## L'entorn geogràfic

En un context regional, les coves del Drac es troben dins la unitat morfoestructural de la marina de Llevant, un relleu tabular confegit per la progradació d'un escull carbonatat durant el miocè superior –adossat al vessant oriental de les serres de Llevant–, que es tradueix en una superfície subhoritzontal, un altiplà, lleugerament inclinat cap al mar on cau a plom amb penya-segats entre 25 i 10 m d'alçària (Figura 2). Des de cala sa Nau (s'Horta) fins a cala Manacor l'amplària mitjana d'aquesta unitat assoleix els 3,4 km, tot i que a partir de cala Manacor i fins la punta de n'Amer (Sant Llorenç) depassa els 4 km.



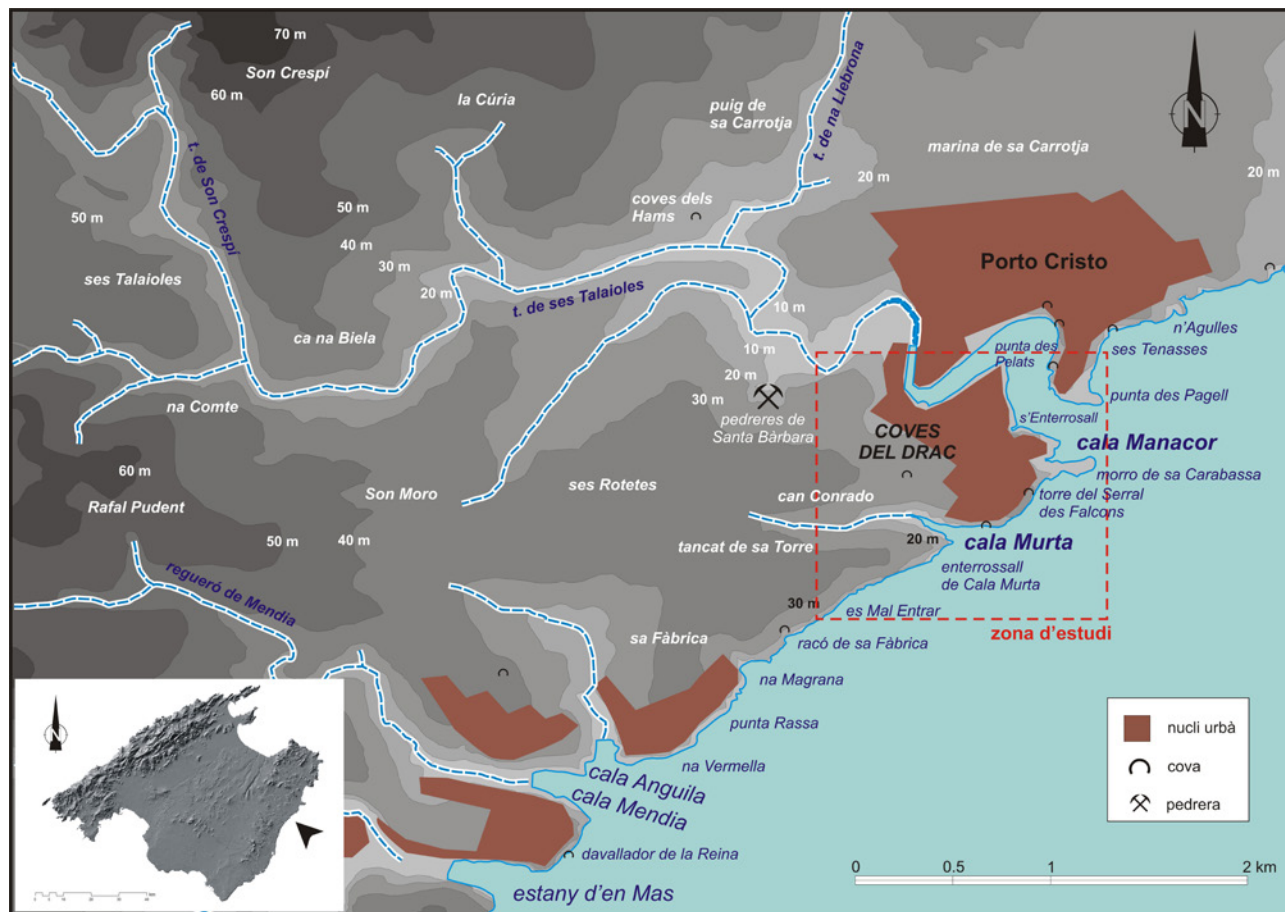


Figura 1: Mapa de localització de les coves del Drac al llevant de Mallorca.  
 Figure 1: Map of the eastern part of Mallorca showing the location of Coves del Drac.

En els contorns de les coves del Drac, els afloraments dels rocams del miocè superior assoleixen cotes màximes d'alçària al voltant dels 55 m (can Bisbal) –just a tocar de les serres de Llevant– i baixen, després de 4,45 km de recorregut lineal perpendicular a la línia de costa, fins als 20 m (Torre des Serral des Falcons) en arribar a les crestes dels penya-segats, típicament verticals, que cauen dins el mar. Tot plegat confereix a la zona un pendent del 0,67% que entra, i de llarg, en la categoria de superfícies horitzontals. Una horitzontalitat que s'hauria de matisar. En primer lloc perquè a mode d'amfiteatre aquest planell compta amb els relleus de les serres de Llevant, que s'alcen entre els 100,7 m del turó de Son Suau, els 111,6 del turó de Can Caules, els 141,61 m del puig de Son Manxo, els 145,47 m del puig de Mancades o més a ponent els 332,41 m del puig de So na Moixa. Uns turons, els més abruptes dels quals estan formats per les dolomies taulejades, margues i carniols del triàsic superior – juràssic inferior; mentre que els de vessants més suaus i tènues es construeixen a partir de les margocalcàries del juràssic mitjà o de les margues i gresos turbidítics del miocè inferior. I en segon lloc, perquè el desenvolupament de la xarxa de drenatge, així com alguns fenòmens exocàrstics, introdueixen una rugositat que no fa que aquest planell calcarí sia fàcilment transitable transversalment.

Tanmateix les coves que ens ocupen resten a una contrada que queda delimitada al nord-est i el sud-est per la línia de costa; i als altres extrems per les divisòries –parlar de carenes induiria a una imatge del relleu exagerada– de dues conques de drenatge dissimètriques. Al nord-oest la complexa conca del torrent de ses Talaioles de 57,6 km<sup>2</sup> de superfície i al sud-oest la conca del torrent de Cala Anguila amb una superfície d'1,1 km<sup>2</sup>. El torrent de ses Talaioles destaca perquè la xarxa de drenatge té un grau de desenvolupament notable a capçalera arran de la complexitat litològica i estructural de les serres de Llevant, mentre que en endinsar-se en el rocam miocè s'encaixa i controlat per fractures i matisat per semidolines (?) o col·lapses càrstics, articula falsos meandres que en entrar en contacte en el mar resulten en la característica forma de la Cala Manacor. A la segona de les conques la xarxa és simple i lineal i la traça de quasi bé 1 km respon a dues fractures quasi bé perpendiculars que moren en una cala de parets verticals, amb alguna que altre inflexió en planta associada a paleocol·lapses càrstics.

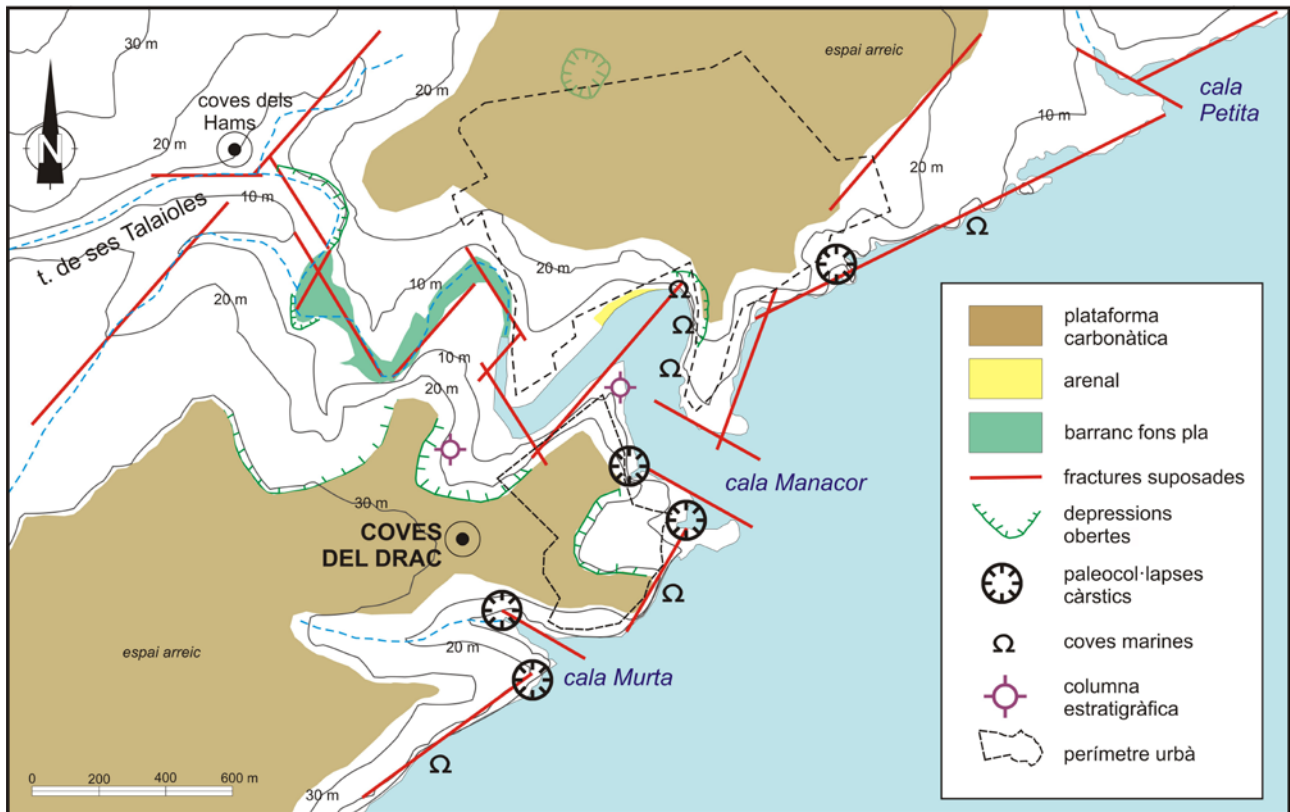


Figura 2: Mapa de detall de la zona de les coves del Drac amb els principals trets geomòrfics i estructurals.  
 Figure 2: Geomorphologic and structural trends sketch of the Coves del Drac and surroundings.

Aquest espai entre conques i relativament pla podria qualificar-se d'arreic, atès que l'horitzontalitat d'aquesta taula, amb un pendent del 0,69% –calculat entre la torre des Falcons i ses rotetes de Son Rapinya– no permet l'articulació d'una xarxa de drenatge, excepció feta del xaragall d'ordre 1 que acaba a cala Murta i que aprofita una diàclasi amb una traça  $110^\circ$  per desenvolupar-se. El control estructural del xaragall o torrentó de cala Murta no pot separar-se del retoc càrstic; el seu tram superior que discorre dins el tancat de sa Torre té un perfil còncau però tènue, que en poc menys de 250 m baixa dels 31 m als 25 m s.n.m (un pendent del 2,8%), llavors s'encaixa durant 360 m amb un pendent força còncau, del 5,8%, a tocar de les cases de can Conrado, per acabar caient 4 m d'alçària en menys de 40 metres de recorregut (pendent del 10%). Tant la concavitat del perfil del torrent, com els relleixos que presenta o els petits circs que retoquen la tirania del traçat lineal associat a la fracturació, juntament amb els paleocol·lapses càrstics dels flancs de cala Murta –que afavoreixen el desmantellament marí de la cala– contribueixen a estalonar la importància del carst en la configuració del relleu d'aquest entorn. No de bades la mateixa presència de les coves del Drac, la cova de cala Murta o la dels falsos meandres de la cala Manacor també en són clares evidències. GÓMEZ-PUJOL et al. (2013) i GRÀCIA et al. (2011) ja apunten aquest fet en relació a la morfologia de les cales del Llevant de Mallorca; al mecanisme i la formació de les quals poden extrapolar-se els descrits per a les tan semblants cales menorquines (*vid.* FORNÓS, 2004; FORNÓS et al., 2017; ROSSELLÓ, 2004).

La línia de costa també contribueix a definir l'empremta geomòrfica del sector d'estudi (Figura 2). Els prop de 4 km que separen la punta de na Vermella, al vessant oriental de la gola de cala Anguila, de la punta des Pelats, dins cala Manacor, constitueixen unes alineacions de penyes verticals de 10 a 20 m d'alçària que assoleixen la seva màxima expressió a les timbes de la torre des Falcons, a tocar de cala Manacor, on el penya-segat cau a plom 24 m. A grans trets és un litoral acusadament rectilini, seguint una traça  $045^\circ$  i que FREEMAN et al. (1989) i també SÀBAT et al. (2011) associen a una falla que controla la geometria de la costa oriental de Mallorca. Quan els penya-segats no cauen a plom i a la base hi trobam un perfil tipus rampa (p.ex. punteta des Mal Entrar, es Morret, racó de sa Pedrera) és perquè un tascó de calcarenites bioclàstiques quaternàries apuntala una paret de calcarenites del miocè. Així doncs, la geometria dels penya-segats respon a la presència d'eolianites (paleodunes) adossades als penya-segats lligades a nivells marins més baixos que, tot sovint, han estat explotades com a pedreres.



La linealitat de la costa, sols queda interrompuda en una escala de major detall, per algunes inflexions i concavitats decamètriques i per les entrades majors de cala Murta i cala Manacor. Les primeres, de les que serien exemples na Magrana, es racó de sa Fàbrica, s'Enterrossall de cala Murta, es racó d'es Morro o s'Enterrossall –dins cala Manacor– no són, sinó, res més que petits circs-amfiteatres (de 20 a 40 m de diàmetre), de vegades coalescència de varis d'ells, associats al buidament o a les línies de debilitat que afavoreixen l'erosió diferencial, de paleocol·lapses càrstics que es tractaran amb detall més endavant. Tot sovint al peu dels penya-segats hi apareixen cavitats d'erosió marina (p.ex. cova des Falcons o de sa Torre, cova Baixa, la balma de na Vermella, etc.).

Tant cala Murta com cala Manacor entren ben de ple a l'esquema del concepte geomòrfic de cala, en el sentit que ambdues són penetracions marines, a un litoral carbonatat de caràcter tabular, arran de la inundació eustàtica d'un antic curs fluvial en la morfogènesi de les quals, de més a més del paper de la fracturació distensiva i la carstificació, també hi participen els mecanismes de col·lapse i la dinàmica litoral així com les variacions glacio-eustàtiques del nivell marí, especialment durant el quaternari (ROSSELLÓ, 1995 i 2005). Cala Murta amb els seus 225 m de tirat, una gola de 100 m d'amplària i una amplària mitjana de 45 m com ja s'ha apuntat té un condicionament fractural; mentre que els 1800 m de tirat de cala Manacor –una de les més grans de Mallorca i per ventura de la Mediterrània occidental (*vid.* ROSSELLÓ, 2005; p. 11)–, els 210 m de la seva gola i una amplària mitjana de 100 m i el caràcter meandritzant del seu tirat la ubiquen en la tipologia de cales “fluvio-estructurals”, tot i els retocs que les semidolines o col·lapses donen als falsos meandres de la cala. El retoc d'antuvi des Riuet no permet observar-hi des de 1956 la tipologia de tancament en cordó dunar i estany, pròpia de les grans cales, que segurament s'endinsava terra endins fins posicions properes a les veïnades coves dels Hams; encara ara hom cerca les estructures d'un port romà que se suposa que hi hauria d'haver i al que estaria lligat el derelict de “les llumetes” (MUNAR et al., 2016).

Pel que fa als aspectes climàtics, els voltants de les coves del Drac queden emmarcats en els trets característics del clima mediterrani sec subhúmit. Un marcat estiu eixut i un màxim de precipitació durant la tardor. Les temperatures mitjanes anuals estan al voltant dels 17°C, la temperatura mitjana del mes més càlid es situa entorn als 24°C i la del mes més fred tot just baixa als 10°C (AMENGUAL et al., 2009). Des del punt de vista pluviomètric la precipitació mitjana enregistrada és lleugerament superior als 400 mm i les precipitacions es concentren en els mesos de tardor amb una alta probabilitat d'episodis extrems (AMENGUAL et al., 2009). Tanmateix, a escala interanual, la distribució de les precipitacions és força variable i des que es compta amb estacions meteorològiques, en el context de Manacor i el llevant de Mallorca, s'han destacat quatre períodes secs, a meitat de la dècada dels quaranta, els anys centrals de la dècada dels seixanta, el període comprès entre 1981 i 1984 i el que abasta entre 1998 i 2001 (GRIMALT, 2002).

El paisatge vegetal està molt modificat: la zona més oriental és simplement urbana amb els creixements associats al nucli del Porto Cristo i l'abandonament de l'explotació agrària dels voltants de les coves ha permès que de 1956 s'expandís el pinar (*Pinus halepensis*) i una garriga baixa, a la franja més costanera, on predominen formacions arbustives esclerofil·les, principalment, amb ullastre (*Olea europea*) i mata (*Pistacia lentiscus*).

## L'entorn geològic

### *Estructura del llevant mallorquí*

L'estructura geològica mallorquina és el resultat de l'orogènia alpina que s'inicià a principis del cenozoic i que culminà en la nostra zona durant el langhià ja al miocè mitjà (GELABERT et al., 1992; SÀBAT et al., 2011). Com a resultat de l'apropament entre les plaques africana i euroasiàtica, bona part dels sediments marins carbonatats depositats durant el mesozoic a l'oceà Tethys foren comprimits, empesos cap el NW i aixecats donant com a resultat el conegut com a Promontori Balear, continuació vers el NE de les serralades Bètiques, del que les Balears en formen la part emergida. Aquesta estructuració d'escurçament resolta a base d'encavalcaments és la responsable dels relleus de les serres (serra de Tramuntana i serres de Llevant, a part d'algunes elevacions a la zona central de l'illa) que impliquen majoritàriament els materials mesozoics i bona part dels cenozoic fins el miocè mitjà. Posteriorment, té lloc un període de distensió (SÀBAT et al., 2011), que modela la fisiografia mallorquina en una sèrie de *horsts* (serres) i *grabens* (conques i depressions), essent aquestes darreres reblertes per la sedimentació terrígena, originada en els processos erosius que afecten els principals relleus, i un important desenvolupament de la sedimentació carbonatada (POMAR et al., 1983; POMAR, 1991; FORNÓS & POMAR, 1983) que dona lloc al desenvolupament de la plataforma tabular de la marina de Lluçmajor i marina de Llevant d'edat miocè superior. És en aquesta plataforma tabular carbonatada, especialment a la zona litoral on el desenvolupament dels processos càrstics adquireix la seva màxima representació en relació a les oscil·lacions del nivell marí.

### **Unitats miocenes de la plataforma de Llevant**

La plataforma carbonatada de Llevant està formada per una sèrie d'unitats que presenten unes característiques sedimentològiques (fàcies) força diferenciades tant des del punt de vista composicional com textural.

La **Unitat d'Esculls** fou definida inicialment per ESTEBAN (1979) i POMAR et al. (1983) en els espectaculars afloraments als penya-segats de la plataforma de Lluçmajor. Està constituïda per bioconstruccions esculloses atribuïdes al tortonià superior-messinià (BIZON et al., 1973), ALVARO et al., 1984; POMAR et al., 1996).

Aquests esculls es disposen horitzontalment formant una plataforma en la que es poden distingir quatre associacions de fàcies principals derivades de la geometria i arquitectura dels esculls. En general correspon a un escull barrera o de franja amb totes les seves fàcies associades: (i) fàcies de llacuna (*lagoon*) o reraescull (*back-reef*), d'extensió cap a terra, (ii) front d'escull o de coralls pròpiament dit, (iii) fàcies de talús i (iv) fàcies de plataforma oberta, aquestes dues darreres en direcció cap a conca oberta.

Les fàcies de la llacuna (*lagoon*) o reraescull (*back-reef*) estan formades per estrats horitzontals limitats per superfícies d'erosió, amb potències que oscil·len entre els 20 cm i els 3 m. A la part més propera a l'escull (lagoon extern o obert) predominen les clapes de coralls (*patch reefs*), amb diàmetres que poden arribar fins el 10 m. Entre les clapes d'escull apareix sediment bioclàstic de gra mida arena. La mida de les clapes i les colònies coral·lines disminueix amb la distància al front de l'escull. Les zones més distals de l'escull (lagoon intern o restringit) es caracteritzen per la presència d'arenas bioclàstiques, amb fragments de mol·luscs i foraminífers bentònics (alveolínids, sorítids i miliòlids). Localment, a les zones més internes, també apareixen sediments fins (*packstone*) amb traces d'arrels verticals (manglars), estromatòlits, crostes edàfiques (calitx) i paleosols. En algunes localitats els sediments llacunars calcaris passen en direcció a terra cap a dipòsits de tipus terrigen-siliciclàstic (argiles, llims i conglomerats) del **Complex Terrigen Marginal** (ESTEBAN, 1979), corresponents a ventalls deltaics i al·luvials.

Les fàcies de front d'escull estan constituïdes per calcàries i dolomies massives amb clara estratificació sigmoidal. El límit superior correspon normalment a una superfície d'erosió que, en direcció a conca, es correlaciona amb una superfície de conformitat. Els principals components són els coralls (*Porites*, *Tarbellastraea*, *Siderastraea*) en posició de vida, algues rodofícies, foraminífers, vermètids, briozous i serpúlids, presentant gran activitat d'organismes perforants (bivalves, cucs i esponges).

Les fàcies de talús es disposen per sota de les fàcies de front d'escull i per sobre les de plataforma oberta, presentant capes inclinades (cliniformes) amb cabussaments que van des de menys de 10° a la part distal fins als 30° a la part proximal. En general presenten una seqüència granocreixent, lligada a l'increment dels components derivats del front d'escull. Els components són principalment fragments de coralls, algues rodofícies (rodòlits), mol·luscs i equinoïdeus. Localment es troben constituïdes per capes de segments d'*Halimeda*.

Les fàcies de plataforma oberta estan formades per calcisilitites blanques fortament bioturbades amb foraminífers planctònics, equinoïdeus, pectínids i ostrèids d'aigües profundes (*Neopycnodonte*). Localment poden contenir abundants rodòlits i/o biostromes d'algues rodofícies. Es disposen en capes mal definides subhoritzontals o amb un suau cabussament cap a conca.

Aquesta unitat seria comparable a les unitats coral·lines (*Reef Unit* o *Reef Complex*) que apareixen a les plataformes carbonatades tortomessinianes marginals de la Mediterrània (ESTEBAN, 1996; POMAR et al., 1996; SAINT MARTIN, 1990; SAINT MARTIN & ROUCHY, 1990; CORNÉE et al., 2004).

Les fàcies biocalcarenítiques carbonatades de la Unitat d'Esculls, poden formar importants aquífers si se situen sobre la unitat del tortonià inferior de **Calcisilitites amb *Heterostegina*** (POMAR et al., 1983), de caràcter menys permeable i no visible en aflorament.

La presència de materials detrítics (margues ocràcies i conglomerats) corresponents a la unitat de **Margues de la Bonanova** (FORNÓS, 1983; FORNÓS & POMAR, 1983), depositats entre els la Unitat d'Esculls i la Unitat de Calcàries de Santanyí, només apareix quan ens aproximem als principals relleus de les serres situats als marges de conca. Cap a conca, aquests dipòsits es correlacionen amb una discontinuïtat (conformitat correlativa intra-messiniana) que els separa dels de la Unitat d'Esculls dels de la unitat de Calcàries de Santanyí (MAS, 2015).

La **Unitat de Calcàries de Santanyí (Complex Carbonàtic Terminal)** definida per FORNÓS & POMAR (1983) es correspon amb el Complex Carbonàtic Terminal d'ESTEBAN (1979, 1996) a nivell de la Mediterrània. La seva potència és variable, sense sobrepassar els 30 m. El seu límit inferior està constituït en els marges de conca per una superfície erosiva desenvolupada sobre les Margues de la Bonanova o el substrat anterior, passant cap a centre de conca a una conformitat correlativa a sostre de la Unitat d'Esculls, mentre que el seu límit superior ho constitueix un canvi bruscat als dipòsits *Lago Mare* o una nova superfície erosiva mitjançant la que se sobreposen els pliocens (MAS, 2015).

Aquesta unitat està relacionada amb la *Crisi de Salinitat Messiniana* i litològicament està composta per dipòsits carbonatats litorals, formats per llims carbonatats, *grainstones* oolítics i microbialites (estromatòlits



i trombòlits). Correspon a una seqüència transgressiva desenvolupada en un ambient restringit de fácies evaporítics, manglars, llacunes i bancs d'arena (FORNÓS, 1983; FORNÓS & POMAR, 1983). A la zona de la plataforma de Santanyí, la Unitat de Calcàries de Santanyí se situa directament sobre una discontinuïtat intra-messiniana a sostre de la Unitat d'Esculls, que pot estar localment carstificada.

Les fàcies Pont d'Inca (GARCÍA-YAGÜE & MUNTANER, 1968; POMAR et al., 1983) es caracteritzen per una forta diagènesi que afecta localment a sostre les Calcàries de Santanyí, arribant a afectar fins i tot alguns trams erosionats de la Unitat d'Esculls, en forma de forta recristal·lització, nivells de sílex, dissolució i gran porositat, proporcionant uns colors obscurs als materials afectats. Alguns autors (POMAR et al., 1983) indiquen que les fàcies Pont d'Inca podrien estar relacionades amb condicions de hipersalinitat.

La unitat fini-messiniana **Formació ses Olles** (MAS, 2014) i les unitats del Pliocè marí (**Calcisiltites de Son Mir** i **Calcarenites de Sant Jordi**, POMAR et al., 1983) no afloren a la plataforma de Llevant, possiblement com a conseqüència de la forta erosió messiniana (discontinuitat fini-messiniana) i/o erosió posterior.

### ***Estratigrafia i sedimentologia del voltants de les coves del Drac***

Les observacions realitzades als penya-segats, des de la bocana del port de Manacor (punta des Pelats, UTM 528897-4376639) fins a cala Murta (UTM 528535-4375944), conjuntament amb la informació obtinguda a partir de la pedrera Santa Bàrbara (UTM 527912-4376583), ubicada just a 600 m al NW de l'entrada de les coves del Drac, ens permeten establir la estratigrafia dels voltants de la cavitat que en bona part correspon a les fàcies de plataforma i talús fins al front d'escull de la **Unitat d'Esculls**.

Localment i de forma sintètica, des del nivell del mar fins a l'altura de les primeres edificacions del casc urbà, es poden observar (Figura 3A):

a) 8-10 m de calcisiltites i calcarenites blanques (*packstone-wackestone*) amb força bioturbació per galeries tipus *Thalassinoides* i algun equinoideu detritívor (Figura 3B). Es disposen en capes mal definides,

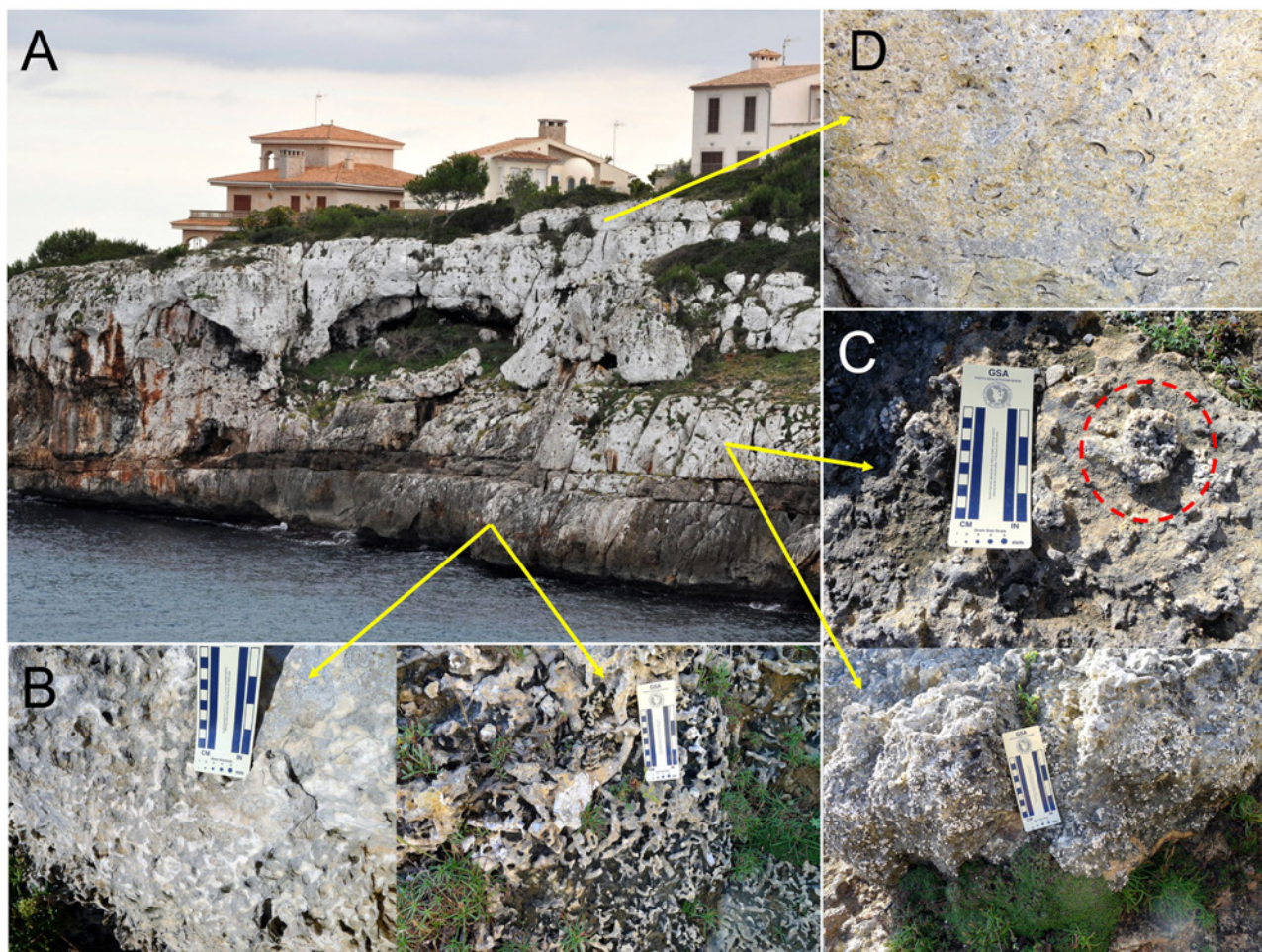


Figura 3: A: Vista general de les fàcies de la Unitat d'Esculls al penya-segats del sector de migjorn de la bocana de cala Manacor; B: Detall dels nivells inferiors de plataforma amb forta bioturbació; C: Detall del nivell intermedi de talús amb rodofícies i rodòlits; D: Detall dels nivells superiors proximals amb motlles de bivalves.

Figure 3: A: General view of Reef Unit facies present in the southern entrance cliffs of Cala Manacor; B: Detail of the platform lower levels showing a well-developed bioturbation; C: Detail of the intermediate slope level showing red algae and rhodoliths; D: Detail of the upper proximal levels showing bivalve casts.



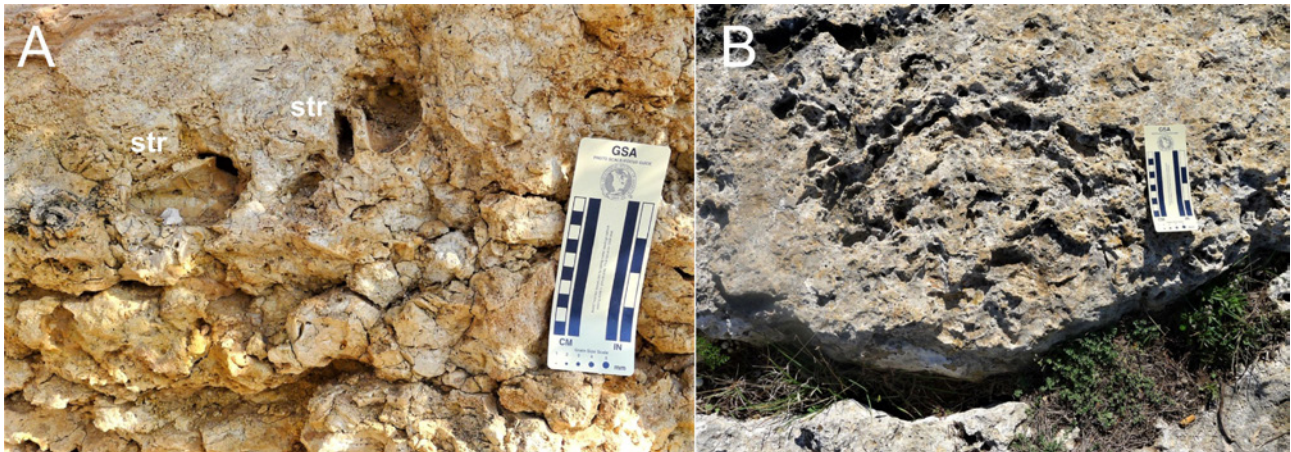


Figura 4: Nivells superiors proximals (front d'escull) de la Unitat d'Esculls. A: Lumaquel·la de motlles de mol·luscs, en la que es poden diferenciar motlles del gasteròpode *Persististrombus coronatus* (Defrance, 1827) (str); B: Corall (*Porites* sp.) aïllat.

Figure 4: Proximal upper levels (reef front) of the Reef Unit. A: Mollusc coquina casts. Notice the presence of *Persististrombus coronatus* (Defrance, 1827) (str) gastropoda; B: Isolated (*Porites* sp.) coral.

subhorizontals o amb suau cabussament (*clinoforms*). La capa superior, d'uns 0,5-0,7 m de potència, presenta forta carstificació amb inclusió de llims vermells i colades, el que fa que sembli millor definida. Corresponen a facies *foramol* de plataforma oberta o talús distal.

b) 4-5 m de calcisiltites i calcarenites (*packstone-grainstone*) amb abundants fragments de rodofícies i rodòlits complets. Contenen equinoïdeus detritívors i alguns bivalves (*Amusium* sp.). Corresponen a facies de talús *rodalgal*.

c) 10 m calcarenites (*grainstone*) amb motlles de bivalves (Figura 3D), que cap a sostre passen cap a una lumaquel·la (*rudstone*) de motlles de mol·luscs (Figura 4A) i fragments d'algues calcàries (Figura 4A), amb presència esporàdica d'alguna colònia de corall (*Porites* sp.) aïllada (Figura 4B). Entre els mol·luscs destaquen principalment els gasteròpodes, com *Persististrombus coronatus* (Defrance, 1827) i els bivalves. Cap a sostre el conjunt es troba fortament afectat per activitat perforadora d'organismes litòfags (*Entobia* isp., *Lithodomus* isp.). Corresponen a facies proximals de màxima energia (front d'escull).

La pedrera Santa Bàrbara, situada un poc més a l'interior que les coves, es troba avui per avui inactiva, però fins fa poc s'hi explotà *marès* blanc del tortonià-messinià (Litotipus T2; MAS, 2017). A la base de la mateixa es pot observar un *marès* format per calcisiltites i calcarenites blanques (*packstone-wackestone*) amb força bioturbació per galeries tipus *Thalassinoides* i algun equinoïdeu detritívor, que es poden correlacionar amb els nivell inferior (a) dels penya-segats.

En conjunt, la sèrie miocena correspon a una seqüència normal regressiva (FSST, *falling-stage systems tract*), desenvolupada per complet durant la deposició de la Unitat d'Esculls, que passa de facies distals profundes (talús-plataforma) a facies proximals de màxima energia del front d'escull. Encara que no observable en la zona d'estudi, aquesta seqüència resta probablement, sobre les **Calcisiltites amb *Heterostegina***.

#### ***Els dipòsits pleistocens (eolianites)***

Un dels fets característics observable a la zona costanera és la presència de pedreres (MAS, 2013) que han estat explotades per a l'extracció de *marès* i que constitueixen els dipòsits més recents de la zona estudiada. Es tracta d'acumulacions presents de forma intermitent de calcarenites depositades per l'acció del vent (eolianites). Encara que són presents en acumulacions relativament importants (racó de ses Pedreres, ses Pedreres (Figura 5), racó des Morro), també són visibles com a pegats incipients que queden després de l'erosió marina a la zona, per exemple, a s'Enterrossall o davall de la torre des Serral dels Falcons, entre d'altres.

Les eolianites estan formades per arenas carbonatades amb mida de gra de fina a gruixada i composta pràcticament en la seva totalitat per bioclasts d'origen marí amb abundants peloides. La presència dels elements terrígens, normalment alguns grans de quars i altres litoclasts carbonatats, es pot considerar testimonial. Aquests dipòsits mostren una marcada laminació mil·limètrica que mostra cabussaments asimptòtics a la base que oscil·len en valors que van des dels 15° als 30°.

L'acumulació eòlica, formada per una calcarenita composta per restes bioclàstiques, mostra una deposició molt condicionada per la morfologia prèvia del basament tal i com ho mostren les estructures sedimentàries presents. Aquest basament, sia el penya-segat, sia la depressió formada per un paleocol·lapse





Figura 5: Eolianites pleistocenes adossades al penya-segat format pels materials del miocè superior a la zona de ses Pedreres.  
Figure 5: Cliff-front pleistocene aeolianites related to the miocene deposits at Ses Pedreres.

miocè, és el condicionant de l'atrapament de l'arena i del desenvolupament de la duna o sistema dunar. La direcció de les laminacions seria molt variable doncs, atenent a la paleotopografia original existent en el moment de la deposició.

A part d'això, puntualment s'hi observen estructures d'arrels i icnites de *Myotragus* que deformen les laminacions. Per similitud amb dipòsits similars que mostren totes les mateixes característiques, i que es localitzen per tot el litoral oriental mallorquí (CLEMMENSEN et al., 2001; FORNÓS et al., 2002, 2009), considerem que aquests dipòsits corresponen al pleistocè superior.

## Paleocarst

Un dels fets més rellevants i a la vegada espectaculars que afecten als dipòsits del miocè superior de la zona oriental de Mallorca, són els paleocol·lapses càrstics (FORNÓS, 1999; GINÉS, 2000; ROBLEDO, 2005). Es tracta del col·lapse de cavitats inicialment formades dins de les facies de la unitat escullosa, preferentment relacionades amb el front escullós o zones amb presència abundant de coralls com puguin ser les del lagoon extern. El col·lapse de les cavitats afavorides per la dissolució preferent de la mineralogia aragonítica dels coralls, que té lloc abans, durant i després de la deposició de les Calcàries de Santanyí, dóna lloc a disposicions molt variables. Aquestes van: (a) des d'una simple flexió (subsidiència) de les capes inferiors de les Calcàries de Santanyí (nivells de manglar i altres nivells margosos i de laminites microbials) i el seu posterior rebliment fossilitzant el depocentre; (b) una flexió similar però amb formació de bretxes amb major o menor desenvolupament; o bé (c) a la bretxificació de tots els nivells implicats, amb la tendència al rebliment de la cavitat subjacent creada.

Al llarg de la costa hi destaquen nombrosos exemples d'aquest procés que tingué lloc al miocè terminal i que són especialment visibles a la zona de Mondragó i a Portocolom (GINÉS, 2000).

A la zona costanera propera a les coves del Drac els fenòmens paleocàrstics hi són evidents (Figura 6). A la zona de s'Enterrossall tota la seqüència miocena aflorant està fortament bretxada. Les bretxes estan formades per grans clastos que presenten un grau d'arrodoniment molt baix i una elevada heterometria,





Figura 6: Els paleocol·lapses càrstics a la zona litoral del les coves de Drac. A: Bretxes monomíctiques al racó des Morro; B: Bretxes degudes al paleocol·lapse i rebliment detrític càrstic posterior a la riba meridional de cala Murta; C: detall de les bretxes associades al paleocarst a la riba septentrional de cala Murta; D: depressió deguda a un paleocol·lapse càrstic, posteriorment reblida per una duna pleistocena al morro de sa Carabassa.

Figure 6: Karst paleocollapses in the littoral area of Coves del Drac. A: Monomictic breccias at Racó des Morro; B: Paleokarst collapse breccia with a posterior detritic karstic filling in the northern walls of Cala Murta; C: Detail of breccias associated to paleokarst features in the northern side of Cala Murta; D: Depression originated by a karstic paleocollapse and subsequently filled by pleistocene aeolianites at Morro de sa Carabassa.

insinuant-se parcialment un lleu encaix en el que seria l'estratificació original (Figura 7). El contacte de les bretxes amb el substrat encaixant no sempre és nítid. Entre les bretxes s'hi observa matriu llimosa vermella probablement resultat de la infiltració posterior de material procedent del sòl. L'estructura més dèbil de la brexificació ha afavorit en aquest punt l'acció erosiva de la dinàmica marina que ha format una petita cala de forma circular que s'endinsa uns 40 m i té una obertura màxima de 25 m. A la zona del racó des Morro hi trobem una altra petita cala també desenvolupada a favor d'un conjunt de paleocol·lapses que afecten també a la zona des morro de sa Carabassa (Figura 6D). En aquest punt, concretament a l'istme que separa el morro, hi trobem una gran depressió causada per un col·lapse molt més important que els descrits anteriorment en el que l'encaix amb el dipòsits del substrat queda clarament delimitat en el seu contacte occidental per una fractura de direcció 135° que marca clarament l'esfondrament del mateix. Aquesta depressió ha estat reblerta posteriorment per una característica duna pleistocena adossada al penya-segat, al racó de sa Pedrera (Figura 6D).

Un cas complex que no hem pogut aclarir, fa referència a la cova des Coloms situada just davall de sa torre de cala Manacor. Encara que des de la mar la forma suggereix la presència d'una cova marina formada per l'erosió diferencial del flanc d'un típic col·lapse intramiocè, com és el cas de les descrites per GINÉS (2000), el fet de la no implicació de les fàcies del Complex Terminal i l'aparent estratificació horitzontal en el que seria el con de depressió (FORNÓS, 1999), ens fan desestimar aquest fet.

A la zona de cala Murta s'hi observen fins a tres paleocol·lapses alineats en la mateixa direcció d'obertura de la cala (125°). En aquest cas es tracta de col·lapses més localitzats amb poc desenvolupament horitzontal que supera escassament els 50 m de diàmetre en planta, encara que algun d'ells mostra una certa coalescència. Estan formats per bretxes monomíctiques (Figura 6C) formades per clastes heteromètrics i subangulosos, que no arriben a ser superiors al metre de diàmetre el més grossos a diferència dels observats al racó des Morro. La presència de matriu formada per llims vermellosos és important, i hi destaca en un d'ells, localitzat a la riba dreta de la cala, un rebliment detrític càrstic posterior important. És freqüent la presència de dipòsits d'espeleotemes.



Un cas molt diferent, i molt més espectacular és el paleocol·lapse que es pot veure a s'Enterrossall de cala Murta (Figura 7A). Descriu per primera vegada per FORNÓS (1991), correspon a un gran col·lapse delimitat parcialment per fractures formades durant l'esfondrament que impliquen a la part superior de la seqüència miocena (el Complex Terminal o Calcàries de Santanyí) en el seu rebliment.

Es tracta d'un aflorament d'uns 60 m de llargada per 45 m d'amplada en planta en el que s'hi observa inclòs dins d'un paquet de bretxes molt heteromètriques una bona part de la seqüència atribuïble al miocè terminal o Calcàries de Santanyí, que no afluïren en tota aquesta zona de cala Manacor. El col·lapse es pot considerar complex, des del punt de vista de la seva formació i evolució, probablement amb més d'una etapa. En una d'elles el col·lapse hauria provocat l'esfondrament de la unitat superior, que mostra una potència aproximada de 9 m, i en la que són visibles amb una bona estratificació lleugerament basculada, les subunitats deposicionals de les Calcàries de Santanyí (complex de manglar, nivells amb estromatòlits i grainstones oolítics amb abundants estructures sedimentàries). Això constitueix un cas excepcional de preservació dins d'un carst dels fenòmens d'erosió d'una seqüència sedimentària.

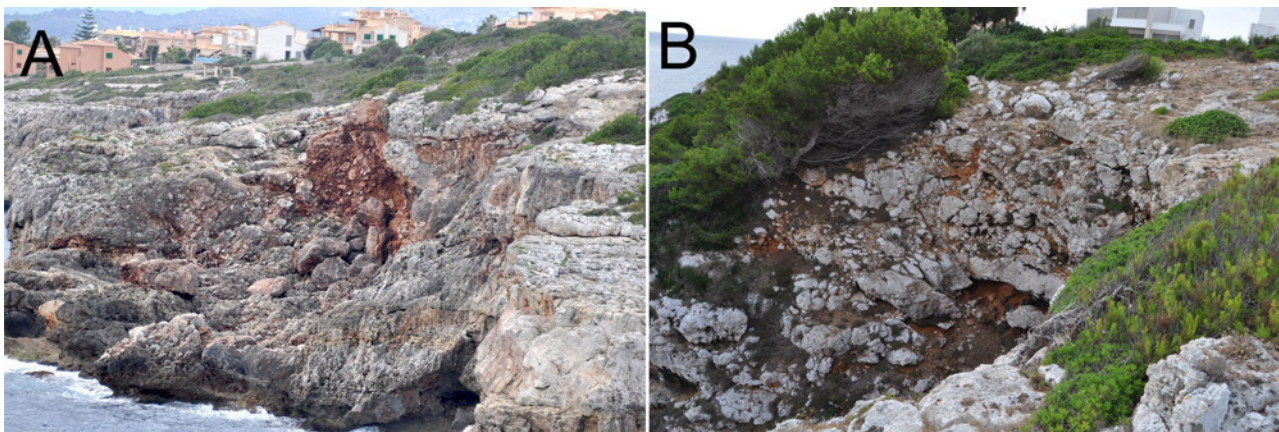


Figura 7: A: S'Enterrossall de cala Murta, correspon a un paleocol·lapse càrstic miocè reblert per la seqüència del Complex Terminal (Calcàries de Santanyí). B: Aspecte de les bretxes de la Unitat d'Esculls a s'Enterrossall.  
 Figure 7: A: S'Enterrossall of Cala Murta, corresponds to a miocene karstic paleocollapse filled by the Terminal Complex sequence (Santanyí Limestones). B: Breccia deposits from the Reef Unit at s'Enterrossall.

## Paràmetres estructurals

Les característiques de les unitats miocenes, que mostren la seva disposició horitzontal original amb un lleuger pendent deposicional progradant cap el SE (140°), no semblen indicar cap tipus de deformació estructural tectònica digna de menció. Malgrat tot, al llarg de tota la zona estudiada s'han pogut observar algunes petites fractures i una abundant diaclasió molt incipient i sense pràcticament cap tipus de desplaçament. Hem de recordar que aquests dipòsits pertanyents al miocè superior són considerats post-tectònics en relació al principal episodi compressiu que va configurar les Balears, amb el seu màxim ocorregut durant el miocè mitjà (langhià). Amb posterioritat, Mallorca només ha sofert fenòmens distensius (SÀBAT et al., 2011), si bé, alguns autors (GIMÉNEZ & GELABERT, 2002; GIMÉNEZ, 2003; MAS et al., 2014) han indicat que a partir del pliocè aquest règim extensiu-distensiu s'hauria acabat i ha estat substituït per nou règim de tipus direccional.

Al llarg de tot el recorregut, especialment a la zona litoral s'han fet mesures de la microtectònica i, quan ha estat possible, també s'han mesurat les alineacions factibles en el traçat, tant de la costa (penya-segats, cales) com del desenvolupament de les galeries i conductes de les coves del Drac, d'acord amb la nova topografia detallada que s'està realitzant (ENSENAT et al., 2018).

A la Figura 8, es poden observar les principals direccions estructurals mesurades a partir de la microfissuració. La direcció predominant és NE-SW, amb una dispersió relativament petita. En línies generals en la geomorfologia de l'àrea d'estudi sembla força clar el control estructural tant de la línia de costa com de les cales, així com en la localització dels paleocol·lapses càrstics (Figura 2).

L'observació de la traça de possibles lineacions en el traçat de la topografia de la cova, sembla també indicar un lleuger control estructural de la mateixa, possiblement més emmascarat pel fet de l'abundància dels esfondraments (GINÉS & GINÉS, 1992, 2007; GRÀCIA, 2015) que formen les sales principals de les coves (Figura 9). Els conductes amb traçats lineals més clars, tots ells en la zona submergida de la cova,

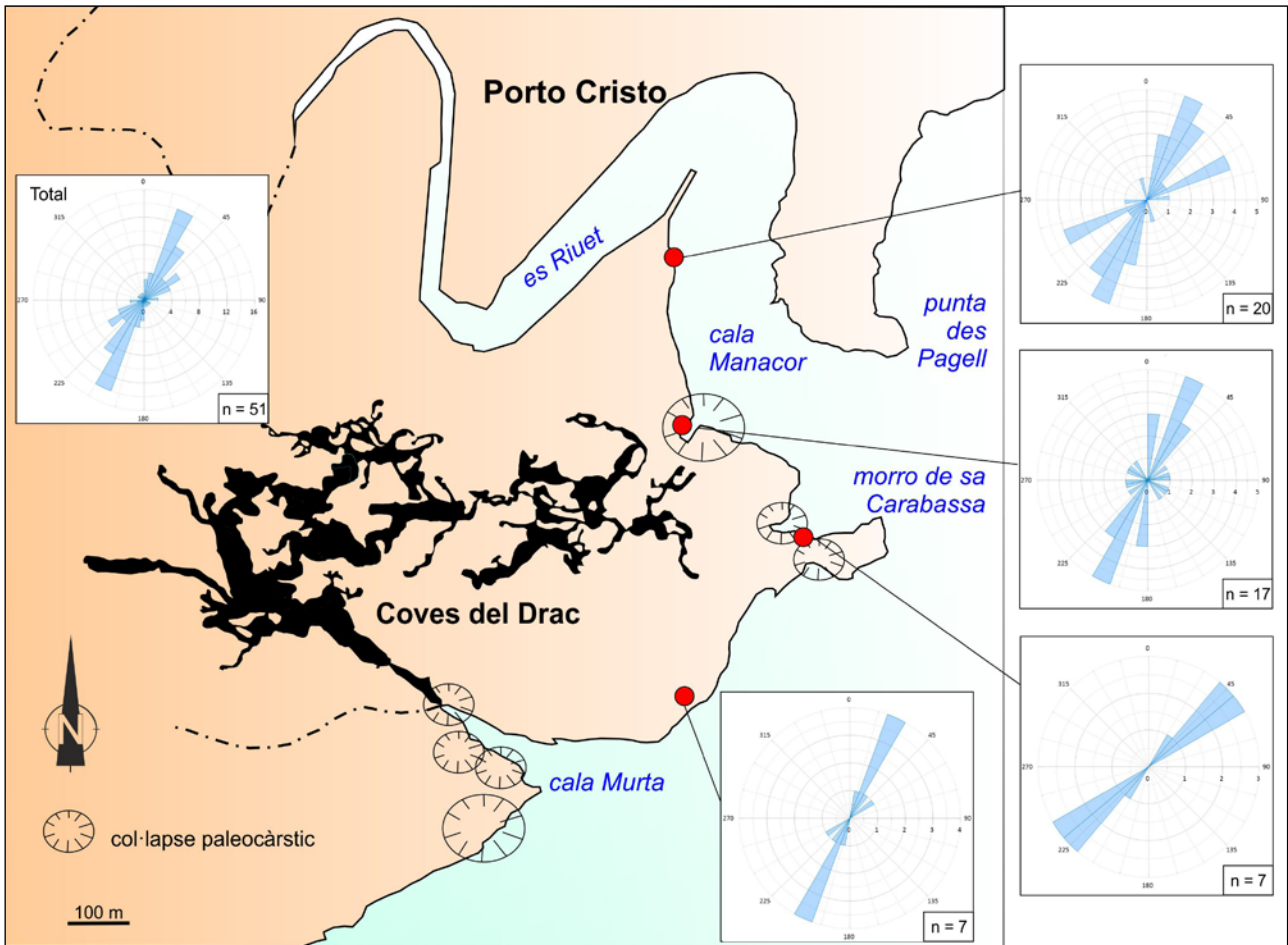


Figura 8: Principals alineacions estructurals predominants del diaclasament i microfracturació observats a la zona de les coves del Drac.  
 Figure 8: Main structural trends of joints and microfracturing present in the surroundings of Coves del Drac.

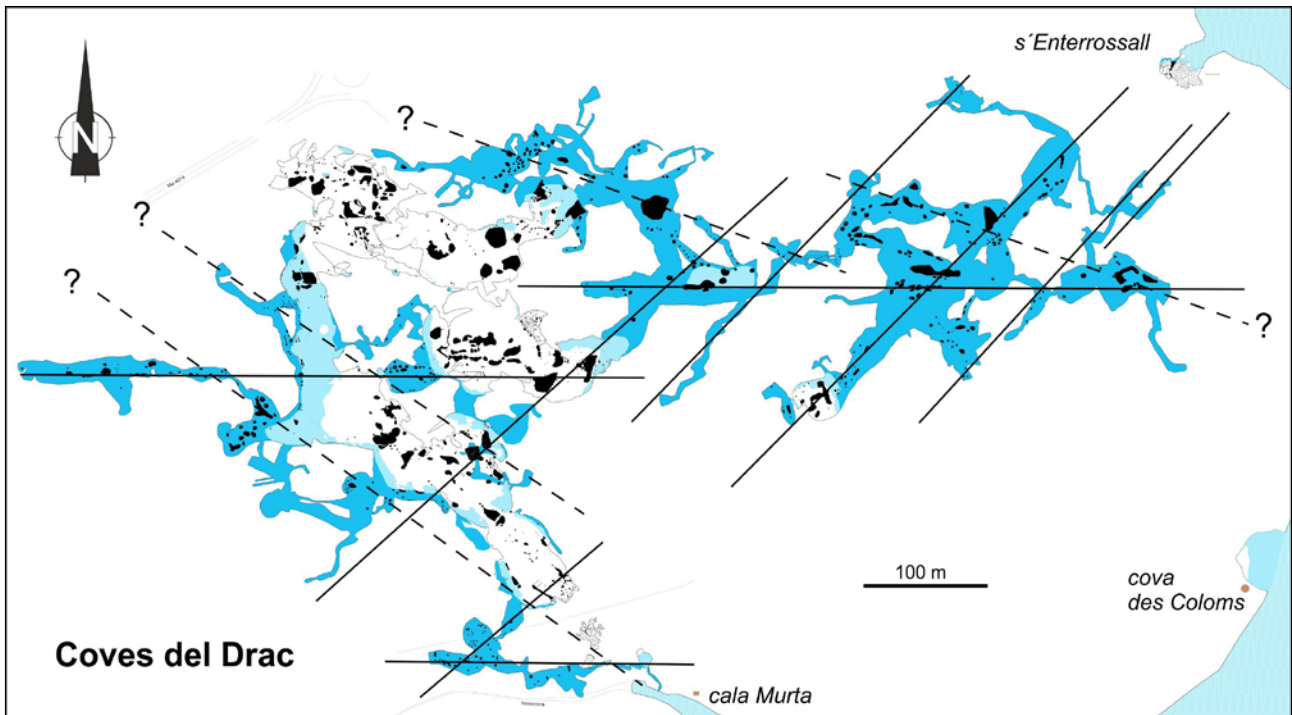


Figura 9: Principals lineacions estructurals deduïbles i suposades mitjançant el traçat geomorfològic de les coves del Drac i zones adjacents.  
 Base topogràfica SEB (Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 9: Main deduced structural trends from the geomorphologic outline of Coves del Drac topography and adjacent areas.  
 Topographic base SEB (Societat Espeleològica Balear).



segueixen una marcada direcció NE-SW (045°). La resta del traçat sembla estar lleugerament modulada per un altre grup de lineacions pràcticament perpendiculars a les anteriors (125°) i unes possibles lineacions W-E.

La línia de costa, especialment en el sector més meridional, també presenta un traçat força rectilini de direcció aproximada NE-SW (045°) advocant d'aquesta manera per un control estructural de la mateixa. Basta fixar-se també, a una escala un poc més ampla, amb el traçat del riu del port de Manacor per adonar-se de les ziga-zagues lineals que fa el mateix i que clarament indiquen la importància que segur ha tingut la fracturació, al nivell que sigui, en el seu traçat, direccions que per altre banda coincideixen grosso-modo amb les mesurades.

El mateix passa amb cala Murta, encara que en aquest cas sembla que el seu traçat ve donat per la coalescència de paleocol·lapses càrstics, possiblement també condicionats d'alguna manera per la fracturació prèvia (de direcció 135°); aquesta mateixa direcció coincideix amb la traça que uniria s'Enterrossall amb els col·lapses del racó des morro de sa Carabassa.

## El paper de la geologia en la morfogènesi de les coves del Drac

Resulta evident que qualsevol estudi que vulgui centrar-se en la morfogènesi d'una cavitat càrstica haurà de tenir present els aspectes geològics, tant pel que fa al substrat (quasi sempre carbonatat), com l'estructura i disposició de les diferents unitats sedimentàries sobre les quals s'hi desenvolupa. El paper de la litologia i l'estructura del carst a les coves mallorquines ha estat tractat de forma general (FORNÓS & GELABERT, 2011) però fins a la data, són pocs els estudis centrats en les coves del Drac que hagin tingut present els paràmetres geològics, llevat d'alguns aspectes relacionats amb la composició litològica (i/o química) de la roca o alguna direccionalitat estructural més o menys aparent. Malgrat des del segle XIX ja hi ha treballs científics que descriuen la cavitat, no hi ha cap treball específic que abordi aquest punt més que d'una manera generalista o de passada (*vid.* MARTEL, 1896; FAURA I SANS, 1926; entre d'altres). Ja en època més recent, altres autors hi aporten els trets fonamentals tot tenint en compte els processos espeleogenètics (GINÉS & GINÉS, 1992, 2007; GRÀCIA, 2015;). En aquest mateix sentit, cal destacar l'extens treball sobre l'espeleogènesi de la cavitat de GINÉS et al. (2018).

A part de la importància que té l'estructura, que ja hem comentat anteriorment, cal fer un parell de comentaris addicionals sobre el paper en la morfogènesi de la cavitat de l'estratigrafia i del paleocarst que afecta als materials del miocè superior.

### *Implicacions de l'estratigrafia*

La morfologia actual de la cova sembla no tenir un condicionant litològic clar relacionat amb les característiques texturals i de permeabilitat de la roca, donat el seu estat evolutiu de maduresa en el que predominen les formes degudes als esfondraments dels conductes primigenis afavorits, en darrer cas, pels plans d'estratificació (sempre horitzontals, o seguint una lleugeríssima inclinació deposicional en direcció a la mar) i una feble diaclasació.

En qualsevol cas podem dir que els nivells superiors (sostre) visibles a l'entrada de les coves es corresponen amb fàcies de nivells calcarenítics proximals amb motlles de bivalves (Figura 10A i A') que passen, endinsant-nos en la cavitat, a nivells de talús *rodalgal* amb rodòlits i equinoderms detritívors (Figura 10B i B') amb una mida de gra mitjana lleugerament inferior (calcarenites/calcisiltites). Tanmateix, ambdues unitats presenten una elevada porositat primària, la qual cosa implica una bona permeabilitat.

En aquest sentit cal tenir en compte que les fàcies biocalcarenítics carbonatades de la Unitat d'Esculls poden formar importants aquífers si se situen sobre la unitat inferior menys permeable, com les fàcies calcilitíques de plataforma externa de la mateixa Unitat d'Esculls o la Unitat de Calcisiltites amb *Heterostegina* (tortonià inferior) o altres formacions anteriors de caràcter impermeable (margocalcàries de l'eocè o basament mesozoic), com és el cas que ens ocupa encara que no siguin directament visibles en la zona estudiada però que sí formen part del subsòl on s'hi assenten.

Així, sembla que per damunt del lleuger control de l'estructura, la relativa uniformitat textural de la roca, afavoriria el flux difús tant de la infiltració de l'aigua de precipitació, com l'escolament regional subterrani de l'aquífer miocè (GINÉS et al., 2018). La presència d'una estratificació d'ordre mètric, també marcaria els principals punts de debilitat que permeten entendre el procés d'espeleogènesi de la cova.

### *Implicacions del paleocarst*

A l'interior de les coves del Drac, al contrari del que passa clarament a la costa on els paleocol·lapses càrstics hi són ben evidents, no s'ha pogut constatar ni s'hi han trobat evidències de la seva presència,

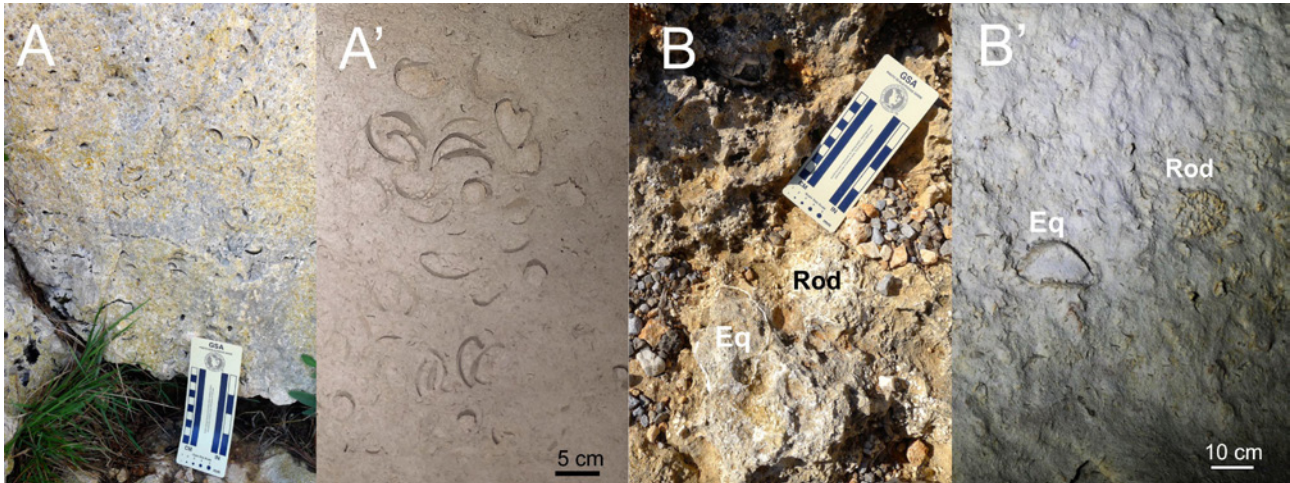


Figura 10: Correlació de fàcies observades als penya-segats (A, B) amb les observades al sostre de l'entrada de les coves del Drac (A', B'), corresponents a fàcies proximals amb motlles de bivalves (A, A') i fàcies de talús rodalgal amb rodòlits (rod) i equinoïdeus (eq) (B, B').  
 Figure 10: Relation of the observed facies at the cliff littoral outcrops (A, B) and the ones present at the Coves del Drac entrance, showing the proximal facies with bivalve casts (A, A') and the slope rhodalgal facies with rhodoliths (rod) and echinoderms (eq) (B, B').

sia en forma de dipòsits de bretxes, sia en el basculament i/o deformació de les capes del miocè. A la zona litoral en canvi, els paleocol-lapses modelen clarament la morfologia de detall de la costa, donant evidents endinsades (“enterrossalls”), i controlant clarament la formació i, especialment, el desenvolupament de les cales (cala Murta, racó des Morro, racó de sa Pedrera) i, de retruc part dels processos sedimentaris posteriors durant el pleistocè (Ses Pedreres).

Malgrat tot, una visió global de la topografia de la cova sembla suggerir, al menys en la seva etapa d'espeleogènesi primerenca, un condicionament del flux subterrani, afavorit per la diaclasació i per unes direccions preferents de circulació probablement condicionades per la major porositat que presenten les bretxes dels paleocol-lapses miocens. Aquest fet sembla evident tant a la zona de s'Enterrossall, cap a on semblen dirigir-s'hi tant la *galeria dels Domassos* com la *galeria Despullada*, com la continuació de la *cova dels Francesos* en direcció cap el Dolç de cala Murta. Malgrat tot, les característiques del conductes originals, de forma probable, queden finalment desdibuixats per la progressió evolutiva de la cavitat en el seu estadi de maduresa amb la creació de grans sales per la migració per esfondrament dels conductes en la vertical (GINÉS et al., 2018).

## Agraïments

El present treball s'emmarca dins del projecte d'investigació del MINECO, CGL2016- 79246-P (AEI-FEDER, UE). Un agraïment molt especial per als propietaris, gestors i personal de les coves del Drac per les grans facilitats i amabilitats dispensades en tot moment durant el temps que ha durat la nostra recerca dins i fora de la cova. Agraïm a Ana Entrena i Joaquín Ginés els comentaris i suggeriments que de ben segur han millorat el text final, així com a Josep Juárez l'ajuda en la determinació d'algunes de les espècies de mol·luscs i a Miquel Àngel Gual, Juan José Ensenyat, Vicenç Pla i Biel Santandreu per les localitzacions compartides.

## Bibliografia

- ALVARO, M.; BARNOLAS, A.; DEL OLMO, P.; RAMÍREZ DEL POZO, J. & SIMÓ, A. (1984): El Neógeno de Mallorca: Caracterización sedimentológica y bioestratigráfica. *Boletín Geológico y Minero*, 95(1): 3-25.
- AMENGUAL, A.; BERGAS, P. & RIERA, I. (2009): *Escenaris de biodiversitat a Manacor*. Manacor, Ajuntament de Manacor. 72 pp.
- BIZON, G.; BIZON, J.J.; BOURROUILH, R. & MASSA, D. (1973): Présence aux îles Baléares (Méditerranée Occidentale) de sédiments “messiniens” déposés dans une mer ouverte à salinité normale. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Série D*, 277(12): 985-988.



- CLEMMENSEN, L.B.; LISBORG, T.; FORNÓS, J.J. & BROMLEY, R. (2001): Cliff-front aeolian and colluvial deposits, Mallorca, Western Mediterranean: a record of climatic and environmental change during the last glacial period. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 48: 217–232.
- CORNÉE, J.J.; SAINT MARTIN, J.P.; CONESA, G.; MÜNCH, P.; ANDRÉ, J.P.; SAINT MARTIN, S. & ROGER, S. (2004): Correlations and sequence stratigraphic model for Messinian carbonate platforms of the western and central Mediterranean. *International Journal of Earth Sciences*, 93: 621-633.
- ENSEÑAT, J.J.; GRÀCIA, F.; GINARD, A.; MASCARÓ, G.; SANTANDREU, G.; PÉREZ, J.; TRIAS, M.; FERNÁNDEZ, J.F.; BOVER, P.; CIRER, A.; PLA, V.; LÁZARO, J.C.; VICENS, D.; ANSALDI, D.; BASCUÑANA, F.X.; CLAMOR, B.; LOZANO, A.; PERELLÓ, M.À.; GUAL, M.À.; VIVES, M.À.; GAVIÑO, B.; GAMUNDÍ, P.; BONNÍN, M.; GRANELL, Á.; BETTON, N.; FRANGLÉN, N. & BORNEMANN, D. (2018): Nou plànol topogràfic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 65-76. Palma.
- ESTEBAN, M. (1979): Significance of the upper Miocene coral reefs of the Western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 29: 169-188.
- ESTEBAN, M. (1996): An overview of Miocene reefs from Mediterranean areas: general trends and facies models. In: FRANSEEN, E.K.; ESTEBAN, M.; WARD, W.C. & ROUCHY, J.M. (eds.) *Models for Carbonate Stratigraphy from Miocene Reef Complexes of Mediterranean Regions*. SEPM, Tulsa, Oklahoma, USA. Concepts in Sedimentology and Paleontology Series, 5: 3-53.
- FAURA I 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. (1983): *Estudi sedimentològic del Miocè terminal a l'illa de Mallorca*. Tesina de Llicenciatura. Universitat de Barcelona. 228 pp.
- FORNÓS, J.J. (1991): La Unitat Calcàries de Santanyí (Miocè superior) a la zona de Cala Murta (Marina de Llevant, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 34: 33-40.
- FORNÓS, J.J. (1999): Karst collapse phenomena in the Upper Miocene of Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Acta Geologica Hungarica*, 42(2): 237-250.
- FORNÓS, J.J. (2004): Morfologia costanera i processos litorals: el paper de la fracturació i el carst. In: FORNÓS, J.J.; OBRADOR, A. & ROSSELLÓ, V.M. (eds.) *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 201-212. Palma, Societat d'Història Natural de les Balears.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (2011): Condicionants litològics i estructurals del carst a les Illes Balears. *Endins*, 35: 37-52. Palma.
- FORNÓS, J.J. & POMAR, L. (1983): Mioceno superior de Mallorca: Unidad calizas de Santanyí ("Complejo terminal"). In: POMAR, L.; OBRADOR, J.; FORNÓS, J.J. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. (eds.), *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca)*. Guía de las excursiones. X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 1983. Grupo Español de Sedimentología. Palma de Mallorca, 177-206.
- FORNÓS, J.J.; BROMLEY, R.; CLEMMENSEN, L.B. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. (2002): Tracks and trackways of *Myotragus balearicus* Bate (Artiodactyla, Caprinae) in Pleistocene aeolianites from Mallorca (Balearic islands, western Mediterranean). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 180: 277–313.
- FORNÓS, J.J.; CLEMMENSEN, L.B.; GÓMEZ-PUJOL, L. & MURRAY, A.S. (2009): Late Pleistocene carbonate aeolianites on Mallorca, Western Mediterranean: a luminescence chronology. *Quaternary Science Reviews*, 28: 2697-2709.
- FORNÓS, J.J.; GÓMEZ-PUJOL, L.; ROSSELLÓ, V.M.; GELABERT, B.; SEGURA, F.; & PARDO-PASCUAL, J.E. (2017): Karst, acantilados y cales en el Migjorn de Menorca. In: GÓMEZ-PUJOL, L. & PONS, G.X. *Geomorfología litoral de Menorca: dinàmica, evolució i pràctiques de gestió*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 25: 283-296. Palma.
- FREEMAN, R.; SÀBAT, F.; LOWRIE, W. & FONTBOTÉ, J.M. (1989): Palaeomagnetic results from Majorca (Balearic Islands, Spain). *Tectonics*, 8: 591-608.
- GARCIA-YAGÜE, A. & MUNTANER, A. (1968): *Estudio hidrogeológico del llano de Palma*. Ministerio de Obras Públicas. D.G.O.P. i S.G.O.P. 3 toms. Madrid.
- GELABERT, B.; SÀBAT, F. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. (1992): A structural outline of the Serra de Tramuntana of Mallorca (Balearic Islands). *Tectonophysics*, 203: 167-183.
- GIMÉNEZ, J. (2003): Nuevos datos sobre la actividad post-Neógena en la Isla de Mallorca. *Geogaceta*, 33: 79-82.
- GIMÉNEZ, J. & GELABERT, B. (2002): *Análisis de la actividad tectónica reciente en la isla de Mallorca*. III Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica, Valencia, Vol 1: 390-394.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes històrics y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20. Palma.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67. Bologna, Itàlia.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el Levante de Mallorca: una aproximació al conocimiento de su morfogènesis y cronología*. Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears. 595 pp.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2018): Aspectes històrics i bibliogràfics de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 21-47. Palma.

- GINÉS, J.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F. & FORNÓS, J. J. (2018): L'espeleogènesi de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): evolució dels coneixements i interpretació actual. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 141-163. Palma.
- GÓMEZ-PUJOL, L.; GELABERT, B.; FORNÓS, J.J.; PARDO-PASCUAL, J.E.; ROSSELLÓ, V.M.; SEGURA, F. & ONAC, B.P. (2013): Structural control on the presence and character of cales: observations from Balearic Islands limestone rock coasts macroforms. *Geomorphology*, 194: 1-15.
- GRÀCIA, F. (2015): *Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del llevant i migjorn de Mallorca*. Tesi Doctoral. Programa de Doctorat de Geografia, Universitat de les Illes Balears. 984 pàgs. Inèdit.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J. & VICENS, D. (2011): Relació genètica i hidrològica entre coves, cales i altres entrants al Migjorn de Mallorca *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 54: 161-176. Palma.
- GRIMALT, M. (2002): Sequeres a Manacor i llevant de Mallorca (1941-2001). *El segle XX a Manacor: II Jornades d'Estudis Locals de Manacor*: 131-146. Manacor, Ajuntament de Manacor.
- GUIJON, M. & CABRER, M.A. (2005): Recull toponímic en el municipi de Manacor. In: FERRER, A. & SALAS, M. (coords.) *Espai, fet urbà i societat a Manacor*. III Jornades d'Estudis Locals. Ajuntament de Manacor, 393-408, Manacor.
- MARTEL, E.A. (1896): Sous Terre (neuvième campagne). Cueva del Drach, a Majorque - Scialets du Vercors - Chouruns de Dévoluy. *Ann. Club Alpin Français*, 23ème année. 368-413 + 1 plànol. París.
- MAS, G. (2013): La pedra de marès de Manacor: patrimoni natural i cultural. In: FERRER, A. & SALAS, M. (coords.) *(Manacor. Fets i Protagonistes VI)*. Ajuntament de Manacor. pp 443-465.
- MAS, G. (2014): Definició i caracterització de la Formació ses Olles (Lago Mare, Messinià terminal) a l'illa de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 6: 209-231. Palma.
- MAS, G. (2015): *El registre estratigràfic del Messinià terminal i del Pliocè a l'illa de Mallorca. Relacions amb la crisi de salinitat de la Mediterrània*. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears.
- MAS, G. (2017): Hacia una tipología de la piedra de marés de Mallorca. Concepto, caracterización y estratigrafía. *Boletín Geológico y Minero. Monográfico Piedra Natural: Geología, economía, medio ambiente y patrimonio arquitectónico*, 128(2): 301-328.
- MAS, G.; GELABERT, B. & FORNÓS, J.J. (2014): Evidencias de desplazamiento direccional de la falla de Sencelles (Mallorca, Islas Baleares). In: ÁLVAREZ-GÓMEZ, J.A. & MARTÍN GONZÁLEZ, F. (eds.): *Una aproximación multidisciplinar al estudio de las fallas activas, los terremotos y el riesgo sísmico. Segunda reunión ibérica sobre fallas activas y paleosismología, Lorca (Murcia, España)*. pp. 47-50.
- MUNAR, S.; DE JUAN, C.; MARTÍN, A. & RODRÍGUEZ, J. (2016): Ses llumetes: Excavación arqueológica subacuática de una nave romana del siglo I d.C. en la playa de Porto Cristo. In: ANGLADA, M.; RIERA, M. & MARTÍNEZ, A. (coords). *VII Jornades d'Arqueologia de les Balears*. Maó, 30 de setembre i 1 i 2 d'octubre de 2016: 217-224. Maó, Consell Insular de Menorca.
- POMAR, L. (1991): Reef geometries, erosion surfaces and high frequency sea-level changes, Upper Miocene Reef Complex, Mallorca, Spain. *Sedimentology* 38, 243-269.
- POMAR, L.; ESTEBAN, M.; CALVET, F. & BARÓN, A. (1983): La Unidad Arrecifal del Mioceno superior de Mallorca (Itinerario D). In: POMAR, L.; OBRADOR, J.; FORNÓS, J.J. & RODRÍGUEZ-PÉREA, A. (eds.) *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca)*. Guía de las excursiones, X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 1983. Grupo Español de Sedimentología, 139-175.
- POMAR, L.; WARD, W. C. & GREEN, D.G. (1996): Upper Miocene Reef Complex of the Lluçmajor area, Mallorca, Spain. In: FRANSEEN, E.; ESTEBAN, M.; WARD, W.C. & ROUCHY, J.M. (eds.). *Models for Carbonate Stratigraphy from Miocene Reef Complexes of the Mediterranean regions*. SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology Series, 5: 191-225.
- ROBLEDÓ, P.A. (2005): *Los paleocolapsos kársticos en las plataformas carbonatadas del Mioceno superior de Mallorca: análisis geográfico, genético, geológico y evolutivo*. Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears.
- ROSSELLÓ, V.M. (1995): Les cales, un fet geomòrfic epònim de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 38: 167-180.
- ROSSELLÓ, V.M. (2004): El litoral i les cales. In: FORNÓS, J.J., OBRADOR, A. & ROSSELLÓ, V.M. (eds). *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 177-200. Palma.
- ROSSELLÓ, V.M. (2005): Cala, una mesoforma litoral: concepte, models i aproximació morfomètrica. *Cuadernos de Geografía*, 77: 1-18.
- SÀBAT, F.; GELABERT, B.; RODRÍGUEZ-PÉREA, A. & GIMÉNEZ, J. (2011): Geological structure and evolution of Majorca: Implications for the origin of Western Mediterranean. *Tectonophysics*, 510: 217-238.
- SAINT MARTIN, J.P. (1990): Les formations récifales coralliennes du Miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. *Mém. Museum Histoire Naturelle Paris*. Sciences de la Terre, 56.
- SAINT MARTIN, J.P. & ROUCHY, J.M. (1990): Les plates-formes carbonatées messiniennes en Méditerranée occidentale: leur importance pour la reconstitution des variations du niveau marin au Miocène terminal. *Bull. Soc. Géol. France*, 6: 83-94.







# Nou plànol topogràfic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)

Juan José ENSEÑAT<sup>1</sup>, Francesc GRÀCIA<sup>1,2</sup>, Antelm GINARD<sup>1</sup>, Guillem MASCARÓ<sup>1</sup>, Gabriel SANTANDREU<sup>1</sup>, John Freddy FERNÁNDEZ<sup>1</sup>, Miquel TRIAS<sup>1</sup>, Joan PÉREZ<sup>1</sup>, Pere BOVER<sup>1</sup>, Antoni CIRER<sup>1</sup>, Vicenç PLA<sup>1</sup>, Juan Carlos LÁZARO<sup>1</sup>, Damià VICENS<sup>1</sup>, Davide ANSALDI<sup>1</sup>, Francesc Xavier BASCUÑANA<sup>1</sup>, Bernat CLAMOR<sup>1</sup>, Andrés LOZANO<sup>1</sup>, Miquel Àngel PERELLÓ<sup>1,3</sup>, Miquel Àngel GUAL<sup>1</sup>, Miquel Àngel VIVES<sup>1,3</sup>, Bernat GAVIÑO<sup>1</sup>, Pere GAMUNDÍ<sup>1</sup>, Moisès BONNIN<sup>1</sup>, Álvaro GRANELL<sup>1</sup>, Nicolás BETTON<sup>1</sup>, Nick FRANGLÉN<sup>1</sup> i Dirk BORNEMANN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Societat Espeleològica Balear. Palma. Email: [juanjo.ensenyat@gmail.com](mailto:juanjo.ensenyat@gmail.com)

<sup>2</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma.

<sup>3</sup> Explorextrem.

## Abstract

Since F. Will in 1880 made the first map of the Coves del Drac, the following stages of exploration brought forth new topographic surveys. The current underwater exploration has forced a complete revision of the cave and other surrounding minor cavities. Using up to date technology and methodology, the most complete and accurate topographic map is presented, drawn in plan and sections, with several derived metrics. This new topography allows us to estimate the development of the cave in 7,690 m, as well as the projected surface in 71,159 m<sup>2</sup>, of which 39,550 m<sup>2</sup> belong to underwater galleries and chambers; performing these topographic tasks required measuring 9,815 m of polygonals.

## Resumen

Desde que F. Will en 1880 realizase la primera topografía de las Coves del Drac, las siguientes etapas de exploración dieron a luz nuevos levantamientos topográficos. La actual exploración subacuática llevada a término ha obligado a una revisión completa de la cavidad y de otras cuevas menores circundantes. Utilizando la tecnología y metodología actuales se presenta el plano topográfico más completo y preciso realizado, dibujado en planta y secciones, junto con algunas métricas derivadas. La nueva topografía realizada permite evaluar el desarrollo de la cueva en 7.690 m, con una extensión proyectada en planta de 71.150 m<sup>2</sup>, de los cuales 39.550 m<sup>2</sup> corresponden a las galerías y salas subacuáticas; la realización de estas tareas topográficas ha requerido 9.815 m de poligonales.

Ensenyat, J.J. et al. (2018): Nou plànol topogràfic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca).  
Papers Soc. Espeleo. Balear, 1: 65-76. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear.  
Rebut: 9 juliol 2019; Revisat: 16 juliol 2019; Acceptat: 23 juliol 2019.  
Publicat online: 6 agost 2019.

## Introducció

En espeleologia considerem que el plànol topogràfic d'una cavitat ha de ser un exercici d'equilibri que té com a objectiu cobrir dos aspectes importants, un qualitatiu i l'altre quantitatiu. En primer terme, una topografia espeleològica ha de ser descriptiva, de manera que, interpretant correctament les convencions adequades, qualsevol persona es pugui fer una idea del que es trobaria al visitar la cavitat. A fi de fer-la comprensible, i sobretot en una cavitat de grans dimensions com la que ens ocupa, el topògraf ha d'escollir quins elements són prescindibles en favor de la llegibilitat i quins s'han de representar de manera obligada per tal de deixar constància dels trets principals i definitoris de l'àmbit subterrani. Tota topografia espeleològica té aquest caire subjectiu. En segon terme ha de ser precisa, no tan sols com a fidel representació d'un espai subterrani, sinó també com a base que faran servir ulteriors treballs en molt variades disciplines. La precisió vindrà determinada per la qualitat dels instruments utilitzats, però també per la metodologia emprada i el temps invertit en l'execució.

Tota topografia posa sobre la taula la primera etapa del coneixement que es pot adquirir sobre la cavitat, reflex de l'exploració realitzada fins aquell moment, que alhora és resultat dels mitjans tècnics i humans disponibles. Si en el segle XIX l'espeleologia subaquàtica era senzillament impensable no



és menys cert que els avanços en tècniques de progressió vertical, seguretat personal i sobre tot en il·luminació permeten també veure la cavitat amb altres ulls i trobar continuacions on abans podien passar fàcilment desapercebudes o considerar-se impracticables. Topografia i exploració van de la mà i ambdues de la tecnologia. En aquest sentit podem observar una evolució natural en les topografies preexistents de les Coves del Drac (GINÉS et al., 2018).

## La tècnica topogràfica

Vagi per endavant que no és l'objecte d'aquest treball explicar amb detall com es realitza el plànol topogràfic d'una cavitat. Hi ha disponible una extensa bibliografia al respecte per aprofundir al tema (MARTÍNEZ, 1992). En aquest escrit, tan sols esmentarem els conceptes fonamentals a fi d'il·lustrar per una part la motivació de fer una nova topografia d'aquesta coneguda cavitat i per altra la metodologia emprada a l'estudi actual que ens ocupa.

Tècnicament l'exercici de la topografia consisteix en relacionar posicionalment els elements de la cavitat, els límits, els accessos, els espeleotemes i altres accidents rellevants. Fixat un punt d'origen, es determina una posició mesurant la distància en línia recta i la orientació visual de l'altre, tant en el pla horitzontal com en el vertical (Figura 1). En un entorn com és el subterrani, la brúixola esdevé l'instrument primordial per mesurar les orientacions de la poligonal i d'aquesta manera el posicionament dels elements topogràfics requereix de la determinació del seu azimuth respecte del nord magnètic, a partir d'un origen arbitràriament fixat pel topògraf. Per aquest motiu, esdevé fonamental la presència sobre el dibuix tant de la orientació del nord magnètic com de la data de realització, sabut com és que la declinació magnètica és variant amb el temps. La projecció en planta i el desnivell de la distància rectilínia mesurada entre l'origen i el punt a referenciar habitualment es calcula mitjançant la trigonometria aplicada a l'angle indicat pel clinòmetre. Quan fem referència a aquest mètode, basat en la geometria esfèrica, en aquest treball l'anomenarem trigonomètric. No obstant això, en algunes circumstàncies pot ser més senzill mesurar el desnivell directament. Aquest és el cas de la topografia subaquàtica, on la pressió exercida per la columna d'aigua indica la profunditat en el punt on es col·loca el manòmetre que tot bussejador porta sempre a sobre com part fonamental de l'equip d'immersió. Així, de la simple aplicació del teorema de Pitàgores resulta la distància horitzontal. A aquest mètode, basat en la geometria cilíndrica, l'anomenarem mètode geomètric o de desnivells.

Històricament la tècnica topogràfica ha variat poc, basant-se en aquests dos esquemes de mesura. Observant-se només una continua millora dels instruments, des de la mesura de distàncies amb cordes als moderns sistemes LIDAR automatitzats (ZLOT et al., 2014) que proveeixen de representacions tridimensionals. Malauradament el cost econòmic d'aquests sistemes de nova generació els fa encara poc accessibles als grups de recerca espeleològica, a més de ser experimentals en l'àmbit subaquàtic (SCHILLER et al., 2016). De la mateixa manera fora del nostre abast està la recreació tridimensional a partir d'imatges estereoscòpiques (WEIDNER et al., 2017), una tècnica prometedora però encara lluny de ser utilitzable. Per aquest motiu la topografia que és motiu del present treball s'ha realitzat seguint la tècnica clàssica representant bidimensionalment la projecció en el pla horitzontal així com seccions i perfils verticals.

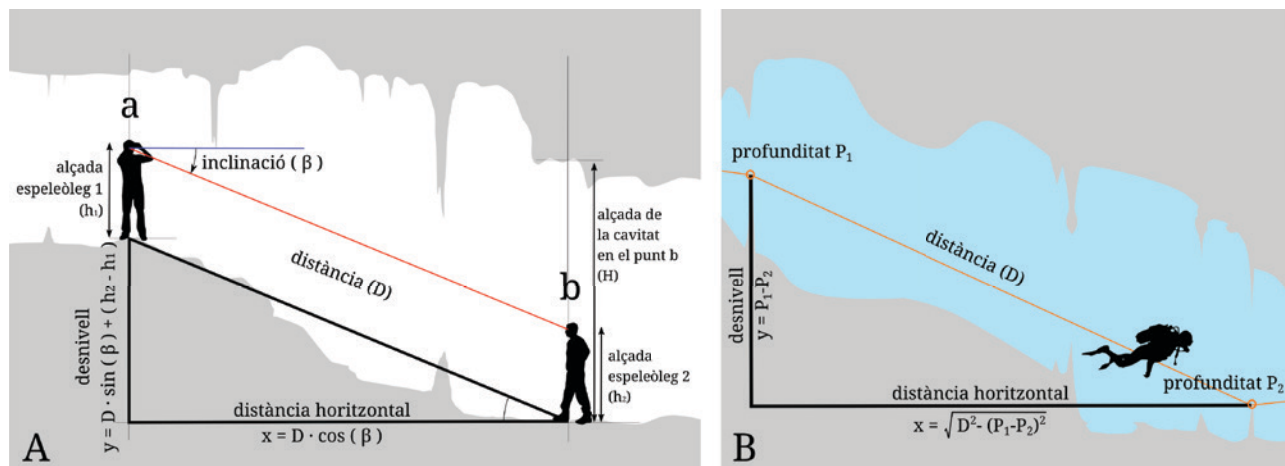


Figura 1: Esquemes i fórmules emprades en topografia espeleològica.  
Figure 1: Schemes and formulas used in cave topography.

## Les topografies precedents

És un fet que la topografia d'algunes cavitats s'ha actualitzat amb el pas del temps, bé per motius exploratoris, bé perquè la millora tecnològica deixava en evidència alguns defectes dels plànols aixecats prèviament. Una revisió exhaustiva de les topografies disponibles sobre les Coves del Drac es pot consultar a GINÉS et al. (2018), treball on s'inclouen reproduccions de qualitat dels productes cartogràfics que s'han anat publicant al llarg del temps; així mateix a GINÉS & GINÉS (2018), també dins aquesta mateixa monografia, es reproduïxen diferents versions posteriors de les topografies realitzades.



Figura 2: Plànol de F. Will amb les anotacions manuscrites d'É.A. Martel durant l'expedició de 1896 (Font: Arxiu personal d'Angel Ginés).  
 Figure 2: F. Will's plan with handwritten annotations by É.A. Martel during the expedition of 1896 (Source: personal archive of Angel Ginés).



No es tracta de manllevar ni mèrit ni importància als treballs que, amb esforç i perícia, elaboraren espeleòlegs precedents sinó d'anar un pas més enllà gràcies a la evolució de la ciència, la tecnologia i, en definitiva, els mitjans a l'abast, sempre amb l'esperit de la crítica constructiva. L'anàlisi del seu treball, des de la tècnica fins als resultats plasmats en el dibuix final, passant pel relat documentat de la corresponent exploració i els estudis que la segueixen, resulten de gran ajut a l'hora d'abordar la actualització del plànol topogràfic de qualsevol cavitat.

### **La topografia de F. Will (1880)**

No podem sinó lloar el treball de Friedrich Will (MADER et al., 2005), qui interrompent el seu treball d'entomòleg i tan sols equipat amb una brúixola, una cinta mètrica, unes canyes de 8 m i unes cordes obté un resultat sorprenent l'any 1880. Amb cinc dies de feina sobre el terreny presentà la primera topografia documentada de les Coves del Drac (GINÉS et al., 2018). Una topografia que no és perfecta, però els errors de la qual probablement siguin derivats de l'ús de rudimentaris instruments i no de la poca traça o mera imaginació de l'autor. Si és criticable algun aspecte, aquest és la falta d'evidències que suportessin la connexió entre tots els llacs, així com que no apareix indicació respecte de la posició del nord. Emperò la intuïció de que hi havia més cova que la que podia observar i que aquesta es trobava submergida, com es veurà, no ha resultat ser incorrecta del tot. D'aquesta topografia no ens consta l'aixecament de cap perfil o secció, havent-se publicat només el dibuix de la planta (WILL, 1880; HABSBURG-LOTHRINGEN, 1884; GAY & CHAMPSAUR, 1885). Els aspectes tècnics sobre la seva metodologia no han transcendit, més enllà de l'equipament emprat. Al no constatar l'ús del clinòmetre només podem conjecturar que s'ajustaria més aviat al mètode de desnivells.

### **La topografia d'É.A. Martel (1896)**

De fet és tan bo el resultat de Will que el mateix Édouard-Alfred Martel, 16 anys després i equipat amb instrumental més precís (brúixola amb ocular i nivell d'aigua, decàmetre i baròmetre aneroide), l'alaba i únicament hi realitza petites modificacions abans d'afegir els seus propis descobriments (MARTEL, 1896, 1903). Com es pot veure en la Figura 2, Martel fa ús d'un recurs molt utilitzat: basar-se en una topografia precedent i no partir de zero, citant-la com a font del seu treball. Martel usa el plànol de Will en la seva exploració, i afegeix anotacions de la seva pròpia mà, i descarta la idea de la connexió subaquàtica general tancant els límits del *llac Negre* i del *llac de les Meravelles*, el primer dia de la seva exploració. El dia següent l'haurà de substituir per un llac immens, el *llac Miramar*, real i navegable, tangible i no imaginat, com a continuació del *llac de la Gran Duquesa de la Toscana*, però desconnectat de la resta. Entre les modificacions encertades a la topografia de Will, hem de destacar les sales que només havien estat apuntades com *profunditats* [sic] en el sector d'*El Sagrario* a la *cova de Lluís Salvador* i el pas rere el *Teatro* a la *cova Blanca*. En canvi descarta tres petits accessos a la connexió subaquàtica entre el *llac de les Meravelles* i el de les *Delícies* en la *cova Blanca*, un dels quals ens sembla identificar amb el que condueix al que hem anomenat *llac d'en Will* per aquest motiu. La seva suposició de que alguns llacs poden estar connectats mitjançant sifons resulta parcialment encertada (*llac de les Delícies* – *llac Negre*, *llac de les Meravelles* – *Petita Platja*). I com es va evidenciar al final de la nostra exploració subaquàtica, es constata la connexió amb la mar a través del Dolç de Cala Murta, però no amb la Cova dels Coloms, que semblava la seva primera opció.

Resulta sorprenent, per més que aprofités la topografia de Will i que el dibuix de la *sala Louis-Armand* no passi de ser un esbós dibuixat en base a les indicacions del seu benvolgut ajudant, que el treball de camp de Martel es realitzés en tan sols 4 dies, del 9 al 12 de setembre de 1896. El seu mètode de treball és semblant al de Will, amb l'excepció de que, en aquest cas, sabem que utilitzà un altímetre per a determinar el desnivell (Figura 3). La brúixola ben anivellada podia ajudar en determinar punts corresponents a la mateixa alçada reduint l'error altimètric.

### **La topografia de R. Varo (1924)**

Hem d'esperar a la segona dècada del segle XX quan l'enginyer de mines Rodrigo Varo va aixecar una nova topografia, que aparegué publicada a l'obra de FAURA Y SANS (1926). I és que, com indica



Figura 3: Altímetre de butxaca - Tipus baròmetre aneroide. Fitzpatrick & Co, Melbourne, circa 1900 (Museums Victoria Collections). <https://collections.museumvictoria.com.au/items/1974454>

Figure 3: Pocket Altimeter - Aneroid Barometer Type.

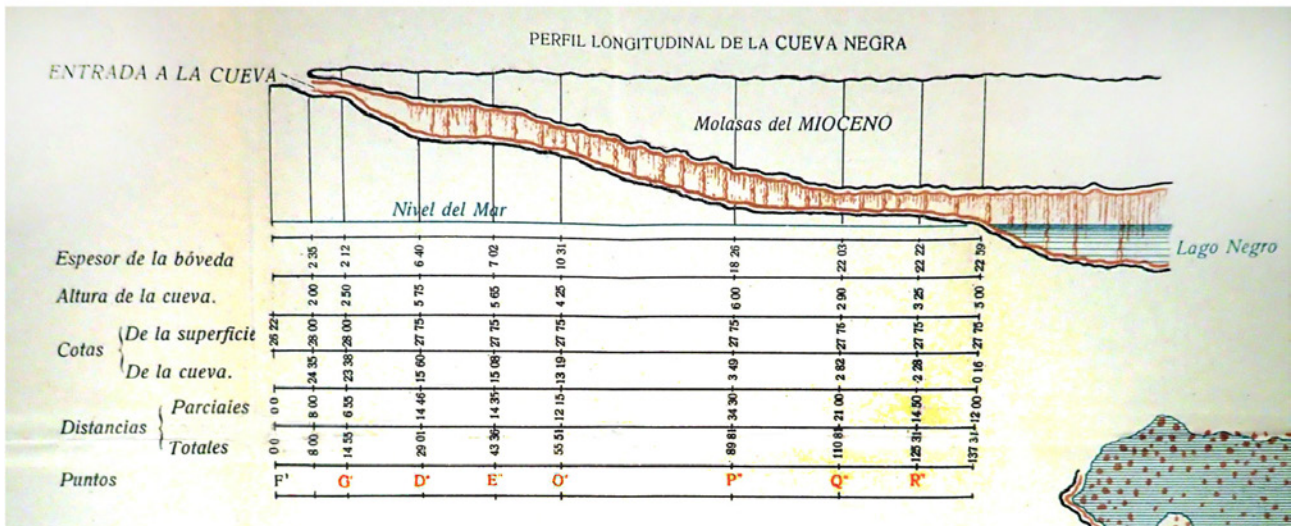


Figura 4: Dalt, detall de la secció de la zona anomenada *El Sagrario* tal i com la representa É.A. Martel.

Abaix, perfil de la cova *Negra* tal i com la representa R. Varo.

Figure 4: Top, detail of the area called *El Sagrario* as represented by É.A. Martel. Bottom, profile of the *Cova Negra* as represented by R. Varo.

Faura, l'ús de l'aneroide per mesurar la profunditat li costà a Martel alguns dels errors quantificats més significatius. A més de la indicació incorrecta de l'alçada del terreny on se situa l'entrada, en el perfil del sector anomenat *El Sagrario*, Martel anota el fet sorprenent de que alguna sala es troba per sota del nivell de la mar (Figura 4). L'invent de l'altímetre baromètric representà un gran avanç en la cartografia. No obstant això, canvis imprevisibles i incontrolats de la pressió atmosfèrica així com les diferències de temperatura poden introduir errors importants. Més encara quan el desnivell que es pretén mesurar és de tants pocs metres.

Tot i no haver trobat tampoc cap registre acurat de la metodologia emprada hem de suposar que Varo, enginyer industrial amb àmplia experiència en mines i hidràulica, comptava amb els recursos propis de la seva professió i emprà el teodolit per a mesurar orientacions i desnivells amb gran precisió, essent així la primera topografia que emprà el mètode trigonomètric. El camí per on discorren els visitants, lleugerament diferent de l'actual, ja estava ben establert, i principalment sobre ell traça una poligonal que li serveix de guia per després representar la resta de l'espai. Es notori el detall de les seccions, amb determinació de la cota de base, l'alçada de la cavitat i la potència de roca al llarg del recorregut (Figura 4). La qual cosa indica que realitzà un gran esforç en pro del mètode i de la precisió.

Si hem de destacar un tret important de la topografia de Varo és que, a diferència dels anteriors aixecaments, prescindeix completament de fer qualsevol suposició i prescindeix dels treballs precedents. Sembla que Varo no representa res que no hagi mesurat i així desapareix tota representació subaquàtica, i l'espai que Martel va representar amb el nom de *sala Louis-Armand* adquireix la seva veritable dimensió, molt allunyada dels 200 m apuntats per l'ajudant del pioner espeleòleg. Es realitza una topografia on predomina per primer cop la precisió sobre la descripció, que no és vaga. Emperò crida l'atenció l'omissió de parts terrestres de la cavitat ben conegudes, explorades i amb un accés que pensem que no hauria suposat cap rept tècnic. Desconeixem el temps exacte que s'invertí en l'aixecament d'aquesta topografia en concret. Només disposem de la referència explícita, en el citat treball de Faura, al mes de juliol de 1924 per a l'aixecament del plànol de les tres cavitats que són objecte del seu estudi: les Coves d'Artà, les Coves del Drac i les Coves dels Hams.





Figura 5: Esquerra, espeleòleg prenent orientacions per a la confecció de la poligonal principal a la cova Negra. Centre, espeleòlegs a la vora del Llac de les Meravelles mentre es dibuixa el plànol. Dreta, espeleòlegs prenent mides a la cova Blanca (Fotos: M. À. Gual).  
 Figure 5: Left, caver taking orientations for the main polygonal in the Cova Negra. Center, cavers near the Llac de les Meravelles while drawing the survey. Right, cavers measuring the Cova Blanca (Photos: M. À. Gual).

### *Altres topografies*

Durant el darrer quart del segle XX i els primers anys del XXI la propietat de la cova i responsable de la explotació turística va encarregar diversos plànols actualitzats que, si bé amb l'ús d'instruments actuals (teodolits i mesuradors basats amb làser) produïren uns resultats encara més precisos en quant a distàncies i orientacions, no aporten una informació espeleològica rellevant, més enllà dels desnivells del camí; essent la seva utilitat limitada al motiu de l'encàrrec: traçat elèctric, plans de prevenció de riscos i seguretat, etc. De la mateixa manera que el de Varo, aquests plànols no representen els racons ni s'endinsen cercant els vertaders límits de la cavitat ni posen de relleu la seva morfologia. Una versió simplificada d'un d'aquests plànols, aixecat als anys 80, fou publicada per GINÉS & GINÉS (1992) essent sovint reproduïda amb posterioritat.

## **La motivació del nou plànol topogràfic**

Amb l'inici de l'exploració subaquàtica el 1990 i la publicació dels resultats en forma de noves extensions (CLARKE, 1991, 1992) es fa palès que la topografia necessita una actualització. El posicionament correcte d'aquestes noves galeries esdevé una necessitat i una nova topografia, que representi amb precisió i detall tota la extensió de la cavitat i la seva morfologia, es converteix en l'opció més adequada.

L'exploració subaquàtica realitzada a partir de l'any 2010 pels espeleobussejadors del Grup Nord de Mallorca, amb els notables descobriments del *sector Subaquàtic de Llevant* (GRÀCIA, 2015; GRÀCIA et al., 2018), no feren si no confirmar aquest fet. En conseqüència, aquest és en darrera instància el motiu de l'execució del present treball.

## **Metodologia emprada en la topografia actual.**

Com hem dit a l'inici no pretenem explicar com es topografia una cavitat. Simplement posar de manifest que la topografia realitzada s'ajusta a la metodologia clàssica per tothom coneguda. Hem abordat aquesta tasca en dues vies paral·leles, la terrestre i la subaquàtica. Tot i conèixer les topografies i les exploracions prèvies es va optar finalment per prescindir d'elles, refer la topografia completament, com si es tractés d'una cavitat inèdita amb els criteris actuals i amb el màxim rigor tècnic al nostre abast.

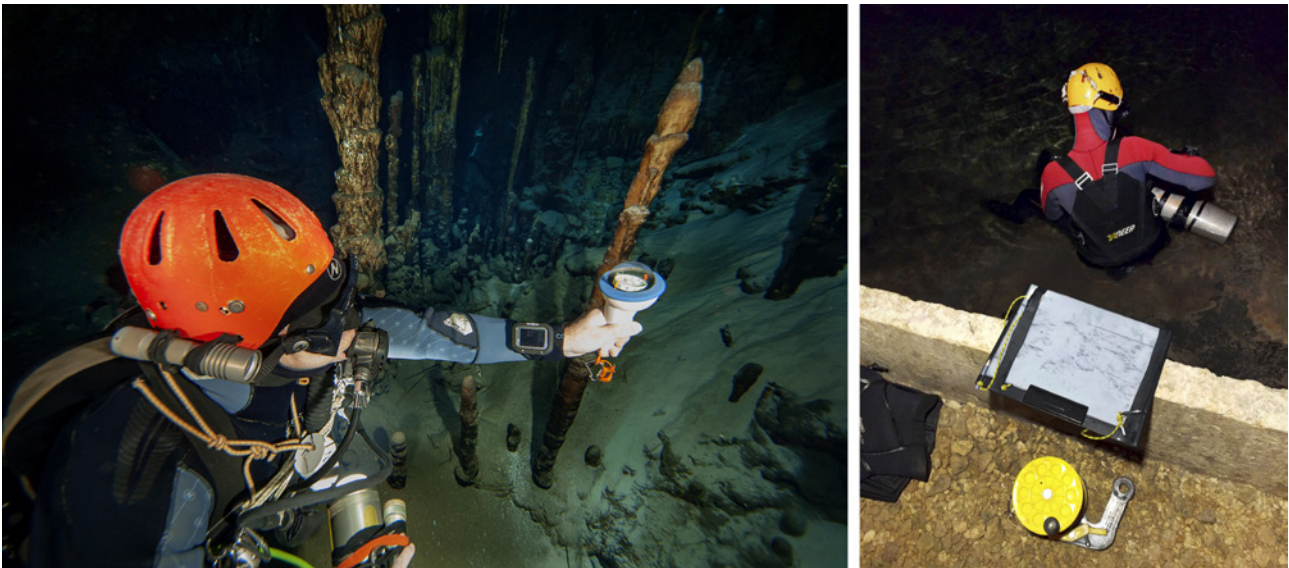


Figura 6: Esquerra, espeleobussejador anotant orientacions dels fils guia (Foto: A. Cirer). Dreta, bussejador preparant-se per a la immersió amb una topografia parcial subaquàtica (Foto: J.J. Enseñat).  
 Figure 6: Left, speleodiver noting the orientation of the guide-line (Photo: A. Cirer). Right, diver getting himself ready for immersion with a partial underwater topography (Photo: J.J. Enseñat).

Compaginar l'activitat d'exploració i topografia amb el règim de visites turístiques, que no es podia veure afectat en cap mesura, ha imposat també certs condicionants al ritme de treball. Essencialment la nostra activitat havia de passar desapercebuda per el públic sense cap tipus d'interferència. No es podien deixar punts de referència topogràfics a l'abast de les visites i en alguns llocs els fils-guia subaquàtics, la instal·lació més permanent de tot l'operatiu, no podia afectar a l'estètica dels llacs. Afortunadament la *cova Negra* i la *cova Blanca* d'on arranca la major part del desenvolupament subaquàtic, quedaven fora del recorregut turístic pal·liant parcialment aquest problema.

Tant l'activitat terrestre com la subaquàtica han estat molt semblants i en absolut diferents a les que se segueixen en cavitats més modestes. Inicialment s'ha traçat una poligonal. Aquesta poligonal havia d'incloure com a nodes els punts d'inici dels fils guia dels espeleobussejadors, punts que constituïen la poligonal de la part subaquàtica. Es va decidir també estendre la poligonal a punts exteriors de la cavitat per dues raons: ubicar correctament la cavitat sobre el mapa usant GPS, la qual cosa repercutiria en valuosa informació de referència respecte a la geomorfologia del terreny, la línia de costa i altres cavitats properes; i també per a corregir qualsevol distorsió originada per l'error acumulat de les mesures preses a l'interior. En aquest sentit s'han inclòs a més de les dues entrades, 4 pous de ventilació i canalització elèctrica (2 a la *Cúpula Moragues* i 2 a la *sala de los Herreros*), elements senzills de posicionar exteriorment amb elevada precisió. Lamentablement no hi ha restes exteriors del *pou de les Meravelles*, que hauria estat de gran ajuda per tal de confirmar la correcta posició de la *cova Blanca*, l'únic accés a la qual és l'estret pas a la *sala dels Àrabs*.

Mentre que a la part terrestre, s'ha recollit en un full de dades la distància, orientació i inclinació entre punts (Figura 5), en la part subaquàtica s'ha enregistrat la distància, l'orientació i la profunditat entre els vèrtexs del fil-guia (Figura 6).

La precisió estimada d'aquestes mesures la expressem a continuació:

- Distància:  $\pm 0.10$  m
- Orientació:  $\pm 1^\circ$
- Inclinació:  $\pm 1^\circ$
- Profunditat:  $\pm 0.20$  m

A la part terrestre, a partir dels nodes d'aquesta poligonal principal, els equips de treball, típicament de 3 espeleòlegs, han determinat els límits de la roca mare i dels llacs, posicionant els accidents, línies d'escarpament, massissos estalagmítics, columnes i formacions més rellevants. La informació s'ha dibuixat sobre el terreny sobre paper mil·límetrat a escala 1:200. Aquests dibuixos, que podem considerar topografies parcials més que simples croquis, pel seu caire quasi definitiu, s'han combinat amb altres que s'han passat a net a partir d'esbossos i de les mesures anotades sobre el terreny, quan dibuixar *in situ* resultava complicat. Aquest darrer és el cas d'alguns perfils aquàtics (Figura 7). S'han



digitalitzat tant els dibuixos com els fulls de dades topogràfics, comprovant la seva correcció, i un cop transformats en format vectorial s'han enllaçat conformant la topografia completa.

Les dades s'han introduït en el programa *Survex* i s'han exportat a escala per ser superposades digitalment al dibuix a llapis escanejat. Sobre la combinació d'aquestes capes d'informació s'ha dibuixat digitalment la topografia definitiva, en format vectorial.

En la part subaquàtica, on el requisit de temps d'immersió és determinant, la poligonal s'ha completat mitjançant la mesura d'amplades i alçades, perpendiculars a la guia, la qual cosa defineix els límits de la cavitat en una primera aproximació. Impresa la forma projectada en planta sobre paper de polièster, per la seva resistència a l'aigua, en una següent visita s'han posicionat i mesurat els massissos estalagmítics alhora que s'ha esbossat el detall. En aquest cas s'ha emprat el programa *VisualTopo* i igualment s'ha exportat la informació per a incorporar-la al programa de dibuix. Alguns detalls comparatius entre

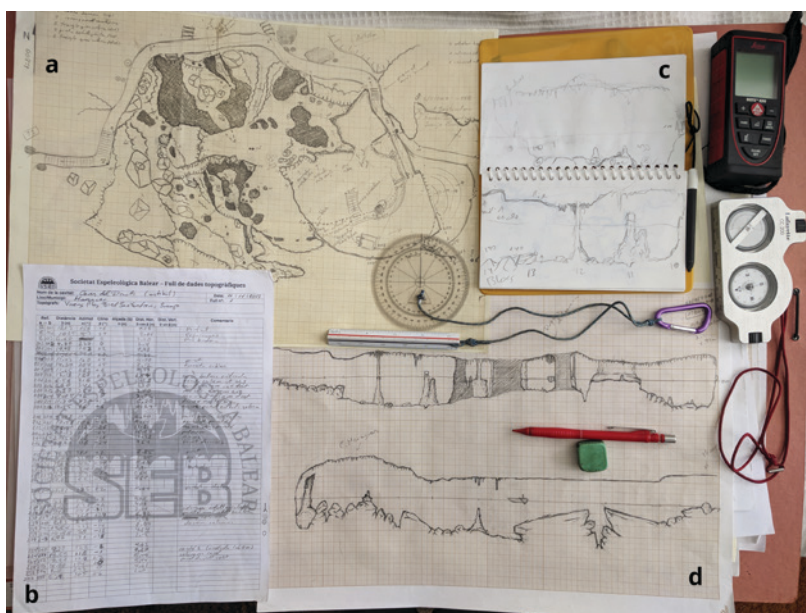


Figura 7: a) Dibuix realitzat dins la cova representant el sector de l'entrada natural. b) Full de dades topogràfiques preses in-situ. c) Esbós del perfil del *Llac Miramar* dibuixat nedant dins l'aigua. d) Perfil del *Llac Miramar* un cop passat a net. En la imatge s'aprecien alguns instruments de mesura i material de dibuix emprat.  
 Figure 7: a) Sketch drawn in the cave showing the area of the natural entrance. b) Topographic data sheet written in location. c) First outline of the *Llac Miramar* profile, drawn while swimming. d) Final drawing of the *Llac Miramar* profile. In the image you can see some of the used measuring instruments and drawing material.

la poligonal terrestre i la subaquàtica s'expressen a la Taula 1, on es pot apreciar que s'han mesurat 9.815 m de poligonals, dels quals més de la meitat corresponen a galeries i sales subaquàtiques.

Tractant-se d'un espai que ha sofert una més que evident transformació antròpica s'han inclòs en el dibuix elements representatius de l'ús actual, com els embarcadors, els bancs de l'auditori i petites construccions auxiliars. Per tal de completar la descripció s'han realitzat 50 seccions i 7 perfils, intentant representar els trets més característics de la morfologia vertical.

Per a la determinació i dibuix de la línia de superfície exterior en les seccions i els perfils, la qual ens dona la potència de roca per damunt del sostre de la cova, s'han emprat les dades proporcionades per la Infraestructura de Dades Espacials de les Illes Balears, del Servei d'Informació Territorial de les Illes Balears (2018).

Quant a la simbologia emprada s'ha inclòs una breu llegenda en el dibuix, tractant d'ajustar-se en tot moment als estàndards actuals més estesos en topografia espeleològica. El plànol s'ha completat amb la representació en planta de les cavitats més pròximes de les que tenim constància, que podrien estar relacionades en major o menor grau amb les Coves del Drac.

El dibuix s'ha realitzat amb programari lliure genèric d'edició vectorial (Inkscape 0.92), treballant per capes d'informació (els límits, espai submergit, llacs, corbes de nivell, massissos i columnes, blocs, estalagmites, camins, etc) a fi d'agilitzar qualsevol canvi i en format SVG.

Poligonal terrestre	Poligonal subaquàtica
643 nodes	911 nodes
24 bucles	12 bucles
6 connexions exteriors	1 connexió exterior
4 455m de longitud total	5 360 m de longitud total
18 enllaços comuns	

Taula 1: Comparativa entre la poligonal topogràfica terrestre i subaquàtica.  
 Table 1: Comparative between terrestrial and underwater topographic polygonal.

## Resultats

Superfície projectada en planta dels diferents sectors

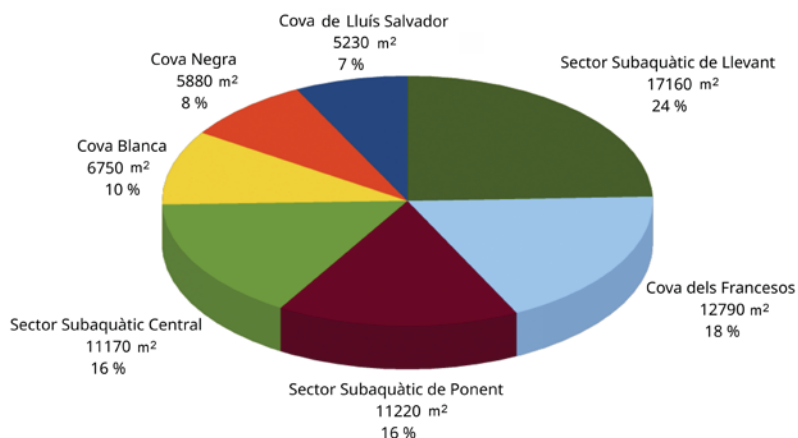


Figura 8: Representació gràfica de la superfície projectada en planta de les principals zones (corresponent a la Taula 1).  
 Figure 8: Graphic representation of the horizontal projected surface of the main areas (corresponding to Table 1).

Existeix un cert debat sobre la manera en que una cavitat pot ser comparada amb una altra en base a determinades magnituds com el seu recorregut, el qual manté un component subjectiu a diferència del desnivell i l'extensió projectada (GALÁN, 1995). Partint de que el recorregut no equival necessàriament a la longitud de la poligonal, i seguint com a referència la metodologia emprada a treballs publicats per a la comparació de les cavitats de les Balears (GRÀCIA et al, 2009), el recorregut complet de les Coves del Drac se situa entorn als 7.690 m, dels quals 5.260 m corresponen a la part submergida.

L'extensió màxima projectada de la cavitat és de 840 m, seguint l'eix O-E, i de 440 m en l'eix de N-S. La cota més alta de la cavitat correspon

al sostre de la *cova Blanca*, i se situa als +29 m sobre el nivell del mar actual. Cal ressenyar que en aquest punt la potència de la roca es redueix a no gaire més d'uns 2 m. La cota subaquàtica més profunda enregistrada és de -24 m i es troba en la *galeria de les Delícies*. Per tant, el desnivell total de la cavitat és de 45 m.

Sens la pretensió de ser exhaustius, a manera d'exemple de la informació que es pot extreure de la topografia, la cura amb que s'han dibuixat els detalls permet quantificar alguns aspectes com els que oferim a continuació. Pel que fa a l'extensió projectada en planta de la cova (Taula 2, Figura 8), aquesta assoleix 71.150 m<sup>2</sup>, dels quals 39.550 m<sup>2</sup> corresponen a les galeries i sales sotaiguades.

En relació amb la Taula 3, s'ha quantificat l'extensió de les majors barreres d'espeleotemes que compartimenten algunes sales de la cova. En aquest sentit, hem de comentar que no s'inclou en aquesta taula el conjunt de massissos estalagmítics situats al nord del *Laberint d'Ariadna*, a la *cova Negra*, i que sumarien entorn als 250 m<sup>2</sup>. Aquests massissos, presenten una solifluxió d'entorn a un metre d'alçada que els separa del sostre, la qual cosa deixa sobre ells un espai practicable. Per aquest motiu no s'ha representat de color negre com la resta. Tampoc es llista el conjunt de massissos que llisten entre el *llac Miramar* i el de la *Gran Duquessa de la Toscana*, d'uns 110 m<sup>2</sup>. D'aquest conjunt, el massís que se situa a l'est veu delimitat part del seu contorn per el pas excavat sobre el traçat turístic i indicat amb el símbol de desobstrucció; sens aquesta alteració, obra de l'activitat humana, el dibuix variaria i amb ell la mesura. En qualsevol cas, els majors massissos estalagmítics mesurats superen amb escreix els 100 m<sup>2</sup> d'extensió, assolint un d'ells una superfície màxima de 250 m<sup>2</sup> (Taula 3).

	Zona/Sector	Superfície	Total parcial
Espai terrestre	Cova de Lluís Salvador	5.230 m <sup>2</sup>	31.600 m <sup>2</sup>
	Cova Negra	5.880 m <sup>2</sup>	
	Cova Blanca	6.750 m <sup>2</sup>	
	Cova dels Francesos	12.790 m <sup>2</sup>	
	Dolç de Cala Murta	150 m <sup>2</sup>	
	Sala de la Bella Mort	800 m <sup>2</sup>	
Espai subaquàtic	Sector Subaquàtic Central	11.170 m <sup>2</sup>	39.550 m <sup>2</sup>
	Sector Subaquàtic de Ponent	11.220 m <sup>2</sup>	
	Sector Subaquàtic de Llevant	17.160 m <sup>2</sup>	
<b>Total</b>		<b>71.150 m<sup>2</sup></b>	

Taula 2: Superfície projectada en planta de les diferents zones de la cavitat.  
 Table 2: Projected horizontal surface of the different areas of the cave.



Massissos estalagmítics	Superfície
Massís subaquàtic de la Galeria de la Connexió	250 m <sup>2</sup>
Massís nord de la Cova Negra	180 m <sup>2</sup>
Massís central de les Galeries Hipòstiles	170 m <sup>2</sup>
Massís Cúpula Moragues/Sala de los Herreros	160 m <sup>2</sup>
Massís sud de la Cova Blanca	155 m <sup>2</sup>
Massís septentrional del Laberint d'Ariadna	145 m <sup>2</sup>
Massís est de la Cova Negra	110 m <sup>2</sup>

Taula 3: Massissos estalagmítics de major extensió ordenats de major a menor.  
Table 3: Speleothem barriers of greater extension ordered from highest to lowest.

Llacs de major extensió	Superfície	Longitud	Amplada màx
Llac Miramar (sense Canal Blau)	3 050 m <sup>2</sup>	116 m	36 m
Llac de les Delícies	635 m <sup>2</sup>	80 m	21 m
Llac Negre	495 m <sup>2</sup>	48 m	14 m
Llac de la Gran Duquessa de la Toscana	440 m <sup>2</sup>	52 m	12 m
Canal Blau	435 m <sup>2</sup>	90 m	7 m
Llacuna Estígia	277 m <sup>2</sup>	55 m	7 m
Llac de les Meravelles	247 m <sup>2</sup>	57 m	6 m
Bany de Diana	180 m <sup>2</sup>	21 m	14 m
Llac de la Mar	142 m <sup>2</sup>	56 m	5 m

Taula 4: Llacs de major extensió ordenats de major a menor.  
Table 4: Lakes of greater extension ordered from highest to lowest.

Finalment, a la Taula 4 es recullen les dimensions dels llacs de major extensió. Òbviament, el més important de tots és el *llac Miramar* (també conegut com a *llac Martel*) amb més de 3.000 m<sup>2</sup> de superfície; així mateix, s'han mesurat altres vuit llacs que superen els 100 m<sup>2</sup> d'extensió. Cal afegir que en tots els casos les àrees, calculades sobre el dibuix, s'han obtingut mitjançant un algoritme implementat en llenguatge Python basat en el Teorema de Green (STEWART, 2012)

## Conclusions

Elaborar el nou plànol topogràfic (Figura 9) amb el grau de detall i exigència que ens havíem proposat ha suposat un repte important. La importància de la cavitat, en termes espeleològics però també històrics i culturals, no ens permetia en consciència rebaixar els nostres objectius.

Diverses raons imponderables han ajornat la finalització del treball sobre el calendari previst. Quan semblava que el dibuix gairebé no plantejava incògnites, revisions rutinàries donaren lloc a nous descobriments com el de la *galeria de la Mar* i la seva connexió amb el Dolç de Cala Murta, o el *llac d'en Will* i la seva connexió subaquàtica que comunica la *cova Blanca* i la *cova dels Francesos*, completats el gener de 2019 (GINÉS et al., 2018).

El resultat ha conformat una visió completa de la cavitat i per primer cop exhaustiva. Tot i que, en rigor, mai es pot descartar l'existència de continuacions en cap cavitat, podem afirmar que la topografia que presentem en aquest treball representa tot l'espai conegut a data de publicació, sens reserves, inclosos alguns espais inèdits tant subaquàtics com terrestres, amb la precisió que els recursos tècnics al nostre abast ens han permès.

## Agraïments

Com s'ha expressat anteriorment aquesta topografia només ha estat possible gràcies a la col·laboració d'un gran nombre de persones. Més enllà dels autors, que han intervingut en major o menor grau en el procés de mesurar la cavitat i dibuixar el plànol, volem donar les gràcies a tots aquells que, de forma desinteressada i amateur, tant en l'activitat subaquàtica com terrestre, han contribuït a dur a bon terme aquesta obra.

Hem d'agrair a la propietat de les coves la bona predisposició vers nosaltres i especialment al Sr. D. Maties Servera, director de l'empresa "Cuevas del Drach", la seva amabilitat i col·laboració. Indubtablement també hem d'esmentar a tot el personal de serveis i guies de les coves que ens han ajudat sense reserves a localitzar elements rellevants interiors i exteriors sobre el terreny, especialment a Àngela Servera, Rafel Nadal, Antoni Llull, Antoni Adrover, Miquel Torrens, Miquel Adrover, Montserrat Vallespir, Gabriel Sancho i Gabriel Santandreu.

## Bibliografia

- CLARKE, O. (1991): Diving in Drach. *Descent*, 101: 32-33.
- CLARKE, O. (1992): Diary of cave diving expedition to Drach: 1991. *Journal Cwmbrian Caving Club 1991-1992*, 13-17.
- 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.
- GALÁN, C. (1995): Las dimensiones de las cavidades subterráneas: conceptos utilizados, modo de cálculo y significado de las expresiones cuantitativas. *Munibe*, 47: 7-15. Donostia.
- GAY, S. & CHAMPSAUR, B. (1885): *Album de las Cuevas de Artá y Manacor*. Luis Fábregas, Librería Española. 50 pàgs + 25 gravats. Palma de Mallorca. Barcelona.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20. Palma.
- GINÉS, A.; SANTANDREU, G.; GRÀCIA, F.; ENSEÑAT, J.J. & GINÉS, J. (2018): Principals etapes de l'exploració i topografia de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 1-20. Palma.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2018): Aspectes històrics i bibliogràfics de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 21-47. Palma.
- GRÀCIA, F. (2015): *Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del llevant i migjorn de Mallorca*. Tesi Doctoral. Programa de Doctorat de Geografia, Universitat de les Illes Balears. 984 pàgs. Inèdita.
- GRÀCIA, F.; GINARD, A.; VICENS, D. & GINÉS, J. (2009): Recull de les cavitats de major recorregut i major fondària de les Balears. *Endins*, 33: 139-152. Palma.
- GRÀCIA, F.; MASCARÓ, G.; PÉREZ, J.; FERNÁNDEZ, J.F.; CIRER, A.; LÁZARO, J.C.; ANSALDI, D.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.À.; VIVES, M.À.; GAMUNDÍ, P.; GRANELL, À.; BETTON, N.; BORNEMANN, D. & FRANGLEN, N. (2018): Les exploracions subaquàtiques a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 105-116. Palma.
- HABSBURG-LOTHRINGEN, L.S. (1884): *Die Balearen in Wort und Bild geschildert*. Brockhaus. Band 5/2. Leipzig, Alemanya.
- MADER, B. (2005): Reiseskizzen von den Balearen. Der Entomologe Friedrich Will und Erzherzog Ludwig Salvator. *Endins*, 28: 61-70. Palma.
- 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.
- MARTEL, E.A. (1903): Les cavernes de Majorque (Iles Baléares). *Spelunca, Bull et Mém. Soc. Spéléol.*, 5 (32): 1-32 + 8 làms. fotos + 1 plànol. París.
- MARTÍNEZ, A. (1992): *Topografía espeleológica*. Federación Española de Espeleología. 132 pàgs. Barcelona.
- SCHILLER, A. & RENARD, P. (2016): An optical laser device for mapping 3D geometry of underwater karst structures: first tests in the Ox Bel'Ha system, Yucatan, Mexico. *Boletín Geológico y Minero*, 127 (1): 99-110. Madrid.
- STEWART, J. (2012): *Calculus. Early transcendentals*. 7<sup>th</sup> Edition. Publisher: Brooks/Cole.
- WEIDNER, N.; RAHMAN, S.; QUATTRINI LI, A. & REKLEITIS, I. (2017): Underwater cave mapping using stereo vision. 2017 *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, Singapore, 2017, pp. 5709-5715. DOI: 10.1109/ICRA.2017.7989672
- 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.
- ZLOT, R. & BOSSE, M. (2014): Three-dimensional mobile mapping of caves. *Journal of Cave and Karst Studies*, 76 (3): 191-206. Huntsville, USA. DOI: 10.4311/2012EX0287



## Adreces d'internet relatives al programari i recursos en línia emprats i de referència

Survex <http://survex.com>

VisualTopo <http://vtopo.free.fr>

Inkscape <http://inkscape.org>

Scalable Vector Graphics <https://www.w3.org/Graphics/SVG/>

IDEIB <http://ideib.caib.es/visor/>



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>

# Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Descripció del sectors terrestres

Gabriel SANTANDREU<sup>1</sup>, Juan José ENSEÑAT<sup>1</sup>, Francesc GRÀCIA<sup>1,2,3</sup>, Vicenç PLA<sup>1,2</sup>,  
Antelm GINARD<sup>1,2</sup> i Miquel Àngel GUAL<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Societat Espeleològica Balear. Palma. Email: bielsant@yahoo.es

<sup>2</sup> Societat d'Història Natural de les Illes Balears. Palma.

<sup>3</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma.

## Abstract

The rise in popularity of the Coves del Drac started in the last decades of the XIX century. Since then, an intense written production has been published in many different literary ways to describe its underground landscapes, focusing in the great size of its chambers, the charm of its lakes and the amazing speleothems decoration displayed everywhere. In this paper we present an updated description of the air-filled sectors of the cave –currently located above the water table– which are considered the classic parts in terms of exploration history and subsequent adaptation for touristic purposes. We will split the description of the cave following the distinct volume units corresponding to the *Cova Negra*, the *Cova Blanca*, the *Cova de Lluís Salvador*, the *Cúpula Moragues*, the *Sala de los Herreros* and finally the *Sala Louis Armand*.

## Resumen

Las Coves del Drac empiezan a popularizarse hacia las últimas décadas del siglo XIX. Desde aquel momento se inicia una intensa producción escrita, que en muy diversos formatos literarios tendrá como objeto la descripción de sus paisajes subterráneos, centrándose en la grandiosidad de sus salas, el encanto de sus lagos y la fantástica decoración calcárea que profusamente las ornamenta. En el siguiente texto se presenta una descripción actualizada de los sectores terrestres que bien pueden ser considerados sectores clásicos de la cavidad, por cuanto en diferentes momentos han sido núcleo de las sucesivas exploraciones y posteriores adecuaciones turísticas. Para articular la narración se parte de la sistematización de estos sectores terrestres que segmenta la cavidad en función de las diversas unidades volumétricas que corresponden a la *Cova Negra*, *Cova Blanca*, *Cova de Lluís Salvador*, *Cúpula Moragues*, *Sala de los Herreros* y *Sala Louis Armand*.

Santandreu, G.; Enseñat, J. J.; Gràcia, F.; Pla, V.; Ginard, A. i Gual, M. À. (2018): Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Descripció dels sectors terrestres. Papers Soc. Espeleo. Balear, 1: 77-104. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear.  
**Rebut:** 10 octubre 2019; **Revisat:** 24 octubre 2019; **Acceptat:** 29 octubre 2019.  
**Publicat online:** 30 novembre 2019.

## Introducció

Situades al Llevant de Mallorca al municipi de Manacor, les Coves del Drac són pels habitants de l'Illa, sens dubte un dels elements geogràfics més arrelats al coneixement popular. Tant és així, que han esdevingut amb el temps referent i símbol iconogràfic del món subterrani illenc. De la mà del seu ressò turístic, han transcendit com una de les cavitats més visitades i conegudes de l'Estat Espanyol i fins i tot d'Europa (GINÉS & GINÉS, 2011). Fama que ha donat peu a la producció d'una abundat literatura al llarg de diversos moments històrics i que com a tònica principal s'ha centrat en descriure i deixar constància gràfica de les seves belleses interiors: sales subterrànies de considerable volum, una profusa i variada decoració d'espeleotemes calcaris, i l'innegable atractiu de diversos llacs d'aigües salabroses. Amb les darreres exploracions centrades sobretot a les parts subaquàtiques de la cavitat (GRÀCIA et al., 2018), el recorregut de la cova se situa al voltant dels 7.690 m, convertint-se en una de les cavitats amb major recorregut de l'Illa. Paral·lelament al transcurs d'aquestes tasques exploratòries, s'ha donat peu al replantejament topogràfic dels sectors terrestres, circumstància que ha propiciat la base per a la redacció d'una nova descripció d'aquestes extensions. Narració que se centrarà en el conjunt de sectors terrestres que integren les unitats clàssiques –*cova Negra*, *cova Blanca*, *cova de Lluís Salvador* i *cova dels Francesos*–, que dins el conjunt de la cavitat presenten una superfície projectada en planta de 30.650 m<sup>2</sup> (ENSEÑAT et al., 2018). En conjunt, la cavitat de la que parlarem a continuació, esdevé un exemple paradigmàtic de l'endocarst desenvolupat en el materials calcarenítics del miocè superior (GINÉS & GINÉS, 1992).



## Les descripcions històriques: els principals antecedents

Vagi per davant que en aquest mateix volum monogràfic, en el que s'insereix el present treball, es poden consultar alguns treballs on es tracten de manera minuciosa els aspectes històrics i bibliogràfics (GINÉS & GINÉS, 2018) o les principals etapes d'exploració de la cavitat (GINÉS et al., 2018a). Són aquestes lectures del tot recomanables per entendre de forma integrada i detallada tan extens coneixement. Emperò això no manlleua que al present escrit sigui obligat fer un fugaç recorregut pels principals textos centrats en la descripció de les Coves del Drac. S'ha de precisar que no és l'objectiu fer una enumeració exhaustiva, sinó que l'apartat només se centrarà en delinear els antecedents que han esdevingut una espècie de corpus clàssic de la literatura d'aquesta prestigiosa cova. Antecedents que han configurat en certa manera una codificació descriptiva singular que s'ha anat perpetuant amb més o menys encert narratiu gairebé fins als nostres dies.

Tot i aparèixer documentades i referenciades en documents i cròniques de relativa antiguitat (BINIMELIS, 1595; DAMETO, 1632; DAMETO et al., 1840), de manera generalitzada s'accepta com a punt de partida de la popularització de les Coves del Drac, l'accidentada visita protagonitzada l'abril del 1878 per uns membres de la Associació d'Excursions Catalana extraviats dins la cavitat. L'episodi seria recollit per TOBELLA (1882) i àmpliament difós amb posterioritat a nombroses publicacions, contribuint així a la divulgació popular de les Coves. Es constata que de tot d'una, la proliferació de visites a la cova manacorina donà peu a la irrupció d'una immediata producció escrita, amb pretensions narratives i descriptives en base a variats estils literaris. En conseqüència, a les hemeroteques es poden rescatar gran quantitat de textos descriptius, dels quals no és necessari incidir en el seu estil; redactats a l'aixopluc del costumisme i la majoria de les vegades baix l'enlluernament emocional del visitant poc o gens avesat a tals periples subterranis. Generalment, són escrits absents d'enfocament científic i en ocasions impregnats per suposicions de caràcter mitològic o tel·lúric (vegeu *L'Ignorància*, nº 113, agost 1881; *El Balear*, nº 1005, maig 1885; *El Liberal*, nº 2028, abril 1888). No obstant això, de forma gairebé paral·lela –a les darreries del segle XIX–, viatgers, erudits o naturalistes, hi centren la seva visió il·lustrada, copsant un conjunt d'obres que esdevindran clàssiques i d'obligada referència. Així per cronologia, s'ha de destacar el primer aixecament topogràfic de la cavitat (WILL, 1880) on a més d'una descripció gràfica, ja es referencien els principals topònims de la cova així com els recorreguts interiors. En aquest context mereix especial menció la figura de l'Arxiduc d'Àustria Ludwig Salvator Habsburg-Lothringen, que a més de publicar la seva pròpia descripció de les Coves (HABSBURG-LOTHRINGEN volum 5, 1884), es convertirà amb les seves llargues estades a l'illa en un personatge clau pel seu coneixement. Gairebé alhora veurà la llum una destacada publicació d'elegant format complementada per un descriptiu apartat gràfic (GAY & CHAMPSAUR, 1885).

Serà cap als anys finals de la centúria on la fecunditat literària enllaçarà amb una tradició de literatura de viatges consolidada al context europeu i que recalarà a les Illes. Així apareixeran obres d'especial transcendència, que ens oferiran una visió sedassada pels ulls i mentalitats pròpies de les característiques del període de la qual es pot destacar l'obra del viatger Gaston Vuillier. El francès publicarà les seves impressions en dues tongades (VUILLIER, 1888; VUILLIER, 1893) en uns textos que de forma minuciosa descriuran els sectors coneguts fins el moment: *cova Negra* i *cova Blanca*, –deixant de banda la descripció de la *cova de Lluís Salvador*–. És aquest un text d'obligada referència tot i que –com a fruit de l'època– és redactat amb un marcat lirisme, aspecte que no seria passat per alt pels seus contemporanis locals (LLABRÉS, 1890). L'obra destaca de forma indiscutible pel gravats que amb un extremat realisme, són fidel testimoni dels paisatges més emblemàtics de la cova cap a finals del segle XIX. Igualment dignes d'esment seran les publicacions de PIFERRER & QUADRADO (1888) o de PEÑA (1891) amb detallades descripcions.

Emperò una fita cabdal serà la visita a Mallorca del pioner espeleòleg francès É.A. Martel, el qual sota l'auspici de l'Arxiduc Lluís Salvador durà a terme una prolífica campanya d'exploracions a la cavitat. Com a resultat de la troballa i exploració d'importants sectors inèdits, s'encetaria una nova època al coneixement i divulgació de les Coves del Drac. Martel a més en publicaria una nova topografia i una acurada descripció ja des d'una òptica espeleològica (MARTEL, 1896). La transcendència d'aquest escrit s'evidencia en les successives reedicions com a material divulgatiu a disposició dels visitants de la cavitat fins els anys 60 del passat segle XX (GINÉS, 1995).

Ja cap a les primeries del segle XX, es continua constatant la publicació de textos descriptius (BOYD, 1911) que es van combinant amb altres on comença a aflorar un major interès i rigor científic vers la cavitat. N'és especialment rellevant l'obra del biòleg romanès Émile G. Racovitza, qui visita les Coves del Drac interessat pel seu vessant faunístic. La conclusió dels seus estudis culminaria amb la descripció d'una nova espècie de crustaci aquàtic recol·lectada a les aigües del Drac: l'emblemàtic *Typhlocirolana moraguesi* (RACOVITZA, 1905), fet considerat com a punt inicial de la

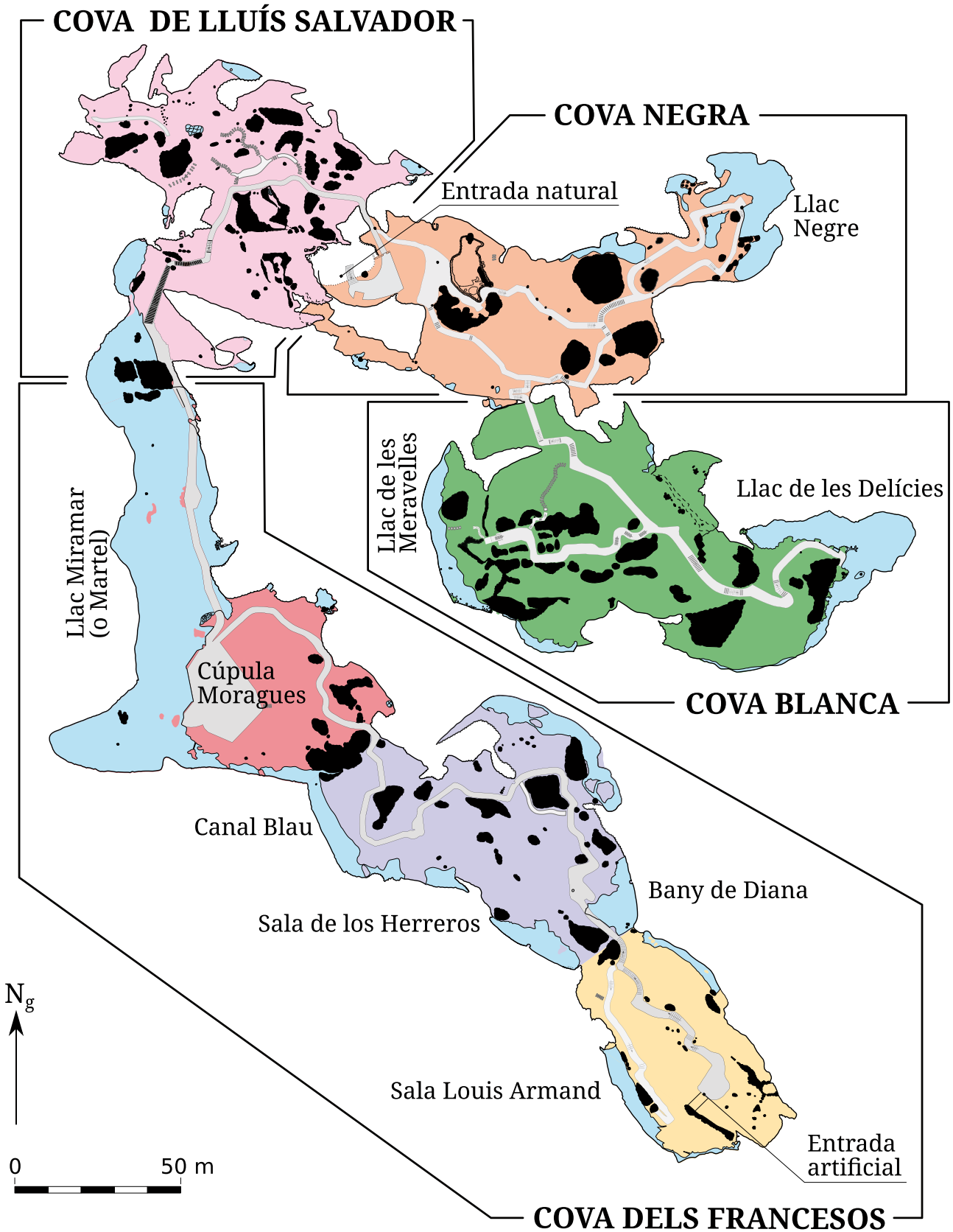


Figura 1: Topografia de conjunt dels sectors terrestres de les Coves del Drac, on s'identifiquen les diverses unitats descrites al text (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 1: Topographical survey of the air-filled sectors of the Coves del Drac in which the different units described in the paper are identified (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).



bioespeleologia. Altres botànics i naturalistes signarien en aquells anys inicials del passat segle textos de signe naturalístic però que no descuidarien certes aportacions exploratòries i descriptives (MAHEU, 1912; LINARI, 1916). Ja dins la segona dècada, nous enfocaments científics s'ocupen de les Coves; així el geòleg M. Faura y Sans serà el responsable d'una nova i acurada descripció que inclou abundants referències geogràfiques, integrant la descripció de tots els sectors. A més el text s'acompanya d'un nou aixecament topogràfic realitzat per Rodrigo Varo l'any 1924 (FAURA Y SANS, 1926) on constata de nou l'aspecte toponímic, alhora que inclou l'interessant aportació d'afegir al mapa, diverses cavitats properes. S'ha d'esmentar que de forma paral·lela a aquestes importants aportacions, les Coves viuran un increment creixent de visitants així com la millora i adequació de les seves infraestructures, que donaran com a resultat la futura consolidació –ja cap a la dècada dels anys 60– del seu pes dintre del mercat turístic illenc. A manera de conclusió d'aquest recorregut que podem considerar clàssic, és obligat mencionar l'obra de J. Capó Valls de Padrinas. Publicada el 1930 com una espècie de recull, inclou nombroses descripcions signades per molt variats personatges a més de reproduir destacades aportacions bibliogràfiques anteriors de reconeguts autors (CAPO, 1930). L'autor inclou un plànol topogràfic –basat en el de Varo de 1924– que destaca per l'extensa relació toponímica que comprèn tots els sectors de la cova. En recull un total de 97, en la majoria es tracta de microtopònims –en ocasions situats amb certa ambigüitat respecte a anteriors publicacions–. Des d'aquest punt es pot constatar la continuïtat d'un bagatge divulgatiu i científic vers el coneixement de les Coves, que amb notables alts i baixos, arribarà fins el nostres dies (GINÉS & GINÉS, 2018).

## Descripció de la cavitat

Envestir la descripció d'una cavitat com hem vist tan àmpliament coneguda i amb gairebé un segle i mig de prolífic recorregut divulgatiu, planteja una sèrie de condicionants que obliguen a delimitar de forma precisa l'objectiu d'aquesta nova redacció. D'aquesta manera, la descripció que a continuació es presenta atén a l'objectiu principal d'oferir-ne una visió actualitzada de la cova en base a la documentació i a les observacions realitzades en el transcurs de les tasques d'aixecament del nou plànol topogràfic (ENSEÑAT et al., 2018) al qual pretén complementar. A tal fi, la descripció s'ajustarà als criteris propis de la metodologia espeleològica, adaptant-se al seu discurs i terminologia descriptiva de la forma objectiva més acceptada. Interessants aspectes geològics, geogràfics o relacionats amb l'espeleogènesi de la cova podran aparèixer en segon pla per haver estat tractats amb meticulositat per altres autors (FORNÓS et al., 2018; GINÉS et al., 2018b).

Per a dur a terme la descripció dels sectors terrestres, s'han avaluat la morfologia, les dimensions, les principals característiques així com els elements singulars de les diferents unitats estructurals que integren el conjunt de la cavitat. Com a trets definitoris comuns s'han seguit les línies proposades per GINÉS & GINÉS (1992) que destaquen, per una banda, la importància del mecanismes clàstics lligats a esfondraments. Fenòmens ben representats i d'especial transcendència, que han definit el desenvolupament tridimensional de les diferents sales així com la seva morfologia (GINÉS et al., 2013). Per altra banda, s'han de destacar entre la gran intensitat i espectacularitat dels processos de deposició d'espeleotemes: les abundants acumulacions d'estalactites, els massissos estalagmítics o les formes vinculades a escorrentia, ja sigui aquesta en forma de colades pavimentàries o parietals. En conjunt es pot definir una estructura bàsica de gran sales amb voltes elevades que configuren un paisatge subterrani dominat per grans acumulacions de blocs, resultat del reajustament mecànic d'aquestes. Finalment, successives etapes de decoració calcària en forma de colades, columnes o conjunts estalagmítics, a més d'un procés simultani de reajustament i subsidència del substrat, acaben de perfilar l'aspecte actual.

D'aquesta manera la descripció seguirà un esquema condicionat per l'existència de diverses unitats morfològiques ben definides. Tal i com apunten GINÉS & GINÉS (1992, 2007) i GINÉS et al. (2018 b), els esfondraments que han propiciat la formació de la cova permeten sistematitzar 6 unitats volumètriques que com es veurà, es troben connectades de manera més aviat aleatòria. Seran aquestes les que vertebraran la seqüència descriptiva. Així aquestes grans unitats correspondrien a la *cova Negra*, *cova Blanca* i *cova de Lluís Salvador*, agrupant els sectors antics, i la *cova dels Francesos* amb la *cúpula Moragues*, *sala de los Herreros* i *sala Louis Armand* corresponents als sectors més moderns descoberts per É.A. Martel a la campanya exploratòria de 1896 (Figura 1).

S'ha evitat articular la descripció en funció de l'itinerari turístic actual –el qual pot esdevenir artificios– i s'ha optat per descriure en primer lloc els sectors clàssics: *cova Negra*, *cova Blanca* i *cova*

de Lluís Salvador; que cronològicament han estat escenaris principals de les primeres exploracions i visites, per anar a encadenar la narració amb els sectors descoberts amb posterioritat: *llac Miramar* i *cova dels Francesos*. De la mateixa manera es defuig de la descripció basada en la toponímia, que tot i ser rica i abundant a més d'una valuosa mostra de l'arrelat coneixement de les Coves del Drac, es pot presentar en ocasions ambigua. Així llevat dels topònims més consolidats que en són fita inevitable per situar-se en un espai de tals dimensions, s'optarà per basar-se en fites i orientacions de caràcter geogràfic prou clares i identificables que permetin donar peu a articular una descripció coherent dels diferents espais subterranis. Tot i això al text seran inevitables i alhora necessàries, les cites a obres precedents. D'aquesta manera es constataran abundants al·lusions al que hem considerat com una literatura clàssica pròpia de les Coves del Drac (WILL, 1880; VUILLIER, 1888; MARTEL, 1896; FAURA Y SANS, 1926; CAPÓ, 1930), que com a referències anteriors serviran de suport descriptiu.

## Cova Negra

La unitat de la *cova Negra* constitueix una àmplia àrea subterrània que ocupa una superfície de 5.880 m<sup>2</sup> amb un eix principal, orientat d'oest a est, d'uns 140 m de llargària. L'amplada emperò és molt variable. Així a la zona d'entrada és d'uns 25 m, distància que es duplica al sector central per tornar a minvar a les rodalies del *llac Negre* on no arriba a la dotzena de metres d'amplada. Per últim i coincidint amb les aigües del citat llac, l'amplada es torna a prolongar fins els 35 m (Figura 2). A grans trets,

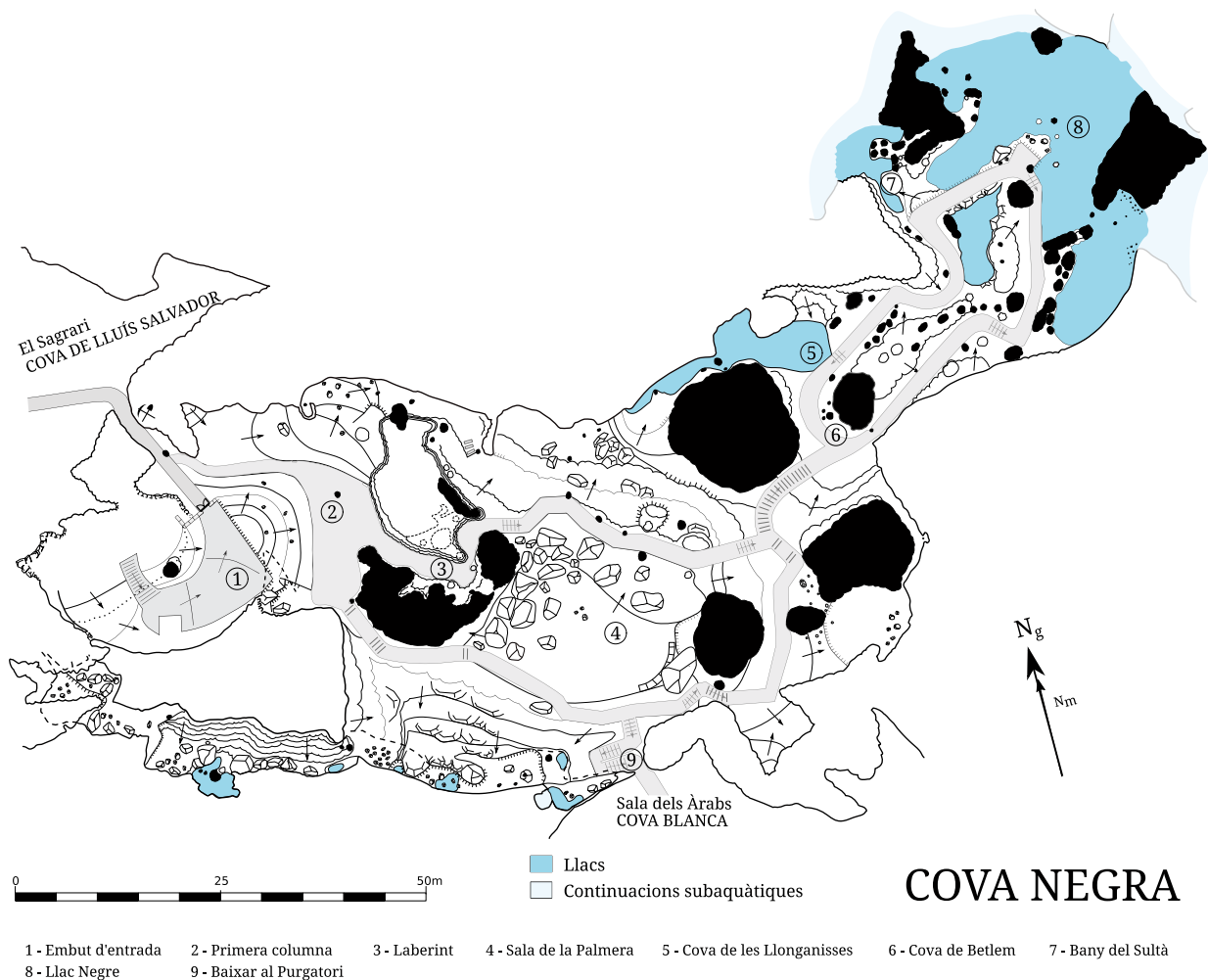


Figura 2: Plànol topogràfic en planta del sector terrestre de la *cova Negra* (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
Figure 2: Plan topography of the sector called *Cova Negra* (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

l'espai es configura pels tres elements principals que defineixen la cavitat: les grans acumulacions de blocs, determinants a la morfologia del sector central de la unitat; la profusa decoració estalactítica i estalagmítica, concentrada sobre tot de manera espectacular cap al terç meridional; i l'afiorament del nivell freàtic a l'extrem terminal de la unitat en forma de llac d'aigües salabroses, conegut com a *llac Negre*.

L'accés a la *cova Negra* es fa per un abisament natural, una ampla obertura cap a l'exterior de la unitat de col·lapse, originada pel mecanisme de reajustament de la volta de la cavitat que en el procés de migració vertical ha avançat fins topar amb la superfície (GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS, 2000). Aquest és l'únic accés natural de les Coves; es troba a una cota de 28 m sobre el nivell de la mar i en l'actualitat representa la sortida de l'itinerari turístic. A l'interior es configura com una gran balma, que MARTEL (1896) descriu com *embut d'Entrada*. És un espai molt modificat de manera antròpica on destaca la presència de marges, replans, escalons, murs i paraments, i que tot just conserva alguns vestigis del seu estat original. El paladar denota l'escassa potència de roca, entre 25 i 70 cm al perfil més prim, que va augmentant notablement a mesura que s'endinsa cap a l'interior. El pendent original cau en rost formant un ventall descendent que es troba interromput de bell nou per un replà anivellat, bastit a manera de vestíbul (MARTEL, 1896). És una ampla estança encara il·luminada per la llum solar, que s'endinsa fins arribar a la roca mare en un coster solcat per pronunciades marques d'escorrenties que barregen clastes i sediments al·lòctons amb el substrat autòcton de la cova. Al replà en destaca una solitària columna, l'anomenada *primera Columna* per CAPÓ (1930). Sense abandonar aquest mateix vestíbul i en direcció lleugerament sud-est compareix un gegantí massís estalagmític que sembla tancar l'espai i el pas. Aquest potent dipòsit litoquímic és una primera mostra de la decoració calcària que de manera omnipresent s'anirà desenvolupant al llarg de tota la cavitat i que sense dubte en constitueix un dels seus trets definitoris. Per continuar l'avanç cap a l'interior, l'obstacle es pot superar per diversos itineraris que han estat engrandits i habilitats de manera artificial cercant el passatge més assequible a través del propi massís. Podem assegurar que corresponen a les primeres adequacions bastides per facilitar l'accés a les incipients visites més o manco organitzades. De fet VUILLIER (1888, 1893) ens parla que aquest indret constitueix "la verdadera entrada" a les Coves. En qualsevol cas, són tres les possibilitats que permeten superar-ho. La més comú és un tirany al sector central del conjunt calcari que descriu diverses ziga-zagues. Itinerari que CAPÓ (1930) ho defineix com *el Laberint*, en clara al·lusió a l'enrevessat recorregut. Una segona opció voreja el massís pel caire més proper a l'enderroc de l'esfondrament d'entrada. Per últim a l'extrem nord, un pas natural al punt més baix del massís avança fregant la roca mare.

A l'altre costat del massís s'obre una espaiosa sala: és la *sala de la Palmera* referenciada per MARTEL (1896) en al·lusió a una vistosa columna d'uns 5,50 m que apareix engalanada amb estalactites a l'extrem superior. Tot i la singularitat de la formació que justifica el topònim, a la topografia de Varo (FAURA Y SANS, 1926) la sala apareix citada com a *Gran Saló*, mostra de la dualitat toponímica present en alguns indrets de la cova. La sala té unes dimensions en planta al voltant dels 45 x 40 m mentre el sostre s'enlaira fins un màxim de 6 m, sent la mitjana d'alçada entre els 4 i 5 m. És un sostre on dominen les clapes de roca sense formacions al qual s'evidencia un abundant registre fòssil, destacant densos conjunts d'equinoderms (*Clypeaster* sp.). El pis de la zona central està format per una gran acumulació de blocs recoberts de potents colades pavimentàries que homogeneïtzen el trespol i li confereixen un trànsit relativament planer. El nord-est del sector central de la sala correspon al flanc septentrional d'aquesta acumulació, on mostra un pronunciat desnivell. És un coster igualment envaït de blocs, amb un perfil lleugerament escalonat i molt emmascarat per colades pavimentàries i demés formacions que s'han desenvolupat a sobre. Els fenòmens vinculats al reajustament dels substrats inferiors, han deixat vistoses empremtes en aquest redol en forma de grans fractures al paviment o basculaments a columnes i massissos que es mostren anormalment inclinats o recolzats en altres blocs. Un bon exemple es manifesta al massís estalagmític del *Laberint* el qual, tot i la seva considerable envergadura, no escapa a aquests processos de reajustament. Una observació en detall permet constatar que la zona d'unió amb el sòtil es troba esqueixada i separada d'aquest per un espai buit de 40/60 cm. Per últim s'observa com el pendent amb tendència nord-est es va suavitzant, emfatitzant les dimensions de la sala que continua mostrant una considerable alçada amb un sostre que es torna mostrat recobert per incomptables estalactites. A l'altre extrem, el coster meridional de la sala presenta un perfil de desnivell accentuat però més marcat per la verticalitat que l'anterior, combinació de blocs, colades pavimentàries i ressals verticals. No de bades CAPÓ (1930) ho definí al seu recull toponímic com *Abisme*. Les cotes inferiors delimitades per la roca mare recuperen l'anivellament i un trànsit més practicable. En aquesta àrea inferior es presenten dos elements que és precís detallar. Per una banda i en direcció cap a l'est s'hi localitza el pas d'accés a la contigua unitat de la *cova Blanca*, mentre que cap a l'oest la cavitat es prolonga en una galeria inferior. A aquesta galeria s'hi accedeix per un recòndit passatge de superació enrevessada i que en certa manera n'aïlla el sector de la resta de la sala. Es tracta





Figura 3: Petit llac conegut com a *bany del Sultà*, a la *cova Negra*. S'aprecia al centre de la fotografia, en color blanquinós, una alineació d'espeleotemes freàtics situada a 4,1 m per damunt del nivell actual de les aigües (Foto: M.À. Gual).  
 Figure 3: Small lake in the *Cova Negra* known as *Bany del Sultà*. In the center of the image a row of phreatic speleothems located at a height of 4.1 m above the current water level can be observed (Photo: M.À. Gual).

d'una galeria gairebé rectilínia que amb tendència oest avança uns 50 m per les cotes inferiors de la gran sala. Està configurada per un marcat rost lateral recobert de colada, on a mesura que s'hi avança va guanyant protagonisme una caòtica i inestable acumulació de blocs. Definitivament el successius passos i petites escalades entre blocs deixen pas, a l'extrem oest, a una nova estretor que comunica amb una sala igualment envaïda de blocs inestables; circumstància que en complica considerablement el trànsit i l'exploració de la zona. En conjunt tot aquest sector correspon morfològicament a la vessant sud de l'esfondrament d'entrada del que ha quedat aïllat per la considerable acumulació clàstica. En alguns llocs puntuals apareix el nivell freàtic però només en forma de bassols i un petit llac sense continuïtat. En relació a aquest sector i com a conclusió, no podem afirmar de manera rotunda que es tracti d'una zona inèdita de la cova però sí en podem testimoniar l'absència d'indícis d'exploracions anteriors, o la manca de referències a cap de les descripcions i topografies publicades. Resultat de l'exploració actual –tal i com es pot apreciar a la Figura 2– s'ha modificat substancialment el contorn de la cavitat en aquesta àrea respecte a plànols anteriors.

És precís reprendre la descripció de bell nou a les cotes superiors de la *sala de la Palmera* per tal d'enllaçar amb la resta de sectors de la *cova Negra*. Així el costat oriental de la citada sala es troba delimitat per dos massissos estalagmítics per entre els quals és possible continuar el recorregut. Pel coster est, el descens arriba a un gran massís estalagmític. Aquesta formació vistosament ornamentada, ocupa una superfície de 180 m<sup>2</sup>, –el major de la *cova Negra*– i a la seva part posterior amaga un aflorament freàtic. És un petit llac de forma irregular que, delimitat pel massís i la roca mare, acaba enllaçant amb la zona que WILL (1880) anomenaria *cueva de los Salchichones* [sic] i que es popularitzaria com a *cova de les Llonganisses*. Igualment cap a l'est però al flanc meridional i vorejant l'altre gran massís, la sala redueix notablement les dimensions. En aquest indret, un antic itinerari avança per davall d'uns grans blocs gràcies a diversos passatges engrandits artificialment que evidencien un aspecte original del pas no superior als 70 cm. En conjunt aquest extrem oriental podríem dir que tanca la *sala de la Palmera*.

En aquesta zona l'orientació canvia lleugerament cap al nord i nord-est i dona pas a espais més reduïts i celats, sectors residuals formats per depressions tancades que en conformen la perifèria de la unitat. La part meridional d'aquesta àrea es coneix a la topografia de WILL (1880) com a *cova*



de Betlem, indret on igualment es consignen abundants microtopònims com la *Font de Jericó* (WILL, 1880; MARTEL, 1896) l'*Estret de Gibraltar*, o un poc més endavant, la *Carbonera* (CAPO, 1930). Aquesta darrera referència apareix documentada per VULLIER (1888, 1893), qui destaca la intensa negror que recobreix aquest sector. En canvi, la part septentrional presenta un traçat més obert destacant la presència de diversos indrets on el nivell freàtic n'ocupa les cotes més baixes. El primer dels llacs –que té l'inici a la *sala de la Palmera*– es troba a la coneguda com *cova de les Llonganisses* (WILL, 1880), topònim que fa al·lusió a les característiques formacions estalactítics amb recobriment d'origen freàtic que en pengen del sostre. Morfologia que no passà desapercebuda per altres



Figura 4: Espeleotemes a un dels laterals del *llac Negre*, situat a l'extrem nord-est de la *cova Negra* (Foto: G. Santandreu).

Figure 4: Speleothems on one of the sides of the *Llac Negre*, located at the northeastern end of the *Cova Negra* (Photo: G. Santandreu).

autors com VUILLIER (1888, 1893) que fidel al seu estil n'argumenta el símil: "...ressemble en effet à une immense boutique dont la voûte serait couverte de saucissons pendues...". No són aquests els únics espeleotemes de caràcter freàtic en aquesta àrea; uns metres més endavant es localitza un altre conjunt situat a diferent cota d'aspecte molt esguerrat. Un nou llac copsa l'atenció en aquest sector. És el conegut com a *bany del Sultà* (MARTEL, 1896) –*llac de la Sultana*, segons la descripció de VUILLIER– que ocupa una encisadora raconada de 40 m<sup>2</sup>, i representa un dels accessos a les galeries subaquàtiques homònimes (GRÀCIA et al., 2018). Al sostre en destaca novament una alineació d'espeleotemes freàtics, situats a +4,10 m respecte al proper nivell freàtic, formant una vistosa línia continua de 9,50 m de longitud (Figura 3).

Finalment a l'extrem nord-est de la unitat de la *cova Negra* i a uns 160 m del vestíbul d'accés es localitza el *llac Negre*, sense dubte destacat atractiu i principal reclam per les visites. En conseqüència ha estat descrit i documentat de manera prolífica per gran quantitat d'autors entre els que en són obligada referència WILL, 1880, HABSBURG-LOTHRINGEN, 1884; VUILLIER, 1888; MARTEL 1896, entre d'altres. És un llac de forma molt irregular que ocupa una superfície de 495 m<sup>2</sup>, amb una longitud màxima de 45 m i un amplada de 15 m. La fondària, molt variable, assoleix els 4 m de profunditat. Presenta un traçat irregular i sinuós que afavoreix l'existència de belles raconades on la conjunció de l'aigua i les abundants formes litoquímiques formen un veritable espectacle de sostres profusament decorats i massissos emergents de les pròpies aigües (Figura 4). A més, aquesta exuberant decoració calcària aïlla determinats sectors del llac, fragmentant visualment l'espai en diverses cambres amb aigua. El llac constitueix l'accés subaquàtic a diverses galeries que configuren el *sector subaquàtic Central* (GRÀCIA et al., 2018).

Per a finalitzar la descripció d'aquesta unitat, i amb l'objecte d'enllaçar amb la propera, és precís reprendre la descripció novament a la *sala de la Palmera*. Quan hem tractat la descripció del coster meridional d'aquesta sala ja hem avançat la localització de l'accés a la *cova Blanca*. Com s'ha dit, es troba a un sector de rost marcat i de recorregut complex. Sector que cap a l'extrem oriental modera el pendent i forma un passatge un tant més accessible entre els blocs solcat per un tirany artificial. El caràcter tortuós de l'indret ja ho referenciaria WILL (1880) com a *baixar al Purgatori*, mentre MARTEL (1896) optaria per descriure-ho com a l'*entrada del Purgatori*. A les cotes inferiors d'aquesta àrea es troba el punt de coalescència entre ambdues unitats.

## Cova Blanca

La *cova Blanca* presenta un eix principal orientat d'oest a est que assoleix una llargària màxima propera als 145 m, des dels extrems distals localitzats al *llac de les Meravelles* a l'oest i el *llac de les Delícies* a l'est. L'amplada màxima és d'uns 74 m a l'eix que formen el pas d'accés a l'anomenada *cova dels Àrabs* i el *llac d'en Will*. En conjunt la cova Blanca ocupa una àrea de 6.750 m<sup>2</sup> (Figura 5). Com s'ha vist, té un únic accés terrestre situat al coster sud de la *sala de la Palmera*, a la *cova Negra*, on ambdues unitats entren en coalescència; fet que tal i com apunten GINÉS

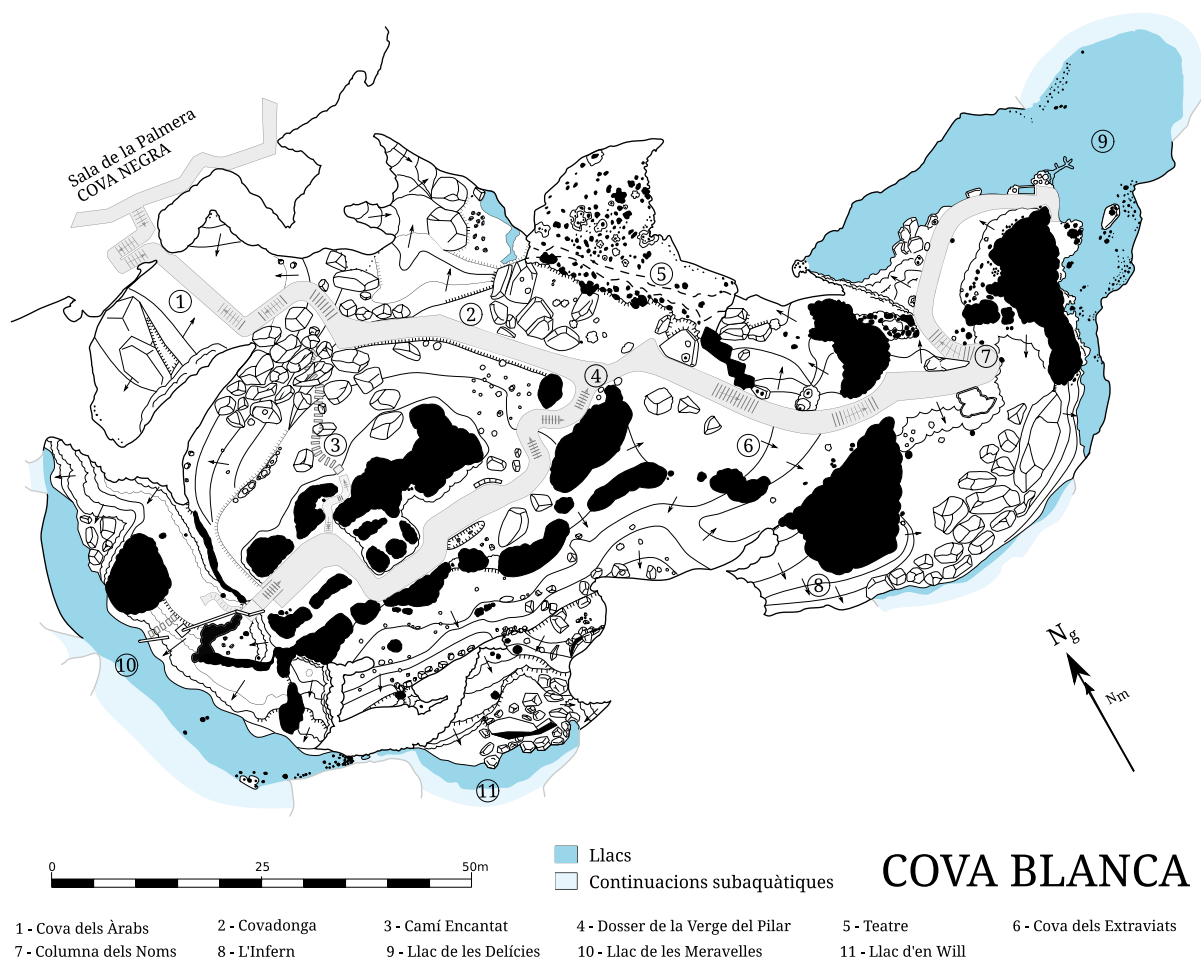


Figura 5: Plànol topogràfic en planta del sector terrestre de la *cova Blanca* (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 5: Plan topography of the sector called *Cova Blanca* (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

& GINÉS (1992) té lloc sense que hagi cap altre condicionant decisiu que els estrictament mecànics. L'accés es fa a través d'un recòndit pas que s'evidencia notablement engrandit rebaixant un gruix considerable de colada pavimentària. El pas enllaça, ja dins la *cova Blanca*, amb una sala de reduït volum i sostre baix coneguda com la *cova dels Àrabs* (WILL, 1880; MARTEL, 1896). Té el pis anivellat de forma artificial en contrast amb un dels costats on enormes blocs es troben clivellats per profundes esquerdes. Fractures que VUILLIER (1888) amb el seu peculiar estil identifica com a "...soupiraux de volcan, des ouvertures tragiques qui descendent dans les entrailles de la terre...". A l'extrem meridional, blocs acaramullats i recolzats entre el sostre i la roca mare són testimoni de l'estat primigeni d'aquest sector abans de les successives remodelacions. En tot cas es tracta del ventall d'enderrocs que s'estén per la part inferior de la gran sala principal i que n'ha envaït bona part de la *cova dels Àrabs*.

La *cova Blanca* es pot definir en línies generals com una gran unitat d'esfondrament, intensament desfigurada per una abundant decoració d'espeleotemes que en juga un paper determinant en la percepció d'aquest gran espai. D'aquesta manera, la complicada topografia, a més de l'abundant quantitat de massissos estalagmítics que es concentren al sector central i cotes superiors de la gran sala, poden donar peu a interpretar la unitat com l'articulació de diversos espais independents. El nucli central ocupa una considerable superfície de 4.950 m<sup>2</sup> i es defineix morfològicament per un gegantí cúmulo clàstic que es mostra consolidat per intensos recobriments pavimentaris. Així la zona immediata a la *cova dels Àrabs* es coneix com a *Covadonga* (WILL, 1880; MARTEL, 1896) i correspon a un sector transitable situat a les cotes mitges del coster de blocs, al límit d'uns fondals verticals. Per damunt d'aquest indret, la sala s'enfila pel coster rocós fins enllaçar amb les cotes superiors a mesura que va assolint volum. En aquesta zona s'observen blocs d'aspecte relativament recent, fet que dóna visibilitat als processos de reajustament mecànic de la volta; es pot observar com en alguns punts es disposen a sobre d'escalons picats a la roca.





Figura 6: Zona superior de la cova Blanca, sector marcat per l'abundància de massissos estalagmítics que compartimenten la sala (Foto: V. Pla).  
Figure 6: Cova Blanca upper sector, characterized by the abundance of speleothem barriers dividing the chamber (Photo: V. Pla).

Són les restes d'un tirany que CAPÓ (1930) descriu como *el camí Encantat*, en l'actualitat gairebé esvaït. El sostre deixa veure gran quantitat de motlles fòssils de bivalves.

La zona superior de la sala, localitzada cap al sud-est, s'enfila prop de 25 m sobre el nivell freàtic, fent palesa en algun punt la proximitat de la volta amb la superfície. S'ha de destacar l'exuberant decoració calcària que en forma de massissos estalagmítics és omnipresent en aquesta àrea, definint la morfologia del sector on arriba a condicionar recorreguts gairebé laberíntics (Figura 6). No obstant això el catàleg d'espeleotemes individualitza algunes formes concretes que han deixat empremta amb concisos microtopònims. Es pot citar en aquest sector el conegut com a *dosser de la Verge del Pilar* (VUIL-LLIER, 1888; MARTEL, 1896), formació que es troba coronada per un singular sostre a manera de voladís rodonenc. És aquest un espeleotema originat per capil·laritat i que podem identificar com un disc o escut, forma un tant inusual a les cavitats mallorquines (MERINO et al., 2011). Altre indret on la decoració calcària adquireix caràcter propi i en certa manera n'individualitza una àrea marginal de la sala central és el *Teatre* (WILL, 1880). Aïllat a un lateral cap al nord-est de la sala principal, ocupa una superfície de 277 m<sup>2</sup> on proliferen infinitat de columnes disposades amb tal densitat que formen una espècie de "*horror vacui*" calcari, que a trams en dificulta o impedeix el trànsit. Per davall del *Teatre* avança entre el cúmulo de blocs i la roca mare una espècie de galeria d'uns 25 m. Des del *Teatre* i cap al sud-est s'arriba a uns grans massissos estalagmítics que formen un estrangulament de la sala; és la zona que WILL (1880) defineix com a *cova dels Extraviats* en al·lusió a l'episodi dels excursionistes. Superats els massissos s'accedeix a un ample espai amb la peculiaritat de mostrar el coster septentrional intensament decorat, mentre que el flanc oposat es caracteritza per la inexistència de qualsevol forma de reconstrucció, tant al sostre com al trespol (Figura 7). Fet que evidencia la complicada relació entre les fases d'enfonsament i deposició dels blocs i el posterior desenvolupament de colades i altres formacions a sobre (GINÉS & GINÉS, 1992). El coster sud mostra el pis recobert de blocs angulars que cauen en tendència vertical cap a la roca mare, obstruint i impeding l'accés cap l'extrem del *llac de les Delícies*. MARTEL (1896) constata aquesta zona com l'*Infern* i al seu plànol hi situa efectivament la prolongació del *llac de les Delícies*, emperò amb un accés en aparença més evident i assequible que l'actual. Just a la vora del caminó –que podríem dir separa ambdós llocs tan diferenciats– s'hi





Figura 7: Indret conegut com l'Infern, a la cova Blanca. Lloc on s'exemplifiquen per una banda els mecanismes d'acumulació de blocs i per l'altra els processos de deposició de carbonats (Foto: J.J. Enseñat).

Figure 7: Site known as l'Infern, in the Cova Blanca. At this area, typical examples of processes such as mechanisms of accumulation of collapsed blocks and deposition of calcium carbonate speleothems can be observed (Photo: J.J. Enseñat).

troba la coneguda *columna dels Noms* (WILL, 1880), massís estalagmític recobert d'innombrables grafit, testimoni del pas dels antics visitants (PASQUAL & NICOLAU, 2018). Uns metres més endavant s'hi troben les aigües del *llac de les Delícies*.

De bell nou a la zona superior, s'ha de parar esment a un sector escassament explorat i documentat. Correspon al flanc meridional que queda un tant separat de la sala principal per una barrera de massissos estalagmítics. Es tracta d'un espai marginal de certa envergadura al qual s'hi accedeix per un complicat itinerari de perfil escalonat de blocs inestables, combinats amb colades pavimentàries i fins i tot escarpaments verticals que aconsellen l'ús d'un passamanys. Tot plegat és un descens d'uns 20 m de desnivell per un pendent de 30° de mitjana que arriba a una sala més espaiosa d'uns 23 m de llargària

per uns 12 d'amplada. El trespol està format per blocs rodolats de les zones superiors que en ocasions han quedat encastats amb aspecte amenaçant. Resseguint el límit de la roca mare s'hi localitza un petit llac, conegut amb el neotopònim de *llac d'en Will* (Figura 8). Amb una planta lleugerament arquejada, amida uns 20 m de longitud per uns 4 m d'amplada i assolix una considerable fondària de 6 m. A la superfície presenta abundants làmines surants de calcita. Cap a l'oest el llac sembla la continuació natural del *llac de les Meravelles*, la separació entre els quals sembla reduir-se a una barrera impracticable de columnes submergides. Aquest sector aparentment fou representat de forma un tant idealitzada al plànol de WILL (1880). Llevat d'aquesta ambigua localització al plànol, no en trobem referència posterior a cap de les topografies existents fins el moment. La rellevància del *llac d'en Will* radica en constituir la connexió subaquàtica entre la *cova Blanca* i la *cova dels Francesos* (GRÀCIA et al., 2018).

A la *cova Blanca*, el nivell freàtic és present també a altres dos llacs emblemàtics: el *llac de les Delícies* i el *llac de les Meravelles*, situats ambdós als extrems de la unitat; als flancs oriental i occidental respectivament. En direcció est, i a uns 110 m de l'entrada de la *cova Blanca*, es localitza el *llac de les Delícies*. Ocupa una superfície de 635 m<sup>2</sup>, extensió que converteix aquest llac en el més gran de la cova, per darrera del *llac Miramar* (Figura 9). Presenta una forma molt irregular que es pot simplificar per dos braços d'aigua d'uns 50 m de llargària, orientats d'oest a est i de sud-oest a nord-est, que conflueixen a l'extrem, punt on es prolonguen davall l'aigua donant pas a l'extens conjunt format pels sectors subaquàtics *Central* i *de Llevant*. La prolongació en direcció sud-oest és tal vegada la més recòndita i avança entre un gran massís estalagmític i la roca mare, on es poden observar alguns conjunts de solcs ascendents d'origen hipogènic. És també la zona més rica en profusió d'espeleotemes, destacant denses agrupacions d'estalactites, les quals en arribar a l'aigua mostren exuberants concrecionaments subaquàtics. A l'extrem sud-occidental, el llac es tanca amb una estretor que coincideix amb un enderroc de blocs caiguts de les cotes superiors de la zona de l'Infern. Aquesta zona –com hem avançat– sembla presentar una topografia molt diferent a la descrita per MARTEL (1896) al seu plànol, on en representa l'extrem del llac més ample, de major llargària i d'accés més assequible, circumstàncies que com hem vist, no es donen en l'actualitat.

En direcció completament oposada, el *llac de les Meravelles* es localitza a l'extrem occidental de la *cova Blanca* i es troba separat de la sala principal per una barrera estalagmítica. Aquesta barrera amaga un marcat ressalt vertical, tret que defineix aquesta àrea perifèrica, a la vegada que condiciona unes limitades opcions d'accés, en qualsevol dels casos a través d'itineraris de tendència vertical. MARTEL (1896) situa una doble baixada al llac d'uns 15 m, mentre que la topografia de Varo (FAURA Y SANS, 1926) és més explícita i defineix l'indret com *pou del llac de les Meravelles*. L'opció més comuna es troba curiosament al punt superior del cúmul clàstic, indret on es localitza un accés artificial a la cavi-

tat –ben segur destinat a manteniment– actualment condemnat. En aquest indret es pot destacar la intensa descalcificació que mostren les formacions de degoteig. És precisament en aquest punt on es troba l'accés al llac. És un passatge d'uns 20 m de desnivell de predomini vertical que intercala diverses mènsules rocoses i al llarg del qual encara es conserven les restes malmeses d'escalas de ferro o graons picats als trams menys verticals. Tot plegat condiciona un precari descens que condueix a la mateixa vorera del llac.

El *llac de les Meravelles* està orientat en direcció sud-nord i té una forma gairebé rectilínia, lleugerament còncava als extrems. Amb una llargària màxima entre les puntes de 52 m i una amplada que oscil·la entre els 5 m i els 8 m, ocupa una superfície de 247 m<sup>2</sup>. Al contrari que la resta de llacs,

no destaca per la decoració calcària aèria, en canvi sí que són dignes d'esment els abundants sobrecreixements freàtics que recobreixen les voreres del llac a nivell de l'aigua (Figura 10). Formen sòlides concrecions de característic color blanc que oscil·len entre els 40 i els 70 cm de gruixa i amplades que arriben a 1 m, donant peu a l'existència d'una espècie de voravia transitable que voreja les aigües, submergida actualment uns 20 cm. Aquests tipus de sobrecreixements es poden observar a altres llacs de la cavitat, emperò és al *llac de les Meravelles* on es manifesten en major abundància. Cap a l'extrem meridional es concentra la major decoració estalagmítica, amb proliferació d'estalactites fistuloses que en ocasions mostren anells de precipitació al contacte amb les aigües. El sector està delimitat per la roca mare, i al coster oposat per esvelts massissos estalagmítics i colades pavimentàries que configuren raconades aïllades de certa entitat. Cal incidir que aquestes formacions són les que actuen de barrera, separant el llac de la gran sala principal. L'extrem sud és una estretor amb un abundant concrecionament calcari que en tanca el pas, indret on s'intueix la connexió amb les aigües del *llac d'en Will*.

En canvi cap al nord el llac guanya volum arribant a una amplada de 6 m. Es prolonga entre grans blocs fortament cimentats per colades pavimentàries no exemptes de vistoses mostres de reajustaments mecànics. A la roca mare s'observen revestiments subaquàtics parietals a uns 80 cm-1 m per damunt del nivell freàtic actual. A l'extrem, el llac es troba envaït per gran quantitat de blocs rodolats que en configuren una zona més estreta amb poc més d'1 m d'amplada. En aquest indret el llac tanca per una gran colada i un tant enlairats damunt les aigües es poden apreciar alguns solcs ascendents de naturalesa hipogènica. El *llac de les Meravelles* es perllonga sota les aigües, i tal i com intuï MARTEL (1896), connecta amb *la cova dels Francesos* al *llac de la Petite Platja*, a la *cúpula Moragues* (GRÀCIA et al., 2018).

## Cova de Lluís Salvador

Es localitza a l'extrem nord-occidental de la *cova Negra*, a pocs metres de l'entrada natural i separada d'aquest espai per un massís estalagmític en l'actualitat desobstruït i engrandit de forma artificial (Figura 11). Es tracta d'un sector de la cavitat de planta molt irregular amb nombroses saletes i raconades. Espai definit a grans trets per un marcat desnivell descendent cap al sud-oest que culmina a les aigües del *llac de la Gran Duquessa de la Toscana*, límit natural de les visites i exploracions fins a finals del segle XIX. Per tant aquesta unitat es podria definir com el nexa natural d'unió entre els sectors coneguts antigament (*cova Negra – cova Blanca*) i els descoberts posteriorment a la *cova*



Figura 8: Grup d'espeleòlegs devora les aigües del *llac d'en Will*, a la *cova Blanca*. En primer terme s'aprecia l'acumulació de blocs provinents de la planta superior i, en darrer terme, el llac que n'ocupa un espai residual de la sala (Foto: M.A. Gual).

Figure 8: Cavers next to the shore of the *Llac d'en Will*, in the *Cova Blanca*. In the foreground, it can be observed a large accumulation of blocks coming from the upper sector whereas in the background the lake filling a residual space of the chamber is also visible (Photo: M.A. Gual).





Figura 9: Llac de les Delícies, situat a l'extrem est de la unitat de la cova Blanca. Destaca per la seva extensió i l'abundància d'espeleotemes (Foto: M.À. Gual).

Figure 9: Llac de les Delícies, located at the eastern end of the unit called Cova Blanca. Its extension and the abundance of speleothems are remarkable characteristics (Photo: M.À. Gual).

*dels Francesos*. En conjunt aquest sector ocupa un espai subterrani gens menyspreable de 5.230 m<sup>2</sup>, extensió molt similar a la propera *cova Negra* que just la supera en poc més de 600 m<sup>2</sup> (Figura 12). L'actual recorregut de les visites, que avança en bona part pel bell mig de la unitat, podríem dir que la divideix en dos sectors amb trets diferenciats.

Per una banda es pot destriar el sector nord-occidental, que es caracteritza per un fort desnivell que es va suavitzant a mesura que avança cap a l'oest. De fet al plànol topogràfic de WILL (1880), en deixà els llocs més esquerps com a incògnita i els hi assignà el nom de *Profunditat*. El mateix autor, a aquesta zona tan sols deixarà constància de l'espai que es coneixeria com a *el Sagrari*, de rost més moderat i trànsit molt més assequible. Així el 1896, l'espeleòleg francès É.A. Martel assabentat de l'existència de diverses cavitats inexplorades, iniciarà les seves fructuoses exploracions a les Coves del Drac, precisament per aquest sector. L'espeleòleg recorrerà aquests espais i en deixarà constància a la seva planimetria, anotant al respecte que cap dels abismes explorats va revelar res important llevat de petites cambres i fissures impenetrables farcides de blocs despresos de les voltes. Com a excepció, tan sols mereix una especial atenció un indret on afirma que pareix trobar-se a un nivell inferior al de la mar (MARTEL, 1896). En tot cas aquest sector de la cova és anomenat per WILL (1880) com *el Sagrari*. Es pot definir per una gran sala de marcat rost descendent, molt desfigurada pels massissos estalagmítics i –com és la tònica–, per les acumulacions de blocs de gran mida, que en ocasions formen alguns exposats ressalts verticals. Com hem esmentat, cap a l'oest, el rost perd inclinació afavorint l'existència de trams escalonats de forma rudimentària i tiranys gairebé esvaïts, restes d'oblidats itineraris. Superat el rost inicial d'uns 11 m de desnivell, devers la cota +8 m s'hi localitza un gour de grans dimensions; envoltat de massissos i formacions, i atapeït de cristalls de calcita d'un vistós to blanquinós, podríem dir que n'articula l'espai (Figura 13). Així cap al nord-est el terreny cau en rost fins arribar al nivell freàtic, on hi trobem un petit llac amb restes de freqüentació a diversos moments històrics com a lloc d'abeurada (Figura 14). És precís apuntar que a aquest sector n'és l'únic llac de certa consideració amb 36 m<sup>2</sup>. No obstant això, a l'extrem oposat i a uns 50 m cap al sud-oest, torna aflorar el nivell freàtic en forma de dos petits bassols d'escassa entitat i nul·la continuïtat, l'accés als quals es veu afavorit per uns graons picats



al rost d'una llenegadissa colada pavimentària. A una quinzena de metres d'aquests bassols cap a l'oest i a un redol de trespol planer s'hi troba un gour sovint eixut, amb la particularitat que la paret de la roca mare que ho delimita es troba solcada per alguns canals ascendents de naturalesa hipogènica. Completen aquest àmbit, dos grans massissos estalagmítics, un dels quals en barra el pas, però deixant intuir una continuació que com es veurà només permet l'accés des de les cotes superiors.

Per altra banda, cap al nord-oest i superats diversos massissos estalagmítics que en formen una espècie d'envà calcari, la cavitat es desenvolupa –tal com avança Martel– en diverses cambres. Es tracta d'espais que podem considerar residuals i que no són altre cosa que raconades perifèriques de la gran unitat d'esfondrament.

En destaca a l'extrem occidental una sala que es perllonga a una cota sensiblement inferior –esmentada anteriorment– que ha quedat aïllada per un potent massís estalagmític i que presenta un sol accés de caràcter vertical. Més cap al nord el rost canvia de signe i obliga a superar una zona ascendent que amaga entre blocs el complicat accés a una saleta d'enrevessada progressió que avança fins arribar a un col·lapse, que s'intueix no gaire lluny de la superfície. En un altre ordre de coses, a alguns indrets d'aquesta àrea no passa desapercebuda l'existència de massissos calcaris de considerable volum esqueixats, i en ocasions basculats, per efecte de processos de reajustaments o moviments del substrat. Igualment destacable és la presència de lloses despreses, que mostren denses aglomeracions d'estalactites disposades en anòmala horitzontalitat, en contradicció a l'imperatiu vertical que les formà. Situació aquesta que planteja interessants problemes d'interpretació estratigràfica però que tal i com conclouen GINÉS & GINÉS (1992), tan sols es limiten a informar de les etapes més recents dintre de l'evolució de la cavitat. Alguns vistosos exemples es poden veure, en el primer dels casos, a una gran columna esqueixada situada arran de l'itinerari turístic, o uns metres abans d'arribar a l'esmentat gour blanc, pel que fa al segon dels casos. Igualment algunes zones del sostre mostren les nues masses rocoses dels materials miocènics, amb abundant registre fòssil, que contrasten amb sectors profusament decorats per denses penjolls estalactítics. Es poden observar a indrets molt puntuals con-



Figura 10: *Llac de les Meravelles*, a l'extrem oest de la *cova Blanca*. Destaquen els blocs consolidats per colades pavimentàries que formen el coster del llac, així com les evidències dels fenòmens de reajustament mecànic del substrat. Dins les aigües del llac es poden apreciar vistosos sobrecreixements freàtics (Foto: J.J. Enseñat).

Figure 10: *Llac de les Meravelles*, located at the W end of the *Cova Blanca*. Big size blocks covered by flowstone form the shore of the lake, showing evidence of mechanical readjustments of the pavement. Important phreatic overgrowths can be observed in the lake (Foto: J.J. Enseñat).



Figura 11: Pas engrandit a una potent colada pavimentària que en l'actualitat permet l'accés a la *cova de Lluís Salvador* (Foto: M.A. Gual).

Figure 11: Enlarged passage over a thick flowstone allowing access to the *Cova de Lluís Salvador* (Photo: M.A. Gual).



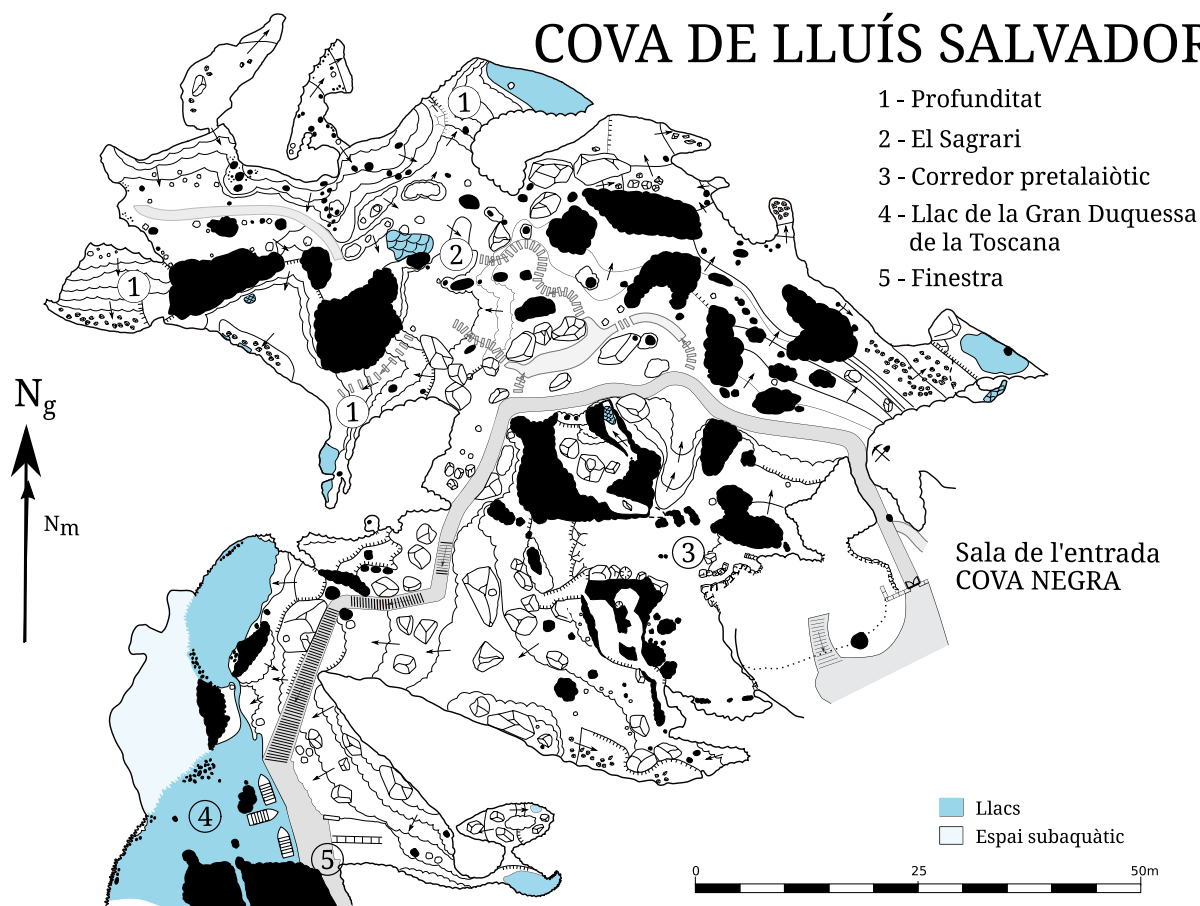


Figura 12: Plànol topogràfic en planta del sector terrestre de la cova de Lluís Salvador (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).

Figure 12: Plan topography of the sector called *Cova de Lluís Salvador* (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

junts d'espeleotemes amb aspecte de concrecions pisolítics, tot i que en realitat semblen haver evolucionat sobre petits còdols de caràcter al·lòcton.

L'altre sector diferenciatiu de la *cova de Lluís Salvador* correspon al coster meridional que altimètricament ocupa la part superior de la unitat, que es troba més propera a la superfície. Es tracta en general d'una zona de sostre relativament baix i sales més reduïdes amb escassa sensació de volum, fugint del que és la tònica de la cavitat. A més, no falten els espais i reductes entre blocs que formen nivells superposats, generalment d'escàs desenvolupament però que compliquen la configuració d'aquest sector (Figura 15). La decoració calcària, tot i no assolir la majestuositat d'altres indrets, és manifesta en omnipresents massissos estalagmítics —encara que de menor desenvolupament—, atapeïdes concentracions d'estalagmites i ja cap a l'extrem sud-oest vistoses colades parietals i pavimentàries. Aquestes circumstàncies permeten concloure que la zona no comparteix la vistositat d'altres sectors de la caverna pel que fa a l'exuberància dels fenòmens de deposició dels carbonats. Tot plegat, la zona denota una menor freqüentació de visites en comparació als altres espais de la cova, fet que s'evidencia per la pràcticament nul·la existència de tiranys i camins. No obstant això, en aquesta zona s'hi localitza un destacat vestigi arqueològic que deixa constància d'una primerenca presència humana a la cavitat. Es tracta d'una construcció prehistòrica en forma de corredor, bastida amb blocs rocósos de factura ciclòpia i coberta de lloses planes. Aquest element arquitectònic no fou descrit fins a les primeres dècades del segle passat (PARERA, 1921; HEMP, 1930) i degudament considerat dins el registre arqueològic cap als anys 70 del mateix segle (FONT OBRADOR, 1970). Es localitza a una saleta aïllada del recorregut turístic a una cota de +23 m. Aquesta situació altimètrica juntament amb la presència de sediments i clastes de caràcter al·lòcton d'aparença recent, deixen entreveure la proximitat de la superfície. Tot plegat ens permet confirmar en aquest indret l'existència d'un pretèrit accés natural a la cavitat en l'actualitat obstruït, el qual permetia accedir a aquest sector de la cova en moments anteriors a l'adaptació antròpica que, com s'ha vist, en dona pas a l'actualitat. Comparteix aquesta hipòtesi el

text de FAURA Y SANS (1926) que situa l'antiga sortida de l'itinerari turístic en aquest indret.

Com s'ha esmentat, el límit d'aquesta unitat se situa cap al sud-oest. A aquest extrem les extensions terrestres són més aviat residuals, constituïdes per una espècie de galeria sinuosa d'uns 20 m amb un minúscul llac terminal i una recòndita saleta de complicat accés que no amaga cap element destacable. En general es tracta d'un espai molt modificat on es concentren algunes infraestructures pròpies de l'explotació turística lligades a la travessia aquàtica dels petits bots. Emperò sens dubte, el protagonisme es veu copsat per l'aparició del nivell freàtic en forma d'un vistós llac: el *llac de la Gran Duquessa de la Toscana* (WILL, 1880; MARTEL, 1896; FAURA Y SANS, 1926; CAPÓ, 1930), d'una superfície de 440 m<sup>2</sup>, que té l'eix principal orientat de nord a sud, una longitud màxima d'uns 50 m i una amplada molt variable que arriba com a màxim als 20 m. La fondària del mateix oscil·la entre els 3,5 i els 5 m. Entre l'abundant decoració d'espeleotemes, es poden destriar alguns paleonivells de cristallitzacions subaquàtiques, que marquen la cota de +4,1 m sobre l'actual nivell freàtic (alçada que es repeteix a l'indret conegut com *les Llonganisses*, a la *cova Negra*). A més es troba ocupat per diversos massissos estalagmítics destacant un d'ells, al sector central del llac, que gairebé ho tanca i un potent grup de massissos emergits de les aigües a l'extrem meridional. És precisament aquest obstacle, que en conjunt ocupa una àrea de 110 m<sup>2</sup>, el que ha actuat des de les primeres visites com a frontera natural, amagant la continuació lògica de la cova. Continuació que tal i com relata MARTEL (1896) era sospitada per alguns dels guies, que a través d'una obertura enlairada a l'extrem del mateix massís –l'anomenada *finestra* al seu plànol topogràfic– podien intuir l'existència d'una indefinida massa d'aigua que es deixava entreveure minsament il·luminada per la llum dels fanals.



Figura 13: Indret conegut com el *Sagrari*, a la *cova de Lluís Salvador*. Destaca, entre la gran quantitat de massissos estalagmítics, un gran gorg que n'ocupa el sector central (Foto: V. Pla).

Figure 13: Location known as *El Sagrari*, in the *Cova de Lluís Salvador*. This place is characterized by large speleothem barriers, and a large rimstone pool located in the central sector (Photo: V. Pla).

## Cova dels Francesos

Quan el setembre de 1896 l'espeleòleg francès É.A. Martel vorejà navegant el massís estalagmític de l'extrem sud-occidental del *llac de la Gran Duquessa de la Toscana*, encetava una nova etapa d'exploracions i descobriments que obligarien a redimensionar els espais subterranis coneguts fins aleshores. La superació de la frontera natural que constituïa el conjunt de massissos estalagmítics del *llac de la Gran Duquessa* va permetre la connexió de les seves aigües amb un grandios espai inundat que superava de manera sorprenent les dimensions de qualsevol dels llacs coneguts; no tan sols a la cova sinó per extensió a cap cavitat explorada fins el moment



Figura 14: Petit llac d'aigües salabroses a les cotes inferiors del *Sagrari*, a la *cova de Lluís Salvador* (Foto: M.A. Gual).

Figure 14: Small lake of brackish water in the lowest level of *El Sagrari*, in the *Cova de Lluís Salvador* (Photo: M.A. Gual).



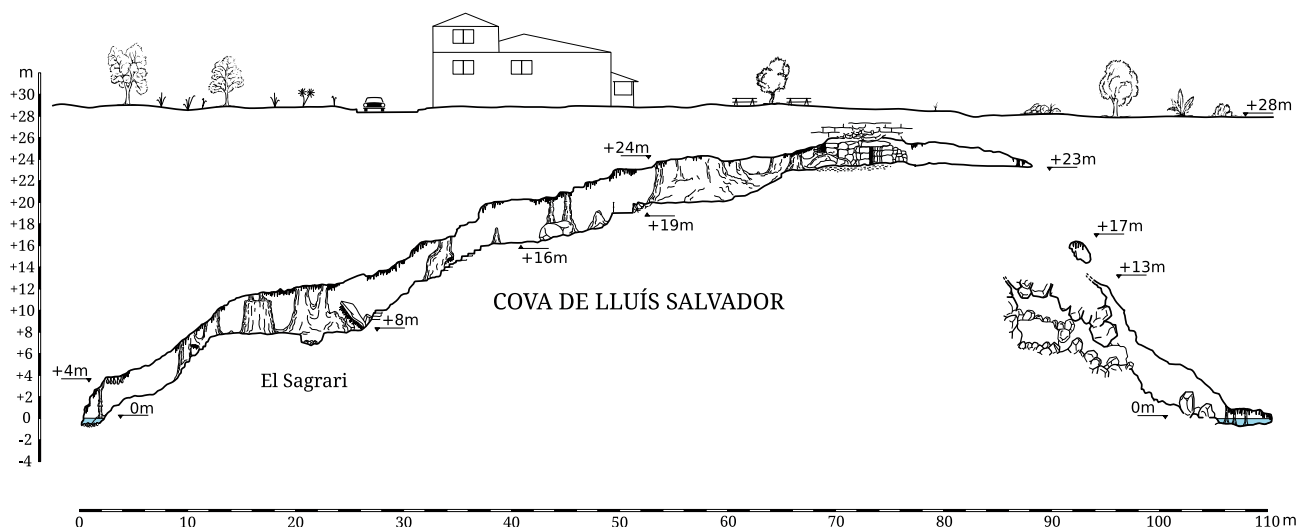


Figura 15: Secció de la cova de Lluís Salvador. Es pot distingir el sector inferior on s'ubica l'indret conegut com el Sagrari. Cap al centre, la zona superior de la unitat es troba a escassa distància de la superfície. I per últim, a la dreta, l'extrem format per diversos espais entre blocs (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).

Figure 15: Cross section of the Cova de Lluís Salvador. The zone called El Sagrari can be distinguished in the lower part. In the middle of the figure the upper zone is close to the surface. On the right, accessible inner spaces among collapsed blocks (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

(MARTEL, 1896). Aquest llac, que va ser batejat per l'espeleòleg com a *llac Miramar*, és l'antesala d'una sèrie de grans espais terrestres encadenats que vendrien gairebé a duplicar l'extensió dels sectors que es coneixien fins a la data. En conjunt el nou sector descobert es coneixeria com a *cova dels Francesos* (MARTEL, 1896). Espai que en línies generals es podria definir per tres grans sales o unitats consecutives –disposades sobre un eix principal de nord-oest a sud-est– d'una llargària que sobrepassa els 250 m, on es troben ben representats els esmentats trets definitoris de la cavitat: les grans acumulacions de blocs fruit del equilibri de les voltes, una exuberant decoració calcària i les cotes inferiors de les sales inundades per aigües salabroses tot coincidint amb el nivell freàtic. No és necessari incidir que les circumstàncies del descobriment i posterior exploració d'aquests sectors (MARTEL, 1896; MAHEU, 1912) augmentaren no tan sols les dimensions volumètriques de la cova, sinó que foren decisives per fer bascular l'interès turístic cap als nous sectors, d'atractius paisatgístics certament enlluernadors pels potencials visitants. Fet que paral·lelament condicionà el progressiu abandonament de les visites als sectors fins aleshores clàssics (*cova Negra* – *cova Blanca*). Tant és així que actualment l'itinerari de les visites es fa gairebé de manera íntegra recorrent les noves extensions descobertes per Martel. D'aquesta manera, s'accedeix a la cova per una entrada artificial practicada a l'extrem SE de la *sala Louis Armand*, a la *cova dels Francesos*, es travessa la *sala de los Herreros*, la *cúpula Moragues* i el *llac Miramar*, per finalment remuntar la *cova de Lluís Salvador* i retornar a l'exterior aprofitant l'entrada natural de la cavitat, a la *cova Negra*.

A efectes descriptius, hem trobat coherent segmentar la *cova dels Francesos* en funció dels tres espais que en certa manera la conformen: *llac Miramar* (incloent-hi la *cúpula Moragues*), *sala de los Herreros* i *sala Louis Armand* (Figura 16). En conjunt aquest sector ocupa un espai subterrani de dimensions remarcables, que totalitza una superfície de 12.790 m<sup>2</sup>.

### **Llac Miramar – Cúpula Moragues**

El conegut com a *llac Miramar* –també citat com a *llac Martel*– és una espectacular massa d'aigua orientada de nord a sud, que s'estén de forma gairebé rectilínia des dels massissos estalagmítics que ho separen pel nord del *llac de la Gran Duquessa de la Toscana* i la *cova de Lluís Salvador* (Figura 17a), fins a l'extrem meridional on enllaça amb la *cúpula Moragues* de bell nou al sector terrestre. A aquest extrem i en direcció oest el llac descriu un colze que forma una raconada aïllada (Figura 18), des d'on arranca la galeria subaquàtica coneguda com a *galeria dels Cocos*, un dels primers sectors subaquàtics explorats (GRÀCIA et al., 2018). En total el llac ocupa una diàfana superfície de 3.050 m<sup>2</sup> amb un eix longitudinal que amida 115 m i una amplada màxima de 36 m. Aquestes excepcionals condicions propicien la còmoda navegabilitat per les seves aigües, fet decisiu pel que fa a l'explotació de la cova, que el va convertir en un dels seus principals reclams turístics.

Superat el massís que el separa de la resta de cavitat, a través d'un passatge natural i inundat d'uns 8 m d'amplada (Figura 17b), el llac agafa tot d'una un gran volum, assolint una amplada gairebé

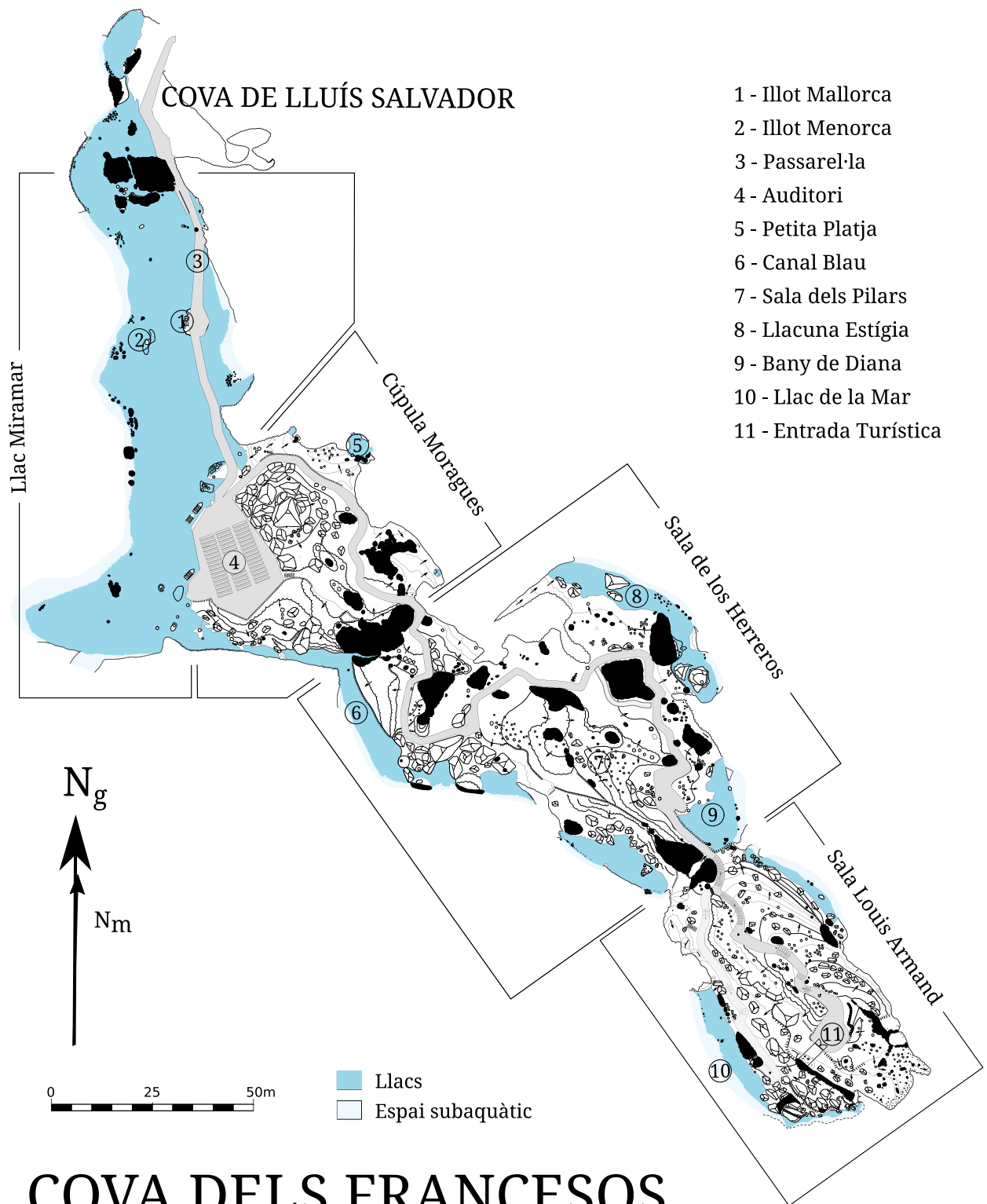


Figura 16: Plànol topogràfic en planta de la cova dels Francesos amb les tres unitats que l'integren: Llac Miramar/cúpula Moragues, sala de los Herreros i sala Louis Armand (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 16: Plan topography of the sector called Cova dels Francesos with its three units: Llac Miramar/Cúpula Moragues, Sala de los Herreros and Sala Louis Armand (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).



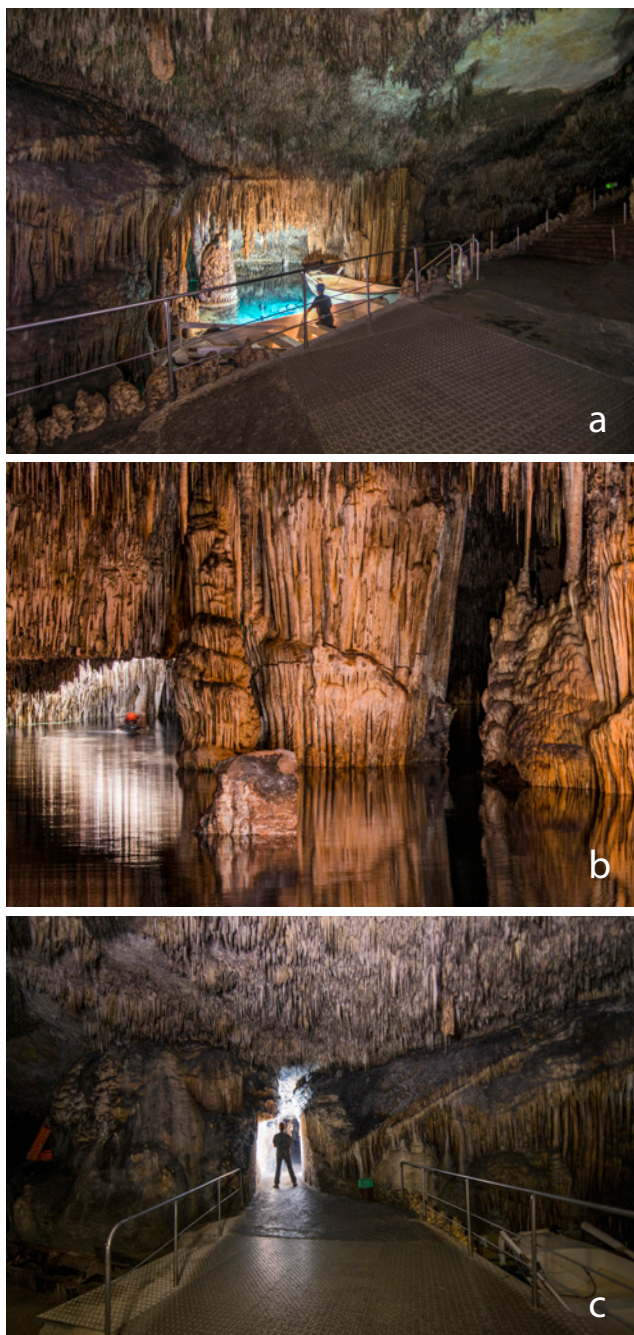


Figura 17: a) Extrem del *llac de la Gran Duquesa de la Toscana*, a la *cova de Lluís Salvador*. El massís estalagmític que ho delimita representa el límit de les visites de la cavitat fins les exploracions de Martel de l'any 1896. b) El massís anterior vist des del *llac Miramar*. A l'extrem on hi ha l'espeleòleg s'aprecia el pas que travessà Martel i que donà peu al descobriment d'importants sectors. c) Una altra vista del mateix massís on actualment es localitza el pas artificial que permet l'accés terrestre al *llac Miramar*. Correspon a l'indret on es trobava la "finestra" que permetia intuir la continuació de la cova (Fotos: M.À. Gual).

Figure 17: a) End of the *llac de la Gran Duquesa de la Toscana*, in the *Cova de Lluís Salvador*. The speleothems barrier was the limit of the cave for the visitors until Martel exploration in 1896. b) The same speleothems barrier observed from the *llac Miramar*. The location of the caver shows the passage negotiated by Martel, which was the beginning of the discovery of important sectors. c) View of the same location showing the artificial passage currently used by visitors to access the *llac Miramar*. In this place there was a «window» that allowed seeing the continuation of the cave (Photos: M.À. Gual).

constant que oscil·la entre els 25-30 m. Presenta una profunditat molt variable, condicionada per la presència de grans blocs i lloses despreses de les voltes que es troben enfonsades dins les aigües. Així la fondària mitjana està al voltant dels 5 m, mentre que a la zona central arriba a assolir els -8,5 m i els -13 m a l'extrem sud, on forma una vistosa raconada propera a la *galeria dels Cocos*. En ocasions i degut al gran volum dels enderroc, han quedat parts gairebé en superfície la qual cosa ha donat peu a l'existència d'una espècie d'illots lleugerament emergits popularment batiats com: *Mallorca* i *Menorca* (plànol de Varo, a FAURA Y SANS, 1926) per designar els dos més vistosos situats gairebé a la zona central del llac. En tot cas és fàcilment identificable a la volta de la sala l'empremta deixada pels reajustaments gravitacionals, la qual cosa permet fer-ne una idea molt gràfica d'aquests significatius processos. CAPÓ (1930) li assignà a aquest sector el descriptiu topònim de *sostre pla*. A mesura que s'avança pel llac sens dubte l'atenció es veu copsada per les seves excepcionals dimensions, però cal destacar també que bona part del coster occidental es troba engalanat d'una vistosa decoració calcària en forma d'estalagmites, columnes i massissos emergits, de singular bellesa. Aquestes formacions n'oculten la continuació dels laterals de la sala sota les aigües. En canvi al coster oriental, igualment decorat, la roca mare actual de límit i contorn de la unitat, on tan sols s'hi localitza una sola prolongació subaquàtica que avança cap a l'est una vintena de metres. S'ha d'esmentar que actualment la travessia del *llac Miramar* es pot fer passejant còmodament gràcies a la construcció cap a la dècada dels anys 70 del passat segle XX d'una passarel·la sobre les aigües al coster oriental del llac (Figura 19). Pont que arranxa precisament a l'indret –avui engrandit artificialment– on es localitzava la finestra entre formacions que permetia albirar l'existència de l'insospitat llac, (Figura 17c) i que enllaça al costat oposat amb l'auditori de la *cúpula Moragues*, a l'extrem meridional del llac.

És a aquest extrem on compareixen les continuacions terrestres, indret on es conjuguen l'aigua i el volum per donar lloc a una espectacular sala de sostre alt (Figura 20) que es coneix com a *cúpula Moragues* (MARTEL, 1896). Aquest gran espai té com a trets principals la considerable alçada del sostre i una gegantina acumulació de blocs que, en detriment d'una escassa decoració calcària, exemplifica el reajustament mecànic de la volta (GINÉS et al., 2018b). Aquesta gran acumulació clàstica ha sepultat la continuació de les aigües del llac en direcció est, i després de successives modificacions el coster més proper al llac està anivellat artificialment i habilitat com a auditori ocupant una superfície digna d'esment de 457 m<sup>2</sup>. Dada que ha de servir de referència de les dimensions del conjunt d'aquesta àrea. Per altra banda, la zona central coincideix majoritàriament amb el gegantí cúmul d'enderroc, amb epicentre a uns 10,20 m d'alçada i el sòtil a 14,50 m sobre el nivell de les aigües. No gaire enfora, a la vertical d'uns dels pous artificials de ventilació, el trespol es troba anivellat a 9 m sobre el freàtic i el sostre a 16 m. En aquest punt, la potència de roca és d'uns 15 m.





Figura 18: Extrem sud del *Llac Miramar*, on es localitza l'auditori sota la *cúpula Moragues* (Foto: M.À. Gual).  
Figure 18: Southern end of the *Llac Miramar*, where the auditorium is located, under the *Cúpula Moragues* (Photo: M.À. Gual).

Des d'aquest punt central, que actua de cim dels enderrocs i en direcció S, la sala presenta una topografia més complexa. Els blocs aïllats configuren algunes esclletxes i ressals verticals recoberts de colada que obliguen a cercar el punt més assequible per transitar-hi. És cap al sud i sud-oest on el desnivell és moderat i els obstacles més còmodament superables, itinerari que ens permet arribar a l'extrem meridional de la sala ocupat també pel nivell freàtic. Es tracta de la continuació natural del *llac Miramar*, ja que les aigües freàtiques afloren a la perifèria de la gran acumulació de blocs de la zona central. El propi espeleòleg batià la continuació com a *Canal* (MARTEL, 1896), tot i que degut al vistós color turquesa de les aigües s'hagi popularitzat com a *canal Blau* (Figura 21). És aquest l'itinerari aquàtic que seguí l'espeleòleg francès per continuar l'exploració dels nous sectors. I ho va fer resseguint un braç d'aigua que es prolonga cap a l'est amb un llarg recorregut sempre pel lateral de la sala, i que arriba fins al final de la *sala de los Herrerros*.

Per altra banda i des del mateix punt central, però en direcció nord i nord-est, la sala cau en pendent formant un ventall d'enderrocs consolidats que s'estén fins poc abans d'arribar a l'extrem septentrional. En aquest punt els blocs deixen pas a una planta molt més planera, circumstància aprofitada per acomodar el caminó de l'itinerari turístic. Així i tot, a l'altra banda del camí, continua el rost descendent però amb una fisonomia ben diferent caracteritzada per una colada pavimentària que en descriu una espècie de petit comellar atapeït de columnes i esveltes estalagmites. És l'indret que Martel anomenaria *bosc d'Agulles* al seu plànol, mentre que CAPÓ (1930) menys poètic, ho registraria com a *bosc Devastat*. A l'extrem apareix el nivell freàtic en forma de dos petits llacs. El que està situat més cap a l'est és una raconada inundada que aflora entre formacions calcàries. Tot i que a cap de les topografies històriques ens consta cap topònim, és conegut actualment com a *petita Platja*. No obstant això el llac no passà desapercbut pels exploradors. Així ho testimonia MARTEL (1896) que en deixà oportuna constància a la seva topografia de la possible existència d'un sífo cap a les aigües del *llac de les Meravelles*, a la *cova Blanca*; connexió subaquàtica que efectivament enllaça amb la *galeria de les Meravelles* (GRÀCIA et al., 2018). Des d'aquest llac i en direcció sud-est la sala continua mantenint una alçada considerable (4,30 m) i no es torben a fer acte de presència els grans conjunts de massissos estalagmítics, dels quals per citar un exemple en destaca pel seu singular diàmetre i perfil cilíndric, l'anomenada per CAPÓ (1930) *columna Gegant*. D'aquests massissos el que es troba més a l'extrem





Figura 19: Vista del *Llac Miramar*. Cap al coster oriental es pot veure la passarel·la que actualment permet la travessia del llac (Foto: M.À. Gual).  
 Figure 19: View of the *Llac Miramar*. On the eastern wall it can be observed the gangway that allows crossing the lake (Photo: M.À. Gual).

meridional forma una barrera calcària que tanca el sector terrestre de la *cúpula Moragues*, obstacle que actualment se supera per un pas engrandit al propi massís.

### ***Sala de los Herreros***

La *sala de los Herreros* constitueix la continuació cap al sud-est de la *cova dels Francesos* deixant enrere el *llac Miramar* i la *cúpula Moragues*. Es tracta d'un sala dominada per l'amplitud dels espais, amb un eix principal orientat de nord-oest a sud-est de gairebé 100 m de longitud i una amplada màxima que supera els 50 m entre els extrems laterals del *canal Blau* i la *llacuna Estígia*, ambdós flancs ocupats pel nivell freàtic. La sala assoleix una superfície de 4.702 m<sup>2</sup>. Com ja hem avançat, s'hi accedeix per un pas artificial forçat al límit d'un envà estalagmític, lloc per on discorre l'itinerari visitable. Superat el passatge i en direcció sud la sala s'estén fins a les aigües del *canal Blau* amb un fort desnivell, a indrets proper a la verticalitat, mentre que el recorregut per la sala obliga a un sinuós itinerari per tal de vorejar els abundants massissos que compartimenten l'àrea. Aquest forçós itinerari s'apropa en una espècie de balconada sobre les aigües del *canal Blau*, que es mostra 8 m més avall mig ocult per un complicat espai de blocs que arriben fins al propi canal (Figura 22). Des d'aquest indret es poden observar vistosos exemplars d'espeleotemes de degoteig en forma de banderes que n'ocupen la part volada de la paret. Dins les aigües dels llacs, la presència d'espeleotemes freàtics, en deixa testimoni de les fluctuacions del nivell marí. Tot i això el canal continua el seu curs uns 25 m més, per acabar definitivament el recorregut iniciat al *llac Miramar* a una infranquejable acumulació de blocs i formacions. Lloc que MARTEL (1896) constata gràficament com *presa de contenció*.

Per altra banda, a les cotes superiors la sala es configura com una àmplia àrea on el sòtil va assolint alçada. Així passa dels poc més de 4 m als 6,70 m d'alçada al sector central, on s'arriba al paroxisme del volum subterrani. És aquest un espai marcat per la monumentalitat on destaca un ample sector recobert de colada pavimentària, sobre la qual s'han assentat espessos conjunts d'estalagmites que n'arriben a formar veritables boscos petrificats. Les columnes –ja sigui aïllades o formant conjunts–, són igualment destacables i en donen nom a l'indret, que MARTEL (1896) recollí com a *sala dels Pilars* (Figura 23). A aquesta mateixa àrea, les exploracions subaquàtiques han permès constatar l'existència d'un nivell inferior submergit que es desenvolupa entre blocs per les cotes més baixes de la gran



estança (GRÀCIA et al., 2018). Per altra banda les àrees circumdants de la gran sala central amaguen espais aïllats, delimitats per la deposició de carbonats i la pròpia roca mare. Més enllà dels espeleotemes dominants destaquen formacions singulars a alguna raconada aïllada que mostren vistosos sobrecreixements freàtics afectats per descalcificació. També és de destacar alguna depressió entre aquests reductes, on l'acumulació d'aigües d'infiltració ha format grans gours de prominents cornises folrades de vistoses cristallitzacions.

Des de la zona central, definida per un trespol anivellat artificialment a manera de placeta, en direcció nord es troba la *llacuna Estígia* (CAPÓ, 1930). N'ocupa la cota més baixa d'aquest lateral de la sala amb una superfície de 277 m<sup>2</sup>, una longitud de 52 m i una amplada al sector central de 7 m (Figura 24). Es caracteritza per l'existència de blocs emergits que trenquen la uniformitat del llac, així com per diverses continuacions subaquàtiques que conformen les *galeries Estígies* o la connexió subaquàtica amb la *cova Blanca* al *llac d'en Will* (GRÀCIA, et al., 2018). Un segon aflorament freàtic es localitza uns 10 m cap al sud de la llacuna; de menor superfície, sembla una continuació de l'anterior del qual ha quedat aïllat per part d'un gran massís calcari. En aquest aspecte, MARTEL (1896) en el transcurs de la primera exploració només en deixa constància de l'existència d'una sola massa d'aigua que anomena *aigua Salada*. Posteriorment CAPÓ (1930) la designa –encara que de manera imprecisa– amb el topònim de *llac de la Reina Victòria*; no obstant aquestes circumstàncies, popularment és conegut com a *bany de Diana*. Té una longitud màxima de 21 m, emperò destaca per la profusa decoració d'estalactites i en especial per les formacions excèntriques que les engalanen (Figura 25). El sector circumdant al llac es troba a 1,70 m per sobre les seves aigües, on hi cau en un ressalt vertical a manera de balconada. L'alçada de la sala en aquest punt continua sent important assolint els 6,50 m. Al costat oposat al *bany de Diana*, i tan sols a una quinzena de metres d'aquest, s'hi localitza un nou llac. És una massa d'aigua que voreja el límit de la sala i que presenta un accés no tan assequible com els anteriors. Envoltat de ressals verticals i un tant ocult per un gran massís estalagmític, amida a prop de 30 m de llargària i no és més que la continuació del *canal Blau* del qual n'ha quedat separat cap a l'extrem nord-occidental. En aquest punt la presència dels llacs a ambdós costats, a més de la irrupció d'un notable massís estalagmític que n'ocupa gairebé tota la part més elevada, configuren l'amplada mínima del conjunt de la sala que just només arriba als 20 m.

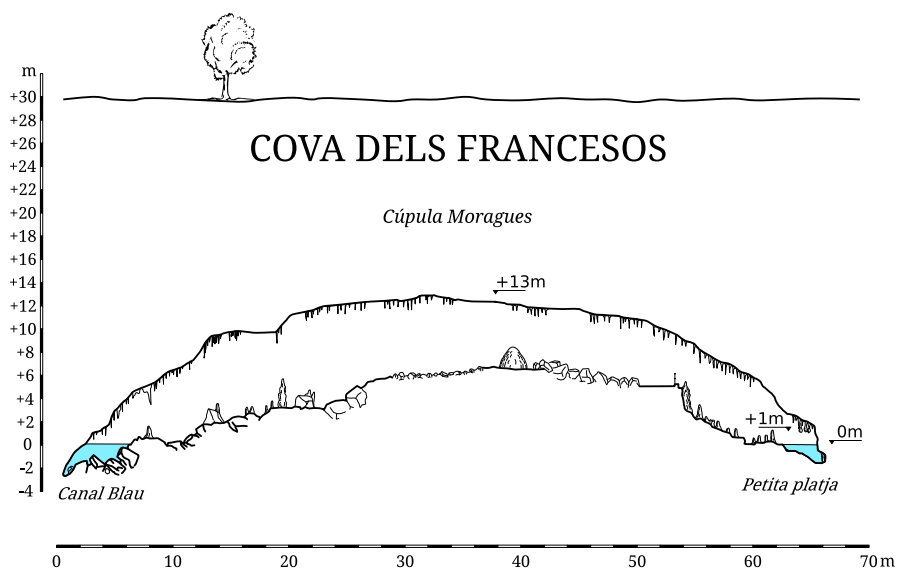


Figura 20: Secció transversal de la *cúpula Moragues*. S'aprecia el seu considerable volum i dimensions (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
Figure 20: Cross section of the *Cúpula Moragues*, revealing its considerable volume and dimensions (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).



Figura 21: *Canal Blau*, continuació del *Llac Miramar* que envolta el coster sud de la *cúpula Moragues* (Foto: M.À. Gual).  
Figure 21: *Canal Blau*, natural continuation of the *Llac Miramar* encircling the southern part of the *Cúpula Moragues* (Photo: M.À. Gual).





Figura 22: Vista del canal Blau des de la zona superior de la sala de los Herreros. S'aprecia en primer terme l'enderroc de blocs que defineixen el coster sud de la sala, i les aigües del canal al fons (Foto: M.À. Gual).

Figure 22: View of the Canal Blau from the upper zone of the Sala de los Herreros. In the foreground the collapsed blocks defining the southern side of the chamber can be observed, with the water of the Canal at the background (Photo: M.À. Gual).



Figura 23: Sector central de la sala de los Herreros, a la cova dels Francesos. Presenta unes notables dimensions i abundants espeleotemes entre els quals destaquen nombrosos conjunts d'estalagmites (Foto: M.À. Gual).

Figure 23: Center sector of the Sala de los Herreros, in the Cova dels Francesos. It has remarkable dimensions and abundant speleothems, among which it is noteworthy numerous stalagmite assemblages (Photo: M.À. Gual).





Figura 24: Llacuna Estigia, que ocupa part del coster nord de la sala de los Herreros. Les seves continuacions subaquàtiques posen en connexió la cova dels Francesos amb el llac d'en Will, a la cova Blanca (Foto: M.A. Gual).  
 Figure 24: Llacuna Estigia, placed in the northern end of the Sala de los Herreros. Its underwater extensions connect the Cova dels Francesos with the Llac d'en Will in the Cova Blanca (Photo: M.A. Gual).

És aquest el límit pel sud-est de la sala de los Herreros i on es localitza el pas que, en pronunciat ascens, enllaça entre la roca mare i el propi conjunt estalagmític amb la sala Louis Armand.

### Sala Louis Armand

La sala Louis Armand constitueix l'extrem terminal de la cova dels Francesos. Té un eix longitudinal que des de la contigua sala de los Herreros es prolonga cap al sud-est gairebé uns 75 m. L'amplada d'aquest sector és bastant uniforme i llevat dels extrems distals, on es redueix notablement, la resta oscil·la entre els 30-40 m. L'alçada es veu minvada considerablement, així en alguns punts del camí actual no sobrepassa els 2 m, assolint les cotes màximes cap al l'oest de la sala. Tot plegat, la nova estança no comparteix la sensació de volum i grandiositat que tenen les anteriors, ocupant una superfície de 2.622 m<sup>2</sup>, dada que en termes volumètrics la defineix com la més petita de les sales terrestres (Figura 26). És el darrer dels sectors descoberts a la campanya de Martel de 1896 i explorat de manera fugaç (MARTEL, 1896) pel seu incombustible company Louis Armand, qui es limità a fer-ne un dibuix escassament detallat en el que recollí comptats trets descriptius. De fet al seu aixecament topogràfic només deixa constància d'una *Muntanya d'Argila*, sediment que no s'evidencia actualment en aquest sector. FAURA Y SANS (1926) també assenyala l'absència i ho intenta justificar per possibles recobriments calcaris.

La sala està flanquejada cap a l'est i l'oest per dos llacs. L'oriental, d'una amplada màxima de 3 m, presenta un accés compromès marcat per ressals verticals i no té continuacions subaquàtiques rellevants (Figura 27). En canvi el llac situat al coster occidental és d'accés més assequible aprofitant un caminó actualment exclòs del recorregut turístic i que avança en suau rost pel coster occidental de l'enderroc. Es pot considerar l'extrem terminal del canal Blau, del que n'està separat pels enderrocs que envaïxen la perifèria de la sala. Té un eix gairebé rectilini d'uns 30 m i presenta una vistosa decoració d'espeleotemes destacant singulars conjunts d'estalactites excèntriques que pengen sobre les aigües. Es coneix com a *llac de la Mar*, neotopònim que al·ludeix a l'entramat de galeries subaquàtiques que efectivament en representen la unió de la cavitat amb la mar (GRÀCIA et al., 2018).

Al sud se situa la zona superior de l'acumulació de blocs; punt on s'assoleix la cota +18 m, circumstància que ha estat aprofitada per a l'obertura de l'entrada artificial de la cavitat a les rodalies





Figura 25: Raconada amb gran varietat d'espeleotemes al llac conegut com a *bany de Diana*, situat a un dels laterals de la *sala de los Herreros* (Foto: M.À. Gual).  
 Figure 25: Nook with large diversity of speleothems in the lake known as *Bany de Diana*, which is located at one side of the *Sala de los Herreros* (Photo: M.À. Gual).

de Cala Murta. És una zona anivellada artificialment i on encara es conserven vestigis d'etapes turístiques anteriors, com és ara un mur bastit a manera de mostrador d'entrada. Emperò, cap a l'extrem meridional la sala mostra una topografia més complexa. Per una part un fons amb blocs acaramullats que oculten l'extrem del *llac de la Mar* —per sobre dels quals discorre el pont que sustenta l'entrada artificial—, i per l'altra una sèrie d'espais formats per enrevessats recorreguts entre blocs i formacions, que constitueixen l'extrem terminal de la sala i la cavitat.

## Conclusions

Localitzada als materials escullosos del miocè superior, les Coves del Drac són el resultat de la successió de diverses sales d'esfondrament que en la seva evolució han configurat les distintes unitats volumètriques (GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS et al., 2018b). Aquestes es defineixen per uns trets comuns que es poden sintetitzar en:

—Àrees centrals formades per considerables acumulacions clàstiques consolidades que són el testimoni dels esfondraments d'origen gravitacional i mecànic que han afectat les voltes de les diferents sales i que presenten un trànsit relativament assequible.

—Per altra banda aquests enderroc es prolonguen en ventalls descendents amb tendència a la verticalitat cap a la perifèria. Són llocs de topografia més complexa on solen aparèixer ressalts verticals i que sovint formen espais marginals en forma de pseudo-galeries inferiors o sales més o manco aïllades on abunden els blocs poc consolidats. L'exploració en detall d'aquests espais perifèrics ha permès revisar i establir els límits precisos de la cavitat a més de documentar sectors escassament transitats o fins i tot no documentats amb anterioritat. En són bons exemples, a la *cova Negra*, la galeria que se situa per davall de *l'embut d'Entrada*. Els sectors inferiors de la *cova Blanca* a les rodalies del *llac d'en Will*. A la *cova de Lluís Salvador*, els trams més profunds del *Sagrari*. O per últim els reductes amb petites galeries i petits pous verticals que constitueixen l'extrem terminal de la cova al coster meridional de la sala *Louis Armand*.

## COVA DELS FRANCESOS

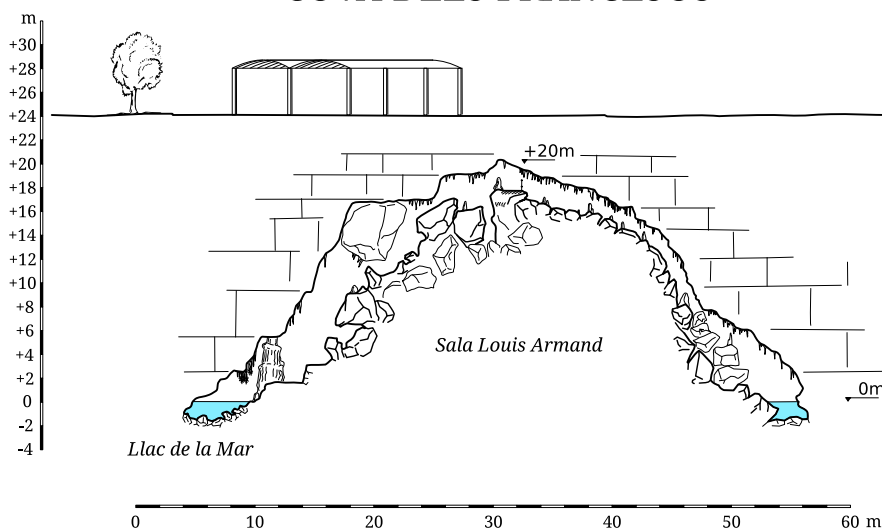


Figura 26: Secció transversal de la *sala Louis Armand*, a la *cova dels Francesos*. S'aprecia clarament l'acumulació de blocs que ocupa la part central de la sala. La zona superior, relativament transitable, contrasta amb els laterals de passatges gairebé verticals i de complicat recorregut (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 26: Cross section of the *Sala Louis Armand*, in the *Cova dels Francesos*. The accumulation of blocks occupying the central part of the chamber can be observed. The upper area, relatively passable, contrasts with the sides with almost vertical passages and a complicated route (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

L'omnipresència dels fenòmens litoquímics així com l'exuberància d'aquests, fa difícil destacar-ne cap en concret. Tot i això algunes formacions destaquen per la seva singularitat convertides en referències, fixades com a fites toponímiques ja des de les primeres descripcions i aixecaments topogràfics. Es poden citar com a exemple la *Palmera* a la *cova Negra*, el *dosser de la Verge del Pilar* a la *cova Blanca*, o les acumulacions d'excèntriques a la *sala Louis Armand*. Dintre de l'ample ventall d'espeleotemes, es pot afirmar que els abundants massissos estalagmítics han estat decisius pel coneixement de la cavitat. La superfície i potència d'alguns d'ells han arribat a separar i bloquejar el pas entre les diverses sales, condicionant la percepció de l'espai subterrani i fins i tot marcant les diverses etapes exploratòries. En són molt representatius: el massís del *llac de la Gran Duquesa de la Toscana*, que fins el 1896 ocultà importants continuacions, el pas excavat a un massís que permet l'actual accés a la *cova de Lluís Salvador*, o el pas terrestre que igualment permet l'accés a la *sala de los Herreros*.

Els afloraments d'aigües salabroses que corresponen a l'actual nivell freàtic configuren abundants llacs que en la majoria dels casos es localitzen als sectors perifèrics de les grans sales. Destaca a la *cova Negra* el *llac Negre* o a la *cova Blanca* el *llac de les Delícies*; ambdós són l'inici de les extenses galeries dels sectors *Subaquàtics Central* i *de Llevant*. Igualment el *llac de les Meravelles* i el *llac d'en Will* a la *cova Blanca* permeten l'enllaç subaquàtic amb la *cova dels Francesos*, a la part nova de la cavitat. El *llac Miramar* destaca per les seves espectaculars dimensions; al contrari que els anteriors no es limita a ocupar un espai circumdant, sinó que inunda completament la galeria que des de la *cova de Lluís Salvador* desemboca a la *cúpula Moragues*. En canvi, la seva prolongació natural —el *canal Blau*— sí que es localitza al coster sud-occidental de les successives sales de la *cova dels Francesos*. El canal interromput per diversos enderroc, arriba fins a l'extrem final de la *sala Louis Armand* on forma el *llac de la Mar*, indret on se situa la connexió amb la mar a les aigües de Cala Murta. A tots aquests llacs o a les seves rodalies són presents diversos espeleotemes de caràcter freàtic actual o subactual a més d'empremtes de paleonivells que evidencien les fluctuacions del nivell marí.

Per últim destacar l'existència d'una abundant i consolidada toponímia, present a gairebé tots els indrets de la cavitat. Topònims que tant defineixen sectors de la cova com llocs i elements rellevants o espeleotemes singulars. En aquest aspecte han jugat un important paper les successives descripcions històriques (WILL, 1880; VUILLIER, 1888; MARTEL, 1896; FAURA Y SANS, 1926; CAPÓ, 1930), que han servit de vehicle per consolidar i perpetuar aquest ric conjunt toponímic.

## Agraïments

Agrair en primer lloc i de manera especial la bona disposició dels propietaris i direcció de les Coves del Drac que han autoritzat i facilitat en tot moment la realització de les feines de camp. Aquest agraïment es fa extensiu a tot el personal de les Coves que amb amabilitat i interès han col·laborat durant les estades a la cavitat.

Als companys espeleòlegs: Andrés Lozano, Xavier Bascuñana, Núria Navarro, Bernat Gaviño, Moisès Bonnín i Damià Vicenç.

Als amics i companys Àngel Ginés i Joaquín Ginés, que amb els seus comentaris i suggeriments han enriquit aquest text.

A l'amic Pere Bover per la seva disponibilitat i ajuda en la traducció del resum i peus de figura.



Figura 27: Petit llac que ocupa el sector inferior del coster est de la *sala Louis Armand* (Foto: M.A. Gual).

Figure 27: Small lake located at the eastern side of the *Sala Louis Armand* (Photo: M.A. Gual).



## Bibliografia

- BINIMELIS, J. (1595): *Descripció particular de l'illa de Mallorca e viles*. Edició a cura de Juli Moll [2014]. Universitat de València - Institut Cartogràfic de Catalunya. Monuments d'Història de la Corona d'Aragó, V. 917 pàgs. València.
- BOYD, M.S. (1911): *The Fortunate isles. Life and travel in majorca, Minorca and Iviza*. Methuen & Co. Ltd. 339 pàgs. Londres.
- CAPÓ VALLS DE PADRINAS, J. (1930): *Las cuevas del Drac*. 157 pàgs. Palma.
- DAMETO (1632): *La historia general del Reyno Balearico*. Casa de Gabriel Guasp. 444 pàgs. Palma.
- DAMETO, J.; MUT, V. & ALEMANY, G. (1840): *Historia general del Reino de Mallorca*. Imprenta Nacional á cargo de D. Juan Guasp y Pascual. Tomo I. 552 pàgs. Palma.
- ENSEÑAT, J.J.; GRÀCIA, F.; GINARD, A.; MASCARÓ, G.; SANTANDREU, G.; FERNÁNDEZ, J.F.; TRIAS, M.; PÉREZ, J.; BOVER, P.; CIRER, A.; PLA, V.; LÁZARO, J.C.; VICENS, D.; ANSALDI, D.; BASCUÑANA, F.X.; CLAMOR, B.; LOZANO, A.; PERELLÓ, M.À.; GUAL, M.À.; VIVES, M.À.; GAVIÑO, B.; GAMUNDÍ, P.; BONNÍN, M.; GRANELL, Á.; BETTON, N.; FRANGLÉN, N. & BORNEMANN, D. (2018): Nou plànol topogràfic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 65-76. Palma.
- 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.
- FONT OBRADOR, B. (1970) : Mallorca protohistòrica. Tomo I, Fascículo 12. In: *Historia de Mallorca*. Tomo I. Coordinada por J. MASCARÓ PASARIUS. 383-384. Palma.
- FORNÓS, J.J.; GÓMEZ-PUJOL, L.I. & MAS, G. (2018): L'entorn geogràfic, geomorfològic i geològic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 49-63. Palma.
- GAY, S. & CHAMPSAUR, B. (1885): *Album de las Cuevas de Artá y Manacor*. Luis Fábregas, Librería Española. 50 pàgs + 25 gravats. Palma de Mallorca. Barcelona.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20. Palma.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67. Bologna, Itàlia.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & GRÀCIA, F. (2013): 11. Cave development and patterns of caves and cave systems in the eogenetic coastal karst of southern Mallorca (Balearic Islands, Spain). In: LACE, M.J. & MYLROIE, J.E. (eds.) *Coastal karst landforms*. Springer. Coastal Research Library, Vol. 5: 245-260. Dordrecht, Holanda.
- GINÉS, A.; SANTANDREU, G.; GRÀCIA, F.; ENSEÑAT, J.J. & GINÉS, J. (2018a): Principals etapes de l'exploració i topografia de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 1-20. Palma.
- GINÉS, J. (1995): Les coves turístiques de Mallorca / The touristic show caves of Mallorca. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. Endins, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 191-203. Palma.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el Levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogènesis y cronologia*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs + 29 làms. Inèdit.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011): Les coves turístiques de les Illes Balears: antecedents i estat de la qüestió. 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: 333-344. Palma.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2018): Aspectes històrics i bibliogràfics de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 21-47. Palma.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F. & FORNÓS, J.J. (2018b): L'espeleogènesi de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): evolució dels coneixements i interpretació actual. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 141-163. Palma.
- GRÀCIA, F.; MASCARÓ, G.; PÉREZ, J.; FERNÁNDEZ, J.F.; CIRER, A.; LÁZARO, J.C.; ANSALDI, D.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.À.; VIVES, M.À.; GAMUNDÍ, P.; GRANELL, A.; BETTON, N.; BORNEMANN, D. & FRANGLÉN, N. (2018): Les exploracions subaquàtiques a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 105-116. Palma.
- HABSBURG-LOTHRINGEN, L.S. (1884): *Die Balearen in Wort und Bild geschildert*. Brockhaus. Band 5/2. Leipzig, Alemanya.
- HEMP, W. J. (1930): Discussion. À propos du dolmen de la Cueva del Drach, à Porto-Cristo (Majorque). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 27 (4): 212. París.
- LINARI, A.F. (1916): Excursión a las Cuevas del Drach. *Ibérica*, 6 (156): 408-412. Tortosa, Tarragona.
- LLABRÉS, G. (1890): La cultura de les lletres a Mallorca. *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana* Any VI, Tom III, nº 119: 210. Palma.
- MAHEU, J. (1912): Exploration et flore souterraine des cavernes de Catalogne et des Iles Baléares. *Spelunca, Bull et Mém. Soc. Spéléol.*, 8 (67-68): 1-108. 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. 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: 183-198. Palma.
- PARERA, J. (1921): Monuments prehistòrics: Cova des Drac. *Sa Marjal, revista popular*. Any XIII, Tom XIII. Tipografia de Sebastiá Pizá. 116-118. Edició Facsimil. 1990. Sa Pobla.
- PASQUAL, A. & NICOLAU, M.E. (2018): Anàlisi dels grafitis de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 223-236. Palma.
- PEÑA, P.A. (1891): *Guía Manual de las islas Baleares*. Imprenta J. Tous. 480 pàgs. Palma.
- PIFERRER, P. & QUADRADO, J.M. (1888) : *España. Sus monumentos y artes, su naturaleza é historia. Islas Baleares*. Establecimiento Tipográfico, Editorial de Daniel Cortezo y Ca. 1424 pàgs. Barcelona.
- RACOVITZA, É.G. (1905): *Typhlocirolana moraguesi* n.g. n.sp. Isopode aquatique cavernicole des Grottes du Drach. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 30: 72-80. París.
- TOBELLA, F.X. (1882): XII. Excursió á Palma, Covas de Artá i de Manacor (Mallorca). 25 de Juny á 4 de Juliol de 1880. *Anuari de la Associació d'Excursions Catalana. Any primer 1881*. Tipografia de Jaume Jepús. 287-316 + 1 plànol. Barcelona.
- VUILLIER, G. (1888): Voyage aux îles Baléares. Majorque. *Le Tour du Monde*, 58: 1-64. París.
- VUILLIER, G. (1893): *Les îles oubliées*. Hachette. 1-218. 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.
- [...] (1881): *L'Ignorancia. Revista crónica*, nº113, 13-agost-1881: 4. Palma.
- [...] (1885): *El Balear. Diario de la tarde*, nº1005, 22-mayo-1885: 3. Palma.
- [...] (1888): *El Liberal. Diario democrático de Menorca*, nº2028, Año 8, 4-abril-1888: 2. Mahón.





# Les exploracions subaquàtiques a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)

Francesc GRÀCIA<sup>1,2</sup>, Guillem MASCARÓ<sup>1</sup>, Joan PÉREZ<sup>1</sup>, John Freddy FERNÁNDEZ<sup>1</sup>, Antoni CIRER<sup>1</sup>, Juan Carlos LÁZARO<sup>1</sup>, Davide ANSALDI<sup>1</sup>, Bernat CLAMOR<sup>1</sup>, Miquel Àngel PERELLÓ<sup>1,3</sup>, Miquel Àngel VIVES<sup>1,3</sup>, Pere GAMUNDÍ<sup>1</sup>, Álvaro GRANELL<sup>1</sup>, Nicolás BETTON<sup>1</sup>, Dirk BORNEMANN<sup>1</sup> i Nick FRANGLÉN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Societat Espeleològica Balear. Palma. Email: xescgracia@yahoo.es

<sup>2</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma.

<sup>3</sup> Explorextrem.

## Abstract

Underwater exploration of the lakes in Coves del Drac began with expeditions in 1990 and 1991 by British cave divers of the *Cumbran Caving Club*. These revealed more than 600 m of previously undiscovered underwater galleries.

In 2010 and 2011 cave divers of the *Grup Nord de Mallorca* (GNM) reassessed this work, concluding there was likely to be a continuation of the cave beyond the point reached by the British team some 20 years earlier.

Between 2013 and 2019 the cave divers of the GNM, latterly incorporated into the *Societat Espeleològica Balear* (SEB), carried out a detailed topographical exploration of the many lakes and submerged passageways of the underwater cave system. A total of 145 days of diving were undertaken by 27 cave divers, 16 of whom were working almost constantly throughout this period. As a result of this concerted effort the known development of Coves del Drac was extended to 7,690 m, of which 5,260 m correspond to subaqueous extensions. The divers of the SEB had discovered 4,660 m of new underwater chambers and passageways, beyond the initial 600 m found by the British team.

Thanks to this exploratory work, the Coves del Drac is now considered one of the largest cave systems in the Balearics. The new discoveries have further placed this cavity, from a size perspective, as the top show-cave in the Balearics. This notwithstanding, the work undertaken by the SEB has provided extensive evidence of hypogenic processes in the underwater passages, and a far greater understanding of the cave and its relationship with the sea.

## Resumen

Las exploraciones subacuáticas se inician en los años 1990 y 1991, a lo largo de dos campañas realizadas por espeleobuceadores británicos del *Cumbran Caving Club* en algunos lagos de la cueva y descubren más de 600 m de galerías.

En los años 2010 y 2011, espeleobuceadores del *Grup Nord de Mallorca* (GNM) realizan una revisión y fotografías e intuyen un posible paso a continuaciones en el lugar en el que se detuvieron los británicos dos décadas antes.

Entre los años 2013 y 2019 se realiza la exploración metódica y topográfica, por parte de los espeleobuceadores del GNM, posteriormente integrados en la *Societat Espeleològica Balear*, de los numerosos lagos y de las galerías totalmente inundadas. Se invierten 145 días de inmersiones por parte de 27 espeleobuceadores, de los cuales 16 de ellos han trabajado de forma más o menos constante. El recorrido total de las Coves del Drac es de 7.690 m; la parte subacuática supone 5.260 m que, si se descuentan los 600 m de las campañas británicas, representan 4.660 m de nuevas salas y galerías descubiertas por la SEB.

El fruto de estas investigaciones ha supuesto situar este sistema subterráneo en el listado de mayores cavidades de las Baleares. Los nuevos descubrimientos distancian, desde el punto de vista espeleométrico, aún más las Coves del Drac del resto de cavidades turísticas de Baleares. También han permitido el hallazgo de abundantes evidencias de procesos hipogénicos en las galerías subacuáticas, así como un mayor conocimiento de la cavidad y su relación con el mar.

Gràcia, F. et al. (2018): Les exploracions subaquàtiques a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 105-116. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear. **Rebut:** 21 juny 2019; **Revisat:** 30 juliol 2019; **Acceptat:** 6 agost 2019. **Publicat online:** 28 agost 2019.

## Introducció

Les coves del Drac presenten zones terrestres, aquàtiques i subaquàtiques, per la qual cosa s'hauria de començar a relatar la història de les exploracions a partir de les descobertes efectuades a les zones accessibles sense emprar equips d'immersió. D'aquestes exploracions primerenques ja es parla acuradament a altres articles d'aquesta mateixa monografia (GINÉS et al., 2018; GINÉS & GINÉS, 2018).

La presència humana prehistòrica a la cavitat s'evidencia pels vestigis de ceràmica indígena, així com per la presència d'un corredor megalític que cal atribuir a l'època de les navetes (RAMIS & SANTANDREU, 2011). Una fita cabdal són les conegudes exploracions a finals del segle XIX,

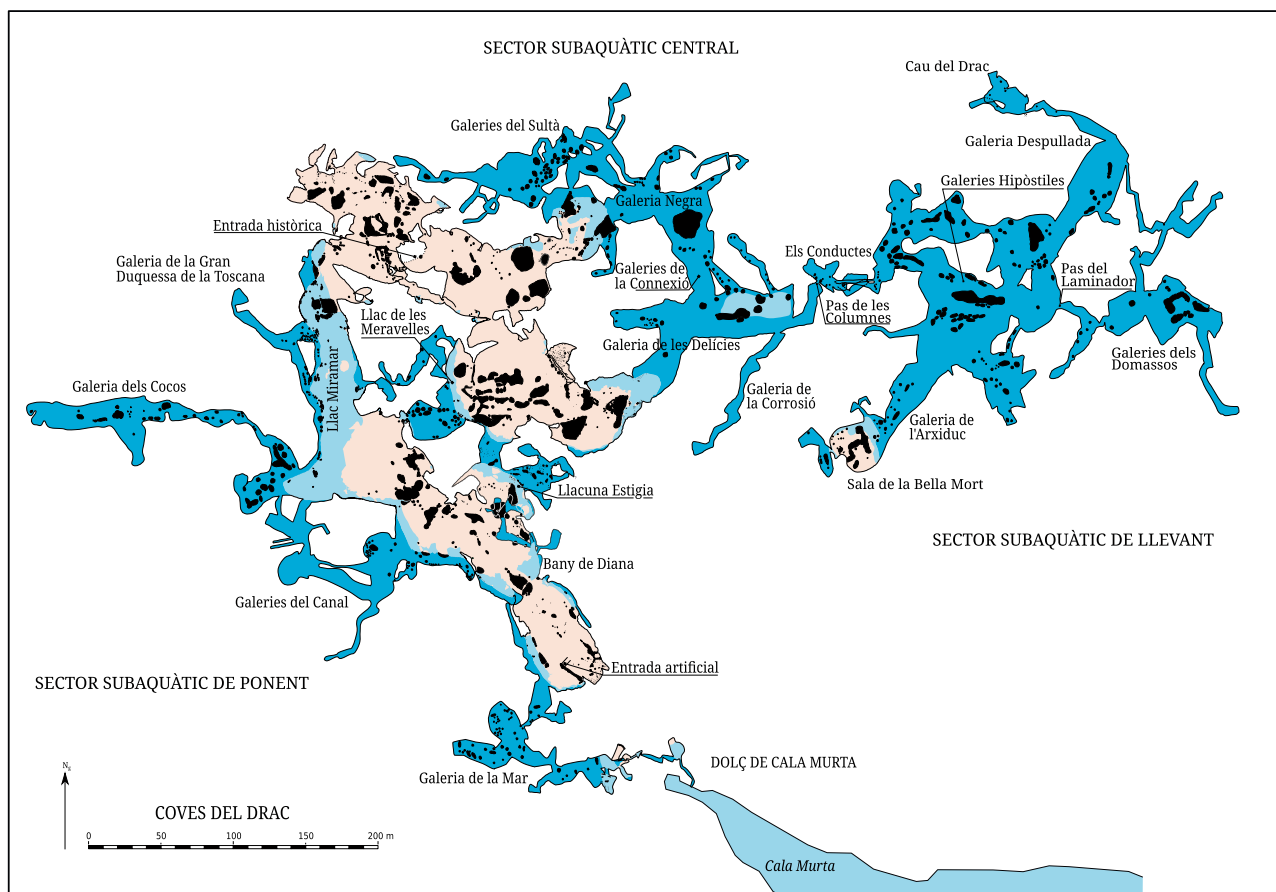


Figura 1: Plànol topogràfic de les coves del Drac, amb els principals topònims de la cavitat (Base topogràfica SEB -Societat Espeleològica Balear).  
Figure 1: Topographic map of Coves del Drac, showing the principal sites within the cave (Topographic base SEB -Societat Espeleològica Balear).

encapçalades per Édouard-Alfred Martel, convidat per l'arxiduc Lluís Salvador. L'afamat espeleòleg francès, mitjançant dos bots, va escorcollar el *llac Miramar* i va explorar la *cova dels Francesos* (Figura 1). D'aquesta manera va descobrir el llac subterrani més important de l'època i considerables continuacions terrestres més enllà de les aigües del llac. D'ençà d'aquest moment i a nivell exploratori, ha de passar gairebé un segle fins que es realitzin noves descobertes, aquesta vegada gràcies a destacats avanços de la tecnologia aplicada a les tècniques exploratòries d'immersió per part d'espeleòlegs convertits en escafandristes. Un nou món desconegut i fascinant es comença a indagar al Drac i a tota Mallorca: les continuacions subaquàtiques de les coves litorals.

## Les primeres exploracions subaquàtiques a les coves del Drac

**1977** - La primera constància d'immersions als llacs de les coves la tenim a les imatges enregistrades d'Eduard Admetlla al *llac Miramar* l'any 1977, a on se li veu a la vorera del llac amb dos companys més, preparats per fer una immersió amb escafandres (Figura 2). Apareix al segon capítol de la sèrie *Nuestras Islas* de Televisión Española, que tracta de l'illa de Mallorca. Però no es tractava de cap immersió exploratòria, tal com informa Eduard, ni amb equip especialitzat ni tampoc per documentar amb mapes el que es veia. Únicament es registren imatges sotaiguades dels llocs més propers al *llac Miramar* i al *canal Blau* (*sector Subaquàtic de Ponent*). Eduard Admetlla va esser un pioner del busseig i espeleobusseig a l'Estat Espanyol i autor de diversos programes de TV i llibres d'aquesta temàtica.

**1990 - 1991** - Les immersions pròpiament exploratòries a la cavitat de la qual es tenen registres documentats es produeixen per part d'escafandristes gal·lesos del *Cumbran Caving Club* (CCC), dirigits per Owen Clarke (Figura 3). Aquests van estar visitant regularment Mallorca d'ençà de l'any 1988, portant a terme immersions a les coves litorals de la zona del Llevant i Migjorn.





Figura 2: Preparatius de la immersió efectuada l'any 1977 al llac Miramar per l'equip d'Eduard Admetlla, pioner del busseig i espeleobusseig a Espanya. *Televisión Española* va realitzar un reportatge de la immersió per al programa *Nuestras Islas*.  
 Figure 2: Preparation for a dive in *Llac Miramar* in 1977 by the team of Eduard Admetlla, the pioneering Spanish sea- and cave-diver. *Televisión Española* broadcast a report about this dive for the *Nuestras Islas* documentary series.

Les immersions es realitzen en dues campanyes dels anys 1990 i 1991, de 20 dies la primera, entre el 6 i el 26 d'octubre de 1990 i de 14 dies la segona, entre el 18 de febrer i el 3 de març de 1991. Les exploracions no les realitzen exclusivament a les coves del Drac, ja que visiten moltes altres cavitats subaquàtiques de les marines del llevant i migjorn de Mallorca i també a coves de la serra de Tramuntana. La primera campanya se centra en l'exploració del Dolç de Cala Murta i només bussegen al Drac el darrer dia. Mentre que la segona campanya, amb menys dies d'estança, es concentren especialment en les coves del Drac. Els llacs on es fan immersions són el *llac Negre*, el *llac de les Delícies* i el *llac de les Meravelles* (sector *Subaquàtic Central*), el *llac Miramar* (sector *Subaquàtic de Ponent*) i al Dolç de Cala Murta. El resultat és el descobriment de més de 600 m

de galeries subaquàtiques repartides als quatre llacs (CLARKE, 1991, 1991-1992a, 1991-1992b), essent per ells la principal descoberta que efectuen a les marines de Mallorca d'ençà del 1988 i fins el 1991. Les principals observacions que realitzen és la gran riquesa d'espeleotemes dels àmbits subaquàtics, així com que les galeries i sales es troben tancades per massissos estalagmítics que barren el pas.

Amb aquestes troballes, les coves del Drac encara es reafirmen, en aquells moments, com la caverna més extensa de les Balears, amb un desenvolupament horitzontal proper als 2.400 metres (GINÉS & GINÉS, 1992).

També exploren a Cala Murta, molt propera a les coves, una surgència penetrable anomenada per ells Nazil (Dolç de Cala Murta). La presència d'aquest dolç a la mar ja apareix documentada a diversos mapes de començaments del segle XX (FAURA Y SANS, 1926). Passam a desglossar i detallar les dues campanyes britàniques.



Figura 3: Owen Clarke, cap dels espeleobussejadors britànics del *Cwmbran Caving Club* a les expedicions a Mallorca. Va organitzar dues campanyes a les coves del Drac, entre d'altres cavitats, l'any 1990 de 20 dies de durada i l'any 1991 de 14 dies. Va morir l'any 2015 (Foto: F. Gràcia).  
 Figure 3: Owen Clarke, leader of the British cave divers of the *Cwmbran Caving Club* on their expeditions in Mallorca. He organised two expeditions at Coves del Drac and other locations; one of 20 days in 1990 and one of 14 days in 1991. Clarke died in 2015 (Photo: F. Gràcia).

**Campanya 1990:** efectuada entre els dies 6 i el 26 d'octubre de 1990 per part de Owen Clarke, Ian Williams i Dave Blenkinsop (CLARKE, 1991, 1991-1992a). El dia 13 d'octubre Ian Williams fa una primera revisió i neteja de còdols de la sortida a la mar del Dolç de Cala Murta. El 17 d'octubre Ian Williams i Owen Clarke topografien l'estret conducte d'entrada i progressen una vintena de metres fins trobar una petita sala terrestre lateral (*sala de la Platja*). D'aquí afegeixen uns 10 m al llarg d'un conducte estret i intimidant segons paraules textuais (*galeria de l'Arena*). Desobstrueixen entre espeleotemes per poder prosseguir altres 11 m de galeria. Entre el 19 i el 21 tornen cada dia per empènyer i poder forçar el pas entre l'arena que ocupa parcialment grans trams del conducte, fent servir també una maça per trencar les protuberàncies de les parets de roca mare. Entre els dies 22 i 24 d'octubre intenten entrar sense èxit pel conducte inicial. Per mor del temporal l'entrada es troba obstruïda de sediments, arena i *Posidonia* i fins i tot no es veu el fil-guia, ja que la tempesta l'ha trencat els primers metres.

El 25 d'octubre Ian colpeja la barrera estalagmítica del final i s'enfonya amb gran dificultat; es troba a una zona amb una petita

cambrà d'aire, és la *galeria de la Frustració* (Figura 4). Al regressar pateix seriosament en quedar encaixat a un pas molt angost i surt amb el neoprè destrossat i multitud de petits talls i ferides (CLARKE, 1991, 1991-1992a).

26 d'octubre. Després d'aconseguir obtenir permís, primera immersió al *llac de les Delícies* de les coves del Drac (*sector Subaquàtic Central*). Arriben a una cambra aèria situada unes desenes de metres del llac.

**Campanya 1991:** de 14 dies de durada, entre el 18 de febrer i el 3 de març de 1991 (CLARKE, 1991-92b). Dos dels espeleobussejadors membres de l'expedició són els mateixos de l'any anterior Owen Clarke i Ian Williams; el tercer és Kenny Passant. Venen acompanyats de dos familiars del líder de l'expedició. El gerent de les coves Pedro Durán es fa càrrec de les despeses a l'Hotel Sol y Vida, situat a poca distància de les coves (al damunt de la *galeria Negra*, per ésser més exactes).

18 febrer. Primers preparatius i visita als tres llacs principals del Drac: *Miramar*, *Delícies* i *Negra*. Entre el 19 i 20 observen l'espectacularitat de les estances i de les formacions que presenten. El final de la *galeria de les Delícies* es troba totalment tancada per massissos estalagmítics.

Entre el 22 i 25 s'efectuen diversos treballs a la cova de topografia i fotografia. Dia 25 de febrer, l'horabaixa van anar a revisar la cova dels Coloms de Porto Cristo.

El 26 de febrer prossegueixen desobstruccions al *llac de les Delícies* i entren també al *llac Negra*. El 27 de febrer Owen s'introdueix al *llac Miramar* i localitza i explora la *galeria dels Cocos* amb 100 metres de fil-guia. El 28 de febrer entren al *llac de les Delícies*, acompanyats per Mateo Durán, amb una càmera de vídeo submarina i llums per filmar. L'1 de març, es van preparar per donar una empenta a la *galeria dels Cocos*, assolint uns 200 m de longitud. El 2 de març exploren el *llac de les Meravelles* i el *llac del Sultà*.



Figura 4: Ian Williams del *Cwmbrian Caving Club* al Dolç de Cala Murta, surgència a la mar de les aigües de les coves del Drac, explorat l'any 1990 (Foto: O. Clarke).

Figure 4: Ian Williams of the *Cwmbrian Caving Club* in Dolç de Cala Murta, the spring where the waters from Coves del Drac reach the sea. Explored in 1990 (Photo: O. Clarke).

## Exploracions subaquàtiques d'ençà del 2010 fins el 2019

D'ençà del 2010 comencen a investigar els espeleobussejadors del *Grup Nord de Mallorca* (GNM), posteriorment integrats dins la *Societat Espeleològica Balear* (SEB). Un factor clau en les troballes que s'efectuen és la revisió i forçament que es fa de passos estrets, que permeten el descobriment d'importants continuacions a tots els sectors. El desenvolupament i evolució dels llums, molt més potents i de major durada, també ha estat una important contribució a les troballes. Així al *sector Subaquàtic de Ponent*, la desobstrucció d'un pas entre espeleotemes permet conèixer la *galeria de la Mar*; al *sector Subaquàtic Central*, un altre pas forçat, permet accedir a les *galeries del Sultà* (Figura 5). El *pas de les Columnes* va possibilitar accedir a tot el *sector Subaquàtic de Llevant*; el *pas del Laminador* a les *galeries dels Domassos* i un altre pas al *Cau del Drac*. La comprensió de les característiques diferencials de les coves del llevant i migjorn de Mallorca, molt diferenciades de les galeries de drenatge que formen les cavitats subaquàtiques britàniques, ha estat un altre factor important a l'hora de descobrir les noves galeries i sales. L'estudi de la topografia a mesura que es feien nous descobriments, com a eina exploratòria ha estat del tot imprescindible.

La motivació és molt gran per aquests espeleobussejadors per tot el que representen les coves del Drac, tot un símbol de les cavitats subterrànies de Mallorca. Són les coves turístiques més visitades i que tothom coneix, i molts dels exploradors del GNM des de ben petits. Han tingut una interessantíssima trajectòria històrica d'exploracions, especialment per part d'Édouard-Alfred Martel, espeleòleg francès considerat el pare de l'espeleologia moderna. Posseeixen una gran bellesa emblemàtica i a on l'aigua és el principal atractiu. Són el bressol del naixement de la bioespeleologia per part d'Émile G. Racovitza el 1904 (GINÉS & GINÉS, 1977). També a començaments del anys





Figura 5: Progressió per entre un bosc d'espeleotemes a les galeries del Sultà. El forçament de passos estrets ha permès la troballa d'importantes continuacions (Foto: A. Cirer).

Figure 5: Progression through a forest of speleothems in *Galeries del Sultà*. Careful negotiation through narrow passageways enabled the discovery of important underwater extensions (Photo: A. Cirer).

90 és explorada pels espeleobussejadors britànics, considerats pioners i els millors en fer servir les tècniques de busseig espeleològic a llocs angosts fent ús de tècniques especialitzades. El poder dur a terme una revisió exploratòria, refer la topografia, estudiar les morfologies que presenta, recollir mostres dels espeleotemes freàtics, la fauna i els sediments i documentar-la fotogràficament i amb filmacions constituïa per a nosaltres tot un privilegi.

Les exploracions, llevat dels dos dies previs dels anys 2010 i 2011, han suposat 7 anys d'exploracions i tasques a la cova, entre el 2013 i el 2019, i un total de 145 dies de feines amb immersions; aquestes han sumat 849 hores sota l'aigua. El nombre de bussejadors que han participat ha estat de 27, malgrat que només 16 d'ells han format part de manera més o menys constant. La mitjana de temps de busseig ha estat de 2 hores per immersió, encara que aquestes han oscil·lat normalment entre 1 i 3 hores (GRÀCIA, 2015).

Els resultats exploratoris subaquàtics totals suposen 5.260 m, que si es descompten els 600 m de les campanyes britàniques representen 4.660 m nous. A més a més, s'han d'afegir algunes zones terrestres descobertes i separades per galeries sotaiguades, com és el cas de la *sala de la Bella Mort*. La part subaquàtica descoberta ha estat el principal al·licient de refer de bell nou la topografia de la cavitat i realitzar els estudis i articles d'aquesta monografia pel canvi que ha suposat en el coneixement de la cavitat (ENSEÑAT et al., 2018). El total del recorregut de les coves del Drac assoleix els 7.690 m, dels quals 5.260 m són subaquàtics (Figura 6).

Els espeleobussejadors principals han estat, per ordre de nombre de dies, els següents: Francesc Gràcia (94), John Freddy Fernández (49), Antoni Cirer (43), Guillem Mascaró (36), Joan Pérez (33), Nicolás Betton (27), Juan Carlos Lázaro (22), Miquel Àngel Vives (18), Miquel Àngel Perelló (17), Maria Martínez (16), Davide Analdi (15), Àlvaro Granell (15), Bernat Clamor (12), Dirk Bornemann (10), Pere Gamundí (7) i Nick Franglen (7). Endemés d'aquests 16, han participat de forma esporàdica altres 11.

Per tenir més informació, passam a detallar les exploracions per anys.

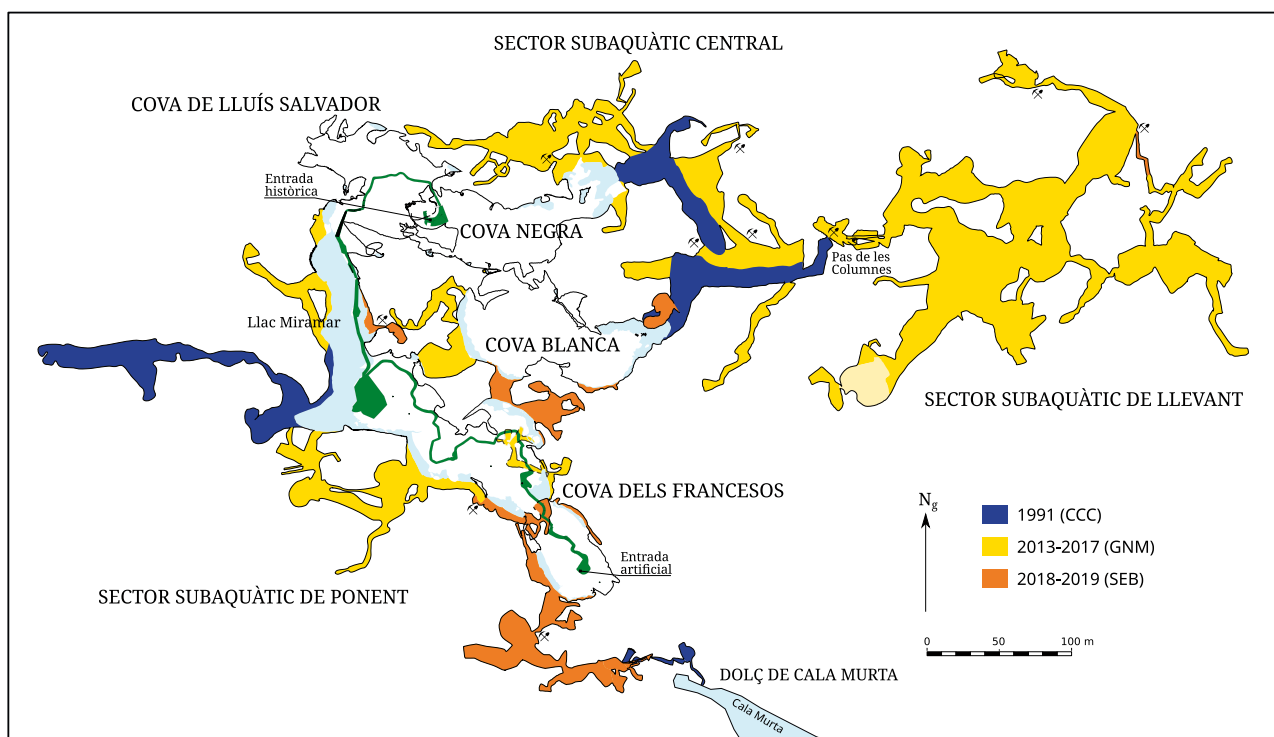


Figura 6: Etapes més importants de les exploracions subaquàtiques efectuades a les coves. En color verd s'assenyala el recorregut turístic actual (Cortesia de J.J. Enseñat).  
 Figure 6: The most important stages of the underwater explorations carried out in the cave. In green color it is indicated the current tourist route (Courtesy of J.J. Enseñat).

**Primer contacte 2010.** El Grup Nord de Mallorca (GNM), després d'anys d'intensos desitjos de realitzar recerques a la cova, du a terme aquest any dues immersions, una al Dolç de Cala Murta i una altra a les coves del Drac. Les gestions per poder accedir a les coves es realitzen amb el gerent de les coves, el senyor Antoni Moyà. Els bussejadors són Bernat Clamor, Pere Gamundí i Francesc Gràcia (GRÀCIA et al., 2011). Primer s'efectua una immersió el 21 d'agost al Dolç de Cala Murta, a on F.G. aconsegueix entrar fins a la *galeria de la Frustració*. El dia 29 tornen a la surgència i han d'avortar el busseig, ja que el conducte es troba obstruït per fulles de posidònia, arena i còdols. A més a més els primers metres del fil-guia han desaparegut a causa de la força de l'aigua dels temporals.

El 8 d'agost es realitzen les primeres immersions del grup a les coves del Drac. Al llac de la *cova Negra* i al llac de les *Delícies* respectivament (*sector Subaquàtic Central*). El primer objectiu és fer un reconeixement general d'aquestes galeries subaquàtiques i la realització de fotografies per tenir imatges de les zones sotaiguades de la cova. El segon objectiu era refer la topografia de les zones subaquàtiques del Drac. Es retiren algunes de les guies dels gal·lesos i se substitueixen per guies ben marcades i instal·lades per realitzar una topografia més acurada.

**Segon contacte 2011.** Els espleobussejadors Miquel Àngel



Figura 7: Segona immersió efectuada pel GNM a les coves del Drac (*llac de les Delícies*), any 2011. D'esquerra a dreta: Miquel Àngel Perelló, Miquel Àngel Barceló, Francesc Gràcia i Pere Gamundí (Foto: P. Plomer).

Figure 7: The second dive carried out by the GNM in Coves del Drac at *Llac de les Delícies*, in 2011. From left to right: Miquel Àngel Perelló, Miquel Àngel Barceló, Francesc Gràcia and Pere Gamundí (Photo: P. Plomer).





Figura 8: Els Conductes (sector Subaquàtic de Llevant), galeries freàtiques que es troben poc després del pas de les Columnnes (Foto: M. A. Perelló).  
 Figure 8: Els Conductes in the Subaquàtic de Llevant sector. These phreatic galleries are located just beyond Pas de les Columnnes (Photo: M. A. Perelló).



Figura 9: Galeries Hipòstiles al sector Subaquàtic de Llevant, sector nou descobert el 2013 (Foto: A. Cirer).  
 Figure 9: Galeries Hipòstiles in the Subaquàtic de Llevant sector, a new area discovered in 2013 (Photo: A. Cirer).

Perelló, Pere Gamundí i Francesc Gràcia (GRÀCIA et al., 2011) tornen al Drac el 27 de febrer (Figura 7). Porten 4 tancs per persona per realitzar dues immersions successives. La primera per aconseguir fotografies de volum al llac de les Delícies i la segona immersió per reequipar, topografiar i retirar fils-guies vells. No es troben noves continuacions, encara que P.G. ja detecta al final de la guia instal·lada pels britànics, un possible pas entre columnnes que sembla que continua al darrera (*pas de les Columnnes*).

**2013** - Aquest any és el de la major part de les tasques exploratòries a la cova. M.A.P. explora laterals de la *galeria Negra* (sector *Subaquàtic Central*). El mes de febrer en John Freddy Fernández revisa el que Pere Gamundí ja intuïa al final de la guia instal·lada pels gal·lesos 22 anys abans. Aconsegueix forçar el *pas de les Columnnes* i accedir a un volum considerable, situat al darrera d'aquest massís estalagmític, que constitueix l'anomenat *sector Subaquàtic de Llevant* (Figura 8). A partir d'aquest lloc la cavitat s'expandeix exponencialment. Al començament, J.F.F. i F.G. exploren les zones més evidents de les *galeries Hipòstiles* (Figura 9). Per març P.G. connecta la *galeria de les Meravelles* (cova Blanca) amb la *cova dels Francesos*. Antoni Cirer connecta, al *sector Subaquàtic Central*, la *galeria Negra* amb la *galeria de les Delícies* mitjançant les *galeries de*

*la Connexió*. P.G. inicia les recerques a les *galeries del Sultà* (sector *Subaquàtic Central*), força un pas baix i angost que possibilita accedir a una xarxa laberíntica amb algunes sales molt decorades i voluminoses. J.F.F. localitza i explora la *galeria de l'Arxiduc* (sector *Subaquàtic de Llevant*) i descobreix la *sala de la Bella Mort*. Bernat Clamor avança i explora, al mateix sector, la *galeria Despullada*. També en el mes de Març es busseja per primera vegada per al GNM el llac *Miramar*, a on A.C. avança 40 m al final de la *galeria dels Cocos* (sector *Subaquàtic de Ponent*). F.G. observa per primera vegada i interpreta morfologies hipogèniques a una de les parets. A partir d'aquest moment reinterpreta i comença a visualitzar aquestes morfologies per tot arreu. Sembla mentida tants de bussejos i fins aquesta ocasió no esser conscient. Miquel Àngel Perelló explora algunes continuacions al *bany de Diana*, zona subaquàtica a la *galeria dels Francesos*. A finals de març s'explora el llac que hi ha després de la *sala de la Bella Mort*. Es troben per part de P.G. altres galeries que formen part de la xarxa de les *galeries del Sultà*. El mes d'agost, F.G. i B.C. aconsegueixen arribar al final del Dolç de Cala Murta. M.A.P. continua les





Figura 10: *Galeries dels Domassos*, trobades l'any 2013 després de forçar un estret laminador. La major part dels descobriments subaquàtics es realitzen en aquest fructífer any (Foto: A. Cirer).  
 Figure 10: *Galeries dels Domassos*, discovered in 2013 after negotiating of a narrow bedding plane. Most underwater discoveries were made in this productive year (Photo: A. Cirer).

exploracions del nivell inferior del *bany de Diana*. El desembre, al llarg d'una visita de documentació de morfologies, F.G. localitza un laminador al final de les *galeries Hipòstiles*. Malgrat portar dos tancs de 20 l aconsegueix forçar el laminador i descobrir les *galeries dels Domassos* (Figura 10) . Al llarg del mes F.G., J.F.F., M.A.P., Miquel Àngel Vives (M.A.V.) i A.C. exploren les *galeries dels Domassos*.

Aquest any es realitzen 35 dies d'immersions. Els espeleobussejadors que han efectuat feines a la cavitat de forma intensiva han estat: Francesc Gràcia, Pere Gamundí, John Freddy Fernández, Antoni Cirer, Bernat Clamor, Nicolás Betton, Miquel Àngel Vives, Miquel Àngel Perelló i Maria Martínez. Han intervingut de forma puntual: Sergio Jiménez, Jaume Pocoví i Joan Montfort.

**2014** - El mes de gener A.C. explora un centenar de metres a la *galeria de la Corrosió*. J.F.F. prossegueix exploracions a les *galeries dels Domassos*, i el mes de novembre força un pas molt angost i aconsegueix descobrir el *Cau del Drac* (*sector Subaquàtic de Llevant*), al final de la *galeria Despullada*. Prossegueixen les tasques topogràfiques, de documentació fotogràfica i de filmació per al programa de "Al Filo de lo Imposible" de TV Española titulat **es Drac: Luz Líquida**, realitzat amb imatges de Miquel Àngel Perelló i emès per primera vegada per TV els anys 2014 i 2015. També part del material filmat s'empra per un capítol de la Televisió Alemanya ZDF de la sèrie **Terra Xpress** dedicat a les cavitats es Dolç i les coves del Drac emès l'any 2014. Es fa recollida de mostres de sediments (GRÀCIA et al., 2017). S'han efectuat 35 dies d'immersions. A més a més dels bussejadors que fan feina el 2013 s'afegeixen com a membres actius Juan Carlos Lázaro i Davide Ansaldi.

**2015** - Continuen les tasques a la cavitat, especialment per part dels espeleòlegs terrestres de l'SCM que retopografien les sales terrestres de la cavitat. Els espeleobussejadors realitzen 23 dies d'immersions. Les tasques són de topografia. S'incorporen al llarg del 2015 Guillem Mascaró i Joan Pérez.

Mor per desembre Owen Clarke, el cap de les expedicions britàniques a les coves del Drac, una setmana abans de fer un viatge a Mallorca. Li havíem demanat que portés les fotografies de les





Figura 11: *Llac de la Mar*, revisat l'any 2018, en el qual es descobreix la galeria homònima; aquesta galeria comunica, encara que no permet el pas d'un home, amb el *Dolç de Cala Murta* (Foto: M.A. Gual).

Figure 11: *Llac de la Mar*, which was inspected in 2018 leading to the discovery of *Galeria de la Mar*. This passage connects with *Dolç de Cala Murta* via an impassable tight gallery (Photo: M.A. Gual).

expedicions efectuades a les coves del Drac per enriquir aquest article, cosa que desgraciadament no va poder arribar a realitzar.

**2016** - 12 dies d'immersions a on se segueix completant la topografia, recollida de mostres diverses, fotografia i filmacions. El mes d'abril s'explora per part de F.G. un laminador al *Cau del Drac* (sector *Subaquàtic de Llevant*).

**2017** - Enguany s'ha decidit incloure a la topografia també els massissos estalagmítics que subdivideixen les galeries sotaiguades, a més a més dels que es troben a les zones terrestres i ja representats a la topografia. Aquestes tasques allarguen considerablement les feines a la cova al llarg de tot el 2017. El total de dies d'immersions ha estat de 11. S'incorpora com a bussejador Dirk Bornemann.

**2018** - Per desgràcia el mes de maig mor en accident de vaixell l'amic i company Joan Francesc Montfort Carbonell, sempre disposat a ajudar i col·laborar a les tasques de les coves.

L'any 2018 ha estat un any sorprenent. A la sortida que devia esser la darrera visita realitzada al sector turístic, al mes d'agost, a la *cova dels Francesos*, es revisa el llac que posteriorment anomenarem *llac de la Mar* (Figura 11). La guia s'atura a un pas estret que en F.G. força desobstruint amb tancs petits, llevant-se un dels tancs i passant-lo pel davant per aconseguir passar. La cavitat prossegueix una vintena de metres en forma de petita sala i sembla que es tanca. En sortir d'aquest àmbit revisa un revolt amb espeleotemes que sembla que tanquen el pas però que no és més que una apreciació errònia. La cova segueix després de fer-se pas entre espeleotemes per un pas estret fins que assoleix un espai ample amb moltes formacions litoquímiques d'aspecte fosc. Un poc més endavant ja entra en terços d'aire i cal tornar. Posteriorment se segueix explorant les sales laterals i la continuació de la galeria principal fins que s'arriba a una galeria on hi ha acumulacions de rizomes de posidònia i plàstics i altres restes que han entrat clarament procedents de la mar. És clar que la galeria va en direcció al *Dolç de Cala Murta*.



Més endavant es progressa entre grans arrels que pengen del sostre fins arribar a cambres d'aire i zona terrestre amb abundants espeleotemes. També es troba una galeria que acaba en cul de sac i una sala lateral. Al final de tot, sota l'aigua, es veu el pas, amb la qual hi ha connexió física, però impracticable per mor de l'estretor i d'espeleotemes que barren el pas. Però s'observa un bolic de fil-guia sobrant que ha entrat procedent del Dolç i que resta enganxat just al pas estret.

A la *llacuna Estígia*, que connecta la *cova dels Francesos* amb el *llac d'en Will*, revisant tot el seu perímetre, s'aconsegueix passar entre unes columnes a una sala de volum considerable que presenta noves continuacions i certa complexitat, la *sala Estígia* (Figura 12). Al llac situat al nord del *llac de la Mar*, Álvaro Granell explora tot el perímetre i es troben continuacions i un nivell inferior que no es més que passos entre blocs que formen la *cova dels Francesos*. El nombre d'immersions ha estat de 22 dies i s'incorporen al grup Álvaro Granell i Nick Franglen (Figura 13).



Figura 12: Immersió a la *llacuna Estígia*, que connecta la *cova dels Francesos* amb el *llac d'en Will* i també amb la *sala Estígia*. Aquestes descobertes són de l'any 2018 (Foto: M.À. Gual).  
 Figure 12: A dive in *Llacuna Estígia*, which connects *Cova dels Francesos* with *Llac d'en Will* and *Sala Estígia*. These discoveries took place in 2018 (Photo: M.À. Gual).



Figura 13: Equip d'espeleobussejadors en un dia d'immersió del 2018 als sectors *Subaquàtics Central i de Llevant*, partint del *llac Negre*. D'esquerre a dreta: Guillem Mascaró, Joan Pérez, Álvaro Granell, Nick Franglen i Francesc Gràcia (Foto: V. Pla).  
 Figure 13: Team of cave divers in 2018 prior to a dive to the sectors *Subaquàtic Central* and *Subaquàtic de Llevant*, starting from *Llac Negre*. From left to right: Guillem Mascaró, Joan Pérez, Álvaro Granell, Nick Franglen and Francesc Gràcia (Photo: V. Pla).



**2019** - Aquest any encara es fa la connexió del llac situat al nord del *llac de la Mar* i al sud del *canal Blau* amb les *galeries del Canal*. Es va haver de forçar un pas entre columnes per poder sortir per un lateral al *canal Blau*, prolongant així l'accés directe que s'inicia al *llac de la Gran Duquesa de Toscana*. Enguany es finalitzen les feines efectuades a la zona més fonda de la cova, a un nivell inferior molt angost de la *galeria de les Delícies*, on s'assoleixen els 24,5 m de fondària, màxima profunditat de la cavitat. En aquesta tasca iniciada l'any 2017 participen entre d'altres Antoni Cirer, Guillem Mascaró, Joan Pérez i Álvaro Granell. S'han efectuat 7 dies d'immersions. Totes aquestes tasques endarrereixen els articles més exploratoris i descriptius de la present monografia.

## Agraïments

Als amics i companys espeleòlegs "terrestres" Juan José Enseñat, Vicens Pla, Gabriel Santandreu, Miquel Àngel Gual, Telm Ginard, Xavier Bascuñana, Damià Vicens, Pere Bover, Bernat Gaviño, Miquel Trias, Andrés Lozano, Moisès Bonnín que ens han ajudat sovint a transportar equipament fins als llacs. Així mateix a molts altres que ens han acompanyat en algunes ocasions puntuals i que és pràcticament impossible fer menció de tots ells.

Als espeleòlegs escafandristes Maria Martínez, Jaume Pocoví, Joan Montfort, Reiner Kuna, Malé Bloedow i Erwin Bloedow. Maria Martínez ha format part molt activa com a model fotogràfic i de filmació. Volem que aquest treball serveixi com a petit homenatge i record al company i amic Joan Montfort que malauradament ens va deixar el 2018.

A Juan José Enseñat per elaborar les figures 1 i 6 d'aquest article.

Manifestem el nostre més sentit agraïment a la família Servera i especialment al Director de les coves del Drac de Portocristo, el Sr. D. Maties Servera per tota la col·laboració, facilitats i interès que ha prestat a les nostres recerques. Volem fer extensiu els agraïments a tot el personal de les coves del Drac, als guies, personal de manteniment i vigilants que en tot moment han ajudat i col·laborat amb les tasques de camp. Agraïm especialment a Àngela Servera, Rafel Nadal, Antoni Lull, Antoni Adrover, Miquel Torrens, Miquel Adrover, Montserrat Vallespir, Gabriel Sancho, Gabriel Santandreu i Mateu Durán. També valoram extraordinàriament a tots els altres guies, personal de secretaria, manteniment i bar de les coves dels quals tant interès, col·laboració i companyonia hem rebut. Ells han fet que els dies que hem dedicat a les coves del Drac al llarg d'aquests anys siguin un record inoblidable i estimat.

El present treball és una contribució als projectes de recerca finançats pel MINECO, CGL2013-48441-P i CGL2016-79246-P (AEI-FEDER, UE).

## Bibliografia

- CLARKE, O. (1991): Diving in Drach. *Descent*, 101: 32-33.
- CLARKE, O. (1991-1992a): Report of the Cwmbrian Caving Club diving expedition to Son Josep. Mallorca in October 1990. *The Red Dragon-Y Ddraig Goch*, 18: 28-30.
- CLARKE, O. (1991-1992b): Diary of cave diving expedition to Drach: 1991. *Cwmbrian Caving Club. Journal 1991-1992*: 13-17.
- ENSEÑAT, J.J.; GRÀCIA, F.; GINARD, A.; MASCARÓ, G.; SANTANDREU, G.; FERNÁNDEZ, J.F.; TRIAS, M.; PÉREZ, J.; BOVER, P.; CIRER, A.; PLA, V.; LÁZARO, J.C.; VICENS, D.; ANSALDI, D.; BASCUÑANA, F.X.; CLAMOR, B.; LOZANO, A.; PERELLÓ, M.À.; GUAL, M.À.; VIVES, M.À.; GAVIÑO, B.; GAMUNDÍ, P.; BONNÍN, M.; GRANELL, Á.; BETTON, N.; FRANGLÉN, N. & BORNEMANN, D. (2018): Nou plànol topogràfic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 65-76. Palma.
- FAURA Y SANS, M. (1926): *Cuevas de Mallorca*. XIV Cong. Geol. Intern., Inst. Geol. España, Gráficas Reunidas, S.A. 78 pàgs. Madrid.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1977): Datos bioespeleológicos obtenidos en las aguas cársticas de la isla de Mallorca. *6è Simposium d'Espeleologia*. Escola Catalana d'Espeleologia – S.I.S. del C. E. de Terrassa. 81-95. Terrassa, Barcelona.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, A.; SANTANDREU, G.; GRÀCIA, F.; ENSEÑAT, J.J. & GINÉS, J. (2018): Principals etapes de l'exploració i topografia de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 1-20.

- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2018): Aspectes històrics i bibliogràfics de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 21-47.
- GRÀCIA, F. (2015): *Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del Llevant i Migjorn de Mallorca*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 984 pàgs. Inèdit.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J. & WATKINSON, P. (2011): Les cavitats subaquàtiques de la franja litoral de Mallorca. 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: 103-132. Palma.
- GRÀCIA, F.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, F.; FORNÓS, J.J.; BETTON, N.; LÁZARO, J.C.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.A.; VIVES, M.A. & ANSALDI, D. (2017): Les coves del Drac: 1896-2016. Les descobertes subaquàtiques. *IX Jornades d'Estudis Locals de Manacor. Llegendes, mentides i altres equívocs. Expressions de cultura popular a Manacor*. 13 i 14 de maig de 2016. 421-439. Manacor.
- RAMIS, D. & SANTANDREU, G. (2011): L'arqueologia de les caveres 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: 317-332. Palma.



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>



# El Drac subaquàtic (Coves del Drac, Manacor, Mallorca)

Francesc GRÀCIA <sup>1,2</sup>, Guillem MASCARÓ <sup>1</sup>, Joan PÉREZ <sup>1</sup>, John Freddy FERNÁNDEZ <sup>1</sup>, Antoni CIRER <sup>1</sup>, Juan Carlos LÁZARO <sup>1</sup>, Davide ANSALDI <sup>1</sup>, Bernat CLAMOR <sup>1</sup>, Miquel Àngel PERELLÓ <sup>1,3</sup>, Miquel Àngel VIVES <sup>1,3</sup>, Pere GAMUNDÍ <sup>1</sup>, Àlvaro GRANELL <sup>1</sup>, Nicolás BETTON <sup>1</sup>, Dirk BORNEMANN <sup>1</sup> i Nick FRANGLÉN <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Societat Espeleològica Balear. Palma. Email: xescgracia@yahoo.es

<sup>2</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma.

<sup>3</sup> Exploextrem.

## Abstract

The underwater explorations, that began at the end of the 20th century and continued into the second decade of the 21st, revealed significant extensions to the cave system. As a result of this, the known development of Coves del Drac increased to 7,690 m, of which 5,260 m correspond to underwater areas, reaching a maximum depth of 24.5 m. The subaquatic areas are divided into three sectors: the *Subaquàtic de Ponent sector* (1,930 m in length with a total area of 11,220 m<sup>2</sup>), the *Subaquàtic Central sector* (1,830 m in length with an area of 11,170 m<sup>2</sup>) and the *Subaquàtic de Llevant sector* (1,500 m in length and an area of 17,160 m<sup>2</sup>). The sectors *Subaquàtic Central* and *Subaquàtic de Llevant* have an underwater connection (*Pas de les Columnes*) making them one single area, individualized from the *Subaquàtic de Ponent sector*. The total surface area of the cave is 71,150 m<sup>2</sup>, divided into 39,550 m<sup>2</sup> of underwater extensions and 31,600 m<sup>2</sup> of air-filled passages and chambers.

The *Subaquàtic de Ponent sector* has been divided into eight separate areas (*Galeria de la Gran Duquesa de la Toscana*, *Galeria dels Cocos*, *Galeries del Canal*, *Galeria de la Mar*, *Dolç de Cala Murta*, *Galeries de Diana*, *Galeries Estigies* and *Galeria de les Meravelles*). The *Subaquàtic Central sector* has been divided into five separate areas (*Galeries del Sultà*, *Galeria Negra*, *Galeries de la Connexió*, *Galeria de les Delícies* and *Galeria de la Corrosió*), and the *Subaquàtic de Llevant sector* has been divided into six separate areas (*Els Conductes*, *Galeries Hipòstiles*, *Galeria Despullada*, *Galeries dels Domassos*, *Galeria de l'Arxiduc* and *Sala de la Bella Mort*).

## Resumen

Las exploraciones subacuáticas, iniciadas a finales del siglo XX y continuadas en la segunda década del siglo XXI, han permitido descubrir importantes extensiones de la cavidad. El resultado es que se logra un recorrido total de las Coves del Drac de 7.690 m, de los cuales la parte subacuática supone 5.260 m, con una profundidad máxima de 24,5 m bajo la superficie de las aguas freáticas. Las zonas subacuáticas de la cavidad se han subdividido en tres sectores para facilitar la ubicación de los ámbitos: *sector Subaquàtic de Ponent* (1.930 m de recorrido y 11.220 m<sup>2</sup>), *sector Subaquàtic Central* (1.830 m de recorrido y 11.170 m<sup>2</sup>) y *sector Subaquàtic de Llevant* (1.500 m de recorrido y 17.160 m<sup>2</sup>). El *sector Subaquàtic Central* y el *sector Subaquàtic de Llevant* tienen conexión subacuática entre sí (*Pas de les Columnes*) y formarían una unidad a nivel práctico respecto al *sector Subaquàtic de Ponent*. El total de superficie de la cueva es de 71.150 m<sup>2</sup>, desglosados en 39.550 m<sup>2</sup> subacuáticos, respecto a los 31.600 m<sup>2</sup> de superficie terrestre.

El *sector Subaquàtic de Ponent* lo dividimos en 8 topónimos descriptivos (*Galeria de la Gran Duquesa de la Toscana*, *Galeria dels Cocos*, *Galeries del Canal*, *Galeria de la Mar*, *Dolç de Cala Murta*, *Galeries de Diana*, *Galeries Estigies* y *Galeria de les Meravelles*). El *sector Subaquàtic Central* lo dividimos en 5 topónimos descriptivos (*Galeries del Sultà*, *Galeria Negra*, *Galeries de la Connexió*, *Galeria de les Delícies* y *Galeria de la Corrosió*). El *sector Subaquàtic de Llevant* lo dividimos en 6 topónimos descriptivos (*Els Conductes*, *Galeries Hipòstiles*, *Galeria Despullada*, *Galeries dels Domassos*, *Galeria de l'Arxiduc* y *Sala de la Bella Mort*).

Gràcia, F. et al. (2018): El Drac subaquàtic (Coves del Drac, Manacor, Mallorca). Papers Soc. Espeleo. Balear, 1: 117-139. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear. Rebut: 4 setembre 2019; Revisat: 26 setembre 2019; Acceptat: 1 octubre 2019. Publicat online: 22 octubre 2019.

## Introducció

El coneixement que tenim de les coves del Drac es remunta a èpoques prehistòriques (RAMIS & SANTANDREU, 2011), amb moltes contribucions al llarg dels darrers segles (WILL, 1880; FAURA Y SANS, 1926; GINÉS & GINÉS, 2018; GINÉS et al., 2018a). Les exploracions subaquàtiques s'inicien els anys 1990 i 1991, al llarg de dues campanyes realitzades per espeleobussejadors britànics del Cwmbran Caving Club en alguns dels llacs de la cova i descobreixen més de 600 m de galeries. Els anys 2010 i 2011, espeleobussejadors del Grup Nord de Mallorca (GNM) realitzen la revisió i una sessió fotogràfica i intueixen possibles continuacions en el lloc on es varen aturar els britànics dues dècades abans (GRÀCIA et al., 2011a). Entre els anys 2013 i 2019 es realitza l'exploració metòdica

i topogràfica dels nombrosos llacs i de les galeries totalment inundades, al llarg de 145 dies, per part dels espeleobussejadors del GNM, posteriorment integrats alguns d'ells en la Societat Espeleològica Balear (GRÀCIA et al., 2018).

La principal dificultat per efectuar l'exploració i topografia subaquàtiques de les coves del Drac ha estat la gran quantitat de llacs separats uns dels altres per zones terrestres (Figura 1). Aquest fet ha complicat molt els treballs i la logística, i ha allargat enormement el temps de les tasques a fer. L'elevat temps que requereix transportar i equipar-se amb tot el material d'immersió no fa viable, a la pràctica, que es pugui bussejar en dos llacs diferents el mateix dia. Només s'ha fet de forma extraordinària esporàdicament i en casos molt concrets. A nivell pràctic,



Figura 1: Llac de les Meravelles, sector Subaquàtic de Ponent. La gran quantitat de llacs presents a la cova ha dificultat i endarrerit les tasques de recerca (Foto: M.À. Perelló).  
Figure 1: Llac de les Meravelles in the Subaquàtic de Ponent sector. Exploring and mapping the cave was made more complicated by the large number of pools found within the cave system (Photo: M.À. Perelló).

pels espeleòlegs subaquàtics, cada llac aïllat dels altres suposa afrontar la tasca a fer com si es tractés d'una altra cova independent, i després s'han d'enllaçar topogràficament entre sí tots ells i fer-ho venir bé amb les importants parts terrestres de la cavitat. No va ésser fins que dúiem ja molts de mesos de recerca quan ens vàrem adonar que el més convenient per poder tenir una feina digna era tornar a topografiar de bell nou tota la cova terrestre, i tenir especial cura amb els enllaços amb les zones totalment inundades sota el nivell de les aigües freàtiques. Observant la tasca realitzada a ENSEÑAT et al. (2018) pensam que s'ha aconseguit amb escriu l'objectiu proposat. La millora dels detalls a incorporar a la topografia, com és el cas de tenir moltes seccions, perfils principals, així com representar els principals massissos estalagmítics, ha incrementat enormement el temps dedicat.

La cavitat es localitza sota la península que es troba entre Porto Cristo i cala Murta i drena al sud de cala Murta mitjançant el *dolç de Cala Murta*, galeries que formen part de la pròpia cavitat. Al nord-est, ja dins Porto Cristo, es troba *s'Enterrossall*, el qual podria haver format part de la cova, segurament una antiga sortida esfondrada. Les dimensions que ocupa la cavitat damunt del terreny, de banda a banda i en línia recta en superfície, suposen uns 850 m de llargada per una amplada molt variable, generalment entre 200 i 450 m. Les galeries més occidentals no superen la carretera d'accés a Porto Cristo i una part considerable de la cova es troba per davall de zones urbanitzades.

## Descripció general de la cavitat subaquàtica

Amb les darreres exploracions, podem considerar la cova com una successió de sales i galeries d'un desenvolupament aproximat de 7.690 m, dels quals 5.260 són subaquàtics i 2.430 m són aeris. La fondària màxima és de 24,5 m sota les aigües. Les zones subaquàtiques de la cavitat s'han subdividit en tres sectors (Figura 2) per a facilitar la ubicació dels diferents àmbits: *sector Subaquàtic de Ponent* (1.930 m de recorregut i 11.220 m<sup>2</sup>), *sector Subaquàtic Central* (1.830 m de recorregut i 11.170, m<sup>2</sup>) i *sector Subaquàtic de Llevant* (1.500 m de recorregut i 17.160 m<sup>2</sup>). El *sector Subaquàtic Central* i el *sector Subaquàtic de Llevant* tenen connexió subaquàtica entre sí (*pas de les Columnes*) i formarien una unitat (3.330 m de recorregut i 28.330 m<sup>2</sup>), a nivell pràctic, respecte del *sector Subaquàtic de Ponent* (1.930 m de recorregut i 11.220 m<sup>2</sup>).

Cinc eren les unitats principals terrestres o aèries, conegudes d'abans (GINÉS & GINÉS, 1992; ENSEÑAT et al., 2018): la *cova Negra*, la *cova Blanca*, situades a l'est de l'entrada natural i actualment no obertes al públic; la *cova de Lluís Salvador*, el *llac Miramar* i la *cova dels Francesos*, a la zona turística. S'ha de puntualitzar que la *cova de Lluís Salvador*, la *cova Negra* i la *cova Blanca* representen la zona coneguda des d'antic; per altra banda, la *cova dels Francesos*, el *llac Miramar* i la *cova de Lluís Salvador* formen el



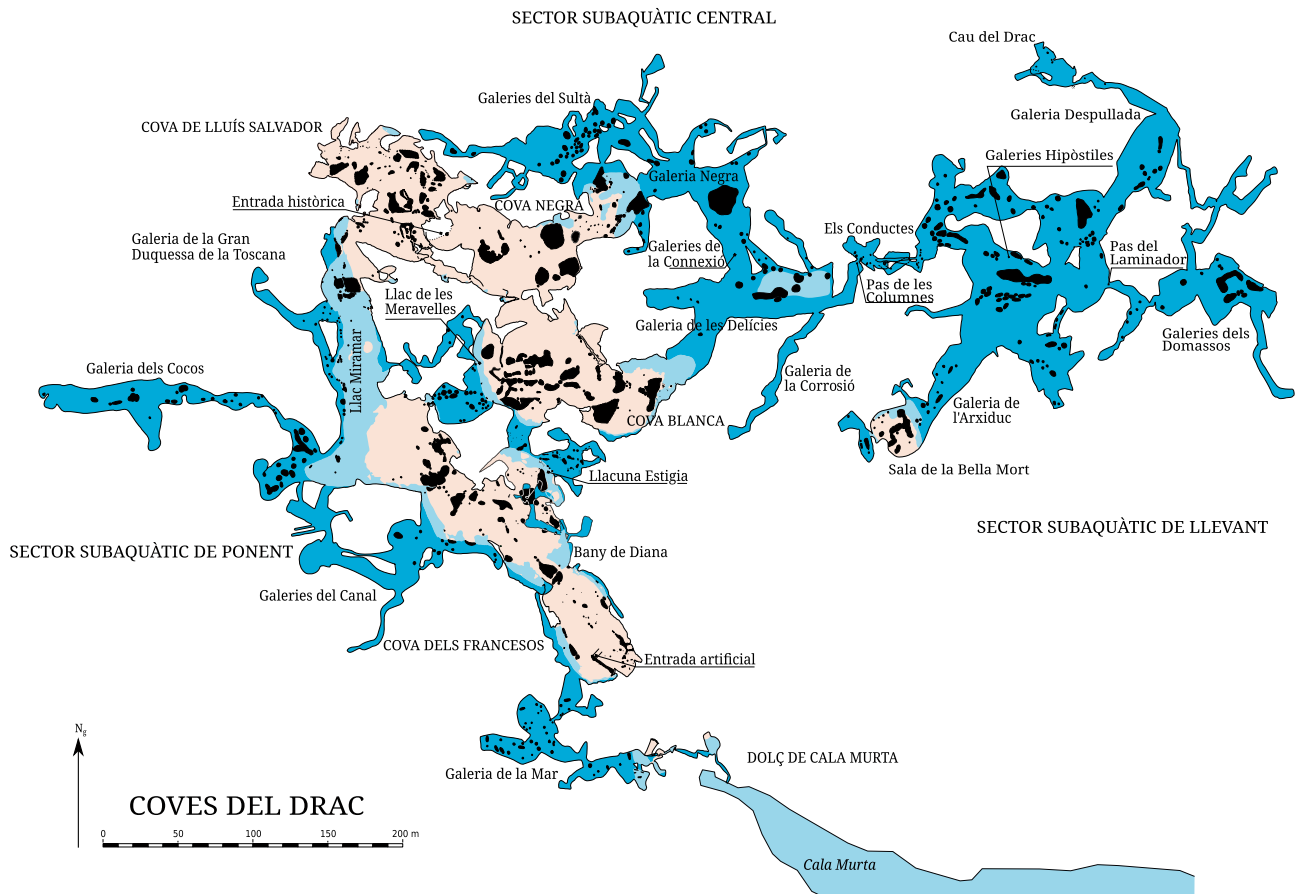


Figura 2: Plànol topogràfic general de les coves del Drac, amb els principals topònims de la cavitat (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 2: General topographic map of Coves del Drac showing the main locations within the cave system (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

recorregut turístic (per ordre de visita), essent les dues primeres zones esmentades els sectors de la cavitat descoberts per Martel a les seves exploracions realitzades a finals del segle XIX (MARTEL, 1896).

Com ja s'ha dit abans, les zones subaquàtiques de la cova s'han subdividit en tres sectors per facilitar la seva descripció: *sector Subaquàtic de Ponent*, *sector Subaquàtic Central* i *sector Subaquàtic de Llevant*. S'ha de tenir present que no hem considerat convenient carregar amb massa topònims les zones sotaiguades de la cova, ja que a efectes pràctics no és útil. Per experiència sabem que és millor tenir-ne pocs i fer-los servir, que no posar a cada pas, galeria o sala un topònim i no fer-se ús per la complexitat toponímica.

El *sector Subaquàtic de Ponent* és el sector més complex ja que presenta nombrosos llacs i envolta la *cova dels Francesos* i el *llac Miramar* i comunica amb la *cova de Lluís Salvador* i la *cova Blanca*. Està format per les *galeries de les Meravelles*, les *galeries Estigies*, les *galeries del Bany de Diana*, la *galeria de la Gran Duquesa de la Toscana*, la *galeria dels Cocos*, les *galeries del Canal* i la *galeria de la Mar*.

El *sector Subaquàtic Central* es considera la zona submergida que s'inicia al *llac Negre (cova Negra)* i al *llac de les Delícies (cova Blanca)* en direcció est i arriba al *pas de les Columnes*. Aquest sector aplega les *galeries del Sultà*, la *galeria Negra*, les *galeries de la Connexió*, la *galeria de les Delícies* i la *galeria de la Corrosió*.

L'altre és el *sector Subaquàtic de Llevant*, que arranca al *pas de les Columnes*, únic punt de connexió amb la resta de la cavitat, i agrupa els *Conductes*, les *galeries Hipòstiles*, la *galeria Despüllada*, el *Cau del Drac*, les *galeries dels Domassos*, la *galeria de l'Arxiduc* i la *sala de la Bella Mort*, aquesta darrera és l'única terrestre del sector.

El *sector Subaquàtic Central* i el *de Llevant* tenen comunicació subaquàtica entre sí mitjançant el *pas de les Columnes*, i constitueixen una sola unitat a efectes d'exploració respecte del *sector Subaquàtic de Ponent*. De fet, per anar a qualsevol dels llocs, el més fàcil és iniciar la immersió al *llac Negre* i des d'allà accedir a totes les zones sotaiguades d'ambdós sectors.

La fondària sota l'aigua més important de la cova és el valor de -24,5 m a un nivell inferior de la *galeria de les Delícies*, encara que la fondària general de la galeria estigui compresa entre -5 i -10 m. Les *galeries Hipòstiles* presenten fondàries entre -10 i -12,5 m. Els valors generals a les *galeries del Sultà* es troben entre els -11 i -12,5 m, llevat dels llocs més pregons amb valors de -16, -18 m i -21 m; a la *galeria*

*Despullada* -16 m i també al laminador final de les *galeries dels Domassos*, amb valors generals d'entre -11 i -15 m. Les fondàries a la *galeria de la Gran Duquesa de la Toscana* es troben entre -7 i -9 m; a la *galeria dels Cocos* entre -3 i -15 m; a les *galeries del Canal* entre -10 i -11 m; no arriben als -7 m a la *galeria de la Mar*.

S'han trobat espeleotemes freàtics, indicadors de paleonivells marins al llarg de pulsacions fredes del Pleistocè, a les següents cotes: -4 m (*galeria de la Mar*); -5,3 m (*galeria Negra*, *galeries de la Connexió*, *galeria de les Delícies*); -6 m (*galeria dels Cocos*); -7 m (*galeries Hipòstiles*); -9,2 m (*galeries de la Connexió*, *galeries Hipòstiles*, *galeria de l'Arxiduc*, *galeries dels Domassos*); -13 m (*galeries dels Domassos*, Figura 3); -14,3 m (*galeria Despullada*) i -15,1 m (*galeria Despullada*).



Figura 3: Paleonivell d'espeleotemes freàtics a -13 m a les *galeries dels Domassos*, sector *Subaquàtic de Llevant* (Foto: A. Cirer).  
Figure 3: A paleolevel of phreatic speleothems at a depth of -13 m at *Galeries dels Domassos* in the *Subaquàtic de Llevant* sector (Photo: A. Cirer).

## Sector Subaquàtic de Ponent

Aquest sector envolta el *llac Miramar* i la *cova dels Francesos* i representa 1.930 m de recorregut i 11.220 m<sup>2</sup> de superfície (Figura 4). El *llac Miramar* el podem considerar tota la massa d'aigua des de la part terminal de la *cova de Lluís Salvador* fins a la *cova dels Francesos*. Constitueix la peça central com a atracció turística de la cova, amb una longitud aproximada de 140 m, una amplària d'una trentena de metres i un recorregut total de 243 m. El llac, de 3.050 m<sup>2</sup>, sense tenir en compte el *llac de la Gran Duquesa de la Toscana* (440 m<sup>2</sup>), presenta un fons molt irregular, amb zones de poca fondària a causa de que són blocs caiguts, i d'altres indrets que superen els 8 m.

El *llac Miramar* constitueix el punt de partida d'importantes continuacions sotaiguades, com són: la *galeria de la Gran Duquesa de la Toscana*, la *galeria dels Cocos*, la continuació submergida del propi *llac Miramar* i les *galeries del Canal*.

Al costat est del *llac Miramar* es va construir un corredor, fet damunt de sacs de ciment a mode de pont, que forma part integrada del recorregut turístic. L'alçada del sostre, molt pla, és de devers 4 m. Els espeleotemes es troben als laterals del llac, alguns dels quals formen conjunts molt atapeïts. El llac a la part d'enfront de l'amfiteatre s'allunya de la *cova dels Francesos* una quarantena de metres. Grans columnes i massissos emergeixen de les aigües i contacten amb el sostre. Al nivell de les aigües es troba un recobriment subactual de cristallitzacions freàtiques que forma un regruix important.

La *cova dels Francesos* és la zona trobada com a resultat de les exploracions de Martel i es desenvolupa a continuació del *llac Miramar*. Es tracta de dues grans sales d'esfondrament recobertes d'espeleotemes. Damunt el mapa, en línia recta mesura 212 m, i l'amplària màxima és propera als 50 m a diferents llocs. Al punt més distal, s'arriba a l'entrada artificial actual, que supera el con d'esfondrament per un petit pont dissimulat. El recorregut total és de 572 m. És la part terrestre de més bellesa, especialment pel volum considerable i les grans columnes i massissos estalagmítics.

Les galeries subaquàtiques que envolten i parteixen dels nombrosos llacs de la *cova dels Francesos* són: les *galeries del Canal* (que enllacen amb el *llac Miramar*), la *galeria de la Mar*, les *galeries de Diana*, les *galeries Estigies* i la branca meridional de la *galeria de les Meravelles*.

Els sediments observables a les galeries sotaiguades presenten una clara diferència en els continguts de matèria orgànica, en funció del sector de la cavitat on s'ubiqui la mostra. Al sector *subaquàtic de Ponent*, pràcticament totes les mostres tenen uns elevats percentatges de matèria orgànica, amb un



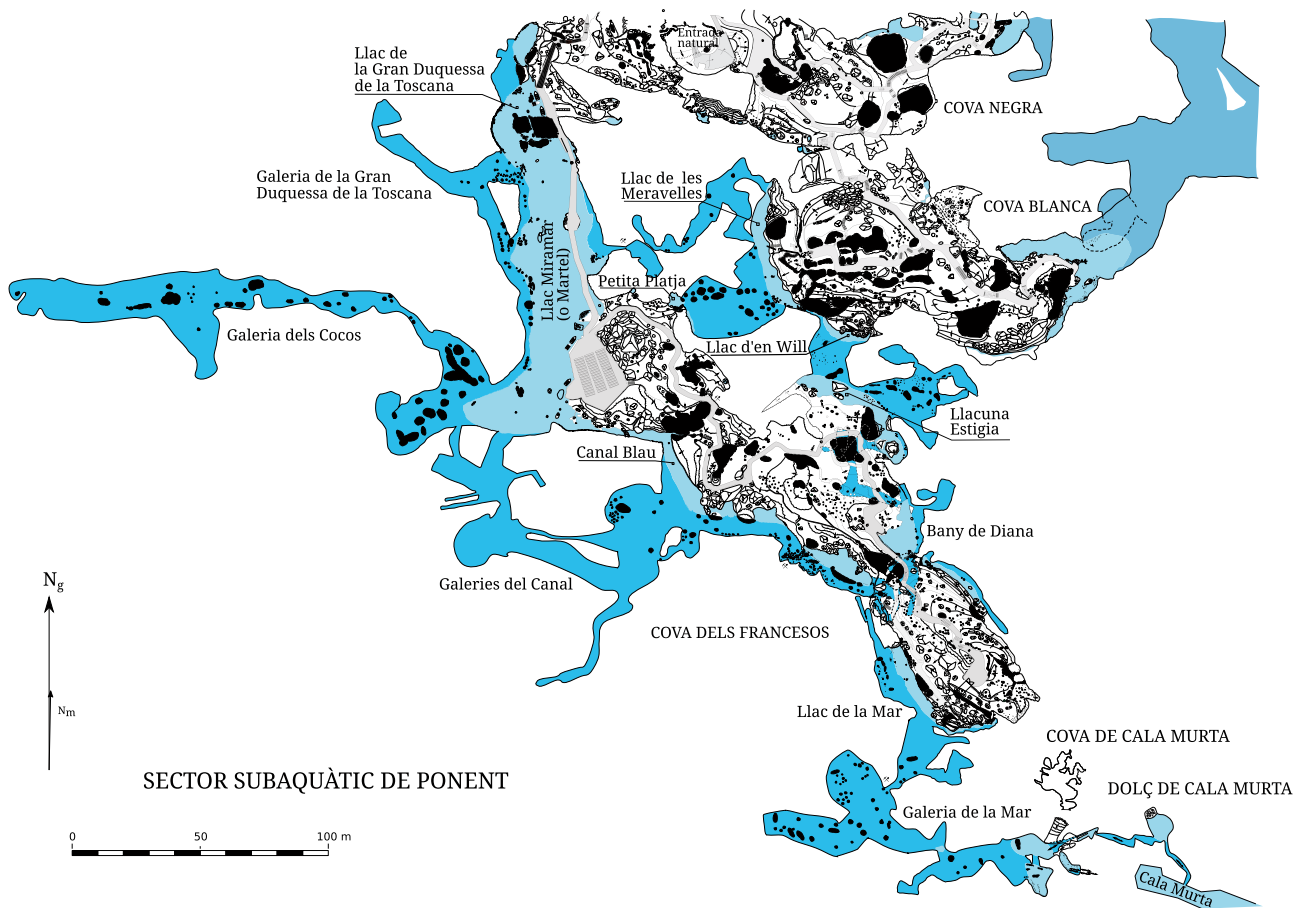


Figura 4: Plànol topogràfic del sector *Subaquàtic de Ponent*, amb els principals topònims (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 4: Topographic map of the *Subaquàtic de Ponent* sector, showing the main areas within the sector (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

valor mitjà del 5,3% (PILARES et al., 2018), pensam que possiblement relacionats amb la proximitat a la mar. Les zones amb abundància d'arenes es donen a les *galeries del Canal* (73-84%), a la *galeria de la Duquesa de la Toscana* i a la *galeria dels Cocos* (84-88,5%). Altres mostres són riques en llims, especialment a les *galeries del Canal* (49,7-55,2%) i a la *galeria dels Cocos* (45,5%).

#### ***Galeria de la Gran Duquesa de la Toscana***

Malgrat el seu nom, s'ubica al començament del *llac Miramar*, al seu extrem més septentrional. De 120 m de longitud i entre 3 i 7 m d'amplària i sostre baix (alçada entre 0,4 i 2 m); la fondària està compresa entre -7 i -9 m. La galeria supera qualche petit esfondrament i transcorre per entre espeleotemes de dimensions reduïdes i colors preferentment foscos. Presenta un ramal que no ben bé en direcció sud connecta amb el *llac Miramar*, gairebé a l'enfront de la *cova dels Francesos*. Aquest, d'uns 2 m d'alçada i uns 7 m d'amplària, es troba comprès entre els -4,5 i -6,5 m de fondària sostre i terra.

L'abundant sediment silícic està constituït principalment per quars amb valors que van del 23,4 al 43,7%, i apareix acompanyat per altres elements com els òxids de ferro (FeO), a on destaca la goethita que presenta valors molt elevats, que van del 41,2 al 73% (PILARES et al., 2018).

#### ***Galeria dels Cocos***

A l'extrem sud del *llac Miramar*, en direcció a ponent i enfront de l'amfiteatre, la galeria mateixa que forma el llac es perllonga sota les aigües i s'allarga una cinquantena de metres, amb un volum pràcticament idèntic a la part aèria. És un àmbit molt poblat de grans columnes i altres espeleotemes que determinen un aspecte molt intricat. Aquest àmbit comunica amb el començament de la *galeria dels Cocos* formant un espai comú. La fondària habitual és de -10 m i la màxima és de -16 m, l'alçada del sostre uns 7 m, amb el sostre entre -2 i -4 m.

La *galeria dels Cocos* arranca prop del gran massís estalagmític que es troba dins el *llac Miramar*. És la galeria subaquàtica de major bellesa del sector *Subaquàtic de Ponent* (Figura 5), amb 210 m de

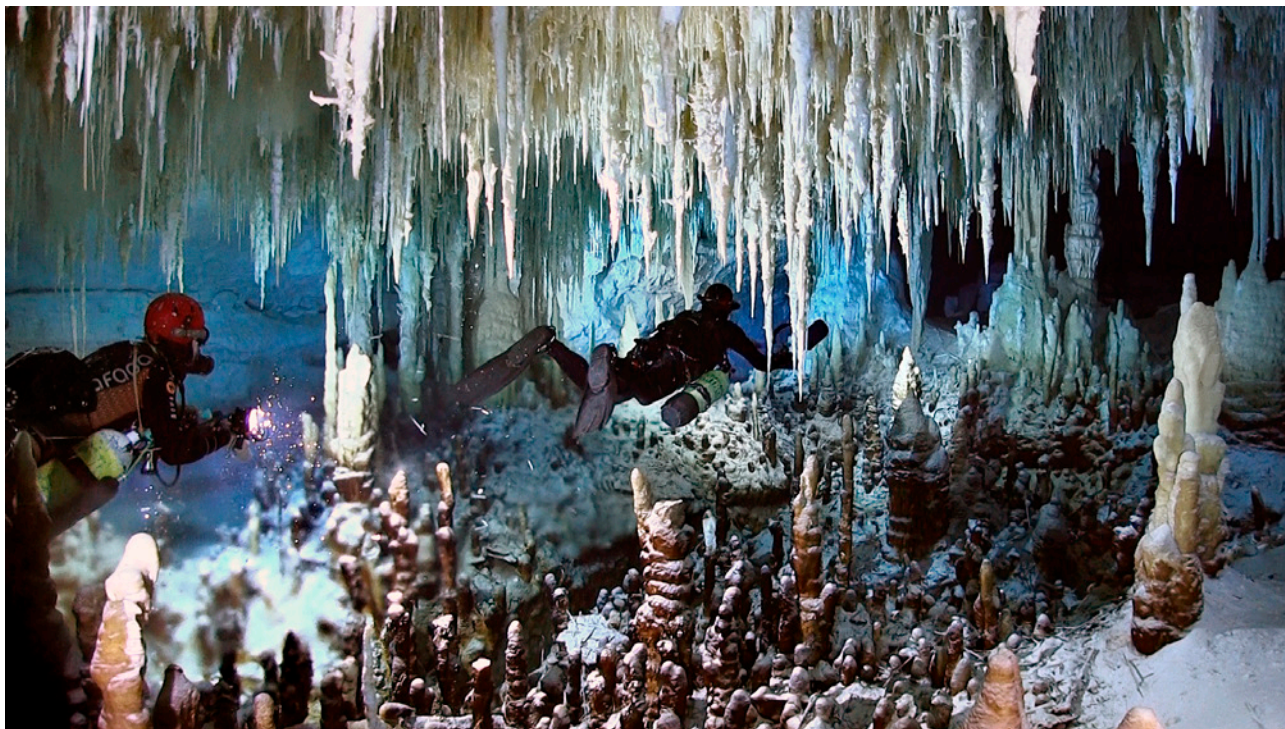


Figura 5: Galeria dels Cocos, bon exemple de la riquesa ornamental que presenten les extensions subaquàtiques de les coves del Drac (Foto: M.A. Perelló).  
 Figure 5: Galeria dels Cocos, a fine example of the magnificent formations found underwater in Coves del Drac (Photo: M.A. Perelló).

longitud, valors d'amplària entre 3 i 15 m, alçades entre 3 i 8 m i fondàries entre -6 i -9 m, llevat d'algun pas entre blocs que assoleix fondàries més importants, especialment al tram darrer (-15 m). Al començament, la galeria avança entre grans massissos estalagmítics per després arribar a àmbits voluminosos amb una ingent profusió d'espeleotemes de colors molt clars i de delicadesa extrema. A la zona final de la galeria, l'aspecte extraordinàriament rococó que ofería fins ara es transmuta en un esfondrament (unitat 5, Figura 6; Figura 7) d'uns 800 m<sup>2</sup>. Aquest ha generat una ampla i baixíssima cambra d'aire que no arriba als 30 cm d'alçària, per la qual cosa no s'ha representat a la topografia. Es tracta d'un esfondrament amb grans blocs sense recobrir per espeleotemes.

S'ha localitzat una franja d'espeleotemes freàtics a -6 m que envolta altres espeleotemes. De cap al final de la galeria s'arriba a un esfondrament a on les formacions desapareixen. Als laterals de la paret nord s'aprecien dos nivells superposats de regates de corrosió i de facetes (GRÀCIA et al., 2011b). Les regates es troben als -4,7 m i als -5,2 m. Les facetes estan compreses entre -4,7 i -5,2 m i entre -5,2 i -5,6 m; és a dir uns 0,5 m en vertical. Hem observat a -5,6 i -6 m punts d'alimentació hipogènics amb canals ascendents, similars als descrits per MERINO et al. (2011). Alguna zona presenta sediments amb continguts de carbonats que superen el 98,5%, encara que a llocs concrets del fons es troba acumulació de goethita que pot arribar al 100% (PILARES et al., 2018). En algunes zones de la galeria les acumulacions de FeO i MnO, poden derivar de processos hipogènics que hagin actuat en alguns moments durant el desenvolupament de la cavitat (GRÀCIA, 2015; GINES et al., 2017). A -9 m es troben polígons de retracció dels sediments.

### ***Galeries del Canal***

Constitueixen una xarxa que enllaça galeries subaquàtiques localitzades al sud del llac Miramar amb el canal Blau, que es troba a un coster de la cova dels Francesos. Són galeries molt heterogènies d'aspecte i dimensions, amb clars indicis de participació de gènesi hipogènica. El recorregut total és de 418 m i les fondàries més freqüents entre -10 i -11 m. El sostre es troba a -8 m habitualment, amb una alçària de les galeries d'uns 2 m. Les principals tenen aspecte de galeries freàtiques de secció circular, encara que presentin el sostre pla, amb inici de facetes als costats (Figura 8). Es presenten algunes galeries cegues, molt angostes i d'una vintena de metres de longitud, amb conductes verticals d'alimentació al pis de les galeries i abundants sediments associats. Abunden els polígons de retracció, amb molts de conductes verticals d'alimentació i sediments de colors vermells-groguencs, sediments formats per òxids de Fe (PILARES et al., 2018) que presenten uns continguts en matèria orgànica molt elevats,



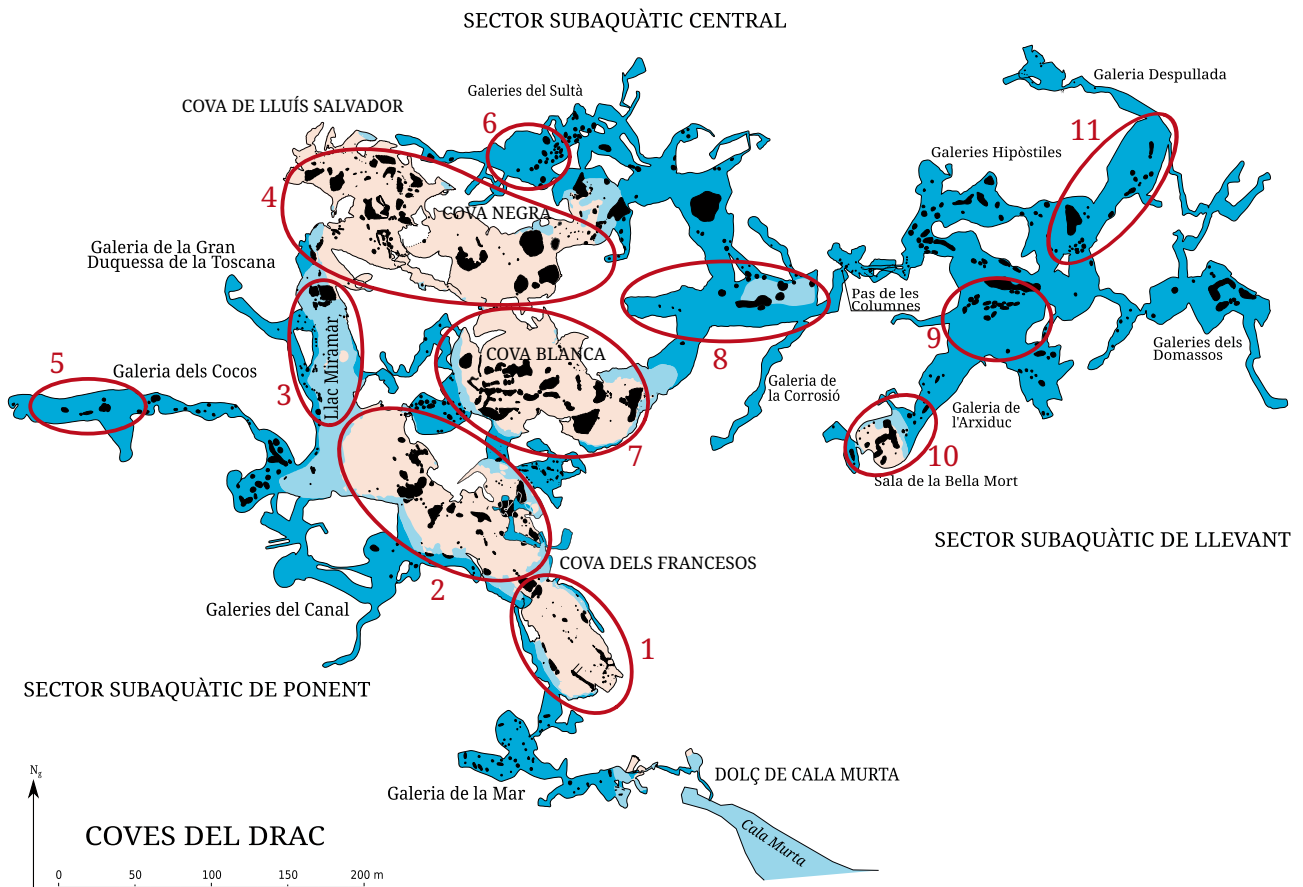


Figura 6: Principals unitats d'esfondrament individualitzades de les coves del Drac (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 6: The main areas of collapse that can be distinguished within Coves del Drac (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

amb un rang de fluctuació important entre cadascuna de les mostres i una fracció amb una bimodalitat molt marcada en algunes mostres. Principalment, estan constituïts per fracció d'arena fina i mitjana, i en menor mesura per fracció llimosa. Mineralògicament destaca la important presència d'òxid de ferro. També presenta valors elevats de quars. Totes les ramificacions acaben en llocs estrets o culs de sac i no en esfondraments o barreres estalagmítiques que barrin el pas; aquest fet denota que no hi ha possibles continuacions accessibles.

### *Galeria de la Mar*

Parteix del llac homònim, un important llac molt allargat de 142 m<sup>2</sup> (ENSEÑAT et al., 2018), que limita la part més sud-oest de la *cova dels Francesos*, prop de l'entrada artificial (Figura 4). A una trentena de metres de l'inici es troba una bifurcació en direcció llevant que va esser necessari desobstruir en dos indrets i que permet accedir a una petita sala, amb gours de diferents mides i a un laminador molt baix i que no possibilita la continuació. Tornant al punt de partida de la bifurcació es pot prosseguir una vintena de metres en direcció sud-oest i superar un altre pas desobstruït entre espeleotemes foscos i fràgils. S'accedeix a una gran sala d'uns 20 metres d'amplària, amb moltes columnes, estalactites i estalagmites de color negre i descalcificades parcialment que es desprenen en tocar-les. S'observen morfologies hipogèniques (MERINO et al., 2011) tipus canals meandriformes al sostre, així com altres formes bastant amagades pels recobriments zenitals d'espeleotemes. L'àmbit es fa ample i alt; en aquesta zona s'ha observat després de temporals que la visibilitat és dolenta per influència de la mar. El terra es troba a uns -5,7 m i el sostre a -0,6 m, és a dir uns 5 m d'alçària. Gran part del buit està ocupat generalment de fistuloses i espeleotemes de degoteig negres. En alguns llocs el sostre és blanc amb morfologies hipogèniques i una petita capa d'espeleotemes blancs aferrats al sostre que contrasten amb la negror general. Hi ha solcs ascendents de parets. El terra es troba recobert per una petita capa de sediment bru gairebé present per tot arreu. Hi ha una galeria cega d'uns 40 m de longitud i 12 m d'amplària que parteix de l'inici de la sala i comença amb cúpula al sostre i canals meandriformes, amb un bosc de columnes i paleonivells freàtics a -4 m de fondària. Les excèntriques sovint es troben recobrint espeleotemes de degoteig.



Figura 7: Esfondrament de la galeria dels Cocos (Foto: M. À. Perelló).  
Figure 7: Breakdown blocks in Galeria dels Cocos (Photo: M. À. Perelló).

Més endavant es localitza una sala d'esfondrament, amb una petita cambra d'aire, de devers una quinzena de metres de diàmetre que s'ha d'envoltar. Un pic superats els blocs caiguts, la influència de la mar es fa del tot evident: plàstics i sediments procedents de la mar, amb una potència major recobreixen el terra. Una bona part amb concentracions de rizomes de *Posidonia oceanica* (Figura 9). S'aprecien anguiles i grans arrels pengen del sostre (Figura 10), en part a causa de que el gruix de la volta és reduït, però estranya pel fet de l'elevada salinitat de l'aigua i les grans dimensions de les arrels. Un altre tret característic d'aquest lloc és la presència de grans columnes que subdivideixen l'espai i es perllonguen al sostre més enllà del nivell de l'aigua fins al sostre aeri.

La *galeria de la Mar* linealment s'endinsa uns 160 m, amb fondàries generals entre -2 i -6,5 m, girant primerament en direcció sud-oest per acabar en direcció est i connectar, encara que de forma impenetrable per a l'home, amb el *dolç de Cala Murta*, que amb uns 80 m lineals més desemboca a *cala Murta* (Figures 4 i 11). La zona de la connexió amb *es Dolç* presenta cambra d'aire i les formacions no són de colors foscos. L'aire és de bona qualitat, ja que no s'aprecia cap dificultat respiratòria. La cavitat es bifurca en direcció sud-est en dues ocasions, una a la zona de les grans arrels penjants fins a tancar-se per blocs caiguts i formacions. La segona bifurcació requereix sortir fora de l'aigua per tornar-se a enfonyar i veure com una part important de l'aigua que drena segueix aquest camí i penetra entre sediments i formacions per una estretor subaquàtica que no permet el pas. Aquest lloc correspon aproximadament amb la part final de la torrentera que desemboca en *cala Murta*. L'altre ramal que connecta hídricament amb *es Dolç* és també impracticable per la seva estretor.

Els sediments són ben presents especialment a la part més propera a la mar, amb potències que en ocasions superen el metre, tractant-se possiblement de fàcies d'entrada (PILARES et al., 2018). Estan constituïdes per arenas bioclàstiques marines de gra mitja i gruixat amb abundants restes vegetals marins (fulles i rizomes de *Posidonia oceanica*). Es localitzen als conductes que drenen a *cala Murta*, a





Figura 8: *Galeries del Canal*. Galeries freàtiques on abunden les evidències dels processos hipogènics que han afectat a la cavitat (Foto: A. Cirer).

Figure 8: *Galeries del Canal* are phreatic passages hosting evidence of hypogenic processes that have affected the cave system (Photo: A. Cirer).



Figura 9: *Galeria de la Mar*, a la zona on s'aprecia la influència de la mar, amb acumulació sedimentària de restes de *Posidonia oceanica* i plàstics (Foto: A. Cirer).

Figure 9: *Galeria de la Mar* shows the influence of the nearby sea, with its sedimentary accumulation of *Posidonia oceanica* and plastics (Photo: A. Cirer).



Figura 10: Arrels que pengen del sostre a la part final de la *galeria de la Mar* (Foto: A. Cirer).

Figure 10: Roots hanging from the ceiling in *Galeria de la Mar* (Photo: A. Cirer).

la zona sud de la cavitat. Serien el resultat de la interacció de la dinàmica marina amb els conductes que drenen la cavitat.

### *Dolç de Cala Murta*

És la part final de la cavitat i actua de surgència, es troba a pocs metres del final de la cala homònima situada al sud de Porto Cristo. La cala, presenta unes dimensions de 250 m lineals des de la bocana



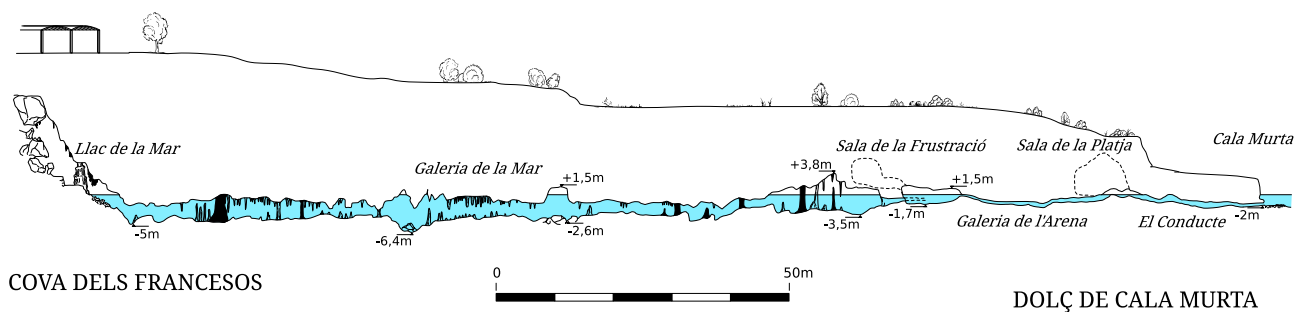


Figura 11: Perfil principal de la galeria de la Mar i del dolç de Cala Murta (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 11: Main profile along Galeria de la Mar and Dolç de Cala Murta (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

fins al fons, i entre 80 a 90 m d'amplària a l'inici i poc més d'una trentena a mitjan cala. La surgència es localitza entre 20 i 30 m del fons de la cala, al costat nord i brolla per entre uns forats de la tenassa i el terra, a devers 1,5 m de profunditat. El corrent del dolç varia moltíssim segons les condicions baromètriques del moment i de la pluviositat del període.

La cavitat té una distància lineal des de l'entrada de 85 m, amb un recorregut total de 93 m (Figures 4 i 11). L'entrada, extremadament angosta, es troba a -1,7 m amb una alçada de 0,4 m i una amplària de devers 1 m; es troba habitualment taponada de còdols marins (Figura 12), arenes o restes de *Posidonia oceanica*. Les tempestes afecten especialment a la cavitat, ja que la poca fondària fa que l'energia de les ones i corrents sigui molt alta. Els primers metres de la cavitat es poden descriure com un conducte submergit de 25 m de longitud (*el Conducte*) i uns 0,5 m de diàmetre de mitjana que emergeix a la sala de la Platja, d'uns 10 x 8 m i 7 m d'alçada (Figura 13). La direcció al començament és de 30° per ràpidament voltar i prendre una direcció de 321°. La sala és un àmbit aeri, de 11 m de longitud i la mateixa direcció que la galeria per la qual s'accedeix. Les mides són d'entre 5 i 8 m d'amplària i d'entre 4 i 7 m d'alçada, amb el terra recobert d'arenes marines, amb pocs centímetres de profunditat d'aigua. Al costat nord-est, hi ha estalagmites i altres espeleotemes, com són les colades parietals. El sostre es troba ple de cúpules ascendents tipus conducte, a més d'estalactites i banderes i algunes arrels que pengen del sostre. L'atmosfera de la sala sembla no estar viciada per CO<sub>2</sub>. Grans poals de fens negres i xarxes de pesca es trobaven soterrats parcialment sota l'arena de la sala, arrossegats des de la cala dies de forts corrents d'entrada. L'arena de la platja té *ripple-marks* a les zones aquàtiques, amb una fondària d'entre uns 0,2 a 0,5 m.

La continuació de la cavitat és en forma de galeria d'uns 3,5 m d'amplària i direcció 284°, és a dir pràcticament oest (*galeria de l'Arena*). La gran acumulació d'arenes amb *ripple-marks*, fa que prengui forma de laminador amb algunes columnes de color fosc enmig a mode d'obstacles. El sostre es troba a 0 m i el terra a -1,3 m. Hi ha una majoria d'espai a on l'alçada és de 0,9 m. S'arriba a un altre canvi de direcció, aquesta vegada sud-oest, després de superar una estretor i s'accedeix a una zona amb aire respirable, parcialment aquàtica (*galeria de la Frustració*, Figura 14). Es continua per una galeria molt angosta, que es va haver de desobstruir en part, per permetre el pas. Tot aquest tram es fa sense tancs, ja que no hi ha més tram sifonat i a més a més no es podria passar amb l'equipament per qüestió d'espai. La galeria connecta amb una zona terrestre que acaba en un petit llac, lloc a on es veu l'aigua que procedeix d'un forat de devers 30 cm de diàmetre, entre colades parietals que recobreixen un possible esfondrament. Sembla mentida que la força de l'aigua que brolla a la cala provingui d'aquest forat. La galeria es fa terrestre, entre formacions estalagmítiques fins superar una altra angostura i desembocar dins una baixa sala d'esfondrament, d'uns 9 m de longitud, entre blocs que bloqueja la continuació de cap a les coves del Drac.

A l'estiu, al mes d'agost, la temperatura a la cala, a -1,8 m, a prop de la surgència s'ha arribat a mesurar en 28°C mentre l'aigua brollava a 18°C, és a dir un contrast tèrmic de 10°C, mentre que a l'hivern l'aigua provinent del Drac segueix sorgint a 18°C i la de la mar s'ha mesurat a 14°C, és a dir 4°C més calenta que la de la mar.

A la barrera estalagmítica que es troba entre la sala de la Platja i la continuació sota l'aigua de la cova es veuen arenes marines consolidades gairebé desmantellades per l'erosió, no només física, sinó també química (Figura 15). Pensam que en alguna època del quaternari aquests sediments marins van entrar dins la cavitat, ben igual com passa a l'actualitat, i que al llarg d'una pulsació freda en davallar el nivell marí es van consolidar i cimentar arribant a obstruir per complet la galeria al llarg de diverses desenes de metres. En ocórrer una nova transgressió, les aigües subterrànies van tornar





Figura 12: Estret conducte que connecta el Dolç de Cala Murta amb la mar (Foto: F. Gràcia).  
Figure 12: The narrow passage that connects Dolç de Cala Murta with the sea (Photo: F. Gràcia).



Figura 13: Sala de la Platja del Dolç de Cala Murta (Foto: F. Gràcia).  
Figure 13: Sala de la Platja in Dolç de Cala Murta (Photo: F. Gràcia).



Figura 14: Petita cambra aèria de la galeria de la Frustració, Dolç de Cala Murta (Foto: F. Gràcia).  
Figure 14: Small air-filled chamber of the galeria de la Frustració in Dolç de Cala Murta (Photo: F. Gràcia).



Figura 15: Arenes marines actuals que ocasionalment rebleixen part de la galeria, amb antics sediments marins consolidats i parcialment erosionats. Dolç de Cala Murta (Foto: F. Gràcia).  
Figure 15: Current-borne sand that occasionally fills parts of this gallery, lying next to old consolidated and partially eroded marine sediments. Dolç de Cala Murta (Photo: F. Gràcia).

a excavar aquests materials i tornaren a comunicar amb la mar les aigües del Drac. Creiem que les oscil·lacions del nivell de la mar, i del nivell frètic, per les fluctuacions baromètriques han de jugar un paper important en l'excavació i buidatge d'aquests materials que reblen els conductes. En aquest sentit, cal tenir present la mobilització alternant de les aigües frètiques drenant cap a la mar i de cap a l'interior, a causa de les fluctuacions mareals i baromètriques del nivell de la mar. El paper geoquímic d'aquesta mena de "bombeig mareal" resta encara pendent d'investigació (GINÉS et al., 2018b), però intuïm que ha d'ésser molt important per explicar poder dissoldre i mobilitzar importants volums de roca, no només en aquesta cova, també en altres casos similars com són la cova des Coll (Portocolom) i es Dolç (Colònia de Sant Jordi), entre d'altres (GRÀCIA, 2015).

### **Galeries de Diana**

Constitueix una petita zona subaquàtica per la seva minsa importància, ja que forma, en gran part del seu recorregut, un nivell inferior a la cova dels Francesos, configurada pels buits deixats entre els grans blocs caiguts. S'inicia al llac homònim (*bany de Diana*) i forma una bifurcació; la part oest transcorre de forma molt anàrquica, en estar generada pels forats buits entre blocs, d'uns 107 m de recorregut, i de poca fondària (generalment entre +2 i -5 m) encara que es poden apreciar en alguns indrets fondàries més importants entre els blocs, fins superar els -12 m. Hi ha diverses càmeres d'aire, el sostre de les quals es veu clarament que es tracta d'espais sota els blocs que formen alhora la base de

la *cova dels Francesos* (Figura 16). De cap al nord connecta amb la *llacuna Estigia*. Les parets presenten canals ascendents, alguns de fins a 1,5 m de llargària. La branca est és l'única galeria autèntica, i és la zona de major bellesa del conjunt. El sostre i el terra són plans en contrast amb l'altra ramificació entre blocs, a on el terra és caòtic amb abundants espais buits i fondals. Posseeix sediment amb òxids de ferro i al sostre gran quantitat de cúpules i canals meandriformes.

**Galeries Estigies**

Parteixen de la *llacuna Estigia* i formen dues branques. La galeria situada més a l'oest no és més que la connexió amb el *llac d'en Will* (*cova Blanca*) mitjançant una ampla galeria d'uns 20 m de longitud i 3 m d'alçària (entre -3,5 de sostre i -6,5 m de terra), molt decorada per columnes, estalagmites i estalactites (Figura 16). Es tracta d'un tram sotaiguat entre dues sales d'esfondrament conformades per la part lateral de la *cova Blanca* i l'altre costat de la *cova dels Francesos* (límit entre les unitats d'esfondrament 2 i 7, de la Figura 6).

L'altra branca llevantina s'inicia al llac homònim de forma molt discreta, ja que es troba connectada per passos estrets i semi-ocults per espeleotemes. Forma una gran sala, d'uns 30 x 20 m i presenta més d'un centenar de metres de recorregut total i aspecte molt laberíntic a causa de les columnes i altres espeleotemes que compartimenten l'espai, endemés de quatre curtes galeries laterals que s'obren al seu costat est. L'alçària de la part més voluminosa es troba compresa entre 3 i 5 m, no així les ramificacions laterals que són molt més baixes. La fondària màxima no supera els -6 m. La galeria situada més al nord es veu clarament a la topografia que es tanca per la proximitat a la sala d'esfondrament de la *cova Blanca*, recoberta de colades estalagmítiques, molt a prop del *llac d'en Will*. Aquesta branca de les *galeries Estigies* vindria a ésser la part oposada i continuació del *llac de les Delícies* en direcció a la *cova dels Francesos*.

**Galeria de les Meravelles**

Normalment s'accedeix al *llac de les Meravelles* (situat a la *cova Blanca*) per una davallada molt vertical, de més de 30 m, entre colades pavimentàries i banderes de gran bellesa. Tota la zona terrestre és molt concrecionada, amb massissos estalagmítics molt bells i columnes, algunes d'elles ben actives. Un tub metàl·lic fóra d'ús, per l'extracció d'aigua, davalla ancorat a la paret fins al llac, amb una escala de ferro per facilitar l'accés. El llac és allargat i recobert a les voreres d'espectaculars sobrecreixements parietals que també afecten a columnes i altres espeleotemes, formant un regruix ben considerable (Figura 1). Crida l'atenció la gran quantitat de làmines de calcita flotant que formen el recobriment.

El recorregut subaquàtic total és de 203 m, a l'inici s'entreforca amb dues branques, la més septentrional fa una

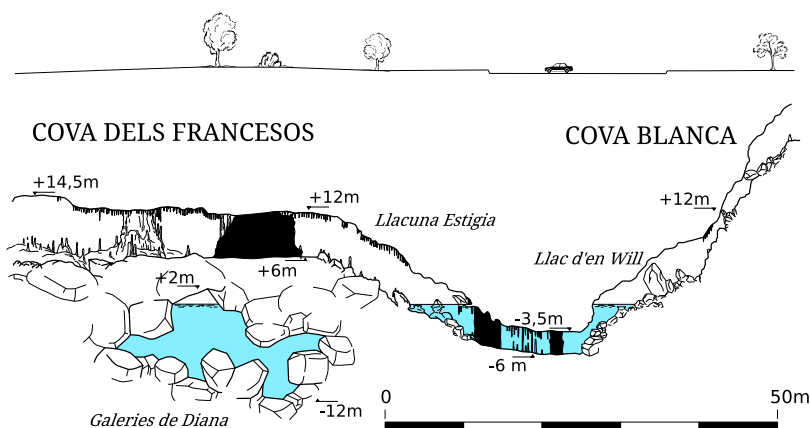


Figura 16: Una part de les galeries de Diana constitueixen un nivell inferior entre blocs sotaiguats, situat sota la *cova dels Francesos*. La *galeria Estigia* connecta dues unitats d'esfondrament sota les aigües (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 16: The passage known as *Galeries de Diana* contains a flooded lower level, developed between collapse blocks, located below *Cova dels Francesos*. *Galeria Estigia* allows the underwater connection of two adjacent collapsed areas (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

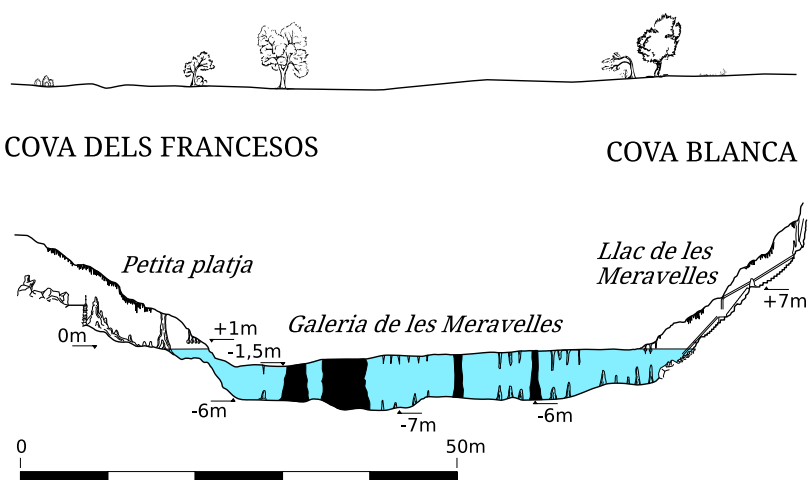


Figura 17: Perfil entre la *cova dels Francesos* (*Petita Platja*), la *galeria de les Meravelles* i la *cova Blanca* (*Llac de les Meravelles*) (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 17: The profile of the cave between *Cova dels Francesos* (*Petita Platja*), *Galeria de les Meravelles* and *Cova Blanca* (*Llac de les Meravelles*) (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).





Figura 18: Plànol topogràfic del sector *Subaquàtic Central*, amb els principals topònims (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 18: Topographic map of the *Subaquàtic Central sector*, with main place names (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

distància lineal de 58 m i és molt estreta; la branca sud, de 82 m de longitud posseeix un volum i una bellesa considerables. L'amplària assoleix els 25 m i el sostre es troba a uns -0,6 i -2 m i el terra entre -4 i -7 m. Mitjançant un angost pas comunica amb un esquifit llac (la *petita Platja*), ja dins la *cova dels Francesos* (Figura 17). La galeria subaquàtica omple un espai que es troba completament encerclat entre la sortida actual de la cavitat o entrada d'esfondrament, la *cova Negra*, la *cova de Lluís Salvador*, el *llac Miramar*, la *cova dels Francesos* i la *cova Blanca*.

Grans columnes i massissos estalagmítics de més de 5 m d'alçària decoren la zona més ampla, especialment a la part sud de la sala sotaiguada. Les formacions es troben en molt bon estat. Una franja fosca horitzontal afecta als espeleotemes a -8,7 m de fondària. Es localitzen canals ascendents de paret que parteixen des de punts aïllats, entre -3,3 i -2,3 m. En alguns casos s'observen fins a 4 solcs paral·lels que es fusionen posteriorment, amb més solcs i punts d'alimentació que s'afegeixen després. Abunden els fòssils de boga-marins a la paret de la roca miocènica. Els espeleotemes, especialment estalactites fistuloses oculten moltes evidències hipogèniques. Grans forats amb solcs ascendents es troben camuflats sota recobriments calcaris.

## Sector Subaquàtic Central

Posseeix un recorregut de 1.830 m i una superfície de 11.170 m<sup>2</sup> i representa la zona compresa entre el *llac Negre* i el *llac de les Delícies*, a l'oest, i el *pas de les Columnes* a l'est (Figura 18). Presenta localment abundants sediments, en particular a la *galeria de la Corrosió*, amb sediment fi tipus llim que representa el 73,9% del total.

### **Galeries del Sultà**

És la xarxa laberíntica que es troba al nord del *llac Negre*, amb un recorregut total de 550 m. A l'inici parteix un poc de cap al nord-oest fins enllaçar amb el llac anomenat *bany del Sultà*. Una vintena de metres abans d'arribar al llac un pas baix, sota l'aigua, permet accedir a una vasta i ornamentada sala que supera amb escreix els 30 m de diàmetre. L'estança presenta valors de fondària del sostre de -3,4 m i el terra assoleix els -12 m, amb una acumulació de blocs a la zona central i abundants i altes columnes, així com altres espeleotemes de degoteig (Figura 19). La *sala del Sultà* (unitat 6, Figura 6) posseeix uns 600 m<sup>2</sup> de superfície d'esfondrament. D'ella parteix un intricat laberint de galeries de diferents dimensions,

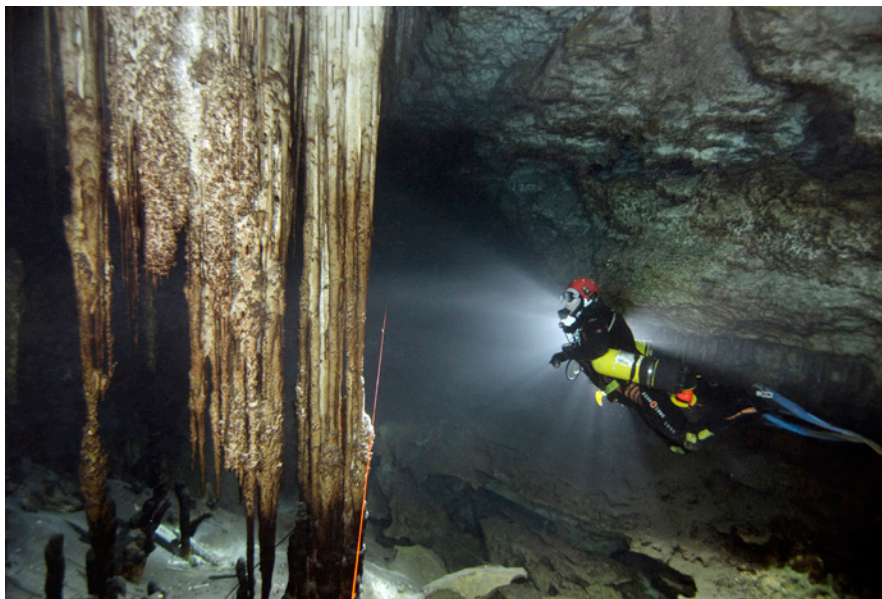


Figura 19: Espeleotemes de degoteig localitzats a la *sala del Sultà* (Foto: A. Cirer).  
Figure 19: Dripstone speleothems in *Sala del Sultà* (Photo: A. Cirer).

fondàries i aspecte, moltes de tipus freàtic circular, especialment les situades al sud de la sala. En direcció nord-est es passa per passatges baixos que en ocasions segueixen plans d'estratificació per després continuar com a galeries freàtiques circulars. L'extrem de ponent per molt poc no connecta amb la *cova de Lluís Salvador*, de la qual sembla estar separada per esfondraments. Els valors de fondàries de sostres i terra més freqüents són de -11 i -12,5 m; -11 i -12 m; -10 i -11 m; -8 i -10,6 m respectivament. Algunes galeries de llevant enllacen amb la *galeria Negra* o amb d'altres relacionades. La decoració és molt diversa: algunes zones es troben atapeïdes d'espeleotemes, especialment estalagmites i estalactites, i d'altres són ermes. Per avançar en alguns indrets s'han fet desobstruccions que han permès interconnectar entre sí alguns àmbits. A l'extrem nord s'assoleix la màxima fondària, -21 m, malgrat que les més freqüent es troben compreses entre -16 i -18 m.

### **Galeria Negra**

És la continuació que parteix de l'entrada natural, prossegueix per la *cova Negra* i forma el *llac Negre* en arribar al nivell freàtic. A l'inici forma de part de la unitat d'esfondrament que es perllonga sota les aigües al *llac Negre* i al *bany del Sultà*. Arranca amb un volum considerable, amb el sostre totalment planer, entre -4 m i -5 m, i el terra entre -7 i -11,5 m, recobert amb blocs producte de l'esfondrament, emperò no forma el típic con central, sinó que els blocs es troben disposats gairebé horitzontalment. La longitud de la galeria és de devers 90 m i l'amplària entre 15 i 22 m; juntament amb altres galeries secundàries totalitza 233 m. Al seu costat septentrional s'obrin diverses galeries sense tenir massa continuació, llevat de les que connecten amb les *galeries del Sultà*. Les parets posseeixen molts de canals ascendents de paret (GRÀCIA, 2015; GINÉS et al., 2017), observables res més entrar dins l'aigua així com gairebé a ran d'aigua, encara que són molt abundants a les parets extraplomades, entre -2,3 i -1 m. Sorgeixen generalment de foradets, però també de petites fractures. El més destacat és el gran canal meandriforme del sostre, que profunditza molt dins la roca mare. Presenta un color ataronjat amb franges horitzontals superposades, primes i paral·leles. En alguns llocs, com és al començament de la galeria, els espeleotemes en forma de llargues estalactites i columnes han aprofitat alguna fractura de la roca per formar-se.

Els espeleotemes freàtics estan disposats en un horitzó molt ben marcat a -5,3 m, molt potent, especialment a la paret septentrional de la galeria. Des d'aquí, de cap al terra, els recobriments freàtics continuen per sobre d'altres espeleotemes vadosos als -8,5 i -9,2 m. Es poden observar, a la roca mare del sostre, fòssils de boga-marins.

### **Galeries de la Connexió**

S'engega als 40 m des del començament de la *galeria Negra*, al costat sud-est. La paret oest està formada per roca mare, i l'oposada és espai buit amb un gran massís estalagmític que ocupa una part important de



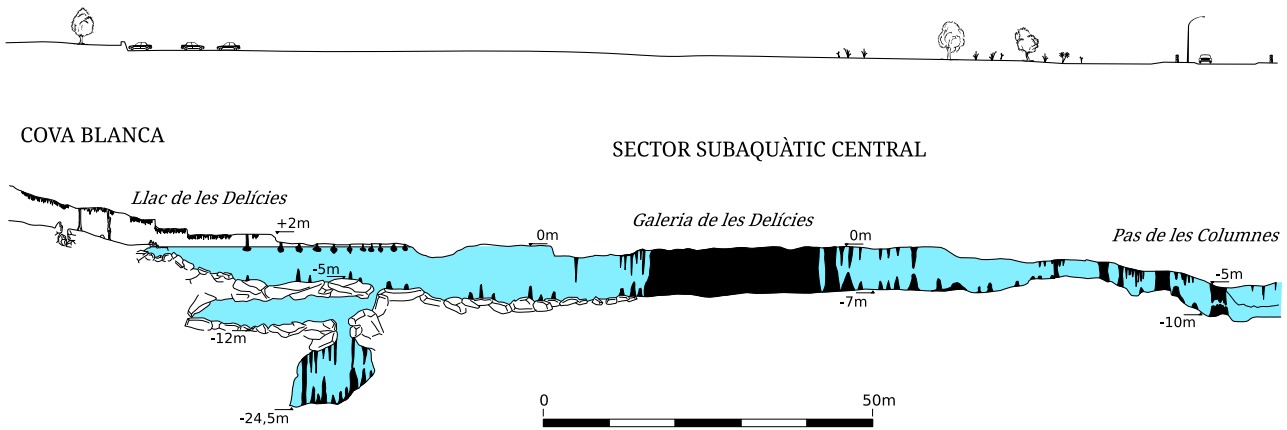


Figura 20: Perfil principal del sector *Subaquàtic Central* entre el *llac de les Delícies* i el *pas de les Columnes* (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 20: Main profile of the *Subaquàtic Central sector* between *Llac de les Delícies* and *Pas de les Columnes* (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

l'àmbit; de fet representa el major massís estalagmític de la cova, amb 250 m<sup>2</sup> (ENSEÑAT et al., 2018). La longitud de la galeria principal és de 65 m, el recorregut total de 153 m, amb fondàries compreses entre -9 i -14 m. Presenta blocs al terra i el sostre pla farcit d'estalactites fistuloses i moltes estalagmites de bona mida. Els recobriments freàtics són freqüents entre -5,3 i -9,2 m, sense discontinuïtat, sobre parets i formacions. La paret de roca presenta a -9 m una regata i facetes. Els canals verticals ascendants es troben compresos entre -7,5 i -8,4 m.

#### *Galeria de les Delícies*

S'inicia al llac homònim què, com bé indica el seu nom, posseeix una rica i delicada decoració estalactítica, a més d'una extensa superfície i notable transparència (Figures 18 i 20). La galeria, de



Figura 21: Massís estalagmític de grans dimensions a la *galeria de les Delícies* (Foto: A. Cirer).  
 Figure 21: A huge speleothems barrier in *Galeria de les Delícies* (Photo: A. Cirer).

direcció est, posseeix un nom que li fa justícia, ja que és una de les zones més belles i majestoses de la cavitat. La longitud és de 170 m, 27 m d'amplària amb alçades d'entre 3 i 10 m, tenint en compte que la part aèria en ocasions supera els 3 m d'alçària. Les fondàries més habituals van dels -5 als -10 m. El recorregut total és de 330 m. La part de la galeria més distant del *llac de les Delícies* presenta al sostre una cambra d'aire de considerable superfície, uns 48 m de longitud, 15 m d'amplària i fins a 3 m d'alçària d'aire. El més característic és un gran massís estalagmític central que compartimenta la galeria, i que parteix des de la base fins enllaçar amb el sostre (Figura 21). Els recobriments freàtics subactuals són molt nombrosos i importants, tant a la cambra a on recobreixen fistuloses, com al sostre de bona part de la galeria a on formen un fals sostre d'aspecte globós. Alguns dels espeleotemes freàtics

subactuals formen preciosos conjunts macrocristal·lins molt fràgils, especialment els generats damunt d'estalactites fistuloses. A -5,3 m, hi ha el mateix recobriments d'espeleotemes freàtics que l'existent a la *galeria Negra*. Algunes banderes i estalactites són espectaculars per les dimensions i bellesa. Abans de la saleta que condueix al *pas de les Columnnes*, al sostre, hi ha un canal meandriforme de considerable longitud i a les parets properes al llac homònim facetes ben marcades.

Suposam que la *galeria de les Delícies* forma una unitat d'esfondrament que ha sofert una forta dissolució dels blocs (unitat 8, Figura 6) i ocupa uns 5.200 m<sup>2</sup>. A pocs metres del *llac de les Delícies*, per un forat al terra, es localitza una davallada que permet arribar a un nivell inferior de la galeria. Aquest es troba en dos subnivells, un de superior a uns -12 m que sembla ésser un gran espai buit entre blocs i un altre d'inferior, molt decorat per formacions litoquímiques, on s'assoleixen els -24,5 m, indret més pregon de les coves del Drac (Figura 20).

### Galeria de la Corrosió

Galeria longitudinal de 126 m, amb una direcció de 215° que s'inicia a una de les parets de la *galeria de les Delícies* (Figura 18). L'amplària de la galeria compren entre 3 i 9 m, encara que normalment els valors d'amplària són de devers 5 i 6 m. L'alçària és normalment baixa, amb valors compresos entre 0,4 i 2,6 m, encara que els més freqüents es troben entre 0,7 i 1,7 m. La fondària del terra de la galeria va dels -8,2 als

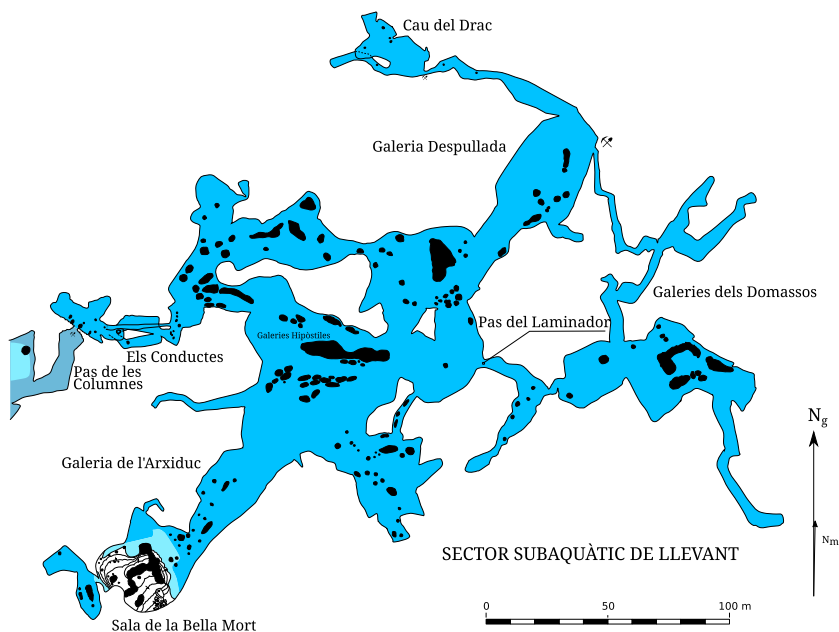


Figura 22: Plànol topogràfic del sector *Subaquàtic de Llevant*, amb els principals topònims (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
Figure 22: Topographic map of the *Subaquàtic de Llevant* sector, with main place names (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).



Figura 23: El *Pas de les Columnnes*, separa el sectors *Subaquàtic Central* i de *Llevant*. Un massís estalagmític per molt poc no ha tancat completament la comunicació entre ambdós sectors (Foto: A. Cirer).

Figure 23: The place named *Pas de les Columnnes* is a constriction which separates the sectors *Subaquàtic Central* and *Subaquàtic de Llevant*. A speleothems barrier almost completely seals off the connection between the two sectors (Photo: A. Cirer).



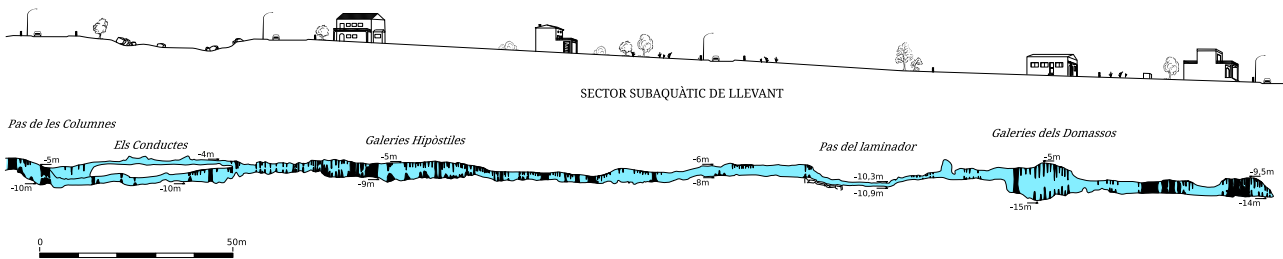


Figura 24: Perfil principal del sector Subaquàtic de Llevant a partir del pas de les Columnes (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 24: The main profile of the Subaquàtic de Llevant sector, from Pas de les Columnes (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

-9,2 m, llevat d'un esfondrament que quasi barra el pas a on disminueix a -7 m. Els primers 20 m del conducte són més alts, ja que superen els 2 m d'alçària i les parets, sostre i terra es troben molt recobertes d'espeleotemes.

Es poden apreciar canals ascendents hipogènics a les parets, molt abundants, i canals meandriformes al sostre. Un pic passat un esfondrament de 8 m de longitud, els trets característics són totalment diferents al primer tram. No tan sols les morfologies hipogèniques de paret són comunes, també hi ha cúpules de diferents mides, que sembla han actuat com a llocs de descàrrega. La quantitat de sediment present al terra és molt elevada, amb predominança de sediments carbonatats (93,6% de calcita).

### Sector Subaquàtic de Llevant

És el sector que comprèn entre el pas de les Columnes fins a l'extrem més oriental de la cova (Figura 22). L'esmentat pas no és més que la continuació de la galeria de les Delícies, però amb una gran barrera estalagmítica que per molt poc no barra el pas per complet. Un petit espai buit, en principi



Figura 25: Esquelet de peix en connexió anatómica aflorant a la roca miocènica a els Conductes (Foto: F. Gràcia).  
 Figure 25: A fish skeleton disposed in anatomical connection cropping out from the Miocene rock in Els Conductes (Photo: F. Gràcia).

infranquejable, va ésser l'evidència de que la cavitat prosseguia més enllà. Va ésser necessari desobstruir per poder forçar el pas i indagar la negror que s'albirava al darrera (Figura 23). El recorregut subaquàtic total és de 1.500 m i la superfície total d'aquest sector és de 17.160 m<sup>2</sup>. Al sector subaquàtic de Llevant, en contrast amb el sector Subaquàtic de Ponent, els continguts en matèria orgànica són molt baixos, amb un valor mitja d'1,7 %. La major part del sediment és mida arena, amb valors alts d'ordre del 72-95,4%. Els sediments més fins es localitzen a les galeries dels Domassos, que presenten entre 39,2 i 46,1% de llims (PILARES et al., 2018).

### Els Conductes

Es localitzen a una sala que hi ha després del pas de les Columnes (Figures 22 i 24); en aquest àmbit grans columnes, massissos estalagmítics, estalactites i colades parietals ocupen gran part de l'espai i proporcionen un aspecte barroc a la sala. A la paret nord, allà a on no esta recoberta d'espeleotemes, la roca mare està plena de canals ascendents, a -11,8 m i de devers 10 cm d'alçària. En aquest indret, la cavitat prossegueix en els conductes, tres galeries paral·leles, dues situats a baix i una de superior. A la sala, en sentit ascendent, es pot assolir la galeria frètica circular, amb una roca mare molt blanca, que constitueix el conducte superior, d'entre -5,6 i -6,2 m de profunditat i -4 i -5 m de sostre. A una de les parets s'ha localitzat l'esquelet d'un peix ossi amb l'esquelet en connexió anatómica (Figura 25), revelat gràcies a la co-

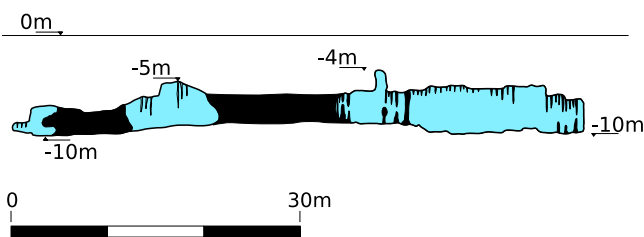


Figura 26: Secció de les galeries Hipòstiles. Formen un gran volum compartimentat per importants massissos estalagmítics (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 26: Section of Galerías Hipòstiles. This large passage is divided by significant speleothem barriers (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

rosió diferencial entre la roca i el fòssil. Hi ha un altre conducte inferior, el *túnel Negre*, que es troba ben bé a la vertical de l'anterior a -11,2 m de fondària el terra i -9,5 m el sostre, més ample i amb el terra recobert de colades i sediment negre amb presència de manganès. Les parets es troben revestides de canals ascendents, alguns amb una longitud vertical d'1,5 m; en alguns casos els solcs es converteixen en canals meandriformes de sostre. El final del túnel presenta al sostre cúpules i al terra un gran gour, amb un regruix de paret de devers 14 cm d'alçària i sediment vermell consolidat amb clares laminacions. Al sud d'aquest dos tubs i paral·lel a ells es troba un tercer conducte al qual s'accedeix a l'inici del situat a baix o bé a l'inici del superior i davallant per un pou vertical. Les cotes de fondària són les mateixes que el *túnel Negre*. Una bella columna adorna la galeria i accedeix directament a l'espai posterior. El tres túnels accedeixen de forma paral·lela a un altre espai posterior, amb una barrera de columnes i formacions, on s'arriba pròpiament a les *galeries Hipòstiles*.

Al terra del conducte inferior el sediment és carbonatat amb un important percentatge de MnO que assoleix el 45%.

### **Galeries Hipòstiles**

El recorregut total és de 894 m, encara que la zona més espectacular i representativa és una àmplia galeria de 180 m de longitud, entre -8 i -12,4 m de fondària el terra, entre -4 i -7,6 m el sostre, i una alçada generalment compresa entre 3 i 5 m. El més destacable de tot aquest àmbit és

la presència de grans columnes i massissos estalagmítics que subdivideixen i compliquen molt l'espai, així sembla que són tres grans galeries paral·leles les que formen aquest àmbit de la cova (Figures 22 i 26). Gairebé sempre el terra és pla amb colades pavimentaries.

A pocs indrets es pot observar la roca mare, ja que es troba recoberta normalment de revestiments estalagmítics. En alguns d'aquests pocs llocs on es deixa veure la roca, s'observen canals ascendents parietals. Una franja horitzontal fosca, compresa entre -5,2 i -5,7 m afecta als espeleotemes del sostre de la galeria, que semblen descalcificats localment. El terra té blocs recoberts de precipitats litoquímics. El sostre és pla i entapissat de fistuloses d'uns 20 cm o de més grans a alguns redols; algunes estalactites superen els 5 m de longitud (Figura 27).

Hi ha dos paleonivells d'espeleotemes freàtics, un a -7 m i un altre de molt evident a -9,2 m, encara que el recobriment per revestiment freàtic sobre parets i formacions és molt abundant per tot



Figura 27: Les *galeries Hipòstiles* genèticament constitueixen un àmbit únic subdividit per massissos estalagmítics i dotades d'una gran riquesa ornamental (Foto: A. Cirer).  
Figure 27: *Galeries Hipòstiles* has a beautiful ambience, being constituted by a single chamber compartmentalized by rich speleothem barriers (Photo: A. Cirer).



Figura 28: Polígons de retracció d'uns 20 cm de mida localitzats a la *galeria Despullada* (Foto: F. Gràcia).  
Figure 28: Desiccation polygons of about 20 cm in size located at *Galeria Despullada* (Photo: F. Gràcia).





Figura 29: Zona de volum considerable de les *galeries dels Domassos* (Foto: A. Cirer).  
 Figure 29: Some passages of *Galeries dels Domassos* outstand by their considerable volume (Photo: A. Cirer).

arreu. Abundants excèntriques recobreixen les estalactites. En arribar al encreuament final, al terra hi ha abundants polígons de retracció i també conductes verticals (*feeders*) d'aspecte caòtic i mals de reconèixer, a més a més d'algunes cúpules i canals al sostre. El sediment és 100% calcita.

### ***Galeria Despullada***

S'inicia al creuament de les *galeries Hipòstiles*. La galeria, de 215 m de longitud lineal, pren una direcció estranya, ja que s'inicia de cap al nord-est per després voltar a l'oest. El recorregut total és de 323 m i els valors d'amplària molt variables entre 12 i 30 m al primer tram, per després passar per zones angostes; les fondàries més comunes són de -8 a -16 m al terra, i les alçàries entre 1,3 i 3 m. El primer tram es troba, malgrat el topònim, molt ornamentat d'espeleotemes, per després desaparèixer i majoritàriament esser molt erm de revestiment litoquímic. S'han observat a les parets, alguns canals ascendents que sorgeixen d'entre colades estalagmítiques. Conductes verticals al terra han actuat com a punts d'alimentació, una mica anàrquics i desordenats i no massa evidents. Abans d'un pas estret es presenten paleonivells a -14,3 m i sembla que a -15,1 m n'hi ha un altre, amb el terra recobert de làmines de calcita flotant. Bona part de la galeria és un esfondrament (unitat 11, Figura 6) que ocupa una superfície d'uns 2.400 m<sup>2</sup>. A l'extrem final de la galeria, la cavitat va davallant fins arribar a un estret laminador seguit d'un altre pas molt angost que també es va desobstruir. Un cop superat els passos claustrofòbics es troba el *Cau del Drac*, una sala d'aspecte anàrquic amb desnivells, laminadors i alguna curta galeria (Figura 22). La distància subaquàtica que la separa del llac d'entrada és de 631 m. La fondària del terra es troba compresa entre -5 i -12 m, el sostre entre -4 i -8 m i alçàries entre 1,5 i 4 m, llevat del laminador on és inferior al 0,4 m.

El sediment presenta especialment quars i feldspats (37,5%), fil·losilicats (15,9%) i òxids (28,9%), encara que hi ha àmplies zones sense acumulació sedimentària (PILARES et al., 2018), especialment a l'inici de la galeria. Abunden localment polígons de retracció a -8.8 m de fondària (Figura 28).

### Galeries dels Domassos

S'accedeix des de l'encreuament entre el final de les galeries *Hipòstiles* i la galeria *Despullada*, a 44 m de distància mitjançant el *pas del Laminador* (Figures 22 i 24); aquest es troba entre els -10,3 i -10,9 m de sostre i terra respectivament. Després d'un segon pas estret s'arriba a una sala voluminosa d'uns 60 m de longitud i d'uns 35 m d'amplària al lloc més ample, amb el sostre situat generalment a -7 m mentre que el terra s'inicia amb -9,4 m per passar a -14 m (Figura 29). Des d'aquí, passant devora una gran colada parietal, s'arriba a la continuació de la sala, subdividida per diversos massissos estalagmítics. La sala segueix extraordinàriament ornamentada al terra i especialment al sostre. El recorregut total és de 536 m, amb unes dimensions molt variables.

La fondària a les galeries de més al nord, que semblen una forca, és de -14 m, mentre que al laminador final del sud-est assoleix els -16 m. Les distàncies lineals recorregudes són de 168 m en el primer cas i 204 en el segon, que totalitzen des de l'inici del *llac Negre* els 628 i 664 m respectivament. Al nord de la sala s'obren diverses galeries freàtiques, una de les quals connecta amb la galeria *Despullada*; aquestes es troben entre els -9 i -13 m pel que fa al sostre i -13 a -14 m quant al terra.

És una de les zones de la cavitat a on s'observen més bé les morfologies hipogèniques (GRÀCIA, 2015; GINÉS et al., 2017). Hi ha molts de canals meandriformes de sostre, alguns molt ramificats que solen tenir el color blanc de la roca mare, ja que han descalcificat la roca o els espeleotemes. Les bombolles del bussejador segueixen el camí obert pels canals de paret i sostre i surten pels llocs de descàrrega. La longitud supera en alguns casos els 8 m, encara que normalment està compresa entre 3 i 4 m. Hi ha casos de canals meandriformes que aprofundeixen devers 20 a 40 cm dins la roca. Els conductes verticals d'alimentació (*feeders*) són molt variats, amb petits forats, fractures allargades i petites depressions. Hi ha morfologies espongiformes que afecten blocs o roques del terra, que semblen generades des de baix i no per l'acció d'una zona de mescla. Els colors foscos que adquireixen les parets de la roca a segons quins llocs són altres indicis característics d'aquests processos.

A la zona més voluminosa de la galeria hi ha abundants paleonivells d'espeleotemes freàtics a -9 m, molt massius, d'aspecte arrodonit i alguns recoberts d'excèntriques. N'hi ha de molt grans i també n'hi ha d'afectats pels processos hipogènics. Un altra cota de paleonivells freàtics es localitza a -13 m, a la zona del final de la sala més fonda. Les estalagmites i parets es troben recobertes per aquestes cristal·litzacions que formen dipòsits macrocristal·lins molt fràgils, d'aspecte poc massiu, i n'hi ha de mides considerables. Les estalactites, estalactites fistuloses, columnes, estalagmites i colades són molt abundants. Els espeleotemes aferrats al sostre estan afectats pels processos hipogènics i han tornat negres i tendeixen a tornar més fràgils. Els gours, alguns de mides considerables, són molt abundants i recobreixen colades pavimentàries.

El *laminador Final* sembla ésser una espècie de galeria hipogènica ascendent. S'entra per un laminador recobert de colada pavimentària, que davalla amb l'entrada amb abundants solcs i canals meandriformes i una espècie de morfologies espongiformes al sostre i parets. Va avançant per una espècie de cambres més o menys circulars amb alguns solcs al sostre, sempre amb canals ascendents. La tendència de la galeria és descendent a mesura que s'avança, i tot sembla format per processos hipogènics que conflueixen després a la galeria principal. La galeria acaba en cul de sac o galeria cegada.

Els silicats representen el 66,2% de l'acumulació sedimentària i els carbonats el 22,3% (PILARES et al., 2018).



Figura 30: Unitat d'esfondrament de la galeria de l'*Arxiduc*, en direcció a la sala de la *Bella Mort* (Foto: A. Cirer).  
Figure 30: Breakdown unit in *Galeria de l'Arxiduc*, heading towards *Sala de la Bella Mort* (Photo: A. Cirer).





Figura 31: Sala de la Bella Mort. Unitat d'esfondrament recoberta d'abundants espeleotemes (Foto: M.A. Perelló).

Figure 31: Sala de la Bella Mort, a collapsed area covered with abundant speleothems (Photo: M.A. Perelló).



Figura 32: Mesura de l'oxigen present a la sala de la Bella Mort (15,1%), amb valors mesurats de CO<sub>2</sub> del 5,8% (Foto: M.A. Perelló).

Figure 32: Percentage of oxygen present in Sala de la Bella Mort (15.1%), with a measured CO<sub>2</sub> value of 5.8% (Photo: M.A. Perelló).

### *Galeria de l'Arxiduc*

El recorregut total és de 389 m; la longitud de la galeria és de 135 m fins connectar amb la sala de la Bella Mort, a l'extrem de la qual la distància lineal assolida és de 238 m (de 644 m des de l'inici del llac Negre). L'amplària màxima és de 23 m i els valors de fondària normalment entre -8 i -9 m. Un nivell de corrosió està reflectit per una regata de corrosió entre -4.7 i -5.5 m; també hi ha canals ascendents parietals, entre -5,5 i -6,7 m, alguns dels quals surten d'entre colades parietals. En alguns indrets el sostre està folrat d'estalactites gruixudes, referides de cristallitzacions freàtiques, que delimiten paleonivells a -9,3 m. A mitjan galeria, al lloc on es creua amb un passatge en direcció nord que connecta amb les galeries Hipòstiles, es troba un gran esfondrament, amb blocs de grans dimensions sense recobriments d'estalactites, per la qual cosa sembla que s'ha produït en dates relativament recents. L'esfondrament (unitat 9, Figura 6; Figura 30) representa uns 7.000 m<sup>2</sup> d'extensió superficial, i es desenvolupa a una fondària amb valors per al sostre de -0,4 m mentre que el terra als costats arriba als -11 m. En direcció a la sala de la Bella Mort, la galeria davalla, un pic superat el con de blocs, i pengen estalactites d'un blanc immaculat i longituds considerables. La continuació de la galeria està farcida d'espeleotemes, amb una aparença fosca, que recorda

un bosc petri de columnes, estalactites i estalagmites. El terra està recobert de blocs molt ocults pels recobriments posteriors. Aquí torna a aparèixer el nivell d'espeleotemes freàtics a uns -9,3 m.

### *Sala de la Bella Mort*

Tanca la galeria de l'Arxiduc i constitueix en certa manera la seva culminació (Figura 22). La sala en sí mateixa és un esfondrament d'una quarantena de metres de longitud i uns 3,5 m d'alçària a les zones més elevades. La unitat d'esfondrament suposa uns 2.500 m<sup>2</sup> de superfície (unitat 10, Figura 6). Les colades cobreixen el terra i presenta grans massissos, columnes i estalagmites, de forma que no es veuen a molts d'indrets els blocs despresos sobre els quals es dipositen. El sostre és llis i amb zones sense formacions. Estalagmites grans i arrodonides sobresurten de les colades pavimentàries, també recobertes per estalactites fistuloses i excèntriques, en molt bon estat i d'un blanc intens. Tota la sala presenta, per damunt i també sota l'aigua, envoltant la sala, massissos i colades i multitud d'espeleotemes ben conservats, delicats i de gran bellesa que compartimenten la sala (Figura 31). S'han mesurat a la sala els nivells de CO<sub>2</sub> i d'O<sub>2</sub>, amb uns valors de 5,8 i 15,1% respectivament (Figura 32). Per poder avançar i sortir fora de l'aigua, per tal de revisar el sífó que es troba més enllà de la sala, es

va haver de respirar de reguladors, ja que qualsevol esforç en aquesta atmosfera era esgotador; d'aquí prové el poètic nom de la sala. La continuació darrera la sala, en direcció SW, es troba consemblant a la resta, amb abundants revestiments litoquímics que impedeixen la continuació.

## Conclusions

Entre els anys 2013 i 2019 es realitza l'exploració metòdica –així com la topografia– dels nombrosos llacs de la cavitat i de les galeries totalment inundades, al llarg de 145 dies, per part dels espeleobussejadors del GNM, posteriorment integrats alguns d'ells en la Societat Espeleològica Balear, (GRÀCIA et al., 2018). Els resultats són del tot satisfactoris: s'assoleix un recorregut total de les coves del Drac de 7.690 m, dels quals la part subaquàtica suposa 5.260 m. Les zones subaquàtiques de la cavitat s'han subdividit en tres sectors per a facilitar la ubicació dels diferents àmbits: *sector Subaquàtic de Ponent* (1.930 m de recorregut i 11.220 m<sup>2</sup>), *sector Subaquàtic Central* (1.830 m de recorregut i 11.170 m<sup>2</sup>) i *sector Subaquàtic de Llevant* (1.500 m de recorregut i 17.160 m<sup>2</sup>). El *sector Subaquàtic Central* i el *sector Subaquàtic de Llevant* tenen connexió subaquàtica entre sí (*pas de les Columnes*) i formarien, a nivell pràctic, una unitat (3.330 m de recorregut i 28.330 m<sup>2</sup>) ben diferenciada respecte del *sector Subaquàtic de Ponent*.

El fruit d'aquestes investigacions ha suposat situar les coves del Drac en el llistat de majors cavitats de les Balears, i també han permès la troballa d'abundants evidències de processos hipogènics (GRÀCIA, 2015; GINÉS et al., 2017; GRÀCIA et al., 2017, 2018) i un major coneixement de la cavitat i la seva relació amb la mar.

## Agraïments

Als amics i companys espeleòlegs “terrestres” Juan José Enseñat, Vicenç Pla, Gabriel Santandreu, Miquel Àngel Gual, Telm Ginard, Xavier Bascuñana, Damià Vicens, Pere Bover, Bernat Gaviño, Miquel Trias, Andrés Lozano, Moisès Bonnín, que ens han ajudat sovint a transportar equipament fins als llacs. Així mateix a molts altres que ens han acompanyat en algunes ocasions puntuals i que és pràcticament impossible fer menció de tots ells.

Als espeleòlegs escafandristes Maria Martínez, Jaume Pocoví, Joan Montfort, Reiner Kuna, Malé Bloedow i Erwin Bloedow. Maria Martínez ha format part molt activa com a model fotogràfic i de filmació. Volem que aquest treball serveixi com a petit homenatge i record al company i amic Joan Montfort que malauradament ens va deixar el 2018.

A Juan José Enseñat per passar a net les figures de seccions, perfils i planta d'aquest article.

Manifestem el nostre més sentit agraïment a la família Servera i especialment al Director de l'empresa Cuevas del Drach S.A. de Porto Cristo, el Sr. D. Maties Servera per tota la col·laboració, facilitats i interès que ha prestat a les nostres recerques. Volem fer extensiu els agraïments a tot el personal de les coves del Drac, als guies, personal de manteniment i vigilants que en tot moment han ajudat i col·laborat amb les tasques de camp. Agraïm especialment a Ángela Servera, Rafel Nadal, Antoni Llull, Antoni Adrover, Miquel Torrens, Miquel Adrover, Montserrat Vallespir, Gabriel Sancho, Gabriel Santandreu i Mateu Durán. També valoram extraordinàriament a tots els altres guies, personal de secretaria, manteniment i bar de les coves dels quals tant interès, col·laboració i companyonia hem rebut. Ells han fet que els dies que hem dedicat a les coves del Drac al llarg d'aquests anys siguin un record inoblidable i estimat.

El present treball és una contribució als projectes de recerca finançats pel MINECO, CGL2013-48441-P i CGL2016-79246-P (AEI-FEDER, UE).

## Bibliografia

ENSEÑAT, J.J.; GRÀCIA, F.; GINARD, A.; MASCARÓ, G.; SANTANDREU, G.; FERNÁNDEZ, J.F.; TRIAS, M.; PÉREZ, J.; BOVER, P.; CIRER, A.; PLA, V.; LÁZARO, J.C.; VICENS, D.; ANSALDI, D.; BASCUÑANA, F.X.; CLAMOR, B.; LOZANO, A.; PERELLÓ, M.À.; GUAL, M.À.; VIVES, M.À.; GAVIÑO, B.; GAMUNDÍ, P.; BONNÍN, M.; GRANELL, Á.; BETTON, N.; FRANGLÉN, N. & BORNEMANN, D. (2018): Nou plànol topogràfic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 65-76.



- 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.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, A.; SANTANDREU, G.; GRÀCIA, F.; ENSEÑAT, J.J. & GINÉS, J. (2018a): Principals etapes de l'exploració i topografia de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 1-20.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2018): Aspectes històrics i bibliogràfics de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 21-47.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; ONAC, B.P. & GINÉS, A. (2017): 5. Hypogene imprints in coastal karst caves of Mallorca Island (Western Mediterranean): morphological features and speleogenetic approach. In: KLIMCHOUK, A.; PALMER, A.N.; DE WAELE, J.; AULER, A.S. & AUDRA, P. (eds.) *Hypogene karst regions and caves of the World*. Springer International Publishing AG. Cave and Karst Systems of the World. 99-112. Cham, Suïssa.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F. & FORNÓS, J. J. (2018b): L'espeleogènesi de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): evolució dels coneixements i interpretació actual. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 141-163. Palma.
- GRÀCIA, F. (2015): *Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del Llevant i Migjorn de Mallorca*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 984 pàgs. Inèdit.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J. & WATKINSON, P. (2011a): Les cavitats subaquàtiques de la franja litoral de Mallorca. 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: 103-132. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P. & FORNÓS, J.J. (2011b): Morfologies de corrosió de la zona de mescla a les coves subaquàtiques de la franja litoral del Llevant i Migjorn de Mallorca. 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: 133-146. Palma.
- GRÀCIA, F.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, F.; FORNÓS, J.J.; BETTON, N.; LÁZARO, J.C.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.A.; VIVES, M.A. & ANSALDI, D. (2017): Les coves del Drac: 1896-2016. Les descobertes subaquàtiques. *IX Jornades d'Estudis Locals de Manacor. Llegendes, mentides i altres equívocs. Expressions de cultura popular a Manacor*. 13 i 14 de maig de 2016. 421-439. Manacor.
- GRÀCIA, F.; MASCARÓ, G.; PÉREZ, J.; FERNÁNDEZ, J. F.; CIRER, A.; LÁZARO, J. C.; ANSALDI, D.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M. A.; VIVES, M. A.; GAMUNDÍ, P.; GRANELL, A.; BETTON, N.; BORNEMANN, N. & FRANGLEN, N. (2018): Les exploracions subaquàtiques a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 105-116. Palma.
- 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.; GINÉS, J. & FORNÓS, J.J. (2011): Evidències morfològiques de processos hipogènics a cavitats de Mallorca. 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: 165-182. Palma.
- PILAREŠ, A.; FORNÓS, J. J.; GRÀCIA, F. & GÓMEZ-PUJOL, LL. (2018): El registre sedimentari de la part subaquàtica de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1.
- RAMIS, D. & SANTANDREU, G. (2011): Arqueologia de les cavernes 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: 317-332. Palma.
- 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.







# L'espeleogènesi de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): evolució dels coneixements i interpretació actual

Joaquín GINÉS <sup>1,2</sup>, Angel GINÉS <sup>1,2</sup>, Francesc GRÀCIA <sup>1,2</sup> i Joan J. FORNÓS <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Societat Espeleològica Balear. Palma. Email: jginesgracia@yahoo.es

<sup>2</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma.

## Abstract

Attempts to formulate a plausible explanation of how Coves del Drac has been originated date back to the 19th century, becoming a particularly controversial subject after the explorations of Édouard-Alfred Martel in 1896, who enunciated a genetic explanation linked to the erosive action of marine waters. The subsequent evolution of knowledge about the cave has radically changed these previous interpretations, being useful and convenient to carry out now an updated review of the speleogenetic ideas that have been formulated in this regard. The current vision on the formation of this outstanding cavern has been benefited by the important recent underwater discoveries, which have allowed the realization of a detailed morphometric analysis. The explanation about the genesis of the cave is today placed in a context of littoral eogenetic karstification of the upper Miocene rocks, where a possible hypogenic basal recharge is added to the involvement of geochemical processes occurring in the coastal mixing zone. The glacioeustatic fluctuations of the sea level and the relevance of breakdown mechanisms are significant factors in order to characterize the morphogenic features of this important cave system.

## Resumen

Los intentos de formular una explicación plausible sobre cómo se han formado las Coves del Drac se remontan al siglo XIX, habiendo sido un tema especialmente controvertido a raíz de las exploraciones de Édouard-Alfred Martel el año 1896, quien propuso una explicación genética ligada a la acción erosiva de las aguas marinas. La evolución posterior de los conocimientos sobre la cavidad ha ido haciendo cambiar radicalmente estas concepciones, procediéndose a lo largo de estas páginas a efectuar una exhaustiva revisión de las ideas espeleogenéticas que se han formulado al respecto. La visión actual sobre la formación de esta importante cavidad se ha visto beneficiada por los notables descubrimientos subacuáticos realizados recientemente, que han permitido la realización de un minucioso análisis morfométrico. La interpretación de la génesis de la cueva se sitúa hoy en día en el contexto de la karstificación eogenética litoral de los materiales del Mioceno superior, donde a la participación de los procesos geoquímicos de la zona de mezcla costera se suma una posible recarga basal hipogénica. Las fluctuaciones glacio-eustáticas del nivel marino y la relevancia de los mecanismos de hundimiento son factores determinantes a la hora de caracterizar los rasgos morfogénicos de este importante sistema subterráneo.

Ginés, J.; Ginés, A.; Gràcia, F. i Fornós, J. J. (2018): L'espeleogènesi de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): evolució dels coneixements i interpretació actual.

Papers Soc. Espeleo. Balear, 1: 141-163. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear.

**Rebut:** 12 novembre 2018; **Revisat:** 19 novembre 2018; **Acceptat:** 26 novembre 2018.

**Publicat online:** 17 desembre 2018.

## Introducció

Com s'han format les coves naturals de Mallorca és una pregunta que ha estat plantejada amb relativa freqüència, a partir del segle XIX, en la literatura geogràfica i naturalística de la nostra illa. En el cas concret de les Coves del Drac, els factors que explicarien la seva gènesi han esdevingut bastant controvertits, d'ençà de les exploracions d'Édouard-Alfred Martel, l'any 1896. En aquest sentit, el fet de tractar-se d'una extensa cova litoral, amb grans zones inundades per llacs d'aigües salabroses, feren plantejar a finals del XIX unes idees genètiques molt lligades a l'acció erosiva de la dinàmica marina (MARTEL, 1896, 1903). L'evolució ulterior dels coneixements sobre la cavitat ha anat canviant radicalment aquestes concepcions (GINÉS & GINÉS, 1992), emperò sense perdre de vista en cap moment l'especificitat dels processos de carstificació que tenen lloc a la franja costanera dels territoris calcaris.

En aquestes pàgines es procedirà a fer una exhaustiva revisió de les idees espeleogenètiques que han estat formulades sobre aquesta cova, fins arribar al moment present que s'ha vist marcat per les importants exploracions subaquàtiques realitzades durant la darrera dècada (GRÀCIA, 2015). La visió actual sobre l'espeleogènesi de les Coves del Drac es fonamenta, de manera decisiva, en les citades descobertes

subaquàtiques que han modificat substancialment l'extensió i morfologia de la cova, que avui en dia supera els 7.500 m de desenvolupament, dels quals més de 5.800 m corresponen a galeries submergides. La interpretació de la gènesi de la cavitat, basada en l'observació morfològica de les seves galeries i sales, s'ha vist recolzada per la realització d'unes acurades tasques topogràfiques lligades a les exploracions recents, que han permès una anàlisi morfomètrica detallada dels passatges de la cavitat –segons la metodologia emprada per GINÉS et al. (2013)–, per tal de quantificar i caracteritzar numèricament els trets dimensionals i topogràfics de la cova.

Com a resultat dels coneixements actuals, és possible proposar una gènesi i evolució de les Coves del Drac lligada a la carstificació dels litorals carbonatats, però amb determinades particularitats morfològiques que li donen una relativa complexitat; aquesta evolució morfogènica ha estat condicionada, en tot moment, pels continuats canvis del nivell marí que s'han succeït al llarg del Pliocè i del Quaternari. Un aspecte que cal remarcar, evidenciat així mateix arran de l'exploració de les zones submergides de la cova, consisteix en que s'ha pogut documentar la presència d'abundants morfologies de dissolució de caràcter hipogènic, que fins al moment no es coneixien en aquesta cavitat (GRÀCIA, 2015; GINÉS et al., 2017).

## Evolució de les idees espeleogenètiques sobre la cavitat

Dins el camp de l'estudi del carst, el terme *espeleogènesi* designa el conjunt de processos que són responsables de la formació i evolució de les cavitats subterrànies (coves i avencs) que trobem a roques solubles com, per exemple, les calcàries (KLIMCHOUK et al., 2000; FORD & WILLIAMS, 2007). Aquesta disciplina constitueix una part substancial de la hidrogeologia càrstica –i de la carstologia en general–, que intenta explicar com s'han generat els buits que caracteritzen l'erosió dels territoris carbonatats o d'altres litologies susceptibles de dissolució.

Cal recordar que les teories espeleogenètiques han anat evolucionant en el temps de forma notable a partir de finals del segle XIX (PALMER, 2007). Aquesta evolució s'ha beneficiat en gran manera dels avenços tant en l'exploració dels sistemes espeleològics com sobretot en el coneixement del funcionament hidrològic dels massissos càrstics; cal tenir present que la hidrogeologia és, en definitiva, un dels factors determinants en la generació de la porositat i les cavitats existents a les roques carbonatades. Les Coves del Drac són un exemple ben il·lustratiu de com ha anat canviant l'explicació de la gènesi d'una cova natural al llarg del temps, en funció dels avenços que s'han produït en la seva exploració i, sobretot, degut a successius canvis de paradigma pel que fa a la interpretació geomorfològica dels litorals calcaris com els de l'illa de Mallorca.

### *Les publicacions antigues: el segle XIX*

Les referències que s'ocupen de la gènesi de la cavitat són gairebé inexistentes fins a les exploracions de Martel, l'any 1896. De fet, obres clau en la divulgació i popularització de la cova com és el cas del *Die Balearen*, de l'Arxiduc Lluís Salvador, no presten cap atenció a aquest tema (HABSBURG-LOTHRINGEN, 1884). Malgrat això, cal reconèixer que l'Arxiduc subministra alguna observació interessant sobre les variacions en el nivell dels llacs, que explica suggerint l'existència d'algun tipus de connexió subterrània amb la mar. Val a dir que el plànol de les Coves del Drac publicat al *Die Balearen* –elaborat l'any 1880 per Friedrich Will– atorga a tots els llacs coneguts aleshores una continuïtat topogràfica que s'allunya de la realitat, però que justificaria de manera simplista el fet que les oscil·lacions de la superfície dels llacs siguin extensives al conjunt de la cavitat. Així mateix, la topografia aixecada per WILL (1880) podria suggerir a autors posteriors la falsa idea de que les masses d'aigua de la cova constitueixen una mena de riu subterrani.

Les primeres al·lusions concretes als mecanismes espeleogenètics les trobem a algunes publicacions generals, que s'ocupen amb menor o major deteniment de les dues coves clàssiques de Mallorca: les Coves d'Artà i les Coves del Drac. En aquest sentit LOZANO (1884) parla, en abstracte i de passada, de la formació de les dues coves, que atribueix a dislocacions de les capes rocoses juntament amb la posterior acció física i química de les aigües subterrànies. D'una manera similar, l'espectacular obra gràfica de GAY & CHAMPSAUR (1885) inclou, en les seves planes introductòries, alguns comentaris que de bell nou parlen de dislocacions rocoses que són treballades per les aigües del subsòl.

En el segle XIX la major part de les referències a la cavitat es limiten a la seva descripció en la nombrosa literatura generada pels viatgers romàntics, de la qual l'obra de VUILLIER (1888) seria un dels exponents més destacables; així mateix, també sovintegen publicacions de caràcter local que són



de nul·la rellevància quant al tema que ens interessa. Fins i tot una publicació important de caire més aviat geogràfic, com és el cas de *Cavernas y Simas de España* (PUIG Y LARRAZ, 1896), dedica una atenció minsa a la cova, sense entrar en detalls de la seva gènesi. Convé remarcar que un tret comú a tota la literatura d'aquesta època consisteix en la lloança que es fa de la molt rica decoració cristal·lina de la cavitat, en particular de les seves voltes cobertes per una munió de fines estalactites. Pel que fa a altres tipus de cristal·litzacions, especial menció mereix l'observació efectuada per TOBELLA (1882) qui descriu unes concrecions esponjoses i blanques, semblants a coliflors, que creixen sota les aigües d'alguns llacs; sens dubte s'està referint als espeleotemes freàtics (TUCCIMEI et al., 2010; GINÉS et al. 2012) que es desenvolupen en relació amb el nivell marí actual, en zones com el *llac de les Meravelles*.

### La gènesi marina proposada per É.A. Martel

L'investigador francès Édouard-Alfred Martel és sense discussió un dels més destacats pioners de l'espeleologia moderna. Sota els auspicis de l'Arxiduc Lluís Salvador, portà a terme dues campanyes espeleològiques a Mallorca, els anys 1896 i 1901, la primera de les quals tingué com a objectiu primordial l'exploració i topografia de les Coves del Drac. Una revisió de les aportacions que efectuà al coneixement de les coves mallorquines pot ser consultada al treball de GINÉS (1999).

Martel arribà a la nostra illa en la plenitud de les seves activitats espeleològiques: pocs anys abans havia recorregut els rius subterranis de Bramabiau i del Gouffre de Padirac (a França) o les coves eslovenes de Postojnska i de Skocjanska, i just l'any anterior (el 1895) va efectuar l'històric descens del gran avenc-engolidor de Gaping Gill, a Yorkshire. Dins aquest context, no és gens estrany que l'exploració de les Coves del Drac li resultés molt sorprenent a l'espeleòleg francès, fins al punt de formular una interpretació genètica que podríem qualificar de gairebé forassenyada, en tractar-se d'una cavitat totalment diferent als sistemes càrstics que coneixia dins l'àmbit europeu.

En la campanya de 1896, Martel efectuà una exploració detallada de la cova que va significar

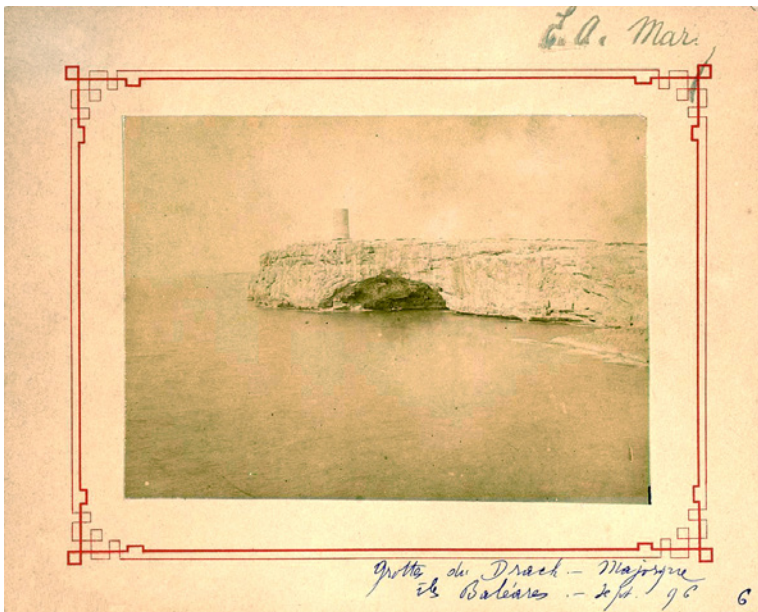


Figura 1: Fotografia original presa per Édouard A. Martel el 1896 on s'observa la Cova des Coloms, cavitat que fou relacionada per aquest autor amb l'excavació de les Coves del Drac per les aigües marines. Accessible a Gallica, biblioteca digital de la Bibliothèque nationale de France.

Figure 1: Original photograph taken by Édouard A. Martel in 1896 showing Cova des Coloms, a sea cave that this author envisaged as being related to the formation of Coves del Drac by marine erosion. Available at Gallica, digital library of the Bibliothèque nationale de France.

vagues qui peuvent alors élargir, par corrosion et érosion, toutes les fissures de la roche...". Aquestes idees genètiques són sens dubte fruit del desconcert que les característiques morfològiques de la cova provocaren a l'autor, sobretot en relació amb l'explicació de la presència dels llacs salabrosos. Menciona la Cova des Coloms –localitzada a la costa, sota la Torre de Cala Manacor, coneguda també com a Torre des Falcons– com a un dels possibles punts d'entrada de les aigües marines (Figura 1), així com l'existència d'una surgència d'aigua relativament dolça situada a Cala Murta.

el descobriment de noves sales i passatges, situats més enllà d'una gran extensió ocupada per les aigües, que denominà com a *llac Miramar*, el qual també és conegut actualment amb el nom del seu descobridor. Els resultats de la campanya foren publicats el mateix any en un extens treball que descriu la cavitat i aporta una nova topografia (MARTEL, 1896); aquesta publicació inclou nombroses i interessants observacions sobre la morfologia de la cova, la seva exuberant ornamentació natural, així com els seus extensos llacs. Cal deixar constància dels comentaris sobre les variacions de nivell de la superfície dels llacs, que relaciona amb les oscil·lacions de la Mediterrània i el règim de vents. Des del punt de vista de l'espeleogènesi, Martel atribueix la formació de la cova a l'acció erosiva de l'onatge i de les aigües marines: "...Tout ceci démontre amplement que la caverne du Dragon est en somme une grotte marine, mais d'exceptionnelle étendue ... Aussi est-ce la mer, et non pas une rivière souterraine qui paraît avoir creusé la Cueva del Drach...". Per tal d'eliminar qualsevol dubte sobre la gènesi marina proposada, insisteix afirmant: "...les grosses tempêtes introduisent aisément, le long des plans inclinés d'interstratification, les

En la segona campanya, efectuada el 1901, Martel visità de bell nou les Coves del Drac a més d'altres cavitats properes, però més allunyades del litoral, com són les Coves del Pirata i la Cova des Pont (MARTEL, 1903). Arran de les activitats d'aquesta nova campanya, l'autor matisa les seves afirmacions sobre la gènesi marina de les Coves del Drac, admetent una certa participació prèvia de l'acció de les aigües subterrànies: "...En revanche, j'ai tout à fait changé d'opinion en ce qui touche la nullité, antérieurement énoncée, de l'action d'une rivière souterraine sur le creusement de la grotte du Dragon ... si le Drach a pu, pendant un temps, fonctionner en véritable rivière souterraine, cette rivière y est maintenant morte et ne nous présente plus que la scène de l'ancien rôle joué par elle, scène successivement quoique lentement modifiée par les affaissements de plafonds, les remplissages concrétionnés et les apports argileux de décalcification...". A tall de recapitulació, en el treball de MARTEL (1903) es pot llegir: "...Ainsi, je crois donc maintenant à une ouverture préliminaire, à une préparation, en quelque sorte, de la Cueva del Drach par l'engouffrement ancien de la rivière de Porto-Cristo, - et à l'agrandissement postérieur, non encore terminé, par l'effort d'abord combiné et maintenant seul en activité des flots de la mer...". Aquesta interpretació genètica, marina però matisada, es veurà reproduïda en posteriors obres generals de síntesi publicades pel seu autor, com és el *Nouveau Traité des Eaux Souterraines* (MARTEL, 1921).

### Rius subterrànies

Durant la primera meitat del segle XX, els intents d'explicar la formació de la cova es dirigeixen cap a reivindicar l'acció erosiva de les aigües subterrànies, ja que de fet els plantejaments preconitzats per Martel sobre una possible gènesi marina no foren adoptats per cap investigador posterior.

La hipòtesi de l'excavació per un riu subterrani fou plantejada per primera vegada per MAHEU (1912), qui visità la cavitat encara que les seves observacions se centraren a les veïnes coves dels Hams i dels Fumassos. En aquest treball les referències directes a l'espeleogènesi de les Coves del Drac són gairebé inexistent; no obstant això, afirma que aquest nou conjunt de cavitats de les rodalies de Porto Cristo "...représente le lit d'une ancienne rivière souterraine aujourd'hui disparue...", parlant d'aigües tumultuoses que desgasten mecànicament les voltes de les coves. Fent referència als llacs salabrosos, aquest autor observa que: "...Comme pour le Drach, l'eau des lacs provient des infiltrations de la mer, distante d'environ 400 mètres ... A l'époque du creusement de la grotte [dels Hams], l'eau de mer n'avait pas encore pénétré, son action ne peut donc expliquer le creusement de la cavité. La présence de stalagmites au fond des lacs montre qu'à l'époque de leur formation, l'eau ne pouvait pas les recouvrir...".

En una línia de raonament similar, encara que d'una manera més aviat prudent i poc comprometedora, RODÉS (1925a, 1925b) també atribueix la formació de les Coves del Drac a les aigües subterrànies, argumentant que: "...la acumulación del agua estancada en el que es hoy el lago Martel, es una de las fases más modernas de la cueva ... en todo caso las aguas del mar encontraron la cueva hecha, si bien las olas, con su acción corrosiva y erosiva sobre la costa, pudieron facilitar la comunicación cooperando a la acción de las aguas subterráneas...". Val a dir que, malgrat les seves investigacions estaven dirigides a controlar i explicar les variacions de nivell dels llacs, aquests treballs inclouen interessants observacions sobre l'evolució morfològica de la cova (Figura 2).

En la seva monografia sobre les coves de Mallorca, FAURA I SANS (1926) dedica, per primera vegada, un capítol específic a la gènesi de les cavitats de la zona de Porto Cristo, a més de subministrar valuoses informacions cartogràfiques de la zona (Figura 3). En aquesta publicació es parla del paper dels corrents d'aigües subterrànies, però posant ja l'èmfasi en els processos de dissolució, i en el desenvolupament d'esfondraments que originen àmplies sales. Així, podem llegir afirmacions com les següents: "...Es de suponer que al nivel de las aguas marinas, donde permanecen entretenidas todas las aguas de filtraciones, éstas actúan conjuntamente con aquéllas como disolventes ... en el transcurso del tiempo se formaron grandes cavernas en el interior de las referidas cavidades, en las cuales faltaba el punto de apoyo necesario para el desarrollo de las grandes bóvedas que van formándose irregularmente en el interior, hasta ser hundidas en las oquedades inferiores...". A tall de recapitulació, l'autor escriu: "...Las causas que determinaron la creación de estas cavernas perduran todavía. La corriente de las aguas subterráneas sigue su curso, y con ella es evidente que subsiste también

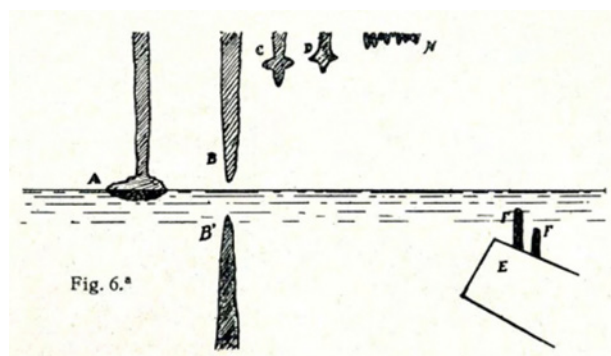


Figura 2: Dibuix inclòs al treball de RODÉS (1925b) on es dona compte de la presència d'estalagmites submergides actualment als llacs de la cova (B', F). També es representa l'existència de sobrecreixements cristal·lins que enregistren el nivell actual dels llacs subterrànies (A), així com nivells antics situats per damunt la superfície de les aigües (C, D).

Figure 2: Drawing included in the paper by RODÉS (1925b) depicting the presence of stalagmites currently submerged in the cave pools (B', F). It also represents the existence of crystalline overgrowths that record the current position of sea level pools (A), as well as ancient levels located today above the water table (C, D).



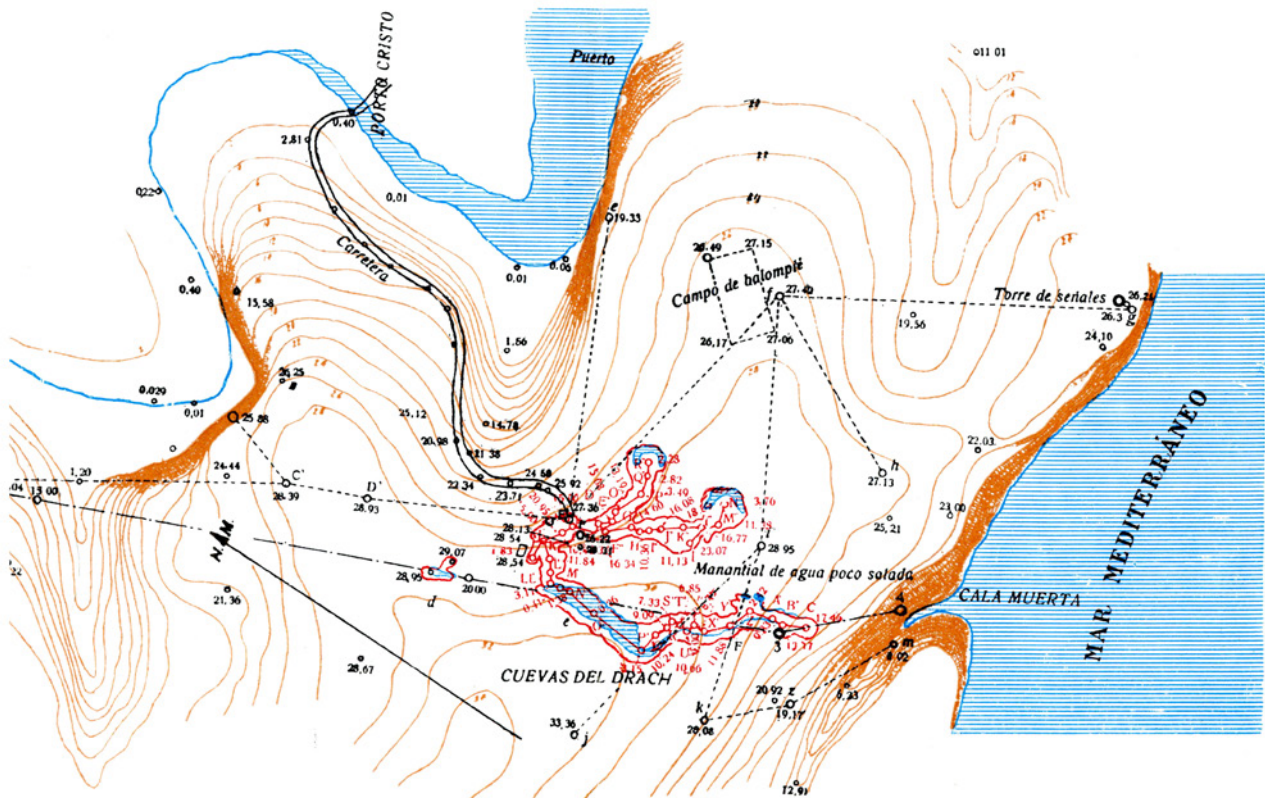


Figura 3: Fragment del mapa elaborat el 1924 per Rodrigo Varo, que recull la situació de les Coves del Drac en relació amb la topografia exterior dels voltants de Porto Cristo. Aquest mapa aparegué publicat a l'obra de FAURA I SANS (1926).  
 Figure 3: Detail of the map drawn up in 1924 by Rodrigo Varo, which shows the location of Coves del Drac in relation to the surface topography at the outskirts of Porto Cristo. This map was published in the book from FAURA I SANS (1926).

un hundimiento subsolar, que se manifiesta con relativa frecuencia en la rotura de las columnas estalactíticas cortadas en ciertos casos...”

En publicacions posteriors, JOLY (1929) i JOLY & DENIZOT (1929) també parlen d'un riu subterrani convencional, però no tan catastrofista com el proposat per MAHEU (1912) alguns anys abans. Aquests autors puntualitzen que la gènesi de les Coves del Drac correspon a una submersió brusca d'unes galeries excavades per corrents d'aigua, propugnant l'abandonament de teories anteriors que atribuïen l'excavació de la cova a l'acció de la mar.

El geòleg mallorquí Bartomeu Darder, també s'interessà per la discussió al voltant de la formació de les coves de Porto Cristo. Així, en un treball sobre la geologia de les Serres de Llevant (DARDER, 1925) escriu el següent: “...Si M. Martel avait eu l'occasion d'étudier la grotte d'es Hams plus éloignée de la mer, il donnerait peut-être plus d'importance à l'action de la rivière souterraine qu'à l'action marine qui, à notre avis, est insignifiante ou nulle...”. Posteriorment afirmarà que l'origen d'aquestes coves és: “...por acción de las aguas subterráneas y no de las aguas marinas, como pretende Martel...”, conclouent així mateix que: “...la zona cársica [sic] por excelencia, en la isla de Mallorca, es la llanura vindoboniense que se extiende entre la sierra de Levante y la costa SE de la isla...” (DARDER, 1930).

### *La carstificació litoral*

Cal esperar a la segona meitat del segle XX per trobar noves aportacions a l'espeleogènesi de les coves de Porto Cristo, elaborades al voltant de la carstificació de les zones costaneres on afloren roques carbonatades d'elevada porositat, tal i com succeeix als litorals oriental i meridional de Mallorca. Els precedents a aquesta etapa no els trobem a publicacions sobre les Coves del Drac ja que, dins el context del boom turístic d'aquells moments, les investigacions sobre la cavitat seran gairebé inexistents fins als anys 90.

Dins d'aquests precedents és necessari referir-se al treball de THOMAS-CASAJUANA & MONTORIOL-POUS (1951) sobre les coves existents a les calcarenites del Miocè superior de Cala Blanca, al sector sud-occidental de Menorca; en aquesta publicació, els autors es mouen a mig camí entre el concepte de riu subterrani vadós i el de conductes col·lectors “a pressió”, expressió que equivaldria a parlar de galeries d'origen freàtic. Per altra banda, i situant-nos ja en les rodalies de Porto Cristo, GINÉS & GINÉS (1976) s'ocupen de les Coves del Pirata i suggereixen l'excavació inicial de una xarxa de conductes freàtics, del tot



Figura 4: Aspecte de les sales que configuren les zones terrestres de les Coves del Drac. Els trets morfològics més destacables són les grans acumulacions de blocs despresos de les voltes, així com una exuberant decoració d'espeleotemes (Foto: M.A. Gual).

Figure 4: General aspect of the chambers that make up the air-filled sections of Coves del Drac. The most remarkable morphological features are the large accumulations of breakdown blocks fallen from the ceilings, as well as an exuberant decoration of speleothems (Photo: M.A. Gual).

desorganitzada pel desenvolupament extensiu dels processos d'esfondrament; en aquest treball s'assenyalen les similituds morfològiques i genètiques entre aquesta cavitat i les Coves del Drac. Aquestes idees sobre la carstificació en els materials carbonatats post-orogènics del llevant i sud de l'illa se sistematitzen en diferents publicacions posteriors (GINÉS & GINÉS, 1977, 1987; TRIAS & MIR, 1977), que posen l'èmfasi en la transcendència dels mecanismes d'esfondrament, els quals desmantellen uns buits freàtics inicials, donant lloc a les importants coves conegudes a la regió. Així mateix, també es comença a argumentar el paper de les variacions del nivell marí durant el Quaternari en l'evolució morfològica de les cavitats.

Al final de la dècada dels 80, els espeleòlegs mallorquins varen anar copsant les similituds entre el carst litoral del llevant de Mallorca i algunes zones càrstiques del Carib i el Golf de Mèxic, on s'havia investigat el comportament geoquímic de la zona de mescla entre aigües dolces i marines que té lloc als aqüífers costaners (PLUMMER, 1975; BACK et al., 1984). Així, les analogies amb el carst d'aquestes àrees geogràfiques –com, per exemple, algunes regions de Cuba (NÚÑEZ-JIMÉNEZ, 1967)– portaren a plantejar que la gènesi de les coves existents al Miocè superior de les nostres illes estava relacionada amb l'excavació inicial d'una xarxa de buits freàtics, deguts a l'agressivitat produïda a la zona de mescla litoral (GINÉS & GINÉS, 1989).

Centrant-nos ja en les Coves del Drac, a la publicació de GINÉS & GINÉS (1991) es planteja un esquema genètic i evolutiu de la cavitat que té en consideració diversos aspectes clau: una gènesi freàtica inicial lligada a la zona de mescla litoral, una posterior i molt important evolució vadosa en base als esfondraments i a la deposició d'espeleotemes (Figura 4), tot això controlat i condicionat per les fluctuacions del nivell marí durant el Pleistocè. Totes aquestes idees es desenvoluparen en un treball detallat posterior, on es feia una revisió exhaustiva de les teories espeleogenètiques formulades per a aquesta cova (GINÉS & GINÉS, 1992). No hi falten en aquests anys alguns treballs divulgatius sobre la cavitat, on s'aborda la seva gènesi encara que sigui de passada (GINÉS & GINÉS, 1994a, 1994b).



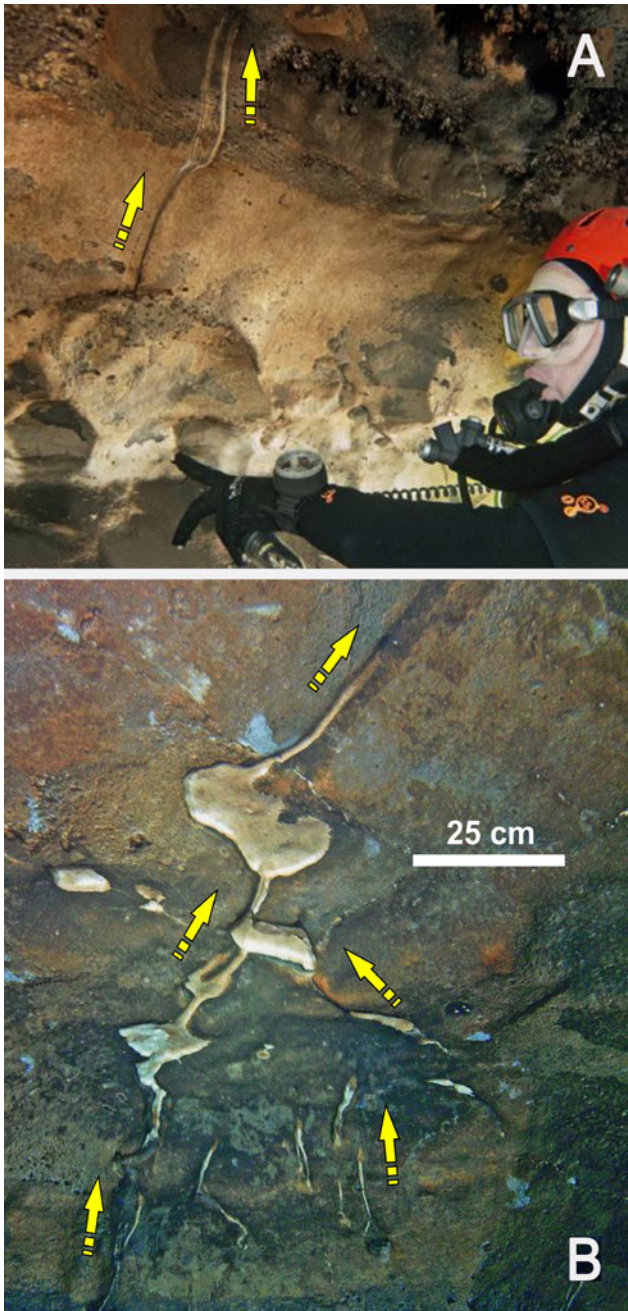


Figura 5: Canals ascendents de dissolució observables en les galeries subaquàtiques de la cova. A: Canal estret que es desenvolupa a partir d'una concavitat alveolar (Foto: A. Cirer). B: Els canals ascendents excavats a les parets i sostils de la cavitat contrasten clarament amb les patines negrenques que les cobreixen, formades per òxids de Mn i Fe (Foto: F. Gràcia).

Figure 5: Solutional ascending channels in the underwater passages of the cave. A: Narrow channel developed from a subded wall pocket (Photo: A. Cirer). B: Rising channels carved on the walls and ceiling are contrasting with the Mn- and Fe-rich black coatings (Photo: F. Gràcia).

basal, deslligada en gran mesura de l'alimentació directa per part de les precipitacions meteòriques. Les observacions efectuades a l'esmentat gran sistema subterrani del sud de l'illa, han estat determinants per tal d'anar reconeixent morfologies de característiques semblants en altres cavitats mallorquines (MERINO et al., 2011).

Dins d'aquest context, les recents exploracions desenvolupades a les Coves del Drac han permès documentar la presència de formes de dissolució de caràcter hipogènic, que són particularment abundants a les zones subaquàtiques de la cavitat (GRÀCIA, 2015). Les morfologies en qüestió consisteixen sobretot en canals de dissolució (Figura 5), els quals es relacionarien amb fluxos ascendents d'aigües agressives que haurien participat en la gènesi de la cova, o al manco haurien produït retocs morfològics menors a les seves parets i sostils.

Algunes publicacions, situades cronològicament ja en el segle XXI, s'ocupen de l'espeleogènesi de les Coves del Drac i d'altres cavitats de la regió del Migjorn en relació amb el concepte de carst eogenètic (VACHER & MYLROIE, 2002), que es desenvolupa en materials carbonatats joves que es caracteritzen per presentar unes elevades porositat i permeabilitat. Cal assenyalar que els paral·lelismes morfogenètics existents, entre les cavitats mallorquines i les coves d'alguns carsts singenètics i eogenètics del sud d'Austràlia, resulten del tot remarcables (GRIMES, 2006). Dins d'aquest context, en els treballs de GINÉS & GINÉS (2007) i GINÉS et al. (2013) s'emfatitza el paper dels esfondraments en la configuració morfològica de les cavitats del llevant i sud de Mallorca, de les quals la cova que ens ocupa és presentada com a un exemple paradigmàtic. Dins la mateixa línia se situarien algunes referències bibliogràfiques de caràcter més aviat general, que tracten de la carstificació litoral de la nostra illa (GINÉS, 2000; GRÀCIA et al., 2011b), o que proposen una classificació genètica actualitzada de les cavitats mallorquines (GINÉS & GINÉS, 2009).

Des del punt de vista geoquímic, les investigacions han estat molt minses. Cal esmentar unes observacions primerenques publicades per GASCOINE (1992), on l'autor constata la presència d'haloclines així com una major salinitat dels llacs en profunditat, que va associada a un increment de l'agressivitat de la columna d'aigua produint el deteriorament dels espeleotemes que s'hi troben submergits. Per altra banda, les investigacions portades a terme per BOOP et al. (2013, 2014) s'ocupen de les variacions en els paràmetres físico-químics de les aigües freàtiques de la cova, encara que no es deriven dades importants pel que fa als processos espeleogenètics; així mateix, en un treball molt recent d'aquest equip s'aporten dades sobre les variacions de nivell dels llacs, la dinàmica atmosfèrica de la cova i la formació de cristallitzacions de calcita flotant (BOOP et al., 2017).

#### *Els processos hipogènics*

Les exploracions i investigacions realitzades els darrers anys a la Cova des Pas de Vallgornera, situada a la franja costanera de Lluçmajor, varen fer possible reconèixer la participació de processos hipogènics en la morfogènesi d'aquesta important cavitat subterrània litoral (GINÉS et al., 2009, 2014; MERINO & FORNÓS, 2010). Aquests processos específics de carstificació –àmpliament estudiats en la darreres dècades arran de les publicacions de KLIMCHOUK (2007, 2009)– són responsables de la presència d'un conjunt de morfologies de dissolució i precipitats minerals relacionats amb una recàrrega hídrica

Més recentment encara, en dues publicacions que efectuen sengles revisions de les evidències hipogèniques a les cavitats de Mallorca es comenten les morfologies observades a les Coves del Drac (GINÉS et al., 2016, 2017), però sense considerar que els mecanismes d'espeleogènesi hipogènica siguin generalitzables de moment a tot el carst litoral del llevant de l'illa. En el cas de la regió càrstica del Migjorn –tal i com fou definida a GINÉS & GINÉS (1989)– els autors d'aquestes revisions propugnen que el més adequat és parlar de carstificació litoral en materials carbonatats eogenètics, emperò amb evidències rellevants de la implicació de processos hipogènics en la morfogènesi de les coves resultants.

## Algunes observacions morfomètriques

Amb la finalitat de recolzar la interpretació morfogènica de la cova amb dades quantitatives sobre les seves dimensions i volumetria, s'ha procedit a l'anàlisi morfomètrica de les Coves del Drac seguint la metodologia utilitzada a GINÉS et al. (2013). Es tracta de sistematitzar les característiques dimensionals i topogràfiques de la cavitat, mitjançant l'avaluació de dos paràmetres espacials que considerem significatius: per una banda, es procedeix a quantificar la grandària en planta de la cova en base a la mesura de les amplades de les seves galeries i sales, al temps que, per altra banda, es quantifica la distribució en profunditat dels buits penetrables. Aquest tipus d'anàlisi morfomètrica de les coves mallorquines ha estat aplicat fins ara a la Cova Genovesa, de Manacor (GINÉS et al., 2013), així com al sistema subterrani d'Es Dolç, situat al municipi de Ses Salines (GRÀCIA et al., 2014); en els citats treballs es pot consultar una descripció detallada de la metodologia aplicada en ambdós casos.

Les anàlisis estadístiques que seguiran s'han efectuat sobre la topografia gairebé completa, tal i com estava disponible l'agost de 2018; a partir d'aquesta data, les tasques d'exploració i topografia s'han centrat en completar els darrers detalls dels sectors submergits de la cavitat. El desenvolupament total de la cova se situa actualment al voltant dels 7.500 m, gràcies a les darreres descobertes subaquàtiques.

### Anàlisi estadística de les amplades

Per tal d'obtenir dades estadístiques sobre la planimetria de la cova, s'han mesurat les amplades de les seves galeries i sales a intervals més o manco regulars d'uns 5 metres, prenent les mesures de les amplàries de forma aproximadament perpendicular als eixos que defineixen la trajectòria en planta dels passatges que integren la cavitat. Aquest conjunt de mesures –efectuades amb mitjans digitals, i d'una manera homogènia, sobre tota la topografia de la cova (incloent tant les sales terrestres com les extensions subaquàtiques)– permeten obtenir dades quantitatives sobre la planta de les Coves del Drac i aporten informació rellevant, per exemple, sobre la presència de grans sales (i la seva magnitud) o l'abundància relativa de conductes i passatges de reduïdes dimensions.

En total s'han mesurat 864 amplades, de les quals 221 mesures corresponen a les sales que integren la part terrestre de la cova (les zones històriques conegudes els segles XIX i XX), mentre que 643 amplades

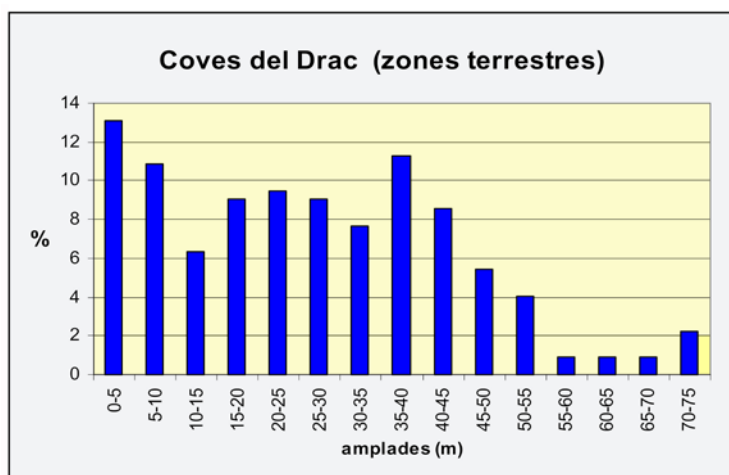


Figura 6: Distribució de freqüències de les amplades de les galeries i sales dels sectors terrestres de la cova (n=221).  
Figure 6: Frequency distribution of passage widths in the historical air-filled sections of the cave (n=221).

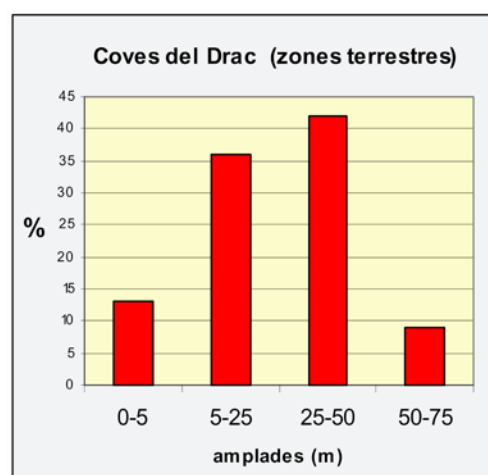


Figure 7: Distribució de freqüències de les amplades de les galeries i sales dels sectors terrestres, agrupades en quatre intervals significatius (n=221).  
Figure 7: Frequency distribution of passage widths in the air-filled sections of the cave, grouped in four major significant intervals (n=221).



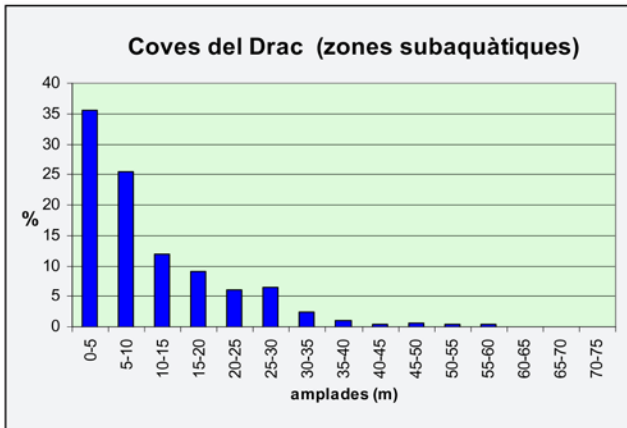


Figura 8: Distribució de freqüències de les amplades de les galeries i sales dels sectors subaquàtics de la cova (n=643).  
Figure 8: Frequency distribution of passage widths in the underwater sections of the cave (n=643).

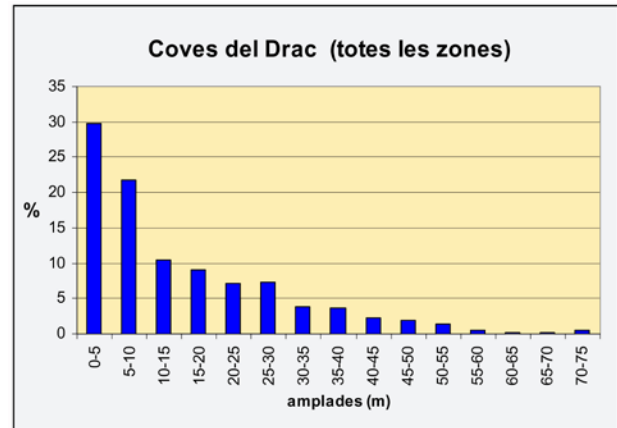


Figura 9: Distribució de freqüències de les amplades mesurades a tots els sectors de la cova, considerats conjuntament (n=864).  
Figure 9: Frequency distribution of passage widths measured in the whole cave (n=864).

recullen les dimensions de les extensions subaquàtiques explorades els darrers anys, incloent així mateix les poques sales aèries que s'hi troben intercalades. Tenint en compte la clara dicotomia topogràfica existent entre les galeries terrestres i els sectors subaquàtics, es procedirà a efectuar l'anàlisi estadística d'aquestes dues grans unitats de manera independent, prèviament a l'anàlisi corresponent a tot el conjunt de la cova. És clar que aquesta dualitat topogràfica resulta una mica artificial, des del moment que depèn de la posició altimètrica del nivell marí, la qual és del tot circumstancial en estar lligada a les oscil·lacions glacio-eustàtiques de la Mediterrània. Malgrat això, aquesta dicotomia ens resultarà d'utilitat ja que reflecteix la fisiografia actual de la cova, i permetrà avaluar a grans trets les característiques planimètriques diferencials de la cavitat en funció de l'altimetria relativa de les seves galeries i sales.

Començant per les sales i galeries del sector terrestre, la Figura 6 mostra la distribució de freqüències obtinguda per aquesta gran unitat, constituïda per les zones terrestres de la cavitat. En ella s'observa que l'interval més abundant correspon a les galeries de <5 m d'amplitud (13% de les amplades mesurades), malgrat que el més destacable és sens dubte la notable abundància de passatges i sales d'amplàries que abracen des de 15 fins a 50 m, amb un segon valor modal per a l'interval 35-40 m al que pertanyen poc més d'un 11% de les amplades mesurades; fins i tot les sales encara més amples (entre 50 i 75 m) es troben ben representades amb devers el 9% de les mesures. Per tal d'il·lustrar fins a quin punt les dimensions de les zones terrestres són realment notables, la Figura 7 recull la distribució d'amplades però agrupades en quatre intervals significatius corresponents respectivament a: galeries més aviat estretes (<5 m), passatges de dimensions mitjanes (5-25 m), sales amples (25-50 m) i sales molt amples (50-75 m). És fàcil constatar en l'esmentada gràfica que més del 51% de les amplades mesurades corresponen a grans sales que superen els 25 m d'amplària, amb un màxim situat a l'interval 25-50 m el qual agrupa el 42% de les amplades mesurades; al mateix temps, les sales de dimensions mitjanes (5-25 m d'amplària) estan ben representades arribant fins al 36% de les mesures, mentre que tan sols un 13% documenten la presència de passatges més aviat estrets.

A la Figura 8 es pot observar la distribució de freqüències obtinguda als sectors subaquàtics. En aquest cas la distribució és ben diferent que la de les zones terrestres (veure Figura 6), amb un valor modal situat a l'interval 0-5 m (35% de les mesures), percentatge que va disminuint progressivament fins arribar a l'interval 55-60 m. Els passatges amb amplades superiors als 35 m totalitzen només el 3% de les mesures preses.

Finalment, a la Figura 9 es reflecteixen les dades corresponents a totes les amplades mesurades en el conjunt de la cova. Aquesta gràfica és bastant similar a l'obtinguda per a les extensions subaquàtiques (veure Figura 8), emperò convenientment matisada per les mesures procedents de les grans sales del sector terrestre. El valor modal se situa a l'interval 0-5 m (30%), percentatge que disminueix de manera gairebé continuada fins a l'interval 60-65 m. A partir d'aquest punt, encara trobem a prop d'un 1% de mesures que arriben fins i tot als 75 m d'amplària. És convenient assenyalar que els resultats calculats per a les Coves del Drac, són del tot semblants als obtinguts el seu dia per a la Cova Genovesa (GINÉS et al., 2013). Aquesta similitud no és gens d'estranyar en tractar-se de dues cavitats properes, emmarcades dins contextos litològics i morfogenètics molt similars.

Per tal d'arrodonir l'anàlisi estadística de les amplades de la cova, s'han elaborat dues gràfiques addicionals que permetran una fàcil comparació de les dades calculades en les tres aproximacions ja comentades més a dalt: zones terrestres, zones subaquàtiques, i tota la cavitat en el seu conjunt. A la Figura 10

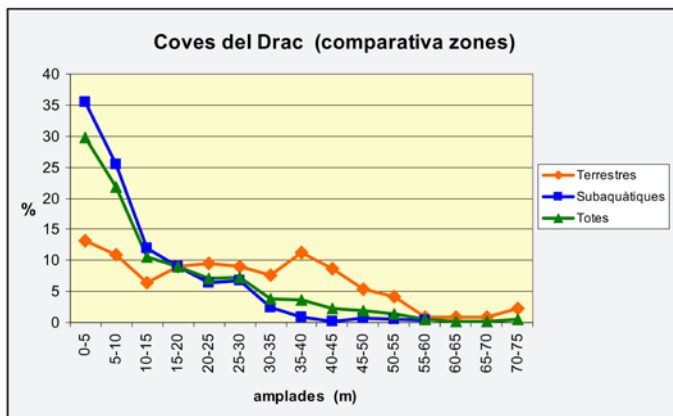


Figura 10: Gràfica comparativa de les amplades mesurades als dos sectors que han estat diferenciats (passatges terrestres i subaquàtics, respectivament) i a la totalitat de la cova (n=864).  
 Figure 10: Comparative graph of passage widths measured in the two differentiated sections (air-filled and underwater passages, respectively) and in the whole cave (n=864).

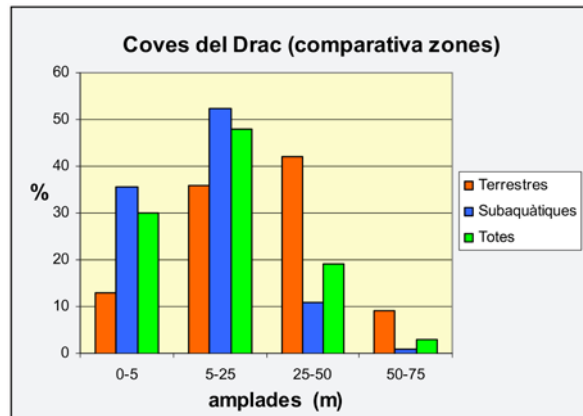


Figura 11: Gràfica comparativa de les distribucions de freqüències de les amplades mesurades als dos sectors que han estat diferenciats (passatges terrestres i subaquàtics, respectivament) i a la totalitat de la cova; les dades estan agrupades en quatre intervals significatius (n=864).  
 Figure 11: Comparative graph of the frequency distributions of passage widths measured in the two differentiated sections (air-filled and underwater passages, respectively) and in the whole cave; data are grouped in four major significant intervals (n=864).

resulta evident la notable dicotomia que s'estableix entre les dimensions dels passatges i sales dels sectors terrestres i les amplades de les galeries subaquàtiques; així mateix és pot copsar la corba relativament suavitzada corresponent a la representació de les mesures de tota la cova.

Per altra banda, la Figura 11 facilita la comparació de les amplades mesurades, però aquesta vegada agrupades en els quatre intervals significatius emprats per a la preparació de la Figura 7. Es pot comprovar amb facilitat que les tres aproximacions elaborades tenen comportaments ben diferenciats entre sí, amb els grans passatges i sales (>25 m d'amplada) que són predominants a les zones terrestres, i les galeries estretes o mitjanes (<25 m) que assoleixen major importància als sectors subaquàtics. Mentre que les grans sales es relacionen clarament amb processos d'esfondrament, el significat morfogènic de les galeries més estretes pot ser ben divers de tal manera que un criteri exclusivament dimensional pot ser insuficient per a la seva avaluació. En aquest sentit, a les zones subaquàtiques les galeries estretes poden correspondre de forma majoritària a passatges de gènesi freàtica, mentre que a les zones terrestres aquests passatges estrets poden consistir, en la majoria dels casos, en simples buits marginals al voltant de les grans zones de col·lapse.

### Anàlisi estadística de les fondàries

La quantificació de com es distribueixen en vertical els buits que componen la cova, pretén esbrinar indicis sobre on se situen els horitzons preferencials d'espeleogènesi, que han donat lloc a la cavitat en la seva morfologia actual. En les localitats estudiades amb anterioritat amb aquesta metodologia (GINÉS et al., 2013; GRÀCIA et al., 2014), l'avaluació d'aquest paràmetre es va fer a partir de perfils longitudinals que recorrien la quasi totalitat de les coves analitzades (Cova Genovesa i Es Dolç). En el cas de les Coves del Drac, la seva complexitat topogràfica i la gran extensió dels passatges subaquàtics han condicionat el fet que els perfils longitudinals s'hagin realitzat bàsicament en les sales dels sectors terrestres, en detriment de les galeries submergides on manquen perfils longitudinals que les representin de manera exhaustiva. Per aquesta raó, ha estat necessari utilitzar una estratègia de quantificació que tractés de ser homogènia per a la totalitat de la cova, intentant superar així les limitacions topogràfiques inherents al seu gran desenvolupament subaquàtic.

L'estratègia emprada s'ha centrat en l'avaluació numèrica de les seccions transversals disponibles, determinant les dimensions de la cavitat en base a mesures de les seves galeries i sales efectuades a intervals regulars de 2 m de fondària; aquesta anàlisi estadística té la finalitat de quantificar, de manera precisa, la profunditat on es localitzen les sales i galeries de la cova. Amb aquesta tècnica, els passatges i sales d'alçada notable es quantifiquen diverses vegades segons el ventall de profunditats que abracen les seccions mesurades, mentre que les galeries d'alçada inferior a 2 m estaran comptabilitzades una sola vegada dins l'interval que els pertorqui (GRÀCIA et al., 2014). Les seccions altimètriques utilitzades inclouen 7 perfils transversals de les grans sales que conformen les zones terrestres de la cova, així com 27 seccions transversals de les galeries subaquàtiques. El tractament gràfic de les seccions i perfils, ha permès obtenir 233 mesures de les dimensions transversals de la cavitat en funció de la fondària, de les quals 115 mesures corresponen als sectors terrestres i 118 a les zones subaquàtiques. En ambdós casos les mides



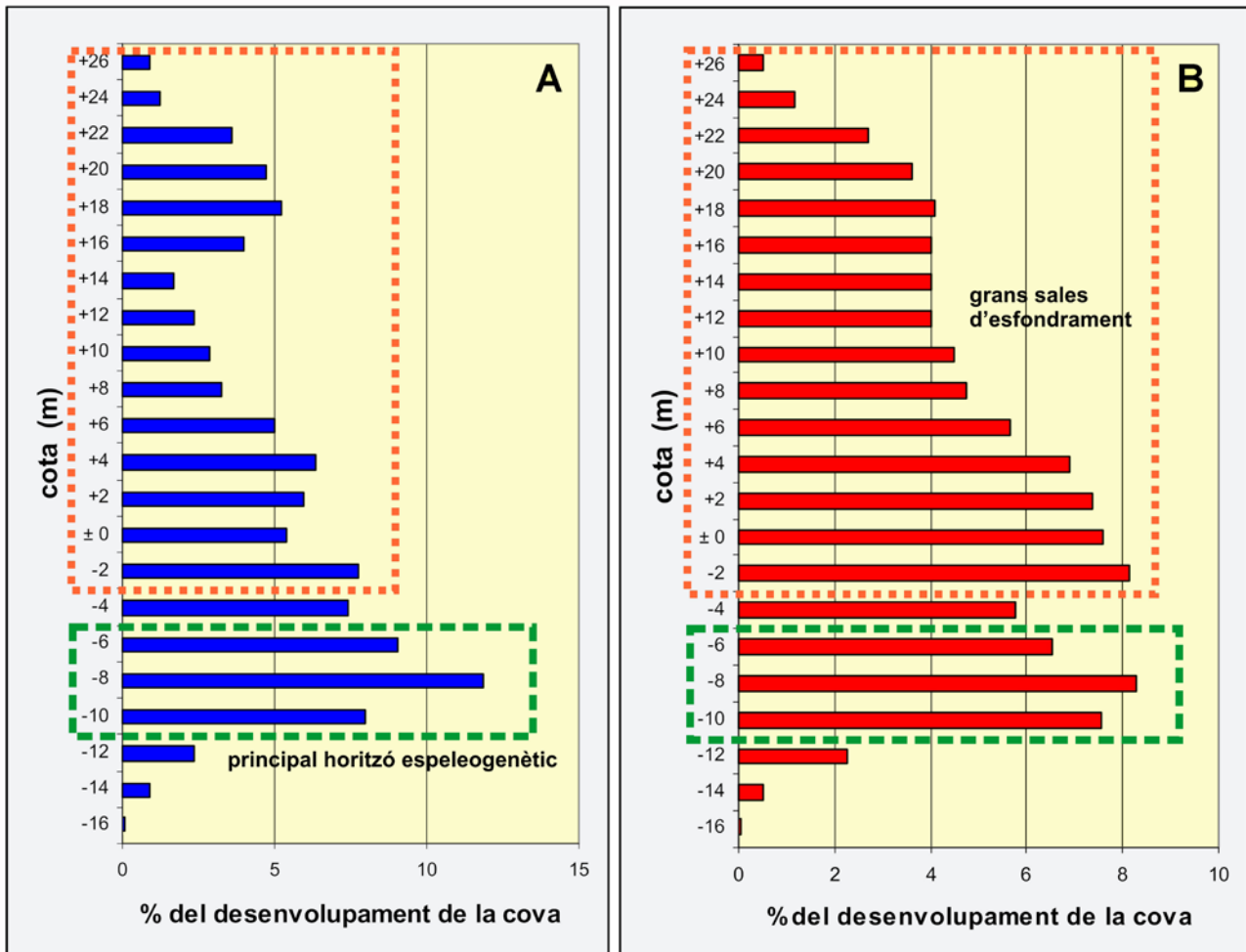


Figura 12: Gràfica que mostra la inferència dels principals nivells espeleogenètics de les Coves del Drac, deduïts de l'estadística realitzada sobre l'elevació dels passatges subterranis. A: Quantitat total de buits reals (galeries i sales) interceptats a intervals d'elevació de 2 m. B: Quantitat estimada de passatges subterranis interceptats a intervals d'elevació de 2 m, incloent els espais presumiblement ocupats per acumulacions de blocs en el trespol de grans sales de col·lapse.

Figure 12: Inference of the main speleogenetic horizons in Coves del Drac as deduced from passage elevation statistics. A: Total amount of real cave passages intercepted at elevation intervals of 2 m. B: Estimated amount of cave passages at elevation intervals of 2 m including the space occupied presumably by boulder chokes at the floor of great collapse chambers. The main speleogenetic horizons are framed with green dashed lines, whereas the orange dotted frames correspond to big collapse chambers.

efectuades totalitzen xifres molt similars –al voltant de 1.500 m de buits mesurats–, fet que evidencia fins a quin punt l'estratègia de mostreig no està beneficiant a cap dels dos grans sectors que configuren la cova (terrestre vs. subaquàtic).

En base al mostreig descrit més a dalt, a la Figura 12-A es recull la distribució de freqüències de les fondàries a les quals es localitzen les galeries i sales de la cova; els intervals d'aquesta gràfica corresponen a l'espai interceptat per plans horitzontals establerts amb una equidistància de 2 m. En aquesta figura es constata una distribució gairebé bimodal, amb uns pics principals situats a les cotes -8 m (el 11,9% de les mesures preses) i +18 m (5,2% de les mesures); altres pics secundaris s'observen a profunditats de -2 m i +4 m (totes les cotes estan referides al nivell de la mar). La distribució bimodal de la Figura 12-A posa en evidència uns possibles horitzons espeleogenètics primigenis disposats entre -6 m i -10 m (gairebé el 29% de les mesures), incloent el citat màxim corresponent als -8 m; per altra banda, el pic situat a cotes més elevades (entre +16 m i +22 m) reflectiria els punts culminants de les grans sales d'esfondrament dels sectors terrestres.

Una segona aproximació a l'avaluació del paràmetre que ens ocupa s'ha realitzat d'acord amb la metodologia emprada a GINÉS et al. (2013), la qual considera també com a buits mesurables els espais presumiblement ocupats per les grans acumulacions de blocs que constitueixen els trespols de les sales de col·lapse; les mesures obtingudes per fer aquesta segona avaluació corresponen majoritàriament a les zones terrestres, on les sales d'esfondrament són totalment dominants en comparació amb els sectors subaquàtics. El processat de la totalitat de les mesures obtingudes –buits reals (2.972 m) més buits ocupats per blocs d'esfondrament (2.290 m)– ha donat una distribució de freqüències molt més suavitzada (Figura 12-B), però amb un caràcter també bimodal amb el màxim corresponent així mateix a la cota -8 m (8,3% de les mesures). El segon pic d'aquesta distribució se situa als -2 m de fondària, amb el 8,2% de les mesures, percentatge

que va minvant a mesura que pujam de cota, fins arribar a un petit màxim a la cota +18 m (4,1%). La interpretació d'aquesta segona gràfica apunta cap a la presència de dos ambients morfogenètics diferenciats, el principal dels quals seria un horitzó espeleogenètic situat entre -6 m i -10 m, corresponent a les galeries de gènesi freàtica que conformen bona part dels sectors subaquàtics de la cova. Per altra banda, el segon màxim observable a la Figura 12-B s'estén des de la cota -2 m cap a dalt, i podria relacionar-se amb les parts baixes de les grans sales d'esfondrament (ocupades per acumulacions de blocs rocosos) que es desenvolupen en alçada fins arribar a la superfície, presentant un màxim relatiu en torn de la cota +18 m.

Valorades en el seu conjunt, les dades incloses a la Figura 12 mostren una similitud important amb les distribucions de freqüències obtingudes per a la Cova Genovesa (GINÉS et al., 2013), cavitat que tal i com ja s'ha comentat abans s'enquadra en un marc geològic i morfogenètic gairebé idèntic. Tan sols val la pena comentar, com a característica una mica diferencial, el major pes que tenen els buits mesurats entre les cotes +14 m i +22 m, que s'explicarien pel gran desenvolupament volumètric dels sectors terrestres de les Coves del Drac.

## Trets morfològics rellevants

En aquest apartat no es pretén efectuar una descripció detallada de la morfologia de la cova –que serà accessible a d'altres articles de la present monografia (*Papers Soc. Espeleo. Balear*, vol. 1, 2018)– sinó tan sols remarcar i discutir aquells aspectes morfològics que puguin resultar rellevants a l'hora d'establir una interpretació acurada de la gènesi d'aquesta important xarxa subterrània.

### *El patró planimètric i la ubicació de la cova*

L'observació de la topografia actual de les Coves del Drac permet copsar a un cop d'ull la disposició més aviat laberíntica de la planta de la cavitat, constituïda per una sèrie de grans sales juxtaposades de manera aleatòria i envoltades per extenses continuacions subaquàtiques en les quals no es distingeixen directrius estructurals clares; no obstant això, als sectors subaquàtics *Central* i *de Llevant* s'observen algunes alineacions que podrien correspondre a fractures amb una direcció aproximada SW-NE. La dualitat esmentada, pel que fa a la topografia dels sectors terrestres i subaquàtics de la cova, ha quedat ben palesa en l'anàlisi morfomètrica de les amplades que s'ha realitzat a l'apartat anterior. En general, el patró planimètric que es pot reconèixer és entre *ramiforme* i *espongiforme* (Figura 13), segons la terminologia formulada per PALMER (2007), i denota amb claredat que no ens trobem davant una xarxa de drenatge càrstic convencional, que normalment presentaria una disposició molt més lineal i manco laberíntica. Aquest tipus de patró planimètric és habitual a moltes coves desenvolupades en els materials escullosos del Miocè superior de Mallorca, tal i com ha estat posat de manifest a nombroses publicacions sobre l'endocarst de la regió càrstica del Migjorn (GINÉS et al., 2008, 2014; GRÀCIA et al., 2006, 2010; GRÀCIA, 2015). Les cavitats documentades en aquests treballs es caracteritzen sovint per la presència d'amplies galeries i sales, interconnectades entre sí seguint una disposició que es podria qualificar de gairebé anàrquica, la qual dóna lloc a conjunts complexos de buits irregulars que mostren una tendència espacial laberíntica però lleugerament ramificada; cal destacar la important component tridimensional de les coves estudiades, ocasionada per l'actuació de processos d'esfondrament generalitzats. Els patrons laberíntics de caràcter *ramiforme* i *espongiforme* són normalment observables en xarxes subterrànies associades a condicions hidrològiques i geoquímiques ben particulars (coves hipogèniques i coves de la zona de mescla litoral, per exemple), la gènesi de les quals està deslligada en gran mesura de la recàrrega directa de les precipitacions meteòriques (PALMER, 2007). En qualsevol cas, el patró planimètric de les cavitats del Migjorn de Mallorca es troba prou allunyat del que mostren les coves marginals litorals (*flank margin caves*), descrites per MYLROIE & CAREW (1990) a partir de localitats de les Bahames.

De la mateixa manera que la topografia de la cova no obeeix a una funcionalitat de drenatge evident, la seva relació amb el relleu i el paisatge exterior és també molt ambigua. El fet de trobar-se localitzada molt a prop de la incisió del Torrent de ses Talaioles, just en el lloc on comença l'estreta i sinuosa Cala de Manacor (Figura 3), ha portat a diferents autors a especular sobre la possibilitat que la gènesi de les Coves del Drac estigués relacionada amb pèrdues d'aquest torrent que drenarien cap a la petita endinsada costanera de Cala Murta (MARTEL, 1903; MAHEU, 1912; FAURA I SANS, 1926). Des del moment que aquesta possibilitat no està recolzada per les característiques de la xarxa subterrània, resulta més adient relacionar la formació de la cova amb unes condicions freàtiques de descàrrega difusa de l'aquífer



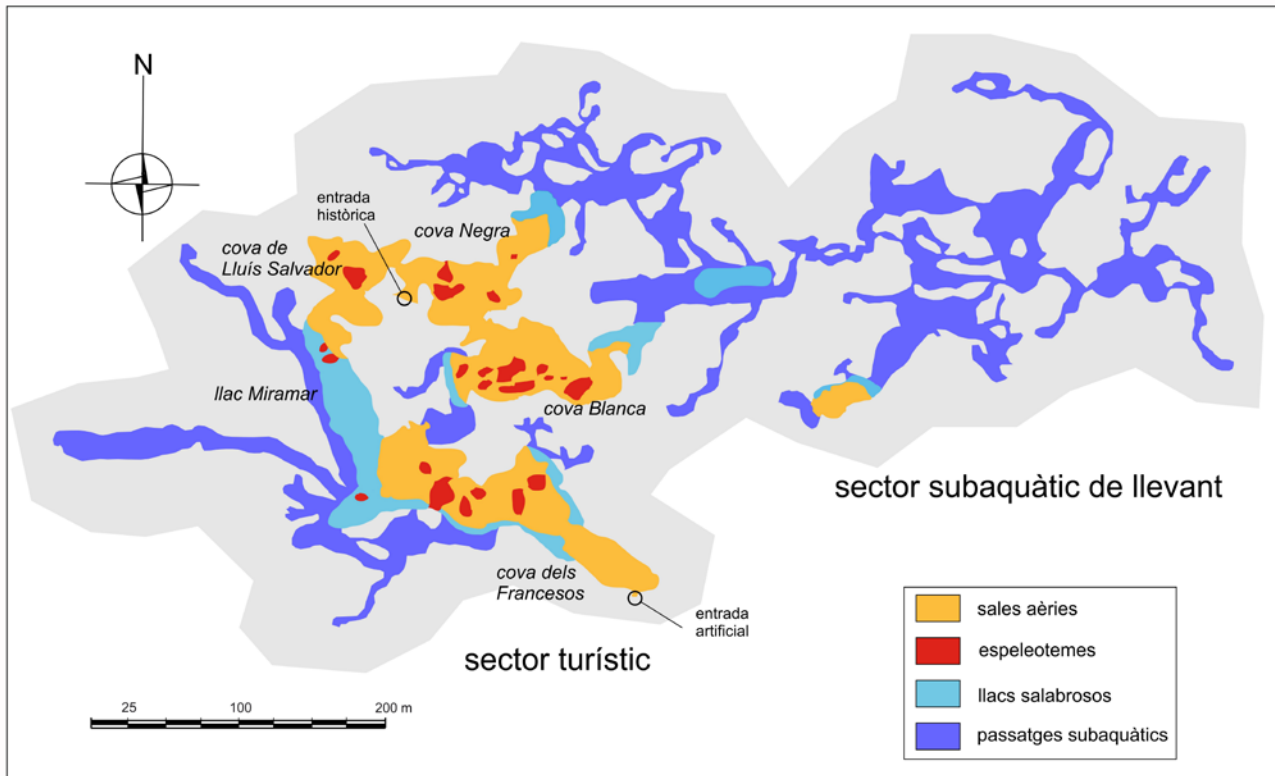


Figura 13: Topografia provisional de les Coves del Drac, tal com aparegué recollida a la tesi doctoral de GRÀCIA (2015).  
 Figure 13: Provisional topographic survey of Coves del Drac as was included in the Ph D dissertation performed by GRÀCIA (2015).

litoral, el qual drenaria cap a les incisions de la xarxa torrencial (Torrent de ses Talaioles i Cala Murta) i/o accidents particulars de la línia de costa, com és el cas de l'enfony conegut com s'Enterrossall. D'aquesta manera, no es pot argumentar una relació causal clara entre espeleogènesi litoral i evolució de la xarxa hidrogràfica superficial, encara que molt probablement l'excavació de les Coves del Drac pugui haver estat condicionada per la seva situació en l'istme d'una mena de península, on podria haver-se focalitzat el drenatge subterrani que descarregaria cap a la perifèria del morro que limita meridionalment la cala de Porto Cristo; la connexió aconseguida recentment entre la cova i el Dolç de Cala Murta, vendria a reafirmar la descàrrega eficient que es produeix en aquest indret costaner. Per altra banda, els col·lapses paleocàrstics (GINÉS et al., 2011), que s'observen des de s'Enterrossall cap a l'esmentada caleta, no semblen haver tingut cap rellevància en la gènesi de la cavitat.

Es pot afirmar que el context hidrogeològic i morfogenètic en el que se situa aquesta cova és el d'un carst litoral eogenètic (GINÉS & GINÉS, 2007), on han tingut lloc processos actius de dissolució freàtica, en un aqüífer costaner que presenta una descàrrega difusa cap a la mar en raó de la important porositat primària que conserven els materials carbonatats del Miocè superior, com a resultat de la seva breu història diagenètica. Degut a l'elevada permeabilitat que presenta el rocam, el gradient hidràulic de l'aqüífer litoral és molt baix (<0,0005) circumstància a la que cal afegir la gran proximitat a la línia de costa (situada a menys de 100 m d'alguns punts de la cavitat). Tot això fa que les fluctuacions diàries del nivell marí incideixin de manera decisiva en l'altimetria de la superfície dels llacs de la cova, així com en el comportament hidrològic general de la franja costanera de les rodalies de Porto Cristo. En aquest sentit, cal tenir present la mobilització alternant de les aigües freàtiques –per mor de les fluctuacions mareals i baromètriques del nivell de la mar– que esdevé un factor rellevant en la hidrologia subterrània als buits i cavitats més propers a la línia de costa (GRÀCIA et al., 2005; GINÉS & GINÉS, 2007); el paper geoquímic d'aquesta mena de “bombeig mareal” resta encara pendent d'investigació.

***Els fenòmens d'esfondrament i la deposició d'espeleotemes***

Una visita ràpida a les Coves del Drac ens permet constatar, de forma inequívoca, que les zones terrestres de la cavitat es caracteritzen per un predomini total de les morfologies produïdes pel reajustament mecànic de les voltes i parets, amb la generació de notables acumulacions de blocs rocósos producte de successius esfondraments (Figura 14), i tot això adornat per una decoració d'espeleotemes del tot exuberant. De fet,

als sector clàssics de la cova –les zones turístiques actuals i pretèrites– manquen les formes de dissolució que ens puguin donar evidències sobre la naturalesa dels buits primigenis, existents prèviament als processos de col·lapse que la configuren avui en dia (GINÉS & GINÉS, 1992). Els esfondraments generalitzats que han afectat la cova, fan que aquests sectors terrestres es puguin sistematitzar en base a la presència de com a mínim mitja dotzena d'unitats volumètriques de col·lapse, que es troben connectades de manera més aviat aleatòria, obligant al visitant a continus ascensos i descensos en recórrer la cavitat (GINÉS & GINÉS, 2007). Aquestes grans unitats d'esfondrament correspondrien a la *cova Negra*, *cova Blanca* i *cova de Lluís Salvador*, en les zones de la cova conegudes d'antic, i a la *cúpula Moragues*, *sala de los Herreros* i *sala Louis Armand*, en els sectors explorats per Martel a finals del XIX. Cal assenyalar que els fenòmens de reajustament mecànic tenen un caràcter d'ubiquïtat en tota la extensió de la cova, encara que és als seus sectors terrestres on es troben millor representats; en aquest sentit, fins i tots a les extensions subaquàtiques trobem sales d'esfondrament notables, com és el cas de la *galeria de les Delícies*, la *galeria de l'Arxiduc* i la *sala de la Bella Mort*, situades als sectors subaquàtics *Central* i *de Llevant*, així com la *galeria dels Cocos* que s'estén a partir del *llac Miramar* (GRÀCIA, 2015; GRÀCIA et al., 2017).

La possibilitat de que tinguin lloc mecanismes generalitzats d'esfondrament requereix, com a requisit ineludible, l'existència d'uns buits inicials a partir dels quals es puguin desenvolupar reajustaments mecànics de les seves voltes i parets; l'actuació dilatada d'aquests processos tendeix en definitiva a desmantellar els possibles conductes i buits primigenis, al temps que desencadena una migració vertical de la cavitat que de manera progressiva s'anirà apropant cap a la superfície (GINÉS & GINÉS, 1987, 1992; GINÉS, 2000). Dins aquesta dinàmica cal situar l'obertura de la cova a l'exterior, que té lloc mitjançant una entrada natural consistent en un abisament en superfície, que és per on surten avui en dia les visites turístiques. Malgrat la dinàmica destructiva i antigravitatòria d'aquests processos mecànics, cal esperar la pervivència de restes dels possibles conductes i buits inicials a les parts més fondes de la cova, tal i com s'ha evidenciat en altres cavitats similars (GINÉS et al., 2013) i de la mateixa manera que es pot deduir de l'anàlisi morfològica de les Coves del Drac ja exposat abans (vegeu Figures 10 i 12). En aquest sentit, les exploracions subaquàtiques han permès documentar l'existència d'extenses xarxes de passatges de morfologia freàtica que conformen bona part dels sectors subaquàtics *Central* i *de Llevant* així com alguns conductes observables als sectors submergits propers al *llac Miramar*, també conegut com a *llac Martel*. Els passatges freàtics apareixen situats predominantment a fondàries que van dels -7 als -18 m sota el nivell marí, amb profunditats màximes que superen per ben poc els -20 m.

La presència de passatges de dissolució, a les cotes més fondes de la cova, posa en evidència el comportament geoquímic agressiu de la zona freàtica litoral, que ha estat responsable de l'excavació dels buits i conductes inicials així com, encara més important, la progressiva eliminació per dissolució dels blocs resultants del col·lapse de les parets i voltes (GINÉS & GINÉS, 2007). L'agressivitat de les aigües freàtiques cal cercar-la en els processos geoquímics de mescla que es produeixen entre aigües dolces i marines (FRATESI, 2013), encara que altres autors emfatitzen el paper de les concentracions heterogènies de CO<sub>2</sub> com a factor explicatiu de l'espeleogènesi a algunes zones litorals (GULLEY et al., 2015). La gran rellevància dels processos d'esfondrament és un fet que es troba ben documentat en altres carsts eogenètics, tal i com succeeix en els exemples australians descrits per JENNINGS (1971), HILL (1984) i GRIMES (2006). En qualsevol cas, cal tenir present que la generació a les Coves del Drac d'unes grans sales que superen amb freqüència els 50 m d'ample (Figura 7), amb alçades de les voltes properes a la desena de metres, impliquen la necessitat de processos actius de dissolució freàtica durant un temps geològic suficient per a fer possible el increment volumètric de les sales; aquest creixement en volum requereix la destrucció eficaç i continuada dels productes d'esfondrament, els quals per definició ocupen més volum una vegada despresos en comparació amb l'espai que ocupaven quan formaven part de la roca encaixant.

Els fenòmens d'esfondrament i col·lapse es poden haver vist afavorits durant els períodes freds del Quaternari, moments en que les pulsacions del nivell marí han implicat fluctuacions negatives importants de la massa d'aigües freàtiques, amb la conseqüent pèrdua de suport hidrostàtic de les voltes associada a aquestes oscil·lacions regressives de signe glacio-eustàtic. Durant aquests episodis de descensos del nivell marí, a més de resultar afavorits els mecanismes de col·lapse de les voltes, també es fa possible la deposició d'espeleotemes vadosos en les parts baixes de les sales, les quals avui en dia es troben inundades per llacs salabrosos com a conseqüència de la pujada post-glacial de la Mediterrània.

De forma gairebé complementària als processos d'esfondrament, la deposició d'espeleotemes constitueix el segon terme del binomi morfològic que predomina a bona part de la cavitat, com a resultat de la important evolució en condicions vadoses que ha experimentat. La riquesa de la decoració





Figura 14: Les grans sales que formen els sectors terrestres de la cova presenten les seves cotes inferiors ocupades per extensos llacs d'aigües salabroses. Les morfologies dominants són els grans blocs rocosos d'esfondrament i la notable abundància d'espeleotemes (Foto: M.A. Gual).  
 Figure 14: The huge chambers forming the air-filled sections of the cave present their lower parts occupied by extensive brackish pools. The dominant morphological features are large heaps of breakdown blocks covering its floors and a remarkable abundance of speleothems (Photo: M.A. Gual).

crystal·lina de les Coves del Drac sempre ha cridat l'atenció dels visitants i investigadors (GAY & CHAMPSAUR, 1885; VUILLIER, 1888; MARTEL, 1896), que s'han fixat en aspectes concrets com són els sòtils totalment coberts per una munió de fines estalactites (FOURMARIER, 1926) en raó de la uniforme porositat de la roca, o han reportat la presència d'estalagmites, i espeleotemes en general, al fons dels actuals llacs de la cova (RODÉS, 1925a) com ja ha estat explicat més a dalt. El fet que els dipòsits estalagmítics i colades es presentin fossilitzant acumulacions de blocs rocosos d'esfondrament, ha ocasionat fenòmens de solifluxió i assentament del substrat, que han produït el basculament i/o fracturació d'abundants espeleotemes, tal i com ja fou reconegut per FAURA I SANS (1926).

### *Les formes de dissolució*

Ja s'ha comentat que les morfologies de dissolució cal cercar-les majoritàriament a les cotes inferiors, és a dir a les extensions subaquàtiques de la cova. Així, exemples de conductes i galeries freàtiques que aprofiten els plans d'estratificació sovintegen als passatges submergits propers al llac *Miramar* (*galeria de la Gran Duquessa de Toscana*, *galeries del Canal*), així com als sectors subaquàtics *Central* i *de Llevant* (per exemple, al *laberint del Sultà*) on es presenten juntament amb conductes de secció circular i arrodonida com els observables a la *galeria dels Domassos*, *els Conductes* o la *galeria de la Corrosió* (GRÀCIA, 2015). En alguns d'aquests passatges, a més de les microformes de dissolució consistents en concavitats de diverses mides, abunden les "facetes" (*solution facets*) que formen pendissos inclinats a les parets de les galeries, els quals representen la continuació cap avall de regates més o manco horitzontals de corrosió (*solution notches*); la *galeria dels Cocos* i les *galeries Hipòstiles* mostren exemples il·lustratius de les citades morfologies. Aquest tipus de formes es relacionen amb fenòmens de dissolució afavorits per lleus circulacions convectives, que tenen lloc en ambients freàtics molt poc dinàmics com els associats a les zones de mescla litoral (GRÀCIA et al., 2011a), encara que es tracta de morfologies de limitat valor diagnòstic que poden tenir un origen poligènic. Manquen del tot les formes relacionades amb fluxos abundantment dinàmics de les aigües subterrànies, com seria el cas dels *scallops*.

Una possibilitat que és necessari valorar cal cercar-la –per tal de descartar-la tot seguit– a les illes atlàntiques de les Bermudes, on extenses coves de col·lapse han estat atribuïdes als esfondraments de galeries excavades, durant els moments de davallada del nivell marí, per cursos subterranis vadosos (MYLROIE et al., 1995). En el nostre cas, no hi ha cap evidència que sustenti aquesta possible història espeleogenètica, ans al contrari està ben documentada l'existència de buits i conductes primigenis originats en condicions freàtiques.

Per altra banda, les extensions subaquàtiques explorades recentment han permès documentar la presència de molt abundants formes de dissolució de possible origen hipogènic, en el sentit enunciat per KLIMCHOUK (2007, 2009). Aquestes morfologies són gairebé omnipresents als sectors *subaquàtics Central i de Llevant* i a galeries properes al *llac Miramar*, com la *galeria dels Cocos*, *galeries del Canal* i *galeries de les Meravelles* (GRÀCIA, 2015; GRÀCIA et al., 2017). Les formes hipogèniques reportades inclouen estrets conductes verticals i/o laterals d'alimentació (*feeders*), així com altres morfologies d'elevat valor diagnòstic com són els canals ascendents excavats a les parets, els quals arriben a penetrar uns pocs centímetres a la roca de caixa amb llargàries entre decimètriques i mètriques. Aquests canals ascendents es converteixen freqüentment en espectaculars canals meandriformes de sostre (Figures 5 i 15), que poden assolir recorreguts importants d'algunes desenes de metres; alguns d'aquests canals arriben a encaixar-se fins a 40 cm en els sòtils de passatges com la *galeria Negra* i la *galeria dels Domassos*. Així mateix, a les voltes de les galeries sotaiguades s'observen nombroses cúpules de dissolució, que actuen de vegades com punts de descàrrega (*outlets*) dels fluxos agressius.

Morfologies de similars característiques també han estat observades a les zones terrestres, sempre bastant a prop de l'actual superfície de les aigües freàtiques; aquest és el cas dels estrets canals ascendents de dissolució existents, per exemple, a prop del *llac de les Delícies* i del *llac Miramar*, i a sectors molt concrets de la *cova Negra* i de la *cova de Lluís Salvador*.

Malgrat l'abundància de les evidències hipogèniques documentades a les Coves del Drac, aquestes no semblen especialment significatives pel que fa al volum de buits atribuïbles de forma directa a aquest vector espeleogenètic, trobant-se limitades en general a lleus retocs morfològics de les parets i voltes de la cavitat (GINÉS et al., 2017). En qualsevol cas el que resulta ben evident, des d'un punt de vista morfològic, és la rellevància dels processos de dissolució freàtica, independentment de les particularitats concretes dels possibles mecanismes genètics implicats: mescla d'aigües de diferents característiques geoquímiques, recàrrega basal hipogènica, i eventual participació de la recàrrega d'origen meteòric.

### ***Els llacs i els seus dipòsits específics***

No hi ha cap dubte que els espectaculars llacs salabrosos, que ocupen amplis sectors de les Coves del Drac, constitueixen un dels seus trets distintius. Aquests llacs cridaren fortament l'atenció dels primers visitants i, en bona mesura, són els responsables de les errònies interpretacions genètiques proposades a finals del segle XIX. Els actuals llacs de la cova corresponen a la seva inundació per mor de la pujada post-glacial del nivell de la mar, i representen simplement la manifestació visible de la cota que presenta la superfície de la massa d'aigües freàtiques litorals, que es troben en equilibri hidrodinàmic amb el present nivell de la Mediterrània.

Com ja s'ha argumentat als apartats precedents, les aigües de l'aquífer litoral d'aquest sector de la costa manacorina han tingut un protagonisme determinant, donat que la dissolució responsable de l'excavació de la cavitat es va produir en condicions freàtiques d'acord amb el context hidrogeològic i les morfologies de la cova (GINÉS & GINÉS, 2007; GINÉS et al., 2013; GRÀCIA, 2015). No obstant això, és oportú deixar constància que no s'han pogut obtenir evidències clares sobre el paper geoquímic agressiu de les aigües freàtiques actuals (BOOP et al., 2013, 2014), a part de l'eventual degradació observable als espeleotemes que es troben submergits a les aigües salabroses de la cavitat (GASCOINE, 1992).

Ans al contrari, cal reconèixer que les observacions sobre els llacs de la cova no s'han dedicat gaire a investigar el seu paper espeleogenètic, sinó que s'han focalitzat sobre l'existència de dipòsits cristal·lins relacionats amb la superfície de les seves masses d'aigua. Es tracta de precipitats calcaris que ja cridaren l'atenció de MARTEL (1896) i, amb posterioritat, varen ser objecte d'interessants comentaris per part de RODÉS (1925a, 1925b); en línies generals consisteixen en cridaners engrossiments cristal·lins localitzats en les immediacions de la superfície dels llacs, o que delimiten paleonivells rigorosament horitzontals disposats per damunt del pla de les aigües. Aquests paleonivells de cristal·litzacions foren encertadament interpretats per COLOM et al. (1957), autors que els relacionaren amb els sediments de platges del Pleistocè superior presents a la badia de Porto Cristo. Recentment aquest tipus de dipòsits cristal·lins, que es poden agrupar sota el terme general d'*espeleotemes freàtics*, han estat objecte d'abundants investigacions a nombroses coves mallorquines, amb l'obtenció d'interessants dades geocronològiques (TUCCIMEI et al., 2006, 2010; DORALE et al., 2010; GINÉS et al., 2012; POLYAK et al., 2018).

En el cas de les Coves del Drac actualment s'han reportat una dotzena d'alineacions d'espeleotemes freàtics, distribuïdes entre la cota +9 m per sobre del nivell marí i els -14 m per davall de la superfície de



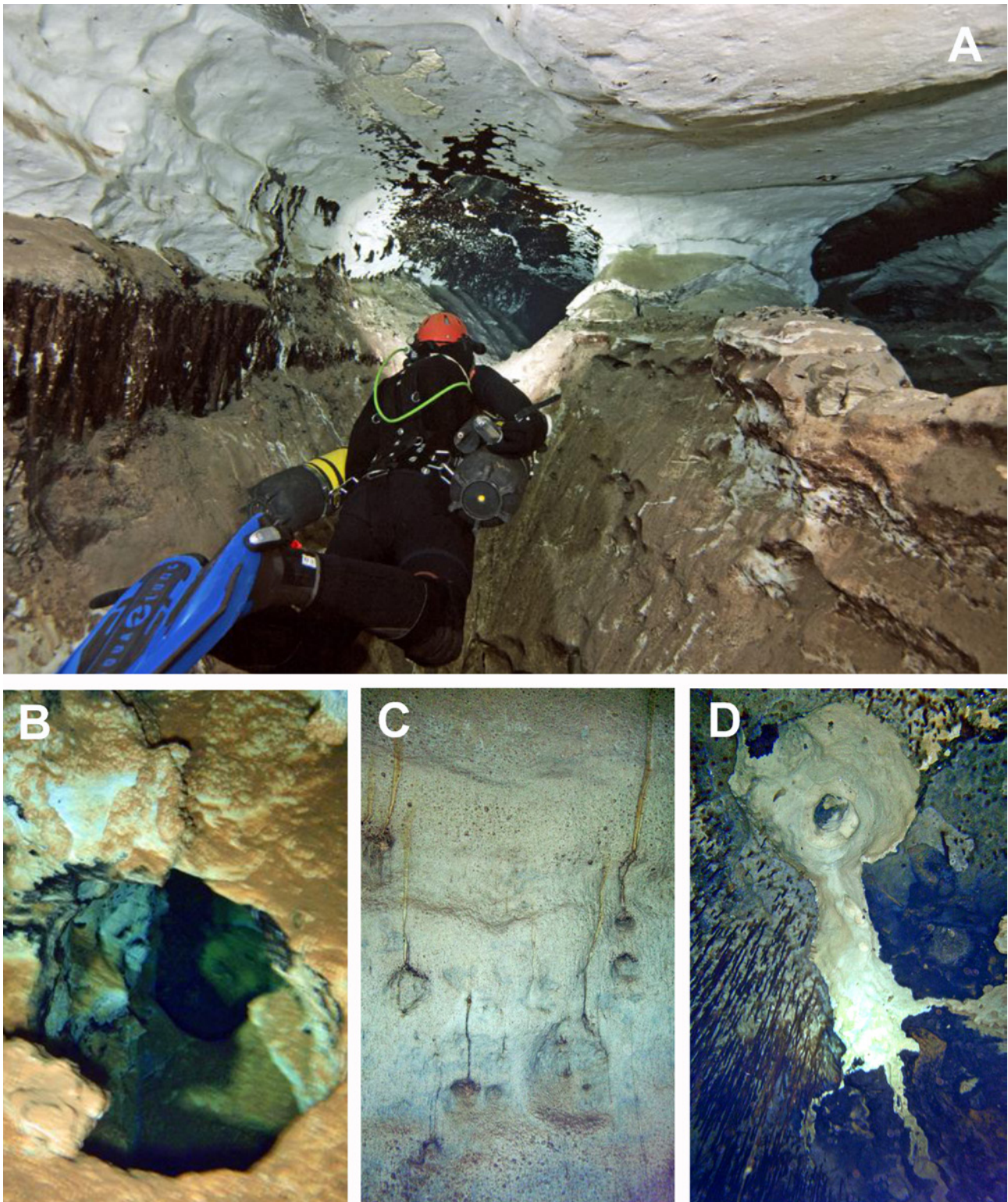


Figura 15: Morfologies de dissolució als sectors subaquàtics de les Coves del Drac. A: Galeries freàtiques de dimensions mitjanes s'observen a les zones més fondes, les quals freqüentment acaben en cul de sac. B: Els conductes verticals d'alimentació (*feeders*) s'observen en el trespol d'alguns passatges. C: Estrets canals ascendents es desenvolupen a partir de petits alvèols de dissolució. D: Alguns canals parietals ascendents connecten amb cúpules al sostre on s'obren petits conductes de descàrrega (*outlets*).

Figure 15: Solational morphologies existing at the underwater sections of Coves del Drac. A: Phreatic passages are present at the deepest parts of the cave, frequently showing abrupt dead-ends. B: Vertical feeding conduits are observed in the floor of some passages. C: Tiny ascending grooves develop from small solutional wall pockets. D: Some rising wall channels connect with ceiling cupolas in which small outlet conduits exist.





Figura 16: Espectacular conjunt d'espeleotemes freàtics holocens observables al sòtil de la galeria de les Delícies (Foto: A. Cirer).  
Figure 16: A spectacular assemblage of holocene phreatic speleothems extensively covers the ceiling of Galeria de les Delícies (Photo: A. Cirer).

les aigües (GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS, 2000; GRÀCIA, 2015). Els dipòsits cristal·lins situats en torn al present nivell dels llacs, o lleugerament per davall, són clarament d'edat holocena (Figura 16) i estan sent objecte de datació i investigació detallada, mitjançant el mètode de les sèries d'Urani. Fins al moment no es disposa encara de suficients datacions fiables dels paleonivells d'espeleotemes freàtics –tant positius (interglacials) com negatius (esdeveniments regressius)–, malgrat que també són l'objectiu d'investigacions en curs; els resultats de les datacions disponibles s'han vist afectats per processos diagenètics que han sofert aquests espeleotemes amb posterioritat a la seva formació. L'únic paleonivell que ha subministrat fins al moment una cronologia fiable és una alineació d'espeleotemes freàtics situada +3,3 m per sobre del nivell marí, atribuïble al Pleistocè inferior amb una edat de 1,23 Ma obtinguda amb el mètode U/Pb (B.P. Onac, com pers.); una datació anterior d'aquesta mateixa mostra, efectuada amb el mètode U/Th, havia subministrat una edat mínima >350 ka (GINÉS, 2000). Aquests dipòsits químics no aporten dades precises sobre la gènesi de la cova, amb l'excepció de cronologies mínimes on caldria situar la seva excavació, al temps que evidencien fins a quin punt l'evolució de la cavitat ha estat sotmesa a les fluctuacions glacio-eustàtiques de la Mediterrània. En qualsevol cas, les dades cronològiques de les coves litorals mallorquines posen de manifest que els processos espeleogenètics es remunten previsiblement al manco fins al Pliocè (GINÉS et al., 2011, 2014), i que les cavitats subterrànies han experimentat tan sols retocs morfològics menors al llarg del Quaternari.

## Discussió final: morfogènesi i evolució general de la cova

Amb la perspectiva històrica que hem anat construint al llarg de la revisió feta de les teories elaborades sobre la gènesi de les Coves del Drac, recolzada a més a més amb les observacions i argumentacions fruit de les investigacions dels darrers decennis, estem ara en condicions d'intentar establir el marc espeleogenètic on s'ubica l'excavació i evolució de la cavitat. Presumiblement, la formació de la cova s'emmarca dins els processos de carstificació litoral tal i com han estat enunciats en el *Carbonate Island Karst Model* (MYLROIE



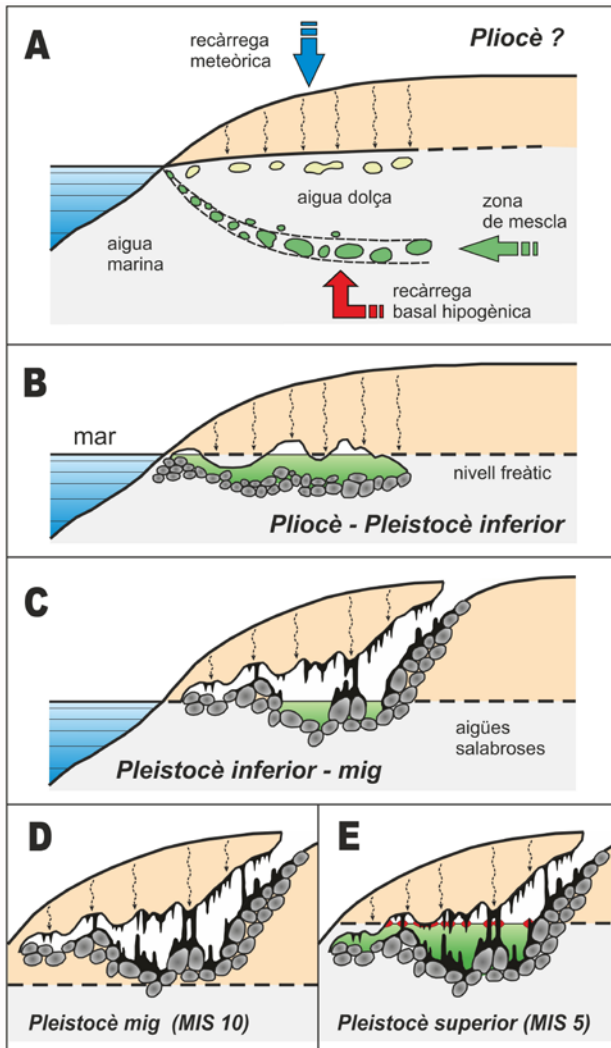


Figura 17: Seqüència evolutiva proposada per a la morfogènesi de les Coves del Drac. A: Excavació inicial per dissolució en règim freàtic lligada a la concurrència de tres vectors espeleogenètics, que són obviats a les següents vinyetes per simplicitat. B: Desenvolupament volumètric de la cavitat mitjançant esfondraments de les voltes i la dissolució gradual dels blocs de roca resultants. C: Espectaculars fenòmens d'estalagmitització cobreixen un potent substrat de blocs rocosos. D: Durant les oscil·lacions pleistocèniques negatives del nivell marí (episodis de signe fred) es formen estalagmites aèries en el que són els actuals llacs de la cova. E: Les fluctuacions glacio-eustàtiques positives del nivell marí (interglacials) queden enregistrades en forma d'alineacions d'espeleotemes freàtics.  
 Figure 17: Evolutionary sequence proposed to explain the morphogenesis of Coves del Drac. A: Initial phreatic excavation by dissolution linked to the concurrence of three speleogenetic vectors, that are obviated in the following frames for simplicity. B: Volumetric enlargement of the cave by means of ceiling's collapse, together with the progressive dissolution of the resulting breakdown blocks. C: Spectacular speleothems deposition phenomena cover thick accumulations of fallen rock blocks and boulders. D: During Pleistocene sea level falls (cold events) stalagmites can be formed in the present-day sea level pools of the cave. E: Positive glacioeustatic fluctuations of the sea level (interglacials) are recorded as alignments of phreatic overgrowths on speleothems (POS).

—El progressiu creixement dels buits produïts per dissolució freàtica va incrementar la porositat i permeabilitat de la roca, afavorint entre d'altres coses el desencadenament de processos de col·lapse allà on la presència de cavitats primigènies havia originat zones d'acusada inestabilitat mecànica. Els blocs rocosos resultants del reajustament mecànic de les parets i les voltes varen anar sent retirats de manera gradual, mitjançant la seva dissolució en les aigües salabroses de l'aqüífer. És possible que les oscil·lacions del nivell freàtic, relacionades amb fluctuacions negatives del nivell marí, hagin estat un factor important afavoridor dels esfondraments; en aquest sentit, cal suposar que les voltes dels passatges subterranis es veren afectades per repetits desequilibris i tensions, en perdre el suport mecànic de les aigües freàtiques durant les davallades glacio-eustàtiques de la Mediterrània.

& CAREW, 2000; MYLROIE & MYLROIE, 2007), que explica l'excavació de cavitats de dissolució en la zona freàtica de mescla litoral existent a la perifèria de les illes carbonatades. Malgrat aquesta afirmació de caràcter molt general, és precís remarcar que el patró topogràfic i la morfologia de la cova tenen molt poc a veure amb els trets distintius de les coves marginals litorals (*flank margin caves*), que foren descrites per MYLROIE & CAREW (1990) a partir dels exemples de les Bahames; aquesta tipologia de cavitat ha passat a ser considerada una mena de paradigma de l'espeleogènesi a les illes i les costes calcàries degut, tal vegada, a una excessiva generalització del terme en la bibliografia internacional.

Els condicionants geològics i hidrològics de la carstificació costanera són molt variats, tal i com posen de manifest importants monografies com la de LACE & MYLROIE (2013), on es descriuen les manifestacions de carst litoral investigades arreu del món. De fet el *Carbonate Island Karst Model* (MYLROIE & MYLROIE, 2007) distingeix diferents situacions, de complexitat lito-estructural creixent, on es podria arribar a enquadrar la carstificació litoral del llevant de Mallorca. En aquest sentit, els grans sistemes subterranis de la regió del Migjorn de l'illa –per exemple, la Cova de sa Gleda (GRÀCIA et al., 2010) o la Cova des Pas de Vallgornera (GINÉS et al., 2014)– presenten nombrosos trets morfogenètics en comú amb escenaris de carstificació de les costes continentals, com la península de Yucatan (SMART et al., 2006), allunyant-se totalment del paradigma de *flank margin cave* que fou definit en base a les cavitats existents a illes de dimensions petites com són les Bahames (LARSON & MYLROIE, 2018). A tot això, cal afegir la possible implicació dels mecanismes de recàrrega hipogènica de l'aqüífer litoral (GRÀCIA, 2015; GINÉS et al., 2017), que poden haver contribuït de manera determinant a l'excavació dels grans buits presents a aquest sectors de les costes de Mallorca.

Partint de les premisses exposades al llarg del present treball i ja avançades parcialment en publicacions precedents (GINÉS & GINÉS, 1991, 1992), la història morfogenètica de les Coves del Drac (Figura 17) la podríem resumir en les següent fases:

—Desenvolupament d'horitzons de dissolució en condicions freàtiques, que generaren una xarxa de buits i conductes de geometria irregular, sobretot per mor del caràcter difús i poc jerarquitzat de la circulació de les aigües subterranies. Els agents espeleogenètics implicats serien l'agressivitat lligada a les zones de mescla, sobretot entre aigües dolces i marines, l'existència d'una descàrrega difusa de l'aqüífer litoral, així com una possible recàrrega no meteòrica d'origen hipogènica. Aquesta fase previsiblement podria haver tingut lloc durant el Pliocè, començant fins i tot a les darreries del Miocè (Messinià).

—Les cavitats experimentaren una considerable evolució en condicions vadoses, com a conseqüència d'una complexa successió de crisis mecàniques, que provocaren esfondraments generalitzats, i moments de relativa estabilitat que permeteren el creixement d'espeleotemes convencionals. Mentre les davallades del nivell marí propiciaren els processos de col·lapse, els ascensos facilitaren el buidat de la cova en submergir dins les agressives aigües freàtiques les bases de les acumulacions de blocs rocosos caiguts. Com a resultat d'aquesta alternança tingué lloc un creixement volumètric notable de la cavitat, que és l'actual responsable del desmantellament gradual de la xarxa de buits i conductes primigenis, al temps que la cova anava migrant cap a la superfície fins a produir-se l'obertura d'accessos naturals. Les fluctuacions glacio-eustàtiques del nivell marí interferiren en els processos de deposició dels espeleotemes convencionals, inhibint el seu creixement a les zones negades o ocasionant la submersió d'espeleotemes aeris, formats durant les davallades del nivell de la mar. Les fluctuacions més recents de la Mediterrània han quedat enregistrades mitjançant les espectaculars i curioses alineacions d'espeleotemes freàtics.

L'enquadrament cronològic de l'esquema evolutiu, que s'ha exposat més a dalt, es fonamenta en les informacions provinents d'altres coves litorals de Mallorca (GINÉS et al., 2011, 2014), però recolzades per les escasses dades geocronològiques procedents de les pròpies Coves del Drac. Així, les datacions radiomètriques efectuades a partir d'espeleotemes freàtics situats per sobre del present nivell marí certifiquen que la cova ja hauria assolit una aparença i un volum similar a l'actual al manco durant el Pleistocè mitjà, havent experimentat retocs morfològics poc importants al llarg del Pleistocè superior i l'Holocè. Amb aquestes dades, l'atribució al Pliocè dels principals processos d'espeleogènesi és una probabilitat del tot plausible, amb independència que durant la transició Miocè-Pliocè pogués començar la carstificació de l'àrea.

Un punt que tampoc es troba de moment suficientment documentat és el grau de participació dels processos hipogènics en la gènesi de la cavitat. La morfologia actual de la cova suggereix que es tracta de lleus retocs morfològics recents, que afecten a les parets i voltes d'una xarxa subterrània amb una dilatada història evolutiva. No obstant això, no es pot descartar que l'alimentació basal, d'origen hipogènic, hagi estat un vector genètic que ja era actiu en les fases primerenques de la formació de la cova, contribuint al comportament agressiu de les aigües freàtiques.

## Agraïments

Cal agrair les facilitats de tot tipus dispensades, al llarg de les nostres activitats, per part dels propietaris, gestors i personal de les Coves del Drac. És necessari també deixar constància de la nostra gratitud cap a Antoni Cirer i Miquel Àngel Gual, que han facilitat part de les fotografies que il·lustren aquestes pàgines. El present treball s'emmarca dins dels projectes d'investigació del MINECO, CGL2013-48441-P i CGL2016-79246-P (AEI-FEDER, UE).

## Bibliografia

- BACK, W.; HANSHAW, B.B. & VAN DRIEL, J.N. (1984): Role of groundwater in shaping the Eastern coastline of the Yucatan peninsula. In: LaFLEUR, R.G. (ed.) *Groundwater as a geomorphic agent*. Allen & Unwin. 281-293. Boston.
- BOOP, L.M.; ONAC, B.P.; WYNN, J.G.; FORNÓS, J.J. & RODRÍGUEZ-HOMAR, M. (2013): Water column variability in a coastal tourist cave in Mallorca, Spain. In: LAND, L. & JOOP, M. (eds.) *Proceedings of the 20th National Cave and Karst Management Symposium, NCKRI Symposium 3*. National Cave and Karst Research Institute. 41-45. Carlsbad, USA.
- BOOP, L.M.; ONAC, B.P.; WYNN, J.G.; FORNÓS, J.J.; RODRÍGUEZ-HOMAR, M. & MERINO, A. (2014): Groundwater geochemistry observations in littoral caves of Mallorca (western Mediterranean): implications for deposition of phreatic overgrowths on speleothems. *International Journal of Speleology*, 43 (2): 193-203. Tampa, USA.
- BOOP, L.M.; WYNN, J.G.; THOMPSON, G.; FORNÓS, J.J. & ONAC, B.P. (2017): Interactions between surface conditions, the Mediterranean Sea, and cave climate within two littoral caves in Mallorca: implications for the formation of phreatic overgrowths on speleothems. *Journal of Cave and Karst Studies*, 79 (1): 59-72. Huntsville, USA.
- COLOM, G.; CUERDA, J. & MUNTANER, A. (1957): Les formations quaternaires de Majorque. In: SOLÉ-SABARÍS, L.; HERNÁNDEZ-PACHECO, F.; JORDÀ, F. & PERICOT, L. (eds.) *Livret Guide de l'Excursion L. Levant et Majorque*. V Congrès International INQUA. 27-52. Madrid.
- DARDER, B. (1925): La tectonique de la région orientale de l'Île de Majorque. *Bull. Soc. Géol. de France*, 4<sup>a</sup> série, 25 (4-5): 245-278. Paris.



- DARDER, B. (1930): Algunos fenómenos cársicos en la isla de Mallorca. *Ibérica*, 33 (818): 154-156. Barcelona.
- DORALE, J.A.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; TUCCIMEI, P. & PEATE, D.W. (2010): Sea-level highstand 81,000 years ago in Mallorca. *Science*, 327: 860-863. Washington.
- FAURA I 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.
- FORD, D.C. & WILLIAMS, P.W. (2007): *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. John Wiley & Sons Ltd. 562 pàgs. Chichester, UK.
- FOURMARIER, P. (1926): Quelques observations sur l'ornamentation naturelle de deux grottes de l'île de Majorque. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, 49: 320-322. Liège, Bèlgica.
- FRATESI, B. (2013): Hydrology and geochemistry of the freshwaters lens in coastal karst. In: LACE, M.J. & MYLROIE, J.E. (eds) *Coastal Karst Landforms*. Springer. Coastal Research Library, Vol. 5: 59-75. Dordrecht, Holanda.
- GASCOINE, W. (1992): Water chemistry in Cuevas del Drach, Majorca. *Cave Science*, 19 (2): 51-54.
- GAY, S. & CHAMPSAUR, B. (1885): *Album de las Cuevas de Artá y Manacor*. Luis Fàbregas, Librería Española. 50 pàgs + 25 gravats. Palma de Mallorca. Barcelona.
- GINÉS, A. (1999): Edouard-Alfred Martel et la spéléologie à Majorque. In: ANDRÉ, D. & DUTHU, H. (eds.) *L'homme qui voyageait pour les gouffres*. Archives Départementales de la Lozère. 291-300. Mende, França.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1977): Datos bioespeleológicos obtenidos en las aguas cársicas de la isla de Mallorca. *6<sup>e</sup> Simposium d'Espeleologia*. Escola Catalana d'Espeleologia - S.I.S. del C.E. de Terrassa. 81-95. Terrassa, Barcelona.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1987): Características espeleológicas del karst de Mallorca. *Endins*, 13: 3-19. Palma.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1991): Morfologies kársticas. Karst costero y espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca. Espeleotemas freáticos y paleoniveles del Mediterráneo. In: GRIMALT, M. & RODRÍGUEZ-PÉREA, A. (eds.) *Libro-Guía de las Excursiones de las VII Jornadas de Campo de Geografía Física*. Universitat de les Illes Balears. 109-142, 197-206. Palma.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20. Palma.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67. Bologna, Itàlia.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & GRÀCIA, F. (2013): 11. Cave development and patterns of caves and cave systems in the eogenetic coastal karst of southern Mallorca (Balearic Islands, Spain). In: LACE, M.J. & MYLROIE, J.E. (eds.) *Coastal karst landforms*. Springer. Coastal Research Library, Vol. 5: 245-260. Dordrecht, Holanda.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs + 29 làms. Inèdit.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1976): Ses Coves del Pirata. *Endins*, 3: 41-45. Palma.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1989): El karst en las islas Baleares. In: DURÁN, J.J. & LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. (eds.) *El karst en España*. Sociedad Española de Geomorfología, Monografía n° 4: 163-174. Madrid.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1994a): Coves del Drac, Manacor (Mallorca). *Tecno Ambiente*, 39: 73-80. Madrid.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1994b): Coves del Drac, Manacor (Mallorca). In: FRASA Ingenieros Consultores S.L. (ed.) *Mundo Subterráneo*. TIASA. 73-80. Madrid.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2009): Proposta d'una nova classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins*, 33: 5-18. Palma.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2008): Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79. Palma.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009): On the role of hypogene speleogenesis in shaping the coastal endokarst of southern Mallorca (Western Mediterranean). In: KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (eds.) *Hypogene speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1: 91-99. Simferopol, Ucraïna.
- GINÉS, J.; GINÉS, A. & FORNÓS, J.J. (2011): Dades sobre paleocars i espeleocronologia 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: 213-226. Palma.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; TUCCIMEI, P.; ONAC, B.P. & GRÀCIA, F. (2012): Phreatic Overgrowths on Speleothems (POS) from Mallorca, Spain: updating forty years of research. In: GINÉS, A.; GINÉS, J.; GÓMEZ-PUJOL, L.; ONAC, B.P. & FORNÓS, J.J. (eds.) *Mallorca: a Mediterranean benchmark for Quaternary studies*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 18: 111-146. Palma.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2014): Geologic constraints and speleogenesis of Cova des Pas de Vallgornera, a complex coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 43 (2): 105-124. Tampa, USA.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; ONAC, B.P. & GINÉS, A. (2016): Hypogene imprints in coastal karst caves from Mallorca Island (Western Mediterranean): a review of the current knowledge on their morphological features and speleogenesis. In: CHAVEZ, T. & REEHLING, P. (eds.) *Proceedings of Deepkarst 2016: origins, resources and management of hypogene karst*. National Cave and Karst Research Institute. Symposium 6: 105-113. Carlsbad, USA.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; ONAC, B.P. & GINÉS, A. (2017): 5. Hypogene imprints in coastal karst caves of Mallorca Island (Western Mediterranean): morphological features and speleogenetic approach. In: KLIMCHOUK, A.; PALMER, A.N.; DE WAELE, J.; AULER, A.S. & AUDRA, P. (eds.) *Hypogene karst regions and caves of the World*. Springer International Publishing AG. Cave and Karst Systems of the World. 99-112. Cham, Suïssa.

- GRÀCIA, F. (2015): *Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del llevant i migjorn de Mallorca*. Tesi Doctoral. Programa de Doctorat de Geografia, Universitat de les Illes Balears. 984 pàgs. Inèdit.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FORNÓS, J.J.; URIZ, M.J.; MARTÍN, D.; GIL, J.; GRACIA, P.; FEBRER, M. & PONS, G.X. (2005): La Cova des Coll (Felanitx, Mallorca): espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata - Pont - Piqueta (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P. & FORNÓS, J.J. (2010): El sistema de cavitats Gleda - Camp des Pou (Manacor, Mallorca). *Endins*, 34: 35-68. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P. & FORNÓS, J.J. (2011a): Morfologies de corrosió de la zona de mescla a les coves subaquàtiques de la franja litoral del Llevant i Migjorn de Mallorca. 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: 133-146. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, J.E.; 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 excavada a les eolianites quaternàries i als materials del Pliocè. *Endins*, 36: 69-96. Palma.
- GRÀCIA, F.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, F.; FORNÓS, J.J.; BETTON, N.; LÁZARO, J.C.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.A.; VIVES, M.A. & ANSALI, D. (2017): Les coves del Drac: 1896-2016. Les descobertes subaquàtiques. *IX Jornades d'Estudis Locals de Manacor: Llegendes, mentides i altres equívocs. Expressions de cultura popular a Manacor*: 13 i 14 de maig de 2016. 421-439. Manacor.
- GRIMES, K.G. (2006): Syngenetic karst in Australia: a review. *Helictite*, 39 (2): 27-38. Broadway, NSW, Austràlia.
- GULLEY, J.D.; MARTIN, J.B.; MOORE, P.J.; BROWN, A.; SPELLMAN, P.D. & EZELL, J. (2015): Heterogeneous distributions of CO<sub>2</sub> may be more important for dissolution and karstification in coastal eogenetic limestone than mixing dissolution. *Earth Surface Processes and Landforms*, 40 (8): 1057-1071.
- HABSBURG-LOTHRINGEN, L.S. (1884): *Die Balearen in Wort und Bild geschildert*. Brockhaus. Band 5/2. Leipzig, Alemanya.
- HILL, A.L. (1984): The origin of the Kelly Hill caves, Kangaroo Island, S.A. [escrit en 1957 i publicat pòstumament, amb una nota de J.N. Jennings]. *Helictite*, 22 (1): 6-10. Broadway, NSW, Austràlia.
- JENNINGS, J.N. (1971): *Karst*. The M.I.T. Press. 252 pàgs. Cambridge, Massachusetts and London.
- JOLY, R. de (1929): Explorations spéléologiques à Majorque (1929). *Rev. Geog. Phys. et Géol. Dyn.*, 2 (3): 233-245. París.
- 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<sup>a</sup> série, 5: 65-66. París.
- KLIMCHOUK, A.B. (2007): *Hypogene speleogenesis: hydrogeological and morphogenetic perspective*. National Cave and Karst Research Institute. Special paper 1, 106 pàgs. Carlsbad, New Mexico.
- KLIMCHOUK, A.B. (2009): Morphogenesis of hypogenic caves. *Geomorphology*, 106: 100-117.
- KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) (2000): *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 527 pàgs. Huntsville, USA.
- LACE, M.J. & MYLROIE, J.E. (eds.) (2013): *Coastal karst landforms*. Springer. Coastal Research Library, Vol. 5. 429 pàgs. Dordrecht, Holanda.
- LARSON, E.B. & MYLROIE, J.E. (2018): Diffuse versus conduit flow in coastal karst aquifers: the consequences of island area and perimeter relationships. *Geosciences*, 8 (268). 25 pàgs. Basilea.
- LOZANO, R. (1884): *Anotaciones físicas y geológicas de la isla de Mallorca*. Excma. Diputación Provincial de Baleares. Imprenta de la Casa de Misericordia. 10-12. Palma.
- 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, E.A. (1896): Sous Terre (neuvième campagne). Cueva del Drach, a Majorque - Scialets du Vercors - Chouruns de Dévoluy. *Ann. Club Alpin Français*, 23<sup>ème</sup> année. 368-413 + 1 plànol. París.
- MARTEL, E.A. (1903): Les cavernes de Majorque (Iles Baléares). *Spelunca, Bull et Mém. Soc. Spéleol.*, 5 (32): 1-32 + 8 làms. fotos + 1 plànol. París.
- MARTEL, E.A. (1921): *Nouveau Traité des Eaux Souterraines*. Doin. 838 pàgs. París.
- MERINO, A. & FORNÓS, J.J. (2010): Los conjuntos morfológicos de flujo ascendente (Morphological Suite of Rising Flow) en la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 34: 87-102. Palma.
- MERINO, A.; GINÉS, J. & FORNÓS, J.J. (2011): Evidències morfològiques de processos hipogènics a cavitats de Mallorca. 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: 165-182. Palma.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (1990): The flank margin model for dissolution cave development in carbonate platforms. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15: 413-424.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (2000): Speleogenesis in coastal and oceanic settings. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 226-233. Huntsville, USA.
- MYLROIE, J.E.; CAREW, J.L. & VACHER, H.L. (1995): Karst development in the Bahamas and Bermuda. In: CURRAN, H.E. & WHITE, B. *Terrestrial and shallow marine geology of the Bahamas and Bermuda*. Geological Society of America, Special Paper 300: 251-267.



- MYLROIE, J.R. & MYLROIE, J.E. (2007): Development of the carbonate island karst model. *Journal of Cave and Karst Studies*, 69 (1): 59-75. Huntsville, USA.
- NÚÑEZ-JIMÉNEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Academia de Ciencias de Cuba. 224 pàgs. La Habana.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave Geology*. Cave Books. 454 pàgs. Dayton, Ohio, USA.
- PLUMMER, L.N. (1975): Mixing of sea water with calcium carbonate ground water. In: WHITTEN, E.H.T. (ed.) *Quantitative studies in geological sciences*. Geological Society of America Mem. 142: 219-236.
- POLYAK, V.J.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; HAY, C.; ASMEROM, Y.; DORALE, J.A.; GINÉS, J.; TUCCIMEI, P. & GINÉS, A. (2018): A highly resolved record of relative sea level in the western Mediterranean Sea during the last interglacial period. *Nature Geoscience*, 11 (11): 860-864.
- PUIG Y LARRAZ, G. (1896): *Cavernas y simas de España*. Est. Tip. de la viuda e hijos de M. Tello. 440 pàgs. Madrid.
- RODÉS, L. (1925a): 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.
- RODÉS, L. (1925b): Los cambios de nivel en las Cuevas del Drach (Manacor, Mallorca) y su oscilación rítmica de 40 minutos. *Ibérica*, 23 (573): 232-238. Tortosa, Tarragona.
- SMART, P.L.; BEDDOWS, P.A.; COKE, J.; DOERR, S.; SMITH, S. & WHITAKER, F.F. (2006): Cave development on the Caribbean coast of the Yucatan Peninsula, Quintana Roo, Mexico. In: HARMON, R.S. & WICKS, C. (eds.) *Perspectives on karst geomorphology, hydrology and geochemistry*. Geological Society of America, Special Paper 404: 105-128.
- THOMAS-CASAJUANA, J.M. & MONTORIOL-POUS, J. (1951): Los fenómenos kársticos de Parelleta (Ciudadela, Menorca). *Speleon*, 2 (4): 191-216. Oviedo.
- TOBELLA, F.X. (1882): XII. Excursió a Palma, Covas de Artá i de Manacor (Mallorca). 25 de Juny a 4 de Juliol de 1880. *Anuari de la Associació d'Excursions Catalana. Any primer 1881*. Tipografia de Jaume Jepús. 287-316 + 1 plànol. Barcelona.
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet - Cala Varques. *Endins*, 4: 21-42. Palma.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, C.; GINÉS, A.; GRÀCIA, E.; FORNÓS, J.J. & TADDEUCCI, A. (2006): Last interglacial sea level changes in Mallorca island (Western Mediterranean). High precision U-series data from phreatic overgrowths on speleothems. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 50 (1): 1-21. Berlín.
- TUCCIMEI, P.; SOLIGO, M.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; KRAMERS, J. & VILLA, I.M. (2010): Constraining Holocene sea levels using U-Th ages of phreatic overgrowths on speleothems from coastal caves in Mallorca (Western Mediterranean). *Earth Surface Processes and Landforms*, 35 (7): 782-790. Londres.
- VACHER, H.L. & MYLROIE, J.E. (2002): Eogenetic Karst from the perspective of an equivalent porous medium. *Carbonates and Evaporites*, 17 (2): 182-196.
- VUILLIER, G. (1888): Voyage aux îles Baléares. *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 Monagues. Escala 1/500*. Lit. Catalana. 1 plànol. Palma.







# El registre sedimentari de la part subaquàtica de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)

Alejandro PILARES<sup>1</sup>, Joan J. FORNÓS<sup>1,2</sup>, Francesc GRÀCIA<sup>1,2</sup> i Lluís GÓMEZ-PUJOL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma. Email: joan.fornos@uib.cat

<sup>2</sup> Societat Espeleològica Balear. Palma.

## Abstract

During the past few years, studies concerned with sediments in littoral underwater caves have experienced a huge growth because the development of cave-diving exploration and dating techniques. Coves del Drac (Mallorca, Western Mediterranean), which are one of the most relevant karstic system of the island of Mallorca, develop on Upper Miocene carbonate rocks cropping out along the east coast of Mallorca. Recent speleodiving surveys provide new opportunities to deep in the knowledge of the cave and specifically this work deals with the sediments accumulated along the underwater galleries and chambers. This study shows the physico-chemical analysis of 19 sediment samples taken from different areas along the cave. Four major sedimentary facies have been obtained by means of statistical treatment of physico-chemical data. There are two carbonate facies, ranging in grain size from silt to fine sand. The first one relates with calcite rafts crystals derived from the chemical precipitation at the air-water interface, and the second one with the accumulation of carbonate grains as a product of cave rock wall granular disintegration. On the other hand, there are other two facies with heterogeneous mineralogy and grain size, but with a distinctive feature such as the presence of oxides and siliceous materials and a decline in clay content. These facies are mainly related to sediment transport processes triggered by water infiltration inside the cave system. From a spatial point of view all the sedimentary processes and mechanism account all around the cave but with different degrees; therefore, very often it is not easy distinguishing between the different facies. Otherwise the characterized sediments resemble or are very similar to those from other coastal karst caves of eastern Mallorca.

## Resum

Durant els últims anys, els estudis sobre sediments en coves subaquàtiques litorals han experimentat un gran creixement degut al desenvolupament de tècniques d'espeleobusseig i de datació. Les coves del Drac (Mallorca, Mediterrània occidental), que són un dels sistemes càrstics més rellevants de l'illa de Mallorca, es desenvolupen en les roques carbonatades del miocè superior que es troben al llarg de la costa est de Mallorca. Les recents descobertes subaquàtiques proporcionen noves oportunitats per aprofundir en el coneixement de la cova i específicament aquest treball s'ocupa dels sediments acumulats al llarg de les galeries i sales sotaiguades. Aquest estudi mostra l'anàlisi físico-química de 19 mostres de sediment preses en diferents àrees al llarg de la cova. S'han distingit quatre facies sedimentàries importants mitjançant el tractament estadístic de les dades físico-químiques. Hi ha dues facies carbonatades, amb una mida de gra entre els llims i les arenes. La primera es relaciona amb els cristalls de calcita flotant derivats de la precipitació química produïda en la interfase aire-aigua, i la segona amb l'acumulació de grans de carbonat com a producte de la desintegració granular de la roca encaixant. D'altra banda, hi ha altres dues facies amb una mineralogia i mida de gra heterogènia, però amb una característica distintiva com és la presència d'òxids, materials silícis i una disminució en el contingut d'argila. Aquestes facies es relacionen principalment amb els processos de transport de sediments desencadenats per la infiltració d'aigua dins del sistema subterrani. Des d'un punt de vista espacial tots els processos i mecanismes sedimentaris actuen a tot el sistema, però amb diferents graus; per tant, molt sovint no és fàcil distingir entre les diferents facies. Amb tot, els sediments caracteritzats s'assemblen o són molt similars als d'altres coves càrstiques litorals de l'est de Mallorca.

Pilares, A.; Fornós, J.J.; Gràcia, F. i Gómez-Pujol, L. (2018): El registre sedimentari de la part subaquàtica de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca).

Papers Soc. Espeleo. Balear, 1: 165-180. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear.

Rebut: 28 gener 2019; Revisat: 4 febrer 2019; Acceptat: 4 febrer 2019.

Publicat online: 11 febrer 2019.

## Introducció

La litologia carbonatada del miocè superior que constitueix la costa sud i est de l'illa de Mallorca, és un medi idoni per al desenvolupament de fenòmens càrstics superficials i subterranis (FORNÓS & GELABERT, 2011). Tant és així que aquesta zona es caracteritza per l'elevada presència de coves càrstiques que estan molt vinculades a la zona de mescla d'aigües continentals i marines (GINÉS & GINÉS, 2011).

L'obertura a l'exterior d'aquests àmbits subterranis per processos de col·lapse, així com la presència de fractures provocades per reajustaments post-orogènics i la permeabilitat que caracteritza el substrat, fa que drenin al seu interior part de les aigües d'escorrentia i per tant que actuïn com a trampes naturals de sediments clàstics (BOSCH & WHITE, 2004). Aquests materials tendeixen a acumular-se prop de les entrades de la cova i es distribueixen gradualment segons la seva mida de gra, procés que està determinat per les característiques geomorfològiques de la pròpia cavitat i de la intensitat del flux (WHITE, 2007).

No obstant això, l'aportació de sediments externs no resulta excessivament important en aquests àmbits subterranis (FORNÓS et al., 2011), principalment per la naturalesa carbonatada del substrat i per una cobertura edàfica molt escassa (SIQUIER et al., 2001), així com també per les particularitats hidrogeològiques d'aquesta zona de l'illa, caracteritzada per una pluviometria limitada (GUIJARRO, 2007) sobre un relleu suau. Malgrat tot, cal destacar la presència històrica d'episodis puntuals de precipitació elevada i intensa (GRIMALT, 1992) que afavoreixen el transport de sediments en suspensió per escorrentia superficial (JULIEN, 1995).

Un aspecte significatiu d'aquestes cavitats litorals és la presència de zones inundades al seu interior, les quals tenen unes condicions geoquímiques particulars, que controlen els processos de dissolució i corrosió de les parets de la cova, vinculades a la presència d'haloclines (BACK et al., 1984). A la superfície d'aquests llacs freàtics, que està relacionada amb el nivell de la mar actual, també es pot produir l'efecte contrari i donar-se una precipitació química de calcita flotant, que en els sediments es tradueix en una elevada presència de sediments de composició carbonatada (FORNÓS et al., 2009; GRÀCIA et al., 2007b). A més, la important influència marina existent en algunes cavitats litorals contribueix a la deposició de fàcies específiques en el seu interior (GINÉS, 2000). Aquesta varietat de processos geomorfològics presents al carst litoral, determina l'existència de diverses fàcies sedimentàries en aquestes cavitats (FORNÓS et al., 2009), encara que aquests dipòsits no solen aconseguir potències excessivament importants (FORNÓS et al., 2011).

A la bibliografia càrstica, els estudis sobre els sediments presents a les coves són un tema que compta amb una llarga tradició, encara que en les últimes dècades són pocs els treballs que han tractat el tema de manera específica (FORD, 2001; SASOWSKY & MYLROIE, 2004). Un dels temes recurrents en els estudis sobre sediments a cavitats és l'interès per establir-ne un esquema general de classificació (BÖGLI, 1980; WHITE, 1988; GILLIESON, 1996; BOSCH & WHITE, 2004). En aquest sentit destaca la síntesi realitzada per FORD & WILLIAMS (2007), aplicable als diferents àmbits subterranis i en la qual es diferencia entre dos grans grups de sediments: els al·lòctons (procedents de l'exterior) i els autòctons (produïts a l'interior de la cavitat).

En els últims anys aquesta tendència s'ha revertit i l'estudi de sediments s'ha convertit en un dels temes importants dins de la bibliografia o la producció científica càrstica, principalment gràcies a l'aplicació d'avançades tècniques de datació en l'estudi sedimentològic (WHITE, 2007), entre les quals destaca la del Carboni-14. Aquest tipus de treballs suposen una enorme contribució en el coneixement dels processos sedimentaris involucrats en l'espeleogènesi i el desenvolupament de les cavitats litorals càrstiques, els quals estan vinculats amb diferents aspectes hidrològics com són les oscil·lacions del nivell de la mar (VAN HENGSTUM et al., 2011) i l'abast de la zona de mescla d'aigües (MYLROIE & MYLROIE, 2007).

A escala insular l'anàlisi dels sediments en cavitats s'ha centrat principalment al litoral del Migjorn i Llevant de Mallorca, en part associat al desenvolupament de les activitats d'espeleobusseig de l'última dècada, que han permès aprofundir en el coneixement d'aquests ambients i poder tenir accés al registre sedimentari de les zones inundades (FORNÓS et al., 2008; GRÀCIA et al., 2003, 2005, 2006, 2007a, 2009).

Inicialment, aquests estudis eren pràcticament de caràcter descriptiu, però en els últims anys destaca l'inici de treballs més analítics que relacionen els sediments amb els processos implicats en la seva deposició i amb altres aspectes morfològics i espeleogenètics de les cavitats (FORNÓS et al., 2009, 2010, 2014), que permeten aprofundir d'una forma important en el coneixement del carst balear.

En aquesta línia, l'objectiu del present estudi és determinar els processos i mecanismes involucrats en la formació, transport i deposició sedimentària a les coves del Drac, per comprendre millor les particulars dinàmiques hidrològiques de les cavitats anquihalines del litoral est i sud de Mallorca. Degut a la important relació existent entre les fàcies sedimentàries i processos implicats, s'ha realitzat una anàlisi físico-química dels dipòsits superficials presents en el substrat de les galeries i sales negades de la cavitat, per tal d'identificar i classificar les fàcies sedimentàries i determinar els processos sedimentaris que actuen i/o han actuat al llarg del sistema.

## Característiques generals de la cavitat

Les coves del Drac són una important cova turística que se situa en el que es coneix com a Marina de Manacor (est de Mallorca), a prop del nucli urbà de Porto Cristo (UTM 528340-4376285) i constitueixen un dels sistemes càrstics més destacats de l'illa. Geològicament es desenvolupen en les calcàries del miocè



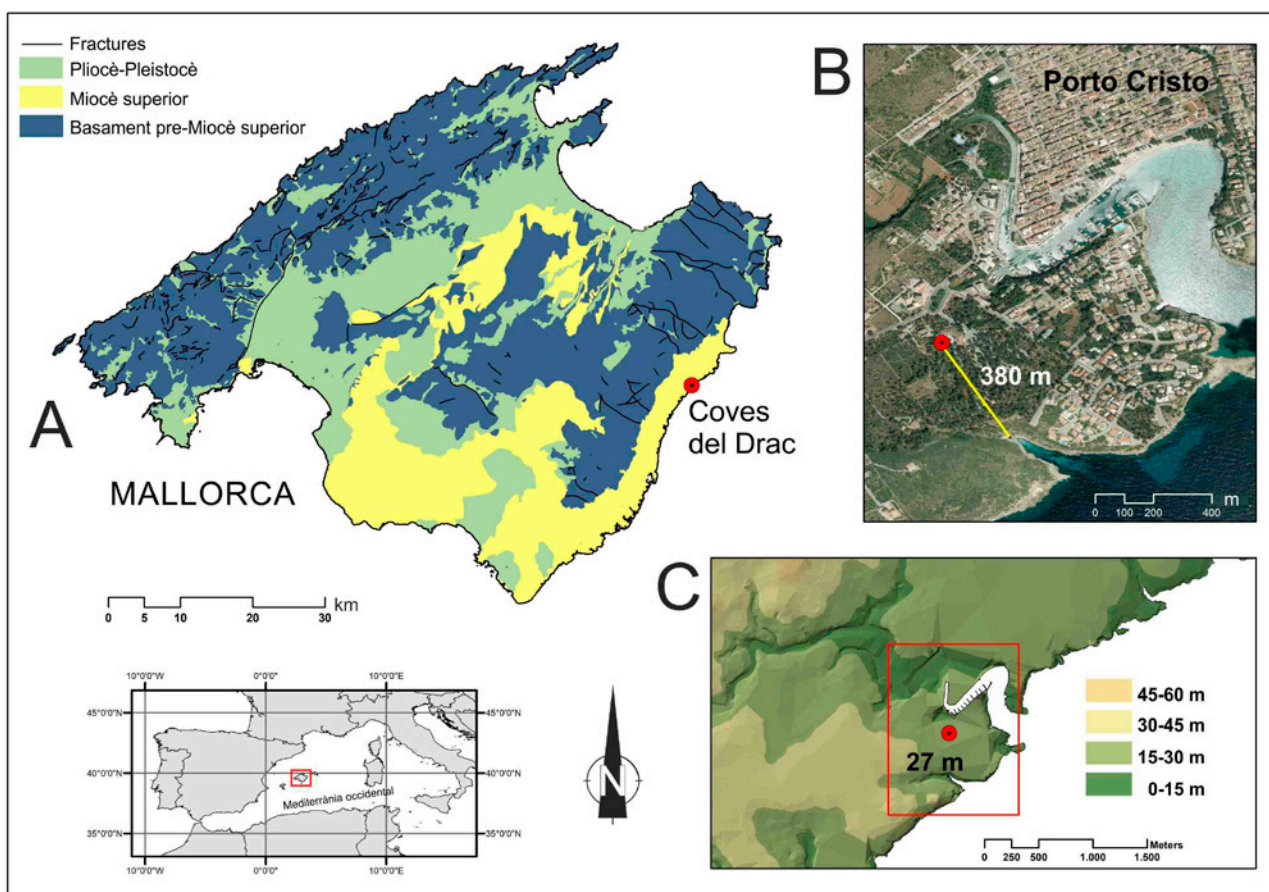


Figura 1: A. Mapa geològic sintètic de Mallorca amb la localització de la cova. B. Situació de la cavitat propera al nucli urbà de Porto Cristo. C. Mapa topogràfic i cota a la qual se situa l'entrada natural de la cavitat.

Figure 1: A. Simplified geological map of Mallorca showing the location of Coves del Drac. B. Cave location near Porto Cristo. C. Detail on the topographical features around the cave's natural entrance.

superior que afloren al llarg del sud i est del litoral de Mallorca (Figura 1A). Aquests materials carbonatats destaquen per la seva elevada porositat i constitueixen una plataforma litoral tabular que envolta les serres, que únicament és interrompuda per les incisions causades pels cursos fluvials (POMAR, 1991; FORNÓS & GELABERT, 2011). La seva espeleogènesi, similar a la d'altres coves càrstiques situades en aquesta mateixa plataforma miocena, està molt lligada a la zona de mescla d'aigües i canvis en el nivell del mar. L'elevada agressivitat química d'aquests àmbits fa que els processos de dissolució de la roca calcària siguin molt importants i tinguin capacitat per originar els buits inicials de la cavitat. Posteriorment, els canvis glacio-eustàtics del nivell del mar al llarg del pleistocè (GINÉS et al., 2012; POLYAK et al., 2018), induïrien la migració d'aquestes zones de mescla i el desenvolupament vertical de la cavitat per processos de col·lapse (GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS, 2000; GINÉS et al., 2018).

En l'actualitat la cova té dues entrades, una artificial situada en el seu extrem sud i una altra natural al nord, la qual respon a l'enfonsament del sostre d'una sala subjacent, a 380 m de la línia de costa (Figura 1B), i se situa a 27 m sobre el nivell mitjà del mar (Figura 1C). La cavitat destaca per l'elevada presència d'espeleotemes i està constituïda per una complexa xarxa de sales, que han evolucionat verticalment gràcies a una sèrie de reajustaments mecànics (GINÉS, 2000), i galeries connectades entre si de manera aleatòria. La cavitat aconsegueix un desenvolupament planimètric aproximat de 7 km de recorregut total, dels quals uns 4 km es troben sota aigua. La superfície total projectada en planta arriba quasi als 72.000 m<sup>2</sup>. La seva profunditat màxima és de 45 metres, dels quals uns 18 es troben per sota del nivell del mar actual, de manera que destaca tant la presència de llacs d'aigua salobre a les parts inferiors de la cavitat quan s'arriba al nivell freàtic, així com la de galeries subaquàtiques que connecten els diferents sectors de la cavitat. En aquestes zones inundades els processos de corrosió vinculats a la presència d'haloclines són molt importants (GRÀCIA, 2015). Els llacs freàtics ocupen una superfície aproximada de 2.000 m<sup>2</sup> i coincideixen amb el nivell marí actual (GINÉS & GINÉS, 2007). La seva superfície actual fluctua en funció de les mareas i les variacions baromètriques atmosfèriques. Aquest fenomen d'oscil·lacions verticals es reflecteix en els sobrecreixements dels espeleotemes freàtics, produïts per la precipitació química de minerals carbonatats (TUCCIMEI et al., 2010).

## Mètodes

Per a l'estudi de les fàcies sedimentàries presents a les galeries i sales negades de les coves del Drac, s'han analitzat un total de 19 mostres de sediment de la capa superficial del substrat de la cavitat. El mostreig s'ha realitzat basant-se en diferents punts d'interès, determinats principalment per la seva localització, amb l'objectiu de caracteritzar els sediments dels dos sectors principals en què es pot diferenciar la cavitat: el *sector subaquàtic de Ponent*, situat a l'oest de la cova, constituït per les zones inundades properes al *llac Miramar* i a les principals sales subaèries i entrades de la cavitat; i els *sectors subaquàtics Central i de Llevant*, constituït per les noves extensions situades a l'est la cavitat integrat per una sèrie de galeries i conductes negats. En concret, s'han obtingut un total de 10 mostres per al primer sector i 9 per al segon (Figura 2).

En referència a les mostres, cal indicar, que durant les tasques de recollida del sediment a la cavitat es varen obtenir un total de 22 mostres. No obstant això, una vegada al laboratori, 3 d'aquestes mostres (DR-6, DR-7 i DR-9), que eren del *sector subaquàtic Central*, es varen descartar perquè no presentaven un volum de mostra suficient per poder realitzar una anàlisi exhaustiva. Per a l'estudi de les mostres s'ha mantingut la numeració establerta durant el mostreig a la cavitat.

La seva recollida, efectuada durant el mes d'octubre del 2014, es realitzà de forma manual amb la pràctica d'espeleobusseig, donada la seva escassa potència que va d'alguns centímetres a alguns decímetres. El sediment es recollí mitjançant la introducció d'un tub de PVC i durant el procés s'anotà qualsevol aspecte rellevant detectat com: la disposició, la relació entre diferents unitats, la presència d'estructures sedimentàries com les de retracció, etc. Un cop al laboratori de geologia de la Universitat de les Illes Balears, el sediment s'estojà i etiquetà en recipients estèrils de plàstic de 100 ml. Després de fer una descripció superficial amb l'ajuda d'una lupa binocular per detectar qualsevol aspecte significatiu de les mostres, es determinà el seu color, tant en sec com en humit, fent ús de les cartes de color MUNSSELL ©, i s'inicià la seva caracterització sedimentològica determinant el contingut en matèria orgànica, mida de gra, mineralogia i composició geoquímica.

L'estimació del contingut de matèria orgànica, present en cadascuna de les mostres, es realitzà mitjançant el mètode d'ignició o calcinació (LOI), que consisteix en la destrucció climatitzada de tota la matèria orgànica present en el sediment. Una quantitat de mostra seca i polvoritzada, un cop pesada a una balança electrònica, es col·locà dins d'una cassoleta de ceràmica. Posteriorment s'incinerà en una mufla durant 3 hores a una temperatura constant de 360°C. Una vegada refredades, es pesà novament el contingut de les cassoletes i es calculà el percentatge de matèria orgànica (LOI) de cadascuna de les mostres (SCHULTE & HOPKINS, 1996).

Prèviament a la determinació de les característiques texturals i de la composició mineralògica, es procedí a l'eliminació de qualsevol resta de matèria orgànica present en els sediments tot aplicant peròxid d'hidrogen (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) en cadascuna de les mostres per després eixugar-les durant 24 h en una estufa a una temperatura constant de 105°C.

L'anàlisi mineralògica es realitzà a partir de mostra total orientada a l'atzar de sediment per cadascuna de les mostres. La seva composició es determinà mitjançant difracció de raigs X amb un aparell SIEMENS D-5000 X, l'anàlisi mineralògica semiquantitativa dels resultats, s'obtingué a partir de l'àrea dels principals pics utilitzant el programari EVA ver. 7.0. A més, aquest estudi es completà amb una anàlisi elemental (MgO, SiO<sub>2</sub>, CaO, MnO, FeO, K<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) per EDX (Bruker X-Flash Detector 4020) muntat en un microscopi electrònic de rastreig (SEM, Hitachi S), que serví també per determinar la textura i morfoscòpia dels cristalls de calcita en les mostres.

Donat que el conjunt de sediments presentaven una mida de gra inferior als 2 mm, l'anàlisi granulomètrica es realitzà mitjançant tècnica làser, utilitzant un granulòmetre làser Malvern® Mastersizer 2000. Un cop s'obtingueren les corbes de distribució de la mida de gra es procedí amb el seu tractament estadístic mitjançant el programari GRADISTAT, per determinar els paràmetres elementals de distribució de les partícules (BLOTT & PYE, 2001). Finalment, un cop obtingudes les característiques sedimentològiques de les mostres, es realitzà una anàlisi multifactorial de components principals, fent ús del programari IBM® SPSS® Statistics 21 (MEULMAN & HEISER, 2012), per tractar estadísticament tota la informació i poder establir diferents grups de fàcies entre els sediments analitzats, amb l'objectiu de determinar els processos sedimentaris i mecanismes implicats en la seva deposició.

## Resultats

Encara que no ha estat datada cap acumulació sedimentària, durant el procés de recollida de sediments, dins de la cavitat es pogué observar un aspecte important com és que alguns dipòsits presentaven en la seva superfície polígons de retracció (Figura 3). Això indicaria que en algun període havien estat en



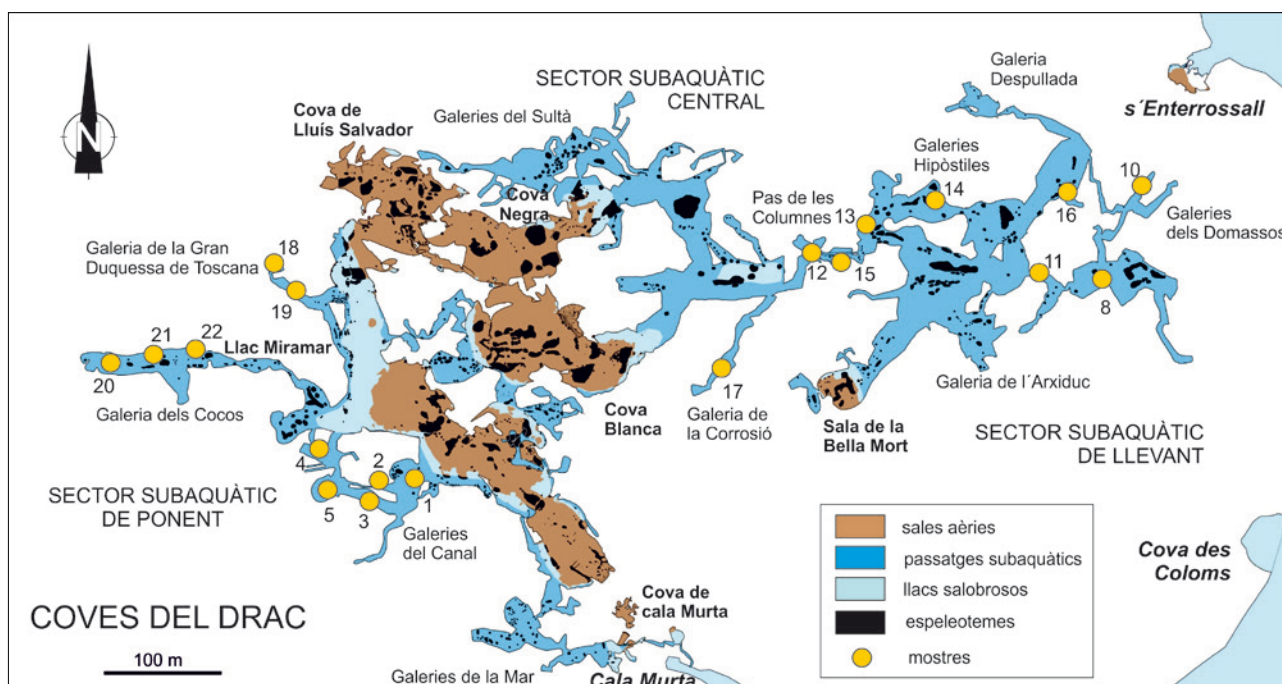


Figura 2: Planimetria de les Coves del Drac amb la localització de les diferents mostres de sediment analitzades (Base topogràfica SEB –Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 2: Simplified survey of Coves del Drac showing samples locations (Topographic base SEB –Societat Espeleològica Balear).

condicions vadoses pel descens del nivell freàtic; per aquest motiu, es tractaria de materials relativament antics, probablement pertanyents a algun episodi fred del pleistocè. Així, doncs, encara que l'estudi se centri bàsicament en sediments que es poden considerar recents o subactuals és factible la presència de materials sedimentaris més antics.

En una primera observació global de l'acumulació sedimentària s'han pogut observar importants diferències de color i textura entre les mostres analitzades i la presència de fragments de roca mare en algunes de les mostres, les característiques de les quals es descriuen a continuació.

### Color

Les mostres presenten diferències molt marcades de color, tant en humit com en sec, indicatiu de la varietat de fàcies sedimentàries presents a la cavitat (Taula 1). En funció del color s'han agrupat les mostres en tres grans conjunts: coloracions blanques/grogues, coloracions marrons/vermelloses i coloracions negres. Cadascuna d'aquestes tipologies presenta petites variacions de color, de manera que s'han pogut diferenciar un total de 10 tipologies en humit i 9 en sec.



Figura 3: Esquerdes de dessecació a la galeria Despullada (sector subaquàtic de Llevant). (Foto: A. Cirer).  
 Figure 3: Mud cracks at Galeria Despullada (Sector Subaquàtic de Llevant). (Photo: A. Cirer).

### Contingut de matèria orgànica

El contingut de matèria orgànica (LOI) oscil·la des d'un mínim de 0,1 % fins a un màxim de 9,35 %, amb un valor mitjà per al conjunt de mostres d'un 3,6 %. En funció dels resultats obtinguts, com es pot observar a la Taula 1, s'han establert 3 grups atenent al contingut de matèria orgànica present als sediments: un primer grup amb un contingut molt baix, amb valors inferiors a l'1 %; un segon grup amb valors mitjans que se situen entre l'1 % i el 4,9 %; i un últim grup amb valors que superen el 5 % arribant fins al 9,3 %.

Els sediments presenten una clara diferència en els continguts de matèria orgànica en funció del sector de la cavitat on s'ubiqui la mostra. Al sector subaquàtic de Ponent, pràcticament totes

	Mostra	Color			Mat. Orgànica		
		Humit		Sec	(g)	LOI (%)	
Sector subaquàtic Ponent	DR-S01	7,5YR5/6	marró fort	7,5YR5/8	marró fort	0,5	6,8
	DR-S02	5YR2,5/1	negre	5YR2,5/1	negre	0,2	2,2
	DR-S03	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR5/6	marró fort	0,5	4,9
	DR-S04	5YR2,5/1	negre	7,5YR4/2	marró	0,3	3,2
	DR-S05	7,5YR5/8	marró fort	7,5YR5/8	marró fort	0,5	6,7
	DR-S18	7,5YR3/2	marró fosc	10YR4/6	marró groc fosc	0,3	7,5
	DR-S19	7,5YR2,5/3	marró molt fosc	10YR3/4	marró groc fosc	0,2	6,2
	DR-S20	7,5YR5/6	marró fort	10YR5/8	marró groguenc	0,1	5,7
	DR-S21	5YR8/2	blanc rosat	10YR8/2	marró molt pàl·lid	0,0	0,1
	DR-S22	7,5YR5/8	marró fort	7,5YR6/8	groc vermellós	0,5	9,3
	$\bar{X}$					0,3	5,3
Sector subaquàtic Llevant	DR-S08	7,5YR4/6	marró fort	10YR5/6	marró groguenc	0,3	2,0
	DR-S10	10YR3/2	marró grisenc molt fosc	10YR5/2	marró grisenc	0,1	0,8
	DR-S11	7,5YR4/6	marró fort	10YR4/3	marró	0,3	2,9
	DR-S12	10YR3/2	marró grisenc molt fosc	10YR4/3	marró	0,1	1,2
	DR-S13	10YR4/6	marró groc fosc	10YR7/3	marró molt pàl·lid	0,2	2,5
	DR-S14	10YR8/2	marró molt pàl·lid	10YR8/2	marró molt pàl·lid	0,0	0,3
	DR-S15	10YR2/1	negre	2,5YR2,5/1	grisc fosc i vermellós	0,1	2,0
	DR-S16	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR4/6	marró fort	0,3	2,7
	DR-S17	10YR6/8	groc marró	2YR7/6	vermell clar	0,1	1,0
	$\bar{X}$					0,2	1,7
$\bar{X}$ Total					0,2	3,6	

Taula 1: Descripció del color (sec i humit) a partir de les cartes de color MUNSELL i quantitat de matèria orgànica.  
Table 1: Sediments MUNSELL Chart colour (dry and humid) and organic matter content.

les mostres tenen uns elevats percentatges de matèria orgànica, amb un valor mitjà del 5,3 %. En canvi, al sector subaquàtic de Llevant, els continguts en matèria orgànica són molt baixos, amb un valor mitjà d'1,7 %.

### Granulometria

La mida de gra dels sediments presenta una elevada variabilitat granulomètrica. La fracció arena oscil·la des d'un mínim del 21,6 % a un màxim del 95,4 %. Els llims per la seva banda van d'un mínim del 4,6 % a un màxim de 73,9 %. La fracció argila presenta una variabilitat menor, amb valors que van del 0 % al 5,9 %.

La distribució de la mida de gra, així com els paràmetres estadístics texturals analitzats (Taula 2) indiquen, en general, una mala classificació dels sediments i en la majoria dels casos la corba granulomètrica presenta un lleuger caràcter bimodal, el que implica una mescla de sediments acumulats per dos processos diferents, amb mitjanes i graus de classificació també diferenciats.

D'acord amb l'estudi granulomètric, a grans trets s'han pogut identificar 3 grups de textura prou diferents (Taula 2). El grup majoritari i més representatiu entre les mostres analitzades és el que presenta una textura arenosa, amb valors de la fracció arena superior al 65 % de la seva composició total, valors en llim destacats, que van del 4,6 % al 31,4 % i valors en argila molt baixos, amb valors que oscil·len del 0 % a l'1,9 %.

Un segon grup que cal destacar, és el constituït per mescla de fracció arena i fracció llim amb valors similars i amb un major contingut en fracció argila que el grup anterior. La fracció arena oscil·la entre un 46,9 % i 58,8 % i la fracció llim entre el 39,2 % i 49,7 %. Les argiles, per la seva banda, tenen valors que van del 1,6 % al 3,4 %.

Finalment tenim les mostres on predomina la fracció llimosa amb valors que oscil·len entre el 55,2 % i 73,9 %, valors en fracció arenosa entre el 21,6 % i 38,9 %, i la fracció argila més representativa amb valors entre el 4,5 % i el 5,9 %.

### Anàlisi elemental i mineralògica

L'anàlisi global de la composició mineralògica dels sediments presenta una elevada heterogeneïtat (Taula 3).

Els minerals carbonatats, amb una mitjana de 41,6 %, són el grup mineralògic predominant, amb abundància dominant de la calcita, que presenta una mitjana del 36,4 % i valors que oscil·len del 0 % al 100 %. El contingut en dolomita és molt menor, amb una mitjana de 5,2 % i valors que oscil·len del 0 % al 78,2 %.



El registre sedimentari de la part subaquàtica de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)

Mostra	% Arena (2000 - 63 µm)				% Llim (63 - 2 µm)				% Argila (<2µm)	Paràmetres estadístics (µm)					
	Gruixada	Mitjana	Fina	Total	Gruixut	Mitja	Fi	Total	Total	Mean	Sorting	Skewness	Kurtosis	D <sub>50</sub>	
Sector subaquàtic Ponent	DR-S01	7,6	17,5	48,0	73,1	18,1	3,6	3,8	25,5	1,3	187,3	188,3	1,8	6,9	127,0
	DR-S02	1,5	6,6	38,8	46,9	29,8	8,5	11,4	49,7	3,4	92,1	110,6	2,4	9,9	56,6
	DR-S03	35,2	27,2	21,8	84,2	8,9	2,8	3,1	14,8	1,0	421,6	344,1	1,0	3,7	358,9
	DR-S04	0,4	3,5	34,9	38,8	30,9	9,6	14,7	55,2	5,9	69,1	83,0	2,5	11,7	42,2
	DR-S05	18,4	17,7	40,9	77,0	14,5	3,1	4,0	21,6	1,4	281,1	316,9	1,9	6,8	160,9
	DR-S18	31,0	19,0	34,0	84,0	11,5	1,8	1,9	15,2	0,7	395,5	390,5	1,3	4,3	250,9
	DR-S19	45,3	16,9	22,8	85,0	9,5	2,0	2,6	14,1	0,9	521,2	454,9	0,9	3,0	430,6
	DR-S20	17,5	31,8	37,8	87,1	8,3	1,8	2,1	12,2	0,7	295,6	224,5	1,0	3,7	246,2
	DR-S21	4,5	7,7	39,5	51,7	29,6	9,3	6,6	45,5	2,7	125,3	179,5	3,3	17,0	66,7
	DR-S22	44,3	24,2	20,0	88,5	6,9	1,7	2,2	10,8	0,7	496,0	377,6	0,8	3,3	441,6
$\bar{X}$	20,6	17,2	33,9	71,6	16,8	4,4	5,2	26,5	1,9	288,5	267,0	1,7	7,0	218,2	
Sector subaquàtic Llevant	DR-S08	4,4	5,6	48,8	58,8	27,8	5,1	6,3	39,2	2,0	124,5	168,6	3,5	17,4	77,5
	DR-S10	8,5	9,2	32,8	50,5	33,0	6,9	7,0	46,9	2,5	151,7	223,0	2,6	10,1	63,7
	DR-S11	1,0	4,6	46,1	51,7	36,4	5,2	5,1	46,7	1,6	91,4	96,0	2,9	15,7	65,1
	DR-S12	36,0	13,7	22,3	72,0	17,8	4,2	4,4	26,4	1,6	416,7	439,1	1,1	3,4	244,2
	DR-S13	10,0	22,9	52,1	85,0	10,7	2,1	1,5	14,3	0,6	234,2	208,1	1,9	7,5	175,9
	DR-S14	38,1	27,6	29,6	95,3	4,3	0,4	0,0	4,7	0,0	467,5	356,0	1,1	4,0	382,1
	DR-S15	12,5	15,6	47,1	75,2	21,9	1,9	1,0	24,8	0,0	218,6	237,4	1,9	6,5	120,7
	DR-S16	2,8	12,3	51,5	66,6	22,4	4,0	5,0	31,4	1,9	137,9	135,5	2,0	8,5	99,5
	DR-S17	0,1	1,5	20,0	21,6	44,6	16,7	12,6	73,9	4,5	44,3	56,9	3,8	23,4	27,3
	$\bar{X}$	12,6	12,6	38,9	64,1	24,3	5,2	4,8	34,3	1,6	209,7	213,4	2,3	10,7	139,6
$\bar{X}$ Total	16,8	15,0	36,3	68,1	20,4	4,8	5,0	30,2	1,8	251,1	241,6	2,0	8,8	180,9	

Taula 2: Valors percentuals de les diverses fraccions texturals i paràmetres estadístics texturals.  
Table 2: Sediment texture classes (%) and granulometric parameters.

Els minerals silícics presenten una mitjana del 25,4 %, amb un clar predomini del quars, amb una mitjana del 24 % i valors que oscil·len del 0 % al 63,3 %. Així mateix, els feldspats són pràcticament testimonials amb una mitjana de l'1,4 %.

Amb una presència similar a la dels silicats es troben els òxids, els quals tenen una mitjana del 24,9 % i estan pràcticament constituïts per la goethita, amb una mitjana del 24,2 % i valors que oscil·len del 0 % al 100 %. Un altre element, encara que amb una presència molt més baixa és la hematites, amb una mitjana del 0,6 % i valors que oscil·len del 0 % al 6,2 %.

En el cas dels fil·losilicats la seva presència és baixa, amb una mitjana del 7,3 %. Aquest grup està constituït per caolinita, amb una mitjana del 4,6 % i valors que oscil·len del 0 % al 35,4 %, i il·lita amb una mitjana del 2,7 % i valors que oscil·len del 0 % al 13,3 %.

Mostra	Carbonats			Silicats			Fil·losilicats			Òxids			Altres			EDX		
	Calcita	Dolomita	Total	Quars	Feldspats	Total	Il·lita	Caolinita	Total	Goethita	Hematites	Total	Altres	Guix	Total	MnO	FeO	
Sector subaquàtic Ponent	DR-S01	0,0	0,0	40,7	4,9	45,6	1,3	0,0	1,3	57,8	0,0	57,8	0,0	0,0	0,0	0,0	71,2	
	DR-S02	7,8	2,8	10,6	47,8	3,5	51,2	6,4	35,4	41,8	1,4	0,0	1,4	0,0	0,0	21,1	14,5	
	DR-S03	0,0	78,2	78,2	5,9	1,6	7,5	2,0	0,0	2,0	12,3	0,0	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0	58,6
	DR-S04	18,6	0,0	18,6	55,0	4,4	59,5	6,5	11,0	17,5	4,4	0,0	4,4	0,0	0,0	7,1	26,8	
	DR-S05	0,0	0,0	0,0	30,9	0,0	30,9	0,0	0,0	0,0	69,1	0,0	69,1	0,0	0,0	0,0	0,0	72,1
	DR-S18	0,0	3,7	3,7	23,4	0,0	23,4	0,0	0,0	0,0	73,0	0,0	73,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0
	DR-S19	0,0	0,0	0,0	47,3	0,0	47,3	0,0	5,3	5,3	41,2	6,2	47,4	0,0	0,0	0,0	7,1	67,4
	DR-S20	2,8	0,0	2,8	19,1	0,0	19,1	0,0	0,0	0,0	78,1	0,0	78,1	0,0	0,0	1,8	66,9	
	DR-S21	98,5	0,0	98,5	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
	DR-S22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	85,9
$\bar{X}$	12,8	8,5	21,2	27,2	1,4	28,6	1,6	5,2	6,8	43,7	0,6	44,4	0,0	0,0	3,7	54,4		
Sector subaquàtic Llevant	DR-S08	22,3	0,0	22,3	63,3	2,8	66,2	5,8	3,2	9,0	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6	2,4	21,9	
	DR-S10	77,9	4,5	82,4	12,1	1,2	13,3	3,5	0,8	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	7,2	
	DR-S11	12,2	0,0	12,2	60,2	3,6	63,7	13,3	4,7	18,0	0,0	0,0	6,1	0,0	6,1	7,2	28,9	
	DR-S12	89,0	9,0	97,9	2,1	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	24,3	
	DR-S13	93,6	0,0	93,6	6,5	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	4,6	
	DR-S14	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	DR-S15	67,6	0,0	67,6	1,0	1,4	2,4	0,0	22,6	22,6	0,0	0,0	0,0	7,3	7,3	45,0	5,6	
	DR-S16	8,2	0,0	8,2	34,1	3,4	37,5	10,9	5,0	15,9	23,4	5,6	28,9	9,6	9,6	3,0	20,1	
	DR-S17	93,6	0,0	93,6	5,5	0,0	5,5	0,8	0,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	13,8	
	$\bar{X}$	62,7	1,5	64,2	20,5	1,4	21,9	3,8	4,0	7,9	2,6	0,6	3,2	2,0	0,8	2,8	8,2	14,0
$\bar{X}$ Total	36,4	5,2	41,6	24,0	1,4	25,4	2,7	4,6	7,3	24,2	0,6	24,9	1,0	0,4	1,3	5,8	35,3	

Taula 3: Valors percentuals (%) de la composició mineralògica i elemental.  
Table 3: Mineralogical and elemental composition (%).

Respecte als elements derivats de l'anàlisi per EDX, cal destacar els continguts d'òxids de ferro (FeO) i d'òxids de manganès (MnO) presents a algunes de les mostres. Els primers tenen una mitjana del 35 % i valors que varien del 0 % al 85,9 %, els segons una mitjana del 5,8 % i valors que van del 0 % al 45 %. Un aspecte molt important d'aquests elements és la seva distribució irregular, ja que en general es troben molt concentrats a algunes de les mostres.

Tot i aquesta forta variabilitat mineralògica i l'elevat grau de mescla dels sediments, l'estudi detallat de cadascuna de les mostres ha permès realitzar diferents agrupacions a partir de la composició mineralògica predominant. D'aquesta forma s'han pogut establir fins a 4 grups mineralògics: els carbonats, els silicats, els òxids de Fe i un grup en el qual s'observa una elevada variabilitat sense el predomini de cap dels anteriors (Figura 4).

El grup dels carbonats es caracteritza per una important presència d'aquests minerals, amb valors molt destacats que van del 78,2 % al 100 %. És ric en calcita, i en alguns casos apareix acompanyat per minerals silícis i fil·losilicats. La dolomita, tot i que en general no arriba a percentatges elevats, presenta un valor molt important a una de les mostres. A més, aquesta mostra presenta uns valors alts en òxid de ferro (FeO), motiu pel qual podria tractar-se d'anckerita.

Un segon grup és el dels silicats, amb valors que van del 59,5 % al 63,7 %. Principalment està constituït per quars i apareix acompanyat per minerals carbonatats i fil·losilicats, així com altres elements com els òxids de ferro (FeO) amb valors que varien del 21,9 % al 28,9 %.

Un tercer grup és el constituït principalment per òxids, on destaca la goethita que presenta valors molt elevats, que van del 69,1 % al 100 %, i que en general apareix acompanyada de quars. Cal destacar les importants concentracions en òxid de ferro (FeO), molt lligades a la presència de goethita, les quals van des d'un mínim del 66,9 % a un màxim del 85,9 %.

L'últim grup és el format per mescla de diversos minerals, en el que es poden diferenciar alguns subtipus en funció del feble predomini d'algun component: un primer subtipus format per carbonats i silicats acompanyats d'alts nivells de fil·losilicats, principalment caolinita, amb valors que oscil·len del 22,6 % al 35,4 %, i on l'anàlisi EDX mostra un contingut important d'òxids de manganès (MnO) amb valors que arriben fins al 45 % a una de les mostres, i un contingut moderat en òxids de ferro (FeO) amb valors que van del 5,6 % al 14,5 %; un segon subtipus, és el constituït per materials silícis amb valors que varien del 37,5 % al 45,6%, i un elevat contingut en goethita amb valors de fins al 57,8 %, així com altres elements com l'òxid de ferro (FeO).

#### **Anàlisi de components principals i facies sedimentàries**

A partir de les característiques estudiades s'ha realitzat una anàlisi de components principals, amb l'objectiu d'agrupar i identificar les diferents facies sedimentàries presents a la cavitat. Per al seu desenvolupament s'han utilitzat les variables de granulometria (% de les fraccions d'arenas, llims i argiles), de mineralogia (% de calcita, dolomita, quars, feldspats, il·lita, caolinita, goethita i òxids de ferro i manganès).

D'aquesta manera s'han obtingut un total de quatre factors o components principals (CP) que expliquen un 85,6 % de la variància total. Els dos primers factors destaquen per la seva importància, ja que expliquen un 61,5 % de la variància total. El primer factor es correspon amb la granulometria, tot explicant el 37,7 %; per la seva banda, el segon factor fa referència a la mineralogia i explica un 23,8 %. Menys importants quantitativament trobem altres factors, com el tercer que estaria determinat per l'òxid de manganès, l'òxid de ferro i la caolinita, explicant un 14,4 %. L'últim factor a considerar explicaria un 9,7 % de la variància i estaria determinat per la dolomita i la goethita.

L'anàlisi de components principals ha permès, d'acord amb el conjunt de variables estudiades, agrupar les mostres en dos grans blocs, que es corresponen a quatre facies sedimentàries, cadascuna d'elles amb unes característiques

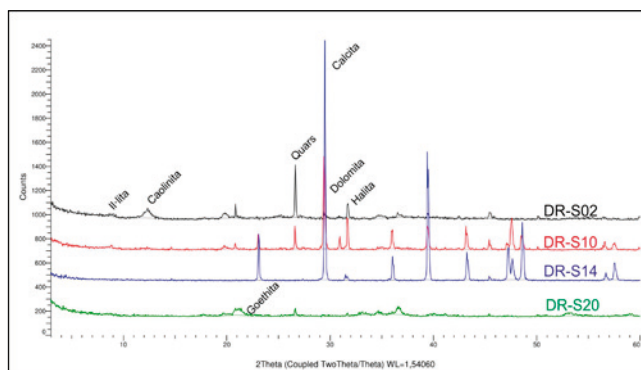


Figura 4: Difractograms de raigs-X de mostres de sediment seleccionades.

Figure 4: XRD diffractograms of selected sediment samples.

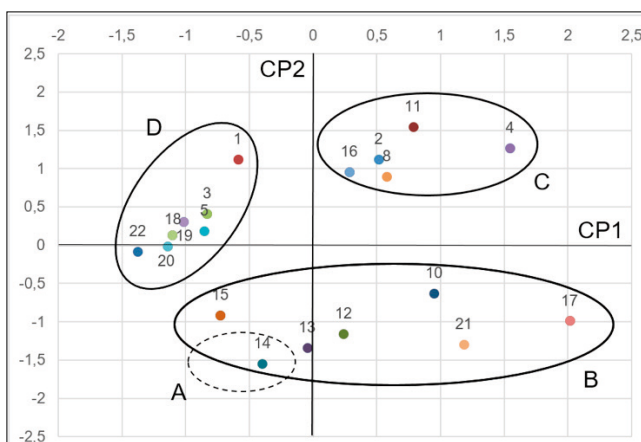


Figura 5: Anàlisi de components principals amb la distribució i agrupació de les mostres de sediment.

Figure 5: Principal components analysis showing the distribution and grouping of sediment samples.




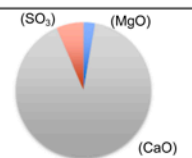
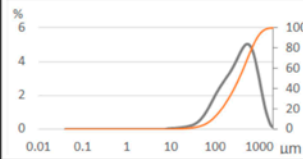

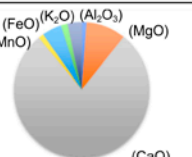
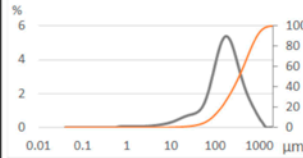
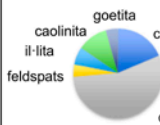
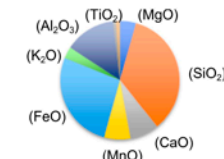
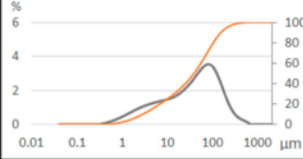

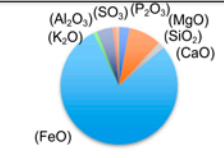
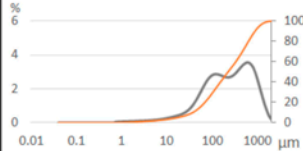
Fàcies		Mat. Orgànica (LOI) Color (humit-sec)	Mineralogia	Composició elemental	Mida de gra
Dipòsits carbonatats	Arenes carbonatades ( <i>calcita flotant</i> )	< 1 % 10YR8/2-10YR8/2	 calcite		
	Arenes carbonatades ( <i>litoclasts</i> )	1 - 3 % 10YR3/2-10YR4/3	 quars calcite		
Dipòsits mixtos	Llims detrítics ( <i>silícics</i> )	2 - 4 % 7,5YR4/6-10YR5/6	 goetita calcite caolinita il·lita feldspats quars		
	Òxids	4 - 10 % 7,5YR4/6-10YR4/6	 dolomita quars goetita		

Figura 6: Característiques generals de les fàcies sedimentàries presents a la cavitat.  
Figure 6: General characteristics of the sedimentary facies present in the cavity.

físico-químiques i sedimentològiques particulars. El primer bloc, constituït pels grups A i B de la Figura 5, estan relacionats amb dipòsits carbonatats formats per diferents processos que donen lloc a acumulacions de cristalls de calcita (A) i amb grans carbonatats procedents de la disgregació de la roca encaixant (B). D'altra banda, trobem una sèrie de dipòsits mixtos, format pels grups C i D de la Figura 5, caracteritzats per una heterogeneïtat mineralògica, una mala classificació granulomètrica i diferències importants de color, i entre els quals destaquen els dipòsits clàstics (C) i els òxids (D).

Referent al conjunt de fàcies presents, s'ha d'indicar que amb posterioritat a l'anàlisi del sediment, i degut a la continuïtat de les tasques d'exploració subaquàtica a la cavitat, s'han descobert noves extensions de la cova (*galeries de la Mar*) on s'ha pogut diferenciar visualment una nova acumulació sedimentària d'origen marí, que es correspondria amb fàcies d'entrada actuals, però que no ha estat abordada quantitativament en el present treball.

A continuació, es descriuen les principals característiques de cada una d'aquestes agrupacions o fàcies sedimentàries identificades, les quals es recullen de forma sintètica a la Figura 6.

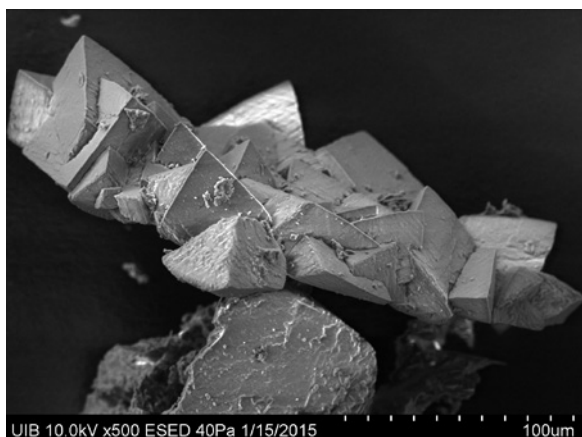


Figura 7: Imatge de microscòpia electrònica (SEM) d'un agregat de calcita flotant.  
Figure 7: Scanning electron microscopy image (SEM) of a calcite raft aggregate.

(A) *Sediments carbonatats amb predomini de cristalls de calcita flotant*

Encara que amb petites variacions, aquests sediments es caracteritzen per un contingut molt baix en matèria orgànica, una granulometria relativament ben classificada on predominen les arenes fines i mitjanes, amb un baix contingut en lims. La mineralogia quasi exclusiva és la calcita. Aquesta fàcies es troba localitzada a les galeries negades del sector subaquàtic de Llevant i correspon a l'acumulació al fons dels llacs dels cristalls de calcita flotant que es formen per precipitació directa en la seva superfície (Figura 7).

(B) *Sediments carbonatats particulats (litoclàstics)*

Les característiques d'aquest tipus de sediments, són similar als anteriors, però amb algunes petites variacions. Els valors de matèria orgànica són baixos i la mineralogia predominant és la calcita, encara que apareix acompanyada per quars. Presenta una granulometria ben classificada amb predomini de les arenes fines.

Aquesta fàcies es distribueix al llarg dels conductes negats del *sector subaquàtic de Llevant* a la zona est de la cavitat, encara que una de les mostres se situa en les proximitats del *llac Miramar*. Correspon bàsicament als materials (grans) disgregats de la roca encaixant per processos de corrosió selectiva.

(C) *Sediments clàstics*

Tenen un contingut moderat en matèria orgànica i una composició mineralògica on domina el quars, i apareixen acompanyats d'altres minerals com són els feldspats, la calcita, la goethita, els minerals de les argiles (il·lita i caolinita) i l'òxid de ferro. La fracció predominant són les arenes fines i llims. Espacialment, aquests sediments se situen a dos llocs diferenciats de la cavitat: als llacs pròxims de les sales subàeries del *sector subaquàtic de Ponent*, i a l'est de la cavitat, a una zona específica del *sector subaquàtic de Llevant*. Correspondrien bàsicament als sediments al·lòctons introduïts a la cavitat per diferents processos.

(D) *Sediments formats per òxids de Fe*

Presenten uns continguts en matèria orgànica molt elevats, amb un rang de fluctuació important entre cadascuna de les mostres i una fracció amb una bimodalitat molt marcada en algunes mostres. Principalment, estan constituïts per fracció arena fina i mitjana, i en menor mesura per fracció llimosa. Mineralògicament destaca la important presència de goethita i d'òxid de ferro (Figura 8). Aquests sediments s'ubiquen a l'oest i al sud-oest de la cavitat, distribuïts al llarg de les diferents galeries negades pròximes al *llac Miramar*, al *sector subaquàtic de Ponent*, i correspondrien als processos geoquímics resultants de la interacció entre aigües de diferent composició.



Figura 8: La presència d'òxids de Fe és molt abundant en els sediments d'alguns conductes del *sector subaquàtic de Llevant* (*galeria dels Conductes*). Foto: A. Cirer.  
Figure 8: Fe-oxides are very frequent in some conduits of the *Sector Subaquàtic de Llevant* (*Galeria dels Conductes*). Photo: A. Cirer.



Figura 9: Acumulació de blocs a la *galeria de l'Arxiduc* (*sector subaquàtic de Llevant*). Foto: A. Cirer.  
Figure 9: Block accumulation at *Galeria de l'Arxiduc* (*Sector Subaquàtic de Llevant*). Photo: A. Cirer.



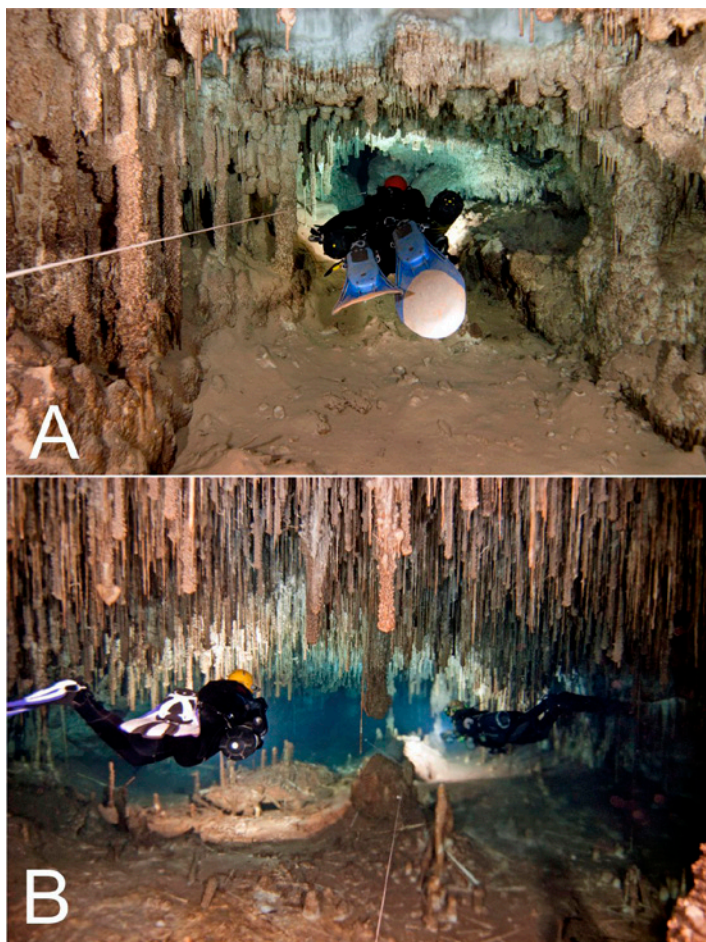


Figura 10: La presència sedimentària a la part submergida de les coves del Drac és relativament feble (A, *galeries del Sultà*, al sector subaquàtic Central) i molts cops queda emmascarada per l'abundant estalagmitització (B, *galeries Hipòstiles*, al sector subaquàtic de Llevant). Fotos: A. Cirer.

Figure 10: The presence of sediments in the submerged sector of Coves del Drac is relatively scarce (A, *Galeries del Sultà*, at Sector Subaquàtic Central) and in many cases sediments are masked by the stalagmitization processes (B, *Galeries Hipòstiles*, at Sector Subaquàtic de Llevant). Photos: A. Cirer.

### Fàcies d'entrada

Estan constituïdes per arenes bioclàstiques marines de gra mitjà i gruixat amb abundants restes vegetals marins (fulles i rizomes de *Posidonia oceanica*). Es localitzen als conductes que drenen a cala Murta, a la zona sud de la cavitat. Serien el resultat de la interacció de la dinàmica marina amb els conductes que drenen la cavitat.

### L'acumulació sedimentària a la part subaèria de la cavitat

Encara que no és l'objectiu del present treball, cal comentar alguns aspectes relacionats amb les acumulacions presents a les parts subaèries de la cavitat. En pràcticament tot el seu recorregut, són molt freqüents els processos de col·lapse, igual que a la part sotaiguada, que han anat modelant l'evolució de les grans sales de la cavitat (Figura 9). El resultat és una gran acumulació de blocs (GINÉS & GINÉS, 2007), normalment de grans dimensions que ràpidament han estat recoberts per la deposició estalagmítica.

### Discussió

Els resultats obtinguts mostren una gran varietat sedimentària, constituïda per la presència tant de materials autòctons com al·loctons, que en general es presenten mesclats. Aquesta heterogeneïtat indica que els processos i mecanismes implicats en la deposició són molt diversos i es donen amb diferents graus d'intensitat. Entre el registre sedimentari analitzat, cal destacar el clar predomini dels dipòsits carbonatats, considerats autòctons, constituïts principalment per calcita i on s'identifiquen i caracteritzen diverses fàcies sedimentàries. Malgrat tot, com a característica

general, podem considerar que l'acumulació sedimentària als conductes i sales de les coves es pot considerar molt feble, no superant en la seva major part el decímetre de potència (Figura 10A) i, a més a més, probablement, aquesta pot quedar emmascarada per la forta estalagmitització (Figura 10B).

En primer lloc cal assenyalar una acumulació caracteritzada per grans de carbonat alliberats de les parets de la cavitat, les quals estan constituïdes principalment per roques carbonatades que destaquen per una elevada puresa (FORNÓS & GELABERT, 1995). Aquesta sedimentació respon a processos de disgregació de la roca encaixant, derivada d'una alteració física a les zones subaèries i química a les zones inundades de la cavitat (FORNÓS et al., 2009). En aquests àmbits subaquàtics els processos de dissolució són molt importants per l'elevada corrosió dels materials relacionada amb la presència d'haloclines, conseqüència de la mescla d'aigües amb diferents graus de salinitat (BACK et al., 1979). La presència de diferents graus de solubilitat entre les partícules que componen les parets de la cavitat, provoca que algunes es disgreguin i es dipositin en el fons de les zones inundades (Figura 11).

En segon lloc, estan presents dipòsits d'agregats cristal·lins de calcita flotant acumulats al fons dels llacs, fenomen molt freqüent en aquestes coves litorals (FORNÓS et al., 2011; GRÀCIA et al., 2006). Aquest procés de precipitació de la calcita precisa de la interfase aire-aigua on l'aigua subterrània es presenta sobresaturada en  $\text{CaCO}_3$  i una atmosfera de la cova amb quantitats de  $\text{CO}_2$  inferiors a la de l'aigua; això provoca la desgasificació de les aigües subterrànies i la consegüent precipitació i acumulació de calcita en superfície, fins que excedeixen la tensió superficial, afavorida per l'impacte del degoteig constant del sostre de la cavitat i es dipositin en el fons (FORNÓS et al., 2009; TAYLOR et al., 2004; TAYLOR & CHAFETZ, 2004).

En l'actualitat, la presència d'aquests dipòsits en zones completament negades de la cavitat i la naturalesa de la columna d'aigua, que no té corrents subterrànies importants que puguin transportar aquests dipòsits, determina que la seva acumulació estaria relacionada amb les oscil·lacions glacioeustàtiques de la Mediterrània durant el quaternari (GINÉS, 2000; POLYAK et al., 2018), de manera que possiblement en alguns moments aquestes zones presentaven llacs amb cambra d'aire, necessaris perquè es donés la precipitació química del carbonat càlcic.

Tot i que aquests processos són força habituals en els llacs de la cavitat, el registre sedimentari superficial analitzat no mostra importants acumulacions d'agregats de calcita flotant (Figura 12), fenomen que es repeteix en coves litorals similars (GRÀCIA et al., 2006). Això és degut a l'elevat grau de corrosió que presenten aquest tipus de dipòsits degut als condicionants geoquímics de la zona de mescla d'aigües (BACK et al., 1984).

Un factor a tenir en compte a l'hora d'analitzar el registre sedimentari, és que tot i que és molt important l'acumulació de carbonats, la seva proporció dins el dipòsit sedimentari està condicionada per la taxa d'acumulació de materials detrítics, així com d'altres elements.

Una altra acumulació sedimentària molt important en la cavitat són els dipòsits clàstics o detrítics, els quals procedeixen d'una font exterior, considerant-se al·lòctons. Aquest tipus de dipòsits estan constituïts principalment per quars, feldspats i caolinita. El substrat de l'illa de Mallorca és molt escadusser en aquests minerals, per la qual cosa la seva presència s'ha relacionat amb les pluges de fang de procedència sahariana (FIOL et al., 2005; GOUDIE & MIDDLETON, 2001). Posteriorment a la seva acumulació, les aigües d'escorrentia i infiltració, a través d'entrades o fractures del terreny, afavoreixen el seu transport fins a l'interior de la cavitat. Tot i que aquest tipus de sediments són considerats com al·lòctons, una petita part pot procedir del residu insoluble derivat dels processos de dissolució i corrosió de la pròpia roca de la cavitat, que tenen lloc a la zona de mescla d'aigües, malgrat que aquestes continguin un percentatge testimonial d'impureses (Figura 13).

Aquest fenomen va ser analitzat per GRÀCIA et al. (2006), on es determinà que aquestes calcarenites del miocè superior presenten un alt contingut en calcita, amb percentatges d'impureses molt reduïts, que no superen el 1,4 %, les quals estan formades principalment per quars (99 % aprox.) i la resta per il·lita i/o caolinita. Aquest procés de dissolució de la roca, unit al del transport de materials per les aigües d'infiltració explicaria la seva proporció en la majoria de mostres analitzades, i la seva omnipresència en pràcticament tota la cavitat, encara que no es descarta que part d'aquests dipòsits es relacionin amb antigues obertures de la cova o amb petites fractures en el sostre de la cavitat.

Com s'ha comentat anteriorment, i com es pot observar en els resultats obtinguts, en la cavitat destaquen la variabilitat i interrelació de processos i mecanismes pel que són molt importants les fàcies mixtes que resulten de la mescla de les fàcies descrites anteriorment.

Entre els sediments al·lòctons, també cal destacar les fàcies d'entrada d'origen marí. Aquests tipus de dipòsits estan present en moltes coves costaneres i en alguns casos amb acumulacions molt importants (GINÉS et al., 2007a). La seva deposició està molt lligada a la dinàmica marina, i les oscil·lacions en el nivell del mar durant el quaternari (VAN HENGSTUM et al., 2011) determinen la seva presència (GINÉS, 2000). La localització d'aquests materials en les galeries pròximes a Cala Murta, en la zona sud de la cavitat, indica que podria tractar-se de sediments relativament recents, que els corrents marins han introduït dins la cavitat a través dels conductes que drenen a la mar.

Alguns elements destacats entre el registre sedimentari són les concentracions d'òxid de manganès i òxid de ferro. Tot i que a altres cavitats litorals insulars la presència de manganès arriba a ser molt important i pràcticament omnipresent (GRÀCIA et al., 2014), el contingut de manganès en les mostres analitzades és reduït i en general apareix acompanyant al ferro. Aquests minerals són molt importants des d'un punt de vista qualitatiu, pel fet que es relacionen amb tot un seguit de processos sedimentaris: introduïts per les aigües d'infiltració en travessar la capa edàfica, derivats de l'activitat de determinats bacteris o transportats per aigües hipogèniques (HILL & FORTI, 1997). Pel que fa a la ubicació d'aquest tipus d'elements en la cavitat, és



Figura 11: Acumulació sedimentària de partícules i grans carbonatats a la galeria dels Conductes (galeria superior) del sector subaquàtic de Llevant. Foto A. Cirer.  
 Figure 11: Sediment accumulation of particulate carbonate grains detached from the conduit walls at Galeria dels Conductes (upper gallery) from Sector Subaquàtic de Llevant. Photo A. Cirer.





Figura 12. Tel superficial d'acumulació de calcita flotant sobre blocs a la *galeria dels Cocos* (sector subaquàtic de Ponent). Foto: M.À. Perelló.  
 Figure 12: Thin layer formed by the accumulation of calcite rafts at *Galeria dels Cocos* (Sector Subaquàtic de Ponent). Photo: M.À. Perelló.

important la distribució espacial que presenten les mostres amb continguts elevats en FeO i goethita. Aquests sediments se situen en diferents punts del *sector subaquàtic de Ponent* tot i que destaquen els que es localitzen a la *galeria dels Cocos*, a l'oest de la cova. La seva relativa llunyania amb l'entrada natural de la cavitat, així com el seu moderat contingut en materials al·lòctons, quars i feldspats, indica que la influència exterior és molt baixa, el que determina l'existència d'un altre procés o factor implicat que expliqui les seves importants concentracions en minerals òxids. En aquest sentit, cal destacar que durant el procés de recollida de les mostres es va detectar la presència de morfologies de corrosió en alguns dels sectors de la cavitat, que estarien lligades a fluxos hipogènics (GRÀCIA & FORNÓS, 2014; GINÉS et al. 2017, 2018), per aquest motiu no es descarta una gènesi hipogènica com a principal procés sedimentari geoquímic d'aquests elements.

Pel que fa a la relació entre la ubicació de les mostres i la quantitat de matèria orgànica, diferents treballs en coves similars (GRÀCIA et al., 2006; GINÉS et al., 2007b) indiquen que hi ha una clara relació entre el contingut de matèria orgànica i les entrades per enfonsament de la cavitat, per la seva vinculació amb una procedència exterior, de manera que els percentatges en matèria orgànica disminueixen a mesura que ens allunyem de l'obertura. No obstant això, tot i que hi ha diferències importants de matèria orgànica entre els

diferents sectors de la cavitat, la distribució que es presenta en el *sector subaquàtic de Ponent*, lloc relativament proper a l'entrada natural de la cavitat, no respon a una progressió lineal i definida, factor que pot estar influenciat per l'activitat antròpica, a causa de la important afluença de persones que registra aquesta zona de la cova, amb més d'un milió anual de visitants (ROBLEDO & DURÁN, 2010). Aquest fet explica que no hagi estat possible establir un coeficient de correlació per al contingut de matèria orgànica a partir de la distribució de les mostres, d'acord amb la distància amb l'obertura a l'exterior de la cavitat. Per aquest motiu s'ha exclòs aquesta variable de l'anàlisi factorial, amb l'objectiu d'evitar una possible distorsió dels resultats.



Figura 13: Acumulació sedimentària detrítica de composició mixta silícica-carbonatada a la *galeria dels Domassos* (sector subaquàtic de Llevant). Foto: A. Cirer.  
 Figure 13: Mixed siliciclastic-carbonate sediment accumulation at *Galeria dels Domassos* (Sector Subaquàtic de Llevant). Photo: A. Cirer.

## Conclusions

Els resultats obtinguts determinen que a les coves del Drac són diversos els processos sedimentaris que donen lloc a una gran varietat de facies sedimentàries, tot adaptant-se a l'esquema sedimentari general proposat per FORNÓS et al. (2009) per al conjunt de coves càrstiques litorals de Mallorca.

La dificultat per realitzar una individualització de les diferents facies sedimentàries, indica que en general els diferents processos i mecanismes sedimentaris identificats actuen en major o menor mesura de forma simultània al llarg del sistema, de manera que és habitual la presència de facies mixtes que inclouen tant sediments autòctons com al·lòctons.

Igual que succeeix a altres cavitats litorals similars de la costa oriental i de migjorn de Mallorca, destaca l'elevada presència de sediments autòctons, principalment constituïts per calcita, derivats de la precipitació química a la interfase aire-aigua, i de la disgregació de partícules per una alteració física i la dissolució de les parets de la cavitat vinculada a la presència d'haloclines. Per tant, les característiques químiques de la massa d'aigua subterrània són molt importants, ja que és un dels principals elements que determina el règim sedimentari de la cavitat.

Un altre factor molt important és la forta relació existent entre una determinada facies sedimentària i un procés o mecanisme sedimentari; per aquest motiu, l'estudi de les característiques i la distribució de les diferents facies a la cavitat és essencial per conèixer els processos que tenen lloc en l'actualitat, i també pot ajudar a conèixer diferents canvis que s'han pogut produir a la cova com: la presència d'antigues obertures, canvis en el nivell de la mar o en les condicions geoquímiques del sistema, etc.

Una particularitat del registre sedimentari de la cavitat són les acumulacions en algunes zones de FeO i MnO, que poden derivar de processos hipogènics que hagin actuat en alguns moments durant el desenvolupament de la cavitat (MERINO et al., 2011; GINÉS et al., 2017) o bé de l'activitat de determinats microorganismes (HILL & FORTI, 1997), per la qual cosa seria interessant fer una anàlisi exhaustiva d'aquest fenomen per determinar quin és el principal procés geoquímic implicat, especialment a les mostres amb alts continguts en FeO i goethita que es presenten agrupades en la *galeria dels Cocos del sector subaquàtic de Ponent*.

La sedimentació al·lòctona està totalment condicionada per les característiques hidrogeològiques de la regió, on són escassos els materials arrossegats a l'interior de la cova per les aigües d'escorrentia i infiltració. No obstant això, i deixant de banda els conductes que drenen directament a la mar, com és el cas de Cala Murta i que han permès l'entrada de components relacionats amb la dinàmica marina, la presència d'obertures i fractures pels importants processos de col·lapse derivats dels canvis en el nivell del mar durant el pleistocè, han afavorit l'entrada d'aquest tipus de facies. Un aspecte destacable d'aquest tipus de dipòsits és la seva composició química, principalment silicatada, que estaria relacionada amb les pluges de pols d'origen saharià, característiques de la Mediterrània occidental.

## Agraïments

Volem mostrar el nostre més sincer agraïment als propietaris, gestors i personal en general de les Coves del Drac la gran amabilitat i les facilitats dispensades en tot moment al llarg de les nostres activitats a la cova. També el nostre agraïment a Miquel A. Gual, Juanjo Enseñat i Joaquín Ginés pels seus constructius comentaris i suggeriments, així com a la ICTS SOCIB (MICIIN-CAIB) per l'ús del seu granulòmetre làser. El present treball s'emmarca dins del projecte d'investigació del MINECO, CGL2016-79246-P (AEI-FEDER, UE).

## Bibliografia

- BACK, W.; HANSHAW, B.B.; PYLE, T.E.; PLUMMER, L.N. & WEIDIE, A.E. (1979): Geochemical significance of groundwater discharge and carbonate solution to the formation of Caleta Xel Ha, Quintana Roo, Mexico. *Water Resources Research*, 15 (6) : 1521-1535.
- BACK, W.; HANSHAW, B.B. & VAN DRIEL, J. N. (1984): Role of groundwater in shaping the eastern coastline of the Yucatán peninsula, Mexico. In: *Groundwater as a Geomorphic Agent*. La Fleur Allen & Unwin, 281-293. Boston.
- BLOTT, S.J., & PYE, K. (2001): GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth surface processes and landforms*, 26 (11): 1237-1248.



- BÖGLI, A. (1980): *Karst hydrology and physical speleology*. Springer-Verlag., 294 pp. Berlín.
- BOSCH, R.F., & WHITE, W. B. (2004): Lithofacies and transport of clastic sediments in karstic aquifers. In: *Studies of cave sediments*. Kluwer Academic/Plenum Publisher. 1-22.
- FIOL, L.A.; FORNÓS, J.J.; GELABERT, B. & GUIJARRO, J.A. (2005): Dust rains in Mallorca (Western Mediterranean): Their occurrence and role in some recent geological processes. *Catena*, 63 (1): 64-84.
- FORD, D.C., & WILLIAMS, P.W., (2007): *Karst hydrogeology and geomorphology*. Chichester, Wiley, 561 pp.
- FORD, T.D. (2001): Sediments in caves: An outline guide to the sediments found in caves and what can be learnt from them. Somerset, U.K., BCRA *Cave Studies Series*, no. 9, 32 pp.
- FORNÓS, J.J., & GELABERT, B. (1995): Litologia i tectònica del carst de Mallorca / Lithology and tectonics of the Majorcan karst. *Endins*, 20: 27-44.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (2011): Condicionants litològics i estructurals del carst a les illes Balears. In: *El carst patrimoni natural de les Illes Balears*. Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17:, 37-52.
- FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2008): Característiques sedimentàries de la Cova d'en Bassol (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 32: 151-164.
- FORNÓS, J.J.; GINÉS, J. & GRÀCIA, F. (2009): Present-day sedimentary facies in the coastal karst caves of Mallorca island (western Mediterranean). *Journal of Cave and Karst Studies*, 71 (1): 86-99.
- FORNÓS, J.J.; GINÉS, J.; MERINO, A. & BOVER, P. (2010): El rebliment sedimentari de la galeria del Tragus a la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 53: 179-191.
- FORNÓS, J.J.; GINÉS, J.; GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2011): Els sediments de les cavitats càrstiques de les Balears. In: *El carst patrimoni natural de les Illes Balears*. Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 199-212.
- FORNÓS, J.J.; GINÉS, J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; GÓMEZ-PUJOL, L. & BOVER, P. (2014): Cave deposits and sedimentary processes in Cova des Pas de Vallgornera (Mallorca, Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 43 (2): 159-174.
- GILLIESON, D. (1996): *Caves: processes, development, management*. Blackwell, 324 pp. Oxford.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes històrics y espeleogènètics. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca*. Tesi doctoral, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears, 625 pp.
- GINÉS, J., FORNÓS, J.J.; GINÉS, À. & TUCCIMEI, P. (2007b): Endokarst costero, niveles marinos y tectónica: el ejemplo de la costa oriental de Mallorca. In: Fornós, J.J., Ginés, J. & Gómez-Pujol, L. (eds.) *Geomorfología litoral: Migjorn y Llevant de Mallorca*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 15: 201-220. Palma.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J. J.; TRIAS, M.; GINÉS, À. & SANTANDREU, G. (2007a): Els fenòmens endocàrstics de la zona de ca n'Olesa: la cova de s'Ònix i altres cavitats veïnes (Manacor, Mallorca). *Endins*, (31), 5-30.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011): Classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de les Illes Balears. In: *El carst patrimoni natural de les Illes Balears*. Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 85-102.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; TUCCIMEI, P.; ONAC, B.P. & GRÀCIA, F. (2012). Phreatic Overgrowths on Speleothems (POS) from Mallorca, Spain: Updating forty years of research. In: GINÉS, A.; GINÉS, J.; GÓMEZ-PUJOL, L.; ONAC, B.P. & FORNÓS, J.J. (eds.). Mallorca: *A Mediterranean Benchmark for Quaternary Studies*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 18: 111-146.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; TRIAS, M.; GINÉS, A. & SANTANDREU, G. (2007): Els fenòmens endocàrstics de la zona de ca n'Olesa: la cova de s'Ònix i altres cavitats veïnes (Manacor, Mallorca). *Endins*, 31: 5-30.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; ONAC, B.P. & GINÉS, A. (2017): 5. Hypogene imprints in coastal karst caves of Mallorca Island (Western Mediterranean): morphological features and speleogenetic approach. In: KLIMCHOUK, A.; PALMER, A.N.; DE WAELE, J.; AULER, A.S. & AUDRA, P. (eds.) *Hypogene karst regions and caves of the World*. Springer International Publishing AG. 99-112. Cham, Suïssa.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F. & FORNÓS, J.J. (2018): L'espeleogènesi de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): evolució dels coneixements i interpretació actual. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 141-163.
- GOUDIE, A.S. & MIDDLETON, N.J. (2001): Saharan dust storms: nature and consequences. *Earth-Science Reviews*, 56 (1): 179-204.
- GRÀCIA, F. (2015): *Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del Llevant i Migjorn de Mallorca*. Tesi doctoral, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 984 pp.
- GRÀCIA, F. & FORNÓS, J. J. (2014): Les morfologies de dissolució hipogèniques i de la zona de mescla litoral a Es Dolç (Colònia de Sant Jordi, Ses Salines, Mallorca). *Endins*, 36: 97-112.
- GRÀCIA, F.; JAUME, D.; RAMIS, D.; FORNÓS, J.J.; BOVER, P.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A. & VADELL, M. (2003): Les coves de cala Anguila (Manacor, Mallorca). II: La Cova Genovesa o Cova d'en Bessó. Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna, paleontologia, arqueologia i conservació. *Endins*, 25: 43-86.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FORNÓS, J.J.; URIZ, M.J.; MARTÍN, D. & PONS, G.X. (2005): La cova des Coll (Felanitx, Mallorca). Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186.

- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata-Pont-Piqueta (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; CLAMOR, B.; FEBRER, M. & GAMUNDÍ, P. (2007a): La cova de sa Gleda I. Sector clàssic, sector ponent i sector cinc-cents (Manacor, Mallorca): Geomorfologia, espeleogènesi, sedimentologia i hidrologia. *Endins*, 31: 43-96.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J. & CLAMOR, B. (2007b): Cavitats costaneres de les Balears generades a la zona de mescla, amb importants continuacions subaquàtiques. *Geomorfologia litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 299-352.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B.; POCOVÍ, J. & PERELLÓ, M.A. (2009): Les descobertes subaquàtiques a la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): història i descripció dels descobriments, hidrologia, espeleotemes, sediments, paleontologia i fauna. *Endins*, 33: 35-72.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; CIRER, A.; FENÁNDEZ, J.F.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A.; GINÉS, J.; URIZ, M.J.; MUNAR, S.; VICENS, D.; GINARD, A.; BETTON, N.; VIVES, M.A.; JAUME, J.; 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 excavada a les eolianites quaternàries i als materials del Pliocè. *Endins*, 36: 69-96.
- GRIMALT, M. (1992): *Geografia del risc a Mallorca. Les inundacions*. Institut d'Estudis Balearics. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Govern Balear. 359 pp. GUIJARRO, J.A. (2007): Termo Pluviometría media de Balears del trentenio 1971-2000. *Boletín Mensual Climatológico*, 58: 121-130.
- HILL, C.A. & FORTI, P. (1997): *Cave minerals of the world* (2nd edition). National Speleological Society. 463 pp.
- JULIEN, P. Y. (1995): *Erosion and sedimentation*. Cambridge University Press. 280 pp.
- MERINO, A.; GINÉS, J. & FORNÓS, J.J. (2011): Evidències morfològiques de processos hipogènics a cavitats de Mallorca. In: *El carst patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 165-182.
- MEULMAN, J.J. & HEISER, W.J. (2012): *IBM SPSS Categories 21*. Manual de usuario, 333 pp.
- MYLROIE, J.R., & MYLROIE, J.E. (2007): Development of the carbonate island karst model. *Journal of Cave and Karst Studies*, 69 (1): 59-75.
- POLYAK, V.J.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; ASMEROM, Y.; HAY, C.; DORALE, J.A.; GINÉS, J.; TUCCIMEI, P. & GINÉS, A. (2018): A highly resolved record of relative sea-level in the western Mediterranean Sea during the Last Interglacial period. *Nature Geoscience*, 11: 860-864.
- POMAR, L. (1991): Reef geometries, erosion surfaces and high-frequency sea-level changes, upper Miocene Reef Complex, Mallorca, Spain. *Sedimentology*, 38 (2): 243-269.
- ROBLEDÓ, P.A. & DURÁN, J.J. (2010): Evolución del turismo subterráneo en las Islas Baleares y su papel en el modelo turístico. In: DURÁN, J.J. & CARRASCO, F. (eds.) *Cuevas: Patrimonio, Naturaleza, Cultura y Turismo*. Asociación de Cuevas Turísticas Españolas. 305-322. Madrid.
- SASOWSKY, I.D. & MYLROIE, J.E. (2004): *Studies of Cave Sediments*. Kluwer Academic / Plenum Publisher. 329 pp. New York.
- SCHULTE, E.E. & HOPKINS, B.G. (1996): Estimation of soil organic matter by weight loss-on-ignition. *Soil organic matter: Analysis and interpretation*, SSSA Special Publication, 46: 21-31.
- SIQUIER, J.B.; DE LA CRUZ CARAVACA, M.T. & COSTA, J.H. (2001): Suelos de áreas naturales al este de Mallorca. *Observatorio medioambiental*, 4: 93-112.
- TAYLOR, P. M. & CHAFETZ, H.S. (2004): Floating rafts of calcite crystals in cave pools, central Texas, USA: crystal habit vs. saturation state. *Journal of Sedimentary Research*, 74 (3): 328-341.
- TAYLOR, M.P.; DRYSDALE, R.N. & CARTHEW, K.D. (2004): The formation and environmental significance of calcite rafts in tropical tufa-depositing rivers of northern Australia. *Sedimentology*, 51 (5): 1089-1101.
- TUCCIMEI, P.; SOLIGO, M.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; KRAMERS, J. & VILLA, I.M. (2010): Constraining Holocene sea levels using U-Th ages of phreatic overgrowths on speleothems from coastal caves in Mallorca (Western Mediterranean). *Earth Surface Processes and Landforms*, 35 (7): 782-790.
- VAN HENGSTUM, P.J.; SCOTT, D.B.; GRÖCKE, D.R. & CHARETTE, M.A. (2011): Sea level controls sedimentation and environments in coastal caves and sinkholes. *Marine Geology*, 286 (1): 35-50.
- WHITE, W.B. (1988): *Geomorphology and hydrology of karst terrains*. Oxford University. 464 pp. New York.
- WHITE, W.B. (2007): Cave sediments and paleoclimate. *Journal of Cave and Karst studies*, 69 (1): 76-93.





# Caracterització físico-química dels llacs de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)

Joan J. FORNÓS<sup>1,2</sup>, Alejandro PILARES<sup>1</sup>, Francesc GRÀCIA<sup>1,2</sup> i Ana ENTRENA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma. Email: joan.fornos@uib.cat

<sup>2</sup> Societat Espeleològica Balear. Palma.

## Abstract

Five-year (2013-2017) of sampling data of the physical-chemical characteristics of the lake waters existing in the Coves del Drac are presented. Salinity, temperature and pH as well as dissolved oxygen data, along the entire water column are measured, with special emphasis on the most superficial part due to the interest that it represents for the interaction of the environment with respect to the precipitation/dissolution of the carbonates. The data obtained show the presence of one, sometimes two, haloclines, as well as the variation of both the temperature and the pH with a marked seasonal and, variable, character in the different lakes related to the topography (profile) of the cave and the environmental parameters of the air-filled chambers.

## Resum

Es presenten les dades de mostreig durant un quinquenni (2013-2017) de les característiques físico-químiques de les aigües dels llacs existents a les Coves del Drac. S'han pres mesures de salinitat, temperatura i pH així com d'oxigen dissolt, al llarg de tota la columna d'aigua, tot posant un especial èmfasi en la part més superficial degut a l'interès que representa per a la interacció del medi respecte a la precipitació/dissolució dels carbonats. Les dades obtingudes mostren la presència d'una, a vegades dues, haloclines, així com la variació tant de la temperatura com del pH amb un marcat caràcter estacional i, variable, en els diferents llacs relacionat amb la topografia (secció) de la cova i dels paràmetres ambientals de les cambres d'aire.

Fornós, J. J. ; Pilares, A. ; Gràcia, F. i Entrena, A. (2018): Caracterització físico-química dels llacs de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Papers Soc. Espeleo. Balear, 1: 181-195. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear. Rebut: 7 novembre 2019; Revisat: 18 novembre 2019; Aceptat: 26 novembre 2019. Publicat online: 10 desembre 2019.

## Introducció

La presència de cavitats càrstiques amb ambients anquihalins és molt important a la franja litoral sud i est de l'illa de Mallorca (JAUME & GRÀCIA, 2006). La proximitat a la línia de costa ha determinat la seva espeleogènesi i posterior evolució per la fluctuació de la zona de mescla d'aigües continentals i marines, que han controlat i determinat els fenòmens que han tingut lloc en aquestes cavitats (GINÉS, 2000; GINÉS et al., 2018). Moltes d'aquestes coves, les quals se situen sobre materials carbonatats del miocè superior (FORNÓS & GELABERT, 2011), es caracteritzen per un important desenvolupament horitzontal on destaca la presència de grans sales originades per processos de col·lapse, així com llacs quan s'assoleix el nivell freàtic juntament amb tota una sèrie de galeries i conductes negats (GINÉS & GINÉS, 2011).

La columna d'aigua d'aquests llacs té un paper molt important en el règim geoquímic d'aquestes cavitats a causa de tot un conjunt de processos i aspectes que en deriven de les seves característiques, entre els quals destaca la desgasificació de CO<sub>2</sub> que es produeix a la interfase aire-aigua i provoca la precipitació i acumulació de calcita a la superfície dels llacs (TAYLOR et al., 2004; FAIRCHILD et al., 2006). Aquest fenomen té una forta implicació en la formació d'espeleotemes freàtics (Figura 1) i en la deposició de sediments carbonatats en el fons dels llacs (FORNÓS et al., 2011, PILARES et al., 2018). Els aspectes que contribueixen a la formació i determinen les característiques d'aquests sobrecreixement freàtics han estat fruit d'anàlisi en diferents ocasions (BOOP et al., 2017; CSOMA et al., 2006; GINÉS et al., 2012) a causa, principalment, de l'important coneixement que aporten en l'estudi de les oscil·lacions glacioeustàtiques que ha experimentat la Mediterrània durant el quaternari (DORALE et al. 2010; TUCCIMEI et al. 2010; POLYAK et al., 2018).

Un altre aspecte molt important és l'elevada agressivitat química de les aigües que es produeix per la mescla d'aigües meteòriques i salines al litoral (BACK et al., 1979, 1984), en aquest àmbit es detecta una important haloclina derivada del notable canvi en profunditat de les concentracions de salinitat de les aigües pel contacte de masses amb diferents graus de salinitat (GRÀCIA, 2015). En aquests nivells, els processos de dissolució de la roca són molt importants i és comú trobar un gran nombre de morfologies de corrosió (GRÀCIA et al., 2011).

En general, la columna d'aigua d'aquests àmbits càrstics apareix estratificada i estable, amb capes ben definides i amb carència de corrents horitzontals importants, a excepció de les sales o conductes

negats més pròxims al mar, on a vegades, el contacte directe amb la mar ocasiona que les aigües transportin materials d'origen marí dins la cavitat (FORNÓS et al., 2011).

Les Coves del Drac, situades a la marina de Manacor, són un clar exemple de cavitat de la zona de mescla d'aigües en un entorn anquihalí, on les seves característiques, així com els processos que tenen lloc al seu interior, estan controlats pels factors que afecten les aigües freàtiques (recàrrega, intrusió marina, desgasificació, etc.). En aquesta línia, l'objectiu del present estudi és el de caracteritzar la columna d'aigua de la cova (posant un especial èmfasi en els nivells més superficials), analitzar la seva variació temporal a diferents punts de la cavitat, i determinar les implicacions que té en els processos que es produeixen a la cavitat.



Figura 1: Sobrecreixements freàtics (POS) subactuals creixent sobre estalagmites a la galeria de les Delícies (Foto: A. Cirer).

Figure 1: Present-day phreatic overgrowths on speleothems (POS) growing over stalagmites in Galeria de les Delícies (Photo: A. Cirer).

## Mètodes

Donat l'interès que té la geoquímica de les aigües per a la precipitació dels espeleotemes freàtics es va posar especial interès en el mostreig de la làmina més superficial dels llacs. En aquest sentit i aprofitant el fàcil accés des de la vorera dels llacs es van fer mesures periòdicament al *llac Negre* i al *llac de les Delícies*.

Per analitzar la composició geoquímica de la capa superior de la columna d'aigua de la cavitat, s'han realitzat mesures de temperatura i de potencial d'oxidació-reducció (ORP), així com dels nivells de pH, TDS, conductivitat i salinitat durant el període 2012 – 2017. S'efectuaren mostres trimestrals a punts concrets de la cova (Figura 2) per poder caracteritzar la seva dinàmica anual i estacional, fent ús d'una sonda multiparàmetre Hanna (HI9828) amb registres cada 20 cm des de la superfície de l'aigua fins a una profunditat màxima general de 2,60 m, amb oscil·lacions de +/- 25 cm per canvis en el nivell freàtic derivats de la situació meteorològica i de variacions de la pressió atmosfèrica (GÓMEZ-PUJOL et al., 2007).

Per altra banda, i donada la importància del reconeixement de la presència d'haloclines, les capes inferiors de la columna d'aigua es caracteritzaren a partir de les dades obtingudes pels espeleobussejadors, fent ús d'una sonda multiparàmetre EXO-1 (YSI) amb interfície KOR. Es realitzaren 3 mostres entre el 2015 i 2016 a 4 punts diferenciats de la cavitat (Figura 2). D'aquesta manera, s'ha pogut caracteritzar per complet el perfil vertical de l'aigua i documentar la zona d'haloclina. Per a l'anàlisi de la informació s'han representat gràficament totes les dades i s'han calculat diferents paràmetres estadístics, per conèixer el comportament temporal que experimenta la làmina d'aigua i poder analitzar els diferents canvis a cada punt de la cova.



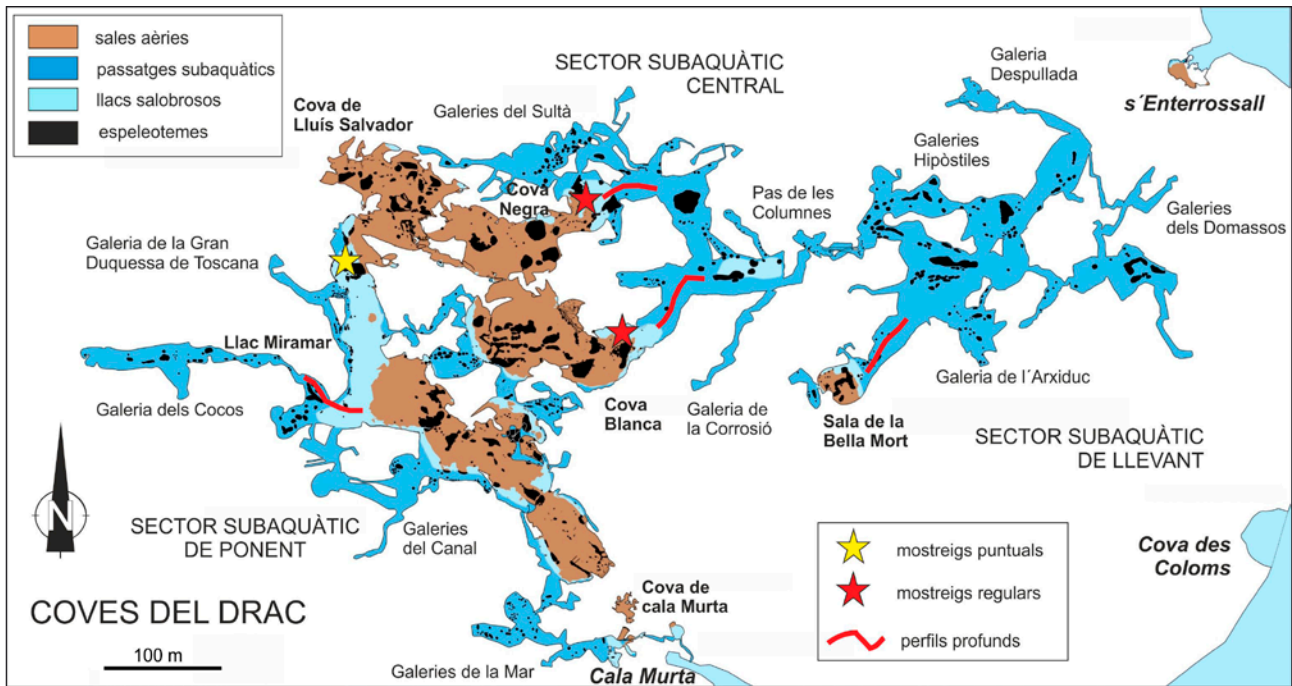


Figura 2: Plànol topogràfic general de les coves del Drac, amb la localització dels punts de mostrejos geoquímics de les aigües (Base topogràfica SEB – Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 2: General topographic map of Coves del Drac showing the points of water sampling for their geochemical description (Topographic base SEB – Societat Espeleològica Balear).

Paral·lelament es mesuraren també els paràmetres ambientals (temperatura i  $\text{CO}_2$ ) de la cavitat a la zona dels llacs amb un sensor Vaisala (GM70) i es feren observacions de la presència de calcita flotant a la superfície de les aigües.

## Antecedents

Poca és la informació des del punt de vista geoquímic que es té de les característiques dels llacs salobrosos presents a les Coves del Drac. Les primeres dades modernes amb un cert rigor científic corresponen a les que es realitzaren a la cavitat tot aprofitant les primeres exploracions subaquàtiques que s'hi realitzaren per un grup de gal·lesos (GRÀCIA et al, 2018). D'aquestes exploracions en surt el treball de GASCOINE (1992), el qual dona dades sobre la presència d'haloclines i les relaciona amb processos de dissolució. Aporta també dades de conductivitat, temperatura i pH així com d'alguns cations (Na, Ca i Mg) del *llac Negre* (fins a una profunditat de 4 m), *llac Miramar* o *Martel* (fins a una profunditat de 8 m) i *llac de les Delícies* (fins a una profunditat de 4 m) a part d'altres llacs més petits. Els valors que dona de temperatura per al *llac Negre* (14,4°C en superfície i 17,2°C a 4 m) són més baixos que els dels altres llacs (18,0°C a 18,8°C pel *llac de les Delícies*, 18,9°C a 19,3°C pel *llac Miramar*) fet que es relaciona clarament amb la temperatura de l'aire (14,9°C pel *llac Negre*, i poc més de 18°C per als altres dos). En quant a la conductivitat, en tots els casos s'incrementa en profunditat; en superfície va des dels 2,2 mS del *llac Negre* a 8,0 mS del *llac Miramar* i als 4 m de profunditat dona 8,3 mS al *llac Negre* mentre que als 8 m de profunditat el *llac Miramar* arriba a valors de 13,3 mS (9,2 mS als -4 m). El pH en tots els casos és lleugerament inferior a 7 excepte a la superfície del *llac de les Delícies* amb valors de 7,35.

Les dades més recents van associades als treballs relacionats amb la tesi doctoral de L.M. Boop realitzada a la University of South Florida (BOOP, 2014). En aquesta memòria, juntament amb treballs relacionats amb l'esmentada tesi (BOOP et al., 2013, 2014, 2017), es donen les dades corresponents als perfils de 2,6 m de profunditat realitzats al *llac de les Delícies* de pH, temperatura i conductivitat així com de la composició isotòpica d'oxigen i carboni i del contingut en oxigen dissolt; tot això amb l'objectiu d'avaluar la capacitat del medi en la precipitació/dissolució de carbonats, sia en forma d'aragonita o de calcita. Part dels resultats, concretament els corresponents a l'any 2013 estan incorporats en la descripció dels paràgrafs següents.

## Resultats dels primers 2,6 m de la columna d'aigua (llac Negre – llac de les Delícies)

Els resultats obtinguts mostren lleugeres variacions espacials i temporals entre els diferents perfils analitzats, no obstant això, són importants els canvis que es produeixen al llarg dels perfils de la columna d'aigua pel que fa a cada una de les variables analitzades. A continuació, es descriuen les principals característiques de la capa superficial (fins a 2,60 m de profunditat) a partir dels mostrejos regulars efectuats. Aquesta informació s'ha complementat amb les dades dels mostrejos puntuals realitzats pels espeleobussejadors a diferents punts de la cova, per intentar caracteritzar tot el perfil vertical accessible (la profunditat màxima dels conductes és de 24,0 m a la *galeria de les Delícies*; ENSEÑAT et al., 2018) dades que es descriuen més endavant en un altre apartat.

### Temperatura

En general, la temperatura disminueix en els primers 40 cm però amb la profunditat augmenta de forma lineal i progressiva a tots els perfils. Al *llac Negre* (Figura 3a) la temperatura de l'aigua és

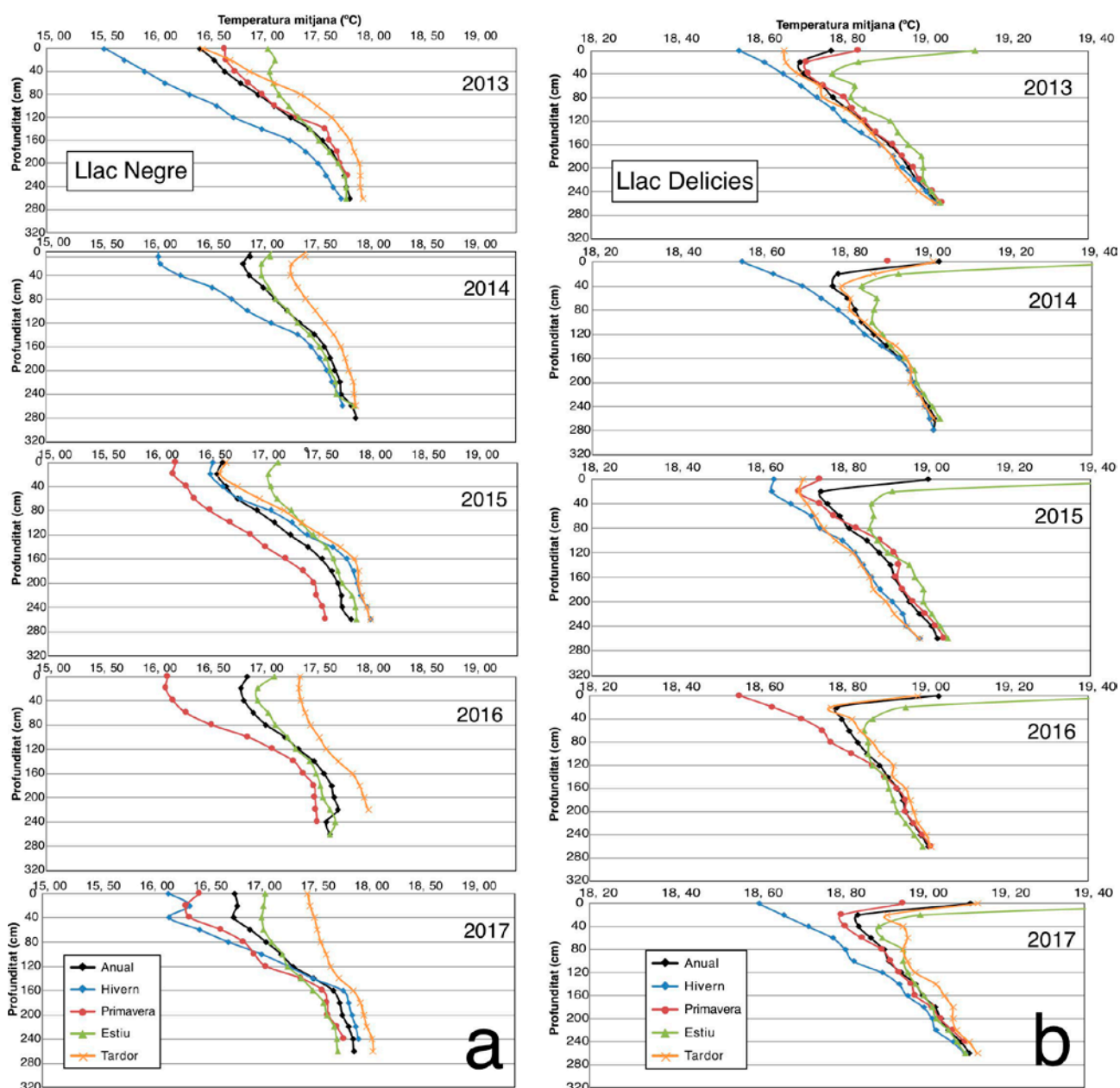


Figura 3: Perfils estacionals superficials de les temperatures mitjanes realitzats al *Llac Negre* (a) i *Llac de les Delícies* (b).  
 Figure 3: Shallow seasonal profiles of average temperatures measured at *Llac Negre* (a) and *Llac de les Delícies* (b).



lleugerament inferior amb un valor mínim enregistrat de 15,94°C, un valor màxim de 18,08°C i una mitjana de 17,33°C, per part seva, el *llac de les Delícies* (Figura 3b) és un poc més càlid amb un mínim de 18,29°C, un màxim de 19,78°C i una mitjana de 18,91°C.

Estacionalment, cal destacar la variabilitat de la capa més superficial dels llacs (entre els 0 i els 40 cm de profunditat) amb importants oscil·lacions en la temperatura. Es produeixen augments significatius durant els mesos càlids i disminucions durant els períodes freds de l'any. A la resta del perfil, les temperatures mitjanes són més baixes durant els mesos d'hivern i primavera i les més elevades als mesos d'estiu i tardor. El perfil és molt estable durant tot l'any al *llac de les Delícies*, mentre que al *llac Negre* la variabilitat és major.

Al *llac Miramar*, on s'han fet mostrejos de forma esporàdica la temperatura del perfil és molt estable i varia molt poc en profunditat.

Anualment, el comportament de la làmina d'aigua és molt similar a tots els llacs, encara que cal destacar un augment de la temperatura enregistrada a la capa més superficial del *llac de les Delícies* durant els últims anys (2014-2017) en comparació amb anys anteriors.

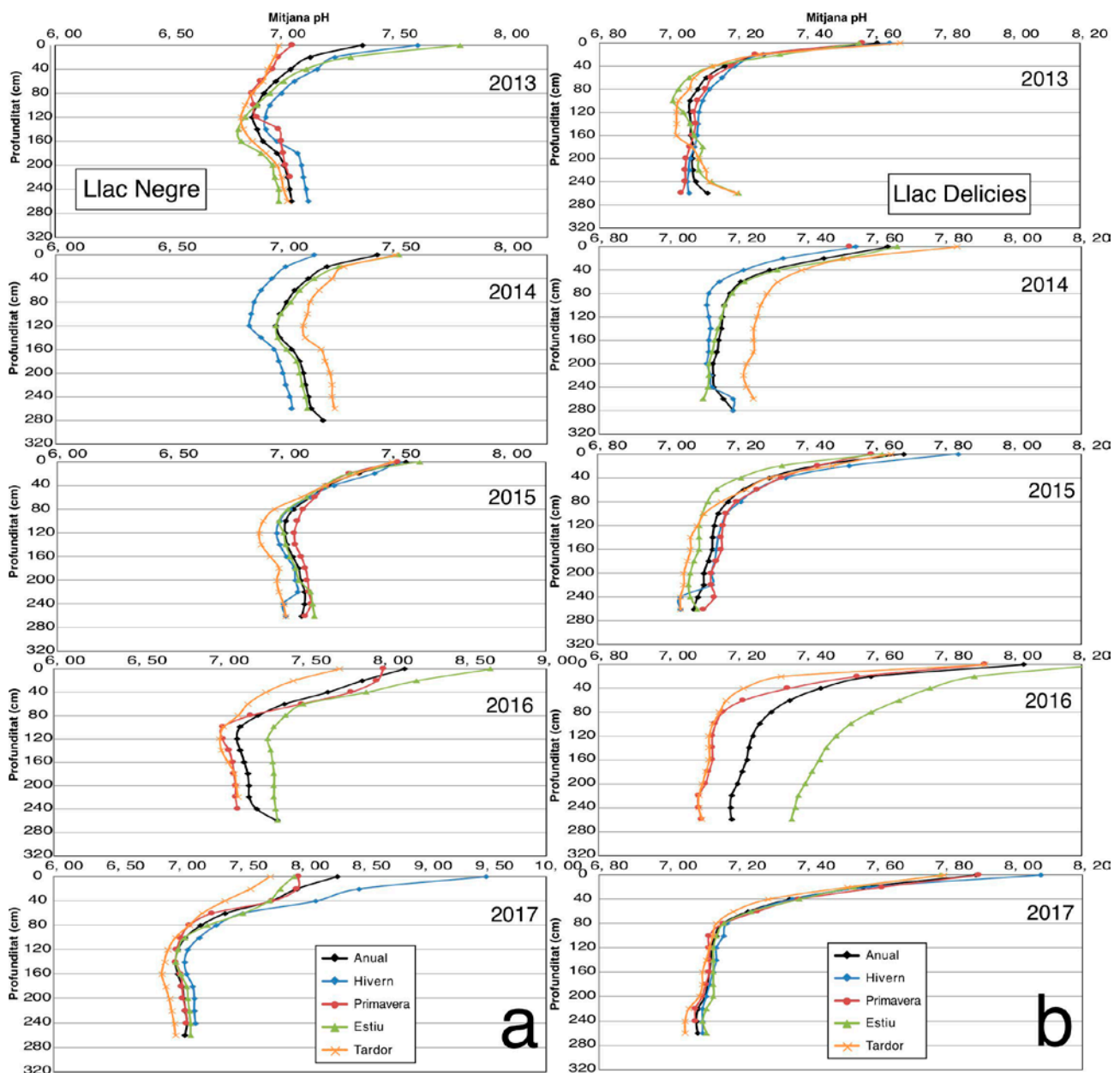


Figura 4: Perfils estacionals superficials del pH mitjà realitzats al *Llac Negre* (a) i *Llac de les Delícies* (b).  
 Figure 4: Shallow seasonal profiles of average pH measured at *Llac Negre* (a) and *Llac de les Delícies* (b).

### pH

Els valors de pH al *llac Negre* i al *llac de les Delícies* són molt similars amb uns valors mitjans per al període de 7,18 i 7,21 respectivament. Amb més detall, el primer presenta un valor mínim de 6,87 i màxim de 9,51, el segon, 6,86 de mínim i 8,26 de màxim (Figura 4).

El pH té un comportament similar al llarg de tot l'any a tot el perfil, malgrat això, són importants les variacions que es produeixen a prop de la superfície on les aigües són més bàsiques amb pH més alts. Les capes inferiors són molt estables i van disminuint en profunditat fins als 1,20 m, per després augmentar lleugerament. Tal i com es veurà més endavant, les lectures amb el sensor EXO-KOR indiquen que en general, a partir dels 8 metres de fondària té lloc un important augment del pH, que en la zona de la *sala de la Bella Mort* és als -10 m. A nivells més baixos torna a disminuir molt lleugerament el pH.

### Salinitat

La salinitat augmenta amb la profunditat a totes les zones de la cova. Les dades obtingudes de les capes d'aigua inferiors (vegeu més endavant) mostren un augment important de la salinitat en general entre els 6 i 8 m de fondària, punt on se situa la zona d'haloclina i que ja dona pas a les aigües plenament marines.

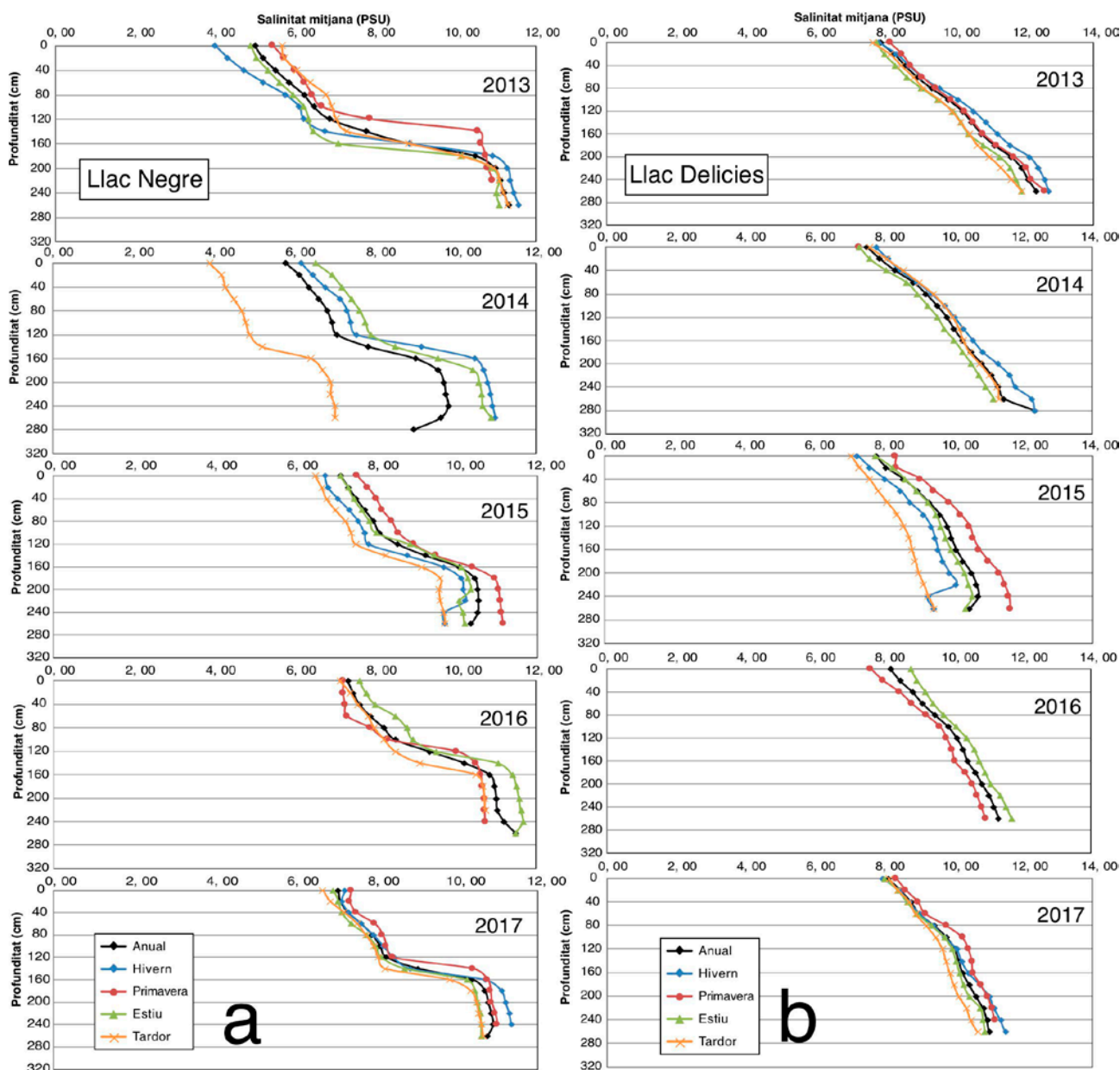


Figura 5: Perfils estacionals superficials de la salinitat mitjana realitzats al *Llac Negre* (a) i *Llac de les Delícies* (b).  
 Figure 5: Shallow seasonal profiles of average salinity measured at *Llac Negre* (a) and *Llac de les Delícies* (b).



Les diferents zones de la cova presenten petites variacions en les concentracions de salinitat: al *llac de les Delícies* (Figura 5b) es produeix un augment de la salinitat en profunditat molt lineal però té unes concentracions més elevades amb un valor mitjà de 9,86 psu, un valor mínim de 6,15 psu i màxim de 12,96 psu; al *llac Negre* (Figura 5a) l'augment de salinitat en profunditat a la capa superficial és més accentuat encara que en general registra uns valors de salinitat inferiors amb un valor mitjà de 8,88 psu, un valor mínim de 3,90 psu i un valor màxim d'11,68 psu.

La salinitat a la capa superior del *llac Miramar*, com ja ocorre amb altres paràmetres es presenta molt estable, sense pràcticament variabilitat fins a arribar a les aigües més profundes i a la zona d'haloclina.

Estacionalment hi ha petites variacions en les concentracions de salinitat de tots els perfils, encara que no segueixen un patró del tot definit.

Anualment, tots els llacs presenten una dinàmica similar, no obstant això, cal destacar els valors del *llac Negre* durant els anys 2013 i 2014 amb uns nivells de salinitat més baixos, amb una psu mitjana de 8,05 i 8 respectivament.

### Oxigen dissolt

Aquest paràmetre presenta valors anuals i estacionals molt irregulars (potser degut al mal funcionament dels sensors), motiu pel qual ha estat difícil establir el seu comportament general i caracteritzar la seva dinàmica estacional i anual (Figura 6). En línies generals la concentració percentual d'oxigen dissolt és un poc superior a la capa més superficial, disminuint lleugerament o mantenint-se al llarg dels dos primers metres per tornar a pujar lleugerament a partir d'aquí. Tan sols un fet cal remarcar i és la clara diferència entre el *llac Negre* i el *llac de les Delícies*. En el *llac Negre* s'hi observa clarament un nivell d'anòxia entre els 0,50 i 1,60 m de profunditat que s'ha pogut constatar en tots els mostrejos (Figura 6a).

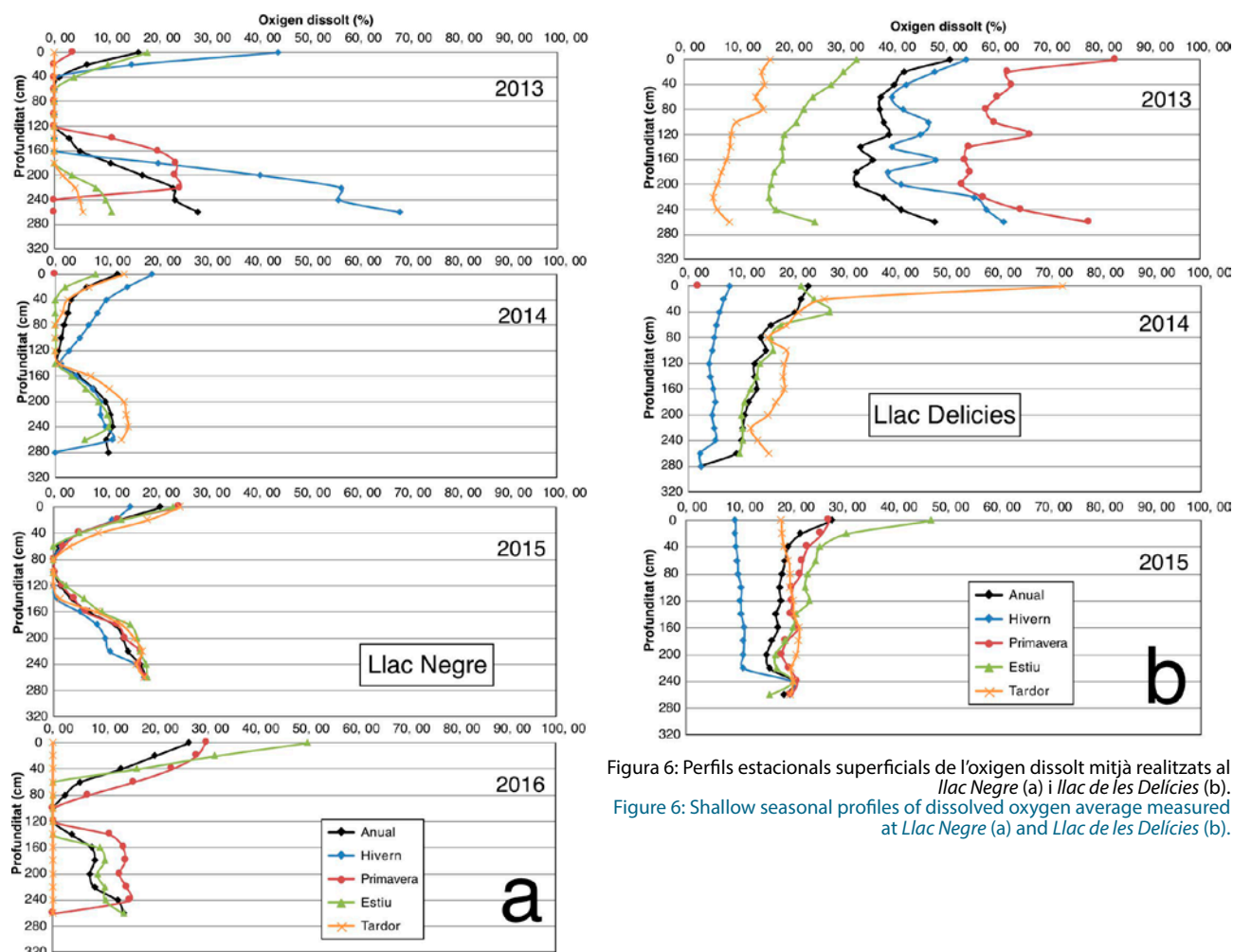


Figura 6: Perfils estacionals superficials de l'oxigen dissolt mitjà realitzats al *llac Negre* (a) i *llac de les Delícies* (b).  
 Figure 6: Shallow seasonal profiles of dissolved oxygen average measured at *Llac Negre* (a) and *Llac de les Delícies* (b).

**Concentració de CO<sub>2</sub> i presència de calcita flotant**

Els valors de la concentració del CO<sub>2</sub> a les cambres d'aire situades sobre els llacs Negre i de les Delícies mostren una gran estacionalitat així com diferències significatives entre els dos llacs (Taula 1). Durant l'estació estival i coincidint amb el moment de menor aireació de la cavitat les dues zones arriben a valors superiors als 1400 ppm de CO<sub>2</sub>, mentre que en l'època hivernal presenten valors entre els 400 i 450 ppm. A primavera i tardor els valors oscil·len entre els 500 i 700 ppm. Els valors alts en el contingut de CO<sub>2</sub> es mantenen durant més temps a la zona del llac de les Delícies, mentre que la variació deguda a l'estacionalitat és molt més ràpida a la zona del llac Negre degut bàsicament al perfil més directe d'accés i la facilitat d'entrada d'aire exterior fins aquesta zona. Un comportament similar té la temperatura de l'aire on s'observa una major fluctuació i uns valors més extrems en el cas del llac Negre mentre que al llac de les Delícies la variació és més moderada.

L'observació dels cristalls de calcita flotant a la superfície dels llacs també mostra diferències significatives (Taula 1). En línies generals podem dir que al llac Negre la calcita flotant hi és present durant tot l'any i en quantitats significatives mentre que al llac de les Delícies aquesta no sempre hi és present, i si hi és ho fa en proporció inferior a la del llac Negre. En ambdós casos la presència de calcita flotant sembla ser més important durant l'hivern.

		CO <sub>2</sub> (ppm)	Temperatura (°C)	Calcita flotant
<b>Llac Negre</b>	<b>Hivern</b>	398	16,01	xxx
	<b>Estiu</b>	1480	21,6	xxx
<b>Llac de les Delícies</b>	<b>Hivern</b>	458	16,5	xx
	<b>Estiu</b>	1442	19,8	x

Taula 1: Dades de CO<sub>2</sub> i temperatura de l'aire de la cova a les zones del llac Negre i del llac les Delícies, així com de la presència de calcita flotant a la seva superfície (x: poc abundant; xx: abundant; xxx: molt abundant).

Table 1: CO<sub>2</sub> and temperature air data at the Llac Negre and Llac de les Delícies as well as presence of calcite rafts in their surface. (x: not abundant; xx: abundant; xxx: very abundant).

**Perfils profunds de temperatura, salinitat i pH**

Donades les característiques topogràfiques de la cova i el seu desenvolupament tant en planta com en vertical, s'ha optat per realitzar una sèrie de perfils mitjançant l'espeleobusseig allà on per qüestions operatives resultés més senzill accedir al màxim de la columna d'aigua. En total s'han fet quatre perfils (Figura 2) iniciant-se en tots els casos en els principals llacs i seguint per les seves continuacions subaquàtiques, prenent mesures en cada un d'ells de temperatura, salinitat i pH. Aquests perfils no s'han realitzat en una mateixa vertical sinó que s'han fet a través d'un transecte adaptant-se a les característiques de la cova i procurant agafar el màxim desnivell dins la columna d'aigua.

**Llac Miramar i galeria dels Cocos**

Al llac Miramar i galeria dels Cocos (Figura 7), la temperatura del perfil és molt estable (de 19,3 a 20°C) i varia molt poc en profunditat, malgrat això, les lectures obtingudes pels espeleobussejadors mostren una lleugera disminució en la temperatura als 8 m de profunditat, que torna a augmentar a partir d'aquesta cota. A més, en aquelles zones més profundes, es pot observar una lleugera disminució de la temperatura a partir dels 11-12 m. En



Figura 7: Localització d'un dels perfils CTD anant del llac Miramar a la galeria dels Cocos. L'aspecte borrós del submarinista de l'esquerra mostra la presència de l'haloclina (Foto: A. Cirer).  
Figure 7: Location of a CTD profile from Llac Miramar to Galeria dels Cocos. The blurred aspect of the diver on the left side shows the presence of one halocline (Photo: A. Cirer).



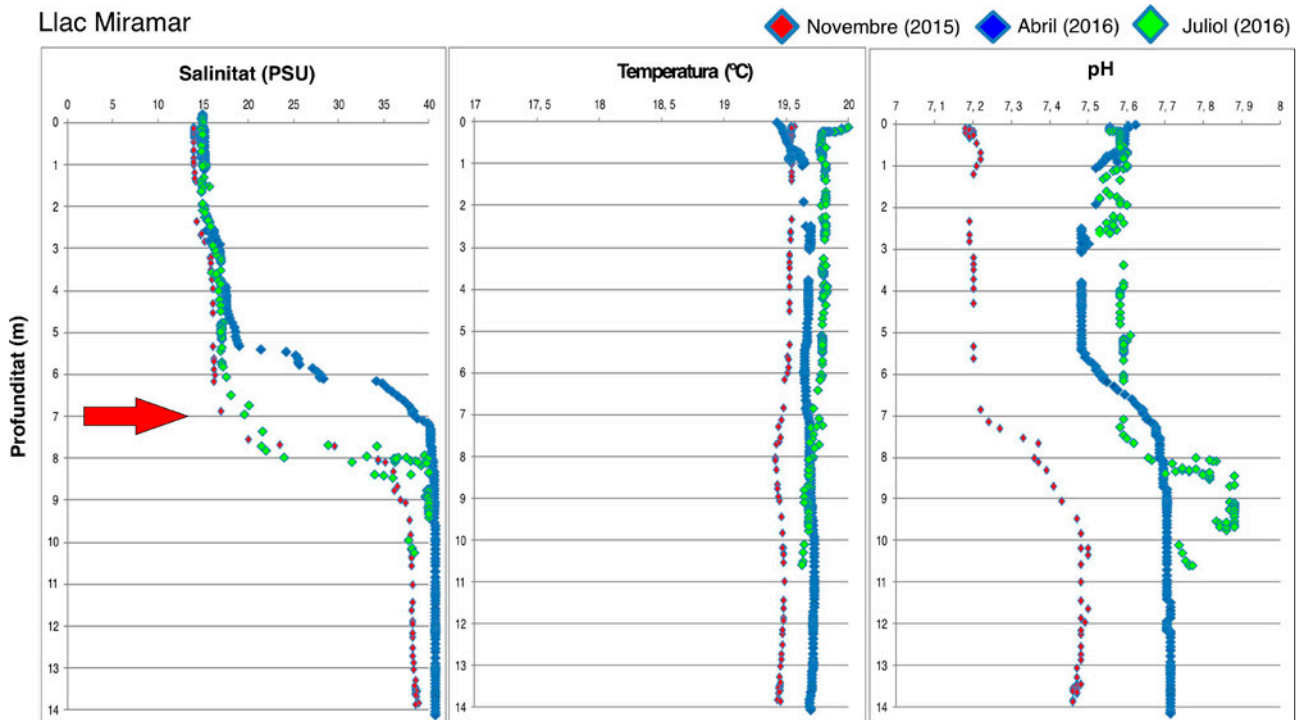


Figura 8: Perfils profunds de salinitat, temperatura i pH del llac Miramar a la galeria dels Cocos (la fletxa indica la situació de l'haloclina).  
 Figure 8: Deep-water profiles of salinity, temperature and pH at Llac Miramar – Galeria dels Cocos (red arrow indicates the location of the halocline).

qualsevol cas la temperatura és força uniforme al llarg de tot el perfil variant només algunes dècimes de grau (excepte al nivell més superficial coincidint amb l'època estival). La variació estacional no supera els 0,5°C donant els valors més baixos a finals de la tardor en els mostrejos realitzats (Figura 8).

La salinitat dins del mateix perfil oscil·la entre 14 i quasi 40 psu. Des de la superfície als 6-7 m es va incrementant lleugerament dins tots els perfils estacionals fins a les 16-17 psu ja als 8 m en els quals trobem una marcada haloclina que ja dona pas a aigües plenament de salinitat marina. Aquesta haloclina presenta una variació de profunditat en el perfil realitzat a la primavera, estació en la qual es troba uns 1,5 m per damunt (Figura 8).

El pH mostra un major grau de variabilitat en els diferents mostrejos estacionals, amb un valor mínim de quasi 7,2 i amb uns valors que arriben a 7,9. Així mateix, presenta un comportament similar a la salinitat incrementant-se clarament tot coincidint amb l'haloclina. El pH a finals de tardor és molt més baix que als altres mostrejos (abril i juliol) que mostren un comportament similar, disminuint en el primer metre per mantenir-se estable fins a arribar a l'haloclina i llavors ja incrementant-se fins els valors més elevats (Figura 8).

### Llac Negre i galeria Negra

Els perfils realitzats al llac Negre i la galeria Negra (Figura 2) són els que presenten una major variabilitat respecte als perfils realitzats a altres indrets de la cavitat. Així, pel que fa a la temperatura podem observar els valors més baixos mesurats en tots els perfils amb valors inferiors als 17°C en superfície. Aquests valors es van incrementant de forma més o menys lineal en profunditat fins arribar als 19,7°C a uns 9 m de fondària, moment en el qual tendeix a estabilitzar-se. No s'observen grans variacions estacionals éssent lleugerament inferiors (alguna dècima de grau) en els mostrejos realitzats el mes d'abril (Figura 9).

La salinitat també s'incrementa gradualment amb la profunditat. Amb uns valors de 8 psu en superfície arriba als 20 psu a uns 6-7 m de profunditat, punt a partir del qual s'incrementa més ràpidament fins als 8 m coincidint amb l'haloclina, encara que aquí no està tant marcada com en altres perfils, passat a aigües plenament marines a partir dels 9 m de profunditat.

El pH mesurat en els tres perfils estacionals mostra diferències encara que amb un comportament similar. Així els valors de pH varien entre poc més de 7 a 1 m de fondària a quasi 8 a partir dels 8 m coincidint amb l'aigua plenament marina. En tots ells el pH disminueix clarament en el primer metre de profunditat per anar pujant gradualment (amb un interval decreixent entre els 5 i 7 m) fins als 8 m on s'incrementa bruscament (Figura 9). El perfil de final de tardor (novembre) presenta clarament els

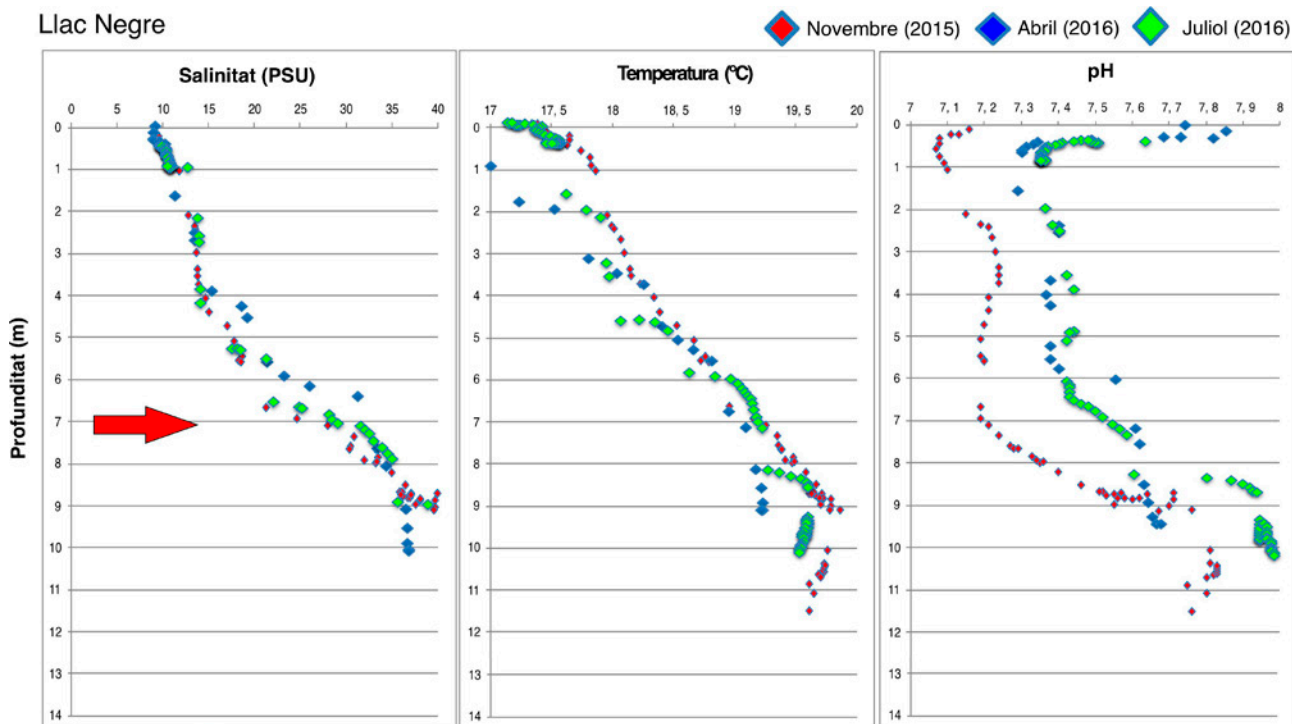


Figura 9: Perfils profunds de salinitat, temperatura i pH del *Llac Negre* i *galeria Negra* (la fletxa indica la situació de l'haloclina).  
 Figure 9: Deep-water profiles of salinity, temperature and pH at *Llac Negre* and *Galeria Negra* (red arrow indicates the location of the halocline).

valors més baixos amb una diferència en tots els perfils de 0,5 punts inferior respecte als de les altres dues estacions.

### *Llac i galeria de les Delícies*

Al transecte on s'ha realitzat el perfil al llarg de la *galeria de les Delícies*, partint del llac homònim (Figura 2), la temperatura oscil·la entre els 18,5°C a la superfície en el mostreig de final de tardor i els 19,8°C a 10 m de profunditat en tots els mostrejos (Figura 10). En tots els perfils la temperatura augmenta gradualment fins als 3 m on hi ha un petit salt positiu de quasi 0,5°C incrementant-se després de nou gradualment fins arribar als 19,7°C a partir dels 9 m de profunditat. Només s'ha observat un petit salt positiu d'algunes dècimes tot coincidint amb l'haloclina. La variació estacional només està reflectida en els primers tres metres en el perfil de novembre amb temperatures un poc més baixes, però a partir d'aquesta profunditat tots els perfils estacionals s'uniformitzen.

La salinitat en els tres perfils estacionals és pràcticament idèntica. S'incrementa gradualment de forma constant des de valors de 10 psu en superfície fins als 6-7 m de profunditat on arriba a les 20 psu per als 8 m ja superar les 35 psu marcant-se clarament la presència de l'haloclina que ja dona pas a les aigües plenament marines (Figura 10). La localització de l'haloclina mostra una certa variació respecte a la profunditat en els diferents mostrejos estacionals, trobant-se a més profunditat en el mostreig de tardor (novembre) i més superficial (menys de 70 cm) en el de primavera (abril).

El pH en els perfils realitzats en aquest transecte varia des dels 7,9 punts en superfície disminuint fins a 7,3 entre 4 i 5 m de profunditat per tornar a pujar fins als 7,9 a partir dels 9 m. Tots els perfils estacionals del pH mostren el mateix comportament en profunditat. Es produeix una disminució gradual fins als 5 m de profunditat moment a partir del qual s'incrementen els valors del pH tot coincidint amb la presència de l'haloclina i amb valors de 7,9. Els valors inferiors corresponen al mostreig de tardor (novembre) mentre que els superiors al d'estiu (juliol), en qualsevol cas el seu comportament és clarament paral·lel en profunditat (Figura 10).

### *Sala de la Bella Mort*

El perfil realitzat a la *sala de la Bella Mort* (Figura 2) mostra una temperatura molt uniforme en tot el seu recorregut i en tots els mostrejos estacionals. La temperatura és força constant des de la superfície (19,3°C) fins als 7 m de profunditat coincidint amb una haloclina i incrementant-se 0,5°C fins a arribar als 19,7°C ja en presència de l'aigua marina (Figura 11).

Els perfils de salinitat mostren un dibuix molt diferent al dels altres llacs. La característica diferencial consisteix en la presència de dues haloclines marcades per forts increments de salinitat, una d'elles



Llac Delícies

◆ Novembre (2015) ◆ Abril (2016) ◆ Juliol (2016)

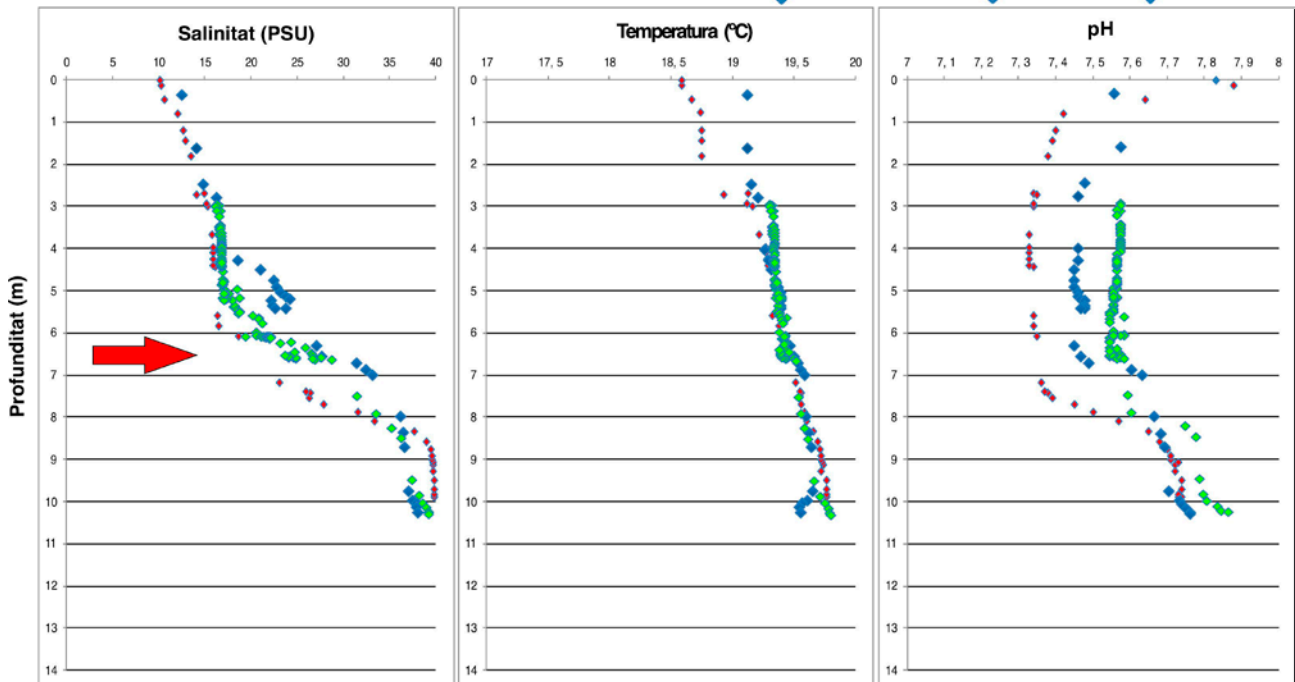


Figura 10: Perfils profunds de salinitat, temperatura i pH del *llac de les Delícies* i la *galeria de les Delícies* (la fletxa indica la situació de l'haloclina).  
 Figure 10: Deep-water profiles of salinity, temperature and pH at *Llac de les Delícies* and *Galeria de les Delícies* (red arrow indicates the location of the halocline).

als 2,5 m de profunditat i la principal a uns 7 m. Els valors de salinitat van d'aigua dolça (2 psu) en els primers 2 m incrementant-se de cop fins a un poc més de 15 psu entre els 2 i 3 m de fondària on marquen una primera haloclina. Des dels 3 als 7 m de profunditat la salinitat es manté constant en els 15-17 psu i a partir dels 7 m s'incrementa bruscament fins a superar els 35 psu, indicatiu ja d'aigua plenament marina i que marca com en els altres llacs l'haloclina principal. A partir d'aquí la salinitat es

Bella Mort

◆ Novembre (2015) ◆ Abril (2016) ◆ Juliol (2016)

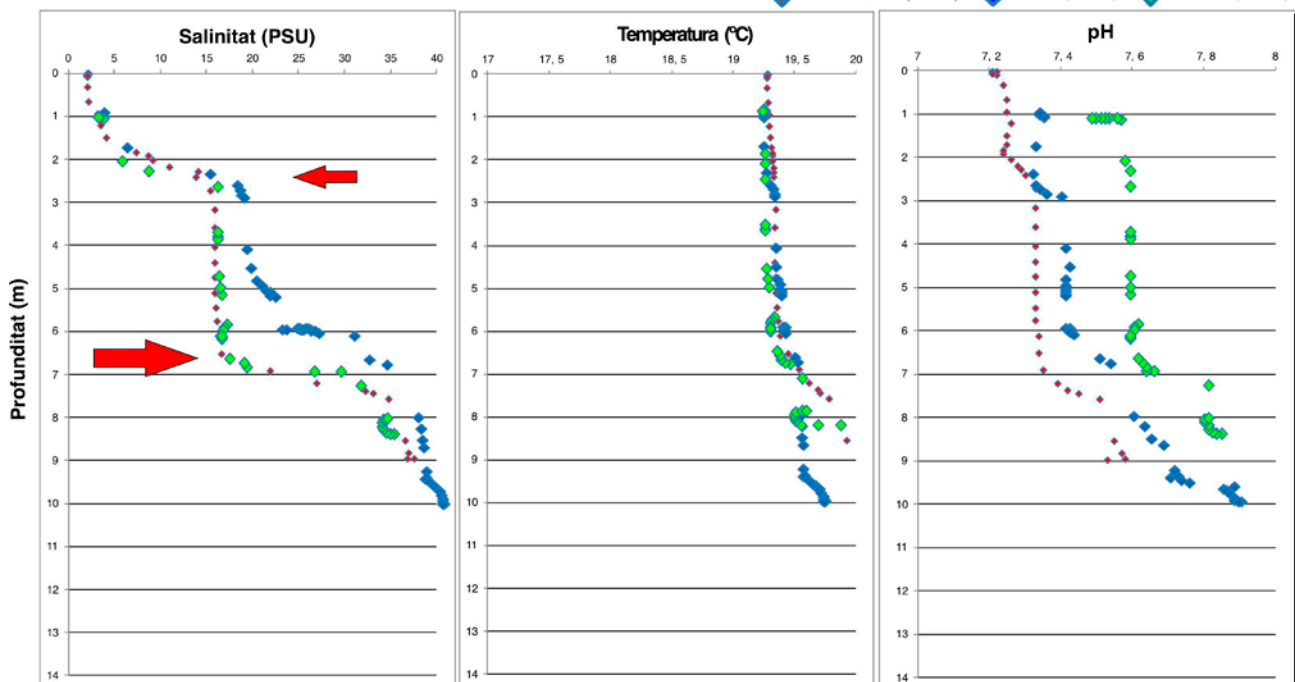


Figura 11: Perfils profunds de salinitat, temperatura i pH de la *sala de la Bella Mort* (les fletxes indiquen la situació de les haloclines).  
 Figure 11: Deep-water profiles of salinity, temperature and pH at *Sala de la Bella Mort* (red arrow indicates the location of the haloclines).

manté entre els 35 i 40 psu. Com en tots els altres casos en el perfil realitzat durant la primavera (abril) s'observa la segona haloclina 0,5 m per sobre la dels altres mostrejos (Figura 11).

El pH dels tres perfils estacionals també mostra el mateix dibuix. El comportament del pH en les tres estacions és similar encara que amb valors diferents. Els valors mínims es donen a la superfície i durant la tardor amb valors de 7,2. A partir d'aquí el pH va pujant lleugerament fins un primer salt coincidint amb l'haloclina més superficial per mantenir-se més o menys constant fins als 7-8 m de profunditat on coincidint amb l'haloclina més profunda es produeix un nou salt arribant a valors del pH propers al 7,9. Els valors més baixos es donen en el mostreig de novembre (tardor) mentre que els més alts en el perfil d'estiu (juliol) com queda reflectit a la Figura 11.

## Discussió

Els resultats mostren la presència d'una capa d'aigua dolça o salabrosa a la zona superior dels perfils que augmenta en salinitat amb la profunditat, fins que s'arriba a una capa d'aigua salada i densa que ocupa el fons dels llacs. Tot i que els valors de salinitat augmenten de forma progressiva, els perfils presenten una important haloclina per la mescla de les aigües continentals i marines (GRÀCIA, 2015). De forma puntual al llac de la *sala de la Bella Mort* se n'han observat dues (Figura 12). En aquest àmbit, gràcies a les exploracions subaquàtiques a la cavitat, s'han identificat una gran varietat de morfologies de corrosió a conseqüència dels importants processos de dissolució de la zona de mescla d'aigües litorals (BACK, 1984), fenomen que també es manifesta a altres cavitats litorals amb ambients anquihalins de l'est i sud de Mallorca (GRÀCIA et al., 2011, 2015). Aquest procés de dissolució també té implicacions en el règim sedimentari de les cavitats, per la generació de materials derivats de la desintegració de la roca encaixant que s'acumulen en el fons dels llacs (PILARES et al., 2018; FORNÓS et al., 2011; GRÀCIA et al., 2006), a més de ser molt important en l'origen i en l'evolució d'aquestes cavitats (GINÉS, 2000; GINÉS et al., 2018).

En general, els mostrejos trimestrals efectuats mostren una estabilitat de la columna d'aigua i una forta estratificació. Malgrat això, destaquen petites variacions estacionals en els nivells de salinitat dels llacs, canvis que estan directament relacionats amb les aportacions d'aigües meteorològiques dins l'aqüífer (BOOP et al., 2014). A partir de les dades meteorològiques registrades pel període d'estudi, s'ha pogut constatar que, en general, un augment en les precipitacions provoca una disminució de la salinitat a les capes superiors dels llacs.

Així doncs, les característiques de la salinitat en profunditat de la columna d'aigua més superficial a cada cova, dependran, entre altres factors, de la recàrrega hídrica de la zona. No obstant això, dins una mateixa cova, com passa a les Coves del Drac, es poden produir diferències en la salinitat entre diferents llacs, que deriven de la pròpia configuració de la cavitat, del tipus de substrat litològic al sostre que pot afavorir la percolació de l'aigua i de la presència de fractures o obertures que afavoreixin la infiltració de les aigües d'escorrentia dins la cavitat. Per tant, aquests factors determinaran el grau de recàrrega hídrica i el temps de resposta, entès com el temps que tarden les aigües meteorològiques en incorporar-se a l'aqüífer. Un altre factor important és la proximitat de les aigües a la línia de costa, que ocasiona, de forma general, un desplaçament de l'haloclina cap a nivells superiors per mor d'una major intrusió marina. Finalment, cal indicar, que a causa de la carència de corrents importants d'aigües subterrànies a la zona d'estudi, es descarta que aquest factor tingui una incidència sobre els canvis que experimenta la salinitat a les aigües freàtiques de la cova.

Les dades de pH estan relacionades amb els nivells de salinitat de l'aigua, per això, la seva dinàmica anual i estacional és molt similar al comportament que experimenta la salinitat (FERNÁNDEZ-TORQUEMADA & SÁNCHEZ-LISAZO, 2003). També hi ha clares diferències en els nivells més superficials a causa de les variacions estacionals de concentració de  $\text{CO}_2$  i la temperatura a la cambra d'aire dels llacs la qual cosa implica variacions importants en la seva difusió per arribar a l'equilibri.

La temperatura de l'aigua disminueix en profunditat, però a la capa més superficial s'experimenten importants variacions estacionals, molt relacionades amb canvis en les condicions de l'atmosfera de la cova. Aquest fenomen es produeix principalment durant l'hivern, quan l'aire en superfície és més fred i dens (MARTÍN, 1991) i entra i renova l'atmosfera de la cova, el que provoca una disminució de la temperatura i dels nivells de  $\text{CO}_2$  de l'aire. En aquesta línia, els resultats indiquen una temperatura més baixa de l'aigua durant aquests períodes freds i una major presència de precipitats de calcita flotant a la superfície dels llacs per la desgasificació del  $\text{CO}_2$  (TAYLOR et al., 2004; FAIRCHILD et al., 2006). Aquest procés és molt important per la seva relació amb la formació dels espeleotemes freàtics (BOOP et al., 2017) i amb l'acumulació de sediments al fons dels llacs (FORNÓS et al., 2011).





Figura 12: A la galeria *Despullada* situada al NE de la sala de la *Bella Mort* hi són visibles dues haloclines (Foto: A. Cirer).  
 Figure 12: At *Galeria Despullada* located in the NE part of *Sala de la Bella Mort* two different haloclines are clearly visibles (Photo: A. Cirer).

No obstant això, les taxes de renovació a cada punt de la cova depenen de la morfologia de la cavitat i la proximitat a obertures. A les Coves del Drac s'observa una ventilació més efectiva al *llac Negre*, amb una temperatura de les aigües més baixa que als altres llacs, dades que coincideixen amb els resultats de BOOP (2014) que indicaven una forta renovació de l'aire a aquest llac i temperatures més baixes inclús en comparació amb altres coves. De fet a la superfície del *llac Negre*, la presència de làmines de calcita flotant sempre és més important que en qualsevol dels altres llacs mostrejats.

Per altra banda, les dades obtingudes al *llac Miramar*, a diferència de les altres zones de la cova, mostren un comportament molt uniforme de la capa superficial, sense pràcticament variacions en profunditat. Aquest fet pot derivar de la important aflluència turística en aquesta zona de la cova (ROBLEDO & DURÁN, 2010; GINÉS & GINÉS, 2011), on transiten barques pel llac que mesclen la capa superficial de les aigües. A cotes inferiors el comportament en els paràmetres és similar a les d'altres zones de la cova, no obstant això, cal destacar uns valors en la temperatura més elevats que als altres llacs de la cova, fenomen que pot ser provocat per l'escalfament de l'aigua a conseqüència de la il·luminació instal·lada als llacs d'aquesta zona.

Finalment, cal ressaltar l'estudi de GASCOINE (1992) que ja evidencia aquesta forta mescla de l'aigua que es produeix a les capes superficials del *llac Miramar* derivada de l'activitat turística dins la cavitat. La comparativa amb les dades dels nous mostrejos indica que el pH i la temperatura són molt similars. No obstant això, a partir de la important relació entre conductivitat i salinitat, de forma indirecta s'han pogut comparar les dades i determinar que en l'actualitat els nivells de salinitat del llac són més elevats a tot el perfil, que augmenta més ràpidament en profunditat i que l'haloclina és molt important i se situa a un nivell superior.

## Conclusions

Els fenòmens que tenen lloc a aquests àmbits d'aigües salobroses estan determinats per les característiques geoquímiques de l'aigua que controla i determina alguns dels processos més importants com són la generació de calcita flotant a la superfície dels llacs, els sobrecreixements dels

espeleotemes freàtics o la dissolució de la roca encaixant. Per això, conèixer les característiques de les aigües freàtiques és fonamental per entendre aquests sistemes càrstics tan peculiars.

La forta relació entre les característiques de la capa superficial dels llacs amb l'atmosfera de la cova fa que del seu estudi es puguin inferir indirectament aspectes relacionats amb les característiques i la dinàmica de l'atmosfera hipogea.

Per altra banda, i encara que no ha estat objecte d'aquest estudi, conèixer les concentracions de salinitat en profunditat d'aquests àmbits litorals és molt interessant, ja que pot donar tota una sèrie d'informació de l'estat de l'aqüífer i pot servir com indicatiu del grau d'intrusió marina per tal d'evitar una sobreexplotació i salinització. Aquest aspecte és molt important des d'un punt de vista de la gestió de l'aigua, ja que una part molt important de l'aigua que es consumeix a les illes procedeix del subsòl. En aquest sentit, cal destacar l'elevada demanda hídrica que es produeix en aquestes àrees litorals, que s'incrementa molt durant els mesos estivals per una elevada pressió turística en aquestes zones, coincidint amb l'època de menor recàrrega hídrica superficial pròpia del nostre clima mediterrani.

## Agraïments

Volem mostrar el nostre agraïment als propietaris, gestors i personal en general de les Coves del Drac per la gran amabilitat i les facilitats dispensades en tot moment durant tots aquests anys de mostrejos a la cavitat. També a tots els companys que en un moment o altre han col·laborat en les tasques de mesura dels paràmetres ambientals dins de la cova, o han fet aportacions que han millorat, sens dubte la qualitat del manuscrit original. El present treball s'emmarca dins del projecte d'investigació del MINECO, CGL2016-79246-P (AEI-FEDER, UE).

## Bibliografia

- BACK, W.; HANSHAW, B.B.; PYLE, T.E.; PLUMMER, L.N. & WEIDIE, A.E. (1979): Geochemical significance of groundwater discharge and carbonate solution to the formation of Caleta Xel Ha, Quintana Roo, Mexico. *Water Resources Research*, 15 (6): 1521-1535.
- BACK, W.; HANSHAW, B.B. & VAN DRIEL, J.N. (1984): Role of groundwater in shaping the Eastern coastline of the Yucatan peninsula. In: LaFLEUR, R.G. (ed.) *Groundwater as a geomorphic agent*. Allen & Unwin. 281-293. Boston.
- BOOP, L.M. (2014): *Characterization of the Depositional Environment of Phreatic Overgrowths on Speleothems in the Littoral Caves of Mallorca (Spain): a Physical, Geochemical, and Stable Isotopic Study* [Ph.D. thesis]: Tampa, University of South Florida, 128 p.
- BOOP, L.M.; ONAC, B.P.; WYNN, J.G.; FORNÓS, J.J.; RODRÍGUEZ-HOMAR, M. & MERINO, A. (2014): Groundwater geochemistry observations in littoral caves of Mallorca (western Mediterranean): implications for deposition of phreatic overgrowths on speleothems: *International Journal of Speleology*, 43(2): 193-203.
- BOOP, L.M.; ONAC, B.P.; WYNN, J.G.; FORNÓS, J.J. & RODRÍGUEZ-HOMAR, M. (2013): Water column variability in a coastal tourist cave in Mallorca, Spain. In: Land, L. & Joop, M., *Proceedings of the 20th National Cave and Karst Management Symposium, Carlsbad, New Mexico*. 41-45
- BOOP, L.M.; WYNN, J.G.; THOMPSON, G.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & ONAC, B.P. (2017): Interactions between surface conditions, the Mediterranean Sea, and cave climate within two littoral caves in Mallorca: Implications for the formation of phreatic overgrowths on speleothems. *Journal of Caves and Karst Studies*, 79(1): 59-72.
- CSOMA, A.E.; GOLDSTEIN, R.H. & POMAR, L. (2006): Pleistocene speleothems of Mallorca: implications for palaeoclimate and carbonate diagenesis in mixing zones. *Sedimentology*, 53: 213-236.
- DORALE, J.A.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; TUCCIMEI, P. & PEATE, D.W. (2010): Sea-level highstand 81,000 years ago in Mallorca. *Science*, 327: 860-863. Washington.
- ENSEÑAT, J.J.; GRÀCIA, F.; GINARD, A.; MASCARÓ, G.; SANTANDREU, G.; FERNÁNDEZ, J.F.; TRIAS, M.; PÉREZ, J.; BOVER, P.; CIRER, A.; PLA, V.; LÁZARO, J.C.; VICENS, D.; ANSALDI, D.; BASCUÑANA, F.X.; CLAMOR, B.; LOZANO, A.; PERELLÓ, M.A.; GUAL, M.A.; VIVES, M.A.; GAVIÑO, B.; GAMUNDÍ, P.; BONNIN, M.; GRANELL, A.; BETTON, N.; FRANGLEN, N. & BORNEMANN, N. (2018): Nou plànol topogràfic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 65-76.
- FAIRCHILD, I.J.; SMITH, C.L.; BAKER, A.; FULLER, L.; SPÖTL, C.; MATTEY, D.; McDERMOTT, F. & E.I.M.F. (2006): Modification and preservation of environmental signals in speleothems. *Earth-Science Reviews*, 75: 105-153.



- FERNÁNDEZ-TORQUEMADA, Y. & SÁNCHEZ-LISAZO, J.L. (2003): Efecto de una posible interacción entre el pH y la salinidad sobre el crecimiento de *Posidonia oceánica* (L.) Delile, 1813. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 19 (1-4): 247-252.
- 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.
- FORNÓS, J. J., GINÉS, J., GRÀCIA, F., & MERINO, A. (2011): Els sediments de les cavitats càrstiques de les 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: 199-212. Palma.
- GASCOINE, W. (1992): Water chemistry in Cuevas del Drach, Majorca. *Cave Science*, 19 (2): 51-54.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs + 29 llms. Inèdit.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011): Les coves turístiques de les Illes Balears: antecedents i estat de la qüestió. 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: 333-344. Palma.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; TUCCIMEI, P.; ONAC, B.P. & GRÀCIA, F. (2012): Phreatic Overgrowths on Speleothems (POS) from Mallorca, Spain: updating forty years of research. In: GINÉS, A.; GINÉS, J.; GÓMEZ-PUJOL, L.; ONAC, B.P. & FORNÓS, J.J. (eds.) *Mallorca: a Mediterranean benchmark for Quaternary studies*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 18: 111-146. Palma.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F. & FORNÓS, J.J. (2018): L'espeleogènesi de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): evolució dels coneixements i interpretació actual. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 141-163.
- GÓMEZ-PUJOL, L.; ORFILA, A.; CAÑELLAS, B.; ÁLVAREZ-ELLACURÍA, A.; MÉNDEZ, F.J.; MEDINA, R. & TINTORÉ, J. (2007): Morphodynamic classification of sandy beaches in low energetic marine environment. *Marine Geology*, 242: 235-246.
- GRÀCIA, F. (2015): *Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del llevant i migjorn de Mallorca*. Tesis Doctoral. Programa de Doctorat de Geografia, Universitat de les Illes Balears. 984 pàgs. Inèdit.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J. J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata-Pont-Piqueta (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P. & FORNÓS, J.J. (2011): Morfologies de corrosió de la zona de mescla a les coves subaquàtiques de la franja litoral del Llevant i Migjorn de Mallorca. 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: 133-146. Palma.
- GRÀCIA, F.; MASCARÓ, G.; PÉREZ, J.; FERNÁNDEZ, J.F.; CIRER, A.; LÁZARO, J.C.; ANSALDI, D.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.À.; VIVES, M.À.; GAMUNDÍ, P.; GRANELL, À.; BETTON, N.; BORNEMANN, D. & FRANGLÉN, N. (2018): Les exploracions subaquàtiques a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 105-116.
- JAUME, D. & GRÀCIA, F. (2006): Coves amb hàbitats anquihalins de les Balears i coves amb hàbitats dolçaquícules no litorals: catàleg espeleològic i faunístic. *Endins*, 30: 71-82.
- MARTÍN VIDE, J. (1991): *Fundamentos de climatología analítica*. Síntesis. 1ª edición. Madrid.
- PILARES, A., FORNÓS, J.J., GRÀCIA, F. & GÓMEZ-PUJOL, L. (2018): El registre sedimentari de la part submergida de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 165-180.
- POLYAK, V.J.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; HAY, C.; ASMEROM, Y.; DORALE, J.A.; GINÉS, J.; TUCCIMEI, P. & GINÉS, A. (2018): A highly resolved record of relative sea level in the western Mediterranean Sea during the last interglacial period. *Nature Geoscience*, 11 (11): 860-864.
- ROBLEDO, P.A. & DURÁN, J.J., (2010): Evolución del turismo subterráneo en las Islas Baleares y su papel en el modelo turístico. In: DURÁN, J.J., & CARRASCO, F. (eds.) *Cuevas: Patrimonio, Naturaleza, Cultura y Turismo*. Asociación de Cuevas Turísticas Españolas. 305-322. Madrid.
- TAYLOR, P. M. & CHAFETZ, H.S. (2004): Floating rafts of calcite crystals in cave pools, central Texas, USA: crystal habit vs. saturation state. *Journal of Sedimentary Research*, 74 (3): 328-341
- TUCCIMEI, P.; SOLIGO, M.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; KRAMERS, J. & VILLA, I.M. (2010): Constraining Holocene sea levels using U-Th ages of phreatic overgrowths on speleothems from coastal caves in Mallorca (Western Mediterranean). *Earth Surface Processes and Landforms*, 35 (7): 782-790. Londres.







# Morfologies freàtiques i hipogèniques de les Coves del Drac

Francesc GRÀCIA <sup>1,2</sup>, Juan José ENSEÑAT <sup>1</sup> i Joan J. FORNÓS <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Societat Espeleològica Balear. Palma. Email: xescgracia@yahoo.es

<sup>2</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma.

## Abstract

The genesis of Coves del Drac, along with other caves of the eogenetic endokarst found along the Mallorcan coastline, occurred with a high intensity in the Upper Miocene carbonate rocks, due to processes that create dissolution morphologies which form voids in the rock. This solutional action occurs effectively in areas where fresh waters –of meteoric origin– and marine waters meet, in the so-called coastal mixing zone. Underwater discoveries made during the recent years of exploration in the cave have served not only to identify previously unknown morphologies in this cavity, but have also enabled to recognize the involvement of a new speleogenetic mechanism, previously unknown in Coves del Drac and in most of the caves from eastern Mallorca: the hypogenic speleogenesis, related to a deep water recharge. Speleothems have been found that grew over ceiling hypogenic morphologies, while other speleothems have been partially or totally dissolved when affected by subsequent hypogenic processes. For this reason, we think that the rise of waters of deep origin took place in different periods, some of them later to the last glaciation. This paper describes the dissolution morphologies resulting from both genetic mechanisms –coastal mixing zone and hypogenic processes– and their location in the cave.

## Resumen

La génesis de las Coves del Drac y de otras cuevas del endokarst eogenético de la franja litoral de Mallorca se produce, con especial intensidad, dentro de los materiales del Mioceno superior y gracias a los procesos que crean morfologías de disolución, que forman los vacíos en la roca. Los procesos de corrosión se dan preferentemente en la zona de mezcla entre las aguas dulces, de procedencia meteórica, y las aguas marinas en la llamada zona de mezcla costera (*coastal mixing zone*). Los descubrimientos subacuáticos realizados a lo largo de los últimos años de exploraciones en la cueva han servido no solo para identificar nuevas morfologías inéditas en la cavidad, sino que también han permitido reconocer la participación de un nuevo mecanismo espeleogenético, desconocido hasta la fecha en las Coves del Drac y en la mayor parte de cuevas del levante de Mallorca: la espeleogénesis hipogénica, relacionada con una recarga hídrica de origen profundo. Se han localizado espeleotemas que han aprovechado para generarse a partir de morfologías hipogénicas cenitales, mientras que otros espeleotemas se han disuelto parcial o totalmente al verse afectados por procesos hipogénicos posteriores. Por ello, pensamos que la ascensión de las aguas de origen profundo se ha producido en diferentes períodos temporales, alguno de ellos posteriormente al último estadio glacial. En este trabajo se describen las morfologías de corrosión resultantes de ambos mecanismos genéticos y su localización en la cavidad.

Gràcia, F.; Enseñat, J.J. i Fornós, J.J. (2018): Morfologies freàtiques i hipogèniques de les Coves del Drac. Papers Soc. Espeleo. Balear, 1: 197-213. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear.  
**Rebut:** 4 desembre 2019; **Revisat:** 11 desembre 2019; **Acceptat:** 17 desembre 2019.  
**Publicat online:** 30 desembre 2019.

## Introducció

Les morfologies freàtiques i hipogèniques són observables directament a la roca calcària com a resultat dels processos de dissolució generadors dels buits que han format la cavitat. Això és ben evident als indrets on són absents els blocs caiguts pels mecanismes d'esfondrament que les han trencat i sepultat. Els espeleotemes poden també ocultar les morfologies de corrosió. Alguns llocs amb formacions litoquímiques, també poden estar afectats per processos de dissolució que hagin generat morfologies de corrosió superposades a aquests espeleotemes.

Tradicionalment s'ha dedicat sempre molta d'atenció i reconeixement, per la seva bellesa i dimensions, als espeleotemes que es troben a les coves del Drac com a conseqüència dels processos de precipitació química, i s'han menyspreat les morfologies primàries, generades pels mecanismes de dissolució de les aigües químicament agressives. Podem argumentar que aquestes morfologies no són tan espectaculars i són menys conegudes, però en el cas del Drac i de la major part de les coves litorals de Mallorca, la causa és que es troben, en la gran majoria de casos, a les zones subaquàtiques i no es poden veure sense fer servir les tècniques i equipament propis de l'espeleobusseig. Algunes de les formes de corrosió

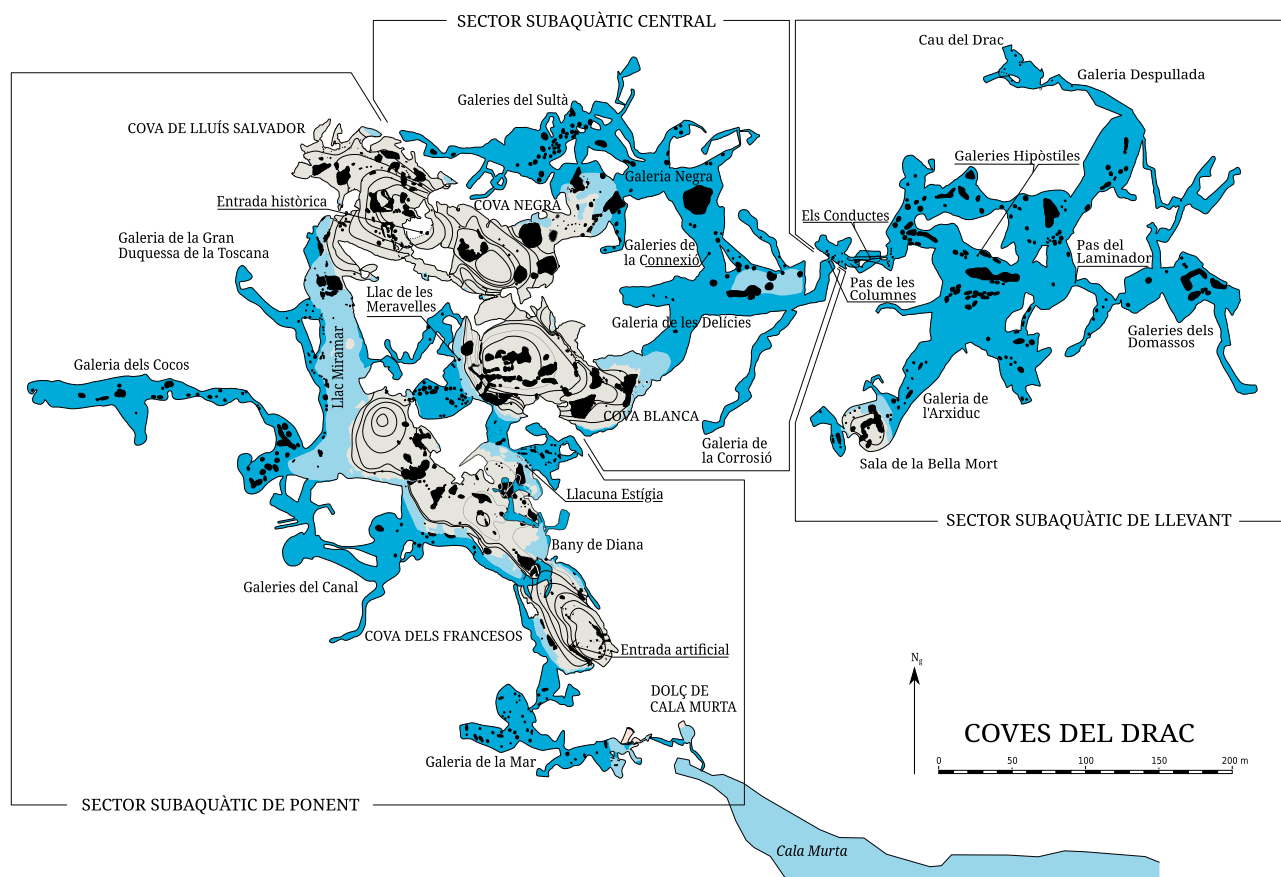


Figura 1: Topografia general de les coves del Drac. La cova com a conjunt constitueix una megaforma de dissolució del tipus cavitat ramiforme (Base topogràfica SEB – Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 1: General topography of Coves del Drac. The cavity as a whole constitutes a solutional megaform corresponding to the ramiform cave type (Topographic base SEB – Societat Espeleològica Balear).

que es troben al Drac només s'han pogut generar pels processos de dissolució causats per processos hipogènics, però sembla que moltes de les morfologies que presenta la cavitat siguin poligèniques. La seva formació podria estar generada tant per la mescla d'aigües dolça i salada, en un ambient frèatic de poc dinamisme de carstificació litoral, com per l'ascens de fluids molt agressius d'origen hipogènic, és a dir per una recàrrega hídrica d'origen pregon. Aquests mecanismes espeleogenètics queden explicats a l'article de GINÉS et al. (2018), i la caracterització físico-química actual de les aigües dels llacs a FORNÓS et al. (2018). Tot això condicionat per la litologia calcarenítica del miocè superior, que presenta abundants canvis de facies, tant verticals com horitzontals, que provoquen variacions fonamentals en els paràmetres hidrològics com són la permeabilitat i la porositat. A part d'això hem de tenir presents les oscil·lacions glacioeustàtiques, que han variat al llarg del temps la posició de la zona de mescla i han condicionat així la localització de l'haloclina i de la principal zona de dissolució.

La darrera dècada s'ha incrementat considerablement el coneixement de les morfologies d'origen hipogènic a les coves litorals eogenètiques de Mallorca, ja que el nombre de cavitats on són presents ha crescut i també les publicacions al respecte (GINÉS et al., 2016, 2017). Aquest és un dels motius de la importància de l'exploració de noves cavitats o de zones inèdites de coves ja conegudes, com ha passat a les coves del Drac. Les noves troballes de galeries i sales permeten accedir a més coneixements de l'endocarst en general i de les morfologies frèatiques i hipogèniques en particular (GRÀCIA, 2015; GRÀCIA et al., 2017, 2018a, 2018b). A les clàssiques cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor; GINÉS et al., 2008, 2009, 2014; GRÀCIA et al., 2009a, 2009b; MERINO & FORNÓS, 2010; FORNÓS et al., 2011), cova des Coll (Felanitx; GRÀCIA et al. 1997, 2005) i es Dolç (ses Salines; GRÀCIA et al., 2014) hi ha bons exemples d'aquestes morfologies. Les dues primeres cavitats esmentades, i també les coves del Drac, es localitzen dins materials del miocè superior, mentre que es Dolç s'obri dins materials calcarenítics litorals i eolianites del plio-quadernari. A la cova des Coll només es troben morfologies de la zona de mescla, mentre que a es Dolç i la cova des Pas de Vallgornera les morfologies hipogèniques i les de la zona de mescla es donen simultàniament. La recerca efectuada a les coves del Drac incrementa i complementa considerablement el coneixement de les morfologies de corrosió, especialment les



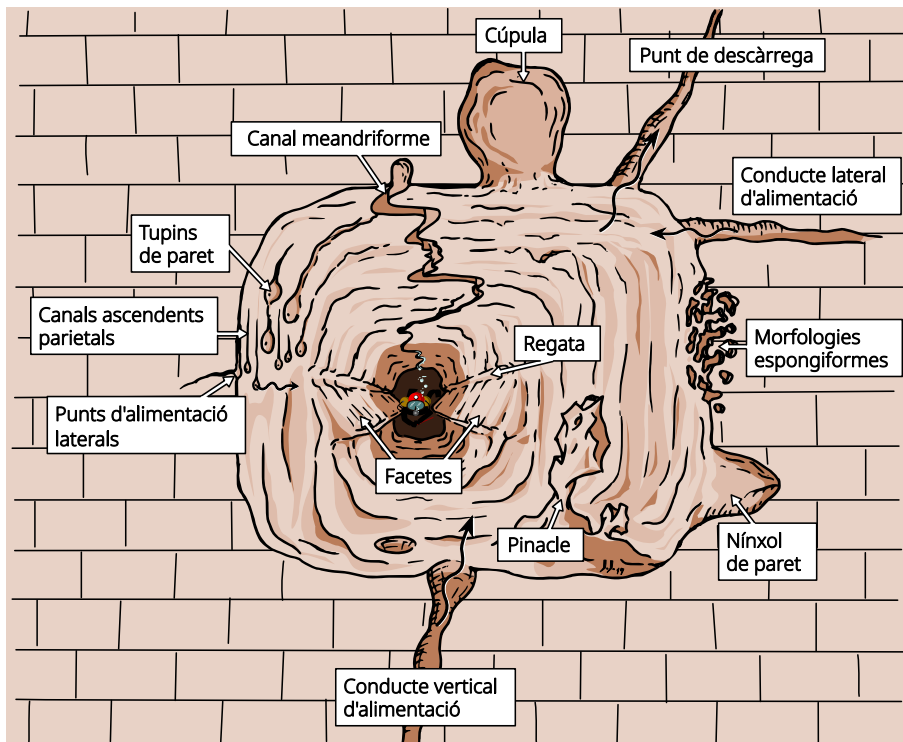


Figura 2: Dibuix de les principals morfologies hipogèniques i freàtiques presents a les coves del Drac.  
Figure 2: Drawing of the main hypogenic and phreatic morphologies present in Coves del Drac.

hipogèniques, de les cavitats de Mallorca en general i del Llevant de l'illa en particular.

Les dificultats per catalogar i sistematitzar les morfologies primàries rau, molt sovint, en la dificultat d'atribuir les morfologies de corrosió a una determinada tipologia, ja que es presenten juxtaposicions de diferents classes, amb formes intermèdies i diferents gradacions d'intensitat en el procés de dissolució. També les variacions de mida de les morfologies suposa un increment afegit de la dificultat de classificació.

## Morfologies de la zona de mescla litoral

Nosaltres pensam que algunes de les morfologies que sovint s'identifiquen com a hipogèniques o de la zona de barreja

entre aigües dolça i marina, no són exclusives de cap de les dues i es poden haver generat per qualsevol dels dos mecanismes, en ambients freàtiques dotats de poc dinamisme. Així, els envans de roca (*rock bridges*), concavitats poc marcades (*subdued pockets*), tupins de paret, sostre i pis (*wall pockets, ceiling pockets, floor pockets*), així com altres morfologies de corrosió es poden atribuir a ambdós processos, en el cas de coves que a més a més d'estar a la zona de mescla d'aigües dolça-salada, també presentin evidències de processos hipogènics (OSBORNE, 2004). Aquest és el cas de les coves del Drac.

La terminologia emprada en aquestes pàgines es correspon amb l'establerta en treballs anteriors sobre altres coves litorals mallorquines (vegeu, entre d'altres, GRÀCIA et al., 2009b i 2011 b).

### MEGAFORMES (d'ordre quilomètric a hectomètric)

#### *Cavitat ramiforme (ramiform caves)*

Corresponen a aquest grup les cavitats d'ordre quilomètric a hectomètric i que són el resultat la pròpia organització de les xarxes endocàrstiques litorals. Les coves del Drac presenten tota una sèrie d'unitats d'esfondrament que s'han anat connectant i creixent tridimensionalment (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA et al., 2007, 2010), fins a donar lloc a una disposició en planta de caràcter *ramiforme* (Figura 1) en el sentit enunciat per PALMER (2007). Aquest patró més aviat aleatori es veu fortament condicionat per la litologia dels dipòsits carbonatats del miocè superior (GINÉS et al., 2008, 2014), essent possible observar-ho amb claredat en les fàcies de front d'escull, com a resultat de la dissolució extensiva de les construccions de coralls. Exemples ben representatius d'aquestes megaformes són el sistema Pirata-Pont-Piqueta (TRIAS & MIR, 1977; GRÀCIA et al., 2006), la cova Genovesa o d'en Bessó (GRÀCIA et al., 2003a, 2003b), el sistema Gleda-Camp des Pou (GRÀCIA et al., 2007, 2010; GINÉS et al., 2008), les coves del Drac (GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS et al., 2018) i els sectors més propers a la línia de costa de la cova des Pas de Vallgornera, a on es troben les sales d'esfondrament excavades a les fàcies d'escull (GINÉS et al., 2014).

### MACROFORMES (morfologies de corrosió d'ordre hectomètric a decamètric)

#### *Galeries freàtiques de control estructural estratigràfic (bedding-plane phreatic passages)*

La dissolució aprofita els plans d'estratificació, i genera seccions horitzontals, en ocasions d'amplades importants. Les galeries freàtiques que més semblen pertànyer a aquesta categoria serien al

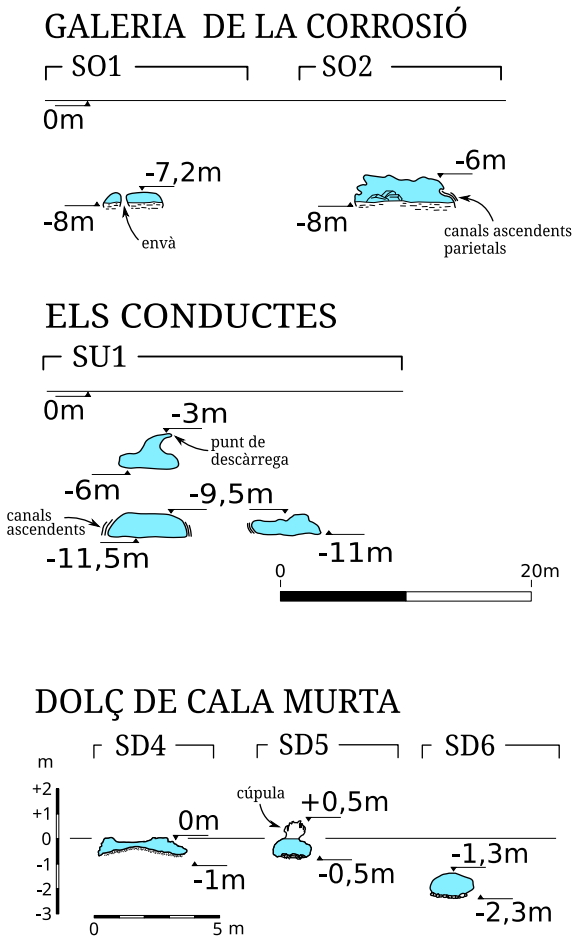


Figura 3: Seccions d'algunes de les galeries de la cavitat a on es fa palesa la predominança de galeries freàtiques de secció circular. A *els Conductes* es troben algunes galeries fins i tot en dos nivells superposats i també paral·leles. Figure 3: Cross-sections of some cave galleries in which the predominance of phreatic conduits with circular profiles is evident. At the location named *Els Conductes* some passages are disposed both parallel or in two superposed levels.

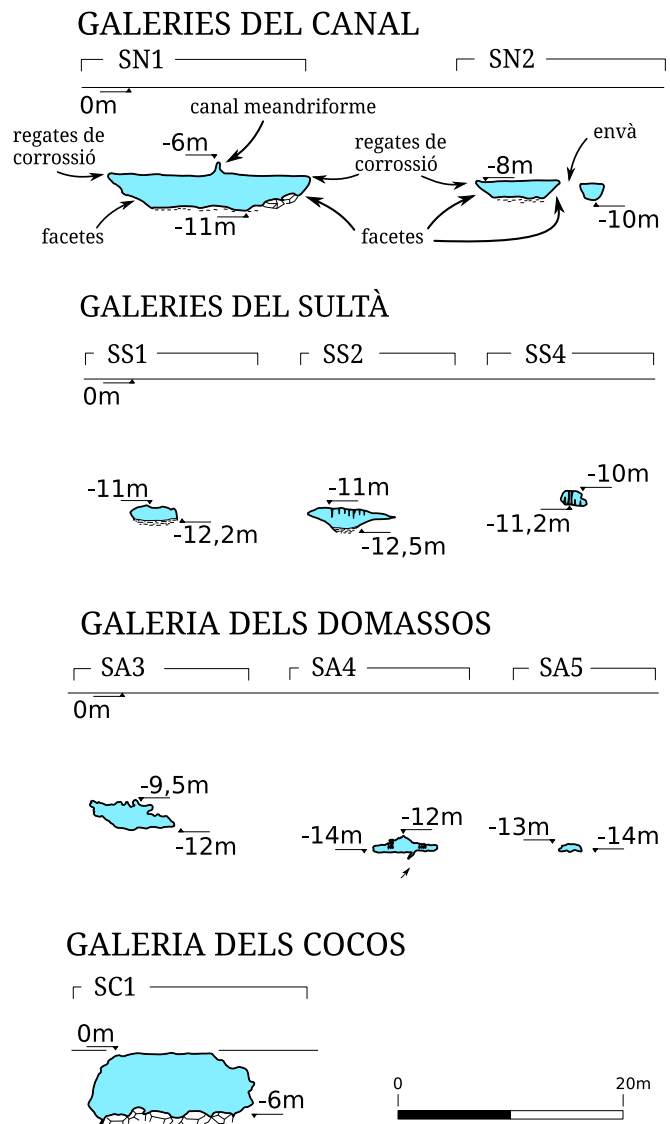


Figura 4: Seccions de galeries freàtiques de diferents zones de la cavitat on predominen les morfologies de dissolució. D'aquestes, únicament a la secció de la *galeria dels Cocos* s'observen fenòmens d'esfondrament. Figure 4: Cross-sections of phreatic galleries at different sectors of the cave, where the dissolution morphologies predominate. Among them, only in the profile from *Galeria dels Cocos* breakdown phenomena can be observed.

sector *Subaquàtic de Ponent* un laminador que es troba al començament i a l'est de la *galeria de la Mar*, la *galeria de la Gran Duquessa de la Toscana* i algunes *galeries del Canal*. Al sector *Subaquàtic Central*, part de les *galeries Hipòstiles* i part de les *galeries del Sultà*. Al sector *Subaquàtic de Llevant* la sala principal de les *galeries dels Domassos*, part de la *galeria Despullada* i un laminador que es troba a la part nord del *Cau del Drac*.

### **Galeries freàtiques de secció circular (tubular passages)**

Es caracteritzen per presentar habitualment –en secció– formes circulars, semicirculars o el·líptiques, encara que poden tenir una secció irregular, sense una forma clara si els processos de corrosió han estat molt intensos i irregulars. En la seva gènesi no ha intervingut de forma tan activa el control estructural tectònic o estratigràfic, encara que és freqüent que hi siguin presents les diàclasis. Algunes de les *galeries del Canal*, moltes *galeries del Sultà*, els *Conductes* i algunes de les *galeries dels Domassos* podrien entrar en aquesta tipologia (Figures 2, 3, 4 i 5).





Figura 5: Galeria freàtica de secció gairebé circular a les galeries del Sultà (Foto: A. Cirer).  
Figure 5: Phreatic gallery with a rather circular cross-section at Galeries del Sultà (Photo: A. Cirer).



Figura 6: Regata de corrosió recoberta de cristallitzacions freàtiques a les galeries de la Connexió (Foto: A. Cirer).  
Figure 6: Solutional notch that is covered with phreatic crystallizations at Galeries de la Connexió (Photo: A. Cirer).



Figura 7: Facetes amb canals subverticals de dissolució sobreposats a les parets meridionals de la galeria de les Delícies (Foto: A. Cirer).  
Figure 7: Solutional bevels (facets) showing superposed descending channels at the southern walls from Galeria de les Delícies (Photo: A. Cirer).



Figura 8: Envà de roca en avançat estat de dissolució que abans separava un petit conducte de la galeria principal. Galeria de les Delícies (Foto: A. Cirer).  
Figure 8: Rock partition in an advanced dissolution stage that previously separated a small conduit from the main gallery. Galeria de les Delícies (Photo: A. Cirer).

## MESOFORMES (morfologies de corrosió d'ordre decamètric a mètric)

### *Morfologies esponjiformes (spongework)*

Denominam amb aquest nom les zones de les galeries o sales amb una elevada densitat de morfologies de corrosió de mida més petita, com són els penjants, esperons, columnes de roca, tupins de paret i sostre, pinacles, conductes seminals, envans de dissolució, arcs o altres mesoformes i microformes. Globalment adquireixen així un aspecte càdtic, ple de sortints i forats, de molt diferents mides i formes (Figura 2). A molts d'articles de cavitats litorals es fa referència a elles com a sinònim de formacions primàries en general.

### *Regates de corrosió (corrosion notches)*

Indicadores del nivell de les haloclines actuals o pretèrites, encara que també podrien correspondre a antics nivells freàtics, cosa que en el cas de les cavitats litorals de Mallorca pensam que no correspon a la seva formació. Són morfologies de corrosió negatives, a mode d'osca, que profunditzen a la roca mare i que es perllonguen, en ocasions, desenes de metres al llarg de les parets de les galeries. Solen estar acompanyades per facetes, que les limiten per davall (Figures 2, 4, 6 i 7).

Als laterals de la paret nord de la galeria dels Cocos s'aprecien dos nivells superposats de regates de corrosió i de facetes (GRÀCIA et al., 2011b). Les regates es troben als -4,7 m i als -5,2 m. També són presents a una paret de la galeria de la Gran Duquesa de la Toscana, a la galeria Negra, a la galeria de les Delícies, a les galeries de la Connexió i a les galeries dels Domassos.





Figura 9: Pinnacle al sector Subaquàtic Central (Foto :A. Cirer).  
Figure 9: Rock pinnacle at Sector Subaquàtic Central (Photo: A. Cirer).

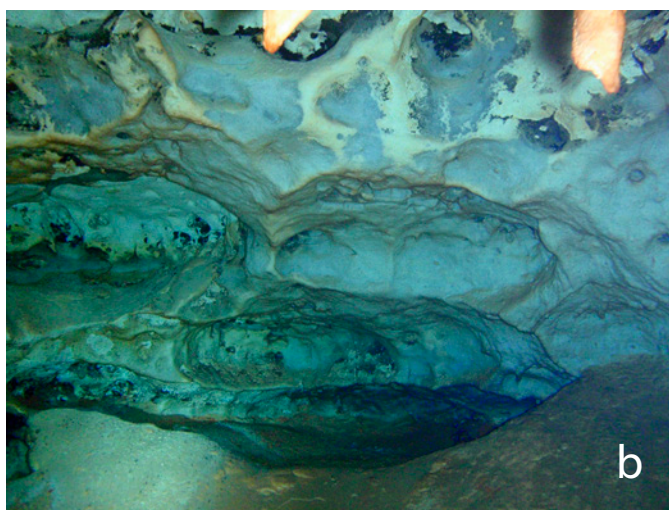


Figura 10: a) i b) Concavitats poc marcades i tupins parietals; c) Nínxol de paret de devers 1 m d'amplària (Fotos a i c: F. Gràcia; b: J. Pérez).  
Figure 10: a) and b) Subdued pockets and wall pockets; c) Wall niche about 1 m wide (Photos a and c: F. Gràcia; b: J. Pérez).

**Facetes** (*solution facets*)

S'han localitzat a diferents indrets molt repartits. Es presenten associades generalment a les regates de corrosió, de les quals parteixen i constitueixen el seu límit inferior (Figures 2, 4, 6 i 7). A la cavitat n'hi ha de molt marcades en alguns trams de paret de la *galeria dels Cocos*, estan compreses entre -4,7 i -5,2 m i entre -5,2 i -5,6 m; és a dir uns 0,5 m en vertical. També formarien part de les parets d'algunes importants *galeries del Canal*, en part de la *galeria de la Gran Duquessa de la Toscana*, de les *galeries de la Connexió*, de la *galeria de les Delícies* i una àrea reduïda de les *galeries Hipòstiles*.

**Envans** (*partitions, rock spans*)

Constitueixen parets de roca mare que separen galeries paral·leles properes (Figura 4). La dissolució de la roca va fent que s'obrin finestres entre ambdues galeries i a mesura que avança la corrosió es van eixamplant, obrint altres i el gruix de les parets torna més prim. En un estadi avançat, les galeries acaben formant una altra de majors dimensions volumètriques. Segons l'estadi evolutiu en què es troben, presenten associades altres morfologies de corrosió com ara ponts i arcs, que permeten veure o passar d'una galeria a l'altra, columnes de roca, penjants, pinacles i esperons. Aquestes altres morfologies a les primeres fases tenen formes molt allargades, per posteriorment anar-se'n desdibuixant l'antic envà original (Figures 3, 4 i 8).



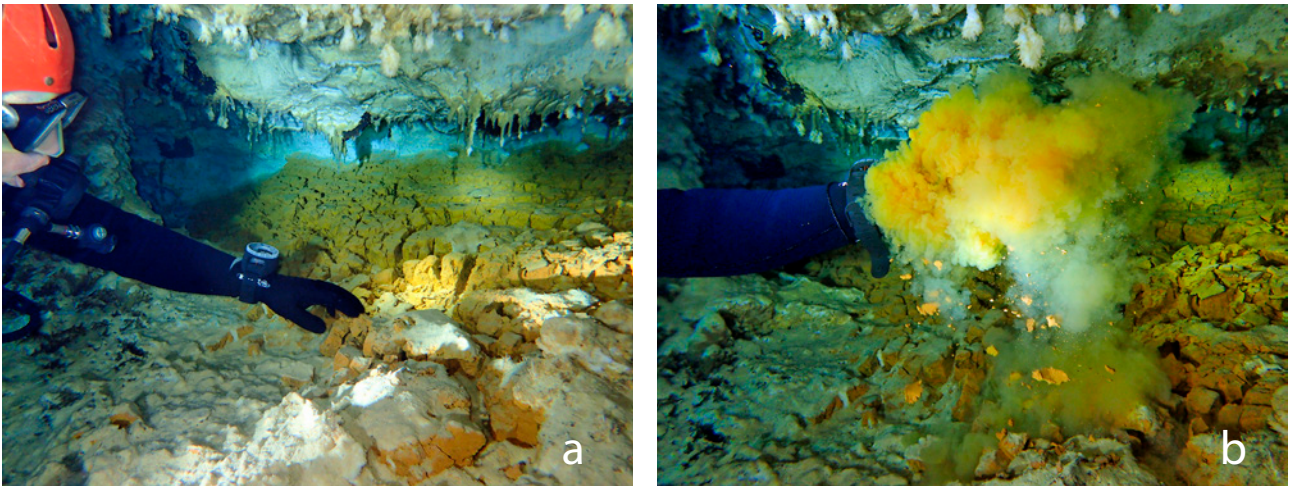


Figura 11: a) i b) Sediments de colors atípics, possiblement d'origen hipogènic situats a les proximitats de conductes verticals d'alimentació a les *galeries del Canal* (Fotos: J. Pérez).  
 Figure 11: a) and b) Sediments with atypical color, possibly of hypogenic origin, located near vertical feeders at *Galeries del Canal* (Photos: J. Pérez).

### *Columnnes de roca (rock pillars)*

Formades per roca mare, connecten sostre i pis i no tenen cap relació amb els espeleotemes que comparteixen el mateix nom. Es poden generar a partir d'envans en avançat estat d'evolució (Fig. 3). A les coves del Drac són poc abundants i es troben repartides pels diferents sectors de la cova.

### *Pinacles (cers)*

Parteixen del terra i ascendeixen de cap al sostre (Figures 2 i 9). Es generen generalment a partir de la corrosió dels envans i de les columnnes de roca, en quedar-se aïllats del sostre per dissolució progressiva. A les coves del Drac són poc abundants i molt esporàdics.



Figura 12: Canal meandriforme a partir del qual s'han format importants espeleotemes de degoteig. *Galeria dels Cocos* (Foto: J. Pérez).  
 Figure 12: Ceiling channel from which important dripping water speleothems have formed. *Galeria dels Cocos* (Photo: J. Pérez).

### *Canals subverticals de dissolució (rock combs)*

Aquestes morfologies es troben associades genèticament i superposades a les facetes. No sempre les facetes les presenten, ja que en ocasions aquelles són llises. Es tracta de solcs inclinats, seguint el pendent de les facetes i que comencen prop de la regata de corrosió i finalitzen al límit inferior de la faceta (Figures 2 i 7), amb una longitud d'entre 20 cm i devers 1 m. La seva amplitud o distància entre dues crestes o dos valls dels solcs sol estar entre pocs centímetres i 40 cm. Mentre que la fondària, això és distància entre la part superior de la cresta i les valls corresponents laterals, pot assolir valors que com a molt no superen els 15 cm, encara que sovint són de pocs centímetres. S'ha de puntualitzar que la distància entre dues crestes generalment supera la fondària d'aquestes de forma considerable. Sembla que



obeeixen genèticament a corrents parietals generades a les zones d'haloclines. Pensam que a les coves litorals de Mallorca no s'han generat lligades a la superfície de les aigües freàtiques, ja que malgrat la gran quantitat de llacs i passatges parcialment inundats, que hem observat tots aquests anys, cap d'ells en presenta. Per contra, si que s'han observat a nivell de les haloclines. Tanmateix s'ha de tenir present que les oscil·lacions glacioeustàtiques poden deixar aquestes morfologies inactives i com a formes fossilitzades a cotes que actualment no presenten haloclines.

**Concavitats poc marcades (subdued pockets)**

Es tracta de depressions semiesfèriques circulars, el·líptiques o irregulars, centimètriques, que s'endinsen poc dins la roca. La longitud o amplària supera sempre la fondària de la concavitat. Es presenten recobrint superfícies extenses de les parets i sostres de galeries i sales (Figura 10). Tal i com diu MERINO (2006), en secció vertical la forma s'assembla a una mitja lluna, amb la part còncaua inferior que presenta un fort pendent, i en ocasions està coberta de fins dipòsits de sediment que li donen un típic color vermellós. Es poden considerar un estadi evolutiu previ als tupins. Per evolució aquestes formes de corrosió poden entrar en coalescència, i s'arriben a individualitzar estretes seccions de roca, que a mode de cresta separen concavitats majors. La seva presència és ben abundant a les coves del Drac, ben igual que a totes les coves litorals del Llevant i Migjorn de Mallorca.

**Tupins de paret, sostre i pis**

(wall pockets, ceiling pockets, floor pockets)

Petits clots semiesfèrics circulars o el·líptics centimètrics, i que en ocasions penetren en forma de cilindres. És freqüent que presentin coalescències (composed pockets) i superposicions (pocket levels). Segons la localització espacial a les sales i galeries cal puntualitzar si són de parets, sostre o pis (wall pockets, ceiling pockets i floor pockets) (Figures 2 i 10). Sovint parteixen d'ells punts d'alimentació hipogènica que ajuden a la seva ampliació o modificació. Són morfologies abundants també a totes les cavitats del Llevant i Migjorn de Mallorca.

**Nínxols de paret (wall niches)**

Concavitats de pis pla o lleugerament irregular, d'ordre mètric a centimètric que se situen a les parets de les galeries (Figures 2 i 10). En ocasions es poden confondre amb els tupins. Nosaltres som partidaris de limitar aquest nom de nínxols de paret a les morfologies que assoleixen una mida superior als 60 cm d'amplària i almenys 40 cm de fondària i alçària, amb el pis de tendència plana, i a les altres morfologies incloure-les als tupins, ja que a nivell pràctic és molt difícil distingir-les. Els nínxols, en superar unes certes

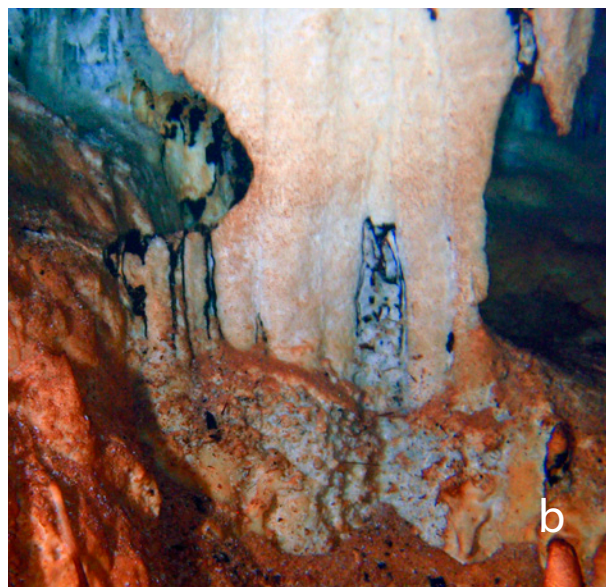
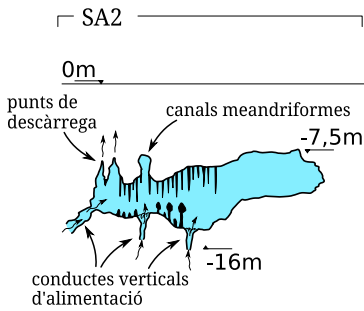


Figura 13: Espeleotemes que s'han vist afectats per la corrosió, en sentit ascendent, d'aigües hipogèniques a les galeries Hipòstiles. Aquests es troben parcialment o total dissolts. Aquests processos hipogènics serien posteriors cronològicament a la formació d'aquests espeleotemes, d'edat possiblement posterior al darrer estadi glacial. a) i b) Columna parcialment dissolta per canals ascendents; c) Colada parietal dissolta en gran part per canals ascendents (Fotos: A. Cirer i F. Gràcia).

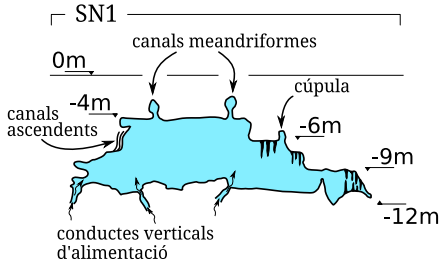
Figure 13: Speleothems that have been partially or totally affected by upward hypogenic dissolution at Galeries Hipòstiles. This hypogenic phase would be chronologically subsequent to the formation of these speleothems, and was possibly occurred after the last glacial stage. a) and b) Column partially dissolved by small rising channels; c) Wall flowstone largely dissolved by ascending channels (Photos: A. Cirer and F. Gràcia).



**GALERIA DELS DOMASSOS**



**GALERIA NEGRA**



**GALERIA DESPULLADA**

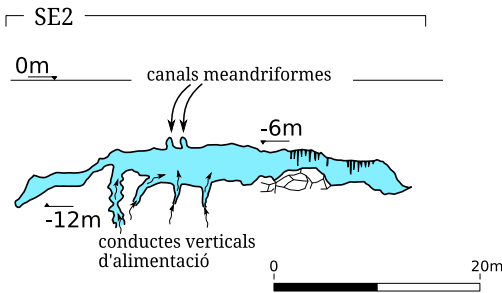


Figura 14: Seccions de diverses galeries on s'aprecien morfologies hipogèniques, com són els canals meandriformes, conductes verticals d'alimentació, punts de descàrrega, cúpules i canals ascendents.  
Figure 14: Cross-sections of some galleries showing hypogenic features, such as ceiling channels, vertical feeders, outlets, cupolas and rising channels.

dimensions (uns 2 m de diàmetre) entrarien ja en la categoria de cambres freàtiques circulars. Han estat localitzades a gairebé totes les cavitats amb importants continuacions subaquàtiques de Mallorca.

**Morfologies de corrosió hipogèniques**

La troballa d'aquestes morfologies a la cavitat ha suposat una sorpresa, ja que no ens pensàvem que al Llevant també hi hagués una participació important dels processos hipogènics en la gènesi de cavitats litorals. Únicament algunes poques morfologies d'aquesta gènesi estaven documentades a la cova de s'Ònix, també a Manacor. Es tracta d'una localitat interessant que travessa el miocè superior postorogènic arribant al basament mesozoic plegat, que és on es localitzen les morfologies (MERINO et al., 2011).

No va ésser fins que ja dúiem una sèrie d'immersions que ens vàrem fixar en la seva existència a les coves del Drac. A més a més, pensam què, proporcionalment en comparació amb es Dolç (GRÀCIA et al., 2014) o la cova des Pas de Vallgornera (MERINO et al. 2010; GINÉS et al., 2008, 2009, 2014; GRÀCIA et al., 2009a, 2009b; FORNÓS et al., 2011), és la cavitat a on més es poden observar aquestes morfologies i en alguns casos són espectaculars. És cert que gairebé no s'observen a les zones terrestres que no són més que sales d'esfondrament. Però són molt abundants a moltes de les galeries freàtiques de tots els sectors subaquàtics: *sector Subaquàtic de Ponent*, *sector Subaquàtic Central* i *sector Subaquàtic de Llevant*. Fins i tot, n'hi ha fora de l'aigua, ja què en revisar el *llac Miramar*, a la paret oposada a les passeres dels turistes i també de l'amfiteatre, a diferents indrets hi ha solcs ascendents. També hem localitzat aquestes morfologies a les zones aèries de la *cova Blanca*, al *llac de les Meravelles* i al sud del *llac les Delícies* a una zona plena de grans blocs. Algunes dades preliminars sobre les morfologies hipogèniques a les coves del Drac han estat documentades per GRÀCIA (2015), GRÀCIA et al. (2017) i GINÉS et al. (2017, 2018).

És freqüent a moltes zones de la cavitat, especialment prop de conductes verticals d'alimentació, les acumulacions d'òxids

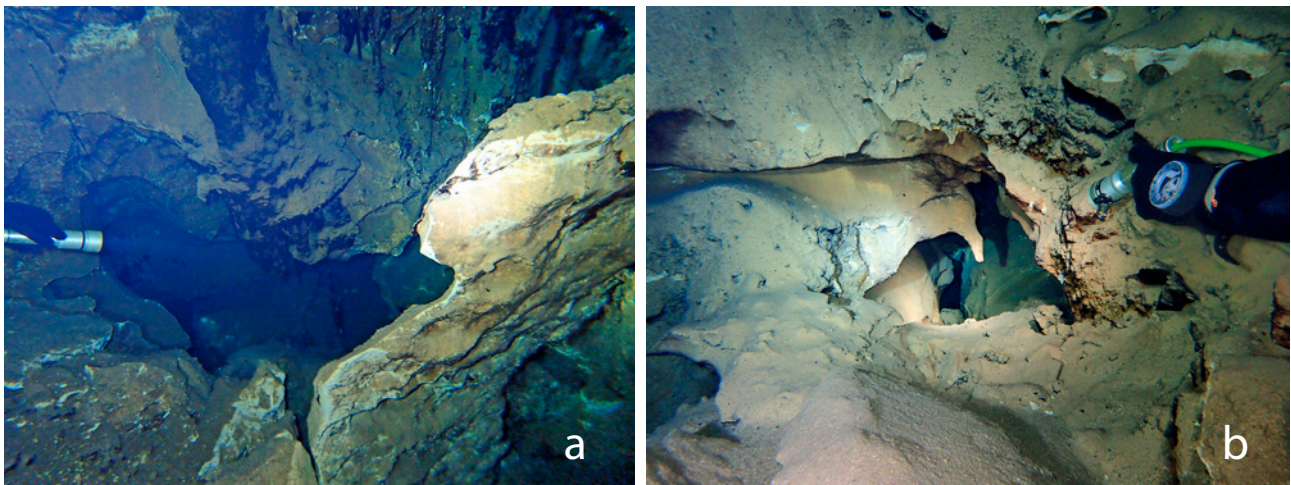


Figura 15: Conductes ascendents d'alimentació. a) Galeries conegudes com *Els Conductes*; b) *Galerías Hipòstiles* (Fotos: J. Pérez).  
Figure 15: Vertical feeders. a) Galleries known as *Els Conductes*; b) *Galerías Hipòstiles* (Photos: J. Pérez).



Figura 16: Canals meandriformes a la *galeria Negra*. S'observen diferents canals secundaris que entren en coalescència. Curioses franges horitzontals acaramel·lades associades amb els canals posen una nota de color. Destaca l'acumulació de les bombolles de l'escafandrista que aprofiten aquestes morfologies (Foto: A. Cirer).

Figure 16: Meandering channels present at the ceiling of *Galeria Negra*; several secondary coalescent channels are observed as well. It is worth noting the conspicuous caramel colored horizontal stripes associated with the channels. Observe how the bubbles from the diver are accumulated along these morphologies (Photo: A. Cirer).

de ferro i manganés, que poden derivar de processos hipogènics que hagin actuat en alguns moments durant el desenvolupament de la cavitat (PILARES et al., 2018; GRÀCIA, 2015; GINÉS et al., 2017) i que sovint adopten colors negres i grocs (Figura 11).

És interessant remarcar que hem localitzat morfologies hipogèniques –com a canals meandriformes, cúpules, punts d'alimentació laterals i punts de descàrrega– a partir de les quals s'han produït infiltracions de les aigües meteoriques format espeleotemes de degoteig o de flux (Figura 12). Alguns dels espeleotemes generats són de gran mida i s'haurien dipositats posteriorment als processos hipogènics. En altres localitzacions s'ha produït el fenomen invers, és a dir, espeleotemes s'han vist afectats per corrosió de sentit ascendent d'aigües hipogèniques que els ha degradat en major o menor mesura, processos de dissolució que per tant correspondrien a una cronologia posterior. En el cas d'alguns espeleotemes, sembla que els processos de dissolució hipogènica podrien ésser posteriors al darrer episodi glacial (Figura 13).

#### **MACROFORMES** (d'ordre hectomètric a decamètric)

##### ***Galeries cegues*** (*dead ends*)

Es tracta de galeries de poc recorregut i que acaben en cul de sac. La seva longitud és molt variable, encara que amb aquesta denominació únicament incloem les que no superen la desena de metres. Les que es troben a les coves del Drac semblen clarament hipogèniques com és el cas d'algunes de les desenvolupades a les *galeries dels Domassos* (sector *Subaquàtic de Llevant*) o a les *galeries del Canal* (sector *Subaquàtic de Ponent*), a les proximitats del llac *Miramar*, amb abundants punts d'alimentació i de descàrrega, canals de sostre, sediments associats, així com moltes altres evidències.



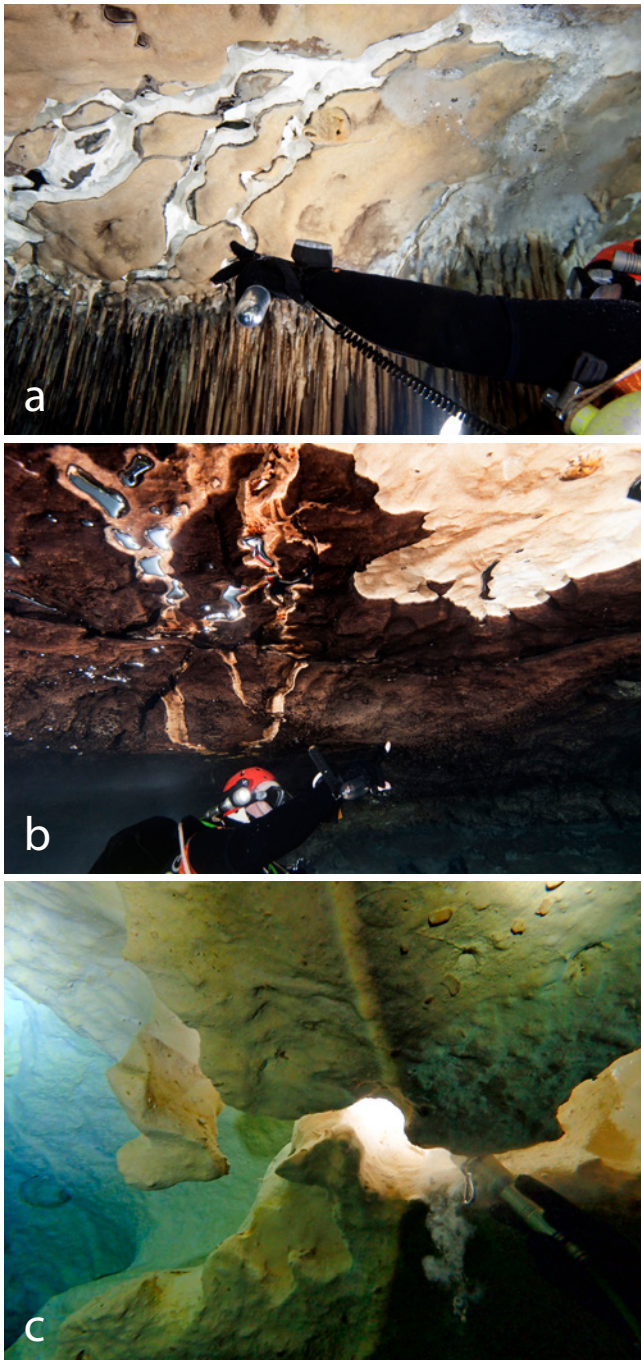
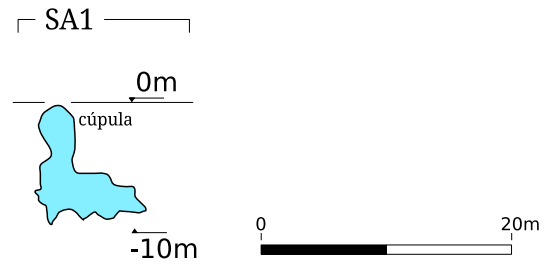
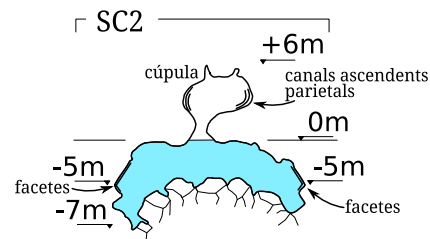


Figura 17: Canals meandriformes. a) Canals meandriformes anastomosats que procedeixen de punts d'alimentació situats al propi sostre. Destaquen pel color blanc de la roca mare que deixen entreveure. *Galeries dels Domassos*. b) Canals meandriformes anastomosats de la zona abans dels *Conductes*, a on l'excavació de la roca mare contrasta amb el color negre del sostre que l'envolta. Es poden apreciar les bombolles de l'espeleobussejador que segueixen el camí marcat pels canals. c) Part terminal d'un canal meandriforme a les *galeries del Canal*, on ha generat una intensa dissolució de la roca zenital (Fotos a i b: A. Cirer; c: J. Pérez).  
 Figure 17: Ceiling channels. a) Anastomosed meandering channels that originate from feeding points located on the roof itself; they stand out for the white color of the bedrock being exposed along the channels. *Galeries dels Domassos*. b) Anastomosed ceiling channels in the area before *Els Conductes*, where the excavation of the bedrock contrasts with the black color of the surrounding roof. The bubbles of the diver follow the path marked by the ceiling channels. c) Terminal part of a meandering channel at *Galeries del Canal*, where it has caused an intense dissolution of the rock in the ceiling (Photos a and b: A. Cirer; c: J. Pérez).

### GALERIA DELS DOMASSOS



### GALERIA DELS COCOS



### GALERIES DEL SULTÀ

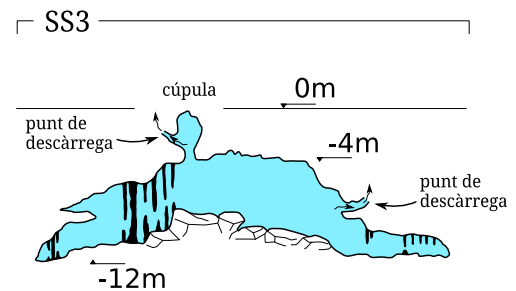


Figura 18: Seccions de diverses galeries representatives dels tres sectors subaquàtics de la cavitat on es localitzen importants cúpules.  
 Figure 18: Cross-sections of several galleries representative of the three underwater sectors of the cave, where important cupolas are located.

### MESOFORMES (d'ordre decamètric a mètric)

#### *Cruis o fractures d'alimentació (feeders, slots)*

Els conductes d'alimentació consistents en cruïses o fractures, disposats generalment al trespol de les galeries, no són massa abundants i només s'han localitzat alguns exemplars en llocs molt concrets, com al sector *Subaquàtic de Llevant*.

#### *Conductes verticals d'alimentació (feeders)*

Aquests conductes són molt nombrosos a la majoria de zones sotaiguades, però no molt desenvolupats i són de mides més reduïdes, llevats d'alguns pocs casos. Tampoc



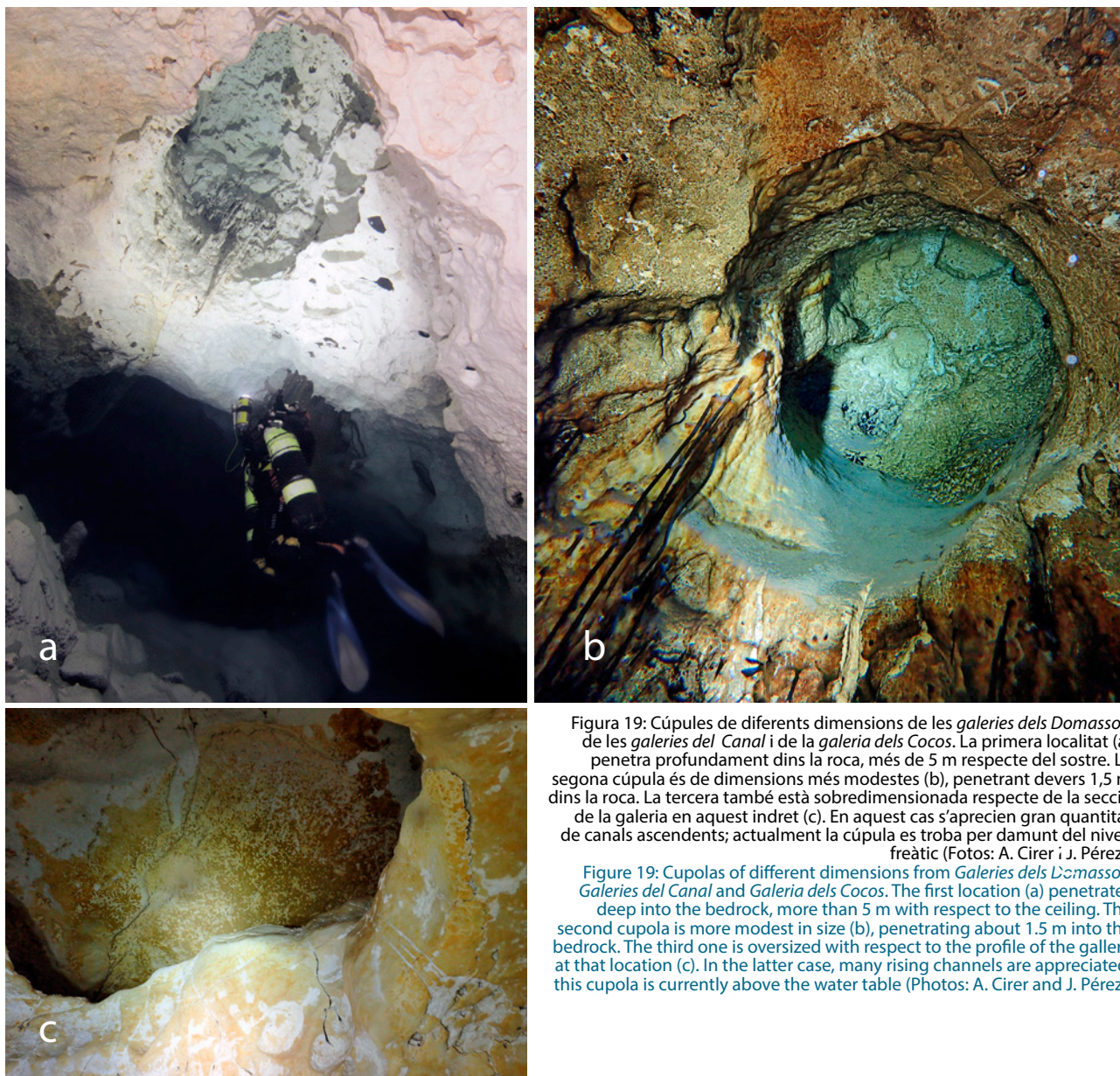


Figura 19: Cúpules de diferents dimensions de les *galeries dels Domassos*, de les *galeries del Canal* i de la *galeria dels Cocos*. La primera localitat (a) penetra profundament dins la roca, més de 5 m respecte del sostre. La segona cúpula és de dimensions més modestes (b), penetrant devers 1,5 m dins la roca. La tercera també està sobredimensionada respecte de la secció de la galeria en aquest indret (c). En aquest cas s'aprecien gran quantitat de canals ascendents; actualment la cúpula es troba per damunt del nivell freàtic (Fotos: A. Cirer i J. Pérez).

Figure 19: Cupolas of different dimensions from *Galeries dels Domassos*, *Galeries del Canal* and *Galeria dels Cocos*. The first location (a) penetrates deep into the bedrock, more than 5 m with respect to the ceiling. The second cupola is more modest in size (b), penetrating about 1.5 m into the bedrock. The third one is oversized with respect to the profile of the gallery at that location (c). In the latter case, many rising channels are appreciated; this cupola is currently above the water table (Photos: A. Cirer and J. Pérez).

les formes són molt regulars i fins i tot difícils d'identificar. En ocasions es troben gairebé reomplerts per sediments. S'inclouen en aquesta categoria mètrica a causa de la important extensió oculta a l'interior de la roca. Els més desenvolupats des del punt de vista mètric es localitzen a les *galeries del Canal* (*sector Subaquàtic de Ponent*), però també n'hi ha a la *galeria Negra*, la *galeria Despullada* i la *galeria dels Domassos* (Figures 2, 14 i 15).

#### **Canals de sostre o canals meandriformes** (*ceiling channels*)

Les coves del Drac presenten importants canals de sostre, de formes, mida, color i aspecte general molt divers. Alguns són lineals, amb possibles canals paral·lels, altres són meandriformes i altres anastomosats. Es generen a partir de punts d'alimentació lateral o fins i tot zenitals que conflueixen i es transformen en canals de sostre. Al llarg dels solcs es troben diversos punts de descàrrega de dimensions molt variades; així hi ha forats, petites cúpules o fractures i fins i tot el que semblen plans d'estratificació. Es localitzen gairebé per tots els sectors subaquàtics de la cavitat. És la cova subaquàtica a on hem observat aquestes morfologies més ben representades, de majors dimensions, abundància i diversitat (Figures 2, 16 i 17).



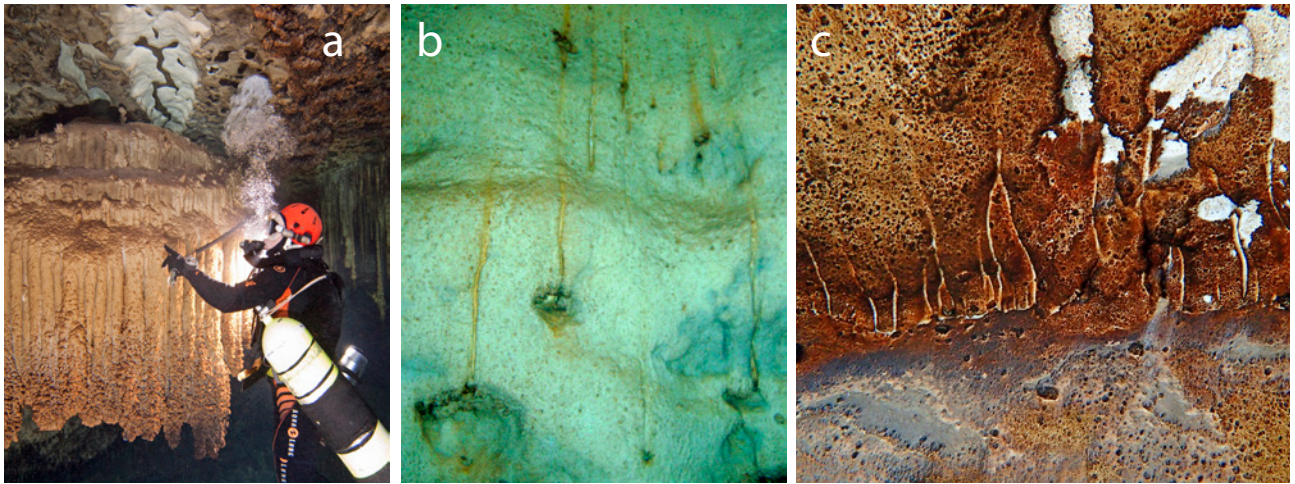


Figura 20: Punts d'alimentació laterals que arranquen d'un lateral del sostre per sobre d'una colada (a), de tupins parietals i de petits porus de la roca (b) i de cruïes (c) (Fotos: A. Cirer i F. Gràcia).  
 Figure 20: Lateral feeders starting from one side of the ceiling above a flowstone (a), from wall pockets and small pores of the bedrock (b), and from fissures in the walls (c) (Photos: A. Cirer and F. Gràcia).

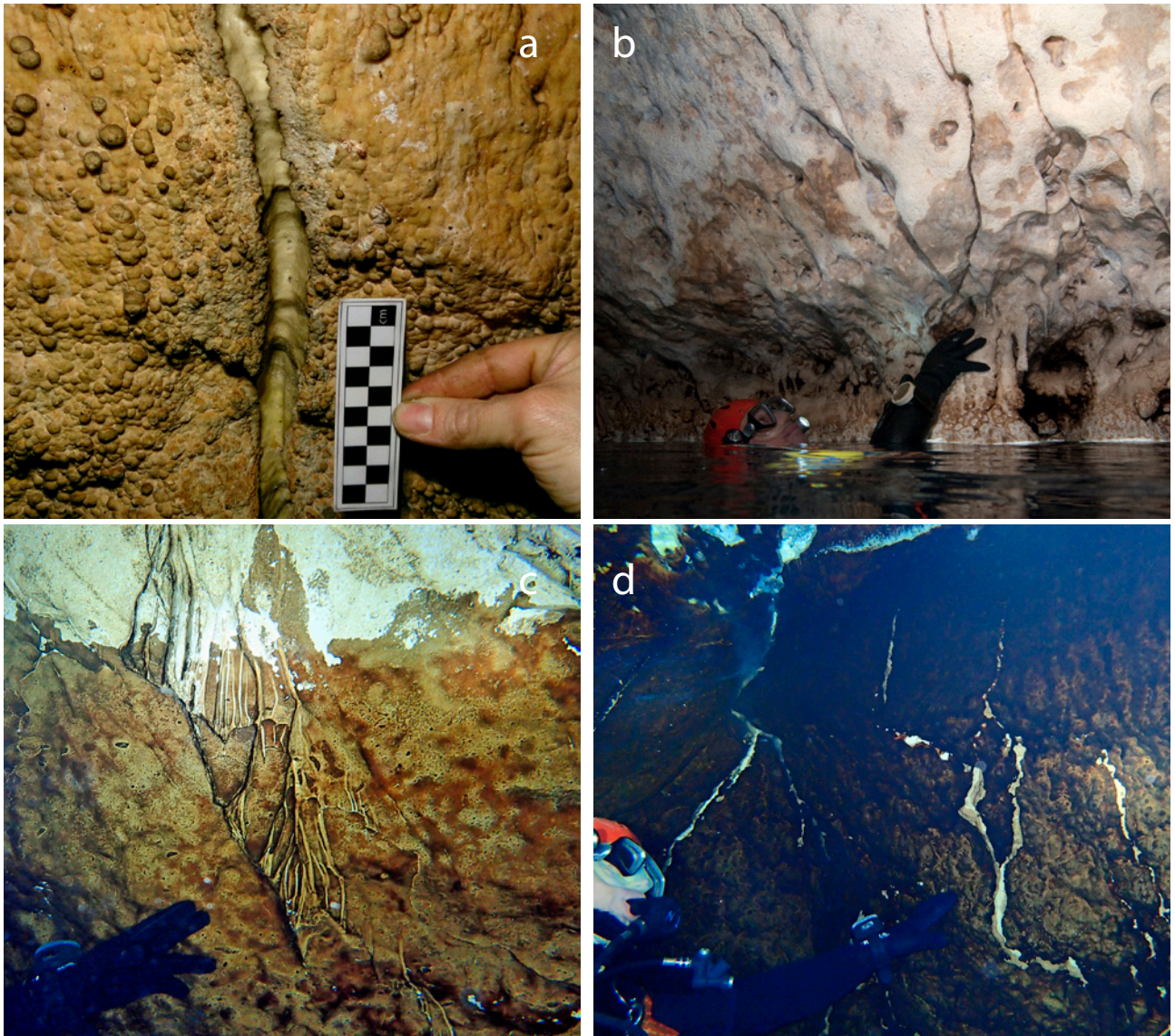


Figura 21: Canals ascendents de paret. a) i b) Alguns d'ells es localitzen a la zona actualment vadosa, encara que a pocs metres de l'actual nivell freàtic, com aquests de les proximitats del *Llac de les Meravelles* i del *Llac Miramar*. c) i d) Complicats canals ascendents del *Llac Miramar* (Fotos: M.À. Gual, A. Cirer i J. Pérez).  
 Figure 21: Rising wall channels. a) and b) Some of them are now located in the vadose zone, although only a few meters above the current water table, such as those near *Llac de les Meravelles* and *Llac Miramar*. c) and d) Complicated rising channels at *Llac Miramar* (Photos: M.À. Gual, A. Cirer and J. Pérez).



A la *galeria Negra* n'hi ha un canal meandriforme, entre d'altres de secundaris, que supera els 40 m de longitud i que segueix longitudinalment el sostre d'aquesta ampla galeria; a qualque indret es ramifica i penetra dins la roca més de 40 cm. Alguns presenten franges horitzontals paral·leles prolongades per tot el canal, amb una coloració salmó que suposam deguda a processos de precipitació. Es troben altres importants canals de sostre meandriformes i anastomosats a les *galeries dels Domassos*, encara que no presenten coloració. Alguns canals de sostre menys penetrants assoleixen una gran complexitat per l'elevada quantitat de canals més petits, que es van afegint des de punts d'alimentació localitzats al mateix sostre, normalment a les voreres, o bé des de les parets. Solen tenir colors molt clars, suposam per dissolució de la roca mare, i s'arriben a fusionar més de 40 petits canals que convergeixen entre sí per formar àmplies xarxes. En alguns casos també s'aprecien fenòmens d'anastomosi. És interessant observar com les bombolles despreses del bussejador, en ascendir fins al sostre, es concentren i transcorren per aquests canals, fet que es pot apreciar a alguna de les fotografies que documenten aquestes planes (Figura 17).

### Cúpules

(*cupolas, bellhollès*)

A les coves del Drac és a on es troben més ben representades numèricament i de dimensions remarcables. Se n'han localitzat algunes de més de 5 m de vertical i una amplària de gairebé 4 m, com la que es troba al començament de les *galeries dels Domassos*. També n'hi ha una de molt important volumètricament a la *galeria dels Cocos*, que actualment es troba per damunt del nivell freàtic, i altra a la sala de majors dimensions de les *galeries del Sultà*. Pensam que actuarien generalment com a formes de descàrrega ascendent (*outlets*) (Figures 2, 18 i 19).



Figura 22: Punts de descàrrega, localitzats normalment al sostre de galeries i sales. En aquests casos tots associats a canals de sostre meandriformes. a) *Galeries del Canal*; b) *Galeries dels Domassos*; c) i d) *Galeria Negra* (Fotos: A. Cirer i J. Pérez).

Figure 22: Discharge points (outlets) usually located at the ceilings of galleries and chambers. In these cases, they are all associated with meandering ceiling channels. a) *Galeries del Canal*; b) *Galeries dels Domassos*; c) and d) *Galeria Negra* (Photos: A. Cirer and J. Pérez).



**MICROFORMES** (d'ordre mètric a centimètric)***Punts d'alimentació laterals*** (*side feeders*)

Es localitzen a tots els sectors subaquàtics, fins i tot guaiten fora de l'aigua a llocs tan emblemàtics com el *llac Miramar* i el *llac Negre*. En ocasions aprofiten els cruïses de la roca, porus petits, concavitats poc marcades i tupins (Figures 2, 20 i 21).

***Canals ascendents de paret*** (*rising wall channels*)

A les coves del Drac són extraordinàriament freqüents i molt marcats, amb coloracions generalment més clares que la roca a les quals afecta. En ocasions es desenvolupen sobre espeleotemes, com colades parietals i columnes, fet que ens indica que alguns d'aquests processos s'han generat recentment. Poden ésser formes individuals o bé col·lectives que sovint s'imbriquen entre si. Hi ha indrets a on es converteixen, en arribar al sostre, en canals meandriformes. N'hi ha que s'inicien de concavitats poc marcades, petits forats o bé de tupins. En alguns casos, en arribar al sostre s'eixamplen de forma espectacular i generen una espècie de discs interconnectats entre si per canals. La seva forma i dimensions van variant d'acord amb l'angle que presenta el pla de la paret respecte a la vertical. Els canals penetren fins a alguns centímetres o només són molt superficials i es fan visibles per la coloració que han provocat (Figures 2, 20 i 21).

***Punts de descàrrega*** (*outlets*)

Morfologies en forma de forats, cilindres, porus, fractures, cúpules i altres, que es localitzen al sostre o parets de les galeries. Representen una continuïtat dels *rising wall channels* o canals ascendents de paret. Són molt abundants i extraordinàriament diversos en mides i formes (Figures 2, 3, 14, 18 i 22). En molts de casos d'aquesta cavitat, els punts d'alimentació i de descàrrega es troben ambdós al sostre.

**Conclusions**

Les exploracions subaquàtiques desenvolupades a les coves del Drac han permès documentar un ampli ventall de morfologies primàries de dissolució, les quals tenen en comú el fet d'haver estat generades en condicions freàtiques caracteritzades pel baix dinamisme de les aigües subterrànies. Es tracta en molts de casos de formes poligèniques, en les quals es fa de vegades molt difícil destriar quin és el vector genètic principal implicat en la seva formació: la mescla de aigües continentals i marines, o la recàrrega hipogènica d'aigües agressives més o manco profundes.

Malgrat la dificultat de classificació de les morfologies, algunes d'elles tenen un origen inequívocament hipogènic, com és el cas dels canals ascendents de dissolució, els canals de sostre, o els nombrosos conductes o punts d'alimentació que sovintegen al llarg de la cavitat. En aquest sentit, les formes de dissolució de possible origen hipogènic són molt abundants a la cavitat, encara que resulta difícil establir la importància relativa d'aquests processos, enfront dels altres mecanismes espeleogenètics implicats, com són la mescla d'aigües dolces i marines, així com la descàrrega difusa de l'aqüífer litoral.

Centrant-nos de nou en les formes resultants dels processos hipogènics, cal esmentar que molt sovint s'han vist emmascarades pel creixement d'espeleotemes vadosos, durant moments de descens del nivell marí. En altres ocasions trobem espeleotemes que han estat afectats per fluids agressius ascendents, processos que pareix haver-se produït en diferents períodes temporals, alguns d'ells molt recents i fins i tot, en alguns casos, posteriors al darrer estadi glacial.

Encara que és molt difícil, queda per establir si els indicis d'espeleogènesi hipogènica, observats a les coves del Drac, són l'evidència d'uns processos generalitzables a tot l'endocarst del Llevant de Mallorca. Així mateix, sembla difícil arribar a determinar el grau de participació d'aquest vector genètic en la formació de les nombroses cavitats desenvolupades en els materials del miocè superior d'aquesta part de l'illa.

**Agraïments**

Als espeleòlegs subaquàtics Guillem Mascaró, Joan Pérez, John Freddy Fernández, Antoni Cirer, Juan Carlos Lázaro, Davide Ansaldi, Bernat Clamor, Miquel Àngel Perelló, Miquel Àngel Vives, Pere Gamundí, Álvaro Granell, Nicolás Betton, Dirk Bornemann i Nick Franglen. Hem aprofitat les nombroses visites al Drac per estudiar i documentar aquestes morfologies.

Als amics i companys espeleòlegs “terrestres” Vicenç Pla, Gabriel Santandreu, Miquel Àngel Gual, Telm Ginard, Xavier Bascuñana, Damià Vicens, Pere Bover, Bernat Gaviño, Miquel Trias, Andrés Lozano i Moisès Bonnín, que ens han ajudat sovint a transportar equipament fins als llacs. Així mateix a molts altres que ens han acompanyat en algunes ocasions puntuals i que és pràcticament impossible fer menció de tots ells.

Als espeleòlegs escafandristes Maria Martínez, Jaume Pocoví, Joan Montfort, Reiner Kuna, Malé Bloedow i Erwin Bloedow. Maria Martínez ha format part molt activa com a model fotogràfic i de filmació. Volem que aquest treball serveixi com a petit homenatge i record al company i amic Joan Montfort que malauradament ens va deixar el 2018.

Manifestam el nostre més sentit agraïment a la família Servera i especialment al Director de l'empresa Cuevas del Drach S.A. de Porto Cristo, el Sr. D. Maties Servera per tota la col·laboració, facilitats i interès que ha prestat a les nostres recerques. Volem fer extensiu els agraïments a tot el personal de les coves del Drac, als guies, personal de manteniment i vigilants que en tot moment han ajudat i col·laborat amb les tasques de camp. Agraïm especialment a Àngela Servera, Rafel Nadal, Antoni Lull, Antoni Adrover, Miquel Torrens, Miquel Adrover, Montserrat Vallespir, Gabriel Sancho, Gabriel Santandreu i Mateu Durán. També valoram extraordinàriament a tots els altres guies, personal de secretaria, manteniment i bar de les coves dels quals tant interès, col·laboració i companyonia hem rebut. Ells han fet que els dies que hem dedicat a les coves del Drac al llarg d'aquests anys siguin un record inoblidable i estimat.

Agraïm a Nick Franglen la traducció del resum i dels peus de figura a l'anglès.

El present treball és una contribució als projectes de recerca finançats pel MINECO, CGL2013-48441-P i CGL2016-79246-P (AEI-FEDER, UE).

## Bibliografia

- FORNÓS, J.J.; PILARES, A.; GRÀCIA, F. & ENTRENA, A. (2018): Caracterització físico-química dels llacs de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers de la Soc. Espeleo. Balear*, 1: 181-196.
- FORNÓS, J.J.; MERINO, A.; GINÉS, J.; GINÉS, A. & GRÀCIA, F. (2011): Solutional features and cave deposits related to hypogene speleogenetic processes in a littoral cave of Mallorca Island (western Mediterranean). *Carbonates and Evaporites*, 26 (1): 69-81.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67. Bologna.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2008): Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009): On the role of hypogene speleogenesis in shaping the coastal endokarst of southern Mallorca (Western Mediterranean). In: KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (eds.) *Hypogene speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1: 91-99. Simferopol, Ucraïna.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2014): Geologic constraints and speleogenesis of Cova des Pas de Vallgornera, a complex coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 43 (2): 105-124. Tampa, USA.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; ONAC, B.P. & GINÉS, A. (2016): Hypogene imprints in coastal karst caves from Mallorca Island (Western Mediterranean): a review of the current knowledge on their morphological features and speleogenesis. In: CHAVEZ, T. & REEHLING, P. (eds.) *Proceedings of Deepkarst 2016: origins, resources and management of hypogene karst*. National Cave and Karst Research Institute. Symposium 6: 105-113. Carlsbad, USA.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; ONAC, B.P. & GINÉS, A. (2017): 5. Hypogene imprints in coastal karst caves of Mallorca Island (Western Mediterranean): morphological features and speleogenetic approach. In: KLIMCHOUK, A.; PALMER, A.N.; DE WAELE, J.; AULER, A.S. & AUDRA, P. (eds.) *Hypogene karst regions and caves of the World*. Springer International Publishing AG. Cave and Karst Systems of the World. 99-112. Cham, Suïssa.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F. & FORNÓS, J. J. (2018): L'espeleogènesi de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): evolució dels coneixements i interpretació actual. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 141-163.
- GRÀCIA, F. (2015): *Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del Llevant i Migjorn de Mallorca*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 984 pàgs. Inèdit.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.



- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GUAL, M. A.; WATKINSON, P. & DOT, M. A. (2003a): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). I: Descripció de les cavitats i història de les exploracions. *Endins*, 25: 23-42.
- GRÀCIA, F.; JAUME, D.; RAMIS, D.; FORNÓS, J.J.; BOVER, P.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A. & VADELL, M. (2003b): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). II: La Cova Genovesa o Cova d'en Bessó. Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna, paleontologia, arqueologia i conservació. *Endins*, 25: 43-86.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. i URIZ, M.J.; MARTIN, D.; GIL, J.; GRÀCIA, P.; FEBRER, M. & PONS, G. (2005): La cova des Coll (Felanitx, Mallorca): Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata - Pont - Piqueta (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; CLAMOR, B.; FEBRER, M. & GAMUNDÍ, P. (2007): La Cova de sa Gleda I. Sector Clàssic, Sector de Ponent i Sector Cinc-Cents (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, sedimentologia i hidrologia. *Endins*, 31: 43-96.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J. J.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B.; POCOVÍ, J. & PERELLÓ, M. A. (2009a): Les descobertes subaquàtiques a la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): Història i descripció dels descobriments, hidrologia, espeleotemes, sediments, paleontologia i fauna. *Endins*, 33: 35-72.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B. & POCOVÍ, J. (2009b): Morfologies de corrosió a la part submergida de la Cova des Pas de Vallgornera. Sector Antic, Sector de Gregal i Sector de les Grans Sales. *Endins*, 33: 73-98.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P. & FORNÓS, J.J. (2010): El sistema de cavitats Gleda - Camp des Pou (Manacor, Mallorca). *Endins*, 34: 35-68.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J. & WATKINSON, P. (2011a): Les cavitats subaquàtiques de la franja litoral de Mallorca. 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: 103-132. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P. & FORNÓS, J.J. (2011b): Morfologies de corrosió de la zona de mescla a les coves subaquàtiques de la franja litoral del Llevant i Migjorn de Mallorca. 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: 133-146. Palma.
- 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.À.; JAUME, D.; MAS, G.; PERELLÓ, M.À.; CARDONA, F. & TIMAR-GABOR, A. (2014): Es Dolç (Colònia de Sant Jordi, ses Salines, Mallorca). Cavitat litoral amb influències hipogèniques excavada a les eolianites quaternàries i als materials del Pliocè. *Endins*, 36: 69-96.
- GRÀCIA, F.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, J.F.; FORNÓS, J.J.; BETTON, N.; LÁZARO, J.C.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.A.; VIVES, M.A. & ANSALDI, D. (2017): Les coves del Drac: 1896-2016. Les descobertes subaquàtiques. *IX Jornades d'Estudis Locals de Manacor. Llegendes, mentides i altres equívocs. Expressions de cultura popular a Manacor*. 13 i 14 de maig de 2016. 421-439. Manacor.
- GRÀCIA, F.; MASCARÓ, G.; PÉREZ, J.; FERNÁNDEZ, J.F.; CIRER, A.; LÁZARO, J.C.; ANSALDI, D.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.À.; VIVES, M.À.; GAMUNDÍ, P.; GRANELL, À.; BETTON, N.; BORNEMANN, N. & FRANGLÉN, N. (2018): Les exploracions subaquàtiques a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 105-116.
- GRÀCIA, F.; MASCARÓ, G.; PÉREZ, J.; FERNÁNDEZ, J.F.; CIRER, A.; LÁZARO, J.C.; ANSALDI, D.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.À.; VIVES, M.À.; GAMUNDÍ, P.; GRANELL, À.; BETTON, N.; BORNEMANN, D. & FRANGLÉN, N. (2018): El Drac subaquàtic (Coves del Drac, Manacor, Mallorca) *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 117-139.
- MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49-70.
- MERINO, A. & FORNÓS, J.J. (2010): Los conjuntos morfológicos de flujo ascendente (Morphological Suite of Rising Flow) en la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 34: 87-102.
- MERINO, A.; GINÉS, J. & FORNÓS, J.J. (2011): Evidències morfològiques de processos hipogènics a cavitats de Mallorca. 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: 165-182. Palma.
- OSBORNE, R.A.L. (2004): The troubles with cupolas. *Acta Carsologica*, 33: 29-36. Postojna.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave Geology*. Cave Books. 454 pp. Dayton, Ohio, USA.
- PILARES, A.; FORNÓS, J. J.; GRÀCIA, F. & GÓMEZ-PUJOL, LL. (2018): El registre sedimentari de la part subaquàtica de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 165-180.
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques. *Endins*, 4: 21-42.



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>





# Dinàmica de l'atmosfera dels sectors no turístics de les Coves del Drac

Joan J. FORNÓS<sup>1,2</sup>, Ana ENTRENA<sup>1,2</sup> i Joaquín GINÉS<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma. Email: joan.fornos@uib.cat

<sup>2</sup> Societat Espeleològica Balear. Palma.

## Abstract

In this paper we are reporting the data on carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), temperature and radon gas (Rn) measured during a series of years in the Coves del Drac. These data show a clear seasonal variation (summer/winter) related to the atmospheric circulation inside the cavity, that in fact is controlled by the ratio between inside/outside temperatures, being also conditioned by the topographic characteristics of the cave and the density differences of atmospheric gases. The highest measured values of CO<sub>2</sub> correspond normally to the sector known as *Cova Blanca* (with a maximum of 1,600 ppm in summer and a minimum in winter of 440 ppm), whereas the values of the *Cova Negra* sector are slightly lower overall. Radon values follow the same pattern, with a peak value of 715 Bq/m<sup>3</sup>, although concentrations measured usually do not exceed 300 Bq/m<sup>3</sup>.

## Resum

S'aporten les dades de les mesures del diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>), temperatura i gas radó (Rn) efectuades durant una sèrie d'anys a les Coves del Drac, i en les quals s'hi observa una clara variació estacional (estiu/hivern) relacionada amb la circulació atmosfèrica a l'interior de la cavitat; aquesta dinàmica està propiciada per la relació de temperatura interior/exterior de la cova, i es veu condicionada per les característiques topogràfiques de la mateixa i les diferències de densitat dels gasos atmosfèrics. Els valors majors de CO<sub>2</sub> mesurats corresponen normalment a la *cova Blanca* (amb un màxim de 1.600 ppm a l'estiu i un mínim a l'hivern de 440 ppm), essent els valors de la *cova Negra* lleugerament inferiors en general. Els valors de Rn segueixen el mateix patró, havent-se mesurat un valor màxim molt puntual de 715 Bq/m<sup>3</sup> encara que normalment les concentracions mesurades no solen superar els 300 Bq/m<sup>3</sup>.

Fornós, J.J.; Entrena, A. i Ginés, J. (2018): Dinàmica de l'atmosfera dels sectors no turístics de les Coves del Drac. Papers Soc. Espeleo. Balear, 1: 215-221. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear.  
**Rebut:** 12 desembre 2019; **Revisat:** 16 desembre 2019; **Acceptat:** 17 desembre 2019.  
**Publicat online:** 23 desembre 2019.

## Introducció

La dinàmica atmosfèrica a l'interior de les coves és un dels aspectes que han tingut un seguiment més important des de sempre, centrat en la seva major part en la mesura del diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) per les seves implicacions que pot arribar a tenir, tant en la salut de les persones com en el paper que juga aquest gas en tots els processos relacionats amb les ciències del carst. La quantificació d'aquest gas és un dels paràmetres de mesura més freqüents, sobretot pel que fa a la gestió de les coves turístiques per l'efecte que implica la respiració de les persones que visiten aquestes coves, circumstància que pot fer variar en gran manera la composició atmosfèrica de la cavitat. Aquest paràmetre sol anar associat també a variacions de temperatura, les quals poden modificar sensiblement el moviment de les masses d'aire dins de la cavitat, per una simple qüestió de diferències de densitats. Un altre paràmetre que se sol mesurar correspon al gas radó (Rn), un gas radioactiu, procedent de la desintegració isotòpica de l'urani present en les roques de l'interior de la Terra. Aquest gas, encara que de vida mitjana molt curta, pot tenir efectes molt nocius especialment quant s'hi està exposat durant períodes de temps molt llargs, com poden ser, per exemple, els guies de les coves turístiques.

L'objectiu del present treball consisteix en aportar una sèrie de dades puntuals, algunes d'elles des de l'any 2012, de la composició atmosfèrica (CO<sub>2</sub>, Rn i també temperatura) de les Coves del Drac, sobretot dels sectors de la *cova Negra* i *cova Blanca*, i comprendre el funcionament de la dinàmica atmosfèrica de la cavitat. Per això es van prendre mesures en diferents intervals temporals, aproximadament cada dos-tres mesos en la mesura de CO<sub>2</sub> i temperatura entre els anys 2012 i 2019, i de forma continuada en el cas del Rn durant els anys 2013-2014.

## Diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>)

Per avaluar la presència de diòxid de carboni a les Coves del Drac es van realitzar una sèrie de visites a la cavitat, amb una periodicitat de entre dos i tres mesos en funció de la disponibilitat de temps. Aquestes visites es van iniciar el mes d'abril de 2012 a la *cova Blanca* i setembre de 2013 a la *cova Negra* i es van finalitzar el mes de novembre de 2019.

Les mesures es van prendre en quatre punts diferents que es van decidir tenint present les característiques topogràfiques de la cova, que poguessin representar possibles condicionants de la circulació atmosfèrica al seu interior. També, els punts de mostreig, es van dirigir directament a la zona no turística, per obviar la possible influència de la multitud de visitants que té aquella part de la cova; així s'evitava la influència de la circulació forçada d'aire que es fa en la gestió de la zona turística, i així poder determinar el funcionament natural de la dinàmica atmosfèrica. Malgrat tot, també de forma puntual, s'hi va fer alguna mesura a la zona del *llac de la Gran Duquessa de Toscana*. En concret els punts de mostreig continuat van ser la sala del *llac Negre*, la sala del *llac de les Delícies* i la *sala de la Palmera*, al punt de bifurcació entre la *cova Negra* i la *cova Blanca* (Figura 1).

A la sala del *llac Negre* el valor màxim mesurat a mitjans del mes de juliol de 2019 va ser de 1.500 ppm. El valor més baix es va mesurar a mitjans del mes de març de 2015 amb un valor de 412 ppm, essent també aquest el valor més baix mesurat en qualsevol punt de la cova. En línies generals, durant l'hivern els valors oscil·len entre 400 i 450 ppm, començant a pujar durant la primavera amb valors mitjans entre 500 i 650 ppm, per acabar essent ja més alts durant l'arribada de l'estiu amb valors per sobre de 800 ppm en el seu inici i valors superiors a 1.000 ppm la resta de l'estiu i inici de la tardor. Durant la tardor les dades de CO<sub>2</sub> van disminuint progressivament amb valors mitjans d'entre 500 i 700 ppm.

Les dades mesurades mostren una clara ciclicitat estacional (Figura 2) amb valors màxims a mitjans de l'estiu (juliol) i mínims a finals de l'hivern (març). L'evolució durant aquests set anys mostra una tendència positiva, indicant un lleuger increment, encara que no és significativa (R<sup>2</sup>= 0,0577).

Pel que fa referència a la sala del *llac de les Delícies*, el valor màxim mesurat també va ser a mitjans del mes de juliol de 2019 on el sensor va indicar una xifra de 1.600 ppm, resultant aquest el valor més alt mesurat en qualsevol punt que s'ha mostrejat de la cova. El valor més baix es va mesurar a mitjans del mes de gener de 2015, quan es van mesurar 440 ppm. Durant els mesos d'hivern (de finals de desembre a principis de març) els valors mesurats de diòxid de carboni estan entre 400 i 500 ppm. Durant la primavera comencen a pujar ràpidament, amb valors mitjans entre 700 i 800 ppm, per ja superar sempre 1.100 ppm durant els mesos d'estiu arribant als màxims per sobre 1.400 ppm durant els mesos de juliol, agost i principis de setembre. A partir d'octubre la concentració de CO<sub>2</sub> comença a davallar des dels 1.000 ppm fins als 600-650 ppm en acostar-se l'hivern.

Com en el cas de la *cova Negra*, a la sala del *llac de les Delícies* (situada al sector conegut com la *cova Blanca*) les dades mesurades també mostren una clara ciclicitat estacional (Figura 3) amb valors màxims també a mitjans de l'estiu (juliol) i mínims, en aquest cas, a

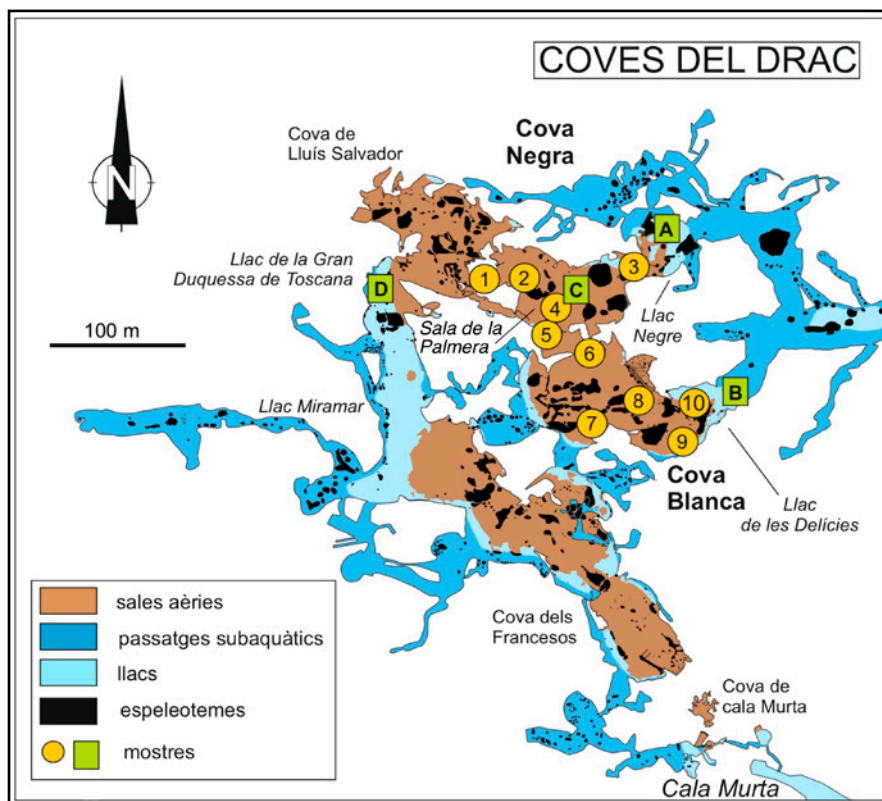


Figura 1: Plànol topogràfic simplificat de la part terrestre de les Coves del Drac amb la localització de les localitats mostrejades (els números -1 a 10- corresponen a les localitats on s'ha mesurat el Rn; les lletres -A a D- corresponen a on s'ha mesurat el CO<sub>2</sub> i la temperatura). Base topogràfica SEB (Societat Espeleològica Balear).

Figure 1: Simplified topographic survey corresponding to the aerial part of Coves del Drac showing the location of sampling sites (numbers -1 to 10- correspond to the Rn sites; letters -A to D- correspond to the atmospheric CO<sub>2</sub> and temperature sites). Topographic base SEB (Societat Espeleològica Balear).



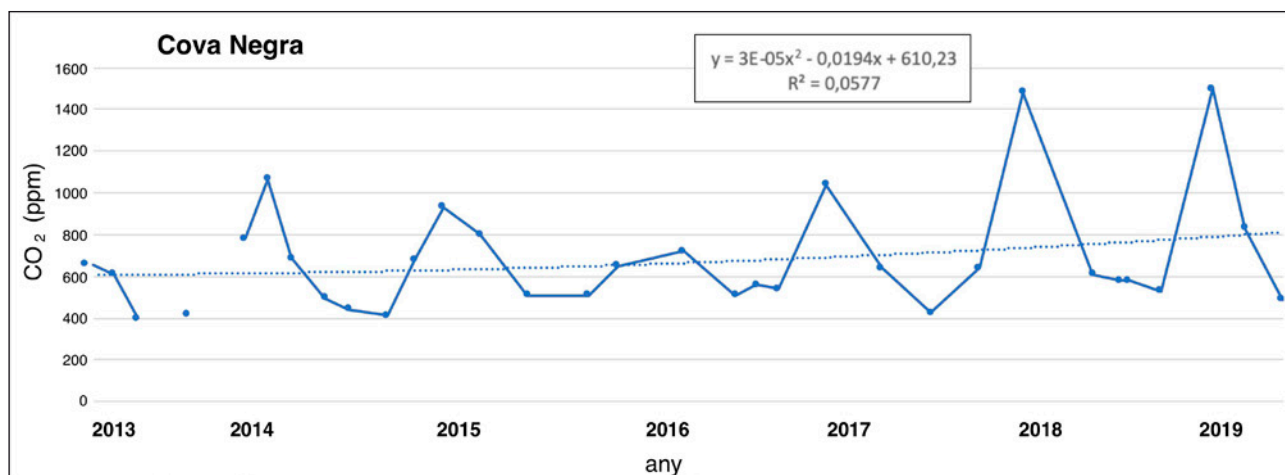


Figura 2: Dades de diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) atmosfèric mesurades entre els anys 2013 i 2019 a la sala del *llac Negre*, situada al sector conegut com la *cova Negra*.

Figure 2: Atmospheric carbon dioxide data (CO<sub>2</sub>) measured during the years 2013 to 2019 at *Llac Negre* chamber, located in the sector known as *Cova Negra*.

principis de l'hivern (gener). L'evolució durant aquests set anys també mostra una tendència positiva, indicant un lleuger increment –un poc més marcat que en el cas de la sala del *llac Negre*– encara que tampoc és massa significativa aquesta tendència ( $R^2 = 0,082$ ).

Per norma general a la sala del *llac de les Delícies* els valors de CO<sub>2</sub>, tant a l'estiu com a l'hivern, són més alts que a la sala del *llac Negre*, però això sí mostrant les mateixes tendències, malgrat que en el cas de la sala del *llac Negre* les variacions són lleugerament més brusques. En conjunt es veu una clara estacionalitat que queda ben reflectida en ambdues sales dels llacs, encara que d'una manera molt més clara a la sala del *llac de les Delícies*, com es pot observar en les Figures 2 i 3.

A la *sala de la Palmera*, que es troba localitzada relativament prop de l'entrada natural de la cova a mig camí de davallada cap a la *cova Negra* (Figura 1) i des d'on parteix la galeria que dona pas a l'accés cap a la *cova Blanca*, el valor màxim mesurat a mitjans de juliol de 2018 va ser de 1.336 ppm. El valor més baix es va mesurar a mitjans del mes de març de 2015 amb una lectura de 418 ppm. Donada la seva proximitat a l'entrada natural de la cova, els valors de diòxid de carboni també són més baixos, per regla general, que en les sales dels llacs, especialment la del *llac de les Delícies*. Durant l'hivern les concentracions de CO<sub>2</sub> són molt similars a les de l'exterior de la cova, normalment sobre 400 ppm. A

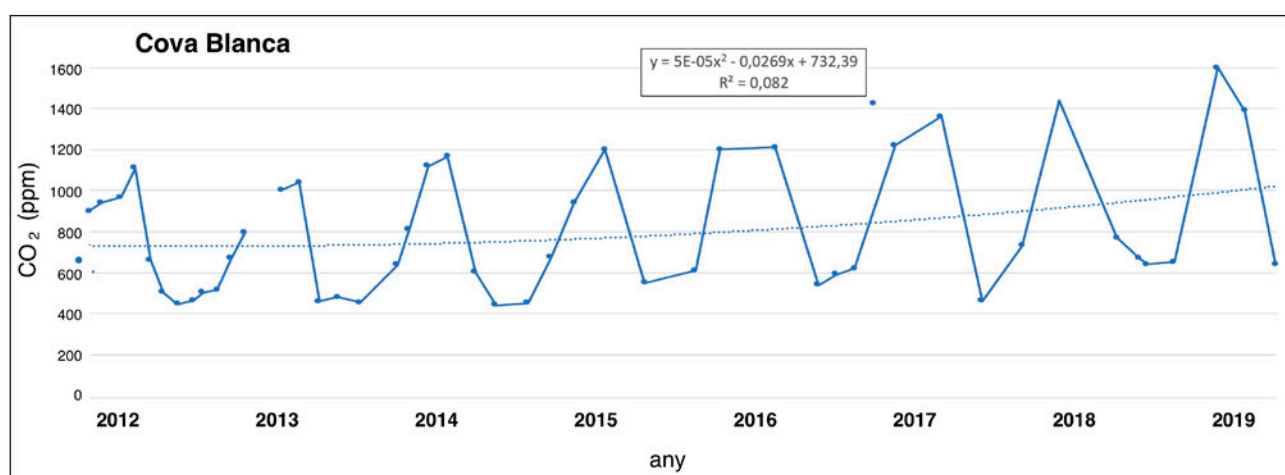


Figura 3: Dades de diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) atmosfèric mesurades entre els anys 2012 i 2019 a la sala del *llac de les Delícies*, al sector de la *Cova Blanca*.

Figure 3: Atmospheric carbon dioxide data (CO<sub>2</sub>) measured during the years 2012 to 2019 at *Llac de les Delícies* chamber, in the *Cova Blanca* sector.

la primavera puguen un poc, donant valors mitjans d'entre 500 i 600 ppm. A l'estiu segueixen pujant sobrepasant rarament 1.000 ppm, per tornar a davallar ràpidament en entrar la tardor amb valors que no solen superar 700 ppm.

A la zona del *llac de la Gran Duquessa de Toscana* s'ha fet alguna mesura ocasional, pel fet que les condicions ambientals de l'atmosfera de la cova estan modificades per l'activitat de les visites i per la circulació forçada que hi ha com a resultat de la gestió. En qualsevol cas els valors mesurats a l'estiu no superen 700 ppm mentre que a l'hivern estan al voltant de 450 ppm.

## Temperatura

Les mesures de temperatura dins la cavitat es van prendre en els mateixos llocs i periodicitat que en el cas del diòxid de carboni. Malgrat tot, degut al mal funcionalment d'algun dels aparells, no en totes les visites es va poder prendre la temperatura, cosa que si es va fer amb el CO<sub>2</sub>.

A la sala del *llac de les Delícies*, a la *cova Blanca*, la temperatura pot arribar a variar fins a 4°C durant tot l'any segons l'estació. Així, la màxima temperatura es dona durant els mesos d'estiu (juliol a setembre) amb valors que oscil·len entre els 20 i 21°C, mentre que els valors mínims de temperatura s'assoleixen durant els darrer mesos de l'hivern entre gener i març (17 a 18°C). Durant la primavera i tardor les temperatures varien entre els 17 i 18°C.

A la sala del *llac Negre*, a la *cova Negra*, la temperatura presenta un rang d'oscil·lació major que a la *cova Blanca*. La temperatura pot arribar a variar un poc més de 6°C. En època estival la màxima temperatura mesurada ha estat de 23,3°C, encara que normalment oscil·la entre els 20 i els 21°C. Durant l'estació hivernal el valor mínim enregistrat ha estat de 15,5°C encara que les temperatures més normals varien, durant tots els anys en que s'han obtingut mesures, entre els 16,5 i els 17,5°C. Durant les èpoques de primavera i tardor, la temperatura és similar a la de la sala del *llac de les Delícies*, variant entre els 18 i 19°C.

A la *sala de la Palmera*, el rang de variació és similar a l'obtingut a la sala del *llac Negre*, però amb valors un poc inferiors a l'hivern, i un poc superiors a l'estiu. Mesures esporàdiques realitzades a la zona del *llac de la Gran Duquessa de Toscana* donen una temperatura amb un rang d'oscil·lació menor, entre els 18 i els 21°C.

## Presència de gas radó (Rn)

Un dels aspectes més importants, especialment relacionats amb la seguretat en les coves turístiques fa referència a la presència del gas radioactiu radó (Rn). El gas radó (<sup>222</sup>Rn) és una de les majors fonts de radiació ionitzant natural procedent de la desintegració dels isòtops de l'urani, que es dona de forma natural a l'interior de la Terra sobretot en terrenys granítics, menys en terrenys carbonatats com és el cas que ens ocupa. Malgrat tot es poden donar les circumstàncies per a una acumulació important fet que, afegit a una exposició prolongada, pot tenir efectes importants per a la salut de les persones (ALBERIGI et al., 2011, entre d'altres).

Perquè es puguin assolir elevades concentracions d'aquest gas, cal que es donin unes circumstàncies específiques que afavoreixin fortes acumulacions dins de les cavitats. Així, en aquest sentit és molt important conèixer la dinàmica de la circulació d'aire dins de la cova, així com les seves particularitats topogràfiques, de manera que aquestes característiques puguin afavorir, o bé tendeixin a dissipar, les concentracions d'aquest gas. Quan hi ha una bona ventilació, la renovació de l'aire és més ràpida i el gas radó és ràpidament alliberat cap a l'atmosfera; però si no es produeix aquesta ventilació, el gas pot quedar atrapat en zones en que l'aire està estancat donant lloc en aquest darrer cas a concentracions elevades que poden ser molt perjudicials per a la salut (LARIO et al., 2005).

La presència de gas radó i la seva variabilitat estacional a les Coves del Drac es va quantificar durant els anys 2013 i 2014 amb la utilització de detectors sòlids de traces nuclears, aportats per l'*Environmental Radioactivity and Nuclear Dating Center* de la *Babeş-Bolyai University* de la ciutat de Cluj a Romania, on varen ser posteriorment analitzats després d'un any continuat de mesures (en períodes d'exposició d'aproximadament 4 mesos) per tal de completar tot un cicle estacional. Els detectors es van col·locar al llarg de camí que transcorre per la part de la cova que no es visita actualment (*cova Negra* i



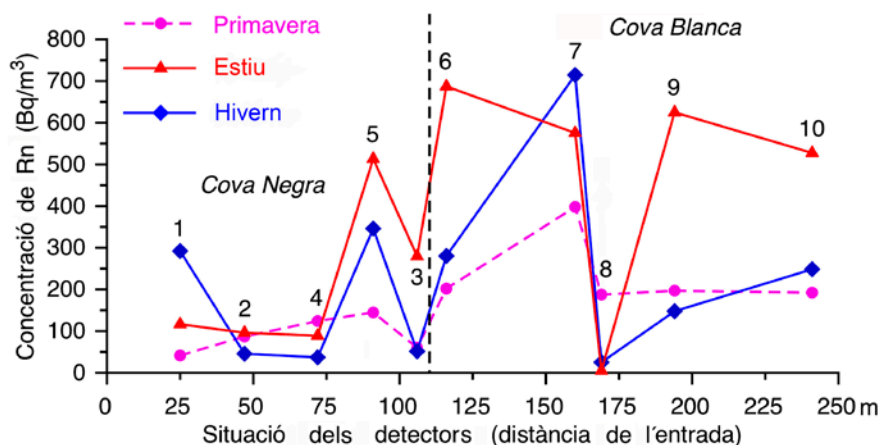


Figura 4: Variació estacional de la concentració de gas radó (Rn) a las Coves del Drac. (modificat de DUMITRU et al., 2016). Localització dels punts de mostreig a la Figura 1.

Figure 4: Seasonal variability of radon (Rn) gas concentration at Coves del Drac (modified from DUMITRU et al., 2016). Sample location on Figure 1.

*cova Blanca*), obviat la part turística donada la renovació artificial de l'aire que es dona en la gestió d'aquesta part visitable (Figura 1). Concretament es varen posar cinc detectors a la zona de la *cova Negra* i cinc més a la *cova Blanca*, intentant preveure les màximes variacions possibles en funció de les característiques morfològiques de les seves topografies (DUMITRU et al., 2015a).

Els valors de concentració de Rn mesurats (en Bq/m<sup>3</sup>), mostren diferències significatives entre ambdues parts de la cova (DUMITRU et al., 2016). Així les concentracions, globalment, són molt més altes a la *cova Blanca* que a la *cova Negra*, i les variacions referents a l'estacionalitat mostren una evolució similar encara que amb valors significativament diferents.

Els valors més elevats mesurats han estat a l'estació hivernal amb un valor màxim de 715 Bq/m<sup>3</sup> en el cas de la *cova Negra*, encara que aquest valor probablement és degut a que la localització del sensor corresponia a la màxima elevació dins de la cavitat, situació que hauria actuat com a trampa on s'hi afavorís l'acumulació del radó. Els valors menors mesurats no superen els 50 Bq/m<sup>3</sup> i els trobem a les zones més properes a l'entrada natural de la cova. La tendència general però queda explicada pel clàssic moviment d'aireació de la cova, de manera que els valors s'incrementen progressivament en funció de la distància a l'entrada i de les variacions estacionals associades (Figura 4). Així podem veure que els valors més elevats es donen durant l'època estival, moment de mínima renovació de l'aire, mentre que els valors més baixos es concentren durant la primavera un cop passada l'estació hivernal, que és quan hi ha la màxima renovació i circulació d'aire dins la cavitat. El fet d'una major dificultat de moviment i renovació de l'aire, per una simple qüestió topogràfica (Figura 5) fa que, en línies generals, els valors mesurats dins de la *cova Blanca* siguin sempre superiors en tots els mostrejos estacionals; tot això, deixant de banda alguna variació deguda a la situació específica de qualque punt de mostreig, com per exemple el número 8 que dona valors relativament baixos al llarg de tot l'any (Figura 4).

## Discussió i conclusions

Totes les dades obtingudes dels components de l'aire a les zones no turístiques de les Coves del Drac mostren una clara fluctuació estacional (valors de concentració de CO<sub>2</sub> i Rn elevats en les estacions càlides, i clarament més baixos en les temporades més fredes); comportament que és molt similar al que s'ha observat en la major part de les cavitats mallorquines de les que es té informació (GINÉS et al., 1987, 2017). Aquest comportament està relacionat amb l'increment de la ventilació que es dona a l'hivern, quan l'aire més fred i més dens de l'exterior penetra cap a l'interior de la cavitat, renovant d'aquesta forma l'atmosfera de la cova.

Aquest funcionament simple és el que condiciona els valors mesurats als diferents sectors dins de la zona no turística de les Coves del Drac: sala del *llac Negra*, sala del *llac de les Delícies* i la *sala de la Palmera*. Així, des de l'entrada natural, i amb un accés sense massa obstacles que limitin la circulació de l'aire, –si deixem de banda alguns massissos estalagmítics– trobem la *sala de la Palmera* (Figura 5), en la qual tots els paràmetres (CO<sub>2</sub> i Rn) són més baixos i amb un menor rang de variació donada la proximitat a l'entrada de la cova; la seva situació propicia una eficient ventilació, amb una temperatura que reflecteix la màxima oscil·lació estacional. Seguint el mateix camí però a més fondària cap a l'interior de la cova trobem la sala del *llac Negra*, que degut a la dinàmica que hem comentat mostra un lleuger increment dels paràmetres corresponents al CO<sub>2</sub> i Rn, els quals fluctuen clarament entre els mesos

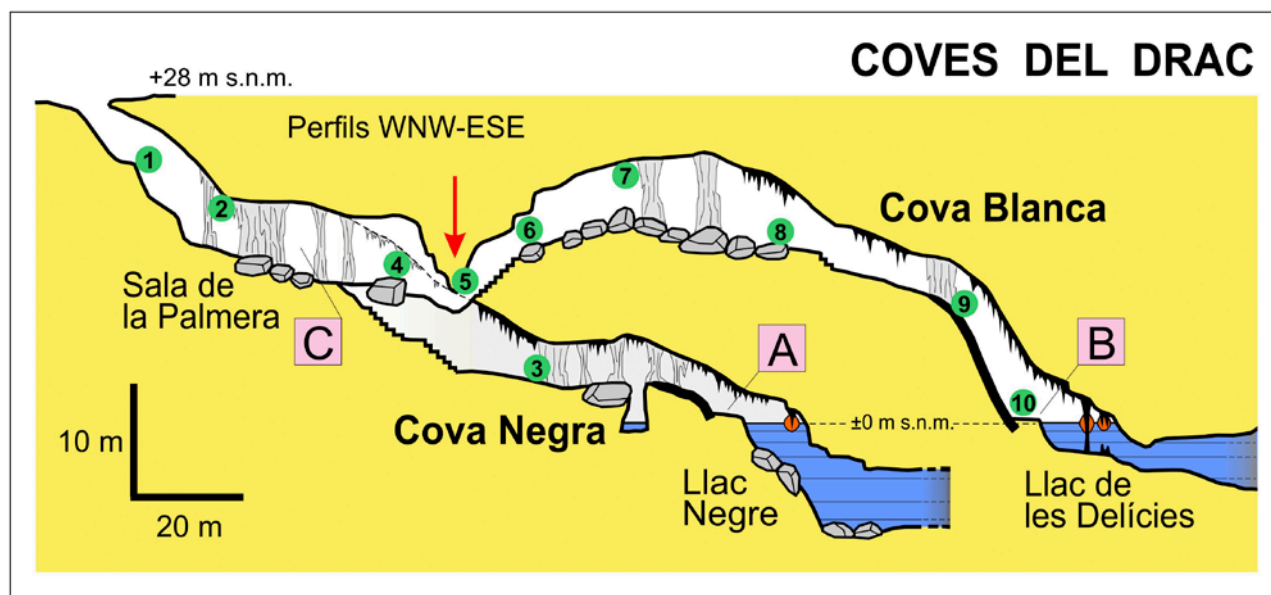


Figura 5: Seccions simplifiades dels sectors terrestres de les Coves del Drac coneguts com la *cova Negra* i la *cova Blanca*, amb la localització dels punts de mostreig (els números –1 a 10– corresponen a les localitats on s’ha mesurat el Rn; les lletres –A a C– corresponen a on s’ha mesurat el CO<sub>2</sub> i la temperatura).

Figure 5: Simplified profiles of the air-filled sectors of Coves del Drac, known as *Cova Negra* and *Cova Blanca*, showing sampling locations (numbers –1 to 10– correspond to the Rn sites; letters –A to C– correspond to the atmospheric CO<sub>2</sub> and temperature sites).

d’estiu i d’hivern. Per contra, a la zona del *llac de les Delícies*, és on hem mesurat les concentracions més elevades dels paràmetres atmosfèrics, així com una menor fluctuació dels mateixos. La dinàmica atmosfèrica aquí és molt similar, però el fet de tenir una circulació de l’aire més difícil deguda al llinard que representa la *sala del Àrabs* (punt 5 –fletxa vermella– de la Figura 5) condiciona els valors finals mesurats, relacionats amb el major aïllament topogràfic d’aquest sector de la cova.

La comparativa amb altres treballs i amb l’evolució en un espai temporal més llarg, es fa difícil degut a la manca de dades. Una aportació important correspon als treballs conduents a la realització de la tesi doctoral de Liana M. BOOP per a la *University of South Florida* (BOOP et al., 2014 i 2017) en els quals s’aporten algunes dades atmosfèriques de les Coves del Drac per al període entre 2012 i 2013, però només corresponents a la sala del *llac de les Delícies*, a la *cova Blanca*. En aquests treballs es donen valors de CO<sub>2</sub> molt similars als mesurats en el present treball (1.017 ppm al setembre i 417 ppm al gener) i en aquest cas una temperatura que fluctua poc durant l’any, al voltant dels 18°C.

Donat el tipus puntual de mostreig efectuat, no s’ha pogut fer una anàlisi estadística coherent de la variació del diòxid de carboni i de la temperatura en les diferents localitats de la cavitat. Per a una aproximació anual, encara que parcial en quant a localització, es poden consultar els treballs abans esmentats (BOOP et al., 2014 i 2017).

A les Coves del Drac no s’han observat valors molt elevats de CO<sub>2</sub> que no són excepcionals a altres cavitats càrstiques de les Balears (GINÉS, 1982), com són per exemple: la Cova de sa Bassa Blanca (MAROTO & FONT, 1981), la Cova de les Rodes (GINÉS et al., 1987), la Cova Nova de Son Lluís (GINÉS & GINÉS, 2006) i la Cova de sa Font o des Moro a l’illa de sa Dragonera (GINÉS et al., 2017), en les quals l’atmosfera pot arribar a representar un greu perill per a les persones, cosa que no es dona en cap dels punts que s’han mesurat en aquest treball de les Coves del Drac. El mateix passa en referència al contingut en gas radó que, encara que pot arribar a donar valors lleugerament elevats en algun lloc concret de la cavitat, no arriben a valors potencialment perillosos com poden ser a altres coves mallorquines (DUMITRU et al., 2015 a i b; 2016).

Com a conclusió final, sembla clar que la dinàmica de l’atmosfera de la part no turística (*cova Blanca* i *cova Negra*) de les Coves del Drac es caracteritza per un comportament variable estacional, controlat per les diferències de temperatura entre l’exterior i l’interior de la cova, així com per la fisiografia del sistema subterrani que controla en darrera instància el moviment de l’aire dins del medi hipogeu. Això dona lloc a una major o menor ventilació que està condicionada pel desnivell vertical de la cavitat i per la presència de llinards que afavoreixen, en major o menor mesura, el confinament de l’aire atmosfèric de la cova, i per tant l’increment de determinats gasos que el componen, sigui CO<sub>2</sub> o Rn, així com de la temperatura.



## Agraïments

Volem mostrar el nostre agraïment als propietaris, gestors i personal en general de les Coves del Drac per la gran amabilitat i les facilitats dispensades en tot moment, durant els anys de mostreigs a la cavitat. També a tots els companys que en un moment o altre han col·laborat en les tasques de mesura dels paràmetres ambientals dins de la cova, o han fet aportacions que sens dubte han millorat la qualitat del manuscrit original. El present treball s'emmarca dins del projecte d'investigació del MINECO, CGL2016-79246-P (AEI-FEDER, UE).

## Bibliografia

- ALBERIGI, S.; PECEQUILO, B.R.S.; LOBO, H.A.S. & CAMPOS, M.P. (2011): Assessment of effective doses from radon levels for tour guides at several galleries of Santana Cave, Southern Brazil, with CR-39 detectors: preliminary results. *Radiation Protection Dosimetry*, 145 (2-3): 252-255.
- BOOP, L.M.; ONAC, B.P.; WYNN, J.G.; FORNÓS, J.J.; RODRÍGUEZ-HOMAR, M. & MERINO, A. (2014) : Groundwater geochemistry observations in littoral caves of Mallorca (western Mediterranean): implications for deposition of phreatic overgrowths on speleothems. *International Journal of Speleology*, 43 (2): 193-203.
- BOOP, L.M. ; WYNN, J.G. ; THOMPSON, G. ; FORNÓS, J.J. & ONAC, B.P. (2017) : Interactions between surface conditions, the Mediterranean Sea, and cave climate within two littoral caves in Mallorca: implications for the formation of phreatic overgrowths on speleothems. *Journal of Cave and Karst Studies*, 79 (1): 59-72.
- DUMITRU, O.A.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J.; COSMA, C.; GINÉS, A.; GINÉS, J. & MERINO, A. (2015a): Radon survey in caves from Mallorca Island, Spain. *Science of the Total Environment*, 526: 196-203.
- DUMITRU, O.A.; ONAC, B.P.; FORNÓS, J.J. & COSMA, C. (2015b): Radon concentration and effective dose assessment in Coves de Campanet (Mallorca Island, Spain). *Journal of Radioanal. Nucl. Chem.*, 303: 885-890.
- DUMITRU, O.A. ; ONAC, B.P. ; FORNÓS, J.J. ; COSMA, C. ; GINÉS, A. & GINÉS, J. (2016): Evaluación de las concentraciones de radón y su variabilidad estacional en cuevas turísticas de Mallorca. In: ANDREO, B. & DURÁN, J.J (eds.), *El karst y el hombre: las cuevas como Patrimonio Mundial. Nerja (Málaga)*. Asociación de Cuevas Turísticas Españolas. 157-168.
- GINÉS, A. (1982): *Bioespeleología del karst mallorquín. Datos ecológicos preliminares*. Tesis de Llicenciatura. Departamento de Ecología, Universidad de Palma de Mallorca. 219 pàgs. Inèdit.
- GINÉS, A. ; HERNÁNDEZ, J. ; GINÉS, J. & POL, A. (1987) : Observaciones sobre la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera de la Cova de les Rodes (Pollença, Mallorca). *Endins*, 13: 27-38.
- GINÉS, A.; MULET, A.; RODRÍGUEZ-HOMAR, M.; VADELL, M.; SÁNCHEZ-CANETE, E.P. & GINÉS, J. (2017): Extreme seasonal fluctuations of carbon dioxide in the cave atmosphere of Cova de sa Font (Sa Dragonera islet, Balearic Islands, Spain). In: MOORE, K. & WHITE, S. (eds.) *Proc. 17th Int. Congress Speleol. (Edition 2)*, 1: 230-233. Sydney, Austràlia.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2006): La Cova Nova de Son Lluís (Porreres, Mallorca). Notes sobre aspectes històrics i geoespeleològics. *Endins*, 29: 5-24.
- LARÍO, J.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑEVERAS, J.C.; CUEZVA, S. & SOLER, V. (2005): Radon continuous monitoring in Altamira Cave (northern Spain) to assess user's annual effective dose. *Journal of Environmental Radioactivity*, 80 (2): 161-174.
- MAROTO, A.L. & FONT, A. (1981): Proyecto Hades. Desarrollo de las campañas de 1981. *Endins*, 8: 81-90.



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>





# Anàlisi dels grafitis de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca)

Antoni PASQUAL<sup>1</sup> i Maria Esperança NICOLAU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Associació d'Amics del Museu d'Història de Manacor. Email: antonipasqual@hotmail.com

## Abstract

The people who during the last centuries have entered the Coves del Drac have wanted to leave their mark in the form of graffiti on the speleothems and cave walls. This fact shows us that a new interest arises on the visitors, which from this moment stop entering the caves due to necessity (shelter, water supply, etc) and go to enjoy a new and magical underground space. Three main circumstances propitiated that, at the end of 19th century, the popularity of Coves del Drac becomes remarkably increased. On the one hand, the loss of three visitors in 1878 must be highlighted together with, on the other hand, the subsequent generalization of the guided visits to the cavern; finally is worth to mention the great impulse entailed by the explorations of the French speleologist Édouard-Alfred Martel in 1896, that supposed a notable expansion of the cave sectors accessible to travelers and tourists. The transcription of more than a thousand graffiti allows us to analyze different aspects of visitors, whether personal references –such as names, professions, origins–, impressions, date of visits, drawings, etc. Most of the analyzed graffiti are located in chambers that are currently outside the tourist route, one of them especially and directly related to the episode of the loss of visitors occurred in 1878. Two speleothems with their own names –*Columnes dels Noms* (Columns of the Names) and *Descans dels Extraviats* (Rest Place of Lost Visitors)–, lodge more than 700 graffiti. Among them we found signatures of doctors, aeronauts, military, clergymen, officials, as well as infinity of anonymous people of which we only know the name.

## Resumen

Las personas que durante los últimos siglos se han adentrado en las Coves del Drac han querido dejar su impronta en forma de grafiti en los espeleotemas de la cavidad, hecho que nos demuestra que surge un nuevo interés por parte de los visitantes, que a partir de este momento dejan de entrar a las cuevas por necesidad (refugio, abastecimiento de agua, etc) y pasan a disfrutar de un nuevo y mágico espacio bajo tierra. Tres hechos propiciaron que, a finales del siglo XIX, la popularidad de las Coves del Drac aumentara notablemente. Por un lado el extravío de tres expedicionarios en 1878, por otro lado el inicio de las visitas guiadas a la cavidad, y finalmente el gran impulso que supuso la ampliación de la zona visitable gracias a las exploraciones del espeleólogo francés Édouard-Alfred Martel en 1896. La transcripción de mas de un millar de grafitis localizados nos permite analizar diferentes aspectos de los visitantes, ya sean referencias personales –como nombres, profesiones, procedencias–, impresiones, fecha de la visita, dibujos, etc. La mayor parte de los grafitis encontrados se sitúan en unas zonas que actualmente se encuentran fuera del recorrido turístico, una de ellas especialmente y directamente relacionada con el episodio del extravío de 1878. Dos formaciones, con nombre propio, las *Columnes dels Noms* y el *Descans dels Extraviats* albergan más de 700 grafitis. Entre ellos encontramos firmas de médicos, aeronautas, militares, clérigos, funcionarios, así como una infinidad de personas anónimas de las que sólo conocemos el nombre.

Pasqual, A. i Nicolau, M. E. (2018): Anàlisi dels grafitis de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Papers Soc. Espeleo. Balear, 1: 223-236. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear. Rebut: 10 maig 2019; Revisat: 28 juliol 2019; Acceptat: 31 juliol 2019. Publicat online: 12 agost 2019.

## Introducció

L'any 1702, un prevere deixà testimoni del seu pas per les Coves del Drac, en forma de grafit. Aquesta empremta, deixada a una de les parets de la cavitat per un home de lletres de principis del segle XVIII, representa un canvi de visió dels visitants envers aquesta cavitat. De llavors ençà les coves deixen d'èsser un simple lloc de refugi, amagatall o abastiment d'aigua, com ho havien estat des de l'antigor, i es converteixen en indret on hom acudeix per descobrir un món sota terra: immens, desconegut i fantàstic. Amb l'arribada de la Il·lustració en primer lloc i del Romanticisme uns anys després, canvien els interessos envers la natura, i en conseqüència envers les coves. Aquestes passen a ésser un indret més per visitar, estudiar i, perquè no, gaudir-ne. Tot això potenciat per l'aparició de grups amb interès científic.

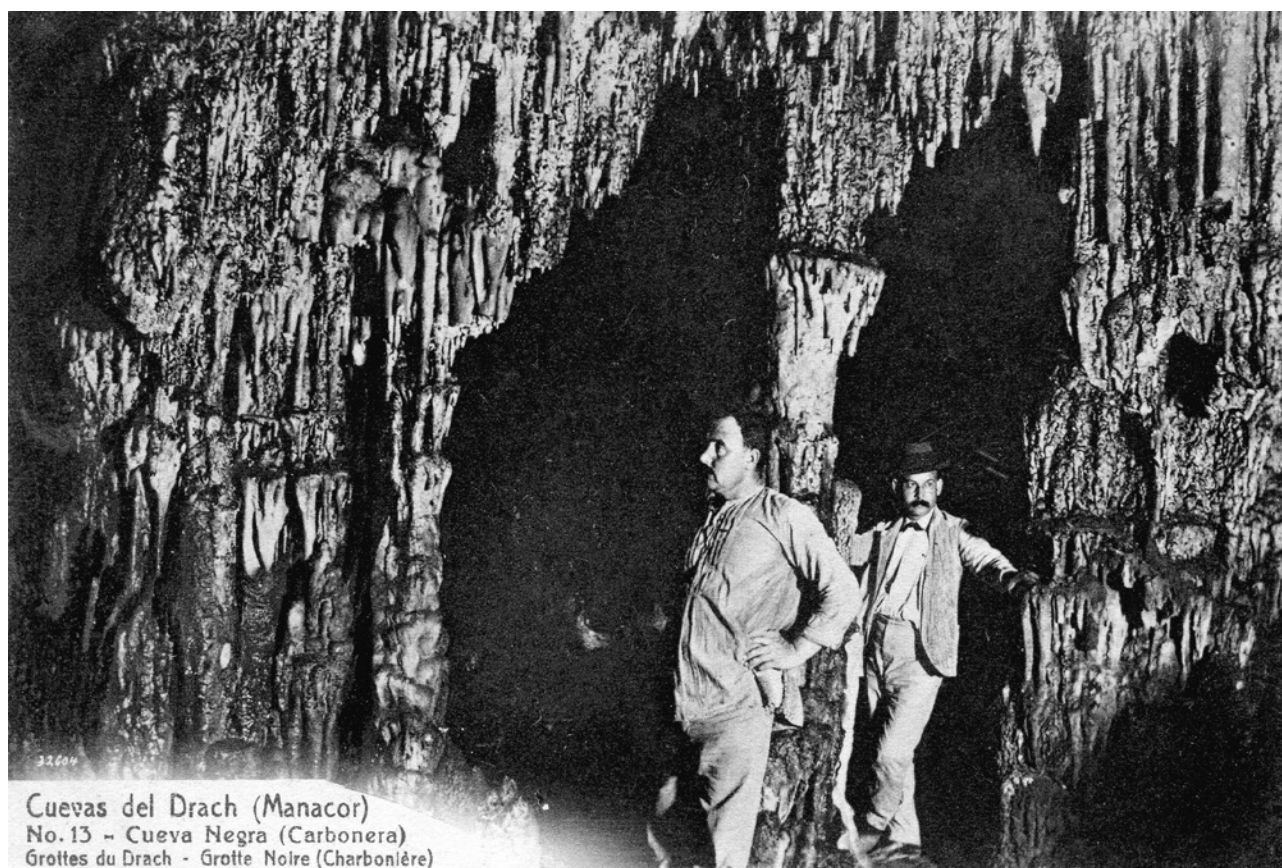


Figura 1: Postal que mostra una visita al sector conegut com la *cova Negra*, corresponent a les primeres dècades del segle XX.  
 Figure 1: Postcard showing a visit to the sector known as *Cova Negra*, corresponding to the first decades of the 20th century.

Durant la segona meitat del segle XIX, diferents personatges de renom a tot Europa viatjaren a les Balears, a la recerca de l'exotisme i el gaudi de la natura i el paisatge. En aquest "tour" un lloc ineludible eren les coves, especialment les d'Artà i les del Drac (GINÉS & GINÉS, 2018), tal com posen de manifest els seus llibres de viatge. Així ens deixaren descripcions tant precises i precioses com les que podem trobar al "Die Balearen" de l'Arxiduc Lluís Salvador d'Àustria (HABSBURG-LOTHRINGEN, 1869-1891), o a l'obra de Gaston Vuillier "Les îles oubliées" (VUILLIER, 1893). Però no foren només els intel·lectuals els que visitaren les cavitats mallorquines. Aquestes també despertaren la curiositat d'associacions esportives com l'Associació d'Excursions Catalana, el Club Alpin Français, la Sociedad Velocipedista Catalana, etc.

Gràcies a diferents factors que afavoriren la presència de viatgers a Manacor a partir de la darrer part de la dècada dels anys 70 del segle XIX, es produí un increment significatiu de visites a les Coves del Drac. D'ells ressaltam un servei de diligència entre Palma i Manacor (des de 1843), l'obertura de la Fonda Femenias a Manacor (1872), l'arribada del tren (1879), l'aixecament del primer plànol topogràfic de la cavitat, obra del militar i entomòleg Friedrich Will per encàrrec de l'Arxiduc (WILL, 1880), l'obertura de la Fonda Felip a Porto Cristo (1889), el servei regular de vapors des de Porto Cristo i Portocolom cap al sud de França (1889), la publicació de l'obra de l'Arxiduc Lluís Salvador, "Die Balearen in Wort und Bild geschildert", així com també l'oferta de guiatge a l'interior de la cavitat (Figura 1).

Fou de la mà de l'Arxiduc que vengué a Mallorca l'espeleòleg francès Édouard-Alfred Martel, acompanyat del seu compatriota Louis Armand (MARTEL, 1896). Tot i que popularment s'ha atribuït el descobriment de les coves a aquest personatge, cal tenir en compte que el que va fer ell fou explorar un nou sector de les cavitats. Realment el que va descobrir i explorar fou el *llac Miramar* i la *cova dels Francesos* (GINÉS & GINÉS, 2018). Com ja hem posat de manifest, les coves foren freqüentades des de l'antiguitat.

Realitzant aquest treball hem localitzat grafitis no només a les sales que es visiten turísticament a l'actualitat, sinó també als sectors coneguts com la *cova Negra* i, sobretot, a la *cova Blanca*.



## Els grafitos

Els motius que fan que una persona deixi un grafito poden ésser diversos. Evidentment la motivació primera serà la de reafirmar-se a un mateix el fet d'ésser en un lloc i en un instant concrets. Però també podem suposar que intenta deixar constància de la seva presència, impressions, etc. per a les persones que el descobriren després, i així trobam des de noms, fins a procedències, professions, aficions, etc.

Hem esmentat que hi ha un grafito de 1702, però no és fins a la segona meitat del segle XIX, que els visitants començaren a deixar, sistemàticament, els seus escrits, especialment en alguns indrets molt concrets de la cavitat, arribant fins a una data tan avançada com 1934.

Abans de veure on s'ubiquen els grafitos dins la cavitat hem d'esmentar que són diferents els suports que usaren els autors per plasmar la seva deixa (Figura 2); com és de suposar, el tant per cent més elevat correspon a aquells deixats a la superfície d'elements naturals de la cova (columnes, colades, sostre, estalactites, etc.), però també en trobam a rajoles referencials, bancs d'obra, maresos, etc.

Per a la realització dels grafitos, s'empraren diferents tècniques, depenent tant de l'època en que foren plasmats com el suport on foren deixats. Així els més antics es feren incisos o amb un carbó; segurament aprofitant les restes de carbonets que obtenien de les torxes que empraven per fer-se llum, ja que aquesta era la manera més fàcil de deixar empremta. A més cal afegir que hi ha certs grafitos incisos que es realitzaren a blocs tous, quasi sempre d'origen d'esfondrament, que són accessibles al visitant. També n'apareixen a sostres de textura arenosa on la galeria o sala no té massa alçada. En els dos casos, l'autor realitzà fàcilment la grafia incisa amb els mateixos dits i, si no hi arribava, amb un bastó o gaiato. Més endavant, cap a mitjan segle XIX es començaren a realitzar amb llapis, i fins i tot amb tinta. La utilització del llapis permeté que la factura d'algun dels escrits fos molt fina, fins i tot cal·ligràfica.

Aquestes diferents tècniques fan que puguem trobar des de grafitos perfectament conservats a d'altres que amb el pas del temps s'han cobert amb concreció càlcica, o són intel·ligibles per haver estat tocats per altres visitants.

La presència de grafitos a la cavitat no es dona només ran dels camins que recorren, actualment, bona part de la seva extensió, sinó que també n'hem trobat un nombre considerable fora d'aquests. En aquest sentit podríem explicar la localització d'algun grafito dels primers exploradors, que no seguien cap itinerari clarament marcat.



Figura 2: Les tasques de transcripció dels grafitos s'han centrat al sector anomenat la cova Blanca (Foto: M.À. Gual).  
Figure 2: The tasks of transcribing the graffiti have focused on the sector called Cova Blanca (Photo: M.À. Gual).





Figura 3: A la imatge s'aprecia l'elevada concentració de graffits que es troben a les *Columnes dels Noms*, corresponent a la localització 8 de la Figura 7 (Foto: M.A. Gual).  
Figure 3: The image shows the high concentration of graffiti found in the site known as *Columnes dels Noms*, corresponding to location 8 in Figure 7 (Photo: M.A. Gual).



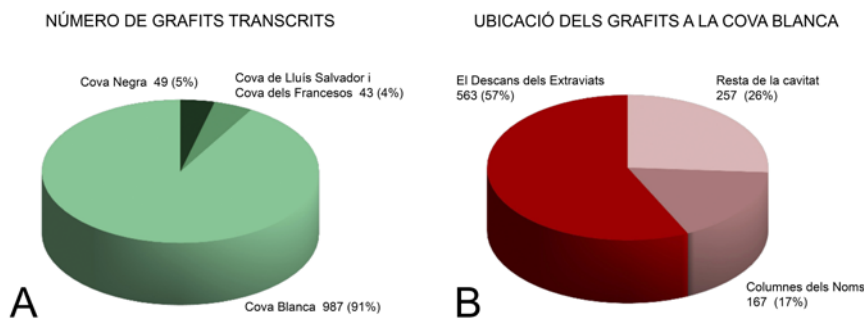


Figura 4: Distribució espacial del total de grafitis transcrits a les diferents sales de les Coves del Drac.  
**A:** Es fa evident que el sector on es deixaren el major nombre de grafitis és la *cova Blanca*.  
**B:** Dos indrets situats fora del recorregut turístic acumulen la majoria de grafitis analitzats.  
 Figure 4: Spatial distribution of the transcribed graffiti from the different chambers of Coves del Drac.  
**A:** It is clear that the place with the largest number of graffiti is the sector known as *Cova Blanca*.  
**B:** Two places located outside the tourist route accumulate the majority of analyzed graffiti.

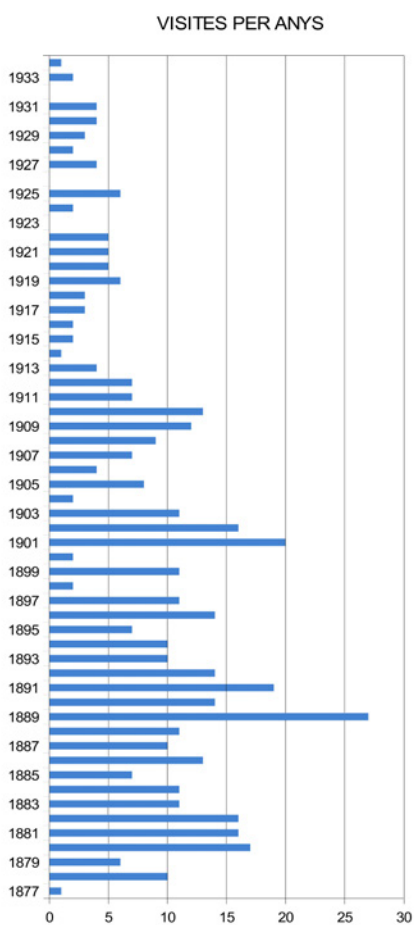


Figura 5: Les primeres visites sistemàtiques, al manco a les que la gent deixava grafitis, s'inicien a partir de l'any 1877 i arriben al 1934.  
 Figure 5: The first systematic visits, at least those where people left graffiti, began as of 1877 and arrive until 1934.

*Blanca* on hem localitzat els de més antiga factura. A una galeria inclinada a un dels laterals de la formació coneguda com el *Descans dels Extraviats*, en el punt on el rost de baixada obliga a aferrar-se a una corda si hom pretén descendir, trobam un conjunt de grafitis incisos en el sostre de textura arenosa. Tot apunta, que els autors deixaren allà el seu testimoni, per demostrar a la gent que els llegís posteriorment que algú havia accedit fins a tal punt. Majoritàriament són d'exploradors illencs de la primera meitat del segle XIX, però destaca per la seva antigor, un del principi del segle XVIII.

Hem georeferenciat els grafitis emprant la toponímia que apareix a les primeres topografies de la cavitat, com per exemple la de WILL (1880) o la de MARTEL (1896). Està molt clar que hi ha tota una sèrie de llocs en els que durant les visites els guies aturaven per donar les seves explicacions. Dos d'aquests punts –localitzats a la *cova Blanca*– eren les *Columnes dels Noms* (Figura 3), a les proximitats del *saló Reial*, i la formació ubicada a la *cova dels Catalans*, coneguda com el *Descans dels Extraviats*.

Una altra dada interessant que podem extreure de l'anàlisi dels grafitis és la que ens permet conèixer la procedència dels visitants, ja que en molts casos la deixaren anotada. Així veim que hi ha un clar predomini de visitants no només de Manacor, sinó de la resta de Balears i Catalunya. Trobam visitants d' Alaró, Algaida, Binissalem, Bunyola, Deià, Esporles, Inca, Maó, Palma, Petra, sa Pobla, Pollença, Porreres, Santa Eugènia i Selva. Els del Principat procedeixen de Banyoles, Barcelona, Breda, Caldes de Montbui, Cervera, Cruïlles, Esplugues, Gelida, Girona, Granollers, Horta, Igualada, Montornès, Pineda, Rodes, Sabadell, Sarrià de Barcelona, Terrassa, Tortosa, Vic i Viladrau. Pel que fa als visitants de la resta d'Espanya, en trobam d'Astúries, Bilbao, Córdova, Corunya, Terol, País Valencià i Vigo. Quan a la resta del món trobam inscripcions de gent procedent d'Arlès, Berlín, Buenos Aires, Finlàndia, Lille, Montpellier, París, Puerto Rico, Sette, Síria i Venècia.

A partir de la comptabilització i de l'anàlisi dels grafitis s'han pogut elaborar una sèrie de gràfiques (Figures 4, 5 i 6) que ens mostren diferents paràmetres de caire espacial i temporal. Hem de tenir en compte, però, que no tots els grafitis ens informen de la data i per tant en algunes gràfiques no es veuran reflectits la totalitat dels grafitis recollits.

### Anàlisi dels grafitis

D'entre els més d'un milenar de grafitis recollits, n'hi ha tota una sèrie que destaquen ja sigui per la peculiaritat dels personatges que els deixaren com per l'interès que pot suscitar el grafit en sí. És per aquest motiu que s'ha fet una tria dels que ens han resultat més interessants. En aquesta publicació apareixen transcrits en cursiva i van acompanyats d'un número, entre parèntesi, que ens permet ubicar-los sobre la cartografia (Figura 7).

#### *Els grafitis més antics de la recerca*

Com hem vist, no tots els grafitis aporten la data en què els seus autors visitaren la cavitat. Dels que sí duen aquesta informació, és a la *cova Blanca* on hem localitzat els de més antiga factura. A una galeria inclinada a un dels laterals de la formació coneguda com el *Descans dels Extraviats*, en el punt on el rost de baixada obliga a aferrar-se a una corda si hom pretén descendir, trobam un conjunt de grafitis incisos en el sostre de textura arenosa. Tot apunta, que els autors deixaren allà el seu testimoni, per demostrar a la gent que els llegís posteriorment que algú havia accedit fins a tal punt. Majoritàriament són d'exploradors illencs de la primera meitat del segle XIX, però destaca per la seva antigor, un del principi del segle XVIII.

A les darreries del segle XVII i principis del segle XVIII hi visqué a Manacor el prevere Miquel Servera Riera, fill de Miquel i Joana, del que tenim constància gràcies a diferents fonts arxivístiques consultades. Amb seguretat, aquest eclesiàstic, vinculat a la parròquia de Manacor, on era un dels beneficiats, així com posseïdor de diversos càrrecs als darrers anys de la seva vida –com bossar, baciner de les Ànimes, custos, dipositari i també arxiver– fou qui deixà la seva empremta en aquest indret el diumenge dia 17 de setembre de 1702 (Figura 8).

*Michel \ Servera pre a 17 7bre 1702 (1)*

Gràcies al seu darrer testament, dictat al notari Antoni Gelabert Artigues, amb data 16 de gener de l'any 1707, sabem que tenia la seva casa al carrer dels Tonedors, actualment de la Soledat, casa que amb anterioritat havia estat del també prevere Antoni Avellana. També deixà constància que el seu hereu universal havia d'esser el seu germà Gabriel Servera, que a l'any corrent ocupava el càrrec de síndic i clavarí. Elegí sepultura en el vas de la capella de santa Anna de l'església parroquial de Manacor, sepultura destinada als preveres. Morí el 23 de gener de 1707.

Al mateix sector de la cavitat, concretament al *saló Reial*, es deixa llegir de forma molt difícil en el sòtil de la gran cúpula, a uns tres metres d'alçada, una data amb autoria il·legible deixada el dissabte 17 d'agost de 1715.

### Un fet rellevant

Les Coves del Drac sempre han exercit una poderosa fascinació a la gent que s'hi ha endinsat. Queden també dins les ombres de la cavitat històries plenes de penúria i sofriment. Diferents autors, entre ells, Francesc X. Tobella i Argila (TOBELLA, 1882), l'Arxiduc Lluís Salvador (1884), GAY & CHAMPSAUR (1885), VUILLIER (1888, 1893), Santiago Rusiñol (Desde una Isla. Más cuevas. La Vanguardia, 18 abril 1893), UNAMUNO (1922), Mn. Joan Mascaró Nadal (MASCARÓ, 1931), etc., escamparen l'anècdota entre els lectors dels seus relats, d'un succés que hagués pogut acabar en tragèdia, ocorregut dia 11 d'abril de 1878. En aquella data dos catalans, el senyor Salvador Riu i Font i el seu nebot Josep Llorens i Riu, i l'acompanyant local, D. Joan Jaume Ballester (1850-1937) es perderen dins les sales fosques de la cavitat unes 16 hores, fins que foren auxiliats pel propietari de la fonda on s'hostejaven i altres veïns de Manacor. El relat d'aquesta aventura, amb final feliç, juntament amb les pomposes descripcions que en feren els autors sobre la cavitat, convertiren les Coves del Drac en un lloc de gran interès. Després d'aquesta feta, molts de catalans, gent del sud de França, italians, alemanys, que s'engrescaren a iniciar un llarg viatge a Mallorca, sempre guardaven un dia destinat a la visita de les coves.

Dos anys més tard, a conseqüència del lleu sinistre, la sala de la *cova Blanca* on localitzaren els exhausts expedicionaris ja era coneguda com la *cova dels Extraviats* (WILL, 1880) o la *cova dels Catalans*, i la destacada columna calcàrea que allà s'hi troba –on els retuts deixaren al peu de l'espeleotema el famós grafit “*Ja no hi ha esperança*”– com el *Descans dels Extraviats* (TOBELLA, 1882). Tenint en compte que en aquests moments no s'havia descobert el *llac Miramar*, que copsà amb escreix, de llavors ençà, l'atenció dels visitants, aquest punt es convertí en un dels atractius forts de la visita. A l'indret els guies oficials de la cavitat contaven als visitants la història dels desvalguts catalans.

Dos testimonis insignes que recolliren “in situ” informació del succés, de boca del guia foren Gaston Vuillier, l'any 1888 i Miguel de Unamuno el 1916.

Una prova més de la importància que es donava a aquest indret és que fins i tot desset anys després, el dilluns 20 de maig de 1895, el diari La Almudaina es fa ressò de l'estrena a Palma d'una obreta còmica que narra el succés:

*Bastante concurrencia asistió ayer y anteayer al Teatro-Circo Balear con motivo de estrenarse un juguete cómico en dos actos titulado En las Cuevas del Drac, original de un joven escritor de esta capital que*

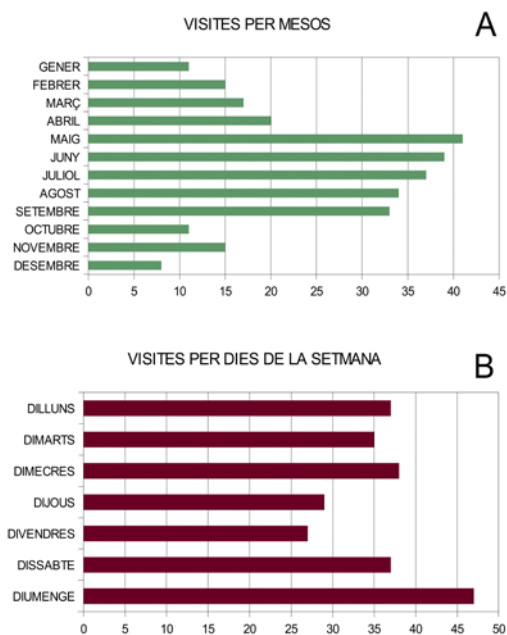


Figura 6: Algunes dades sobre la distribució temporal dels graffits. **A:** Afluència de visites per mesos. Es nota un increment de visites els mesos estivals. **B:** Tot i que es visiten les coves qualsevol dia de la setmana, hi ha un predomini del diumenge.

Figure 6: Some data on the temporal distribution of the graffiti. **A:** Amount of visits per months; a clear increase during the summer season is observed. **B:** Although the caves are visited any day of the week, there are a larger number of visits on Sunday.



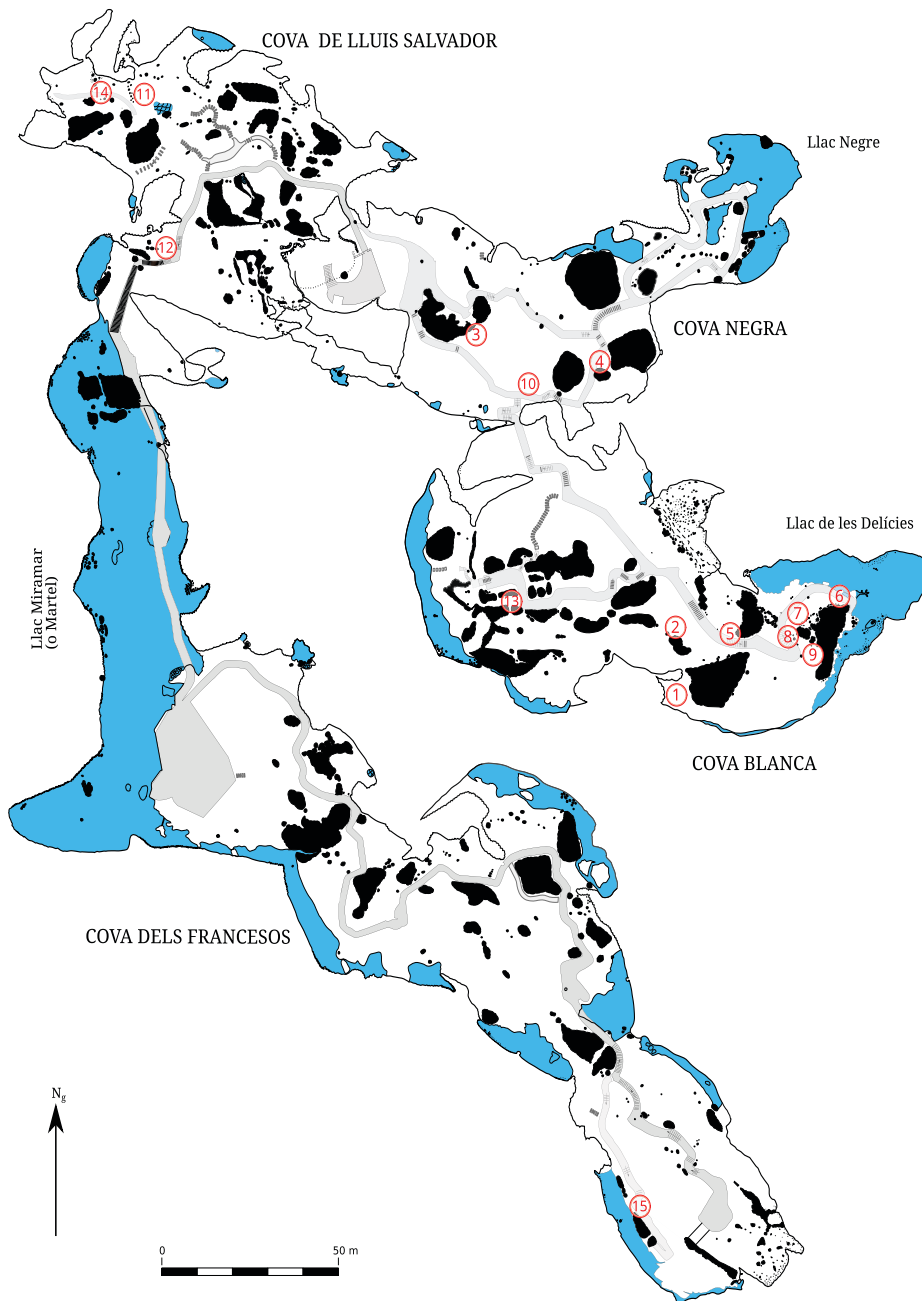


Figura 7: Topografia de les sales terrestres de les Coves del Drac amb la situació dels grafits analitzats (Base topogràfica SEB - Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 7: Topographic survey of the air-filled chambers of Coves del Drac with the situation of the analyzed graffiti (Topographic base SEB - Societat Espeleològica Balear).

resultó ser Don Arturo Melero. La obra està dialogada con naturalidad, en vastante chiste y el argumento desarrollado y concebido dentro de los cánones del género. En una palabra, la obra fué bien acogida por el público, que la aplaudió llamando varias veces á escena al autor que se presentó juntamente con los artistas que tomaron parte en ella y el señor Palmerola, autor de la decoración que representa la Cueva de los Catalanes (La Almudaina, 20 de maig de 1895).

Cal esmentar que en el *Descans dels Extraviats* hem pogut transcriure 563 grafits, que corresponen a un 52,18% del total dels transcrits a tota la cavitat. Dins aquest extens recull no hi consta el mencionat grafit “Ja no hi ha esperança” que com hem vist fou deixat pels catalans a la base de la formació. Nosaltres no dubtam de la seva existència, però ara roman esborrat o intel·ligible als nostres ulls, igual que molts altres que s’han convertit en una taca negra sobre l’estalagmita. A més, per reafirmar que aquest grafit degué existir, cal referir la resposta que donà un altre visitant de la cova, quan escrigué:

*Jose Hervas 1883. Quien en Dios cree nunca debe desesperar (2).*

Descartam que sigui el famós grafit, abans esmentat, un que resa *No hay esperanza (2)*, localitzat a uns tres metres

d’alçada i escrit amb llapis al mateix espeleotema (Figura 9). Un element més que ens fa descartar-lo com a autèntic, i que l’interpretem com una simple befa, és que al seu costat n’hi ha un altre que diu *Tenemos hambre y sed (2)*.

En el frontal de la formació, a la zona més accessible trobam el grafit *LLORENS (2)* realitzat en carbonet que atribuïm a Josep Llorens i Riu, el qual hauria pogut deixar en aquella accidentada visita (Figura 10A). A poca distància trobam un altre grafit, aquesta vegada si, amb el nom i llinatges del personatge *JOSEPH LLORENS Y RIU (2)* realitzat amb llapis, que sembla deixà en una segona visita documentada (TOBELLA, 1882) dos anys més tard, quan la cova ja era visitada amb guies professionals (Figura 10B). Si comparam els dos grafits podem veure com en el segon ja l’hauria realitzat d’una manera més tranquil·la i elaborada, sense témer per la seva vida.

Tal era l’interès d’aquests personatges per les coves, que també trobam els grafits dels seus noms a les Coves d’Artà, i amb la data 1878 (GARAU, 2005).

### Grafitis figuratius

Aquest és un dels grups més destacats a analitzar, ja que normalment els grafitis que es troben a l'interior de les cavitats són textos. En aquest conjunt de grafitis, podem distingir dos tipus: els que representen d'una manera més o manco realista personatges humans i uns altres que representen animals i objectes de manera molt esquemàtica. En alguns casos venen acompanyats de text.

Pel que fa al primer grup, el que representa personatges humans, cal destacar-ne uns quants que podem qualificar de veritables retrats (Figura 11), com és el cas d'un que bé podria representar l'Arxiduc, tenint en compte la semblança amb els retrats que es conserven del personatge; o el d'un rei, que tot i que no és identificable, sí que està treballat amb molta cura i detall. N'hi ha d'altres que són molt esquemàtics, pràcticament línies simples que únicament defineixen un rostre, sense donar cap característica concreta que ens pugui ajudar a identificar el personatge. Tot i això al costat del possible retrat de l'Arxiduc hi ha un personatge, vestit a l'antiga usança, que porta la inscripció *Antigor* al seu costat.

Quan al segon grup, els animals i objectes, es troben sempre en relació amb la inscripció que els acompanya, com el gall de la penya Gall, una ocarina o el globus del capità Budoy (Figura 12).

### Grups familiars

D'entre els més d'un milenar de grafitis analitzats hi ha un cert nombre que pertany a grups familiars, dada que coneixem bé perquè ens ho indica el propi grafiti, o bé perquè en la relació de noms que hi apareixen es van repetint els mateixos llinatges, així doncs; podem afirmar que la visita al món desconegut i fantàstic de les coves devia ésser una excursió que es realitzava en família.

Juan Fco. Jimenez y Sra.  
Julio 23 1918 (6)

José Pujadas y señora  
dia 8 Marzo 1901 (8)

Matilde Galan  
14 de setiembre 1879

Juan Ballester y familia  
31 Julio 1909 (7)

BUSUTIL Y FAMILIA  
4-4-920 (8)

Julian Galan  
Maria Galan  
Rafaela Novoa  
dia 14 (9)

Rodriguez Mesa y señora  
15/2/1910 (8)

Emilio Ysern  
Margarita P. de Ysern  
Setiembre 12/87 (8)

Miguel Fullana y Familia  
30-6-1909 (2)

30-6-1909  
M. Fullana y Familia (2)

José Feliu  
Joaquin Feliu  
28 agosto 1896 (5)

BRUNY Y FAMILIA (10)

28 Abril 1885  
Rafael Ros y Esposa (11)

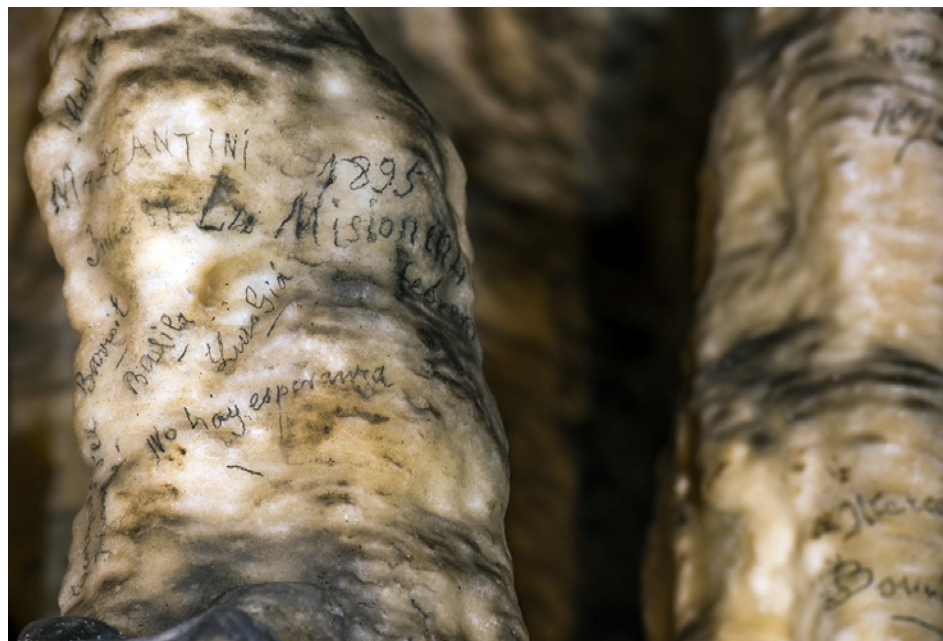


Figura 9: Alguns dels grafitis que es poden observar al *Descans dels Extraviats* (localització 2, de la Figura 7), al sector de la cova Blanca. La inscripció "No hay esperanza" sembla correspondre a una befa que rememora l'episodi dels extraviats de 1878 (Foto: M.A. Gual).

Figure 9: Some of the graffiti that can be observed at the *Descans dels Extraviats* (location 2, in Figure 7), in the Cova Blanca sector. The inscription "No hay esperanza" seems to correspond to a joke that recalls the episode of the lost people occurred in 1878 (Photo: M.A. Gual).

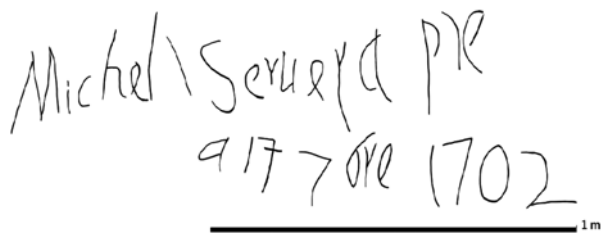


Figura 8: Aspecte del grafiti incís efectuat pel prevere Miquel Servera el 1702 (localització 1, de la Figura 7).

Figure 8: Appearance of the incised graffiti left by the clergyman Miquel Servera in 1702 (location 1, in the Figure 7).



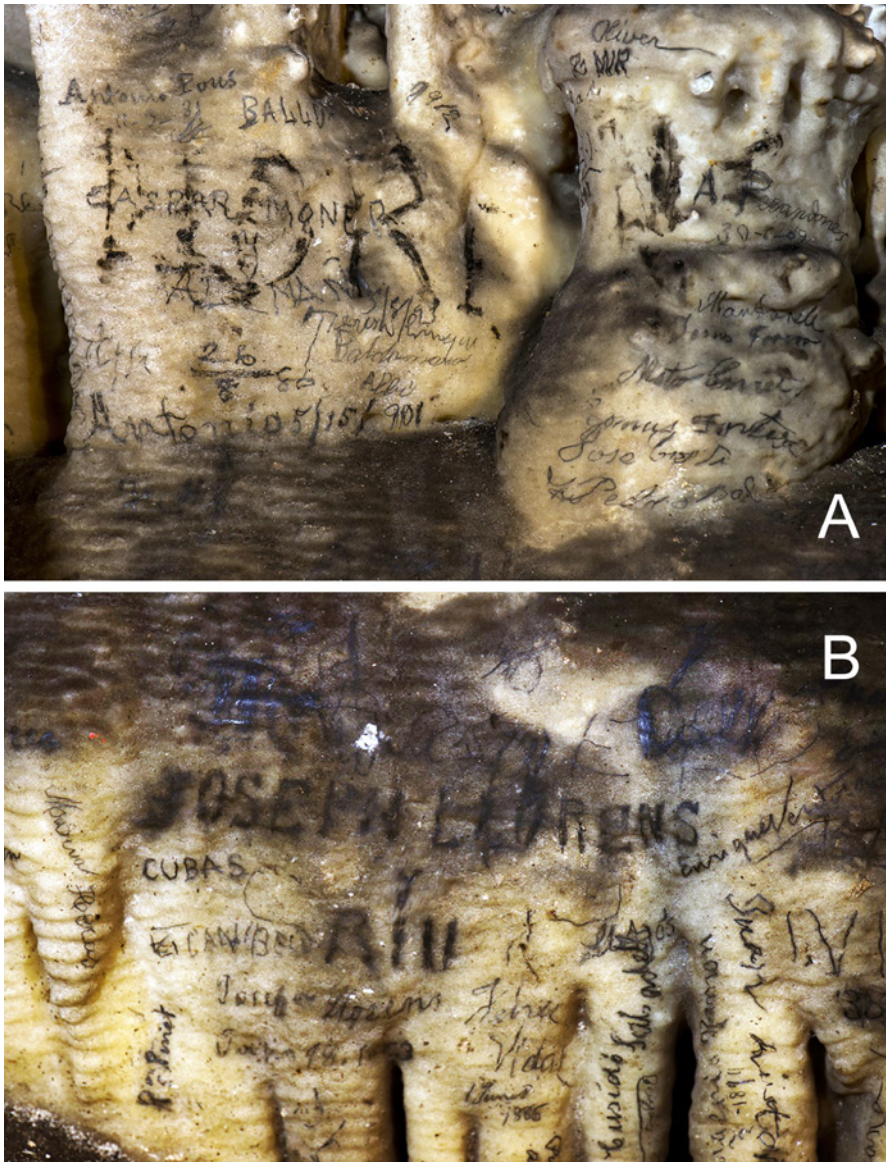


Figura 10: El Descans del Extraviats (localització 2, de la Figura 7) acumula una quantitat ingent de grafitis, entre els quals es troben els deixats per Josep Llorens i Riu a finals del XIX. **A:** La inscripció del cognom "LLORENS" sembla correspondre a l'esdeveniment dels catalans extraviats l'any 1878. **B:** El grafit que diu "JOSEPH LLORENS Y RIU" presumiblement correspon a la visita efectuada el 1880 per l'Associació d'Excursions Catalana (TOBELLA, 1882) (Fotos: M.A. Gual).  
 Figure 10: The place named *Descans dels Extraviats* (location 2, in Figure 7) accumulates a huge amount of graffiti, among which are those left by Josep Llorens i Riu in the late 19th century. **A:** The inscription of the family-name "LLORENS" seems to correspond to the event of the Catalans who were lost in the cave in 1878. **B:** The graffiti written "JOSEPH LLORENS Y RIU" presumably corresponds to the visit carried out in 1880 with members of the *Associació d'Excursions Catalana* (TOBELLA, 1882) (Photos: M.A. Gual).

**Els noms individuals**

Són molt nombrosos els grafitis deixats per persones, de les que no podem afirmar si entraren a les coves amb una visita de grup o no. El que és evident però, és que en qualsevol cas no devia entrar una persona sola a visitar les coves, sinó que es solia fer la visita amb la companyia d'un guia.

En aquest grup de grafitis podem trobar des de simples inicials, noms, noms i llinatges, dates... I en alguns casos trobam els grafitis d'una mateixa persona en diferents indrets de la cavitat, el que ens permet interpretar quin podia ésser el recorregut que es feia.

**Professions dels visitants**

Agrupam dins aquest apartat, els grafitis que mostren les activitats professionals o entitats laborals vinculades al seu autor. En segons quins casos el contingut que apareix és simplement el nom de l'empresa o entitat, però els més freqüents són aquells en què hi apareix també l'autor. Pensam que poden ser diferents els motius pels quals el visitant té la necessitat de remarcar la condició laboral, bé sigui per ésser identificats clarament o per un cert interès comercial. Cal remarcar que en alguns casos el fet de poder combinar el nom i la professió ens ha permès identificar clarament l'autor del citat grafit. A continuació posam alguns exemples d'aquest tipus de grafit amb l'explicació sobre els autors.

**Treballadors de les coves**

Els treballadors de les coves deixaren la seva empremta a la cavitat. Recordam a Bernat Ginard Vadell (1882-1963), considerat el primer barquer dels llacs de la cavitat:

*Bernardo Ginart barquero (15)*

Així mateix trobam els grafitis de diferents membres de la família Morey, de Can Busco, que foren guies i barquers, els quals visqueren molts d'anys vinculats a les Coves del Drac, ja que iniciaren la seva tasca professional amb la família Moragues, que era la propietària quan es començaren a explotar turísticament i continuaren amb la família Servera. Llorenç Morey Caldentey (1844-1910) acompanya Martel a les seves exploracions. Els seus nebots, els germans Llorenç Morey Muntaner (1873-?) i Joan Morey Muntaner (1868-1952), així com els seus descendents, Gaspar Morey Beltran (1899-1968), Gaspar Morey Llodrà (1898-1955) i Llorenç Morey Jimenez (1925-2018) seguiren



vinculats laboralment a les coves. Els grafitis de Llorenç i Joan Morey Muntaner es troben localitzats a la *cova Blanca*, mentre que els de Gaspar Morey Beltran es troben a la *cova de Lluís Salvador* i a la *cova dels Francesos*, molts d'ells deixats a zones inaccessibles pels visitants. La data que acompanya algun dels grafitis de Gaspar Morey Beltrán (1912, 1915, 1927) ens permet veure com des de molt jove ja coneixia pam a pam les diferents galeries:

*Primer grupo que visita este lugar Palma 10 abril 1927 G. Thomas Miguel Negre Francisco Vidal Juan Vidal Salvador Vadell y el simpatico guia G. Morey (15).*

#### **Professionals de la sanitat**

El metge Josep Viñeta Bellaserra (l'Havana 1857- Barcelona 1915) es llicencià en medicina a la Universitat de Barcelona al 1877. Feu el doctorat a Madrid, especialitzant-se en dermatologia. Amplià els estudis a París, treballant a diferents hospitals. Devers el 1882 retornà a Barcelona per perllongar la tasca terapèutica sobre les malalties de la pell ([www.galeriametges.cat](http://www.galeriametges.cat)).

*José Viñeta -Bellaserra Mayo de 1885 especialista en las enfermedades de la piel Barcelona (2)*

*CASASNOVAS DENTISTA 1877 Y 902 (2)*

Sembla que aquest grafit podria correspondre a Domingo Casanovas Sancho pioner en cirurgia dental, no només a Mallorca, sinó a l'estat espanyol. Va néixer a Sóller el 1853 i morí el 1917. Destacà també per esser el promotor de la Federación Odontológica de España, a la que ocuparia destacats llocs. Autor de diversos textos sobre medicina odontològica destacà també per prestar els seus serveis a diferents hospitals i institucions benèfiques, així com també a la guarnició de la ciutat. Per tot això fou recompensat amb la Creu del Mèrit Militar i amb les Medalles de Plata i d'Or de la Creu Roja.

Si l'autoria del grafit correspon al personatge ([www.sociedadseho.com](http://www.sociedadseho.com) Diccionario histórico de odontología), podem dir que hi ha altres grafitis d'ell mateix a diversos indrets de la *cova Blanca*, i en dates diferents.

#### **Militars**

El 1891, l'armada espanyola realitzà batimetries a la costa balear des del vapor Vulcano, i aquest any fondejà a Portocolom. Part de la seva tripulació aprofità les hores de lleure per anar a visitar les Coves del Drac, on deixaren constància del seu pas:

*COMISION HIDROGRAFICA 1891, F. DESOLMES, A. MONTIS, M. COSTA, I. Cadenet (8)*

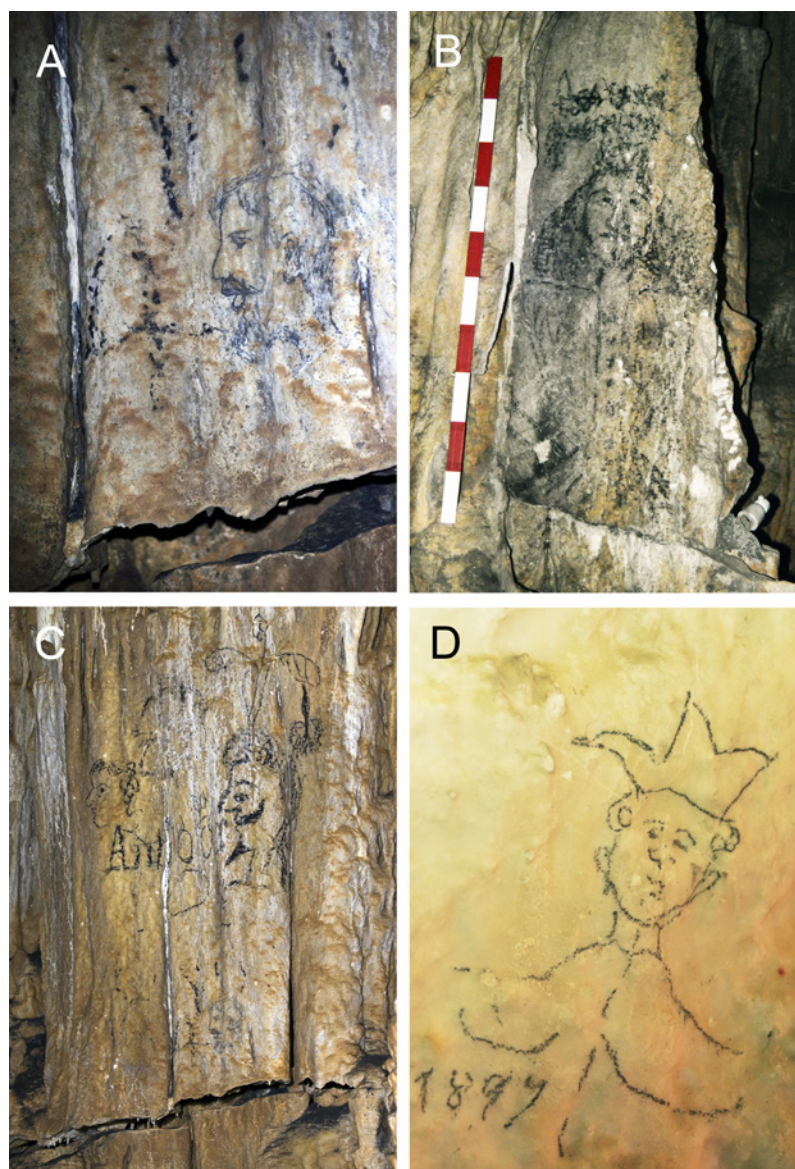


Figura 11: Alguns grafitis figuratius de la *cova Negra* i la *cova Blanca*. **A:** Possible retrat de l'Arxiduc Lluís Salvador (localització 4, de la Figura 7) (Foto: M.À. Gual). **B:** Un rei no identificable (localització 3) (Foto: A. Pasqual). **C:** Diversos retrats antics, de perfil (localització 4) (Foto: M.À. Gual). **D:** Un bufó, amb la data de la inscripció (localització 5) (Foto: M. E. Nicolau).

Figure 11: Some figurative graffiti from the *Cova Negra* and *Cova Blanca*. **A:** Possible portrait of Archduke Ludwig Salvator of Austria (location 4, in Figure 7) (Photo: M.À. Gual). **B:** An unidentifiable king (location 3) (Photo: A. Pasqual). **C:** Different ancient profile portraits (location 4) (Photo: M.À. Gual). **D:** A buffoon, represented with the date of the drawing (location 5) (Photo: M. E. Nicolau).



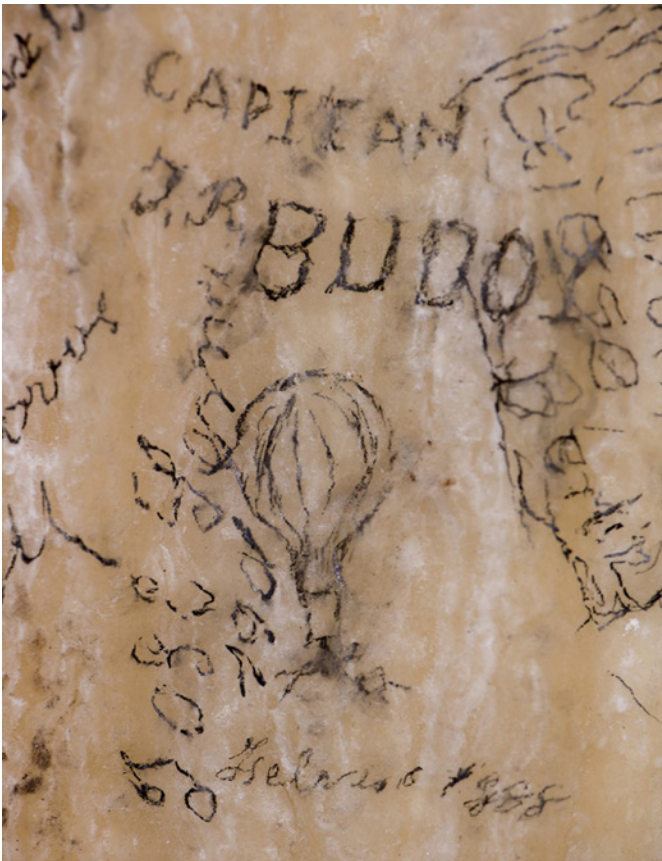


Figura 12: Grafit de l'aeronauta Josep Ruiz Budoy, de finals del segle XIX, observable a les Columnes dels Noms de la cova Blanca (localització 8, de la Figura 7) (Foto: M.À. Gual).

Figure 12: Graffiti of the balloon aeronaut Josep Ruiz Budoy, from the end of the 19th century, observable at the place known as Columnes dels Noms located in the Cova Blanca sector (location 8, in Figure 7) (Photo: M.À. Gual).

A part d'aquest grup, fou freqüent la visita de militars a les nostres coves. Així podem trobar els grafits que deixaren a diferents indrets integrants de diferents cossos, com els carrabiners, guàrdies civils, un veterinari militar... (www.fabian.baleaerweb.net).

*Cabo de Carabinero Cayetano Garcia  
Febrero 1º 1893 (8)*

*El dia 11 junio 1886 la primera  
vez que vino el Guardia Civil de 2a clase Rafael Vila  
Romaguera natural de Esporlas (8)*

*LA MESNADA ARTILLERA 9  
Artilleros y un chambelan (2)*

*Juan Vives veterinario militar (2)*

*1891 Cabo de Mco 2ª Feliciano Ferreira (2)*

*28 dias de junio de 1807 estuvo aquí el cabo Rafael  
Perez y supo de el  
de la torre de ... Manacor (12)*

#### **Religiosos**

Com ja hem vist al començament d'aquest article, el grafit més antic localitzat pertany al prevere Miquel Servera. Aquest fet és un indicador de que era bastant freqüent la visita d'eclesiàstics a les coves. És evident que en els segles passats l'estament eclesiàstic era un dels pocs que no era analfabet, i és, segurament, per aquest motiu que trobam sovint els seus grafits. El prevere de llinatge Mesquida, deixà la seva empremta a diferents indrets de la cavitat.

*Antonio Lactre Pbº (7)  
Mesquida Pbro 1878 (13)  
M. Mesquida Pbro.(14)*

#### **Altres professions**

Sovint apareixen a la premsa nacional de l'època les notícies d'intrèpids aeronàutes, que volen amb els seus globus sobre les ciutats importants d'Espanya. La gent, acudia a milenars, per gaudir els seus vistosos espectacles acrobàtics. Els tripulants dels globus aerostàtics empraven el qualificatiu de capità i quasi sempre vestien estravagants indumentàries; destacava la de marino.

*CAPITAN J. R. BUDOY (8)  
MAYET FELIX AEREONAUTE  
ARLES (2)*

El capità Josep Ruiz Budoy deixava la seva empremta a la cova Blanca, concretament a les Columnes dels Noms. Acompanya la seva rúbrica el dibuix d'un dels globus que tripulà (Figura 12). Budoy pogué visitar les coves amb el seu mestre, el capità provençal Felix Mayet, que deixà el seu nom estampat, també a la cova Blanca, concretament al Descans dels Extraviats (Figura 13). Si és així la visita s'hauria produït abans de 1883, ja que el d'Arlès-sûr-Rhone, perdé la vida al gener d'aquest any a Madrid, en un dels seus vols acrobàtics. Encara que no sabem la data, es documenta la seva presència a la nostra illa per dur a terme actuacions.

*1879 Sr Jefe y auxiliar del Registro de la propºManacor Sr Ofi Letrado (8)*

*Admor de correos* (8)

*Jaime Esteva Musico* (2)

*Comisión para el consumo  
del Cerdo* (2)

### **Impressions**

A l'entrada de les coves, durant molts anys hi hagué una taula amb un llibre de firmes on els visitants deixaven les seves impressions quan acabaven la visita (PENYA, 1891); no només això, sinó que a l'interior de la cavitat, contemplant la monumentalitat de les formacions, aprofitaven per plasmar els sentiments que els despertava. Mostra d'això són els grafitis que es relacionen a continuació.

*De las sublimes tardes que encierran  
estas grutas y de las bellisimas  
improvisaciones comico bailables  
del artista Antonio Galmes  
conservamos grato recuerdo 15  
expedicionarios año 1924 Antonio  
Serra* (8)

*Mariano Mas y compañía peregrinan<sup>on</sup> a estas bellas cuevas* (9)

*M. Reig y S<sup>a</sup> admiran tanta grandeza 4 Marzo 1893* (2)

*Incredulo contempla la obra de Dios o de la naturaleza como tu llamas. Un donostiarra  
15 enero 1906* (5)

### **Els "reincidentes"**

La informació extreta dels grafitis, ens ha permès veure que hi ha hagut apassionats de l'espeleologia que en diverses ocasions han visitat aquestes o altres cavitats. A continuació mostram alguns exemples de gent que al llarg dels anys repeteix visita i grafit a les Coves del Drac:

- Del dentista Domingo Casasnovas, anteriorment esmentat, trobam a diferents indrets de la *cova Blanca* i en dates diverses la seva empremta. En segons quines visites que efectuà, afegí al grafit anterior la nova data.
- Guillermo Llaneras deixa un grafit el 10 de juny de 1891 a la *cova Blanca* i dia 7 d'agost de 1909 en deixa un altre a la *cova de Lluís Salvador*.
- D. Salvador Morell, acompanyat d'altres expedicionaris visità la cova i deixà el seu grafit a la *cova Blanca*, el 30 d'abril de 1882. Uns anys després, concretament l'1 de juny de 1887 tornà a deixar una inscripció a la mateixa formació.

Per altra banda, també podem trobar personatges que visitaren les Coves del Drac i en dates molt properes altres cavitats del llevant mallorquí:

- Els ja coneguts Josep Llorenç i Salvador Riu el dia abans de perdre's a les Coves del Drac havien visitat les Coves d'Artà on també hi deixaren un grafit (GARAU, 2005). Qui també deixà un grafit a les dues coves fou l'aeronauta català Josep Ruíz Budoy, en els dos casos el nom del personatge va acompanyat d'un globus aerostàtic. A les coves d'Artà, els autors d'aquest article localitzarem el grafit del Capità Budoy a un espeleotema de la sala d'entrada.



Figura 13: Grafit deixat pel pilot francès de globus aerostàtic Felix Mayet a la *cova Blanca*, concretament al *Descans dels Extraviats* (localització 2, de la Figura 7). El grafit és anterior al 1883, data en que morí el citat aeronauta durant un dels seus vols acrobàtics (Foto: M.A. Gual).  
Figure 13: Graffiti left by the French aerostatic balloon pilot Felix Mayet in the *Cova Blanca* sector, specifically at the site called *Descans dels Extraviats* (location 2, in Figure 7). This graffiti is earlier than 1883, when the mentioned aeronaut died during one of its acrobatic flights (Photo: M.A. Gual).



- El 14 de juliol de 1881, Joaquín Castellet visità la *cova de Lluís Salvador*. Gràcies a la recerca efectuada pels autors d'aquest article, per a la confecció d'un estudi dels grafitos d'altres coves de Manacor (PASQUAL & NICOLAU, 2006), sabem que el mateix personatge visità les Coves del Pirata el mateix dia.
- Un exemple similar és el de José Hervás, que visità les Coves del Pirata al 1881 i dos anys després visità les Coves del Drac, on també hi deixà un grafit.

## Conclusions

Nombroses són les cavitats mallorquines en les quals hi trobam grafitos dels visitants que durant anys s'hi han endinsat, per tal de gaudir dels encants i els misteris que han trobat sota terra. Un exemple destacat d'aquest fet són les Coves del Drac, on els grafitos analitzats a les diferents sales posen de manifest la gran popularitat que van assolir aquestes coves, a partir de la segona meitat del segle XIX, i que encara avui dia perdura. Hem de destacar, també, els grafitos d'alguns exploradors que s'hi endinsaren amb anterioritat a aquell segle, ja que aquests ens demostren l'interès que les coves els suscitaven en temps tan llunyans.

Les diferents dades que podem extreure de l'estudi dels grafitos ens permeten conèixer diversos aspectes d'aquests primers visitants com són la procedència, les seves professions, les impressions que tenen envers la cova, etc., i d'aquesta manera podem arribar a fer-nos una idea de com podien ésser aquelles primeres visites i el que per ells significaven. La ubicació dels grafitos, ens permet veure com s'ha mogut la gent per dins la cova. La deixa dels primers exploradors mostra els límits assolits sense que hi hagués uns itineraris marcats. En canvi, quan les visites comencen a ésser guiades, els grafitos es troben ran dels camins habilitats per la visita, siguin aquests a la *cova Negra* (Figura 7: localitzacions 3, 4 i 10), *cova Blanca* (1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 i 13), *cova de Lluís Salvador* (11, 12 i 14) o a la *cova dels Francesos* (15).

Per on transita avui l'itinerari turístic, que recorre la *cova dels Francesos*, el *llac Miramar* i la *cova de Lluís Salvador*, és el lloc on es troba el menor número de grafitos localitzats. En canvi els indrets on podem trobar un major número de grafitos es troben a la *cova Blanca* (Figura 3), unes sales inaccessibles per als visitants actuals.

Aquest article complementa tots els que conformen aquest monogràfic i ens permet obtenir una visió més àmplia i diferent de la qual es disposava fins ara de les Coves del Drac.

## Agraïments

Abans de finalitzar, no podem sinó agrair a tota una sèrie de persones la col·laboració prestada per a la redacció d'aquest article. En primer lloc als propietaris de les Coves del Drac que ens han permès accedir a la cavitat per dur a terme el treball de camp i així poder realitzar aquest estudi. Llavors no hem d'obviar els treballadors de les coves, que ens han ajudat en tot el que hem necessitat. Per altra banda als companys Joaquín Ginés, Gabriel Santandreu, Miquel Àngel Gual, Xisco Gràcia, Juanjo Enseñat, tots ells membres de la Societat Espeleològica Balear, i coautors d'aquest primer número dels *Papers de la Societat Espeleològica Balear*. Finalment als amics que d'una manera o una altra ens han ajudat, com és el cas de Joan Riera Bordoï, bé sigui proporcionant-nos informació i imatges o acompanyant-nos a les eixides a la recerca i transcripció dels grafitos.

## Bibliografia

- GARAU, C. (2005): *Les coves d'Artà. Capdepera (Mallorca)*. Edicions Documenta Balear. 106 pàgs. Palma.
- GAY, S. & CHAMPSAUR, B. (1885): *Album de las cuevas de Artá y Manacor*. Luis Fábregas, Libreria Española. 50 pàgs + 25 gravats. Palma de Mallorca. Barcelona.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2018): Aspectes històrics i bibliogràfics de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 21-47. Palma.
- HABSBURG-LOTHRINGEN, L.S. (1869-1891): *Die Balearen in Wort und Bild geschildert*. Brockhaus. 7 vols. Leipzig, Alemanya.

- MARTEL, E.A. (1896): Sous Terre (neuvième campagne). Cueva del Drach, a Majorque - Scialets du Vercors - Chouruns de Dévoluy. *Ann. Club Alpin Français*, 23ème année. 368-413 + 1 plànol. París.
- MASCARÓ NADAL, J. (1931): *Episodios de mi tierra*. Estampa Reus. Manacor.
- PASQUAL, A. & NICOLAU, M.E. (2006): Anàlisi dels grafitos de sa Cova des Pirata i de sa Cova des Pont (Manacor). *Endins*, 29: 65-74. Palma
- PEÑA, P.A. (1891): *Guía manual de las islas Baleares*. Imprenta J. Tous. 480 pàgs. Palma.
- TOBELLA, F.X. (1882): XII. Excursió á Palma, Covas de Artá i de Manacor (Mallorca). 25 de Juny á 4 de Juliol de 1880. *Anuari de la Associació d'Excursions Catalana. Any primer 1881*. Tipografia de Jaume Jepús. 287-316 + 1 plànol. Barcelona.
- UNAMUNO, M. (1922): *Andanzas y visiones españolas*. Espasa-Calpe, S.A. Colección Austral. 157-159. Madrid.
- VUILLIER, G. (1888): Voyage aux îles Baléares. Majorque. *Le Tour du Monde*, 58: 1-64. París.
- VUILLIER, G. (1893): *Les îles oubliées*. Hachette. 1-218. 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.



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>



# Les Coves del Drac i el turisme a Mallorca: impressions d'un guia de les coves

Mateu DURÁN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cuevas del Drach S.A. Manacor, Mallorca. Email: mateu9correu212@gmail.com

## Abstract

The history of the Coves del Drac has gone hand in hand with the evolution of the village of Porto Cristo, having represented a tourist claim of first magnitude especially from the “boom” of tourism that took place in the 60s of the last century. The aforementioned emergence of the mass tourism phenomenon must be considered as the most important factor in the economic boost of the area, so that this coastal village has gone from being a small fishing population (initially named Colònia del Carmen) to being a town that lives almost exclusively on tourism. The tourist attraction of this cave has been present in all dissemination media: from cinema, to the world of songs, through any means of diffusion, among which the postcards edition stands out. In all these media, most of the wonders of the underground world are shown, which can be seen in the amazing visit to the interior of the cave with an incredible final spectacle of light and sound.

## Resum

La història de les Coves del Drac ha anat paral·lela a l'evolució del poble de Porto Cristo, havent representat un reclam turístic de primera magnitud especialment des del “boom” del turisme que tingué lloc els anys 60 del segle passat; l'esmentada eclosió del fenomen turístic de masses ha de ser considerada com el factor més important d'empenta econòmica de la zona, de forma que aquesta població costanera ha passat de ser un petit poble de pescadors (inicialment Colònia del Carme) a ser un poble que viu quasi exclusivament del turisme. Aquest reclam turístic ha estat present en tots els àmbits mediàtics: des del cinema, al món de la cançó, passant per qualsevol medi de difusió entre els que hi destaquen el món de les postals. En tots aquests mitjans s'hi posen de manifest la major part de les meravelles del món subterrani, que es poden observar en l'espectacular visita a l'interior de les coves amb un increïble espectacle final de llum i so.

Durán, M. (2018): Les Coves del Drac i el turisme a Mallorca: impressions d'un guia de les coves. Papers Soc. Espeleo. Balear, 1: 237-247. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear. Rebut: 9 febrer 2019; Revisat: 2 setembre 2019; Acceptat: 30 setembre 2019. Publicat online: 22 octubre 2019.

## Introducció

“L'exploració detallada d'aquesta cova per l'espeleòleg francès anomenat Édouard-Alfred Martel data de setembre de 1896”. Amb frases d'aquest estil al llarg del temps –i pràcticament fregant el centenari des que les galeries que avui recorrem varen ser condicionades per a la visita pública– les successives generacions de guies han anat situant al visitant en aquest univers subterrani on l'aigua i la roca són l'essència viva; la qual se'ls hi ofereix als ulls gràcies a la il·luminació i comoditat de transcórrer pels viaransys habilitats al llarg del seu recorregut; ara ja lluny de com era la cavitat quan Martel s'hi va endinsar per primera vegada, tot descobrint el que seria una immensa troballa que, ben prest, convertiria les coves del Drac en el gran atractiu turístic de l'illa a la vegada que en un important focus d'estudi científic.

Molt s'ha escrit damunt l'interès general que desperta el valor històric, cultural i la gran riquesa paisatgística de Mallorca gràcies tant a autors autòctons, com a notables viatgers lletraferits, que han volgut deixar testimoni escrit i gràfic al llarg del temps de les impressions causades pel seu pelegrinatge. Les seves impressions aporten, sens dubte, una descripció orientativa als que en un moment donat opten per descobrir tota l'essència que l'illa ofereix a propis i forans.

Si per un moment ens remuntem a finals del segle XIX, trobarem en la figura de l'Arxiduc Lluís Salvador d'Àustria l'eix del que presumiblement seria l'abans i el després de les coves, en ser tan il·lustre personalitat reconeguda per la seva documentada labor gràfica i literària (HABSBURG-LOTHRINGEN, 1869-1891), a més d'un gran amfitrió que pot ser considerat com un dels precursors internacionals del turisme a Mallorca.

Cal dir que en aquest número monogràfic, de gran rigor històric i científic, editat per la Societat Espeleològica Balear (SEB, 2018), i centrat en les coves del Drac –dins del qual s'inclou aquest modest article– ja es dona informació a bastament de la gent i circumstàncies que propiciaren el fet que el nom d'aquesta important cavitat figurés en els annals de la història, en les cròniques de viatges i ... en el mapa de Mallorca!

Pel que es refereix a aquest capítol, ens centrarem en donar unes pinzellades sobre els atractius de la cova, exposar algunes curiositats sobre la mateixa i, sobretot, tractarem el desenvolupament turístic del seu entorn més proper: Porto Cristo i la seva badia. Per altra banda, una detallada revisió dels aspectes històrics i bibliogràfics de les coves del Drac pot ser consultada a GINÉS & GINÉS (2018), així com a RIERA (2006); a més a més, a l'obra de CAPÓ VALLS DE PADRINAS (1930) es pot copsar com era l'explotació turística de la cova amb anterioritat al fenomen turístic de masses que esdevingué la segona meitat del segle XX.

### El “boom turístic” dels anys 60: factors que inflüiren en la seva consolidació

A rel del “boom turístic” dels anys 60 del segle XX, el nom de les coves del Drac va començar a guanyar pes gràcies al considerable flux de turisme nacional que, ja sigui per via marítima (la gran majoria en aquells dies), o sigui per via aèria (potser més selecte donat l'elevat cost del passatge en l'època), arribava a l'illa per passar les seves somiades vacances i comprovar “in situ” tot el que les agències de viatges, llibres i altres fonts informaven sobre Mallorca i els seus encants (Figura 1). Encara que en menor mesura, també era important el turisme internacional –bàsicament centreeuropeu i escandinau– que va donar una gran valoració a tanta varietat de platges, belles i tranquil·les dins el suau clima Mediterrani, fent-los oblidar per uns pocs dies aquelles llargues nits amb temperatures hivernals per davall de zero, acompanyades de jornades amb poques hores d'un sol esmorteït en els seus països d'origen, i amb un paisatge muntanyenc cobert per un gèlid mantell de neu.

És cert que per aquella època Mallorca ja tenia un gran reconeixement més enllà de les seves característiques geogràfiques (Serra de Tramuntana, es Pla, cales i badies totes elles situades a molt poca distància). El fet de ser una de les majors illes de la Mediterrània occidental (molt propera a les costes peninsulars de l'estat espanyol, sud de França i nord d'Àfrica) l'havia convertit històricament en un punt estratègic per les diferents cultures que s'hi assentaren, per ser punt d'escales marítimes comercials, per desafortunades invasions i per haver estat un regne independent durant gairebé un segle, entre 1276 i 1343 (CASASNOVAS-CAMPS, 1998). Tot el conjunt va anar deixant la seva empremta en l'arquitectura, cultura i la idiosincràsia de la gent d'aquesta illa. Una illa que, terra endins, creixia al voltant de l'agricultura i ramaderia; a la costa i mirant la mar, la pesca, el comerç exterior i la defensa del territori eren les activitats principals, fins que amb l'arribada del “boom” es varen canviar les regles.

Potser una de les raons que propiciaren l'aflorent del turisme massiu a la dècada dels seixanta, a nivell nacional i internacional, va ser que tant a l'estat espanyol com als països europeus s'havia recuperat una certa estabilitat econòmica i social després d'una llarga i dura post-guerra, tant pel que fa referència a la Guerra Civil espanyola (1936-1939) com a la Segona Guerra Mundial (1939-1945). La gent necessitava distreure's, sortir de la rutina, “descobrir món!”.

Per al turisme centreeuropeu que en aquells temps optava per apropar-se a la mar hi prevalien les illes gregues, i també les costes del mar Adriàtic. Però el llegat documental i oral de l'Arxiduc i el seus coetanis en les successives cròniques dels viatges a Mallorca i, en general a les Illes Balears, havia anat despertant la curiositat ampliant el ventall de destinacions vocacionals, sobretot en època estival. Així



Figura 1: Làmina que reproduïx una aquarel·la de l'artista vienès Erwin Hubert, qui fou un habitual col·laborador del *Fomento del Turismo de Mallorca*, durant la primera meitat del segle XX.  
Figure 1: Printed reproduction of a watercolor by the Viennese artist Erwin Hubert, who was a regular collaborator of the society *Fomento del Turismo de Mallorca* during the first half of the 20th century.





Entrée des grottes du Drach : le vestibule.

Figura 2: L'entrada a les Coves del Drac, segons un gravat de Gaston Vuillier (1893).

Figure 2: The entrance to Coves del Drac, according to an engraving by Gaston Vuillier (1893).

van començar a aterrar, en l'aleshores petit aeroport illenc de Son Bonet, els primers grups de turistes alemanys, francesos, anglesos i escandinaus; i per via marítima, algun creuer i línia regular amb alguns ports del sud de França.

El turisme nacional a partir dels anys seixanta va irrompre notablement dins del panorama illenc. Un cop estant ben consolidades les estades de vacances en punts emblemàtics de la costa peninsular com la costa Brava, les platges valencianes, el litoral cantàbric, etc., –relativament accessibles des de qualsevol punt tant per carretera com per via fèrria–, va començar a ser també de gran atractiu arribar per via marítima a Mallorca, principalment des dels ports de Barcelona o València. Aquest trajecte en vaixell va ser per molta gent el motiu del seu primer viatge, deixant endarrere la terra ferma i solcant la mar fins albirar la costa de l'illa en la que anhelaven desembarcar. ¡I què dir dels que per primera vegada pujaven en un avió i veien Mallorca des de l'aire!

Fora per mar o per aire, les onades de turistes varen anar ocupant la cada vegada més creixent planta hotelera, que ja des d'un principi es va anar desenvolupant costejant la badia de Palma, a ambdós costats de la capital coronada per la majestuosa catedral de Mallorca.

Des de la Ciutat, s'obria ja per al turista un ampli ventall de rutes per a descobrir l'essència de Mallorca, amb les seves gents, els seus paisatges, els seus productes i les increïbles postes de sol sobre la mar: la visita de la catedral de Palma i devora els banys àrabs, així com els patis interiors d'antics palaus, o apropar-se a Valldemossa per veure la bellesa dels seus carrers empedrats i la mítica Cartoixa, o pujar al llegendari tren fins a Sóller on fruir de la seva vall i agafar el tramvia fins arribar al seu port, o anar a Inca a visitar les fàbriques de calçat i articles de pell (sense deixar de banda les seves famoses i saboroses galetes), o anar fins a la punta del cap de Formentor en el punt més septentrional de l'illa on culmina la serralada de Tramuntana i que deixa al seu peu meridional l'extensa badia de Pollença. Altres rutes proposaven desplaçar-se fins a Manacor per a visitar les seves fàbriques de perles i des d'allà arribar-se fins a la costa del llevant amb el seu port pesquer on, entre la seva badia i el seu litoral custodiat per l'antiga Torre dels Falcons, s'accedia a visitar l'imponent món subterrani de les coves del Drac.



En aquest anar i venir de tanta diversitat d'excursions, sempre hi havia temps per fer una aturada en el camí per visitar les diferents destil·leries i provar els típics licors mallorquins (palo, herbes i moscatell), els establiments d'artesanía del vidre bufat i altres tipus de ceràmiques; descobrir la gastronomia del lloc i, naturalment, les ensaïmades!, potser el producte mallorquí més exportat al llarg de tots els temps, una senya d'identitat que posa en evidència al viatger quan retorna al seu lloc d'origen fent gala d'allà on procedeix. A la vegada que, en el moment de la seva degustació amb els seus familiars i amics, va relatant les seves aventures i experiències per les terres illenques propiciant així, quasi amb total seguretat el desig de conèixer per primera vegada l'illa, i potser ells mateixos, repetir l'experiència un altre pic.

En aquells anys el nom de Mallorca i els seus encants es va posar no tant sols en el punt de mira visual, sinó també en l'artístic: pintura, fotografia, música, cinematografia, etc.

Ja a finals del segle XIX, al'obra enciclopèdica "Die Balearen" de l'Arxiduc Lluís Salvador (HABSBURG-LOTHRINGEN, 1869-1891) així com al llibre "les Îles oubliées" de Gaston Vuillier (VUILLIER, 1893), es reflectien mitjançant els seus dibuixos i gravats esplèndides imatges de racons paradisiacs (Figura 2), tant de la costa com del paisatge rural mallorquí. De forma successiva varen anar sorgint altres grans artistes del món de la pintura, que deixaren bona constància en els seus quadres dels llocs més emblemàtics de l'illa. Noms com el de Santiago Rusiñol (1861-1931) –també lligat a la literatura amb la seva descripció de Mallorca titulada "l'Illa de la Calma" (RUSIÑOL, 1913)–, Joaquim Mir (1873-1940) o Anglada Camarasa (1871-1959) varen assentar càtedra en l'àmbit paisatgístic mallorquí captant en el seu impressionisme la peculiar llum mediterrània i tots els seus reflexos. Un repte important molt perseguit pels pinzells professionals i d'aficionats en el decurs dels anys, ja sigui en els daurats dels camps de cereales, les variacions del turquesa de les aigües de la mar, els vermells dels penya-segats, els blancs dels ametllers en flor, o els verds d'algun extens camp d'oliveres.

Cada obra pictòrica anava conformant una idea el més atractiva possible per a l'observació del paisatge mallorquí. ¿Qui no ha vist mai els nombrosos quadres dedicats a *sa Foradada* a la costa de Deià, *l'illot d'es Colomer* a Formentor, *es Pontàs* a Santanyí, i tants i tants altres exemples de llocs que, gràcies a haver estat tant repetidament impresos en el llenç, s'han convertit en llocs de visita i culte així com en imatges de postal!

La càmera fotogràfica va començar a formar part de l'equipatge dels turistes per tal d'endur-se, en la tornada cap a casa, aquella imatge del lloc i moments que esdevindrien entranyables amb el pas dels anys –les *Kodak Instamatic* i les *Polaroid*, a part de *Nikon* i *Rollei*, entre moltes altres–.

La fotografia a nivell turístic i professional a Mallorca es va fer un important lloc en la dècada dels 60 del segle XX amb l'especialització del que serien les típiques postals, que van anar envaint les tendes de *souvenirs* i que els turistes adquirien per a enviar-les a familiars i amics. (Figura 3) Una gran mostra d'aquesta activitat la va portar a terme *Casa Planas*, creada per Josep Planas Montanyà (1924-2016). També va ser important l'editorial *Escudo de Oro* que, juntament amb la seva variadíssima gama de postals a nivell nacional i internacional, presentava una col·lecció de llibres-guia fotogràfics que en el seu dia varen ser pioners en mostrar la riquesa turística, arquitectònica, cultural i paisatgística de moltes raconades de l'estat espanyol. En el nostre cas: *tota Mallorca*.

En el camp de la música, amb la creació dels denominats *Festivals de la Canción de Mallorca*, van sorgir tota una sèrie de grups musicals que van anar enaltint els encants de l'illa (i les belleses que la visitaven!), alguns dels quals van tenir ressonància més enllà de *sa Roqueta*: Los Javaloyas, Los Valldemossa, Los 5 del Este, etc.



Figura 3: Postal corresponent a una de les primeres sèries colorejades que es varen editar durant la primera meitat del passat segle.

Figure 3: Postcard corresponding to one of the first series that were printed in color during the first half of the last century.



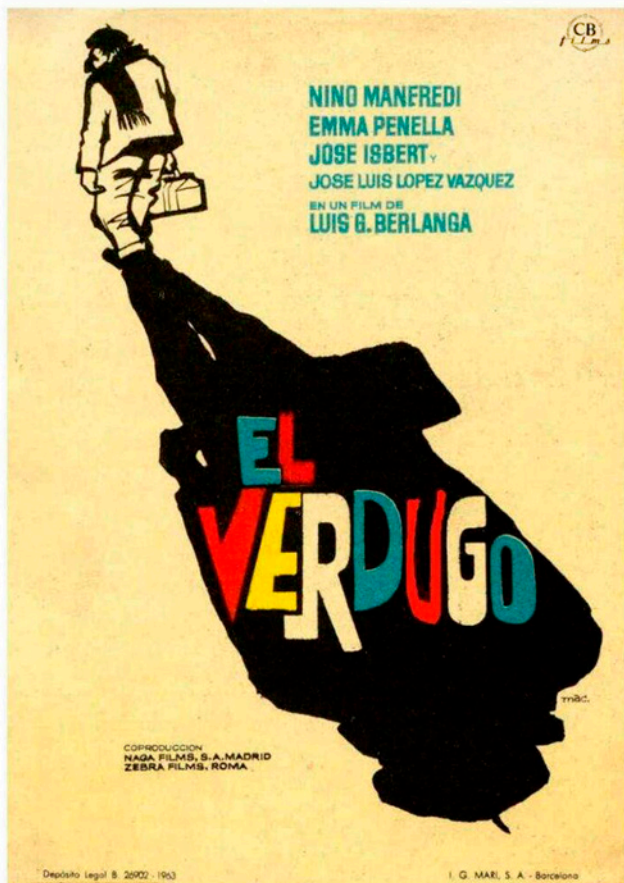


Figura 4: Cartell anunciador de la pel·lícula "El Verdugo", dirigida per Luí García Berlanga (1963).

Figure 4: Poster announcing the film "El Verdugo" (The Executioner), directed by Luí García Berlanga (1963).

Mereix una menció molt destacada en el panorama musical en Bonet de San Pedro (Pere Bonet Mir 1917-2002) el qual, durant la desconeguda Mallorca dels anys 40 del segle passat, especialment en l'àmbit turístic internacional, es va erigir com a precursor enaltint amb la seva melodiosa veu l'illa amb les seves cançons, entre les que destaquen *Paisajes lindos tiene Mallorca*, *Cala d'Or*, *Bajo el cielo de Palma*, o *Canto a Mallorca*; aquesta darrera acaba amb una tornada tant en mallorquí com en castellà que fa referència a les coves com un de tants altres atractius per a visitar.

També, dins del territori peninsular van començar a sonar diverses melodies que encara avui perduren en la memòria col·lectiva, com el famós *Me lo dijo Pérez que estuvo en Mallorca* (Karina, Los Tres Sudamericanos el 1965); *Vuelo 502... volando a Mallorca voy* (Los Tres Sudamericanos, 1966); *El turista 1.999.999* (Los Stop, 1967); *El Puente desde Valencia hasta Mallorca* (Grupo Los Mismos, 1968). Inclús la eurovisiva cantant Massiel, qui l'any en 1968 va guanyar el concurs d'*Eurovisió* a Londres, anys més tard va interpretar una cançó dedicada a les coves del Drac, en una revista musical escrita el 1952 (La cuarta de A. Polo) que fou enregistrada i emesa per *Televisión Española* (TVE) el 1985.

En referència a la pel·lícula *El Verdugo* (1963) dirigida per Luí García Berlanga, va arribar a ser amb els anys l'ambaixadora d'una molt peculiar promoció turística de Mallorca, en general i de les coves del Drac, en particular (Figura 4). Sense entrar en la temàtica de la pel·lícula ni en les circumstàncies polítiques de l'època pels missatges que transmetia, hi ha uns minuts clau en el seu desenvolupament en els quals es veu com la família protagonista, encapçalada pel inoblidable actor José Isbert (1886-1966), viatja a Mallorca de

vacances visitant alguns llocs de la illa, resultant la visita a les coves del Drac l'escena més destacada i recordada per tots aquells que han visionat el film.

Tampoc no han faltat ocasions per gaudir d'aquesta pel·lícula, perquè des de la seva estrena i fins el dia d'avui pràcticament tots els canals de televisió nacionals l'han projectada en diverses ocasions. En aquells anys seixanta, va començar a entrar de forma tímida dins les llars espanyoles l'aparell de televisió creant una gran expectació, fins a tal punt que la seva arribada va ser cantada des d'anys enrere als quatre vents, en veure com aquest invent dels anys 20 anava guanyant adeptes per molts països del món fins a la seva popularització als anys 50: "*la televisión pronto llegará, yo te cantaré y tu me verás...*" (Lolita Garrido, 1947).

Tornant a la pel·lícula *El Verdugo* i a l'escena en qüestió, el concert al *llac Martel* amb gent asseguda a la graderia i altres creuant en barca, ja va avançar la idea del que podrien els visitants fruit si la seva decisió era visitar Mallorca per vacances i fer l'excursió havent-ho vist amb anterioritat per televisió. A part d'això, en els minuts previs a aquesta escena, es veu com el grup familiar fa parada a Porto Cristo amb la visita a la primera línia de la platja mostrant les seves tendes, terrasses i restaurants. Un retrat del que començava a ser l'oferta complementària d'un poble que ja econòmicament tombaria al voltant de les coves.

### Porto Cristo, origen del nucli poblacional: des dels pescadors vivint en coves fins a l'actualitat

Cada vegada més el nom de Porto Cristo va anar sortint reforçat en els mapes turístics de l'illa com a referent per a visitar les coves. Així com el poble de Sóller s'associa al seu mític tren, Palma a la seva majestuosa catedral, i Pollença a Formentor; referir-se a Porto Cristo (Manacor) és associar-

ho a les seves coves turístiques, i específicament a les coves del Drac (Figura 5).

Però, quina relació pot tenir un nucli costaner sorgit a finals del segle XIX, i dedicat en principi a la pesca i l'agricultura, amb unes coves que ja duïen allà alguns milions d'anys? Des dels seus orígens, i molt lluny de la simbiosi actual, Porto Cristo va sorgir com a nucli primitiu de població resident per aixoplugar, en una de les tantes coves presents al voltant de la badia, als pescadors arribats d'altres localitats de l'illa juntament amb les seves famílies.

A part de la referència històrica dubtosa que es té del 1338 sobre l'existència d'una cova important en aquestes contrades (GINÉS & GINÉS, 2018), la seva referència toponímica com a coves del Drac es remunta als segles XVI i XVII (BINIMELIS, 1595; DAMETO, 1632), a més de figurar mencionada en el mapa de Mallorca del Cardenal Despuig de 1784. Al mateix temps, la badia de Porto Cristo entrava també en la història com a Port de Manacor, denominació relacionada amb l'important població interior que li dona nom, la qual es troba situada a uns 12 km de distància. La localitat de Manacor va rebre el nomenament com a Vila el segle XIV, i a finals del segle XIX ja tenia línia fèrria, obtenint el títol de Ciutat el 1912.

Per la seva situació geogràfica, el Port de Manacor, erigit en una extensa i profunda badia rematada per una important endinsada marina –es Riuet– que ocupa el tram final del *torrent de ses Talaioles*, ha estat des de temps remots punt estratègic comercial i naval, així com refugi per a embarcacions de pesca i vaixells mercants davant dels temuts temporals de llevant. També va ser escenari d'incursions pirates i d'alguns episodis bèl·lics. Tot va anar deixant la seva empremta: troballes de derelictes de l'època romana submergits en aigües de la badia, restes d'una basílica paleocristiana dels segles III i IV de la nostra era, i una atalaia de defensa (*sa torre des Falcons*) de finals del segle XVI. I així arribam a *ses Coves Blanques*, un conjunt de petites coves quasi a peu de la llavors molt extensa platja, que van començar a ser utilitzades en el decurs del darrer quart del segle XIX com a llars per a famílies de pescadors procedents de diversos punts de l'illa, essent els pioners la família Vadell “*Pelat*” originària de Felanitx i que són considerats els primers pobladors de Porto Cristo. S'ha de dir que els descendents d'aquesta família segueixen, generació rere generació, formant part del teixit veïnal i participatiu de la comunitat del Port i, naturalment, són transmissors de com va ser i es va desenvolupar la sofrida forma de vida en coves i al voltant de la pesca dels seus avantpassats; de com en el seu moment varen poder adquirir la primera casa, quan es va planificar la parcel·lació del que en una primera instància havia de rebre el nom de *Colònia del Carme* (topònim de molt curta durada fins que va arribar el nom de Porto Cristo, en al·lusió a una antiga llegenda). Han estat també testimonis de com aquestes coves, que van ser refugi de pescadors, avui formen part del patrimoni històric, cultural i de la identitat d'una localitat que ha anat passant de la més pura tradició pesquera i comercial (en el seu moment va ser molt important per a l'exportació del raïm produït en les extenses vinyes que per aquells temps ocupaven bona part de la comarca de Manacor) a ser un port de gran atractiu turístic (Figura 6).

Coincidint amb l'aparició de la entitat poblacional i el considerable tràfic portuari, ja a finals del segle XIX es van obrir els primers establiments hotelers, com la fonda Felip (1889), la qual va allotjar, el setembre de 1896, l'espeleòleg francès Édouard-Alfred Martel durant la seva expedició per explorar les coves del Drac (MARTEL, 1896), descobrint les galeries que avui en dia formen part de la ruta turística i que acullen l'extens llac que sovint és designat amb el seu nom.

Aquesta gran troballa va ser crucial per fer créixer encara més l'interès de locals i forans per visitar les coves del Drac (Figura 7), per tal de recórrer les galeries ja secularment conegudes com són la *cova Negra* i *cova Blanca* (ambdues localitzades a la dreta de l'entrada natural de la cavitat), i la galeria denominada *cova de Lluís Salvador* (zona situada a l'esquerra i que va ser batejada així en honor a una visita realitzada el 1880 per l'Arxiduc Lluís Salvador d'Àustria), així com, sobretot, la denominada *cova dels Francesos* en honor a Martel i el seu ajudant Louis Armand.

Si bé en aquella època les connexions per arribar a Mallorca eren únicament via marítima, a través dels ports de Palma i Sóller (precisament aquest darrer va ser on va arribar en Martel des de França el



Figura 5: Cobertes d'uns àlbums de postals de l'any 1925 (imatge superior) i de la dècada de 1960 amb fotografies de Zerkowitz (imatge inferior).  
Figure 5: Covers of an album of postcards with photographs by Zerkowitz, distributed in the 1960s (lower image), and another from the year 1925 (upper image).





A. T. V. — 2529. - Cuevas del Drach, Porto-Cristo (Manacor)  
Núm. 6 - Vista general



A. T. V. — 2538 - Cuevas del Drach, Porto-Cristo (Manacor)  
Núm. 15 - Vista desde la entrada de las Cuevas

Figura 6: Visió general de la localitat de Porto Cristo (Colònia del Carme) al voltant dels anys 30 del segle passat.  
Figure 6: General view of the village of Porto Cristo (Colònia del Carmen) around the 30s of the last century.

**MALLORCA**

**Excursión Núm. 1 : Para tres días**

**1.º día.**—Palma y sus alrededores. — **2.º día.**— Visita a las Cuevas del Drach. — **3.º día.**— A Valldemosa y Miramar, posesión del finado Archiduque de Austria, Luis Salvador.

**PRECIOS**

	1	2	3	4	5
	persona	personas	personas	personas	personas
Desde Barcelona, Valencia o Alicante, vapor en 1.ª clase y el recorrido de las excursiones en carruajes y ferrocarril de 1.ª clase . . . . . Ptas.	248	401	537	681	826
Mismo itinerario realizando todo el recorrido de las excursiones en automóvil . . . . . Ptas.	406	571	762	979	1141

**Excursión Núm. 2 : Para cinco días**

**1.º día.**— Palma y sus alrededores. — **2.º día.**— Visita a las Cuevas del Drach. — **3.º día.**— Valldemosa, Miramar, Sóller. **4.º día.**— Bañalbufar y Estallenchs. — **5.º día.**— Raixa.

**PRECIOS**

	1	2	3	4	5
	persona	personas	personas	personas	personas
Desde Barcelona, Valencia o Alicante, vapor en 1.ª clase y el recorrido de las excursiones en carruajes y ferrocarril de 1.ª clase . . . . . Ptas.	382	561	742	924	1105
Mismo itinerario realizando todo el recorrido de las excursiones en automóvil. . . . . Ptas.	523	721	968	1217	1420

**Excursión Núm. 3 : Para siete días**

**1.º día.**—Palma y sus alrededores.—**2.º y 3.º días.**—Cuevas del Drach por Manacor, Porto-Cristo, Artá y Cuevas del mismo nombre.— **4.º día.**—Bañalbufar y Estallenchs.— **5.º día.**—Valldemosa, Miramar, Sóller.—**6.º día.**—Andraitx.—**7.º día.**—Raixa.

**PRECIOS**

	1	2	3	4	5
	persona	personas	personas	personas	personas
Desde Barcelona, Valencia o Alicante, vapor en 1.ª clase y el recorrido de las excursiones en carruajes y ferrocarril de 1.ª clase . . . . . Ptas.	518	736	952	1169	1387
Mismo itinerario realizando todo el recorrido de las excursiones en automóvil. . . . . Ptas.	615	935	1208	1492	1786

22

Figura 7: Detall d'un fullet informatiu de Viatges Marsans de l'any 1924, on es fa publicitat d'estades a l'illa de Mallorca que inclouen la visita a les Coves del Drac.  
Figure 7: Detail of an information booklet from Viatges Marsans (1924), showing the stays on the island of Mallorca that include the visit to the Coves del Drac.

1896), i el transport de mercaderies i passatgers per la illa era molt limitat —especialment en anar-se allunyant de la capital—, l'arribada del ferrocarril des de Palma a Manacor el 1878 va facilitar en gran mesura l'accés a aquest sector del llevant mallorquí. Després de travessar un pont construït alguns anys abans sobre un profund torrent (anomenat de *na Llebrona*, el qual conflueix amb el *torrent de ses Talaioles* per finalment desembocar a la mar dins la badia de Porto Cristo), carruatges i diligències facilitaven l'arribada al Port de Manacor i a les seves coves. Per mar, a més del tràfic comercial del port, vaixells de vapor i correus recalaven a la badia perquè els seus passatgers poguessin fer una visita a les coves; tenint ja constància d'aquest fet des de 1882 per part del vapor *Palma* i un poc més tard dels transatlàntics *Estella Polaris* i *Princesa Mafalda* entre d'altres. En aquells temps la badia de Porto Cristo, entrant per el *morro de sa Carabassa* podia acollir embarcacions de gran calat fins a la *punta Pagell*, just enfront de l'extensa platja tot seguint la prolongació del braç de mar que forma es *Riuet*. Aquesta darrera zona va destacar com a port principalment pesquer, amb moll i drassanes pròpies, fins a finals del segle XX en que ja passaria a ser d'ús merament turístic i esportiu, acollint catamarans per a excursions marítimes, recalant iots de tot el món i practicant la pesca amb embarcacions recreatives. S'ha de destacar que a rel de la creació del *Club Nàutic*, en els anys 70 del segle passat, el tràfic marítim del port s'ha vist incrementat, en haver-se convertit en un referent tant a nivell nacional com internacional, oferint una extensa àrea de serveis, organitzant i patrocinant regates de diferents categories; així com amb l'organització de curssets pels entusiastes del món de la vela i de la navegació nàutica.

En aquest progressiu canvi d'usos té molt a veure el fet que Porto Cristo sigui el punt de destí per a una de les visites "obligades" en el mapa turístic de l'illa. D'aquesta forma, aprofitant el boom dels anys seixanta, es va anar condicionant la platja per a una cada pic major aflluència de banyistes, i la primera línia que vorejava el port va reconvertir les antigues fondes en hotels, a la vegada que se'n obrien d'altres; a part de cafeteries, restaurants i tendes de records (els anomenats *souvenirs*). La primera de les tendes ja es va obrir el 1945. Les excursions programades per agències de viatges

per a visitar les coves, tot passant unes hores a Porto Cristo i fruit dels seus serveis, així com turistes arribats per via marítima, en autobusos de línia o en cotxes de lloguer, han anat creant una riquesa econòmica que ha repercutit en el desenvolupament i creixement poblacional de Porto Cristo.

Vol això dir que en l'actualitat Porto Cristo només viu del turisme que visita les coves? No directament, però per molt que el vell refrany digui "no només de pa viu l'home" no es pot fruit de menjar un "pa amb oli" sense un bon pa. Per tant, sembla difícil imaginar-se com seria Porto Cristo sense la consolidada rellevància que tenen les coves a nivell mundial. Continuarà potser sent aquell petit poblet de pescadors antigament anomenat *Colònia del Carme* amb les seves barques del bou, els seus llaüts i les seves gents vivint de la mar, tot aprofitant el bon temps o capejant els temuts temporals de llevant.

Avui en dia, en ple segle XXI, Porto Cristo és una localitat que voreja els 10.000 habitants residents i que en la temporada estiuenca pràcticament veu duplicada la seva població. A més, diàriament en les hores centrals del dia el trànsit de vehicles i turistes és una constant al passar pel poble sigui anant o venint de la visita a les coves. Afortunadament, l'increment de les zones reservades per a vianants a primera línia fa molt més atractiva la passejada entre la platja, el port i la zona de les coves del Drac amb el seu extens pinar, els seus ben cuidats jardins que estan molt propers a l'antiga torre de guaita dels *Falcons* i el far, des d'on es pot gaudir d'una impressionant vista de la badia.



Figura 8: Bust d'Édouard-Alfred Martel situat a prop de l'entrada artificial de la cova.

Figure 8: Bust of Édouard-Alfred Martel placed in the vicinity of the artificial entrance to the cave.

## Aspectes i raconades destacables en la visita a les coves del Drac

La plaça d'entrada a les coves ens ofereix un paisatge que no passa desapercbut. Un esponerós pinar i uns cuidats jardins s'uneixen en harmoniosa simbiosi a la vegetació característica de la nostra costa mediterrània, en la unió davant nosaltres del cel, la mar i la terra.

Presideix la plaça d'entrada un bust commemoratiu de la figura d'Édouard-Alfred Martel (Figura 8), obra de l'escultor Eduardo Servera. De davallada ja cap a la cova per una entrada artificial excavada l'any 1929 (l'entrada natural s'utilitza com a sortida en la visita turística) una primera sensació que envaeix al visitant és la temperatura. Segons sigui hivern o estiu la sensació canvia, encara que la temperatura no. A l'interior de la cova la temperatura es manté quasi be constatat durant tot l'any (entre 18 i 20°) i la humitat per sobre del 80%, la qual cosa provoca que si entrem en hivern notem una calor humida, mentre que a l'estiu la sensació és d'una frescor força agradable en comparació amb les temperatures exteriors.

En un gairebé continu davallar d'escales (cal dir però que a banda i banda de les mateixes hi ha interessants detalls) arribem a la primera sala, una ampla galeria que custodia el primer llac que s'ofereix a la nostra vista: els *Banyes de Diana*.

Després d'un centenar llarg d'esglaons que hem anat deixant enrere, durant la baixada des que ens vàrem endinsar a la cova, topem amb un primer llac on la quietud de les seves aigües ens regala la majestuositat del reflex del seu sostre. Els *Banyes de Diana* és la primera mostra que veiem de la puresa i cristal·linitat de les aigües per davall dels nostres peus. Independentment de la seva profunditat, que arriba als tres metres, tot el conjunt d'estalactites de grans dimensions entrellaçades les unes amb les altres per les anomenades estalactites excèntriques ofereix en el seu reflex un frondós bosc aquàtic, només trencat per alguna gota d'aigua que en caure trenca l'absoluta quietud.

Seguint el camí cap endavant, però sense deixar d'anar observant als nostres costats (la *Bandera*, la *Ciutat Encantada*, la *Torre de Pisa*, la *Columna Rompuda*, etc.), és d'obligada observació i contemplació l'ampli sostre de gran part de la sala. Un dels sostres més poblats d'estalactites al llarg de tot el recorregut. Es tracta d'un sostre, a més, en el que l'elevada densitat i escassa longitud de les estalactites ens indica la relativa joventut respecte de les columnes que ens envolten.

Deixem endarrere la primera sala, creuem un llinar entre columnes i avançant ens surt al pas el *Mont Nevat*, un espectacular mural que presideix una raconada digna d'un paisatge de somni i, mirant cap el sostre, se'ns apareix una pluja d'agulles per quedar amb la boca oberta.

Seguint el sinuós itinerari, encara que d'una forma molt còmoda, s'obre a la nostra esquerra la denominada *Sala de les Columnes*. Dues columnes de gran envergadura presideixen la sala. Molt properes l'una de l'altra, però molt diferents en la seva estructura, fet que les fa un poc més atractives.





Figura 9: Portada del llibret-guia publicat el 1963 per l'empresa Rieusset, on es mostra una vista del *Llac Martel* amb les barques que transporten els turistes.  
 Figure 9: Cover of the booklet-guide printed in 1963 by the Rieusset publishing house, which shows a view of the *Llac Martel* with the boats that carry on the tourists.

Juntament amb elles una sèrie d'altres estalagmites van conformant tot un conjunt. Darrera d'elles més columnes en un segon terme, i en el sostre fileres de petites estalactites quasi simulant els dibuixos d'un tapís. Segueix la continua ziga-zaga del camí, ara en un suau pendent de baixada per dur-nos al segon llac en el nostre recorregut, el *Canal Blau*.

Aquest altre llac, el segon de la trilogia dels més destacats de tot el recorregut juntament amb el *Llac Martel*, no ens deixa indiferents al nostre pas. Segons ens anem acostant, observem entre les roques el que serà una peculiar visió. Novament destaca la quietud i cristal·linitat de les aigües, però gràcies a la ubicació submarina de la il·luminació se'ns ofereix una visió amb una transparència inigualable: és difícil destriar si es tracta del fons de l'aigua o és un reflex el que veiem, o simplement tan sols un sòl il·luminat en absència d'aigua. Des de l'altura del camí que permet contemplar-lo, i gràcies als quasi cinc metres de profunditat que té, el *Canal Blau* és una altra mostra més de la majestuositat de les aigües subterrànies que conformen el fons aquàtic de la cova.

Deixem el *Canal Blau* i pujant una suau rampa i alguns esglaons, ens trobem amb el *Monjo*, la *Palmera* i els *Cactus*. Tornem a baixar i ens queda a la dreta l'*Òrgan* i just darrera seu la *Cererria*, una de les raconades més emblemàtiques i delicades de la visita; malgrat estar en un petit espai semiamagat és un lloc molt a tenir en compte per diversos motius.

Tota la grandiositat que se'ns presenta al llarg de les amples galeries i sales, grans columnes, sostres més que entapissats d'estalactites i formacions varies per tantes raconades, a la *Cererria*, així en petit comitè ens trobem amb el que és bàsic i essencial: un conjunt molt modest i harmoniós d'estalactites, que en el seu extrem inferior ens regalen amb la lluïssor d'una gota d'aigua; aquesta gota que és el

principi vital de tot el que a la cova ens envolta. Així, gota a gota, en un sacre silenci l'aigua va realitzant la seva escultòrica feina. Dóna la impressió, pel seu color, que es tracti d'unes espelmes que pegen... i per aquesta aigua en caure ... com si fossin llàgrimes de cera líquida ... Plorant!

I després d'una atenta mirada al seu procés de formació i una reflexió sobre la probable velocitat de creixement, creuem el llindar cap a una altra gran sala, la major i més extensa. La sala on es pot observar el *Llac Martel*. No és fins just abans d'arribar al llac que ens trobem amb una petita mostra d'aigua molt digna de mencionar: la *Petita Platja*. Tota una joia representativa dels petits llacs que també existeixen a la cova, una clàssica i eterna imatge de postal. Una aparença arenosa sota una illa abraçada per la blanca arena del nostre litoral.



Figura 10: El *Llac Martel* és el més destacable de les Coves del Drac, denominació actual que al·ludeix al seu descobridor. Habitualment és recorregut pels turistes en barques, encara que també pot ser creuat a peu mitjançant una passarel·la lateral (Foto: M.A. Gual).  
 Figure 10: The *Llac Martel* is the most remarkable lake in Coves del Drac, whose current denomination corresponds to its discoverer. It is usually crossed by the tourists with boats, although it can also be walked on foot by means of a lateral bridge (Photo: M.A. Gual).





Figura 11: Bust de D. Juan Servera Camps -impulsor de l'explotació turística de la cova des de 1922- devora de la roca que simula un drac, la qual s'ha convertit en el logotip de l'empresa Cuevas del Drach S.A.  
 Figure 11: Bust of D. Juan Servera Camps -who launched the cave's exploitation in 1922- placed close to the rock resembling a dragon, which has become the logo of the company Cuevas del Drach S.A.

I arribem al *llac Martel*, nom promogut per CAPÓ VALLS DE PADRINAS (1930), però també anomenat *llac Miramar* segons el va batejar el propi Édouard-Alfred Martel en honor de l'Arxiduc (Figura 9). Considerat ja des d'un principi un dels majors llacs subterranis del món, la seva importància va anar estenent-se i creixent de tal forma que qualsevol visitant de la nostra illa sempre trobava el moment per a certificar, amb la seva presència, el plaer visual i acústic de tal meravella subterrània en una illa on el seu exterior és ja de per sí un autèntic paradís.

Per tant, un cop acomodats a les graderies i després d'unes informacions prèvies, es fa una tenebrosa obscuritat per uns segons. I és així que des de la part frontal i més allunyada a l'espectador sorgeixen tres embarcacions a rem, en la primera de les quals van els músics.

Les barques, que duen un delicat sistema d'il·luminació al seu voltant, van avançant lentament cap a l'auditori tot creuant-se les unes amb les altres, i situant-se en llocs estratègics. Al final la barca dels músics se'n va sola com cercant rompre l'obscura tenebra... i ho aconsegueix... en desaparèixer pel túnel, "desperta" l'alba. És la sortida del sol al *llac Martel*, del qual el propi Carles Buïgas, en la seva darrera visita a la cova, va reconèixer ser la seva obra mestra.

Després de tot aquest èxtasi, una veu per megafonia ens posa en to d'avís:

*"A continuació per creuar aquest llac podran dirigir-se cap a la seva esquerra per fer-ho en barca o cap a la dreta si desitgen fer-ho a peu pel pont".*

Es pot creuar el *llac Martel* en barca !!!

Naturalment que sí, i aquesta és una experiència que juntament amb l'espectacle del concert queden per sempre en el record dels afortunats visitants.

Una de les característiques que distingeixen i complementen la visita a les coves del Drac és el fet de creuar en barca el gran *llac Martel*. Cal assenyalar que fins a principis dels anys setanta era l'única forma de continuar la visita bé en un o altre sentit (Figura 10).

Aprofitant una reforma i adequació de l'itinerari després d'uns quaranta anys d'utilitzar un únic mitjà per a creuar el llac, es va procedir a construir una sòlida passarel·la que creua per un lateral d'un extrem a l'altre del llac. Avui en dia, encara que conviuen els dos mitjans, l'opció de creuar en barca segueix sent la més desitjada i divertida pel públic de totes les edats, malgrat les llargues cues que es formen especialment en els mesos de màxima afluència turística.



Una vegada creuat el llac es passa ja a la darrera sala del recorregut turístic per la cova. Aquesta sala, on queden amarrades les barques dels músics, és on Martel va començar la seva aventura, on l'Arxiduc aconseguiria saber al llarg dels anys què hi havia més enllà del llac batejat en honor de la seva mare la *Gran Duquessa de Toscana*.

Es continua amb la pujada d'una pronunciada escalinata; es va notant el canvi de temperatura, i finalment es veu la llum del dia ... i just abans de sortir podem fer una ullada davall a la nostra esquerra, on darrera d'una reixa es veu una gran columna solitària i l'entrada a un obscur antre. Ens trobem a l'entrada natural de les galeries que durant segles i segles van anar conformant les coves del Drac fins a l'expedició que va realitzar, com ja hem dit abans, Édouard-Alfred Martel el mes de setembre de 1896.

Ja a la superfície s'obre davant nostre una immensa explanada vorejada de jardins, tendes de records i una moderna cafeteria amb la corresponent terrassa. Tot presidit per la roca del drac –flamant logotip de l'empresa– situada just al costat del monument dedicat a Don Juan Servera Camps, impulsor del que se suposa l'essència de la visita a les coves del Drac, des dels inicis de la seva gestió en 1922 fins el dia d'avui (Figura 11).

## Bibliografia

- BINIMELIS, J. (1595): *Descripció particular de l'illa de Mallorca e viles*. Edició a cura de Juli Moll [2014]. Universitat de València - Institut Cartogràfic de Catalunya. Monuments d'Història de la Corona d'Aragó, V. 917 pàgs. València.
- CAPÓ VALLS DE PADRINAS, J. (1930): *Las Cuevas del Drac: Notas indicadoras de los puntos más importantes para recorrer y contemplar en estas cuevas, únicas en el mundo por su grandiosidad y belleza*. Palma de Mallorca. 157 pàgs.
- CASASNOVAS-CAMPS, M.A. (1998): *Història de les Illes Balears*. Editorial Moll. 451 pàgs.
- DAMETO, J. (1632): *La historia general del Reyno Balearico*. Casa de Gabriel Guasp. 444 pàgs. Palma.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2018): Aspectes històrics i bibliogràfics de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 21-47.
- HABSBURG-LÓTHRINGEN, L.S. (1869-1891): *Die Balearen in Wort und Bild geschildert*. Brockhaus. 7 vols. Leipzig, Alemanya.
- MARTEL, E.A. (1896): Sous Terre (neuvième campagne). Cueva del Drach, a Majorque - Scialets du Vercors - Chouruns de Dévoluy. *Ann. Club Alpin Français*, 23ème année. 368-413 + 1 plànol. París.
- RIERA, J. (2006): *Cronicó de les coves del Drac, dels Hams i del Pirata*. Amics del Museu d'Història de Manacor. 8 pàgs. Manacor.
- RUSIÑOL, S. (1913): *L'illa de la calma*. Antoni López, editor. 282 pàgs. Barcelona.
- SOCIETAT ESPELEOLÒGICA BALEAR (2018). Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1. 260 pàgs. Palma.
- VUILLIER, G. (1893): *Les îles oubliées*. Hachette. 1-218. París.



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>





# Les cavitats properes a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): descripció i reflexions sobre la seva possible relació

Juan José ENSEÑAT<sup>1</sup>, Gabriel SANTANDREU<sup>1</sup> i Francesc GRÀCIA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Societat Espeleològica Balear. Palma. Email: [juanjo.ensenyat@gmail.com](mailto:juanjo.ensenyat@gmail.com)

<sup>2</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma.

## Abstract

During the exploration and topography of the Coves del Drac in Porto Cristo, it came up the need and the opportunity to explore several nearby cavities in search of possible connections: Cova de Cala Murta, Cova de s'Enterrossall, Cova dels Coloms and Cova de sa Piscina. Only the first two seem to have some kind of genetic relationship with the famous touristic cave, probably as a result of the collapse of old galleries or sharing of morphogenetic mechanisms favored by similar characteristics of the terrain in which they are formed. The third is a remarkable marine cave but without observable morphogenetic relationship. The lack of conclusive data precludes the establishment of any relationship of the latter cave (Cova de sa Piscina) and Coves del Drac. This apparently unpublished cave was found during the search of another documented cave in the area that it has been probably lost due to urban development.

## Resumen

Durante los trabajos de exploración y topografía de las Coves del Drac, en Porto Cristo, surgió la necesidad y la oportunidad de explorar varias cavidades cercanas en busca de su posible relación topográfica o genética: la Cova de Cala Murta, la Cova de s'Enterrossall, la Cova dels Coloms y la Cova de sa Piscina. Sólo las dos primeras parecen presentar indicios de alguna relación con la famosa cueva turística, probablemente como resultado del colapso de antiguas galerías de ésta o por compartir mecanismos morfogenéticos favorecidos por características similares del terreno en el que se encuentran. La tercera es una cueva de abrasión marina notable pero sin relación morfogenética apreciable con las Coves del Drac. Respecto a la última (la Cova de sa Piscina), el estudio no puede ser concluyente en base a la información recabada in situ. Se trata ésta de una cavidad aparentemente inédita que se encontró durante la búsqueda de otra cueva documentada en la zona, la cual creemos que se ha perdido debido al desarrollo urbanístico.

Ensenyat, J.J.; Santandreu, G. i Gràcia, F. (2018): Les cavitats properes a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): descripció i reflexions sobre la seva possible relació. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 249-260. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear. **Rebut:** 19 novembre 2019; **Revisat:** 4 desembre 2019; **Acceptat:** 10 desembre 2019. **Publicat online:** 23 desembre 2019.

## Introducció

Al llarg del temps que portà la realització de diferents estudis sobre les Coves del Drac, per part de la Societat Espeleològica Balear, sorgí l'interès d'estudiar paral·lelament altres cavitats, bé per la seva proximitat geogràfica, bé per haver estat citades en estudis precedents, tot cercant augmentar la visió de conjunt.

Les roques calcàries del miocè superior que caracteritzen la geologia de la zona de Porto Cristo (FORNÓS et al., 2018) semblen facilitar la proliferació de cavitats. Algunes de les quals, tot i ser conegudes –en comparació amb la fama i dimensions de les Coves del Drac– no han rebut gaire atenció a la bibliografia precedent o aquesta no ha tingut gran transcendència. Un cop exhaurides les possibilitats exploratòries i basant-nos en l'anàlisi espeleogenètic (GINÉS et al., 2018) així com l'estat evolutiu actual de les Coves del Drac, que es defineix per l'existència de diverses unitats de col·lapse (SANTANDREU et al., 2018), resultava inevitable posar els ulls en les rodalies, cercant no només possibles nexes d'unió física amb altres cavitats sinó també tractant d'aclarir algunes incògnites històriques obertes en treballs anteriors (MARTEL, 1896; FAURA Y SANS, 1926).

Entre les coves objecte d'estudi hem de citar, sense entrar en detalls, el Dolç de Cala Murta, explorada per CLARKE (1991, 1992). Inicialment aquesta cova submarina encapçalava la llista de les cavitats properes rellevants per múltiples motius, però principalment per haver estat citada per MARTEL (1896, 1903) i FAURA Y SANS (1926) com la via més probable d'afluència dels llacs

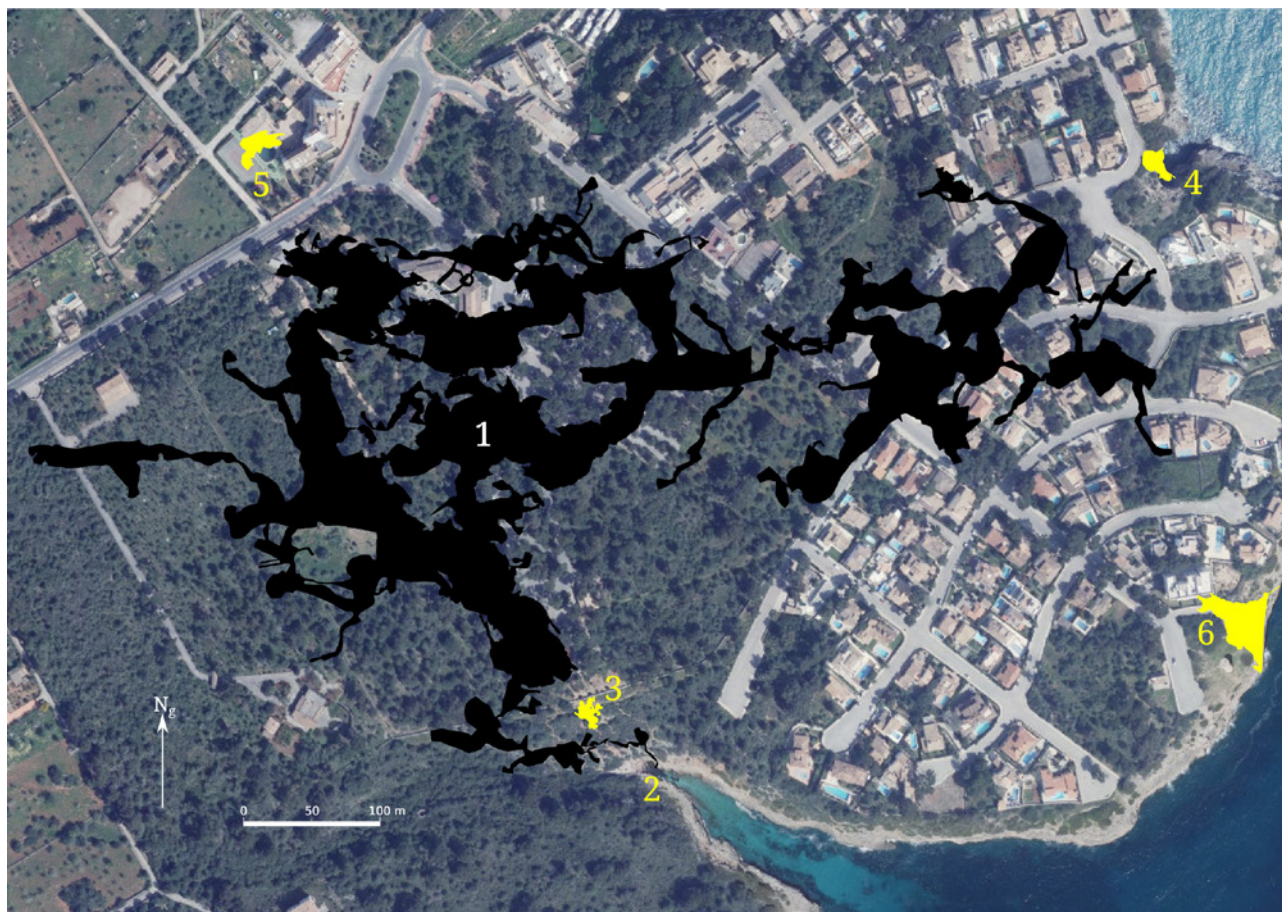


Figura 1: Ortophotografia de la zona Porto Cristo amb la posició i extensió de: 1- Coves del Drac, 2- surgència del Dolç de Cala Murta, 3- Cova de Cala Murta, 4- Cova de s'Enterrossall, 5- Cova de sa Piscina, 6 - Cova dels Coloms de Porto Cristo (Font: IDEIB).  
 Figure 1: Orthophoto showing Porto Cristo and the location and extension of: 1- Coves del Drac, 2- water upwelling of the Dolç de Cala Murta, 3- Cova de Cala Murta, 4- Cova de s'Enterrossall, 5- Cova de sa Piscina, 6- Cova dels Coloms de Porto Cristo (Source: IDEIB).

de les Coves del Drac cap a la mar. No obstant això, el descobriment a principis de 2019 de la connexió física entre aquesta i les sales de la *cova dels Francesos*, a través de l'anomenada *galeria de la Mar*, va motivar que ja no fos identificada a partir d'aquell moment com una cavitat aïllada i rebés el tractament adequat en els articles corresponents a la descripció subaquàtica de les Coves del Drac (GRÀCIA et al., 2018a, 2018b).

Així doncs, en les següents pàgines farem un breu anàlisi de la Cova de Cala Murta, la Cova de s'Enterrossall, la Cova de sa Piscina i la Cova dels Coloms de Porto Cristo (Figura 1). Altres cavitats relativament properes a la zona que ens ocupa, han estat tractades amb anterioritat per GRÀCIA et al. (2003).

## La Cova de Cala Murta

VENY (1968) deixà constància de l'important feina realitzada per mossèn Joan Aguiló pel que fa al recull de cavitats del terme de Manacor. A aquest catàleg en forma de fitxes manuscrites, constatà l'existència dins la finca de Son Moro de diverses coves: La Cova de Cala Murta, la Cova des Mussel, la Cova de Can Bessó, la Cova des Drac i la Cova des Pou d'en Torritxos. D'entre aquestes centrem el nostre interès en la primera. Fruit de les tasques de camp i documentació no hem pogut localitzar altra cova a les rodalies que clarament s'identifiqui amb l'al·ludit referent geogràfic. Per tant és aquest el topònim que considerem més adient per tal de referenciar la cavitat que ara ens ocupa.

Està situada entre el límit meridional de la *sala Louis Armand* de les Coves del Drac i la surgència d'aigua de Cala Murta, a 20 m en horitzontal de la primera i 30 m de la mar, perfectament alineada amb les sales que formen aquest extrem de la *cova dels Francesos*. És precisament aquest particular emplaçament el que motivà l'estudi d'aquesta cavitat.



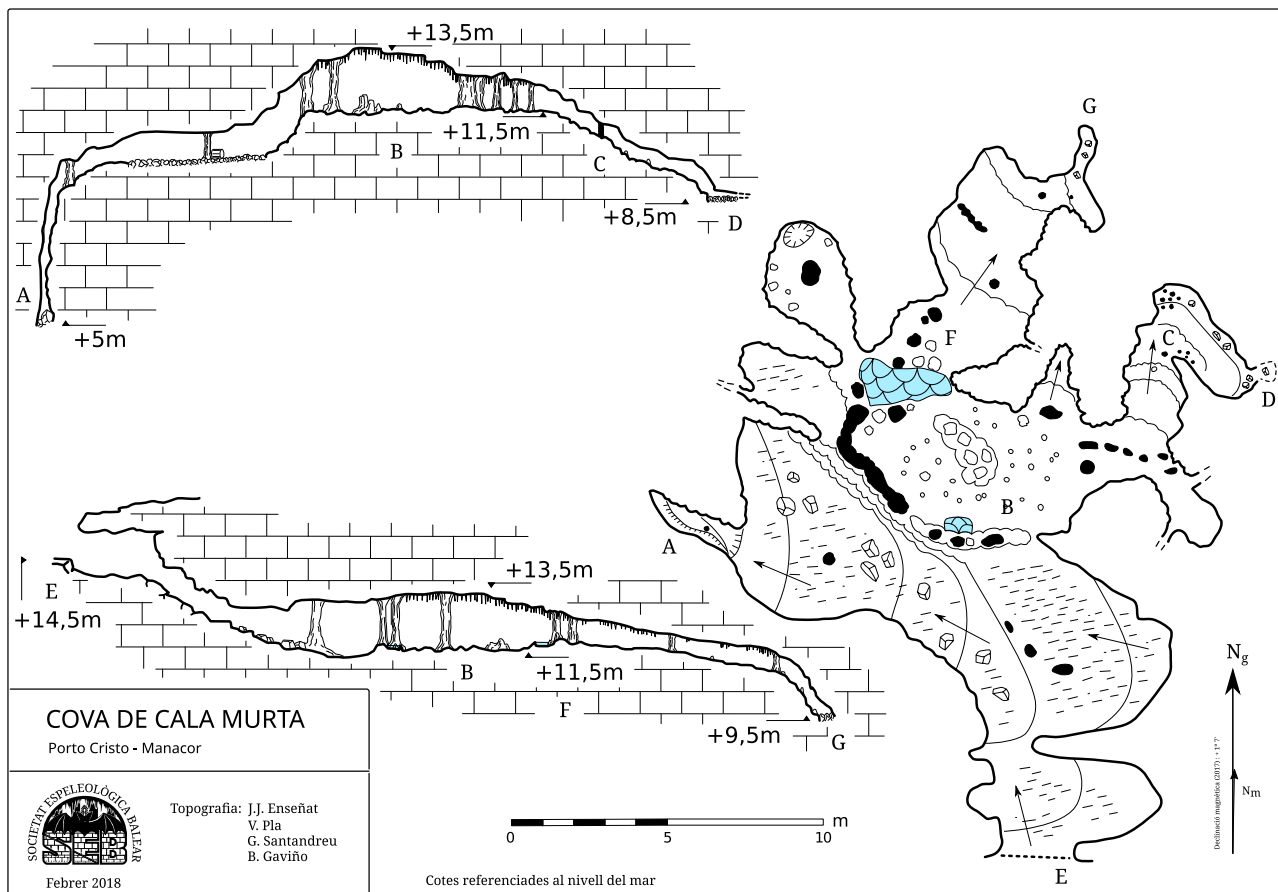


Figura 2: Topografia de la Cova de Cala Murta (Font: Societat Espeleològica Balear).  
Figure 2: Topography of the Cova de Cala Murta (Source: Societat Espeleològica Balear).

L'entrada se situa al vessant esquerra en sentit hidrogràfic, de la torrentera que desaigua a Cala Murta. L'accés no resulta complicat emperò la densa vegetació dificulta trobar-la. Es tracta d'una obertura a un aflorament calcari enlairada 14 m sobre el nivell del mar actual. Posant en relació aquestes circumstàncies amb les dades planimètriques de les Coves del Drac (ENSEÑAT et al., 2018; GRÀCIA et al., 2018a, 2018b) es pot constatar que es troba a escassos 5 m en horitzontal i 8 m en vertical de l'enderroc que cega la sala de la Frustració del Dolç de Cala Murta. Entre el col·lapse sobre el que s'assenta el terra actual de la sala Louis Armand de les Coves del Drac i el que nega la continuïtat ascendent del Dolç, sembla coherent plantejar la hipòtesi d'una morfogènesi que vinculi ambdues cavitats.

### Descripció

L'entrada, d'entorn a 1 m de diàmetre, s'obre orientada cap al sud, perpendicularment al coster de la cala. Els primers 10 m discorren sobre un paviment de pedres al·lòctones, roca mare i terra, amb poca presència de formacions litoquímiques. L'alçada es manté en poc menys d'1 m en gairebé tot el recorregut d'entrada i augmenta en la sala central, tornant a disminuir cap als extrems on es fa impracticable (Figura 2).

L'espai central es troba dividit en dos nivells per petits massissos estalagmítics i columnes amb un desnivell d'entorn a 1 m un respecte de l'altre. És l'únic lloc de la cova on és possible estar dret, amb un sostre a una alçada entre 1,6 i 2 m sobre el terra (Figura 3).

Amb excepció de la paret occidental de roca mare, la major part de la zona interior, en canvi, mostra una colada pavimentaria ben consolidada amb estalagmites i un sostre i parets recoberts de formacions. La trencadissa d'aquestes, així com l'estat de deteriorament i presència de brutícia (vidres, plàstics, fusta, etc.) generalitzats, apunten a l'acció de l'home i a que probablement s'hagi fet servir com abocador en algun moment, afavorit aquest fet per la seva discreta ubicació i el relativament còmode accés. Especialment cridanera resulta, sens deixar de ser anecdòtica, la presència d'un tambor rocós procedent de la perforació d'un pou d'uns 30 cm de diàmetre, que es troba al final del rost

detrític de l'entrada. El material d'aquest residu sembla coincidir amb la roca miocena de l'entorn immediat; no obstant això ha de tenir el seu origen en algun pou de les rodalies des del moment que no es constata cap perforació a l'interior.

S'observà, durant la exploració i topografia, que algunes formacions presenten un avançat estat de descalcificació, tot i que en general la cova és humida i els degotissos –alguns ben actius– propicien l'acumulació d'aigua de diversos petits gours i el creixement d'altres formacions en determinats indrets.

D'aquesta sala central pertanyen diversos ramals descendents amb colades parietals en els que el sostre va perdent alçada fins impedir el pas. Les possibilitats de continuació en aquests passatges són gairebé nul·les. Diversos engolidors impracticables recoberts de colada deixen intuir el blocs de col·lapse sobre el que sembla que tota la cova està assentada.

El recorregut complet de la cavitat és d'uns 30 m i el desnivell màxim és de -9,5 m.

La ubicació i estructura de la cova ens porta a plantejar la hipòtesi de que la seva gènesi pot tenir a veure amb un espai obert sobre el col·lapse d'una connexió precedent, directa i de major magnitud de les sales que formen la *cova dels Francesos* fins la mar. Dit amb altres termes, podríem considerar-la el fruit del creixement ascendent per reajustament de la volta de la cavitat prèvia subjacent, el qual ha deixat un petit espai a escassa distància de la superfície que es mostra sota la forma d'aquesta petita cova. Així la Cova de Cala Murta no seria altra cosa que el resultat de l'esfondrament de la connexió primitiva que contribuï a la morfogènesi de les Coves del Drac (GINÉS et al, 2018), de la qual el Dolç de Cala Murta, a través de la *galeria de la Mar*, constituïria un reducte que ha perdurat (Figura 4).



Figura 3: Espai central de la Cova de Cala Murta (Foto: J.J. Enseñat).  
Figure 3: Central room of the Cova de Cala Murta (Photo: J.J. Enseñat).

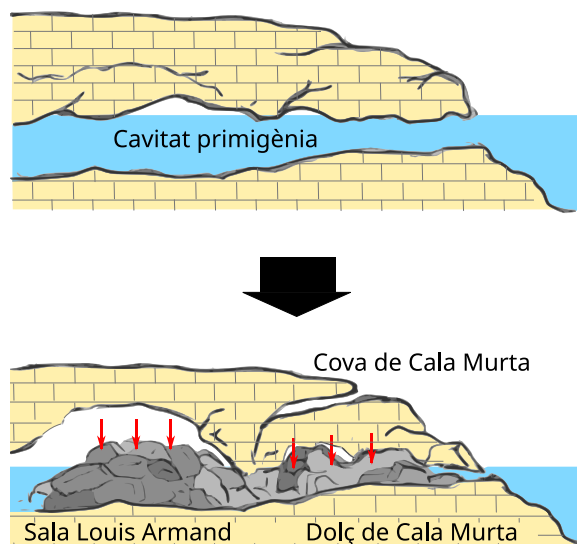


Figura 4: Esquema d'un possible origen de les cavitats properes a Cala Murta.  
Figure 4: Schematic graphic of a possible origin of the cavities near Cala Murta bight.

## La Cova de s'Enterrossall

La recent topografia de les Coves del Drac (ENSEÑAT et al., 2018) posa en evidència la sospitosa alineació observable entre la *galeria de l'Arxiduc* i la *galeria Despullada*, en el sector *Subaquàtic de Llevant*, i l'accident costaner anomenat s'Enterrossall. Aquest es troba a l'extrem nord-est de la segona galeria esmentada, a menys de 80 m de distància. La longitud conjunta d'ambdues galeries, de més de 270 m si incloem la *sala de la Bella Mort* i el tram que discorre per les *galeries Hipòstiles*, i la orientació recurrent en altres sectors de la cavitat entorn 45-50° apuntaria a l'aprofitament d'una feblesa estructural del terreny (FORNÓS et al, 2018) que, dissimulada pels successius col·lapses i reajustaments del sostre, donaria peu a la idea d'una relació morfogenètica entre s'Enterrossall i les esmentades galeries. D'aquí l'interès que suscità una revisió crítica sobre el terreny d'aquest punt.



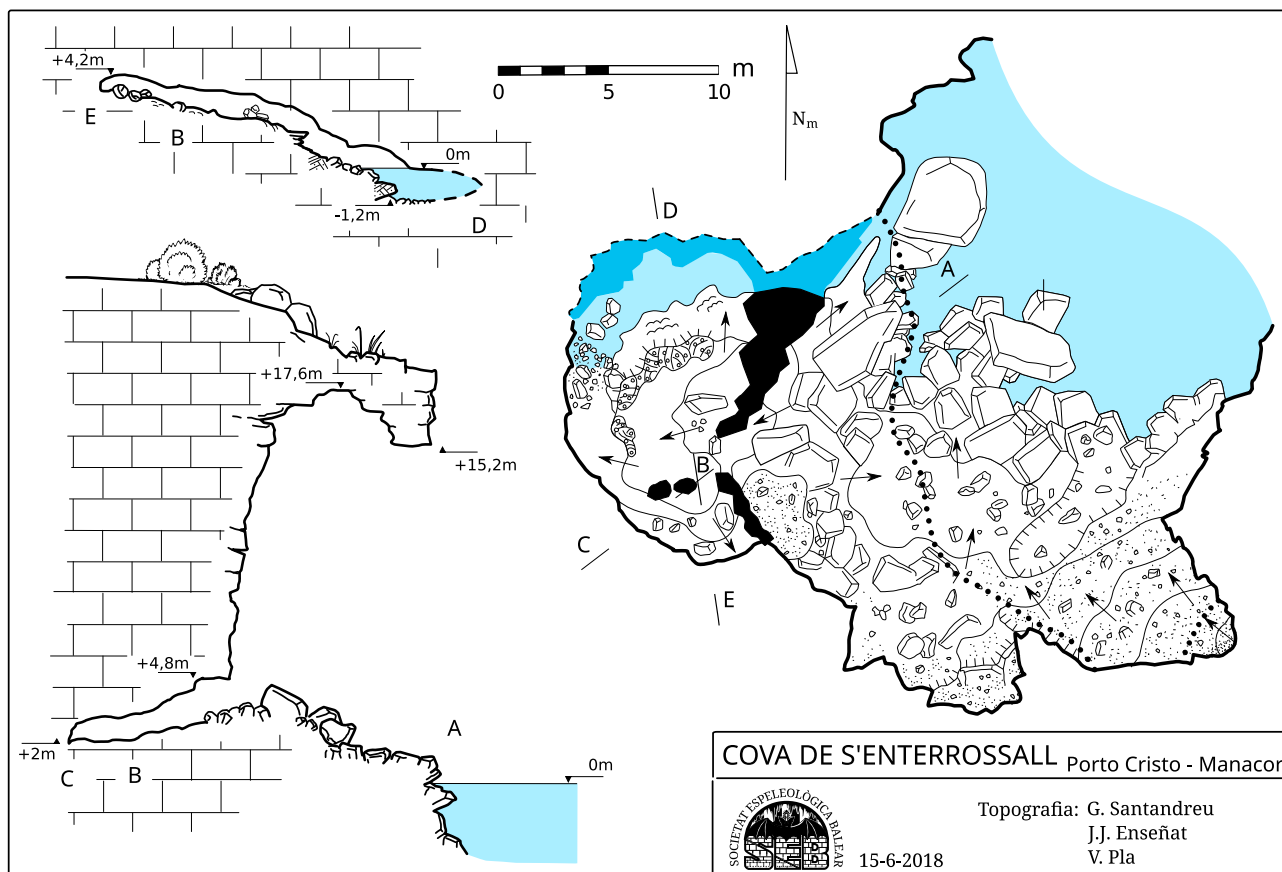


Figura 5: Topografia de la Cova de s'Enterrossall (Font: Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 5: Topography of the Cova de s'Enterrossall (Source: Societat Espeleològica Balear).

### Descripció

D'entrada, la forma arrodonida de s'Enterrossall recorda una morfologia típica de col·lapse associada a una cova litoral afectada pels processos d'abradió marina. El volat superior, que s'aixeca 21 m sobre el nivell del mar i l'abrupte escarpament que en forma de canal l'aboca al mar en limita i dificulta l'accés per via terrestre. No obstant això, al coster est del penya-segat s'hi troba l'únic accés (Figura 5), condicionat per un precari i agosarat descens factible sense ajut de corda ni equipament de progressió vertical.

Aquest coster oriental del penyal mostra l'aflorament d'una seqüència miocena fortament bretxada (FORNÓS et al., 2018) al temps que evidència la presència de fenòmens paleocàrstics, que poden haver intervingut de forma decisiva en el transcurs de la formació de la cavitat que ara ens ocupa.

El volat, emperò d'aparença molt detrítica i a indrets poc consolidat, des d'una visió inferior no presenta carstificació evident, essent en definitiva el sobrevivent de l'erosió dels materials més tous dels estrats inferiors. Aquests materials pertanyents en bona mesura a l'estructura més dèbil de les bretxes paleocàrstiques que per efecte de l'erosió marina han propiciat l'existència d'una petita cala (FORNÓS et al., 2018), posant en evidència els processos que en ocasions relacionen aquests elements geomòrfics.

Un cop a baix, sobre els grans blocs exposats a l'onatge, a la paret interior de la balma s'hi pot observar una bretxa formada per clastes angulars o subarrodonits amb abundant matriu arenosa barrejada amb còdols arrodonits de petita mida, conjunt prou característic dels fenòmens associats a la dinàmica erosiva de la línia de costa (Figura 6). Sembla que també hi ha sediments marins aportats per tempestes al llarg del Quaternari.

Malgrat això, a la base del cúmulo de blocs acaramullats contra la paret, s'ha de parar esment, en direcció nord-oest, a un pas que dona accés a una petita saleta interior parcialment obstruïda i oculta pels blocs encaixats. La saleta, de poc més de 20 m de recorregut i d'1,5 m d'alçada, descendeix els escassos 4 m des de la cota inicial fins a un petit llac interior connectat subaquàticament amb la mar, a jutjar de l'onatge manifest de l'aigua i els còdols que entapissen el seu fons i que semblen impedir qualsevol possible continuació terra endins. Tampoc s'observa cap surgència d'aigua salabrosa



Figura 6: Paret interior de la balma de s'Enterrossall on es pot observar restes de breccificació amb clastes, pròpia dels fenòmens de col·lapse paleocàrstic (Foto: J.J. Enseñat). La imatge de la dreta mostra el detall ampliat (Foto: G. Santandreu).

Figure 6: Inner wall of s'Enterrossall where remains of breccia with clasts, characteristic of paleokarst collapse phenomena, can be observed (Photo: J.J. Enseñat). The right image shows a close detail (Photo: G. Santandreu).



Figura 7: Interior de la Cova de s'Enterrossall, amb restes d'una duna fòssil assentada sobre la colada del terra (Foto: J.J. Enseñat).  
Figure 7: Interior of the Cova de s'Enterrossall. Fossil dune remains are on top of the floor flowstone (Photo: J.J. Enseñat).

en aquest punt, pel que deduïm que d'haver-hi filtracions des de les properes galeries de les Coves del Drac aquestes són molt minses si no completament nul·les.

El paviment de la cova a més de blocs arrodonits i erosionats per l'onatge està majoritàriament recobert de colada. A alguns indrets localitzats, i sobre la colada esmentada, s'hi troben el restes d'una duna fòssil, fortament erosionada per la acció erosiva marina (Figura 7). Algunes estalactites apareixen en el sostre però en general la decoració litoquímica és pobre.

No podem confirmar ni descartar la relació morfogenètica entre aquesta cova i les Coves del Drac. No obstant això, com ja s'ha comentat abans, existeixen alguns indicis que sense ser conclouents podrien recolzar aquesta hipòtesi.

## La Cova de sa Piscina

Entre els estudis científic-tècnics que a principis del segle XX centraren l'atenció a les Coves del Drac, destaca l'excursió C-5 del *XIV Congreso Geológico Internacional* de 1926. El llibre-guia d'aquesta excursió fou elaborat per FAURA Y SANS (1926), que comptà amb la col·laboració de l'enginyer de mines Rodrigo Varo. Aquest dibuixà un plànol conjunt de les Coves del Drac i les Coves dels Hams a una escala 1:5.000, el qual inclou a més d'alguns accidents geogràfics de referència, com ara la línia de costa, construccions rellevants o el traçat de la carretera, i incorpora la localització d'altres coves de la zona. Observant amb cura el dibuix revela la presència d'una cova innominada, de la que fins aleshores no es té altra referència. Cavitat que segons el plànol de Varo es pot situar a uns 60 m a l'oest de les Coves del Drac, amb unes dimensions d'uns 30 x 20 m en planta i que, a més, sembla contenir un llac (Figura 8).

Esperonejats per la incògnita i la il·lusió dels bussejadors de la SEB, que a les Coves del Drac no trobaren continuació en aquesta

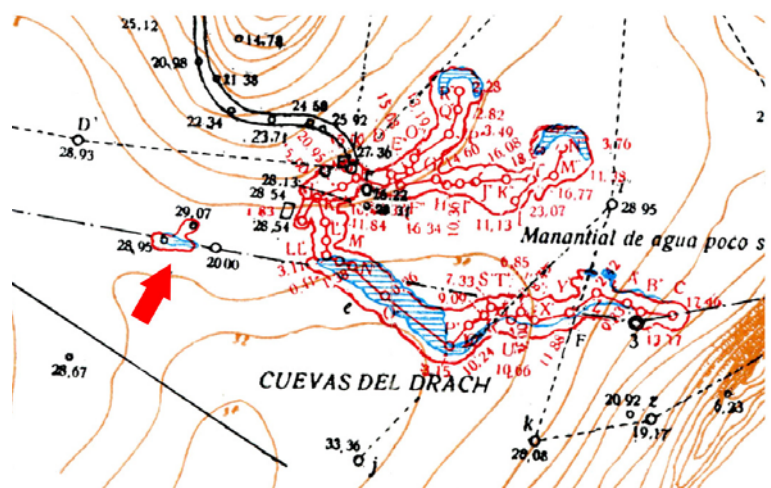


Figura 8: Detall del plànol de R. Varo de 1924 publicat per FAURA Y SANS el 1926, amb la indicació de la cova sense nom. Aquesta cavitat fou l'incitació de les tasques de recerca que acabaren en la localització d'una altra cavitat a les rodalies.

Figure 8: Detail of the survey drawn by R. Varo in 1924 and published by FAURA Y SANS in 1926, in which the arrow indicates the location of the unnamed cave. This cavity encouraged the exploration tasks that allowed the finding of another cave in the surrounding area.



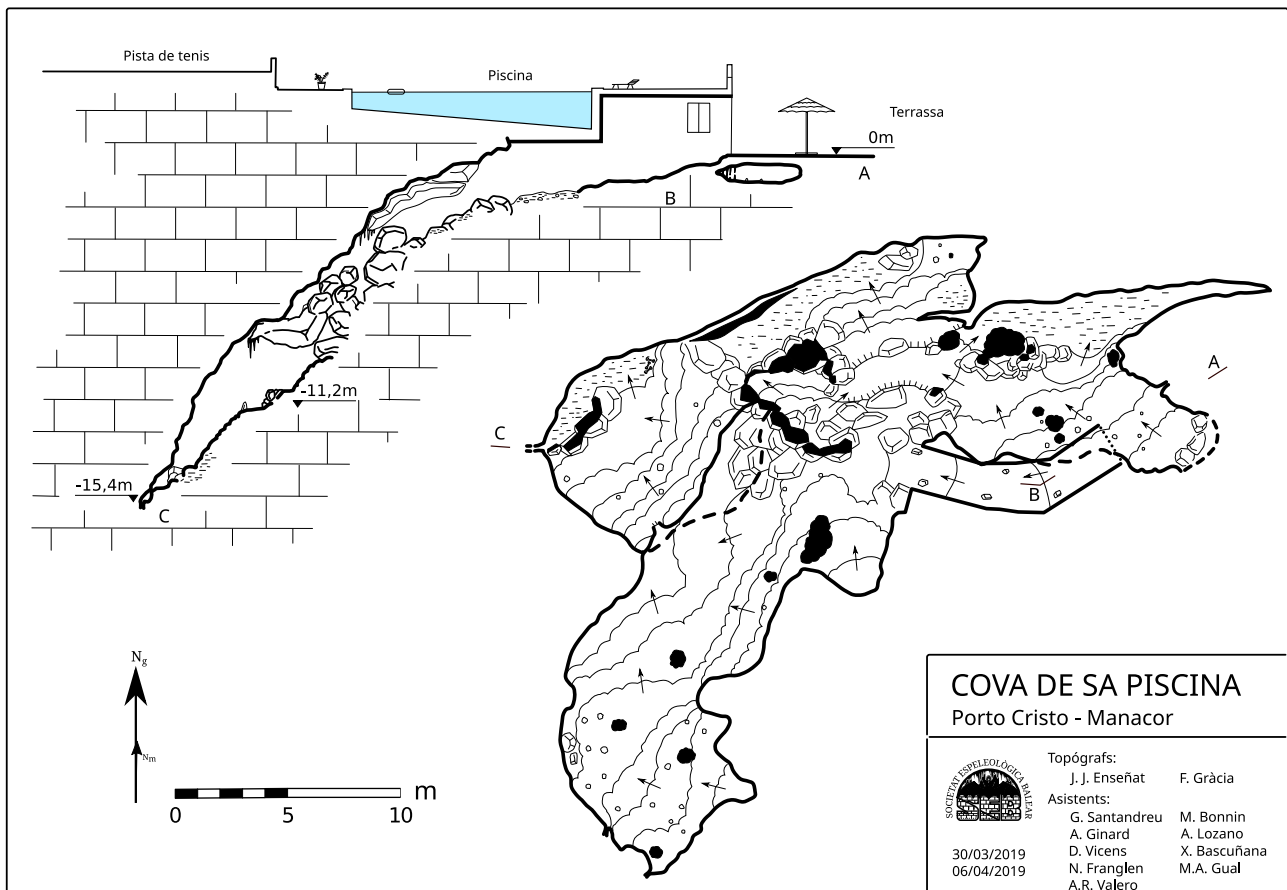


Figura 9: Topografia de la Cova de sa Piscina (Font: Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 9: Topography of the Cova de sa Piscina (Source: Societat Espeleològica Balear).

direcció més enllà de les *galeries del Sultà*, després de traslladar la ubicació estimada als mapes actuals, així com diversos intents de localitzar-la sobre el terreny no edificat, ens arribaren notícies sobre l'existència d'una cova dins del recinte de l'Hotel Porto Playa. Fou gràcies a la inestimable col·laboració i bona disposició de la propietat que va ser possible accedir-hi per primer cop el mes de juliol de 2018. L'exploració es va haver d'interrompre fins al mes d'abril de l'any següent, per tal de no interferir amb l'activitat pròpia de l'establiment.

Hem d'avançar que, malauradament, després de l'exploració realitzada, sens dubte no es tracta de la cova representada per Varo, l'accés a la qual probablement ha desaparegut a causa del creixement urbanístic de Porto Cristo a la segona meitat del segle XX, que ha canviat la fisonomia del terreny completament. De fet, l'actual propietari de l'hotel ens contà que havia tingut notícies d'una cova que s'havia tapat temps enrere, sens tenir coneixement exacte del seu emplaçament.

Donades les circumstàncies, el topònim proposat per aquesta cavitat clarament deriva –com es veurà a continuació– de la seva anecdòtica situació.

### Descripció

Sota la piscina de l'hotel, tancat i ocult a la vista del visitant s'obre un pas reforçat amb formigó, que en lleuger descens condueix a la part alta de la cavitat (Figura 9). La terrassa de l'hotel, on es localitza aquest accés se situa als 25 m sobre el nivell de la mar, segons fonts de la Infraestructura de Dades Espacials de les Illes Balears (<https://ideib.caib.es>).

La zona més propera a l'entrada presenta residus i enderrocs propis de la habilitació del passatge, que es barregen amb blocs despresos de la roca mare. A mesura que s'avança cap a l'interior les formacions litoquímiques fan acte de presència. Podem veure estalactites, estalagmites, columnes, colades i microgours, a més de destacar algun massís estalagmític de certa potència. Alguns dels espeleotemes d'aquesta primera zona estan parcialment recoberts d'argila provinent de capes superiors del sòl, ben segur arrossegada per les infiltracions de la pluja.

Podem diferenciar clarament dos nivells, el primer a uns 6 m i el segon a 15 m de profunditat respecte a l'entrada, amb escassa superposició, seguint un mateix rost descendent. Tot i ser difícil d'apreciar pel recobriment calcari que ha sofert i l'acumulació d'argila arrossegada que ha sedimentat dins les esquerdes, a la planta superior caminem sobre els blocs que a la planta inferior configuren part del sostre (Figura 9). Les estalactites i banderes que s'observen des de la sala de baix no dissimulen allà la naturalesa fragmentada dels blocs encastats.

La profunditat màxima de -15,4 m s'assoleix a un engolidor impracticable de pocs centímetres de diàmetre en aquesta sala inferior, el qual queda segons les nostres estimacions entre 9 i

10 m sobre el nivell freàtic actual, descartant-se així definitivament la possibilitat de que aquesta cova contingui el llac esperat. Pel grau de concrecionament que presenta a l'interior també descartem que un esfondrament o moviment de terra recent hagi cegat l'accés a un altre possible nivell.

A la zona més elevada s'observen sobre la roca mare les impressions i fòssils d'equinoderms i bivalves propis del miocè superior. Mentre que a la part més baixa (Figura 10) la colada parietal parcialment trencada per algun reajustament revela que aquesta, amb un gruix de 2 a 3 cm, se sustenta sobre una bretxa argilosa.

La ubicació i desenvolupament vertical de la cavitat, ens fa sospitar que podria formar part de la mateixa estructura morfofenètica d'esfondrament que la cova representada per Varo. Cavitat que en base a la seva planimetria, estaria a escassa distància en direcció sud-oest, ja que de tenir les dimensions representades a l'esmentat plànol i suposant la presència d'un llac corresponent al nivell freàtic, la inclinació seria similar. No obstant això, l'intent de desobstrucció en aquesta direcció ha resultat infructuós. Les colades parietals d'aquest lateral no deixen lloc a cap tipus de continuïtat en aquest sentit.

## La Cova dels Coloms de Porto Cristo

Utilitzarem el topònim recollit per Martel en 1896 de Cova dels Coloms, afegint «de Porto Cristo» per distingir-la de les altres tres «coves dels coloms» existents al terme de Manacor, la de Cala Anguila (GRÀCIA, 2003), la de Cala Falcó o Cova des Coloms 1 i la de Cala Vargues o Cova dels Coloms 2



Figura 10: Sala inferior de la Cova de sa Piscina (Foto: M.A. Gual).  
Figure 10: Lower chamber of the Cova de sa Piscina (Photo: M.A. Gual).



Figura 11: Cova dels Coloms de Porto Cristo vista des del mar (Foto: J. Nicolau).  
Figure 11: View of Cova dels Coloms de Porto Cristo from the sea (Photo: J. Nicolau).



(TRIAS & MIR, 1977; TRIAS, 1992; GRÀCIA, 2010). Aquesta cova d'accés marí, i gran boca d'entrada, és perfectament visible des del Morro de sa Carabassa i es troba als peus del penya-segat sobre el que s'aixeca la Torre des Port o Torre de Manacor (GONZÁLEZ DE CHAVES, 1986), erigida en el segle XVI (HABSBURG-LOTHRINGEN, 1916) sobre les penyes del Serral dels Falcons.

É.A. Martel la cità i fotografà en l'expedició de 1896, especulant que es podria tractar d'una sortida natural primitiva de les Coves del Drac a la mar, tot i que descarta la comunicació actual (MARTEL, 1896, 1903). L'equip d'Owen Clarke també la visità l'any 1991, sense constatar cap continuació subaquàtica. I encara que sol ésser freqüentada per bussejadors aficionats, no es coneix cap topografia precedent.

**Descripció**

Des de la mar i donada la seva morfologia, es pot suggerir en principi que es tracta d'una cavitat d'abrasió marina, lligada en conseqüència a l'erosió pròpia de la dinàmica litoral (Figura 11). No obstant això, cal precisar que alguns autors (FORNÓS et al., 2018) en descarten la relació d'aquesta cova marina amb l'efecte de l'erosió diferencial sobre un possible col·lapse paleocàrstic preexistent.

Oberta al contacte amb el nivell marí, presenta espais de diversos recorreguts a diferents alçades, que s'endinsen mitjançant l'eixamplament de plans d'estratificació i diàclasi, aprofitant les franges de debilitat del rocam (Figura 12).

La gran balma d'entrada presenta una duna fòssil adherida en el límit sud, similar a la que trobem uns 80 m al nord seguint la línia de costa, a les rodalies del Morro de sa Carabassa. També s'hi localitza una tenassa que recorre tot l'interior de la balma on l'aigua –segons l'estat de la mar–, no la cobreix més de 20 cm, permetent la mobilitat des d'un extrem a l'altre. L'aparència de col·lapse paleocàrstic en la paret sud que dona a la mar no resulta concloent, ja que no s'aprecia de forma clara la deformació corresponent dels estrats en aquesta zona (FORNÓS et al., 2018).

Cap el costat sud-est, a una alçada de 4 m, apareix una obertura d'uns 8 m d'ample per 4 m de fondària i sense continuïtat. Aquesta raconada presenta les formacions litoquímiques més ben conservades del conjunt, amb estalagmites i alguna columna. Fou fotografiada aquesta zona durant l'expedició de Martel de 1896 (Figura 13).

En la part central, al nivell de la mar actual, la cova penetra dins el rocam fins els 26 m respecte a la vertical del volat de

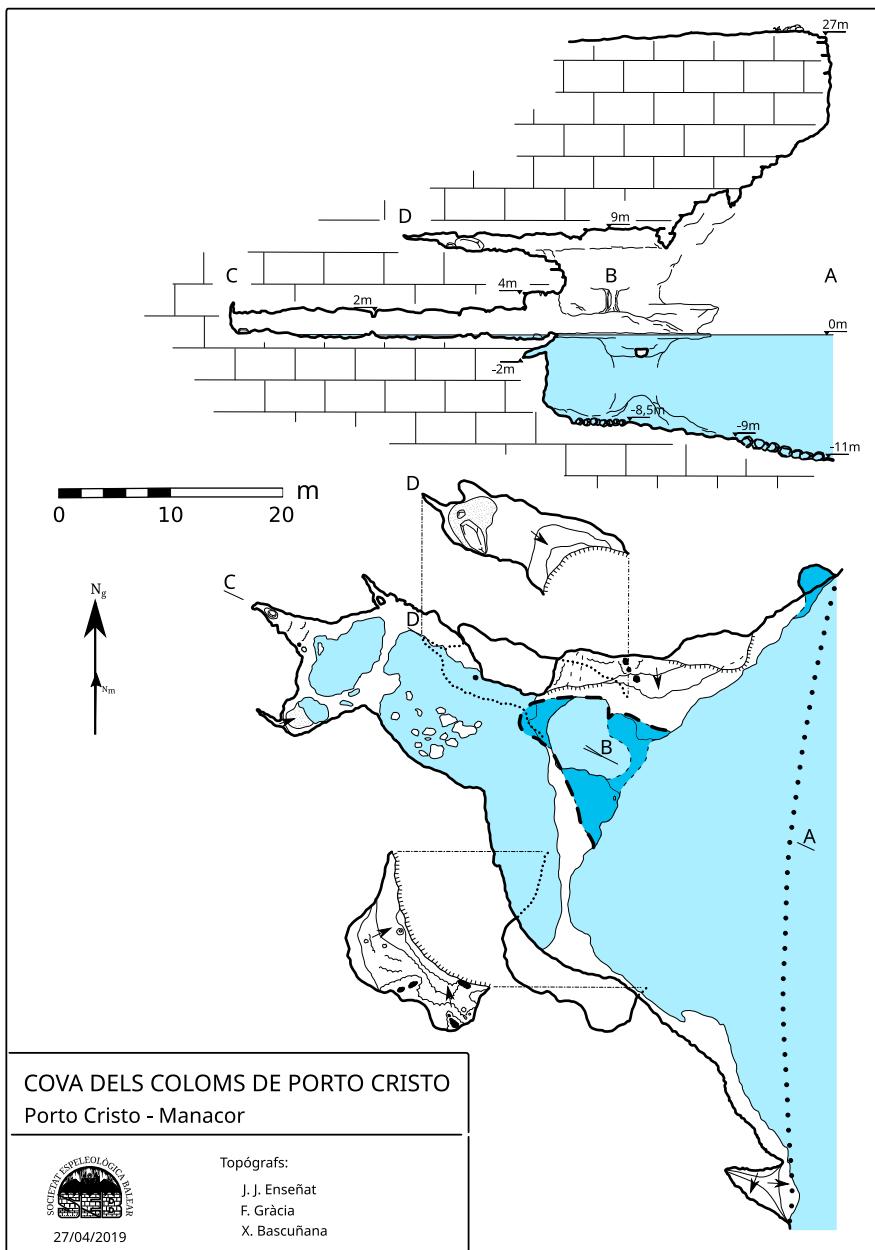


Figura 12: Topografia de la Cova dels Coloms de Porto Cristo (Font: Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 12: Topography of the Cova dels Coloms de Porto Cristo (Source: Societat Espeleològica Balear).

l'entrada, en forma d'una galeria horitzontal rectilínia d'uns 5 m d'amplada i prop dels 2 m d'alçada quasi constant que segueix la direcció de 300°. Al fons, on s'eixampla l'espai, s'intueixen tres ramificacions amb la mateixa orientació que tan sols es perllonguen uns pocs metres. Una marmita de gegant d'un metre de diàmetre se situa al fons de la galeria, mentre que l'acumulació d'arena, amb una granulometria d'entre 2 i 3 mm de diàmetre, caracteritza la ramificació més ampla i protegida situada cap al sud-oest, estant completament absent en la resta de l'indret. És en aquesta zona més arrecerada on apareixen degotissos actius que donen lloc a estalactites i estalagmites. A la paret nord de la galeria també es conserven algunes restes de colada i una columna d'aparença recent, però en general els processos litoquímics són anecdòtics.

Situada a 7 m d'alçada en el costat nord-oest de la balma d'entrada, seguint la mateixa direcció de 300°, una petita galeria s'endinsa fins els 12,5 m. Aquí també hi tenim arena a la part més interior, amb una granulometria fins i tot superior, probablement conservada gràcies a un cocó. No conté decoració litoquímica mostrant-se la roca mare treballada per l'abrasió en un estrat de coloració grisenca diferent al de la galeria inferior. L'accés resulta complicat, trobant-se sobre les restes d'una colada parietal prou polida com per fer l'escalada perillosa (Figura 14).

La cova presenta una fondària sota la mar d'entre -8 i -11 m, amb un fons de còdols i de roca polida per l'abrasió marina. Un escaló de gairebé 8 m de vertical limita amb la part terrestre. La part subaquàtica central, que s'endinsa per davall de la part terrestre, és igualment interessant, destacant una vistosa forma d'abrasió en forma de pont de roca submergit a 1,5 m de profunditat així com varies marmites de gegant a una profunditat de 8 m.

La gran distància que separa aquesta cova, de morfogènesi clarament marina, de les galeries més properes del sector *Subaquàtic de Llevant* de les Coves del Drac i tot l'anteriorment exposat (principalment la direcció discordant del seu desenvolupament i l'absència d'elements morfològics comuns) ens fan descartar tota relació genètica entre ambdues cavitats.



Figura 13: Fotografia, de l'expedició d'É.A. Martel de 1896, del costat sud de l'entrada de la Cova dels Coloms (Font: Bibliothèque nationale de France / gallica.bnf.fr).  
 Figure 13: Photography, taken during the expedition of É.A. Martel in 1896, of the south side of the entrance of Cova dels Coloms (Source: Bibliothèque nationale de France / gallica.bnf.fr).



Figura 14: Cova dels Coloms de Porto Cristo. Aspecte actual del costat nord de l'entrada durant la recent exploració (Foto: J. Nicolau).  
 Figure 14: Current view of the north side of the entrance of Cova dels Coloms de Porto Cristo. Picture taken during a recent exploration (Photo: J. Nicolau).



## Conclusions

De l'exploració de les coves que eren objecte d'aquest treball en podem treure algunes conclusions. Les cavitats a les que fem referència són molt properes a les Coves del Drac, estant situades al Morro de sa Carabassa, delimitat al sud per Cala Murta i al nord pel port de Porto Cristo. Totes comparteixen un mateix context geogràfic amb determinats trets geològics comuns.

Per començar podem afirmar que de les quatre cavitats estudiades només la Cova de Cala Murta, i tal vegada la Cova de s'Enterrossall, presenten indicis d'una morfogènesi que podria estar lligada als mecanismes de reajustament de les voltes que propiciaren l'estat evolutiu actual de les Coves del Drac.

En referència a la cova representada per Varo en el seu plànol de 1924, si es dona per fiable la existència i ubicació d'aquesta cavitat, pensam que hi ha d'haver una relació genètica amb la Cova de sa Piscina. La semblança estructural d'aquesta amb la documentada per Varo, és una clara evidència. Encara continua sense ésser resolta la incògnita d'on se situa realment el seu accés, malgrat que no podem més que intuir que no devia d'estar molt lluny. Les reduïdes dimensions de la cova explorada no revelen indicis clars de formar part d'una de les unitats d'esfondrament que configuren les Coves del Drac, ni descartar aquesta possibilitat, la qual cosa tampoc ens permet establir una relació clara entre aquestes cavitats.

Finalment, la Cova dels Coloms de Porto Cristo, tot i presentar alguns aspectes càrstics a la balma d'entrada i puntualment a l'interior, és una cova d'abrasió marina que no sembla relacionada, com sospità en un primer moment Martel, amb les Coves del Drac. Atribuïm la comprensible confusió simplement a una incorrecta representació de la *sala Louis Armand* en la topografia de 1896, que apareix amb unes dimensions exagerades i una direcció paral·lela a la costa de Cala Murta.

## Agraïments

Mostrem el nostre agraïment a totes les persones que han col·laborat en la exploració i topografia de les coves i a les que ens han ajudat en les tasques de recerca d'informació sobre aquestes: X. Bascuñana, M. Bonnín, B. Gaviño, A. Ginard, M.À. Gual, V. Pla i A.R. Valero.

Especialment a la propietat de l'Hotel Porto Playa per haver-nos permès accedir a la Cova de sa Piscina. I també a Jaume Nicolau, propietari de l'empresa de busseig Skualo, i al seu personal per l'assistència desinteressada que ens va proporcionar durant l'exploració de la Cova dels Coloms.

## Bibliografia

- CLARKE, O. (1991): Diving in Drach. *Descent*, 101: 32-33.
- CLARKE, O. (1992): Diary of cave diving expedition to Drach: 1991. *Journal Cwmbrian Caving Club 1991-1992*, 13-17.
- ENSEÑAT, J.J.; GRÀCIA, F.; GINARD, A.; MASCARÓ, G.; SANTANDREU, G.; FERNÁNDEZ, J.F.; TRIAS, M.; PÉREZ, J.; BOVER, P.; CIRER, A.; PLA, V.; LÁZARO, J.C.; VICENS, D.; ANSALDI, D.; BASCUÑANA, F.X.; CLAMOR, B.; LOZANO, A.; PERELLÓ, M.À.; GUAL, M.À.; VIVES, M.À.; GAVIÑO, B.; GAMUNDÍ, P.; BONNÍN, M.; GRANELL, Á.; BETTON, N.; FRANGLEN, N. & BORNEMANN, D. (2018): Nou plànol topogràfic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 65-76. Palma.
- 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.; GÓMEZ-PUJOL, L. & MAS, G. (2018): L'entorn geogràfic, geomorfològic i geològic de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 49-63. Palma.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F. & FORNÓS, J.J. (2018): L'espeleogènesi de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): evolució dels coneixements i interpretació actual. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 141-163. Palma.
- GONZÁLEZ DE CHAVES, J. (1986): *Fortificaciones costeras de Mallorca*. Colegio Oficial de Arquitectos de Baleares. 403 pàg. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A.; WATKINSON, P & DOT, M.A (2003): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). I: descripció de les cavitats i història de les exploracions. *Endins*, 25: 23-42. Palma.

- GRÀCIA, F.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B.; TRIAS, M.; FORNÓS, J.J.; FEBRER, M. & POCOVÍ, J. (2010): Noves aportacions a l'estudi de les cavitats de Cala Falcó – Cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 34: 141-154. Palma.
- GRÀCIA, F.; MASCARÓ, G.; PÉREZ, J.; FERNÁNDEZ, J.F.; CIRER, A.; LÁZARO, J.C.; ANSALDI, D.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.À.; VIVES, M.À.; GAMUNDÍ, P.; GRANELL, À.; BETTON, N.; BORNEMANN, D. & FRANGLÉN, N. (2018a): Les exploracions subaquàtiques a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 105-116. Palma.
- GRÀCIA, F.; MASCARÓ, G.; PÉREZ, J.; FERNÁNDEZ, J. F.; CIRER, A.; LÁZARO, J.C.; ANSALDI, D.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.À.; VIVES, M.À.; GAMUNDÍ, P.; GRANELL, À.; BETTON, N.; BORNEMANN, D. & FRANGLÉN, N. (2018b): El Drac subaquàtic (coves del Drac, Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 117-139. Palma.
- HABSBURG-LOTHRINGEN, L.S. (1916): *Auslug und Wachttürme Mallorcas*. Praga.
- MARTEL, É.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.
- MARTEL, E.A. (1903): Les cavernes de Majorque (Iles Baléares). *Spelunca, Bull et Mém. Soc. Spéléol.*, 5 (32): 1-32 + 8 làms. fotos + 1 plànol. París.
- SANTANDREU, G; ENSEÑAT, J.J.; GRÀCIA, F; PLA, V.; GINARD, A. & GUAL, M.À. (2018): Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Descripció dels sectors terrestres. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 77-104. Palma.
- TRIAS, M. (1992): Noves dades sobre la Cova des Coloms 1 (Manacor, Mallorca). *Endins*, 17-18: 21-23. Palma.
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet - Cala Varques. *Endins*, 4: 21-42. Palma.
- VENY, C (1968): *Las cuevas sepulcrales del Bronce antiguo de Mallorca*. Bibliotheca Praehistorica Hispana IX, CSIC. Madrid.

