

ES DOLÇ (Colònia de Sant Jordi, ses Salines, Mallorca). CAVITAT LITORAL AMB INFLUÈNCIES HIPOGÈNIQUES EXCAVADA A LES EOLIANITES QUATERNÀRIES I ALS MATERIALS DEL PLIOCÈ

per Francesc GRÀCIA ^{1,2}, Bernat CLAMOR ¹, Pere GAMUNDÍ ¹, Antoni CIRER ¹,
John Freddy FERNÁNDEZ ¹, Joan J. FORNÓS ², Àngel GINÉS ^{2,3}, Joaquín GINÉS ^{2,3},
Maria Jesús URIZ ⁴, Sebastià MUNAR, Damià VICENS ^{2,5}, Antelm GINARD ⁵,
Nicolás BETTON ¹, Miquel Àngel VIVES ¹, Damià JAUME ⁶, Guillem MAS ²,
Miquel Àngel PERELLÓ ¹, Francisca CARDONA i Alida TIMAR-GABOR ⁷

Resum

S'han fet exploracions i estudis per part del Grup Nord de Mallorca al llarg dels anys 2011, 2012 i 2013 que han suposat 90 dies d'immersions. La cavitat, de direcció general SW-NE, compta amb tres esfondraments naturals que permeten accedir al sistema, que posseeix un recorregut de 4.100 m, amb un desnivell que supera els 36 m i una fondària màxima de 27 m. La distància lineal, si se segueix la cova, entre l'entrada més propera a la mar i la part interior més allunyada és de 1.444 m. Pràcticament tota la cova, llevat les entrades, és subaquàtica.

La troballa i documentació de la cavitat suposa donar a conèixer l'existència d'una important formació endocàrstica als materials del Quaternari i del Pliocè. La cova es pot considerar, com una megaforma constituïda per un sistema de cavitats de planta ramiforme, és a dir, una planta divagant a on els plans d'estratificació i les sales d'esfondrament han assolit un paper important en el desenvolupament d'algunes zones de la cavitat. La formació de la cova ha estat una combinació dels factors genètics hipogènics, freàtics litorals i amb fortes influències del drenatge de les aigües subterrànies cap a la mar. La cavitat consta de dos nivells molt diferenciats: per una part, galeries hipogèniques ascendents que constitueixen les zones més fondes de la cavitat, i que s'inicien dins dels materials del Pliocè i, per altra banda, les galeries horitzontals i d'aspecte freàtic, excavades a les eolianites del Quaternari.

Els estudis morfomètrics denoten una disposició consistent en un conjunt de galeries de dimensions relativament amples (>4 m), desenvolupades a unes fondàries bastant constants entre -6 i -12 m. Els passatges de major profunditat estan prou ben representats (gairebé un 25% de la cova discorre entre -14 i -26 m) en relació amb l'existència de conductes ascendents lligats a l'alimentació profunda del sistema de drenatge.

L'absència de morfologies secundàries o de precipitació és, llevat de poques excepcions, un dels trets més distintius de la cavitat, ja que són molt pocs els indrets on hi són presents. Els materials propis de la dinàmica sedimentària de la cavitat consisteixen en nivells arenosos fins, amb grans carbonatats probablement procedents de la desagregació i rentat mecànic de les eolianites de les parets. Els nivells molt llimosos de color vermellós que, a part de minerals de les argiles, incorporen elevades quantitats de quars, correspondrien a elements procedents de la infiltració superficial. Destaquen dipòsits obscurs amb presència d'importants quantitats de ferro i especialment manganès que pot arribar a valors del 40%.

Els centenars de metres més propers a la mar són freqüentats per espècies marines de vertebrats i invertebrats que presenten elevada tolerància a les aigües més dolces. El descobriment més sorprenent i interessant a nivell faunístic ha estat la troballa de nombrosos espècimens del crustaci misidaci *Burrinymis palmeri* que només es coneixia fins ara de la cova des Burrí, cavitat de l'illa de Cabrera.

S'ha recuperat dins la cavitat una àmfora del tipus MGS V, també denominada grecoitàlica arcaica de la variant LWa. La cronologia d'aquest tipus de produccions oscil·laria entre finals del segle IV i inicis del III aC.

¹ Grup Nord de Mallorca.

² Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears.

³ Grup Espeleològic EST.

⁴ Centre d'Estudis Avançats de Blanes.

⁵ Speleo Club Mallorca.

⁶ Institut Mediterrani d'Estudis Avançats IMEDEA (CSIC-UIB).

⁷ Laboratory of Luminescence Dating and Dosimetry, Babes-Bolyai University in Cluj-Napoca

L'abocament de les aigües residuals, provinents de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi, suposa la contaminació de les aigües subterrànies i alhora la destrucció progressiva d'una cavitat excepcional, que drena cap a la mar, amb uns valors patrimonials naturals geològics i biològics de primer ordre.

Abstract

Exploration and scientific research have been done by Grup Nord de Mallorca during the years 2011, 2012 and 2013 representing a total of 90 days of dives. The cave, with a general SW-NE trend, shows three collapse structures that give way to the entrance of the system. With a total length of 4100 m, and 36 m of maximum difference in height, attain a maximum depth of 27 m bsl. The maximum distance measured, along the cave course, between the entrance nearest the sea to the farthest inner part of the cave is 1444 m. Practically all the cave, apart from the entrances, develops underwater.

The finding of this cave and the subsequent documentation of its characteristics disclose the existence of a very important endokarst system carved in Pliocene and Quaternary deposits. The cave can be considered as a megaform constituted by a ramiform system of passages, with a mixed hypogenic and littoral phreatic genesis highly influenced by the groundwater drainage to the sea. The cave system show two clearly differentiated tiers: ascending hypogenic passages that constitute the deepest areas of the cave starting in the Pliocene materials, and the horizontal phreatic galleries formed within the Pleistocene aeolianites.

Morphometric data indicate that passages show relatively wide dimensions (>4 m) being developed at rather constant depths comprised between -6 and -12 m bsl. The deepest passages are quantitatively well represented (near 25% of the cave is located between -14 and -26 m) owing to the existence of the ascending galleries linked to the basal recharge of the system.

An almost absence of speleothems is one of the most distinctive characteristics of the cavity; they have only a scattered presence. The materials related to the sedimentary dynamics in the cave are represented by thin sandy levels composed by carbonate grains probably detached from the aeolianite walls. Silty reddish levels, formed by abundant quartz grains, apart from clay minerals, reveal a clear process of infiltration from the soil. It is especially important the presence of abundant dark Fe and Mn-rich sediments attaining values near 40%.

The passages that are closer to the sea are colonized by vertebrate and invertebrate marine species showing a high degree of tolerance to freshwaters. The more surprising fact has been the discovery of a great number of *Burrimysis palmeri* a misidacean crustacean only known till now from Cova del Burri, a coastal cave from the island of Cabrera.

An archaic Greco italic variant LWa amphora (MGS V) has been recovered into the cavity. Its chronology must be placed between the end of the IV century to the early III century b.C.

Wastewater discharge from the Colònia de Sant Jordi treatment plant implies the groundwater contamination as well as the progressive destruction of an exceptional cave, that can be considered as a first order phenomenon by their biologic and geologic natural heritage values.

Introducció

A la Colònia de Sant Jordi i al terme municipal de ses Salines no es coneixien cavitats d'interès, almenys des del punt de vista espeleomètric (ENCINAS, 1997; ENCINAS, 2006), i en cap cas era d'imaginar que es pogués trobar una cova de les característiques que posseeix es Dolç al seu litoral, a un paisatge de costa baixa i gran abundància de platges. La litologia també es considerava un altre factor negatiu, ja que les eolianites quaternàries i dunes actuals afloren per tot arreu i no eren materials en absolut candidats de contenir formes endocàrstiques dignes de consideració. Al Pliocè i Quaternari de les Balears, només s'hi havien localitzat petites cavitats sense gaire importància (FORNÓS & GELABERT, 2011).

La platja des Dolç, arenal blanc i de gra fi, es troba a 300 metres de la Colònia de Sant Jordi. Veïnats de ses Salines, veïnats de Palma i d'altres localitats properes són els seus usuaris

assidus i habituals, ja que molts d'ells tenen aquí una segona residència, encara que aquest arenal és molt freqüentat pels turistes des de la construcció d'un passeig litoral d'accés.

L'especialista en toponímia Cosme Aguiló, doctor per l'estudi de la toponímia de Santanyí i Ses Salines (AGUILÓ, 2007), ens va assabentar dels topònims dels esfondrats i coves de sa Vall, que van resultar ésser diferents entrades a la mateixa cavitat. Segons Cosme Aguiló (com. pers.), el terme esfondrat com a topònim, es fa servir únicament al terme de ses Salines.

En l'article que es presenta a continuació s'inclou la història de les exploracions efectuades a la cavitat, la descripció del sistema de coves, la seva superposició respecte de la superfície, els condicionants litològics, les característiques hidrològiques de la cova, l'espeleogènesi, les sales d'esfondrament, els espeleotemes, els sediments, la fauna, el material arqueològic trobat, i algunes consideracions respecte de la seva conservació. L'estudi de les morfologies de

dissolució hipogèniques i de la zona de mescla litoral de la cavitat es fa a un altre article (GRÀCIA & FORNÓS, 2014).

Història resumida de les exploracions

La primera notícia que vam tenir de la cavitat, va provenir d'en Miquel Alexandre Dot, amic i antic membre del Grup Nord de Mallorca (GNM), que l'any 2002 ens assabentà que a la platja des Dolç existia una cova submergida amb corrent d'aigua. No li férem gaire cas, i vam atribuir erròniament la seva informació, sense anar-hi tan sols a veure-la, a l'existència d'un bufador típic de la línia de costa.

Ens hem de situar al 2011 per tornar-nos a parlar del tema Antoni Cirer, "Xirino", espeleobussejador del GNM i gran coneixedor del litoral de ses Salines. També ell insistia en que hi havia "cosa de coves" a la Colònia de Sant Jordi. Van passar mesos fins que a la fi va acompanyar a Bernat Clamor, que feu una primera immersió a l'Esfondrat des Dolç (Figura 1). L'estretor de la galeria d'entrada, juntament amb la mala visibilitat i la força del corrent de sortida va fer que necessités diverses immersions per fer-se una primera idea de la importància de la troballa. L'interès era ben evident, es tractava d'explorar i estudiar l'origen d'es Dolç, la surgència que dona nom a la platja per tots coneguda. La fredor de les aigües procedents de l'interior es deixa notar a l'estiu a una distància considerable de la costa.

A mesura que van avançar les exploracions i coneixença de la cova, vam trobar del tot necessari anar a parlar amb en Cosme Aguiló per documentar-nos i respectar els topònims correctes i no crear neotopònims innecessaris i suplantadors. En aquells dies només coneixíem l'Esfondrat des Dolç i un informant ens parlava de l'existència d'un altre esfondrament a l'interior. Damunt la taula de l'estudi d'en Cosme, els mapes, les fotografies aèries i la seva tesi van deixar ben clar la presència d'altres fenòmens endocàrstics a l'interior de la costa, dins la finca de sa Vall. Aquests són, a més a més de l'Esfondrat des Dolç (començat ja a explorar per aquelles dates), la cova de s'Aigua i l'Esfondrat.

S'han fet recerques i exploracions al llarg dels anys 2011, 2012 i 2013, que han suposat 90 dies d'immersions. Les tasques de busseig efectuades sumen un total de 443 hores sota l'aigua dins la cavitat. Si consideram els dies d'immersions i el nombre de bussejadors que

han participat en feines a cada immersió sumen 182 immersions individuals, que representen una mitjana de 2 bussejadors per jornada de feina, encara que molts dies s'han efectuat tasques en solitari i d'altres fins i tot han participat 5 bussejadors repartits per diferents indrets de la cavitat. La mitjana de temps de busseig ha estat de 2,4 hores per immersió, encara que aquestes han oscil·lat normalment entre 1 i 3 hores.

Constitueix la primera cova, allargada dels darrers 20 anys de tasques a cavitats sotaiguades, en què l'equip d'espeleobussejadors del GNM s'ha vist incrementat considerablement. Així, a més a més dels tradicionals espeleobussejadors del GNM, Bernat Clamor, Pere Gamundí i Francesc Gràcia han format part de l'equip de feina: Antoni Cirer, John Freddy Fernández, Miquel Àngel Vives, Miquel Àngel Perelló, Nicolás Betton i Antoni Cifre.

2011 - Bernat Clamor, del GNM, entra per l'Esfondrat des Dolç (Dolç Extern), i explora amb dificultat i en solitari el laminador del Corrent. Al llarg de 10 dies aconsegueix superar passos estrets (Figura 2) i accedir a la galeria del Llop, a la Davallada i superar el pas de les Dents.

2012 - La immersió i desobstrucció al llac molt som de la cova de s'Aigua, permet progressar per la galeria Rectal (Dolç Extern), molt difícil i estreta. El sediment que aixeca el bussejador es arrossegat pel corrent i l'acompanya al llarg de l'avanç, impeding la visibilitat. Després de diversos intents s'enllaça amb les guies que provenen de l'Esfondrat des Dolç. S'exploren els pous Amagats i la galeria del Cràter.

Exploració de l'Esfondrat (Dolç Intern). El petitíssim llac, situat al fons de l'Esfondrat (Figura 3), sembla obstruït per arena i pedres.



Figura 1: Esfondrat des Dolç (Foto GNM).

Figure 1: Collapse known as l'Esfondrat des Dolç (photo GNM).



Figura 2: Pas estret al final del laminador del Corrent (Foto GNM).

Figure 2: Narrow passage at the end of Laminador del Corrent (photo GNM).

Al rost d'entrada es descobreix una àmfora, gairebé enterrada a 3 m sota les aigües. Un pic superat el tap, s'accedeix a la galeria de les Anguiles. Les exploracions se succeeixen i es troba el pou Net i la galeria de l'Enfàs; aquesta darrera pel seu estretor sembla mentida que s'obri després i comunicui amb la voluminosa galeria de les Lloses. La cova creix centenars de metres, es descobreixen les galeries Paral·leles i l'inici de la galeria Nord. La galeria de les Lloses prossegueix amb la sala Blanca (Figura 4), la sala dels Blocs, la sala de l'Estalagmita i la sala de la Bombolla.

En total aquest any s'efectuen 46 dies d'immersions. Els bussos són: Bernat Clamor, Francesc Gràcia, Pere Gamundí, Antoni Cirer, Miquel Àngel Vives, Antoni Cifre i Miquel Àngel Perelló.

2013 - Al Dolç Extern, un pic passat el pas de les Dents i la desviació de cap a la galeria Rectal, s'ascendeix un rost, travessant aigües molt contaminades. Els sediments cobreixen el terra i del sostre penjen filaments orgànics negres originats per les aigües de la depuradora. Posteriorment es torna a davallar, ja dins aigües netes i accedir al pou de Darrera.

A la cova de s'Aigua, a un lateral parcialment obstruït, s'aconsegueix arribar a un sífó que surt a una sala amb aire. Sense llevar-se el regulador de la boca per no respirar de l'aire de l'estança, se sent el remor d'aigua que cau. Segurament és el crui per on s'escola l'aigua de la depuradora. Des de la sala continua la galeria subaquàtica que accedeix a la galeria de les Anguiles (Dolç Intern). Continuen les exploracions de la galeria Nord, amb l'accés al pou Mascarat i la resta de la galeria Nord. A la sala de la Bombolla, zona més allunyada



Figura 3: Petit llac de l'Esfondrat que permet accedir al Dolç Intern (Foto GNM).

Figure 3: Small pool at l'Esfondrat, that gives way to the inner sector known as Dolç Intern (photo GNM).

de l'entrada, es realitza una desobstrucció i s'explora la galeria dels Despreniments, que és el lloc més interior de la cavitat.

Es comptabilitzen aquest any 34 dies d'immersions. Bussos: Bernat Clamor, Francesc Gràcia, Pere Gamundí, Freddy Fernández, Antoni Cirer, Nicolás Betton, Miquel Àngel Vives i Miquel Àngel Perelló.

Descripció de la cavitat

La cavitat posseeix un recorregut de 4.100 m, amb un desnivell que supera els 36 m entre el punt més elevat, l'Esfondrat (+9 m) i el fons de la galeria del Cràter (-27 m). La distància lineal per dins la cavitat, entre l'entrada més propera a la mar, això és l'Esfondrat des Dolç i la part interior més llunyana és de 1.444 m. La direcció general que segueix la cavitat és de 45°, és a dir SW-NE (Figura 7).

Compta amb tres esfondraments naturals que permeten accedir al sistema endocàrstic (l'Esfondrat des Dolç, la cova de s'Aigua i l'Esfondrat) i un altre d'impracticable de petites dimensions (l'Esfondrat des Joncs – neotopònim–).

L'Esfondrat des Dolç dista de la mar només una trentena de metres, i drena l'aigua que transcorre entre blocs caiguts i surt a la bassa des Dolç, la qual forma un entrant de la mar de 45 m de llargària per 25 m d'amplària i poca fondària (0,5 a 1 m), que sembla ésser part de l'antic sistema càrstic, encara que molt afectat per la dinàmica litoral.

La cavitat, a gran trets es pot considerar subdividida en dos per mor del gran esfondrament que suposa la cova de s'Aigua (Figura 5), que l'ha

seccionada en dos segments: es Dolç Extern i es Dolç Intern. Es Dolç Extern suma un recorregut de 1.620 m i es Dolç Intern de 2.480 m. Al Dolç Extern, la distància lineal entre l'Esfondrat des Dolç i la sortida a la cova de s'Aigua és de 529 m. La distància més llunyana al final de la galeria del Cràter és de 630 m. Al Dolç Intern, la distància entre l'Esfondrat i la part més allunyada a l'interior és de 776 m.

La cova es pot considerar, com a una remarcable megaforma endocàrstica, constituïda per un sistema de cavitats d'estructura ramiforme amb una gènesi mixta hipogènica, freàtica litoral i amb fortes influències del drenatge d'aigües subterrànies epigèniques de cap a la mar. La litologia i estructura dels materials pliocens i de les eolianites, sense fracturació clara important, ha fet que la cavitat adopti la típica disposició en planta de caràcter ramiforme. La cavitat consta de dos nivells molt diferenciats: per una part, almenys 11 galeries ascendents hipogèniques importants, que constitueixen les zones més fondes de la cavitat (aquestes s'inicien dins dels materials calcisilícics del Pliocè); i per altra banda les galeries horitzontals i d'aspecte freàtic, excavades a les eolianites del Quaternari.

DOLÇ EXTERN

L'Esfondrat des Dolç

Esfondrament localitzat a una trentena de metres de la mar, envoltat de flora halòfita. Les seves dimensions són d'uns 16 x 12 m i poc més de 2 m de desnivell. Un llac d'una quinzena de metres de longitud, uns 2 m d'amplària i menys d'1 m de fondària permet accedir al Dolç Extern.

Laminador del Corrent

La distància lineal de la galeria és de 131 m, fins a un pas molt estret. Les amplàries van dels 7 als 30 m i les alçàries entre 0,35 i 2,5 m, encara que són molt més freqüents les inferiors a 1 m. Les cotes de fondària del sostre estan compreses entre 3,5 i 6,3 m i del terra entre 4,2 i 7 m.

Galeria del Llop

S'inicia al pas estret i acaba als 482 m de penetració, això suposa 351 m lineals (Figura 6). El recorregut total és de 617 m. A poc més d'una trentena de metres de l'inici de la galeria del Llop es troben les galeries dels Joncs, de 53, 43 i 13 m de longitud respectivament. Les



Figura 4: Sala Blanca (Foto GNM).

Figure 4: Chamber named Sala Blanca (photo GNM).



Figura 5: Llac de la cova de s'Aigua. Aquest esfondrament separa es Dolç Extern d'es Dolç Intern (Foto GNM).

Figure 5: Pool from Cova de s'Aigua. This collapse feature divides the cave in two sectors: es Dolç Intern from es Dolç Extern (photo GNM).

majors dimensions s'assoleixen a la sala del Llop, de 50 x 35 m, de la qual parteixen els pous Amagats. A la sala del Llop l'haloclina es troba normalment entre -6 i -7 m. Les alçades de tota la galeria estan compreses generalment al voltant dels 2 i 3 m fins a la sala i entre 2,5 i 7 m a la pròpia sala. Uns 20 m més endavant, la galeria prossegueix per la Davallada d'uns 50 m de llarg i entre 6 i 11 m d'alçada, que descendeix dels -8 m fins a més de -20 m. Als 425 m es localitza el pas de les Dents, nom inspirat dels penjants que guaiten del sostre. Als 452 m es troben la galeria Rectal, que ascendeix fins a emergir a la cova de s'Aigua i també les galeries del pou de Darrera, que ascendeixen i travessen l'haloclina per posteriorment tornar a descendir. Aquest darrer tram de la galeria del Llop té valors d'alçada molt menors, d'entre 1 a 5 m generalment.

Els valors de fondària del sostres estan compresos generalment entre -4,5 i -6 i el terra entre -6 i -12, menys a la Davallada on s'assoleixen els -9,6 i -17 respectivament.

Pous Amagats

Comencen a partir de la sala del Llop, als 300 m de distància des de l'esfondrat des Dolç, mitjançant un laminador de devers 1 m d'alçada, amb abundant sediment. Una vegada passats poc més de 40 m s'incrementa el volum, i la cavitat es bifurca, de cap al SW, cap al S i també prossegueix per un nivell inferior. La continuació S, té una alçada d'entre 1 i 2 m i cotes de fondària similars a la del laminador, entre -7 i -8 m. Regressant al punt de bifurcació, la mateixa galeria avança en direcció SW fins que ascendeix per un laminador que es troba entre

-2,8 i -3,6 m i connecta amb una voluminosa galeria descendent. La galeria a la part superior, prop del sostre, té -2,5 m i davalla en pendent molt vertical, amb valors d'alçada i amplària que superen els 15 m. A la zona més fonda, que es troba a 400 m de distància de l'entrada de la cova, s'assoleixen els -24 m.

Tornant al creuament, si se segueix la davallada, aquesta es bifurca de seguida. La continuació més occidental, davalla en pendent molt acusat i assoleix els -25 m; és molt interessant la presència de solcs ascendents hipogènics a uns -19 m. L'altra galeria NE, de 62 m de longitud, prossegueix entre valors del sostre d'entre -19 i -20 m i del terra entre -21 i -25 m. En alguns indrets els valors d'amplària superen els 10 m i l'alçada els 6 m. El seu extrem es troba a 415 m de l'inici de la cavitat. El recorregut total dels pous Amagats és de 201 m.

Galeria Rectal

És una angosta galeria de 77 m, que parteix d'una zona molt afectada per la contaminació procedent de la depuradora i emergeix a la cova de s'Aigua.

Pou de Darrera

L'accés es pot fer mitjançant un rost ascendent d'esfondrament, situat a la part final de la galeria del Llop, que travessa l'haloclina i entra dins la capa d'aigües contaminades. Més endavant, la galeria descendeix fins als -20 m i l'aigua torna a estar neta, amb valors d'amplària i alçada que arriben als 13 m. Als 46 m d'inici de la galeria es troba un desviament de 75 m de longitud, que en direcció NW ascendeix fins a una petita cambra aèria després de superar una estretor. El recorregut de tot aquest sector és de 225 m.



Figura 6: Galeria del Llop (Foto GNM).

Figure 6: Passage named Galeria del Llop (photo GNM).

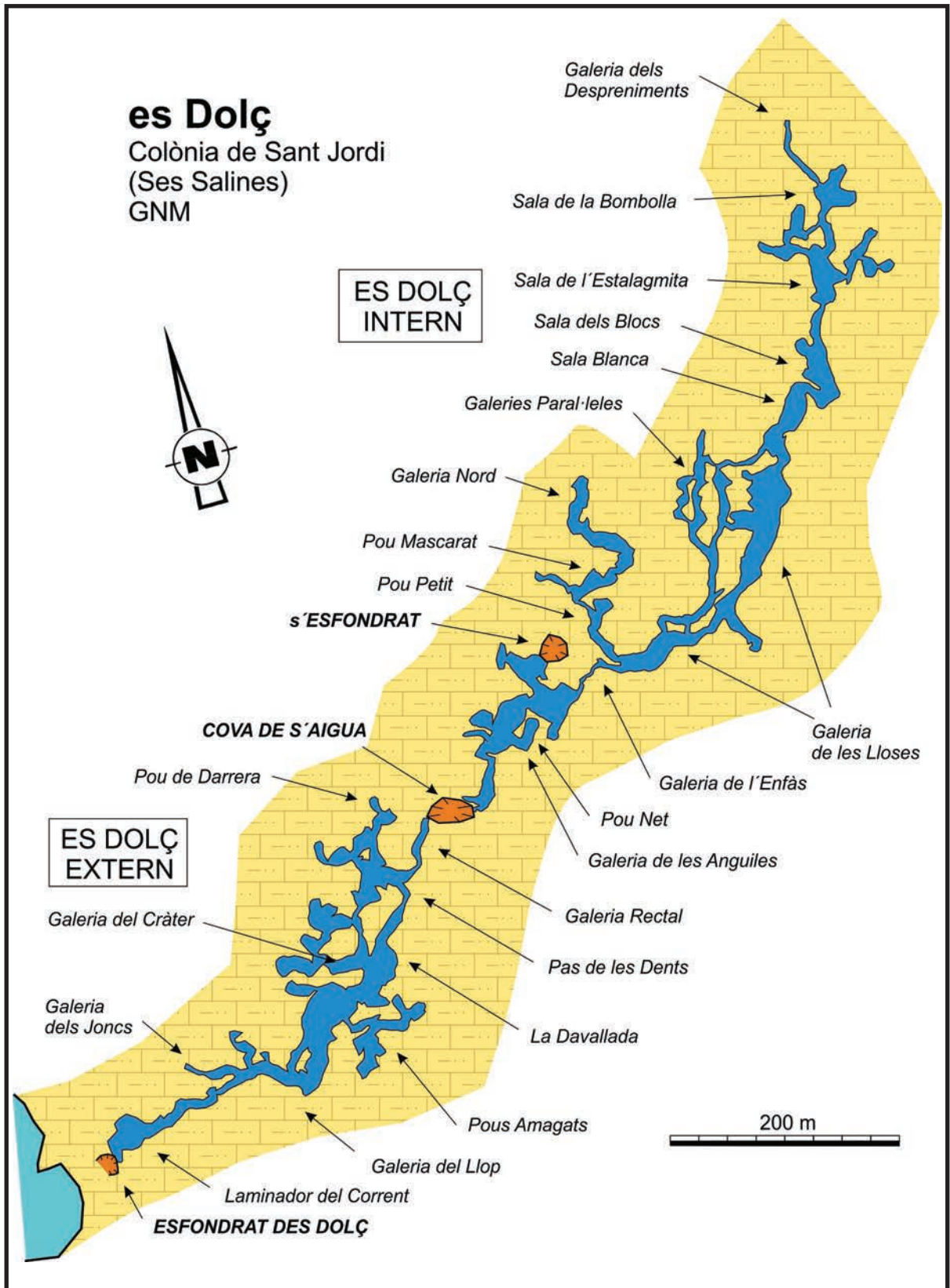


Figura 7: Mapa i toponímia de la cavitat.

Figure 7: Survey of the cave with indication of its toponymy.



Figura 8: Galeria del Cràter (Foto GNM).

Figure 8: Passage known as Galeria del Cràter (photo GNM).

Galeria del Cràter

Comença a la part terminal de la galeria del Llop, amb tendència clarament descendent fins assolir els -21. Una bifurcació separa la galeria principal d'altres que tornen a connectar amb ella més endavant. La galeria comença amb una direcció S, per després tornar cap al NW, i a uns 60 m de superar el creuament es troba el Cràter, lloc realment màgic per les seves característiques úniques. És un indret voluminós amb 19 m d'amplària i gairebé 7 d'alçària. Uns 20 m més endavant s'assoleix un altre creuament que permet a l'E prosseguir una cinquantena de metres, i en direcció NW connectar amb la branca de la cova que es bifurcava al començament de la galeria del Cràter. Bàsicament tot aquest sector sembla provenir d'almenys 4 galeries ascendents hipogèniques fusionades, que formen una xarxa complexa. Contràriament a altres llocs de la cova, les morfologies d'esfondrament no són predominants, ja que es veu bé la roca mare que forma el terra de la cavitat sense recobrir generalment de blocs caiguts. El recorregut total és de 321 m i la distància màxima a l'entrada es troba als 630 m (Figura 8).

COVA DE S'AIGUA

Dolina d'esfondrament que subdivideix es Dolç en dues parts (Dolç Extern i Dolç Intern), amb les quals connecta per entrades oposades (Figura 7). Dista en superfície 412 m en línia recta de l'entrada més propera a la mar, l'Esfondrat des Dolç, i 150 m de l'entrada més interna, l'Esfondrat. Es troba envoltada per dunes fixades per la vegetació i al costat SE les arenes actuals penetren en forma de rost suau. Les dimensions dels eixos de la dolina són de 41 i 28 m, i un desnivell màxim respecte als terrenys circumdants d'uns 5 m. El llac presenta molt poca fondària per la sedimentació de l'arena que per ben poc no tanca el pas a les galeries subaquàtiques del sistema. Els corrents, en ocasions considerables, pensam que han contribuït a mantenir oberts aquests accessos. El llac de més entitat i l'únic visible des de l'exterior és l'ubicat al costat SW, d'uns 15 m de longitud, 4 m d'amplària i entre 0,20 i 0,6 m de fondària, que és el que prossegueix per la galeria Rectal, d'es Dolç Extern. Al costat SE, a només 41 m del llac, s'ubica un pas estret que connecta també amb el nivell freàtic i comunica amb es

Dolç Intern, mitjançant la galeria de les Anguiles. L'aigua de la depuradora s'aboca al costat N de l'esfondrament i penetra dins el sistema afectant especialment aquest llac i impedit el busseig els mesos de major afluència turística. Actualment no és possible entrar per la cova de s'Aigua per anar de cap al Dolç Intern a causa de la contaminació i per aquest motiu la descripció la fem a partir de l'Esfondrat.

DOLÇ INTERN

L'Esfondrat

Encara que es Dolç Intern s'estén a partir de la cova de s'Aigua, l'accés principal i més còmode té lloc per l'Esfondrat, el qual es troba situat damunt d'un petit promontori i molt camuflat per la vegetació. Dista 590 m en línia recta de l'Esfondrat des Dolç i a 753 m de distància per dins la cavitat. L'Esfondrat és l'entrada més interior, de 23 x 15 m, i la que presenta un major desnivell, uns 9 m. Al seu interior es veu molt clarament l'estratificació de les eolianites, més o menys llimoses, fins assolir el nivell freàtic. El llac d'entrada és de dimensions molt reduïdes.

Galeria de les Anguiles

El recorregut de la galeria és de 452 m i la distància lineal màxima que la separa de la cova de s'Aigua és de 186 m. No obstant això, és del tot preferible accedir a aquesta galeria per l'Esfondrat. És un àmbit molt voluminós, amb amplàries d'entre 9 i 21 m i alçàries d'entre 3 i 4 m. La galeria en direcció NW segueix uns 40 m per tancar-se per blocs despresos. En direcció

gairebé S, als 23 m es pot seguir de cap a la cova de s'Aigua o bé de cap a l'interior. Anant en direcció al Dolç Extern, als 100 m de l'inici de l'Esfondrat s'arriba al desviament que permet anar de cap al pou Net o bé prosseguir per dins la galeria en una zona molt contaminada i amb gran profusió d'anguiles. A un centenar de metres més enllà se surt a la cova de s'Aigua, després de sortir a una sala aèria i passar per un pas estret i molt terròs.

Pou Net

S'entra en aquesta galeria per un pas entre blocs molt estret. La distància lineal d'aquesta galeria, que volta del SE al NE és d'uns 40 m, i assoleix en un fort rost els -25 m. L'amplària és d'entre 8 i 12 m i l'alçària arriba als 7 m. El sostre es manté constant al voltant dels -17 i -18 m i el terra entre -20 i -25 m.

Galeria de l'Enfàs

Sembla mentida que una galeria de les minses dimensions d'aquesta connecti amb tot el que hi ha darrera, al Dolç Intern. La galeria, oberta dins les eolianites molt blanques pleistocenes, i el terra amb abundant sediment negre, presenta un recorregut lineal de 65 m, amb una direcció inicialment NE per després voltar a E. Malgrat les reduïdes dimensions presenta tot un bon mostrari de morfologies de corrosió de gran bellesa. El terra es troba sempre al voltant dels -9 i -10 m de forma molt constant. Els valors de les alçàries i de les amplàries són d'entre uns 0,4 i 3 m, encara que els valors més habituals siguin de devers 1 a 1,5 m.

Figura 9: La roca a on s'obri la galeria de les Lloses està formada per eolianites pleistocenes, a on es veu molt bé la laminació (Foto GNM).

Figure 9: The rock where Galeria de les Lloses is carved corresponds to Pleistocene aeolianites which show a sharp lamination (photo GNM).





Figura 10: Pareds molt fosques del pou Mascarat, per estar recobertes de manganès (Foto GNM).

Figure 10: Very dark walls covered by manganese precipitates at Pou Mascarat (photo GNM).

Galeria de les Lloses

Comença al final de la galeria de l'Enfàs, després d'haver recorregut 150 m des de l'Esfondrat i a 818 m des de l'Esfondrat des Dolç i s'allarga 276 m fins que arriba a la sala Blanca, que es troba a 426 m del començament de l'Esfondrat i a 1.094 m des de l'Esfondrat des Dolç. La roca de les parets es clarament d'eolianites pleistocenes, a on es veu molt bé la laminació creuada, amb un color blanc intens, excepte si estan recobertes per sediments foscos (Figura 9). En alguns indrets hi ha llims vermells. Les morfologies de corrosió estan presents arreu. Es presenten algunes colades estalagmítiques males de reconèixer, ja que estan molt dissoltes. L'aspecte més destacat i vistós són les grans lloses caigudes del sostre, que han donat nom a la galeria; algunes superen els 10 m de longitud. El volum de moltes zones de la galeria és considerable, amb amplàries normalment entre 13 i 16 m, encara que poden assolir valors superiors als 20 m. Les alçàries habituals es troben entre 2 i 6 m, amb cotes de fondària del sostre entre -7,5 i -11 m i del terra entre -9,5 i -14,5 m. A les parets s'observa a -11,2 m un nivell horitzontal de manganès negre, per davall, mentre que les eolianites que es troben per damunt mantenen el color blanc. Aquest enfosquiment es deu a una pàtina de pocs mil·límetres que recobreix la roca.

Galeria Nord

El seu recorregut total és de 352 m, amb una distància lineal màxima de 263 m des de l'inici a la galeria de les Lloses fins a l'extrem més distal, que des de l'Esfondrat representen 413 m i 1.081 m des de l'Esfondrat des Dolç. La direcció general és la que porta el seu nom; presenta

inicialment unes dimensions molt poc constants, ja que té llocs amb només 2 m i d'altres amb 12 m d'amplària. Les alçàries del primer tram estan compreses entre 1 i 2 m. Les cotes del terra i sostre són de devers -11 i -9 m respectivament. Als 60 m s'obre el pou Petit, de molt poca entitat. Uns 8 m més endavant, la galeria s'estreny fins a menys de 0,5 m, per després d'una desena de metres, tornar a obrir-se en una sala. El costat més occidental permet seguir una quarantena de metres, mentre que un nivell inferior permet davallar al pou Mascarat (Figura 10), de 20 m de fondària màxima i amb les parets molt fosques per estar recobertes d'una capa de manganès. El pou Mascarat posseeix alçàries d'uns 3 m i amplàries de fins a 10 m, amb cotes del sostre i terra de -16,4 i -19,5 m respectivament. Als 44 m de recorregut torna a ascendir entre blocs, i un pas molt estret accedeix a la continuació de la galeria, entre eolianites molt blanques i de laminació molt marcada (Figura 11). A poc a poc torna a agafar més fondària, fins tornar als -18 m, amb alguns trams laterals més fondos amb la típica estructura de galeria d'esfondrament.

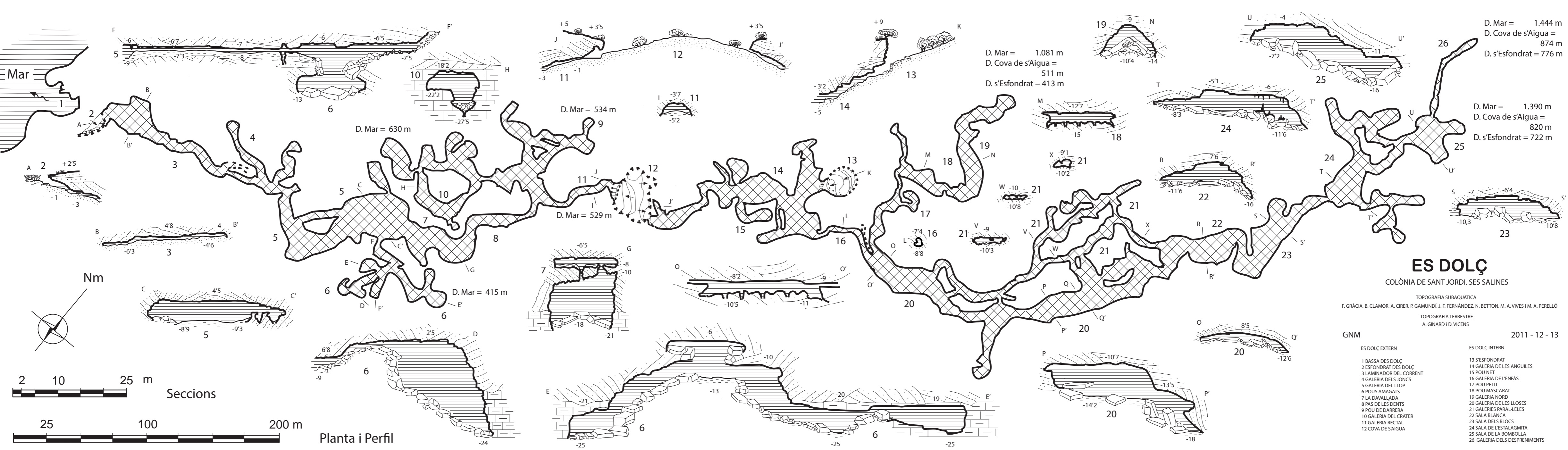
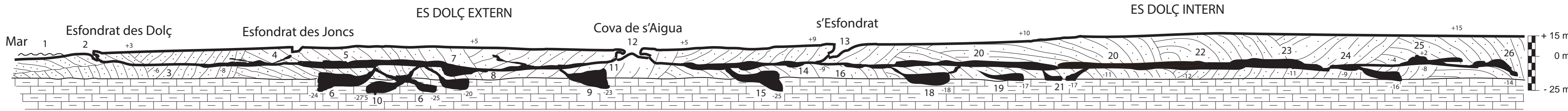
Galeries Paral·leles

S'inicien a partir del segon desviament de la galeria de les Lloses, una vegada superada la galeria Nord, a uns 50 m de sortir de la galeria de l'Enfàs. Fins a 4 galeries perpendiculars a la galeria de les Lloses connecten amb elles. El total de recorregut d'aquesta zona és d'uns 650 m. El recorregut lineal de la galeria principal des del primer desviament fins a la sala Blanca és de 262 m. Els valors d'amplària van dels 3 als 10 m i els d'alçària d'entre 1 i 2 m, llevat dels passos estrets. Les cotes de sostres estan entre



Figura 11: Galeria Nord, amb les eolianites molt blanques i de laminació molt marcada (Foto GNM).

Figure 11: Galeria Nord passage showing the very white aeolianites with their pronounced laminations (photo GNM).



D. Mar = 1.444 m
 D. Cova de s'Aigua = 874 m
 D. s'Esfondrat = 776 m

D. Mar = 1.081 m
 D. Cova de s'Aigua = 511 m
 D. s'Esfondrat = 413 m

D. Mar = 1.390 m
 D. Cova de s'Aigua = 820 m
 D. s'Esfondrat = 722 m

ES DOLÇ

COLÒNIA DE SANT JORDI. SES SALINES

TOPOGRAFIA SUBAQUÀTICA
 F. GRÀCIA, B. CLAMOR, A. CIRER, P. GAMUNDÍ, J. F. FERNÁNDEZ, N. BETTON, M. A. VIVES I M. A. PERELLÓ
 TOPOGRAFIA TERRESTRE
 A. GINARD I D. VICENS
 GNM 2011 - 12 - 13

- | | |
|---|---|
| <p>ES DOLÇ EXTERN</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 BASSA DES DOLÇ 2 ESFONDRA DES DOLÇ 3 LAMINADOR DEL CORRENT 4 GALERIA DELS JONCS 5 GALERIA DEL LLOP 6 POUS AMAGATS 7 LA DAVALLADA 8 PAS DE LES DENTS 9 POU DE DARRERA 10 GALERIA DEL CRÀTER 11 GALERIA RECTAL 12 COVA DE S'AIGUA | <p>ES DOLÇ INTERN</p> <ul style="list-style-type: none"> 13 S'ESFONDRA 14 GALERIA DE LES ANGUILES 15 POU NET 16 GALERIA DE L'ENFAS 17 POU PETIT 18 POU MASCARAT 19 LA DAVALLADA 20 GALERIA DE LES LLOSES 21 GALERIES PARAL·LELES 22 SALA BLANCA 23 SALA DELS BLOCS 24 SALA DE L'ESTALAGMITA 25 SALA DE LA BOMBOLLA 26 GALERIA DELS DESPRENIMENTS |
|---|---|

-8 i -10,5 m i les del terra entre -10 i -12 m; llevat de les galeries més al NW que davallen fins als materials del Pliocè i assoleixen els -17 m i 2 m d'alçària. El primer tram presenta abundants morfologies de corrosió. En alguns llocs puntuals es localitzen petites estalagmites. Els darrers cinquanta metres abans de la connexió amb la sala Blanca, l'haloclina, amb penjants que la travessen, suggereix que els processos corrosius segueixen actius.

Sala Blanca

Des de la galeria de les Lloses s'ha de superar un angost esfondrament de llims vermells per arribar a aquesta sala, de 76 m de longitud, amb amplàries d'entre 10 i 20 m, que juntament amb les alçàries de fins a 5 m li atorguen un bell aspecte voluminós. El terra presenta grans lloses blanques de marès caigudes del sostre. Les cotes del terra estan habitualment entre -10,5 i -12 m i el sostre entre -6 i -10 m. També aquí el tret més característic és la laminació creuada típica de les eolianites; per tota la galeria s'aprecien famílies de tupins i concavitats que han aprofitat la laminació, així com multitud de forats i cilindres a les lloses del terra.

Sala dels Blocs

És la continuació de la sala Blanca que s'ubica als 502 m des de l'Esfondrat i 1.170 m des de l'Esfondrat des Dolç. Es tracta d'una sala de 83 m de distància lineal, que s'inicia amb un volum considerable, d'entre 18 i 27 m d'amplària i uns 5 m d'alçària, per anar minvant considerablement entre 6 i 10 m d'amplària i 1,5

i 3,5 m d'alçària. Les cotes de fondària del terra estan compreses entre -10 i -12 m i el sostre entre -5 i -11 m. L'aspecte més definitori és sense cap dubte la presència de grans blocs irregulars caiguts (Figura 12).

Sala de l'Estalagmita

Parteix als 585 m des de l'Esfondrat i 1.253 m des de l'Esfondrat des Dolç. Consisteix en una sala d'uns 46 m de longitud i entre 17 i 27 m d'amplària, amb alçades de 2 a 6 m. Les cotes del terra estan compreses entre -5 i -11 m i les del sostre entre -2,6 i -7 m. Es localitzen alguns espeleotemes que contrasten amb la pràcticament absència d'aquests precipitats dins la cavitat; entre ells una estalagmita que serveix com a fita inconfusible. La cavitat segueix com una forca, amb tres vies possibles. La situada més al NE consisteix en una sèrie de sales amb gran predominança dels processos d'esfondrament que afecten a eolianites molt blanques. Els altres dos extrems de la forca es connecten entre sí formant un circuit amb un pas considerablement estret. La continuació es troba per entre una haloclina molt marcada.

Sala de la Bombolla

Per poder entrar dins la sala, d'uns 50 m de longitud, més de 30 m d'amplària màxima i alçàries entre 7 i 10 m, s'ha de superar un pas estret ascendent. A l'extrem terminal de la sala s'assoleixen els 722 m des de l'Esfondrat i els 1.390 m des de l'Esfondrat des Dolç. A la part central, el con de blocs despresos ascendeix a l'igual que ho fa el sostre, el qual arriba a una

Figura 12: Sala dels Blocs; l'aspecte més definitori són els grans blocs irregulars caiguts (Foto GNM).

Figure 12: Sala dels Blocs is a chamber characterized by the accumulation of irregular fallen blocks (photo GNM).



petita cúpula aèria, amb arrels que pengen dins l'aigua. Les cotes de fondària del terra més habituals estan compreses entre els -11 i -16 m.

Galeria dels Despreniments

És el tram més allunyat de la cavitat, a on s'assoleixen els 776 m des de l'Esfondrat i 1.444 m des de l'esfondrat des Dolç. Consisteix en una galeria de tendència general N, d'uns 84 m de longitud, que comença un cop passat l'esfondrament de la sala de la Bombolla pel seu costat NW mitjançant una gatera molt angosta. L'amplària de la galeria està compresa entre 2 i 5 m i l'alçària és petita al començament encara que després es va incrementant considerablement.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La cavitat transcorre sota dunes poc consolidades fixades per boscos de pins i savines i abundant vegetació arbustiva, així com també de cultius que semblen poc productius per la naturalesa arenosa del sòl. La proximitat

a la mar i l'horizontalitat són dos dels trets més definitoris del paisatge, ja que uns 10 m és el desnivell màxim que assolix el terreny entre la mar i la superfície a més d'1 km a l'interior (Figura 13).

Una de les característiques de la cavitat més estretament relacionades amb la dinàmica litoral és la presència de la bassa des Dolç, entrant de la mar de 45 m de llargària per 25 m d'amplària i de poca fondària (0,5 a 1 m); la qual seria part de la cavitat, però que el retrocés de la línia de costa i els processos d'esfondrament l'han convertida en una espècie de caló per on drenen les aigües subterrànies de cap a la mar, entre blocs, i que atorguen el nom de Dolç a tota la platja veïna. Constitueix un bon exemple de la formació d'un entrant a la mar d'origen càrstic (GRÀCIA *et al.*, 2011a).

Altres aspectes càrstics que es reflecteixen clarament a la superfície són els esfondraments naturals, anomenats a la contrada esfondrats, que permeten tenir accés a la cavitat (l'Esfondrat des Dolç, la cova de s'Aigua i l'Esfondrat) i un altre d'impracticable de petites dimensions (l'Esfondrat des Joncs –neotopònim–).



Figura 13: Fotografia aèria de la zona de la Colònia de Sant Jordi, amb la planta de la cavitat superposada.

Figure 13: Aerial image from Colònia de Sant Jordi area, with the topographic survey of the cave superposed.

L'Esfondrat des Dolç dista de la mar, o sigui de la bassa des Dolç, només una trentena de metres, i drena l'aigua que transcorre entre blocs caiguts i surt a l'esmentada bassa. La distància que separa en línia recta l'entrada més propera a la mar, (l'Esfondrat des Dolç) de la cova de s'Aigua és de 412 m i aquesta dista 150 m de l'entrada més interna, l'Esfondrat. Aquesta darrera entrada es troba a 590 m en línia recta de l'Esfondrat des Dolç (l'entrada més propera a la mar). La distància en línia recta més llunyana entre els punts més distants de la cavitat és d'uns 1.100 m, amb una direcció SW-NE. El gruix de roca entre la superfície i el sostre de la cova comprèn dels 1,5 m als més de 25 m a les galeries més fondes.

Anàlisi morfomètrica de la cavitat

La morfometria de les coves és un tema crucial a l'hora de intentar sistematitzar les característiques espacials definitòries de diferents cavitats, en base a observacions recolzades sobre dades quantitatives sòlides. Concretament, el tractament estadístic del patró planimètric de les xarxes endocàrstiques, o de la distribució en profunditat dels buits penetrables, poden ser abordats amb relativa facilitat a partir de topografies espeleològiques, sempre que aquestes siguin de qualitat suficient. En aquest sentit, les topografies de les coves són unes eines adequades per tal d'analitzar l'estructura tridimensional de les xarxes subterrànies.

La investigació morfomètrica de les coves mallorquines és un camp molt poc treballat a data d'avui. De fet, tan sols la publicació de GINÉS *et al.* (2013) s'ha ocupat de l'anàlisi morfomètrica detallada d'una cova de la regió càrstica del Migjorn, en particular de la cova Genovesa (Manacor). Així mateix, cal esmentar també l'estudi geoespeleològic de la cova des Pas de Vallgornera, a Lluçmajor (GINÉS *et al.*, 2014), on s'aporten informacions quantitatives sobre les orientacions de les seves galeries i la seva estreta relació amb l'estructuració tectònica de l'àrea. El recent descobriment i exploració de la xarxa espeleològica d'es Dolç ens ha animat a prosseguir aquesta línia d'investigació, de cara a anar obtenint més dades estadístiques sobre les característiques de les cavitats desenvolupades en els materials postorogènics que afloren a l'illa de Mallorca.

METODOLOGIA UTILITZADA

La metodologia general aplicada en aquest apartat fou establerta a l'esmentat treball de GINÉS *et al.* (2013). Tant en aquella ocasió, com en aquest cas, l'anàlisi s'ha centrat en l'avaluació estadística de dos paràmetres espacials molt concrets: per una part la determinació de la dimensió de les amplades de les galeries i sales de la cova i, per altra banda, la quantificació de la distribució en vertical (o sigui, la fondària) del desenvolupament dels buits que componen la cavitat.

Ambdues aproximacions estadístiques s'han beneficiat del fet que la presa de dades topogràfiques ha estat introduïda i calculada amb el software VisualTopo. Aquest programa permet l'exportació de plantes i alçats a format DXF, utilitat que s'ha emprat per obtenir representacions planimètriques i perfils longitudinals a escala, que puguin ser tractats amb una aplicació CAD (Computer-Aided Design). Els arxius DXF, exportats des de VisualTopo, han estat doncs convertits a format DGN mitjançant l'aplicació MicroStation v8, utilitzant les potents eines de dibuix i mesura d'aquest software per a la quantificació dels paràmetres objecte d'estudi.

En el cas de l'anàlisi estadística de les amplades de la cavitat, s'han determinat i mesurat les amplàries a intervals més o manco regulars d'aproximadament 5 m. Les mesures de les amplades han estat preses de forma perpendicular a la trajectòria lineal de les diferents poligonals planimètriques realitzades. D'aquesta manera s'obté una quantificació acurada i, sobretot, significativa de les dimensions en planta dels buits que conformen la cavitat. La distribució de freqüències dels valors de les amplades potencialment mostrarà una forma particular per a cada cova, en funció de les característiques del seu patró planimètric; aquesta distribució ens informarà sobre les dimensions d'amplada que presenten més pes estadístic en el conjunt de la cova, aspecte condicionat per particularitats tals com la presència o absència de grans sales o l'abundància relativa de conductes de mida petita.

Pel que fa a l'anàlisi de la fondària a la qual es desenvolupa la cavitat, l'estadística dirigida a quantificar la distribució vertical dels buits ha estat efectuada a partir dels alçats o perfils desplecats, de totes les galeries i sales incloses a la topografia. Sobre la base dels diferents alçats provinents del software topogràfic –i després d'exagerar de manera controlada la dimensió

vertical, per tal de facilitar la feina— s’ha procedit a mesurar la longitud de cova desenvolupada a una determinada profunditat, efectuant aquestes mesures a intervals regulars de 2 m de fondària. És fàcil comprendre que, amb aquesta tècnica, les galeries i sales de grans alçades estaran quantificades diverses vegades segons el ventall de profunditats que abracen els perfils, mentre que les galeries d’alçada inferior a 2 m hauran estat comptabilitzades tan sols una vegada.

Tant en un cas (amplades de les galeries) com en l’altre (profunditat on es desenvolupa la cova) els resultats s’han expressat com a percentatges del conjunt de la cavitat.

ANÀLISI ESTADÍSTICA DE LES AMPLADES

La distribució de freqüències obtinguda a partir de 754 amplàries mesurades a intervals regulars (aprox. 5 m) apareix recollida a la Figura 14. En aquesta gràfica s’observa el poc pes percentual que tenen els passatges de reduïdes dimensions (<2 m d’amplada: 3,6%), així com la relativa abundància de galeries de dimensions mitjanes corresponents a l’interval 2-4 m (15,5%). La distribució de freqüències mostra el valor modal a l’interval 6-8 m d’amplada (17,1%), valor que va minvant progressivament fins l’interval 18-20 m. Les mesures amb amplades superiors als 20 m són escasses, degut a la inexistència de grans sales.

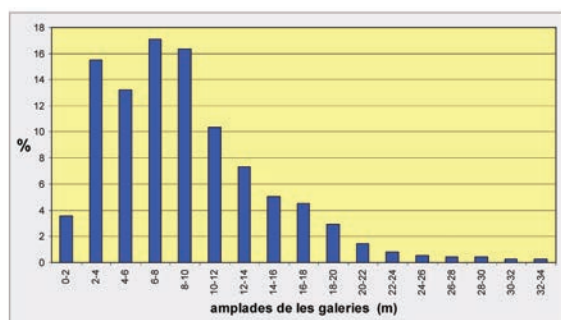


Figura 14: Distribució de freqüències de les amplades de les galeries d’es Dolç.

Figura 14: Frequency distribution of cave passage widths from Es Dolç.

Bastant il·lustrativa és la representació inclosa en la Figura 15. Aquest gràfic ens mostra la distribució de les amplades, però agrupades en 3 intervals corresponents respectivament a: conductes i/o espais de dimensions petites o modestes (<4 m), galeries amples (4-12 m) i galeries molt amples i/o sales petites (>12 m).

En la figura es pot constatar que més del 80% de les galeries tenen una amplada superior als 4 m, amb gairebé un 24% de passatges que superen els 12 m. Aquestes dades ens defineixen una cavitat constituïda per galeries de mides mitjanes i fins i tot realment amples, però sense notables eixamplaments corresponents a grans sales d’esfondrament, fet aquest observable en canvi en la quantificació efectuada en el seu moment a la cova Genovesa (GINÉS *et al.*, 2013).

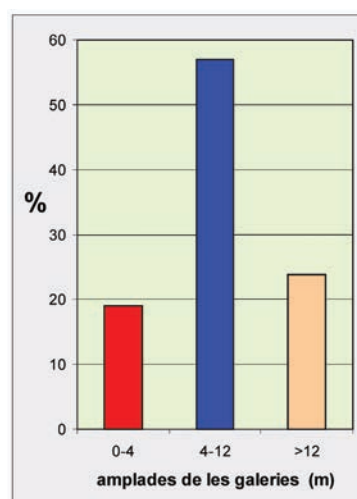


Figura 15: Distribució de freqüències de les amplades de les galeries d’es Dolç agrupades en tres intervals significatius.

Figura 15: Frequency distribution of cave passage widths from Es Dolç, grouped in three major significant intervals.

ANÀLISI ESTADÍSTICA DE LES PROFUNDITATS

A la Figura 16 s’observa la distribució de freqüències de les profunditats a les quals es localitzen les galeries de la cova, amb un valor modal situat a -8 m de fondària sota el nivell de la mar (22,6% del desenvolupament de la cavitat). Cal remarcar que un percentatge similar, però una mica més baix (22,1%), correspon a la fondària de -10 m; així, prop del 45% de la cova se situa entre els -8 i -10 m de profunditat, i més d’un 67% de les seves galeries es desenvolupen a profunditats entre -6 i -12 m.

Els valors percentuals de les galeries situades a altres fondàries, menors o majors, són bastant baixos i representen d’una banda els passatges que des de l’exterior donen accés a les galeries principals (8% de galeries desenvolupades entre +2 i -4 m) i, d’altra banda, les ramificacions amb fort declivi descendent de possible origen hipogènic (GRÀCIA & FORNÓS, 2014) que arriben a les fondàries màximes de la cova (24,7% de passatges situats entre -14 i -26 m). Dins aquest segon grup, destaca l’increment relatiu de les galeries situades en torn dels -20 m de fondària, corresponent a determinats passatges relacionats amb la recàrrega basal

del sistema hidrològic. Encara així, els principals horitzons espeleogenètics se situarien entre els -8 i -10 m de fondària.

La distribució de freqüències obtinguda en aquesta localitat és marcadament unimodal, cosa que no passava en l'anàlisi morfomètrica de la cova Genovesa, al qual s'ha fet referència amb anterioritat (GINÉS *et al.*, 2013). En total s'han mesurat les fondàries de 6.106 m de passatges, xifra que supera el desenvolupament total d'es Dolç degut a que les galeries de major alçada poden estar comptabilitzades en dos o més intervals de profunditat.

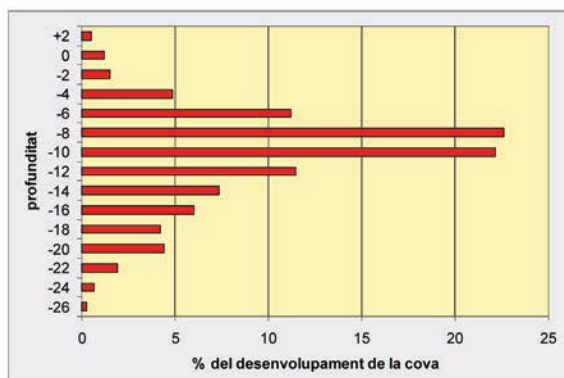


Figura 16: Distribució de freqüències corresponent al desenvolupament vertical d'es Dolç. Longitud dels passatges de la cova quantificats a intervals de 2 m de fondària.

Figura 16: Frequency distribution of the vertical development from Es Dolç (Ses Salines). Length of passages in the cave are quantified at depth intervals of 2 m.

VALORACIÓ DELS RESULTATS

Els resultats obtinguts en es Dolç són prou simples, reflectint una disposició consistent en un conjunt de galeries de dimensions relativament amples (>4 m), desenvolupades a unes fondàries bastant constants entre -6 i -12 m. Els passatges de major profunditat estan prou ben representats (gairebé un 25% de la cova discorre entre -14 i -26 m) en relació amb l'existència de conductes ascendents lligats a l'alimentació profunda del sistema de drenatge.

Analtzades en detall, les gràfiques de les Figures 14 i 16 mostren una major simplicitat que les calculades en el seu dia per a la cova Genovesa (GINÉS *et al.*, 2013), fet que palesa la notable diferència existent pel que fa al patró tridimensional d'ambdues localitats. Aquesta major simplicitat de les anàlisis estadístiques d'es Dolç, no fa sinó reflectir en aquest cas la menor

rellevància de les grans sales d'esfondrament, que distorsionen les característiques en planta i en alçat de la major part de les cavitats del Migjorn (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2003, 2006, 2010, 2011b).

Encara que és molt prest per fer generalitzacions en base a aquestes dades morfomètriques –que de moment es limiten a dues cavitats del Migjorn de Mallorca– les perspectives d'aquesta línia de treball són encoratjadores. És evident que les peculiaritats planimètriques i volumètriques de les cavitats produeixen trets morfomètrics ben diferenciats, que de ben segur poden ser sistematitzats amb l'extensió d'aquestes metodologies a l'estudi de moltes més cavitats del Llevant i Sud de l'illa.

Els condicionants litològics

La seqüència estratigràfica, perfectament visible dins de la cavitat, aporta una valuosa font d'informació a manca d'afloraments exteriors. Es Dolç es desenvolupa bàsicament en el contacte entre dues unitats estratigràfiques força diferenciades i que condicionen de forma clara els trets morfològics de la cova (FORNÓS *et al.*, 2013). Per una banda, els materials calcarenítics litorals del Pliocè mitjà-superior a la base i, per l'altra, els formats per eolianites amb paleosòls, que correspondrien ja al Pleistocè. El Pliocè presenta una seqüència regressiva que aniria des d'un ambient marí litoral format per calcisiltites bioturbades, passant per un ambient de platja més restringit i poc enèrgic tipus albufera (calcarenites amb intercalacions de nivells margosos). La unitat evoluciona en la vertical a calcarenites vermelloses-ocres (eolianites) força cimentades, corresponents segurament al Pliocè per passar després a eolianites del Pleistocè, sense que es vegi clarament la transició. Les eolianites mostren una clara estratificació plano-paralela. Amb més detall, a partir de l'article de FORNÓS *et al.* (2013) es distingeix la següent seqüència:

a) A una fondària situada entre els -19 i -22,5 m per davall del nivell marí, es troben calcisiltites del Pliocè amb uns 4,5 m de potència. La reconstrucció paleoambiental correspon a un ambient marí molt litoral de salinitat propera a la normal. Presenten forta bioturbació per l'activitat de crustacis i contenen fragments de motlles de petits gasteròpodes i bivalves, pues d'equinoïdeus, ostràcodes (*Cyprideis torosa*, cf. *Aurila* sp. i altres indeterminats), foraminífers



Figura 17: Calcarenites entre els -18 i -19 m, formades per una capa dura amb motlles de bivalves de la família Cardiidae. Pous Amagats (Foto GNM).

Figure 17: Between -18 and -19 m a hard level of calcarenites showing bivalve casts of the Cardiidae family crop out at Pous Amagats (photo GNM).

bentolitorals (*Ammonia* sp., *Cibicides* sp., Miliòlids) i crustacis (fragments de quelípodes de crancs).

b) Entre els -18 i -19 m ens trobem calcarenites amb petits nivells de margues, pròpies d'un ambient més restringit i poc enèrgic (augment de la presència de *Cyprideis* i *Ammonia*) tipus albufera. Estan formades per una capa dura de motlles de bivalves de la família Cardiidae (*Cerastoderma* sp., *Acanthocardia* sp.) i contenen motlles de gasteròpodes, família Hydrobiidae, i força abundància de l'ostràcode *C. torosa* i del foraminífer bentolitoral *Ammonia beccarii* (Figures 17 i 18).

c) Arenes eòliques i paleosòls (entre +2 i +9,8 i -18 m, amb una potència compresa entre 20 i 27,8 m) que correspondrien ja a un ambient d'acumulacions de platja alta i retoc eòlic. Aquestes eolianites que formen la major part de la cavitat han estat datades, mitjançant mètodes de cronologia absoluta, a la cota de -9 m com del Pleistocè inferior. Tanmateix pensam que a més fondària i abans dels -18 m les eolianites poden pertànyer al Pliocè. Presenten laminació centimètrica i contenen foraminífers bentolitorals fortament recristal·litzats, difícils de determinar; entre d'altres *Ammonia* sp., *Cibicides* sp., Miliòlids molt fragmentats i també fragments de pues d'equinoïdeus molt recristal·litzades.

S'interpreten aquests nivells com a dipòsits formats en moments d'acumulació eòlica d'arena bioclàstica procedent de la zona costanera, que formaria dunes parabòliques alternants amb etapes, probablement més humides i càlides, que permetrien el desenvolupament de sòls edàfics. Part dels dipòsits eòlics estan separats per cossos lenticulars de poca potència, que corresponen a materials llimosos vermells característics de desenvolupaments de tipus edàfic.

La fauna localitzada als llims vermells inclou caragols terrestres de l'espècie *Rumina decollata* var. *maxima* i cf. *Iberellus*. L'espècie *R. decollata*, de significació càlida, és un tàxon present als nivells del Pleistocè inferior de les Illes Balears. Segons CUERDA (1975) va desaparèixer totalment de les illes després de la glaciació Mindel i no estava comprovada la seva existència al Pleistocè mitjà. VICENS i PONS (2011) posaven en dubte la seva presència al Pleistocè superior de Mallorca, ja que només s'havia trobat un únic exemplar a cala Pudent a una platja eutirreniana (MIS 5e), emperò recentment se n'ha trobat un altre exemplar a una platja eutirreniana de cala Murada, la qual cosa manifesta que probablement aquesta espècie vivia al darrer interglacial a Mallorca (VICENS *et al.*, 2012). A dipòsits més recents del Pleistocè superior mallorquí, malgrat les recerques de VICENS i PONS (2007), no s'ha trobat. Actualment viu a les Illes Balears i és una introducció holocena a conseqüència de l'arribada de l'home a les illes. Tanmateix, *Rumina*



Figura 18: Galeries hipogèniques ascendents que s'obren dins els materials pliocens, que en aquesta cota d'entre -18 i -19 m correspondrien a un ambient restringit i poc enèrgic tipus albufera. Pous Amagats (Foto GNM).

Figure 18: Ascending hypogene galleries located -18 to -19 m deep in the Pliocene materials, which are related to a low-energy and restricted environment. Pous Amagats (photo GNM).

decollata var. *maxima* és un taxon bioindicador del Pleistocè inferior de les Illes Balears i molt probablement és tractat d'una altra espècie.

A més a més, encara que tan sols present a l'Esfondrat, just a l'entrada a la galeria de les Anguiles, i sense haver estat localitzat a altres indrets amb cotes similars, s'observa:

Calcarenita amb microcòdols i còdols plans (3 m de potència, entre els -3 al sostre i -4,5 a -6 m al terra, per davall del nivell freàtic). Correspondria a un ambient molt litoral bioturbat i parcialment retreballat amb cert nivell d'energia (microcòdols i còdols plans), corresponent a una nova transgressió marina. Aquests dipòsits contenen motlles de bivalves, família Cardiidae (*Acanthocardia* sp., cf. *Cerastoderma* sp.), fragments d'ostrèids (*Ostrea* sp.), motlles de petits gasteròpodes (cf. Hydrobiidae), l'ostràcode *C. torosa* (de forma monoespecífica i molt abundant), foraminífers bentolitorals (*A. beccarii* molt abundants, rars *Elphidium crispum*, *Cibicides* sp. i Miliolids). Podria correspondre a sediments d'una antiga albufera.

També convé fer constar que a la bassa des Dolç afloren llims rogencs cimentats dels Pleistocè superior, adossats als materials del Pleistocè mitjà (FORNÓS *et al.*, 2013). Aquests materials del Pleistocè superior contenen *Iberellus companyonii* i *Tudorella ferruginea*, taxons freqüents als dipòsits d'aquesta edat (CUERDA, 1975).

Per les rodalies de la bassa des Dolç no s'han observat jaciments amb fauna marina del Pleistocè superior. El jaciment més proper és es Delfí, localitzat a uns 300 m a l'E de la bassa, on es poden observar materials dels Pleistocè superior discordants sobre els del Pleistocè mitjà. El materials del Pleistocè superior estan per sobre d'una superfície d'abrasió i constituïts a la base per unes arenades de platja cimentades amb fòssils marins, presumiblement del MIS 5a, d'un metre de potència. Per damunt de la platja fòssil hi ha una eolianita (FORNÓS *et al.*, 2013).

Datació per luminescència de les eolianites quaternàries

Una mostra d'eolianita (D5), recollida a la galeria de l'Enfàs (Dolç Interior) a -9 m de fondària sota el nivell marí, va ser enviada al Luminescence Dating Laboratory de la Universitat Babeş-Bolyai de Cluj-Napoca, a Romania, per a la seva datació mitjançant tècniques de OSL (Optically Stimulated Luminescence). S'han realitzat

mesures de luminescència mitjançant un lector automatitzat Risø TL/OSL-DA-20 reader, així com lectures dels senyals de la luminescència emesa detectats per un fotomultiplicador Hoya U-340 amb filtre UV. Els resultats preliminars, i que es tenen que prendre amb precaució, indicarien una edat entre 742 ± 81 ka ($4-11 \mu\text{m Q}$) i 1169 ± 134 ka, que ens situaria les eolianites a finals del Pleistocè inferior.

Característiques hidrològiques de la cavitat

La cavitat actua, com molt bé indica el seu nom, drenant les aigües de cap a la mar amb un corrent considerable després de pluges importants. La força de l'aigua arriba a esser gran, dificulta en gran mesura l'avanç de cap a l'interior de l'espeleòleg subaquàtic i dispara el consum d'aire per l'esforç d'aletejar contra corrent. Per contra, en sortir, l'impuls de l'aigua de l'eixida provoca que en ocasions s'hagi de frenar l'avanç per no pegar contra les roques. El consum d'aire en aquest cas és molt reduït. Aquest comportament és molt més intens al Dolç Extern, encara que també és apreciable al Dolç Intern; en ambdós casos aquesta situació es dona a les zones de menys fondària, ja que a les galeries hipogèniques ascendents no s'aprecien aquests corrents. Un cas semblant a Mallorca es produeix a la cova des Coll, a la costa de Portocolom (GRÀCIA *et al.*, 2005), també als sectors de la cova més propers a la mar.

Les dades de salinitat, temperatura i fondària s'han mesurat mitjançant l'aparell CTD-Diver (Schlumberger) transportat per un bussejador

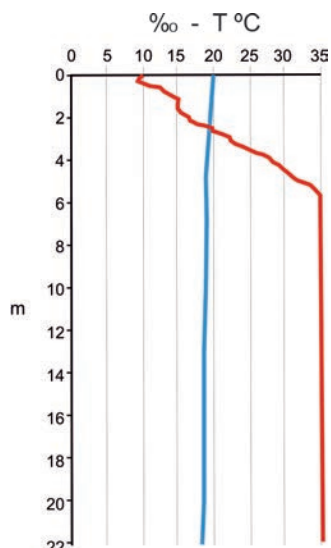


Figura 19: Perfil hídic d'es Dolç entre 0 i -22 m, que mostra l'estratificació en dues capes de salinitat diferent.

Figure 19: Salinity profile from es Dolç between 0 and -22 m, showing a clear stratification with two levels of different salinity.

fins als llocs a on s'han pres els paràmetres. Les mesures corresponen al dia 17-II-2012. Les aigües freàtiques d'es Dolç presenten des del punt de vista hidrològic un perfil estratificat, amb dues capes de salinitat diferent (Figura 19). La primera capa té uns valors d'increment gairebé constant des de 9 ‰ en superfície fins assolir a l'haloclina valors similars als de l'aigua de la mar, això és de 35‰. La cota a on es troba l'haloclina pot variar molt en funció de l'època de l'any entre els -6 i -11 m de fondària. És ben apreciable en alguns llocs com la massa d'aigua superior, més dolça, es desplaça a major velocitat de cap a la mar, per damunt de la massa d'aigua de major salinitat.

La temperatura de l'aigua es manté pràcticament constant al llarg de tot el perfil mesurat, anant al voltant dels 19°C, exceptuant a la superfície dels llacs, on es fa notar la temperatura exterior i per aquest motiu pot tenir valors més elevats a l'estiu i més freds a l'hivern, quan s'han assolit els 13°C.

Espeleogènesi

La cavitat la podem classificar com a cova litoral amb influències hipogèniques, d'acord amb la sistematització formulada a GINÉS & GINÉS (2011) a partir de l'exemple paradigmàtic constituït per la cova des Pas de Vallgornera, al municipi de Lluçmajor (vegeu GINÉS *et al.*, 2009, 2014). Així, seria un sistema de cavitats ramiformes generat per l'actuació de diferents mecanismes espeleogenètics: els processos de dissolució lligats a la zona de mescla litoral,



Figura 20: Esfondraments a la galeria de les Lloses, que presenten la singularitat de que la caiguda de les eolianites ocasiona la presència de grans lloses (Foto GNM).

Figure 20: Breakdown deposits at Galeria de les Lloses showing the characteristic large slabs blocks of aeolianites (photo GNM).

una recàrrega superficial d'origen meteòric, que fa que la cavitat actui com a conducte de drenatge ben actiu de les aigües subterrànies, i la participació d'una alimentació hídrica de caràcter hipogènic –sensu KLIMCHOUK (2007)– associada als fenòmens geotermals recentment documentats al sud de Mallorca (LÓPEZ & MATEOS, 2006; LÓPEZ *et al.*, 2004). Aquest darrer mecanisme genètic, l'hipogènic, pensam que ha tingut un paper considerable (GRÀCIA & FORNÓS, 2014), a causa de l'edat relativament recent dels materials on s'obri la cavitat, especialment les eolianites pleistocenes. Els importants volums de buit presents a la cova fan mal de creure que es puguin generar en un temps tan breu, sense la participació de fenòmens de dissolució molt actius i dinàmics. Tanmateix estam parlant d'una cavitat excavada al llarg del Quaternari. El procés d'evolució de la cova, a l'igual que succeeix a la resta de cavitats litorals, està molt influenciat per les oscil·lacions glacioeustàtiques, ja que l'alternança d'episodis d'inundació i assecament reiterats dels buits comporten la major o menor sustentació dels sostres i per tant la facilitat d'esfondraments. En aquesta cavitat, a diferència de molts d'altres del litoral del Migjorn i Llevant, les acumulacions de material caigut no es troben recoberts ni cimentats per colades i massissos estalagmítics.

Les sales d'esfondrament

La presència de grans blocs i lloses caigudes pels processos de reajustament per assolir l'equilibri mecànic de sostres i parets, constitueix una de les característiques més definitòries d'es Dolç (Figura 20) i ha contribuït a originar caòtiques sales d'esfondrament o collapse chambers (GINÉS, 2000), encara que de dimensions més aviat modestes si les comparam amb altres cavitats clàssiques del Migjorn de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2011b). Les eolianites i materials vermells llimosos quaternaris per on es desenvolupa la cavitat encara afavoreixen més aquests processos, degut a la menor resistència de la roca en comparació amb les calcàries mesozoiques de les serralades o als materials miocènics de les plataformes tabulars del Migjorn i Llevant. Les pròpies entrades al sistema càrstic no són més que esfondraments parcialment reomplerts d'arenes actuals.

La connexió del nivell d'eolianites, on es desenvolupa la major part de la cavitat, amb les

galeries hipogèniques ascendents es fa també per un rost de materials caiguts en major o menor pendent. La galeria de les Lloses, com bé descriu el seu nom, està molt afectada per importants caigudes de lloses, a l'igual que la galeria Nord després del pou Mascarat, que ascendeix a través d'un gran esfondrament. La sala Blanca, la sala dels Blocs, la sala de l'Estalagmita i la sala de la Bombolla no són més que la continuació de la mateixa galeria de les Lloses, amb pujades i baixades en funció de la intensitat dels processos de reajustament.

La superació d'aquests esfondraments ha permès continuar la coneixença d'aquesta formació endocàrstica. Així, per franquejar la galeria de l'Enfàs, per anar més enllà del pou Mascarat, pujar a la sala Blanca, a la sala de la Bombolla o per accedir a la galeria dels Despreniments, s'han sobrepassat passos estrets entre grans blocs caiguts i pedres, en alguns casos gairebé obstruïts. La galeria dels Despreniments, la més interna, i altres de laterals, acaben en forma d'esfondraments inaccessibles, per la qual cosa és molt probable que aquests mateixos esllavissaments ens impedeixen poder anar més enllà.

Els espeleotemes

La seva absència és, llevat de poques excepcions, un dels trets més distintius de la cavitat, ja que són molts pocs els indrets on hi són presents. Només constitueixen una característica definitòria els pocs, però bells i localitzats, de la sala de l'Estalagmita al Dolç Intern. Encara que no se'n trobin gairebé enlloc d'es Dolç, no és motiu per pensar que en altres èpoques no hi fossin més presents. De fet, hi ha restes de colades estalagmítiques parietals molt descalcificades i destruïdes per la corrosió a diferents localitzacions, com és la galeria de les Lloses (Figura 21). També s'han trobat espeleotemes petits, especialment estalagmites i restes de colades a algunes de les galeries Paral·leles, quasi sempre de colors foscos. A les mateixes galeries s'aprecia com han crescut els exigus recobriments parietals i zenitals a partir de la laminació de les eolianites. Al pou Mascarat s'observen algunes estalactites negres. Tot això recorda al que ocorre a la cova des Coll, a on la corrosió ha fet desaparèixer els espeleotemes i només queden algunes minses evidències de la seva existència.

Els sediments

Els que recobreixen les entrades estan dominats pel que es poden considerar fàcies d'entrada. Per una banda, a les zones relacionades amb la proximitat cap al medi marí, al laminador del Corrent, hi són abundants les acumulacions d'arenas fines-mitjanes de composició principalment bioclàstica (amb mineralogia predominant calcítica), fortament laminades i amb abundants restes de fibres vegetals (restes de rizomes de *Posidonia oceanica*), que li poden arribar a donar uns valors en matèria orgànica superiors al 20%. Per altra banda, i relacionades amb els col·lapses més interns, com són la cova de s'Aigua i l'Esfondrat, tindriem les acumulacions d'arenas fines a molt fines, molt ben classificades i bioclàstiques (amb composició carbonatada calcítica, però amb elevats percentatges d'aragonita), també fortament laminades, amb intercalacions de capes mil·limètriques de matèria orgànica procedents probablement de la activitat eòlica externa.

Els materials propis de la dinàmica sedimentària de la cavitat consisteixen en nivells arenosos fins, amb grans carbonatats probablement procedents del rentat mecànic i de



Figura 21: Restes de colades estalagmítiques parietals molt descalcificades i destruïdes per la corrosió, a la galeria de les Lloses (Foto GNM).

Figure 21: Flowstone remains strongly affected by corrosion processes at Galeria de les Lloses (photo GNM).



Figura 22: Recuperació de l'àmfora grecoitàlica arcaica a l'Esfondrat (Foto GNM).

Figure 22: Recovery of the archaic grecoitalian amphora at l'Esfondrat (photo GNM).

la desagregació de les eolianites que formen les parets i sòtil de la cova. Els nivells molt llimosos de color vermellós, que a part de minerals de les argiles incorporen elevades quantitats de quars, correspondrien a elements procedents de la infiltració des de la superfície.

Un fet característic de la cavitat són les importants acumulacions de dipòsits obscurs formats per materials fins (llims i argiles), on hi dominen els fil·losilicats com a elements mineralògics principals; també hi ha quars i la composició carbonatada és força variable. L'anàlisi química d'aquests nivells indica la presència d'importants quantitats de ferro i especialment manganès, que pot arribar a valors del 40%. Aquests sediments es troben al Dolç Intern a la galeria de l'Enfàs, al pou Petit, al pou Mascarat i zones de la galeria Nord, així com a bastants de trams de la galeria de les Lloses, llevat de les zones finals. Al Dolç Extern, als pous Amagats i zones de la galeria del Cràter. Puntualment són visibles alguns cons d'acumulació de cristalls de calcita flotant. Per altra part és freqüent a les parets la presència de nivells amb recobriments testimonials de llims vermells formats per fil·losilicats i elements silícics probablement associats a la introducció de materials fins en moments d'avingudes importants.

També, a segons quines àrees d'es Dolç Extern (galeria del Llop, pas de les Dents, inici de la galeria del Cràter i accés al pou de Darrera) i Dolç Intern (galeria de les Anguiles), hi ha sediments clarament associats amb la presència exterior d'una depuradora que aboca les seves aigües residuals al seu interior, fet que ocasiona una important acumulació de matèria orgànica.

Estudi de l'àmfora grecoitàlica arcaica recuperada

L'àmfora es va localitzar al rost subaquàtic que hi ha a l'entrada de l'Esfondrat, a una cota d'uns 3 m de fondària. La peça, que estava gairebé enterrada per davall del sediment, va aparèixer completament aïllada, tan sols s'identificaren alguns fragments molt petits de ceràmica d'època moderna/contemporània escampats per les proximitats. La troballa va comunicar-se al Departament de Patrimoni del Consell de Mallorca i a la família March, propietària dels terrenys on s'ubica la cavitat. A més a més, es va proposar als tècnics l'extracció immediata de la peça per l'elevat risc d'espoli, però també per un perill seriós de trencament, ja que els espeleobussejadors travessen el passatge de cap a la galeria de les Anguiles i des d'allà a tot es Dolç Intern. Com a mesura preventiva, abans de la recuperació definitiva de l'àmfora, no quedà altre remei que canviar-la provisionalment de lloc i posar-la a un indret apartat del trànsit dels bussos.

Les condicions estables de l'ambient han ajudat a preservar l'àmfora. La peça va aparèixer en aigües amb uns valors de salinitat d'entre 15 i 25‰, encara enfora dels valors de l'aigua del mar (aproximadament 35‰). La temperatura de l'aigua és manté pràcticament constant al llarg de tot el perfil mesurat (en torn als 19°C). No obstant això, la ubicació de la peça en aigües de salinitat elevada recomanava un dessalat progressiu en condicions controlades.

L'extracció del recipient de terrissa es va realitzar de manera manual, ja que la utilització d'un globus era completament inviable per les dimensions tan reduïdes de l'entrada. Aquesta operació es va dur a terme per dos espeleobussejadors sota la supervisió de dos arqueòlegs (Figura 22). Una vegada extreta a la superfície es va embolicar amb tovalloles banyades amb aigua per mantenir-la humida. El trasllat es va realitzar a l'interior d'una caixa rígida de plàstic per protegir-la dels cops i els canvis extrems de temperatura i llum. Una vegada al laboratori es va netejar amb un raspall suau i es va introduir en una pica de grans dimensions amb aigua destil·lada. Actualment s'està realitzant el procés de dessalat de la peça, que consisteix en mantenir-la submergida durant un període aproximat d'un any, canviant de manera periòdica l'aigua per reduir el nivell de sals. Al finalitzar el procés de dessalat s'haurà d'eixugar-la de forma lenta i progressiva.

L'estat de conservació general de la peça és bo. A primera vista no s'observen fissures ni cruïes importants. El pivot està trencat i no s'ha conservat. També hi ha una lleugera degradació de la vora i s'observen alguns cops a la superfície exterior de la panxa. Morfològicament és una àmfora baixa, amb el cos panxut i forma de baldufa (Figura 23). Vora triangular allargada amb forma de bec d'ànec. La pasta és de color ocre-rostat a la superfície externa i vermella a l'interior. Desgreixant bastant depurat amb abundants partícules negres i blanques, que tal volta podria indicar-nos la seva procedència itàlica. Absència de resina a l'interior. Les dimensions mètriques de la peça són les següents: altura total conservada 56 cm (uns 60 amb el pivot), 41 cm de diàmetre màxim de la panxa, 12,4 cm d'altura del coll (per la seva cara externa, des de l'arrencament inferior de la vora al punt d'inflexió que ve marcat per l'inici de l'espatlla), 25 cm de diàmetre de la boca i 20 graus d'inclinació de la vora (de la cara superior del llavi en relació a la línia d'orientació de la peça).

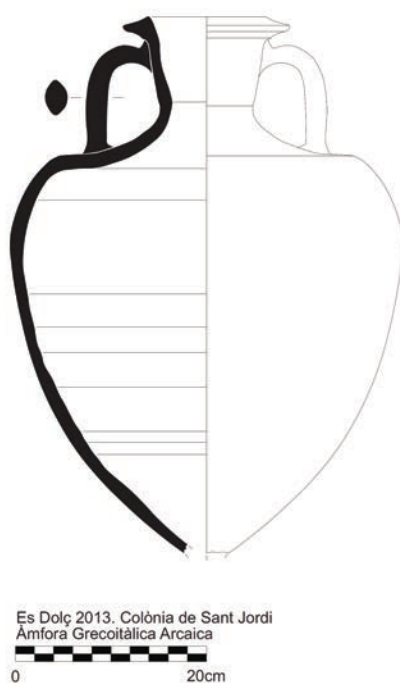
La peça recuperada al Dolç, concretament a l'Esfondrat, forma part d'un grup bastant ampli d'àmfores magnogregues (MGS) que estan datades entre el segle V i el segle II aC (VAN DER MERSCH, 1994). Els principals centres de producció estaven situats a les colònies hel·lenes de Sicília i el sud de la península d'Itàlia. Les variants més modernes d'àmfores

MGS del segle IV-II aC (MGS IV, MGS V i MGS VI), marquen la transició entre dos períodes històrics i culturals diferents, per aquesta raó, s'encavalquen amb les àmfores grecoitàliques arcaïques. El terme grecoitàlic fou creat pel professor Fernand Benoit per designar una sèrie de variants amfòriques del segle IV al II aC, amb una mateixa tendència evolutiva a partir dels prototipus orientals (BENOIT, 1957). Elizabeth L. Will va sistematitzar-les en cinc grups, depenent del grau d'evolució de la peça (WILL, 1982). Tot i les reticències d'alguns investigadors (MANACORDA, 1986; EMPEREUR & HESNARD, 1987; BATS, 1986), aquest treball ha constituït durant molt de temps l'únic marc de treball de referència. Les àmfores grecoitàliques més antigues, que equivaldrien als tipus IV, V i VI de les MGS de Van der Mersch, destaquen per la seva tendència ovoïdal amb els llavis alçats (LW a-c). A partir del segle III aC s'observa una evolució cap a recipients de majors dimensions amb el coll i el cos més estilitzats i amb el llavi més alt (LW d-e). El resultat de la progressiva transformació són les primeres àmfores pròpiament romanes del tipus Dressel I. Aquestes produccions passaren a convertir-se en els recipients amfòrics de vi més característiques de la Mediterrània a l'època tardorepublicana (segles II-I aC).

L'àmfora d'es Dolç equivaldria al tipus MGS V (VAN DER MERSCH, 1994), també

Figura 23: Àmfora del tipus MGS V, també denominada grecoitàlica arcaïca de la variant LWa. La cronologia d'aquest tipus de produccions oscil·laria entre finals del segle IV i inicis del III aC.

Figure 23: Type MGS V amphora, also referred as LWa variant of the archaic grecoitalian typologies. The chronology of this kind of productions ranges from the end of IV century to the early III century b.C.



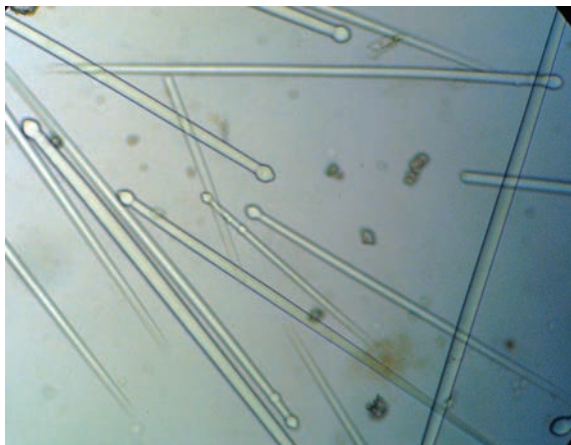


Figura 24: Tilostils grossos i petits amb inflaments secundaris de *Suberites carnosus incrustans* deguts a una alta concentració de silici a l'ambient.

Figure 24: Large and small tilostils with secondary enlargements of *Suberites carnosus incrustans* due to the high Si concentration in the environment.

denominada grecoitàlica arcaica de la variant LWa (WILL, 1982). La cronologia d'aquest tipus de produccions oscil·laria entre finals del segle IV i inicis del III aC (ASENSIO & MARTÍN, 1998). És molt abundant i difosa per tot el Mediterrani. Els centres de producció són molt abundants, per aquesta raó, és difícil identificar la seva procedència concreta. Generalment es considera que les àmfores grecoitàliques antigues s'utilitzaven per transportar vi. Tot i així, en el cas particular de l'àmfora d'es Dolç, és probable que la peça fos reutilitzada per portar aigua. Per ventura, el pivot es va rompre accidentalment durant l'aiguada i fou abandonada a l'entrada de la cova.

Existeixen alguns paral·lels d'àmfores MGS localitzades a la costa oriental de la Península Ibèrica, i més concretament a les Illes Balears (ASENSIO, 2008; ASENSIO & MARTÍN, 1998). S'han documentat algunes variants antigues del tipus MGS I i MGS II al vaixell grec de Cala Sant Vicenç (NIETO & SANTOS, 2009). També cal destacar el carregament d'àmfores gregues recuperades al vaixell del Sec, entre les quals hi havia recipients del tipus MGS IV (ARRIBAS *et al.*, 1987). Pel que fa a les àmfores MGS tardanes o àmfores grecoitàliques arcaiques, com la que s'ha pogut identificar al Dolç, hem de destacar un carregament bastant homogeni format per 16 exemplars procedents del derelict del Bon Capó (Ametlla de Mar, Tarragona) (ASENSIO & MARTÍN, 1998). Al museu de la Punta d'Arenys de Mar, també hi ha un exemplar amb les mateixes característiques formals,

que fou rescatada per un pescador a un punt indeterminat de la costa de Mataró a una fondària d'uns 750 m (ASENSIO & MARTÍN, 1998). A les Illes Balears també van trobar-se dos exemplars complets d'àmfores grecoitàliques arcaiques al derelict de Cabrera II, juntament amb un important conjunt de materials púnics (CERDÀ, 2000; ASENSIO, 2008).

Part faunística

FAUNA MARINA

Invertebrats no artròpodes

La zona més propera a la mar (Dolç Extern) presenta zones molt influenciades per la mar, com són l'Esfondrat des Dolç, el laminador del Corrent i la galeria del Llop. Espècies marines, però que els hi agrada freqüentar les zones més properes a la mar de les cavitats són habituals al Dolç. Així, dues esponges de la família Suberitidae es troben a la cova.

Suberites carnosus incrustans Topsent 1900 és una esponja d'uns 4 x 4 cm de diàmetre, de color blanc en alcohol i groc en viu. Incrustant de fins a 0,5 cm de gruix. La superfície és uniforme, microhispida a la lupa, i reté quelcom de fang fi. La consistència és compacta i es fracciona al ser doblegada. L'òscul és petit i visible (ca. 1 mm de diàmetre) i sobresurt en forma de cònuls de la superfície. Sense ectosoma separable, ja que està travessat per multitud de puntes dels tilostils ectosòmics. Les espícules: tilostils de 220-850 x 4,4-15,4 µm de mida. Rectes o molt poc corbats, una mica fusiformes, amb el cap ben marcat, arrodonit o quelcom trilobulat i el coll una mica més estret que la tija (Figura 24). Vesícula axial conspícua formada per petits grànuls. La disposició esquelètica: tilostils amb la base avall i la punta cap a munt, formant feixos paral·lels, amb els petits situats pròxims a la perifèria. Feixos d'espícules desordenats a la part basal de l'esponja. La seva distribució coneguda és de les costes meridionals de l'Atlàntic Nord i Mediterrània occidental. Viu en fons rocosos a partir d'una certa fondària (cap als 30 m) fins als 300 m, encara que en condicions particulars es pot trobar des de 5 m. Suporta bé la sedimentació. Es coneixen tres formes de creixement, globular pedunculada (*S. carnosus carnosus*), ramosa (*S. carnosus remous*) i formant incrustacions o recobriments sobre el substrat (*S. carnosus incrustans*). La forma incrustant es troba amb freqüència en coves litorals. A es Dolç penetra

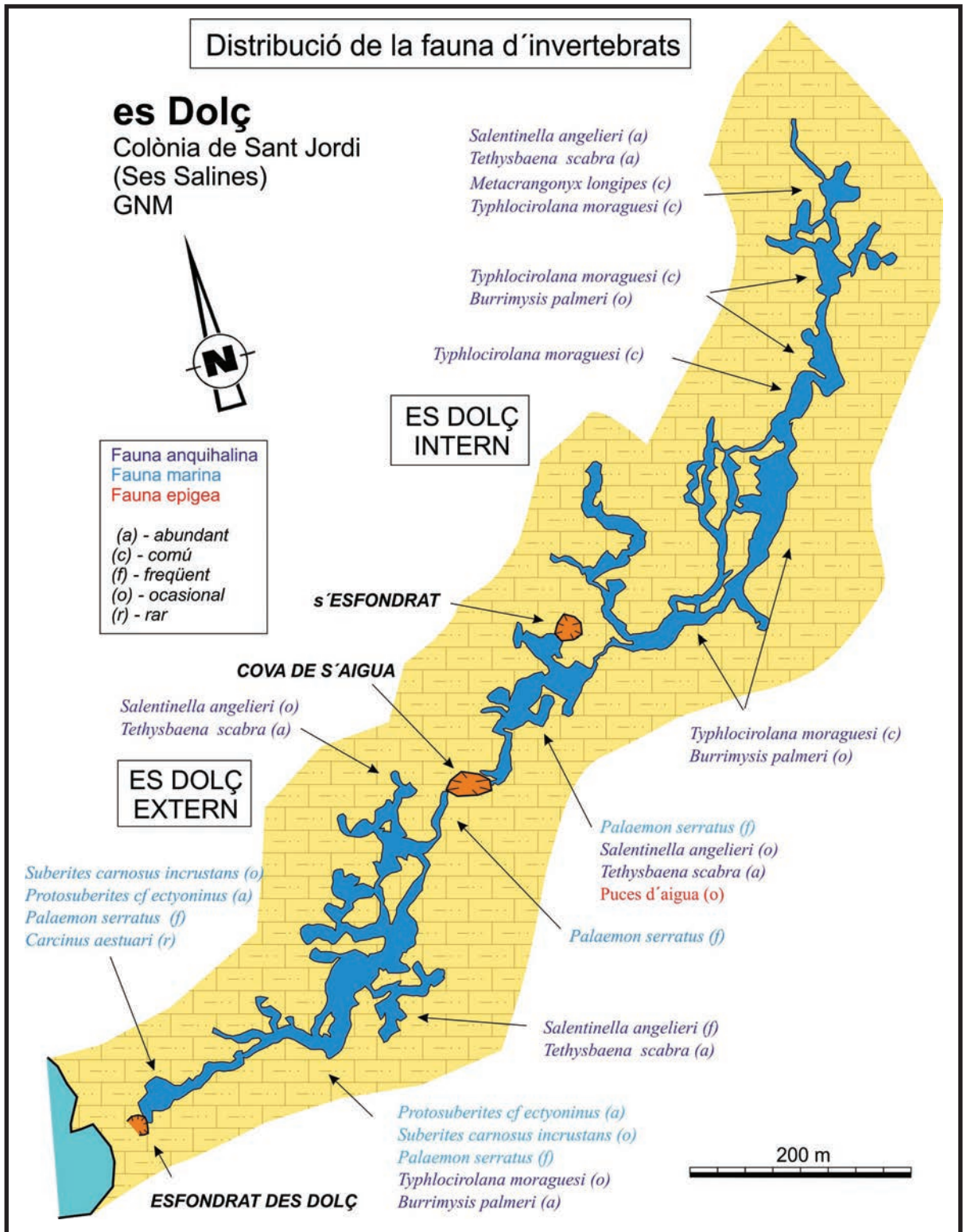


Figura 25: Distribució dels invertebrats.

Figure 25: Invertebrate fauna distribution.

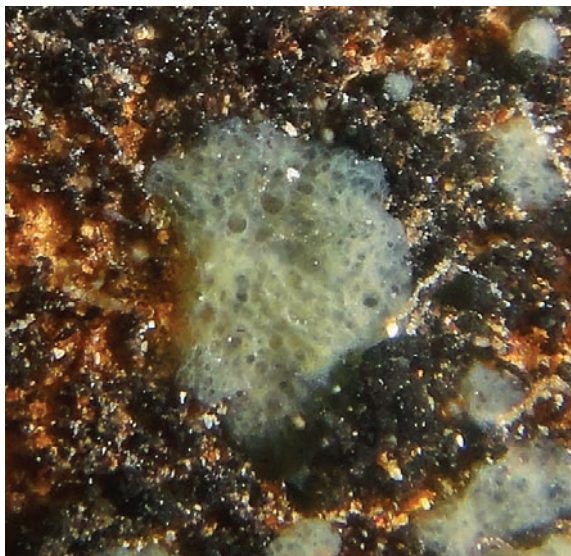


Figura 26: *Protosuberites cf. ectyoninus*, esponja d'1 cm de diàmetre, de color blanc brut. És una espècie incrustant, però amb un cert engruiximent a la zona central on se situa l'únic òscul. Molt abundant al Dolç (Foto GNM).

Figure 26: *Protosuberites cf. ectyoninus* is a sponge with a diameter of 1 cm and a dingy white color. Corresponds to an encrusting species that shows a light enlargement in their central part where a unique osculum is located. Very abundant at Es Dolç (photo GNM).

uns 300 m i s'ha vist al laminador del Corrent i a la galeria del Llop (Figura 25).

Protosuberites cf. ectyoninus (Topsent 1900), de sinonímia: *Laxosuberites ectyoninus* Topsent 1900 és una esponja d'1 cm de diàmetre, incrustant però amb un cert engruiximent a la zona central on se situa l'únic òscul, al final de una protuberància cònica. Color blanc brut (Figura 26). Superfície irregularment hispida amb abundant sediment atrapat entre les espícules. Sense ectosoma separable del coanosoma. Un tall longitudinal mostra els canals exhalants que transcorren per la part basal fins arribar a una cavitat central, que desemboca en l'òscul a través d'un canal central exhalant de 1-1,5 mm de diàmetre. Les espícules: tilostils rectes o poc corbats, amb el cap arrodonit, gens fusiformes, amb el major diàmetre de la tija a l'alçada del coll de la espícula. Mesuren 185-670 x 4,5-10 µm. Les espícules de les esponges d'es Dolç són més robustes que en els individus d'altres llocs, el que pot ser degut a una major concentració de silici als sediments o bé a l'aigua dolça que envaeix la cova. La disposició esquelètica: tilostils formant feixos amb la base en el substrat que acaben divergents i que travessen la superfície de l'esponja (Figura 27). Els més

petits se situen a la zona més superficial. La distribució coneguda: s'ha descrit a tota la Mediterrània occidental i central i a tot el Mar Egeu. A l'Atlàntic Nord s'ha trobat tan sols a les costes de Gran Bretanya i Irlanda. Viu recobrint tiges d'algunes espècies més profundes de l'alga *Cystoseira*, pedres, roques, espècies de l'ascidi *Microcosmus* i qualsevol organisme amb exoesquelet que sobresurti del sediment. També ha estat citada, encara que ocasionalment, a coves sublitorals. Pot arribar a viure fins a 600 m de fondària, sempre recobrint algun altre organisme. A la cavitat és extraordinàriament abundant al laminador del Corrent i a la galeria del Llop, a on recobreix parets, sostres i el terra i penetra dins la cavitat fins a uns 400 m cap a l'interior (Figura 25).

Invertebrats artròpodes

S'ha observat el decàpode *Carcinus aestuarii*, anomenat popularment cama-serrada, cranc d'herba o de fang, a més d'un centenar de metres de l'entrada (Figura 25), damunt del sediment del laminador del Corrent. És un endemisme mediterrani que a les Balears forma poblacions molt localitzades. És una espècie característica d'ambients bentònics de fang a albuferes, ports i desembocadures de rius i torrents. Es tracta d'una espècie molt resistent que viu sense gaire problemes en ambients eutrofitzats (GARCIA, 2007). Un altre decàpode,

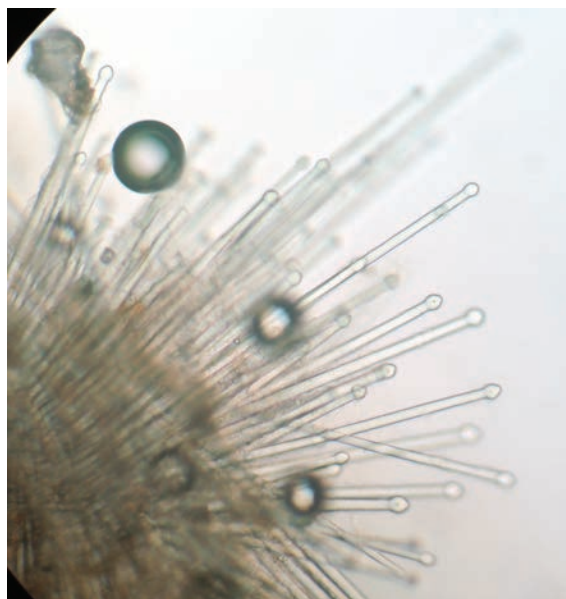


Figura 27: Feix de tilostils amb les espícules divergents de l'espècie *Protosuberites cf. ectyoninus*.

Figure 27: Tilostile bundle with divergent spicules of *Protosuberites cf. ectyoninus* species.



Figura 28: Les anguiles són molt abundants en la cavitat, especialment en la galeria de les Anguiles (Foto GNM).

Figure 28: Eels are very abundant at the cave, especially at Galeria de les Anguiles (photo GNM).

Palaemon serratus, tot i ésser una espècie marina, ha estat observada fins a la galeria de les Anguiles, a més de 800 m de la mar.

Vertebrats

Els peixos de les famílies Mugilidae, Gobiidae i Moronidae, és a dir les llises, els cabots i els llops respectivament, són visitants ocasionals. Alguns exemplars de llops o llobarros han estat vistos al llarg d'algunes de les immersions fins a la Davallada, això són més de 300 m, des de la mar. Es tracta de peixos que toleren salinitats molt variables i que per això penetren dins la cavitat. Molt més adaptades a aquests ambients són les anguiles (*Anguilla anguilla*), abundants al laminador del Corrent, a la galeria del Llop i especialment a la galeria de les Anguiles (Figura 28), on assoleixen importants densitats.

FAUNA ANQUIHALINA

S'ha prospectat mitjançant nanses i pesques actives dutes a terme a fondàries entre 0 i -21 m. El material recollit s'ha identificat al laboratori de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (UIB-CSIC), mitjançant lupa binocular i microscopi equipat amb contrast diferencial.

El descobriment més sorprenent i interessant ha estat la troballa de nombrosos exemplars del crustaci misidaci *Burrimysis palmeri* Jaume & García, 1993, que presenta regressió de l'aparell ocular i amb el cos totalment despigmentat (Figura 29). Fins ara l'espècie només es coneixia de la cova des Burrí, cavitat de l'illa de Cabrera, a uns 22 km de distància d'es Dolç, amb presència d'un llac anquihalí, per la qual cosa era considerada

gènere i espècie endèmica de Cabrera.

L'espècie és molt abundant al Dolç Exterior, especialment a la galeria del Llop i també, encara que amb molt menys freqüència, al Dolç Interior, a la galeria de les Lloses, a la sala dels Blocs i a la sala de l'Estalagmita (Figura 25). Tots els exemplars han aparegut per davall dels -6 m de fondària, això són, les zones de major salinitat de l'aigua, amb valors propers a l'aigua marina. S'han observat molts exemplars nedant, sempre per davall de l'haloclina i també propers al fons de les galeries.

A la sala de la Bombolla, amb presència d'arrels d'arbres que guaiten pel sostre de la sala i que s'acumulen al terra, s'han localitzat abundants exemplars de *Metacrangonyx longipes*. També han estat capturades a les zones superiors, d'aigua més dolça, *Salentinella angelieri* i *Tethysbaena scabra*, gairebé al llarg de tot es Dolç. *Typhlocirolana moraguesi* ha estat observada a molts d'indrets, especialment a la sala de la Bombolla, on assoleixen mides considerables. Les galeries hipogèniques ascendents, les més pregones, no han resultat fructíferes, ja que no s'ha aconseguit capturar cap exemplar de crustaci per davall de les haloclines.

S'han trobat cladòcers de l'espècie *Daphnia magna* en gran quantitat a les capes més dolces de la galeria de les Anguiles, prop del lloc on s'aboquen les aigües de la depuradora, ja que són espècies molt freqüents a les aigües epigees (BELLÉS, 1987).



Figura 29: Crustaci misidaci *Burrimysis palmeri*, que fins ara només es coneixia de la cova des Burrí, cavitat de l'illa de Cabrera (Foto GNM).

Figure 29: Misidacean crustacean *Burrimysis palmeri*; only know till now from Cova des Burrí, in Cabrera Island (photo GNM).

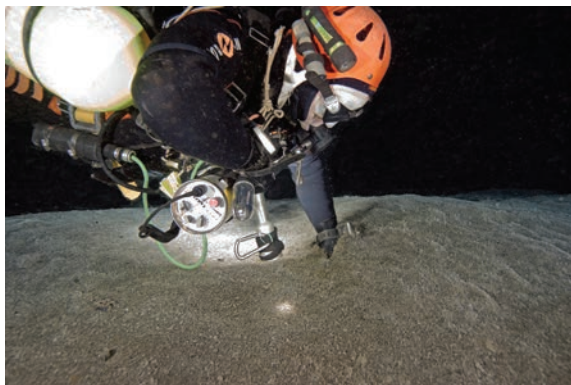


Figura 30: Sediments orgànics d'origen antròpic que superen en alguns indrets el metre i mig de gruix. Galeria del Llop (Foto GNM).

Figure 30: Organic sediments of anthropic origin; they can reach a thickness exceeding 1.5 m. Galeria del Llop (photo GNM).

Conservació

Les aigües de la bassa de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi, llevat dels dies que s'empren per regar els camps, s'introdueixen dins la cova per un dels costats de l'esfondrament que constitueix la cova de s'Aigua. L'aigua, els mesos d'hivern, quan la població és escassa, sembla que té una depuració correcta, ja que flueix transparent i inodora. Però, malauradament no ocorre el mateix al llarg de tot l'any. Es Dolç Extern i part d'es Dolç Intern es troben a molts de llocs recorreguts per les aigües mal depurades i recoberts de sediments d'origen fecal. No és aconsellable la immersió dins la cova els mesos d'estiu per la poca visibilitat dins la cova i per motius de salut de l'escafandrista. La gran quantitat de residents que estiuegen al nucli urbà, unit al de turistes que s'allotgen als hotels i apartaments, fa créixer de forma exponencial la població urbana. El deficient tractament de les aigües per part de la depuradora, segurament per no poder tractar un volum d'aigua residual per damunt de la seva capacitat, fa que no s'assoleixin uns mínims eficients de depuració de les aigües. A més a més, la cova actua com a una gran canonada que emet les aigües directament a la bassa des Dolç, vora la platja des Dolç, situada a pocs centenars de metres de la Colònia de Sant Jordi.

La contaminació assoleix uns nivells tan elevats el mes d'agost que fins i tot els llacs de la cova de s'Aigua tornen pútrids. L'aigua dolça contaminada, degut a la menor densitat es manté per damunt de la salada i penetra dins es Dolç Intern fins a contaminar també la

sala de les Anguiles i el llac de l'Esfondrat. La resta d'es Dolç Intern no es veu afectada per les aigües contaminades per mor del drenatge de les aigües subterrànies que circulen en sentit a la mar, i que impedeixen que entrin més endins.

Les galeries i sales més afectades per la contaminació són el laminador del Corrent, la galeria del Llop, l'accés al pou de Darrera, la galeria Rectal i part de la galeria de les Anguiles. A més a més d'una aigua pútrida amb molt poca visibilitat o ben bé nul·la, el recobriment per sediments orgànics supera en alguns indrets el metre i mig de gruix (Figura 30). Una pàtina de bacteris i matèria orgànica refereix les parets i sostres i fins i tot s'aglutina en forma de agregats que recorden, per la forma, estalactites que arriben a assolir unes dimensions superiors als 1,5 m de longitud (Figures 31 i 32). També els sediments fecals queden recoberts en molt d'indrets per fongs blancs que entapissen el terra.

Es Dolç constitueix part essencial del patrimoni natural i cultural de la Colònia de Sant Jordi, de ses Salines i de tota Mallorca. Les seves aigües han de tornar a brollar netes de cap a la mar i honorar el seu nom dins un espai privilegiat.

Conclusions

L'exploració i estudi d'es Dolç ha suposat conèixer l'existència d'una important cavitat subaquàtica de 4.100 m de recorregut, que



Figures 31: Agregats de bacteris i matèria orgànica que s'aglutina al sostre de la cavitat i que recorden, per la forma, estalactites. Arriben a assolir unes dimensions superiors a 1,5 m de longitud. Galeria del Llop (Foto GNM).

Figure 31: Aggregates of bacterial and organic material located at the cave ceiling and resembling stalactites. They can reach more than 1.5 m in length. Galeria del Llop (photo GNM).

s'obre dins dues unitats estratigràfiques força diferenciades i que condicionen de forma clara els trets morfològics de la cova. Per una banda, els materials calcarenítics litorals del Pliocè mitjà-superior a la base i, per l'altra, els formats per eolianites amb paleosòls, que correspondrien ja al Pleistocè inferior.

La cova es pot considerar un sistema de cavitats de planta ramiforme, amb una gènesi mixta hipogènica, freàtica litoral i fortes influències del drenatge de les aigües subterrànies de cap a la mar.

Els estudis morfomètrics denoten una disposició consistent en un conjunt de galeries de dimensions relativament amples (>4 m), desenvolupades a unes fondàries bastant constants entre -6 i -12 m. Els passatges de major profunditat estan prou ben representats (gairebé un 25% de la cova discorre entre -14 i -26 m), probablement en relació amb l'existència dels conductes ascendents lligats a l'alimentació profunda del sistema de drenatge.

La gairebé absència d'espeleotemes és un dels trets més distintius de la cavitat. Els sediments principals consisteixen en nivells arenosos fins, amb grans carbonatats probablement procedents dels rentats mecànics i desagregació de les parets de les eolianites. Els nivells molt llimosos i vermells, amb minerals de les argiles i quars, correspondrien a elements procedents de la infiltració de materials edàfics. Són importants les acumulacions de dipòsits obscurs amb elevades quantitats de ferro i manganès, que pot arribar a valors del 40%.

Les zones més properes a la mar són freqüentades per espècies de peixos i invertebrats que toleren salinitats molt variables; entre elles destaca el porífer *Protosuberites cf. ectyoninus*, espècie incrustant de petita mida que penetra fins a 400 m de cap a l'interior i presenta una gran densitat d'exemplars. El descobriment més sorprenent i interessant ha estat la troballa de nombrosos exemplars del crustaci misidaci endèmic i estigobiont *Burrimysis palmeri*, que només es coneixia fins ara de la cova des Burrí, cavitat de l'illa de Cabrera.

S'ha recuperat dins la cavitat una àmfora del tipus MGS V, també denominada grecoitàlica arcaica de la variant LWa, de cronologia entre finals del segle IV i inicis del III aC.

L'abocament de les aigües residuals, provinents de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi, suposa la contaminació de les aigües subterrànies i alhora la destrucció progressiva d'una cavitat excepcional, amb uns valors



Figura 32: Detall dels penjarolls orgànics que es desfan amb el més mínim moviment de l'aigua (Foto GNM).

Figure 32: Organic hanging aggregates which are easily destroyed by a minimum water movement (photo GNM).

patrimoniais naturals geològics i biològics de primer ordre. La cova actua com a gran emissari que condueix directament les aigües a la mar.

Agraïments

Volem fer constar el nostre més sincer agraïment a la nostra amiga Maria March i a tota la família March, per les facilitats, confiança i paciència que ens han atorgat aquests anys.

A la gent de la Colònia de Sant Jordi, ses Salines i d'altres pobles de la contrada què, assabentats de les nostres recerques, tant d'interès han mostrat per conèixer aquesta part de la naturalesa oculta a la vista de l'home.

A Beatriu Palomar, arqueòloga que ha contribuït amb les tasques de recuperació i de gestió de l'àmfora grecoitàlica.

A Cosme Aguiló, especialista en toponímia, per les seves informacions dels topònims de la cavitat.

El present treball forma part del projecte de recerca CGL2010-18616 que ha estat finançat pel Ministerio de Economía y Competitividad (abans MICINN) – FEDER.

També volem tenir un record especial al nostre amic i company Mateu Febrer, membre del GNM, finat en iniciar les nostres recerques a la cova, al qual enyorarem sempre.

Bibliografia

- AGUILÓ, C. (2007): *La toponímia de Santanyí i ses Salines*. Tesi doctoral. Departament de Filologia Catalana i Lingüística General. Universitat de les illes Balears. 2.400 pp. Inèdita.
- ARRIBAS A.; TRÍAS G.; CERDÀ D. & DE HOZ J. (1987): *El barco de El Sec (costa de Calvià, Mallorca), estudio de los materiales*. Ajuntament de Calvià, pp. 659. Palma de Mallorca.
- ASENSIO D. (2008): El comercio de áforas itálicas en la Península Ibérica entre los siglos IV y I a.C. y la problemática en torno a las modalidades de producción y distribución, *Bolletino di Archeologia On line, Volume Especiale, International Congress of Classical Archaeology, Meetings between cultures in ancient Mediterranean*, 23-41. Roma.
- ASENSIO D. & MARTÍN A. (1998): El derelict de Bon Capó (l'Ametlla de Mar): l'inici de l'expansió de vi itàlic a la Península Ibèrica. *Actas do II Colloqui Internacional d'Arqueologia Romana (Badalona 1998): El vi a l'antiguitat, economia, producció i comerç al Mediterrani Occidental. Monografies Badalonines*, 14: 138-150. Badalona.
- BATS, M. (1986): Le vin italien en Gaule aux Ile-ler s. av. J.C.: problèmes de chronologie et de distribution. *Dialogues d'Histoire Ancienne*, 12: 391-430. Besançon.
- BELLÉS, X. (1987): *Fauna cavernícola i intersticial de la Península Ibèrica i les Illes Balears. Monografies Científiques 4*. Consell Superior d'Investigacions Científiques-Editorial Moll. 207 pp. Palma.
- BENOIT, F. (1957): Typologie et épigraphie amphoriques, les marques de Sestius. *Rivista di Studi Liguri*, XXIII: 247-285. Bordighera.
- CERDÀ, D. (2000): *Les àmfores salseres a les Illes Balears*. Consell de Mallorca, Cultura i Joventut. Col·lecció la Deixa, 4. 132 pp. Palma de Mallorca.
- CUERDA, J. (1975): *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Diputación Provincial de Baleares. Instituto de Estudios Baleáricos. 304 pp. Palma.
- EMPEREUR, J.Y. & HESNARD, A. (1987): Les amphores Hellénistiques du Bassin Occidental de la Méditerranée. *Céramiques Hellénistiques et Romaines*, II: 24-7. Besançon.
- ENCINAS, J.A. (1997): Inventari espeleològic de les Illes Balears - any 1997. *Endins*, 21: 103-128.
- ENCINAS, J.A. (2006): *Relación Inventarial de subterráneos naturales de las Illes Balears*. Colecció Tarsilbet. 235 pp. Pollença.
- FORNÓS, J. J. & GELABERT, B. (2011): Condicionants litològics i estructurals del carst a les illes Balears. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 37-52.
- FORNÓS, J. J.; GRÀCIA, F.; MAS, G. & VICENS, D. (2013): Estratigrafia de la Cova des Dolç (Colònia de Sant Jordi, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Balears*, 55: (en premsa).
- GARCIA, LL. (2007): *Els cranis de les Balears*. Quaderns de Natura de les Balears. 104 pp. Documenta Balear. Palma.
- GINÉS, A. (2000): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29 (2): 139-148.
- 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. & 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.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011): Classificació morfològica de les cavitats càrstiques de les illes Balears. *Endins*, 35: 85-102.
- 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.; 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.
- 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.; 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. (2010): El sistema de cavitats Gleda - Camp des Pou (Manacor, Mallorca). *Endins*, 34: 35-68.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J. & VICENS, D. (2011a): Relació genètica i hidrològica entre coves, cales i altres entrants al Migjorn de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 54: 161-176.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J. & WATKINSON, P. (2011b): Les cavitats subaquàtiques de la franja litoral de Mallorca. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 103-132.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FORNÓS, J.J.; URIZ, M.J.; MARTÍN, D.; GIL, J.; GRÀCIA, P.; FEBRER, M. & PONS, G.X. (2005): La Cova des Coll (Felanitx, Mallorca): espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186.
- 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.
- KLIMCHOUK, A.B. (2007): *Hypogene speleogenesis: hydrogeological and morphogenetic perspective*. National Cave and Karst Research Institute. Special paper 1. 106 pp. Carlsbad. USA.
- LÓPEZ, J.M. & MATEOS, R.M. (2006): Control estructural de les anomalies geotèrmiques i la intrusió marina en la plataforma de Lluçmajor i la cubeta de Campos (Mallorca). *Las aguas subterráneas en los países mediterráneos. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas*, 17: 379-613. Madrid.
- LÓPEZ, J.M.; MATEOS, R.M. & BALLESTER, A. (2004): Aportaciones del sondeo de investigación geotérmica Lluís Moragues al modelo de funcionamiento hidrogeológico de las aguas termales de la plataforma de Lluçmajor (Mallorca). VII *Simposio de Hidrogeología*. Asociación Española de Hidrogeólogos. 2: 379-388. Zaragoza.
- MANACORDA, D. (1986): A proposito delle amfore cosidette "greco-italiche": una breve nota. *Recherches sur les amphores grecques*, BCH, sup. 13: 581-586. Atenas-Roma.
- NIETO, X. & SANTOS, M. (2009): *El vaixell grec arcaic de Cala Sant Vicenç*. Monografies del CASC 7. 469 pp. Barcelona.
- TOPSENT, E. (1900): Étude monographique des spongiaires de France. III Monaxonida (Hadromerina). *Arch. Zool. Exp. et Gén.* 3 sér. 8:1-331.
- VAN DER MERSCH (1994): *Vins et amphores de Grande Grèce et de Sicile*. IV-III s. Avant J.-C. Études I. Centre Jean Bérard. 280 pp. Nàpoles.
- VICENS, D. & PONS, G. X. (2007): Els mol·luscs terrestres del Pleistocè superior a jaciments costaners de la zona septentrional de Mallorca (Artà, Alcúdia i Pollença). In: PONS, G. X. & VICENS, D. (Eds.) *Geomorfologia Litoral i Quaternari*. Homenatge a Joan Cuerva Barceló. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 231-258.
- VICENS, D. & PONS, G. X. (2011): Els invertebrats fòssils als jaciments d'origen càrstic de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G. X.; GINARD, A & VICENS, D. (Eds.) *El Carst: Patrimoni Natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 283-298.
- VICENS, D.; GRÀCIA, F. & GINÉS, A. (2012): Quaternary beach deposits in Mallorca: paleontological and geomorphological data. In: GINÉS, A.; GINÉS, J.; GOMEZ-PUJOL, L.; ONAC, B.P. & FORNÓS, J.J. (Eds.) *Mallorca: a Mediterranean Benchmark for Quaternary Studies*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 18: 55-84.
- WILL, E.L. (1982): Greco-italic amphoras. *Hesperia*, 51 (3): 338-356. Princeton.