

# Morfologies freàtiques i hipogèniques de les Coves del Drac

Francesc GRÀCIA<sup>1,2</sup>, Juan José ENSEÑAT<sup>1</sup> i Joan J. FORNÓS<sup>1,2</sup>

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

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

## Abstract

The genesis of Coves del Drac, along with other caves of the eogenetic endokarst found along the Mallorcan coastline, occurred with a high intensity in the Upper Miocene carbonate rocks, due to processes that create dissolution morphologies which form voids in the rock. This solutional action occurs effectively in areas where fresh waters –of meteoric origin– and marine waters meet, in the so-called coastal mixing zone. Underwater discoveries made during the recent years of exploration in the cave have served not only to identify previously unknown morphologies in this cavity, but have also enabled to recognize the involvement of a new speleogenetic mechanism, previously unknown in Coves del Drac and in most of the caves from eastern Mallorca: the hypogenic speleogenesis, related to a deep water recharge. Speleothems have been found that grew over ceiling hypogenic morphologies, while other speleothems have been partially or totally dissolved when affected by subsequent hypogenic processes. For this reason, we think that the rise of waters of deep origin took place in different periods, some of them later to the last glaciation. This paper describes the dissolution morphologies resulting from both genetic mechanisms –coastal mixing zone and hypogenic processes– and their location in the cave.

## Resumen

La génesis de las Coves el Drac y de otras cuevas del endokarst eogenético de la franja litoral de Mallorca se produce, con especial intensidad, dentro de los materiales del Mioceno superior y gracias a los procesos que crean morfologías de disolución, que forman los vacíos en la roca. Los procesos de corrosión se dan preferentemente en la zona de mezcla entre las aguas dulces, de procedencia meteórica, y las aguas marinas en la llamada zona de mezcla costera (*coastal mixing zone*). Los descubrimientos subacuáticos realizados a lo largo de los últimos años de exploraciones en la cueva han servido no solo para identificar nuevas morfologías inéditas en la cavidad, sino que también han permitido reconocer la participación de un nuevo mecanismo espeleogenético, desconocido hasta la fecha en las Coves del Drac y en la mayor parte de cuevas del levante de Mallorca: la espeleogénesis hipogénica, relacionada con una recarga hídrica de origen profundo. Se han localizado espeleotemas que han aprovechado para generarse a partir de morfologías hipogénicas cenitales, mientras que otros espeleotemas se han disuelto parcial o totalmente al verse afectados por procesos hipogénicos posteriores. Por ello, pensamos que la ascensión de las aguas de origen profundo se ha producido en diferentes períodos temporales, alguno de ellos posteriormente al último estadio glacial. En este trabajo se describen las morfologías de corrosión resultantes de ambos mecanismos genéticos y su localización en la cavidad.

Gràcia, F.; Enseñat, J.J. i Fornós, J.J. (2018): Morfologies freàtiques i hipogèniques de les Coves del Drac. Papers Soc. Espeleo. Balear, 1: 197-213. ISSN 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear.  
**Rebut:** 4 desembre 2019; **Revisat:** 11 desembre 2019; **Acceptat:** 17 desembre 2019.  
**Publicat online:** 30 desembre 2019.

## Introducció

Les morfologies freàtiques i hipogèniques són observables directament a la roca calcària com a resultat dels processos de dissolució generadors dels buits que han format la cavitat. Això és ben evident als indrets on són absents els blocs caiguts pels mecanismes d'esfondrament que les han trencat i sepultat. Els espeleotemes poden també ocultar les morfologies de corrosió. Alguns llocs amb formacions litoquímiques, també poden estar afectats per processos de dissolució que hagin generat morfologies de corrosió superposades a aquests espeleotemes.

Tradicionalment s'ha dedicat sempre molta d'atenció i reconeixement, per la seva bellesa i dimensions, als espeleotemes que es troben a les coves del Drac com a conseqüència dels processos de precipitació química, i s'han menyspreat les morfologies primàries, generades pels mecanismes de dissolució de les aigües químicament agressives. Podem argumentar que aquestes morfologies no són tan espectaculars i són menys conegudes, però en el cas del Drac i de la major part de les coves litorals de Mallorca, la causa és que es troben, en la gran majoria de casos, a les zones subaquàtiques i no es poden veure sense fer servir les tècniques i equipament propis de l'espeleobusseig. Algunes de les formes de corrosió

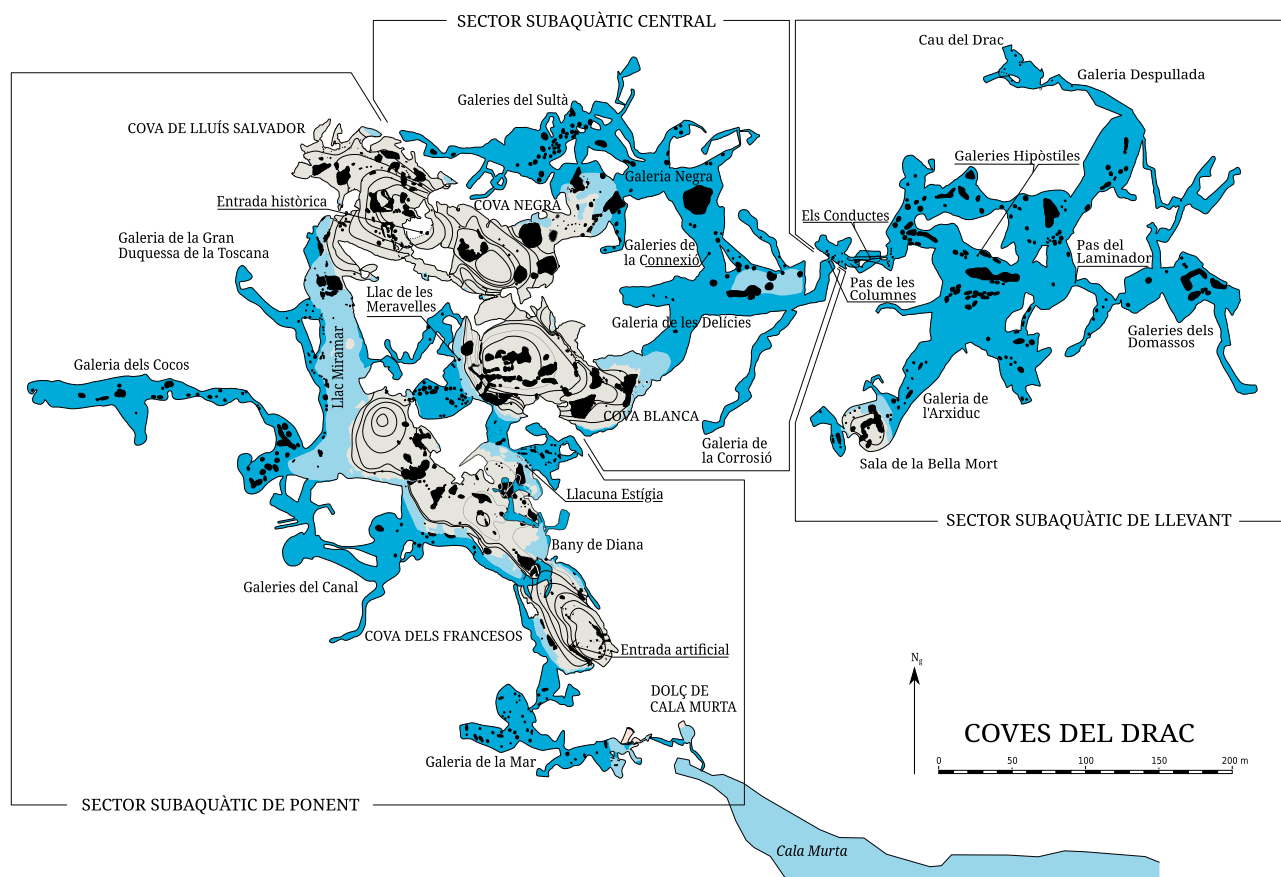


Figura 1: Topografia general de les coves del Drac. La cova com a conjunt constitueix una megaforma de dissolució del tipus cavitat ramiforme (Base topogràfica SEB – Societat Espeleològica Balear).  
 Figure 1: General topography of Coves del Drac. The cavity as a whole constitutes a solutional megaform corresponding to the ramiform cave type (Topographic base SEB – Societat Espeleològica Balear).

que es troben al Drac només s’han pogut generar pels processos de dissolució causats per processos hipogènics, però sembla que moltes de les morfologies que presenta la cavitat siguin poligèniques. La seva formació podria estar generada tant per la mescla d’aigües dolça i salada, en un ambient frèatic de poc dinamisme de carstificació litoral, com per l’ascens de fluids molt agressius d’origen hipogènic, és a dir per una recàrrega hídrica d’origen pregon. Aquests mecanismes espeleogenètics queden explicats a l’article de GINÉS et al. (2018), i la caracterització físico-química actual de les aigües dels llacs a FORNÓS et al. (2018). Tot això condicionat per la litologia calcarenítica del miocè superior, que presenta abundants canvis de facies, tant verticals com horitzontals, que provoquen variacions fonamentals en els paràmetres hidrològics com són la permeabilitat i la porositat. A part d’això hem de tenir presents les oscil·lacions glacioeustàtiques, que han variat al llarg del temps la posició de la zona de mescla i han condicionat així la localització de l’haloclina i de la principal zona de dissolució.

La darrera dècada s’ha incrementat considerablement el coneixement de les morfologies d’origen hipogènic a les coves litorals eogenètiques de Mallorca, ja que el nombre de cavitats on són presents ha crescut i també les publicacions al respecte (GINÉS et al., 2016, 2017). Aquest és un dels motius de la importància de l’exploració de noves cavitats o de zones inèdites de coves ja conegudes, com ha passat a les coves del Drac. Les noves troballes de galeries i sales permeten accedir a més coneixements de l’endocarst en general i de les morfologies frèatiques i hipogèniques en particular (GRÀCIA, 2015; GRÀCIA et al., 2017, 2018a, 2018b). A les clàssiques cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor; GINÉS et al., 2008, 2009, 2014; GRÀCIA et al., 2009a, 2009b; MERINO & FORNÓS, 2010; FORNÓS et al., 2011), cova des Coll (Felanitx; GRÀCIA et al. 1997, 2005) i es Dolç (ses Salines; GRÀCIA et al., 2014) hi ha bons exemples d’aquestes morfologies. Les dues primeres cavitats esmentades, i també les coves del Drac, es localitzen dins materials del miocè superior, mentre que es Dolç s’obri dins materials calcarenítics litorals i eolianites del plio-quadernari. A la cova des Coll només es troben morfologies de la zona de mescla, mentre que a es Dolç i la cova des Pas de Vallgornera les morfologies hipogèniques i les de la zona de mescla es donen simultàniament. La recerca efectuada a les coves del Drac incrementa i complementa considerablement el coneixement de les morfologies de corrosió, especialment les

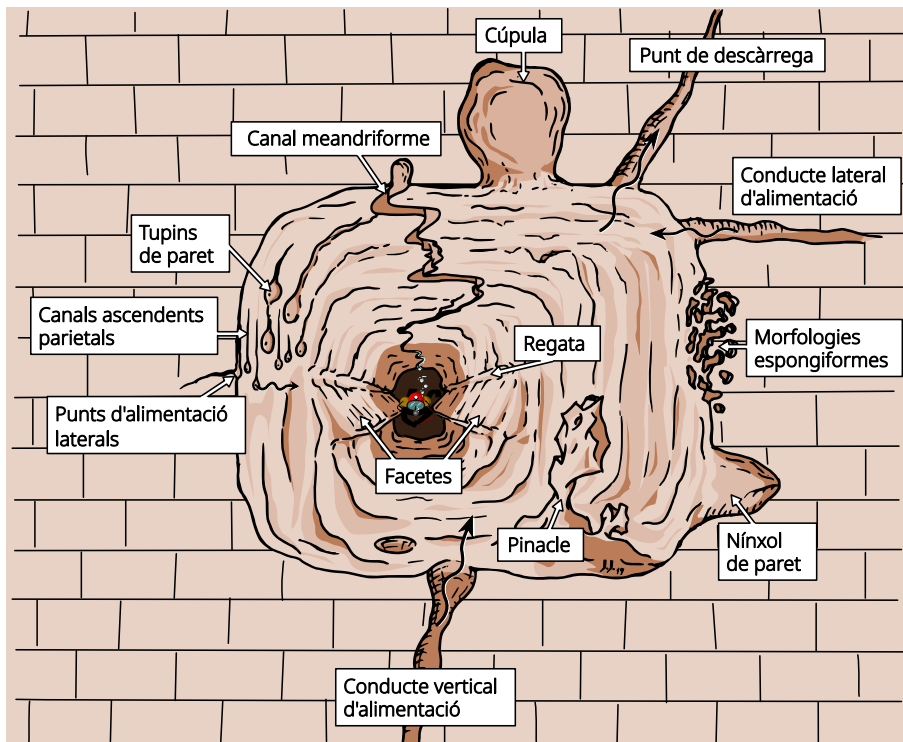


Figura 2: Dibuix de les principals morfologies hipogèniques i freàtiques presents a les coves del Drac.  
Figure 2: Drawing of the main hypogenic and phreatic morphologies present in Coves del Drac.

hipogèniques, de les cavitats de Mallorca en general i del Llevant de l'illa en particular.

Les dificultats per catalogar i sistematitzar les morfologies primàries rau, molt sovint, en la dificultat d'atribuir les morfologies de corrosió a una determinada tipologia, ja que es presenten juxtaposicions de diferents classes, amb formes intermèdies i diferents gradacions d'intensitat en el procés de dissolució. També les variacions de mida de les morfologies suposa un increment afegit de la dificultat de classificació.

## Morfologies de la zona de mescla litoral

Nosaltres pensam que algunes de les morfologies que sovint s'identifiquen com a hipogèniques o de la zona de barreja

entre aigües dolça i marina, no són exclusives de cap de les dues i es poden haver generat per qualsevol dels dos mecanismes, en ambients freàtiques dotats de poc dinamisme. Així, els envans de roca (*rock bridges*), concavitats poc marcades (*subdued pockets*), tupins de paret, sostre i pis (*wall pockets, ceiling pockets, floor pockets*), així com altres morfologies de corrosió es poden atribuir a ambdós processos, en el cas de coves que a més a més d'estar a la zona de mescla d'aigües dolça-salada, també presentin evidències de processos hipogènics (OSBORNE, 2004). Aquest és el cas de les coves del Drac.

La terminologia emprada en aquestes pàgines es correspon amb l'establerta en treballs anteriors sobre altres coves litorals mallorquines (vegeu, entre d'altres, GRÀCIA et al., 2009b i 2011 b).

### MEGAFORMES (d'ordre quilomètric a hectomètric)

#### *Cavitat ramiforme (ramiform caves)*

Corresponen a aquest grup les cavitats d'ordre quilomètric a hectomètric i que són el resultat la pròpia organització de les xarxes endocàrstiques litorals. Les coves del Drac presenten tota una sèrie d'unitats d'esfondrament que s'han anat connectant i creixent tridimensionalment (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA et al., 2007, 2010), fins a donar lloc a una disposició en planta de caràcter *ramiforme* (Figura 1) en el sentit enunciat per PALMER (2007). Aquest patró més aviat aleatori es veu fortament condicionat per la litologia dels dipòsits carbonatats del miocè superior (GINÉS et al., 2008, 2014), essent possible observar-ho amb claredat en les fàcies de front d'escull, com a resultat de la dissolució extensiva de les construccions de coralls. Exemples ben representatius d'aquestes megaformes són el sistema Pirata-Pont-Piqueta (TRIAS & MIR, 1977; GRÀCIA et al., 2006), la cova Genovesa o d'en Bessó (GRÀCIA et al., 2003a, 2003b), el sistema Gleda-Camp des Pou (GRÀCIA et al., 2007, 2010; GINÉS et al., 2008), les coves del Drac (GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS et al., 2018) i els sectors més propers a la línia de costa de la cova des Pas de Vallgornera, a on es troben les sales d'esfondrament excavades a les fàcies d'escull (GINÉS et al., 2014).

### MACROFORMES (morfologies de corrosió d'ordre hectomètric a decamètric)

#### *Galeries freàtiques de control estructural estratigràfic (bedding-plane phreatic passages)*

La dissolució aprofita els plans d'estratificació, i genera seccions horitzontals, en ocasions d'amplades importants. Les galeries freàtiques que més semblen pertànyer a aquesta categoria serien al

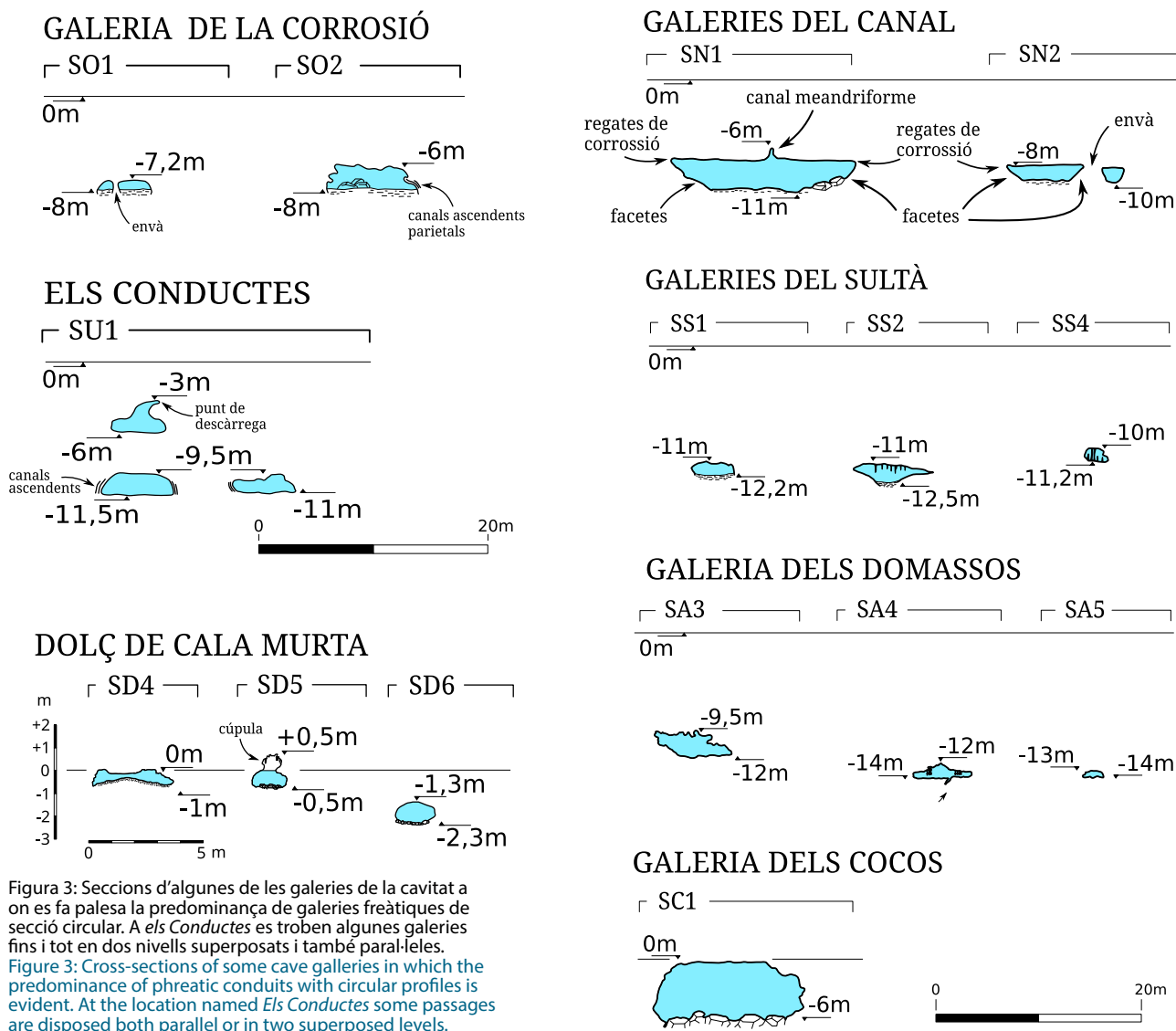


Figura 3: Seccions d'algunes de les galeries de la cavitat a on es fa palesa la predominança de galeries freàtiques de secció circular. A els Conductes es troben algunes galeries fins i tot en dos nivells superposats i també paral·leles. Figure 3: Cross-sections of some cave galleries in which the predominance of phreatic conduits with circular profiles is evident. At the location named Els Conductes some passages are disposed both parallel or in two superposed levels.

Figura 4: Seccions de galeries freàtiques de diferents zones de la cavitat on predominen les morfologies de dissolució. D'aquestes, únicament a la secció de la galeria dels Cocos s'observen fenòmens d'esfondrament. Figure 4: Cross-sections of phreatic galleries at different sectors of the cave, where the dissolution morphologies predominate. Among them, only in the profile from Galeria dels Cocos breakdown phenomena can be observed.

sector Subaquàtic de Ponent un laminador que es troba al començament i a l'est de la galeria de la Mar, la galeria de la Gran Duquessa de la Toscana i algunes galeries del Canal. Al sector Subaquàtic Central, part de les galeries Hipòstiles i part de les galeries del Sultà. Al sector Subaquàtic de Llevant la sala principal de les galeries dels Domassos, part de la galeria Despullada i un laminador que es troba a la part nord del Cau del Drac.

**Galeries freàtiques de secció circular (tubular passages)**

Es caracteritzen per presentar habitualment –en secció– formes circulars, semicirculars o el·líptiques, encara que poden tenir una secció irregular, sense una forma clara si els processos de corrosió han estat molt intensos i irregulars. En la seva gènesi no ha intervingut de forma tan activa el control estructural tectònic o estratigràfic, encara que és freqüent que hi siguin presents les diàclasis. Algunes de les galeries del Canal, moltes galeries del Sultà, els Conductes i algunes de les galeries dels Domassos podrien entrar en aquesta tipologia (Figures 2, 3, 4 i 5).





Figura 5: Galeria freàtica de secció gairebé circular a les galeries del Sultà (Foto: A. Cirer).  
Figure 5: Phreatic gallery with a rather circular cross-section at *Galeries del Sultà* (Photo: A. Cirer).



Figura 6: Regata de corrosió recoberta de cristallitzacions freàtiques a les galeries de la Connexió (Foto: A. Cirer).  
Figure 6: Solutional notch that is covered with phreatic crystallizations at *Galeries de la Connexió* (Photo: A. Cirer).



Figura 7: Facetes amb canals subverticals de dissolució sobreposats a les parets meridionals de la galeria de les Delícies (Foto: A. Cirer).  
Figure 7: Solutional bevels (facets) showing superposed descending channels at the southern walls from *Galeria de les Delícies* (Photo: A. Cirer).



Figura 8: Envà de roca en avançat estat de dissolució que abans separava un petit conducte de la galeria principal. *Galeria de les Delícies* (Foto: A. Cirer).  
Figure 8: Rock partition in an advanced dissolution stage that previously separated a small conduit from the main gallery. *Galeria de les Delícies* (Photo: A. Cirer).

## MESOFORMES (morfologies de corrosió d'ordre decamètric a mètric)

### *Morfologies esponjiformes* (spongework)

Denominam amb aquest nom les zones de les galeries o sales amb una elevada densitat de morfologies de corrosió de mida més petita, com són els penjants, esperons, columnes de roca, tupins de paret i sostre, pinacles, conductes seminals, envans de dissolució, arcs o altres mesoformes i microformes. Globalment adquireixen així un aspecte càdtic, ple de sortints i forats, de molt diferents mides i formes (Figura 2). A molts d'articles de cavitats litorals es fa referència a elles com a sinònim de formacions primàries en general.

### *Regates de corrosió* (corrosion notches)

Indicadores del nivell de les haloclines actuals o pretèrites, encara que també podrien correspondre a antics nivells freàtics, cosa que en el cas de les cavitats litorals de Mallorca pensam que no correspon a la seva formació. Són morfologies de corrosió negatives, a mode d'osca, que profunditzen a la roca mare i que es perllonguen, en ocasions, desenes de metres al llarg de les parets de les galeries. Solen estar acompanyades per facetes, que les limiten per davall (Figures 2, 4, 6 i 7).

Als laterals de la paret nord de la *galeria dels Cocos* s'aprecien dos nivells superposats de regates de corrosió i de facetes (GRÀCIA et al., 2011b). Les regates es troben als -4,7 m i als -5,2 m. També són presents a una paret de la *galeria de la Gran Duquesa de la Toscana*, a la *galeria Negra*, a la *galeria de les Delícies*, a les *galeries de la Connexió* i a les *galeries dels Domassos*.





Figura 9: Pinnacle al sector Subaquàtic Central (Foto :A. Cirer).  
Figure 9: Rock pinnacle at Sector Subaquàtic Central (Photo: A. Cirer).

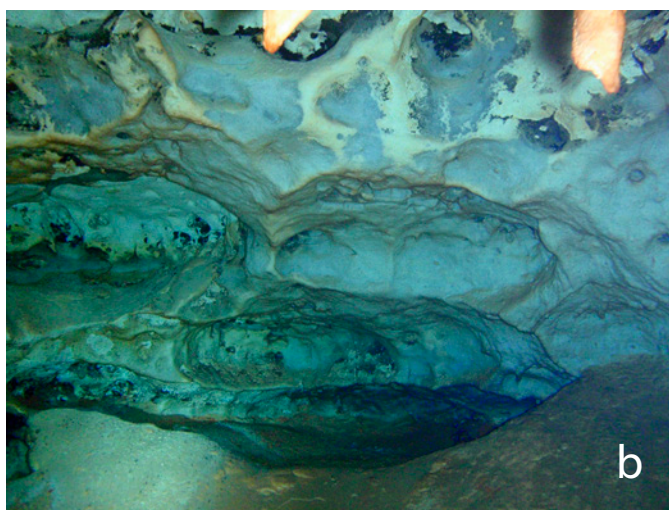


Figura 10: a) i b) Concavitats poc marcades i tupins parietals; c) Nínxol de paret de devers 1 m d'amplària (Fotos a i c: F. Gràcia; b: J. Pérez).  
Figure 10: a) and b) Subdued pockets and wall pockets; c) Wall niche about 1 m wide (Photos a and c: F. Gràcia; b: J. Pérez).

### **Facetes** (*solution facets*)

S'han localitzat a diferents indrets molt repartits. Es presenten associades generalment a les regates de corrosió, de les quals parteixen i constitueixen el seu límit inferior (Figures 2, 4, 6 i 7). A la cavitat n'hi ha de molt marcades en alguns trams de paret de la *galeria dels Cocos*, estan compreses entre -4,7 i -5,2 m i entre -5,2 i -5,6 m; és a dir uns 0,5 m en vertical. També formarien part de les parets d'algunes importants *galeries del Canal*, en part de la *galeria de la Gran Duquessa de la Toscana*, de les *galeries de la Connexió*, de la *galeria de les Delícies* i una àrea reduïda de les *galeries Hipòstiles*.

### **Envans** (*partitions, rock spans*)

Constitueixen parets de roca mare que separen galeries paral·leles properes (Figura 4). La dissolució de la roca va fent que s'obrin finestres entre ambdues galeries i a mesura que avança la corrosió es van eixamplant, obrint altres i el gruix de les parets torna més prim. En un estadi avançat, les galeries acaben formant una altra de majors dimensions volumètriques. Segons l'estadi evolutiu en què es troben, presenten associades altres morfologies de corrosió com ara ponts i arcs, que permeten veure o passar d'una galeria a l'altra, columnes de roca, penjants, pinacles i esperons. Aquestes altres morfologies a les primeres fases tenen formes molt allargades, per posteriorment anar-se'n desdibuixant l'antic envà original (Figures 3, 4 i 8).



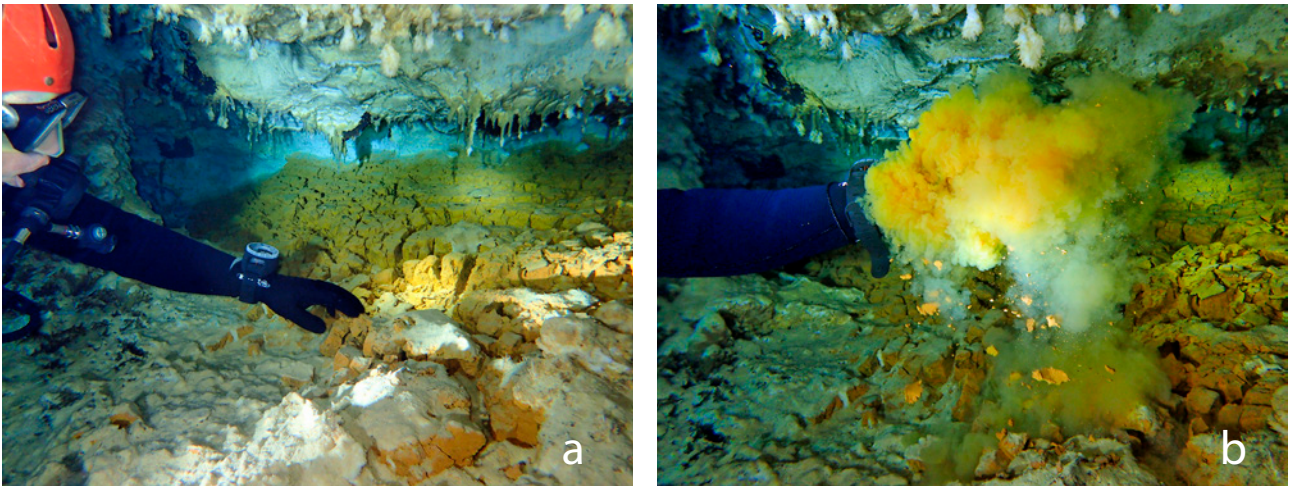


Figura 11: a) i b) Sediments de colors atípics, possiblement d'origen hipogènic situats a les proximitats de conductes verticals d'alimentació a les galeries del Canal (Fotos: J. Pérez).  
 Figure 11: a) and b) Sediments with atypical color, possibly of hypogenic origin, located near vertical feeders at Galeries del Canal (Photos: J. Pérez).

### *Columnnes de roca (rock pillars)*

Formades per roca mare, connecten sostre i pis i no tenen cap relació amb els espeleotemes que comparteixen el mateix nom. Es poden generar a partir d'envans en avançat estat d'evolució (Fig. 3). A les coves del Drac són poc abundants i es troben repartides pels diferents sectors de la cova.

### *Pinacles (cers)*

Parteixen del terra i ascendeixen de cap al sostre (Figures 2 i 9). Es generen generalment a partir de la corrosió dels envans i de les columnnes de roca, en quedar-se aïllats del sostre per dissolució progressiva. A les coves del Drac són poc abundants i molt esporàdics.



Figura 12: Canal meandriforme a partir del qual s'han format importants espeleotemes de degoteig. Galeria dels Cocos (Foto: J. Pérez).  
 Figure 12: Ceiling channel from which important dripping water speleothems have formed. Galeria dels Cocos (Photo: J. Pérez).

### *Canals subverticals de dissolució (rock combs)*

Aquestes morfologies es troben associades genèticament i superposades a les facetes. No sempre les facetes les presenten, ja que en ocasions aquelles són llises. Es tracta de solcs inclinats, seguint el pendent de les facetes i que comencen prop de la regata de corrosió i finalitzen al límit inferior de la faceta (Figures 2 i 7), amb una longitud d'entre 20 cm i devers 1 m. La seva amplitud o distància entre dues crestes o dos valls dels solcs sol estar entre pocs centímetres i 40 cm. Mentre que la fondària, això és distància entre la part superior de la cresta i les valls corresponents laterals, pot assolir valors que com a molt no superen els 15 cm, encara que sovint són de pocs centímetres. S'ha de puntualitzar que la distància entre dues crestes generalment supera la fondària d'aquestes de forma considerable. Sembla que



obeeixen genèticament a corrents parietals generades a les zones d'haloclines. Pensam que a les coves litorals de Mallorca no s'han generat lligades a la superfície de les aigües freàtiques, ja que malgrat la gran quantitat de llacs i passatges parcialment inundats, que hem observat tots aquests anys, cap d'ells en presenta. Per contra, si que s'han observat a nivell de les haloclines. Tanmateix s'ha de tenir present que les oscil·lacions glacioeustàtiques poden deixar aquestes morfologies inactives i com a formes fossilitzades a cotes que actualment no presenten haloclines.

**Concavitats poc marcades (subdued pockets)**

Es tracta de depressions semiesfèriques circulars, el·líptiques o irregulars, centimètriques, que s'endinsen poc dins la roca. La longitud o amplària supera sempre la fondària de la concavitat. Es presenten recobrint superfícies extenses de les parets i sostres de galeries i sales (Figura 10). Tal i com diu MERINO (2006), en secció vertical la forma s'assembla a una mitja lluna, amb la part còncaua inferior que presenta un fort pendent, i en ocasions està coberta de fins dipòsits de sediment que li donen un típic color vermellós. Es poden considerar un estadi evolutiu previ als tupins. Per evolució aquestes formes de corrosió poden entrar en coalescència, i s'arriben a individualitzar estretes seccions de roca, que a mode de cresta separen concavitats majors. La seva presència és ben abundant a les coves del Drac, ben igual que a totes les coves litorals del Llevant i Migjorn de Mallorca.

**Tupins de paret, sostre i pis**

*(wall pockets, ceiling pockets, floor pockets)*

Petits clots semiesfèrics circulars o el·líptics centimètrics, i que en ocasions penetren en forma de cilindres. És freqüent que presentin coalescències (*composed pockets*) i superposicions (*pocket levels*). Segons la localització espacial a les sales i galeries cal puntualitzar si són de parets, sostre o pis (*wall pockets, ceiling pockets i floor pockets*) (Figures 2 i 10). Sovint parteixen d'ells punts d'alimentació hipogènica que ajuden a la seva ampliació o modificació. Són morfologies abundants també a totes les cavitats del Llevant i Migjorn de Mallorca.

**Nínxols de paret (wall niches)**

Concavitats de pis pla o lleugerament irregular, d'ordre mètric a centimètric que se situen a les parets de les galeries (Figures 2 i 10). En ocasions es poden confondre amb els tupins. Nosaltres som partidaris de limitar aquest nom de nínxols de paret a les morfologies que assoleixen una mida superior als 60 cm d'amplària i almenys 40 cm de fondària i alçària, amb el pis de tendència plana, i a les altres morfologies incloure-les als tupins, ja que a nivell pràctic és molt difícil distingir-les. Els nínxols, en superar unes certes

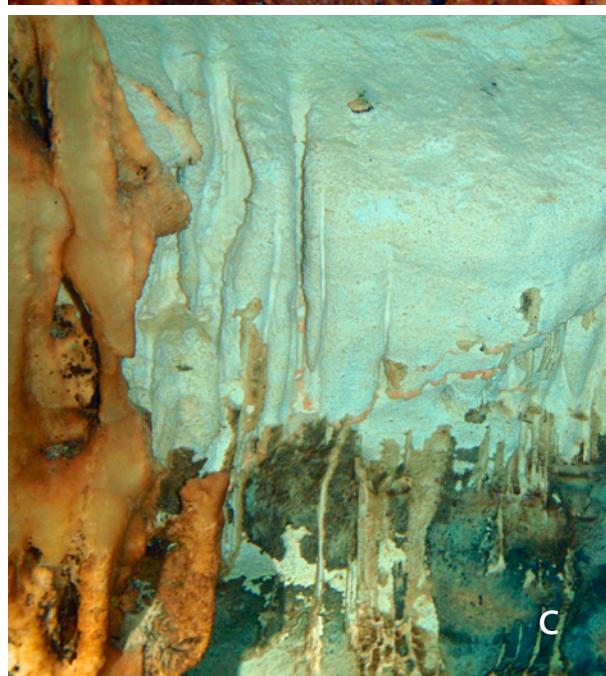
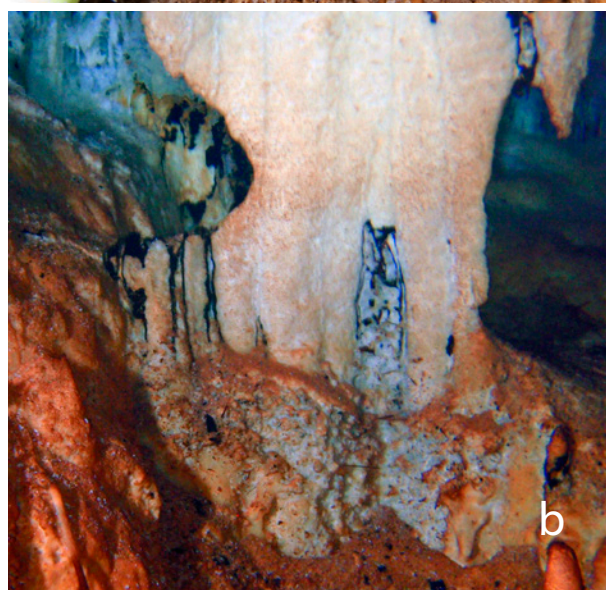
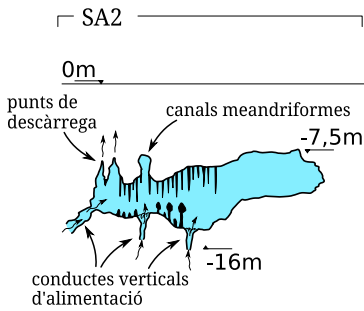


Figura 13: Espeleotemes que s'han vist afectats per la corrosió, en sentit ascendent, d'aigües hipogèniques a les galeries Hipòstiles. Aquests es troben parcialment o total dissolts. Aquests processos hipogènics serien posteriors cronològicament a la formació d'aquests espeleotemes, d'edat possiblement posterior al darrer estadi glacial. a) i b) Columna parcialment dissolta per canals ascendents; c) Colada parietal dissolta en gran part per canals ascendents (Fotos: A. Cirer i F. Gràcia).

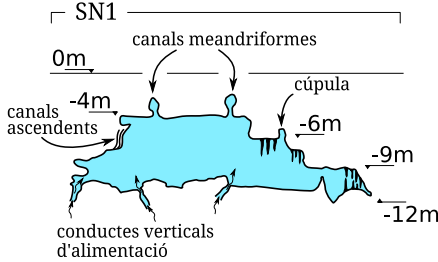
Figure 13: Speleothems that have been partially or totally affected by upward hypogenic dissolution at *Galeries Hipòstiles*. This hypogenic phase would be chronologically subsequent to the formation of these speleothems, and was possibly occurred after the last glacial stage. a) and b) Column partially dissolved by small rising channels; c) Wall flowstone largely dissolved by ascending channels (Photos: A. Cirer and F. Gràcia).



**GALERIA DELS DOMASSOS**



**GALERIA NEGRA**



**GALERIA DESPULLADA**

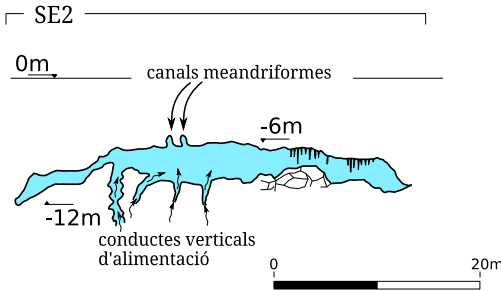


Figura 14: Seccions de diverses galeries on s'aprecien morfologies hipogèniques, com són els canals meandriformes, conductes verticals d'alimentació, punts de descàrrega, cúpules i canals ascendents.  
 Figure 14: Cross-sections of some galleries showing hypogenic features, such as ceiling channels, vertical feeders, outlets, cupolas and rising channels.

dimensions (uns 2 m de diàmetre) entrarien ja en la categoria de cambres freàtiques circulars. Han estat localitzades a gairebé totes les cavitats amb importants continuacions subaquàtiques de Mallorca.

**Morfologies de corrosió hipogèniques**

La troballa d'aquestes morfologies a la cavitat ha suposat una sorpresa, ja que no ens pensàvem que al Llevant també hi hagués una participació important dels processos hipogènics en la gènesi de cavitats litorals. Únicament algunes poques morfologies d'aquesta gènesi estaven documentades a la cova de s'Ònix, també a Manacor. Es tracta d'una localitat interessant que travessa el miocè superior postorogènic arribant al basament mesozoic plegat, que és on es localitzen les morfologies (MERINO et al., 2011).

No va ésser fins que ja dúiem una sèrie d'immersions que ens vàrem fixar en la seva existència a les coves del Drac. A més a més, pensam què, proporcionalment en comparació amb es Dolç (GRÀCIA et al., 2014) o la cova des Pas de Vallgornera (MERINO et al. 2010; GINÉS et al., 2008, 2009, 2014; GRÀCIA et al., 2009a, 2009b; FORNÓS et al., 2011), és la cavitat a on més es poden observar aquestes morfologies i en alguns casos són espectaculars. És cert que gairebé no s'observen a les zones terrestres que no són més que sales d'esfondrament. Però són molt abundants a moltes de les galeries freàtiques de tots els sectors subaquàtics: *sector Subaquàtic de Ponent*, *sector Subaquàtic Central* i *sector Subaquàtic de Llevant*. Fins i tot, n'hi ha fora de l'aigua, ja què en revisar el *llac Miramar*, a la paret oposada a les passeres dels turistes i també de l'amfiteatre, a diferents indrets hi ha solcs ascendents. També hem localitzat aquestes morfologies a les zones aèries de la *cova Blanca*, al *llac de les Meravelles* i al sud del *llac les Delícies* a una zona plena de grans blocs. Algunes dades preliminars sobre les morfologies hipogèniques a les coves del Drac han estat documentades per GRÀCIA (2015), GRÀCIA et al. (2017) i GINÉS et al. (2017, 2018).

És freqüent a moltes zones de la cavitat, especialment prop de conductes verticals d'alimentació, les acumulacions d'òxids

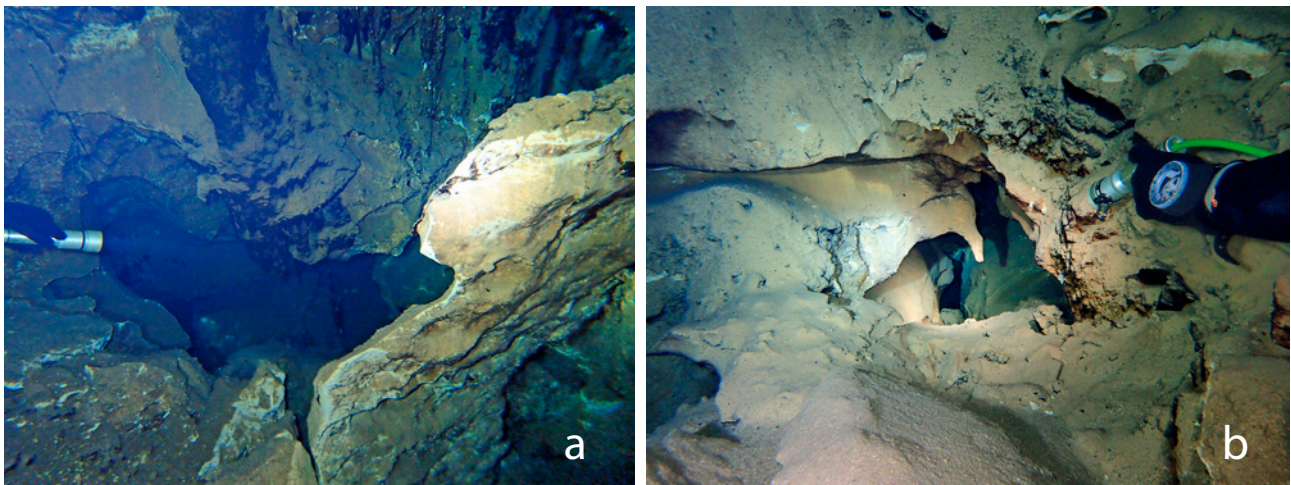


Figura 15: Conductes ascendents d'alimentació. a) Galeries conegudes com Els Conductes; b) Galerías Hipòstiles (Fotos: J. Pérez).  
 Figure 15: Vertical feeders. a) Galleries known as Els Conductes; b) Galerías Hipòstiles (Photos: J. Pérez).



Figura 16: Canals meandriformes a la *galeria Negra*. S'observen diferents canals secundaris que entren en coalescència. Curioses franges horitzontals acaramel·lades associades amb els canals posen una nota de color. Destaca l'acumulació de les bombolles de l'escafandrista que aprofiten aquestes morfologies (Foto: A. Cirer).

Figure 16: Meandering channels present at the ceiling of *Galeria Negra*; several secondary coalescent channels are observed as well. It is worth noting the conspicuous caramel colored horizontal stripes associated with the channels. Observe how the bubbles from the diver are accumulated along these morphologies (Photo: A. Cirer).

de ferro i manganés, que poden derivar de processos hipogènics que hagin actuat en alguns moments durant el desenvolupament de la cavitat (PILARES et al., 2018; GRÀCIA, 2015; GINÉS et al., 2017) i que sovint adopten colors negres i grocs (Figura 11).

És interessant remarcar que hem localitzat morfologies hipogèniques –com a canals meandriformes, cúpules, punts d'alimentació laterals i punts de descàrrega– a partir de les quals s'han produït infiltracions de les aigües meteoriques format espeleotemes de degoteig o de flux (Figura 12). Alguns dels espeleotemes generats són de gran mida i s'haurien dipositats posteriorment als processos hipogènics. En altres localitzacions s'ha produït el fenomen invers, és a dir, espeleotemes s'han vist afectats per corrosió de sentit ascendent d'aigües hipogèniques que els ha degradat en major o menor mesura, processos de dissolució que per tant correspondrien a una cronologia posterior. En el cas d'alguns espeleotemes, sembla que els processos de dissolució hipogènica podrien ésser posteriors al darrer episodi glacial (Figura 13).

#### **MACROFORMES** (d'ordre hectomètric a decamètric)

##### ***Galeries cegues*** (*dead ends*)

Es tracta de galeries de poc recorregut i que acaben en cul de sac. La seva longitud és molt variable, encara que amb aquesta denominació únicament incloem les que no superen la desena de metres. Les que es troben a les coves del Drac semblen clarament hipogèniques com és el cas d'algunes de les desenvolupades a les *galeries dels Domassos* (sector *Subaquàtic de Llevant*) o a les *galeries del Canal* (sector *Subaquàtic de Ponent*), a les proximitats del llac *Miramar*, amb abundants punts d'alimentació i de descàrrega, canals de sostre, sediments associats, així com moltes altres evidències.



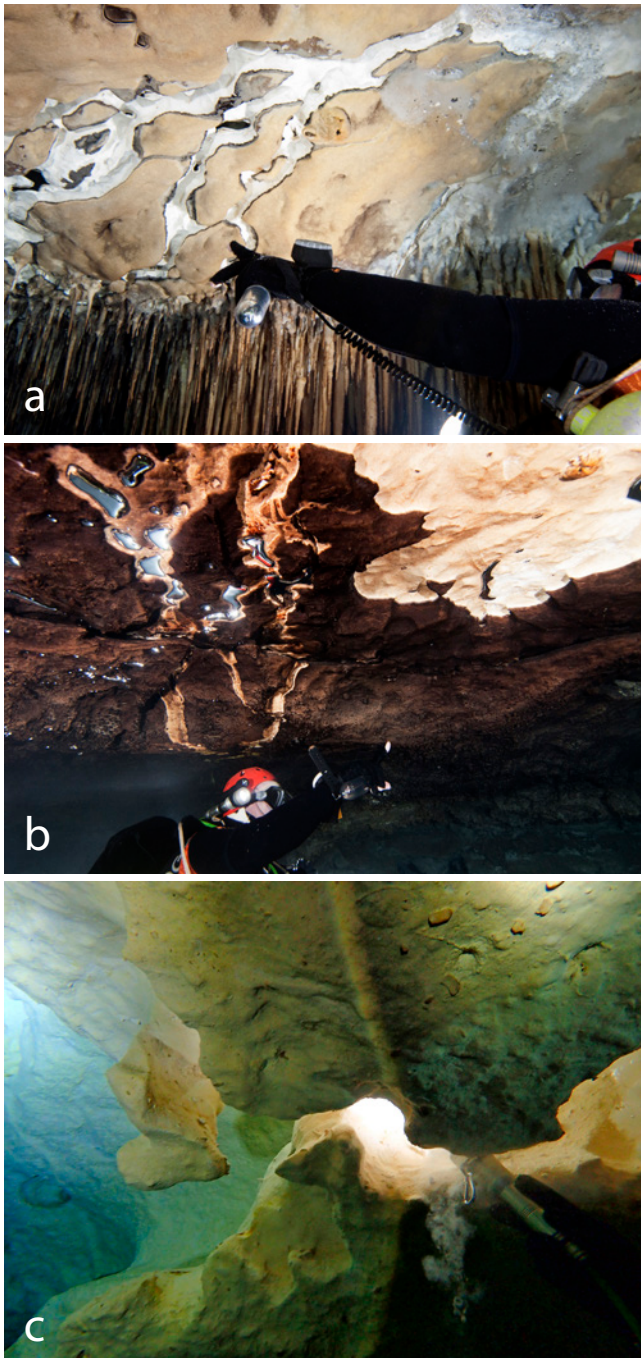
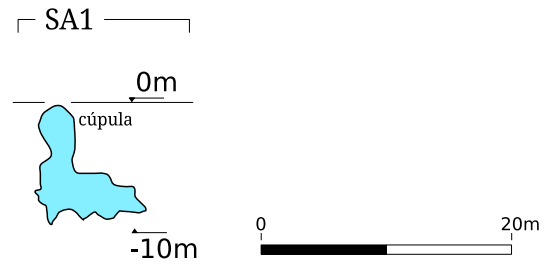
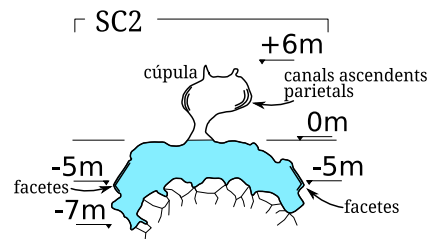


Figura 17: Canals meandriformes. a) Canals meandriformes anastomosats que procedeixen de punts d'alimentació situats al propi sostre. Destaquen pel color blanc de la roca mare que deixen entreveure. *Galeries dels Domassos*. b) Canals meandriformes anastomosats de la zona abans dels *Conductes*, a on l'excavació de la roca mare contrasta amb el color negre del sostre que l'envolta. Es poden apreciar les bombolles de l'espeleobussejador que segueixen el camí marcat pels canals. c) Part terminal d'un canal meandriforme a les *galeries del Canal*, on ha generat una intensa dissolució de la roca zenital (Fotos a i b: A. Cirer; c: J. Pérez).  
 Figure 17: Ceiling channels. a) Anastomosed meandering channels that originate from feeding points located on the roof itself; they stand out for the white color of the bedrock being exposed along the channels. *Galeries dels Domassos*. b) Anastomosed ceiling channels in the area before *Els Conductes*, where the excavation of the bedrock contrasts with the black color of the surrounding roof. The bubbles of the diver follow the path marked by the ceiling channels. c) Terminal part of a meandering channel at *Galeries del Canal*, where it has caused an intense dissolution of the rock in the ceiling (Photos a and b: A. Cirer; c: J. Pérez).

### GALERIA DELS DOMASSOS



### GALERIA DELS COCOS



### GALERIES DEL SULTÀ

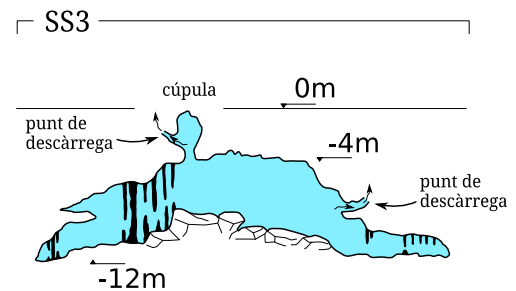


Figura 18: Seccions de diverses galeries representatives dels tres sectors subaquàtics de la cavitat on es localitzen importants cúpules.  
 Figure 18: Cross-sections of several galleries representative of the three underwater sectors of the cave, where important cupolas are located.

### MESOFORMES (d'ordre decamètric a mètric)

#### *Cruis o fractures d'alimentació (feeders, slots)*

Els conductes d'alimentació consistents en cruïses o fractures, disposats generalment al trespol de les galeries, no són massa abundants i només s'han localitzat alguns exemplars en llocs molt concrets, com al sector *Subaquàtic de Llevant*.

#### *Conductes verticals d'alimentació (feeders)*

Aquests conductes són molt nombrosos a la majoria de zones sotaiguades, però no molt desenvolupats i són de mides més reduïdes, llevats d'alguns pocs casos. Tampoc



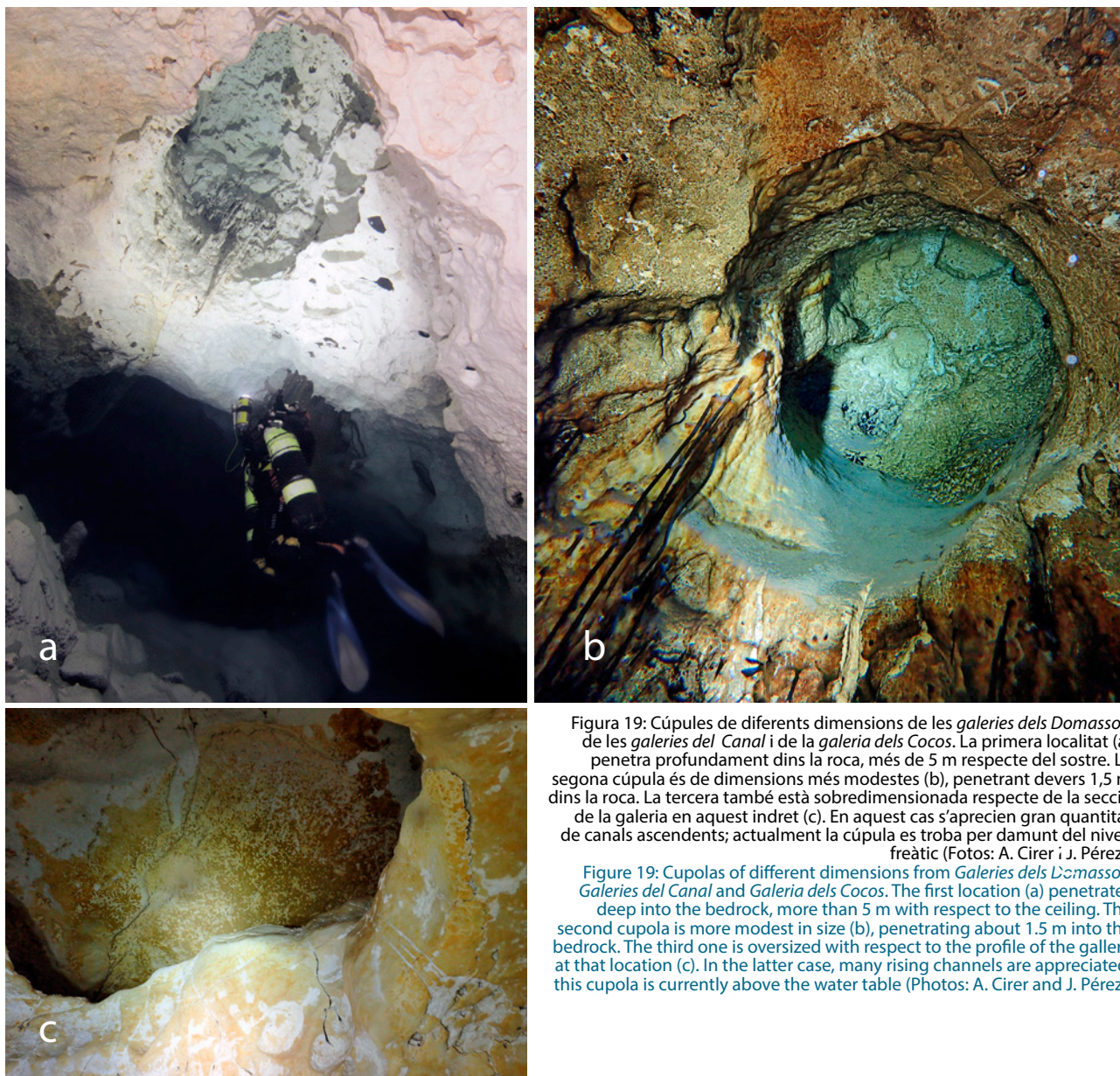


Figura 19: Cúpules de diferents dimensions de les *galeries dels Domassos*, de les *galeries del Canal* i de la *galeria dels Cocos*. La primera localitat (a) penetra profundament dins la roca, més de 5 m respecte del sostre. La segona cúpula és de dimensions més modestes (b), penetrant devers 1,5 m dins la roca. La tercera també està sobredimensionada respecte de la secció de la galeria en aquest indret (c). En aquest cas s'aprecien gran quantitat de canals ascendents; actualment la cúpula es troba per damunt del nivell freàtic (Fotos: A. Cirer i J. Pérez).

Figure 19: Cupolas of different dimensions from *Galeries dels Domassos*, *Galeries del Canal* and *Galeria dels Cocos*. The first location (a) penetrates deep into the bedrock, more than 5 m with respect to the ceiling. The second cupola is more modest in size (b), penetrating about 1.5 m into the bedrock. The third one is oversized with respect to the profile of the gallery at that location (c). In the latter case, many rising channels are appreciated; this cupola is currently above the water table (Photos: A. Cirer and J. Pérez).

les formes són molt regulars i fins i tot difícils d'identificar. En ocasions es troben gairebé reomplerts per sediments. S'inclouen en aquesta categoria mètrica a causa de la important extensió oculta a l'interior de la roca. Els més desenvolupats des del punt de vista mètric es localitzen a les *galeries del Canal* (sector *Subaquàtic de Ponent*), però també n'hi ha a la *galeria Negra*, la *galeria Despullada* i la *galeria dels Domassos* (Figures 2, 14 i 15).

#### ***Canals de sostre o canals meandriformes (ceiling channels)***

Les coves del Drac presenten importants canals de sostre, de formes, mida, color i aspecte general molt diversos. Alguns són lineals, amb possibles canals paral·lels, altres són meandriformes i altres anastomosats. Es generen a partir de punts d'alimentació lateral o fins i tot zenitals que conflueixen i es transformen en canals de sostre. Al llarg dels solcs es troben diversos punts de descàrrega de dimensions molt variades; així hi ha forats, petites cúpules o fractures i fins i tot el que semblen plans d'estratificació. Es localitzen gairebé per tots els sectors subaquàtics de la cavitat. És la cova subaquàtica a on hem observat aquestes morfologies més ben representades, de majors dimensions, abundància i diversitat (Figures 2, 16 i 17).



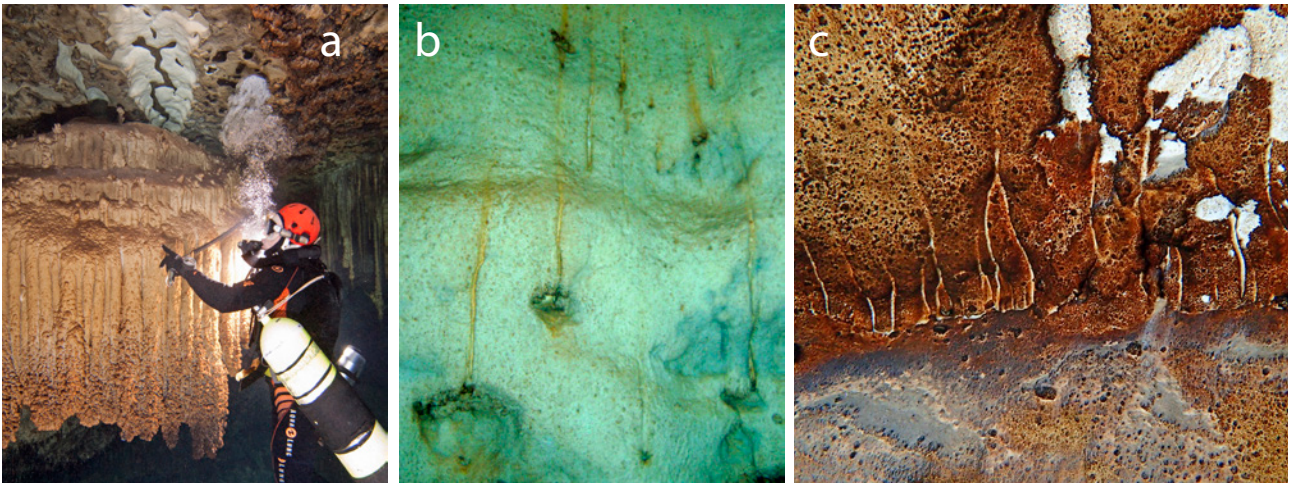


Figura 20: Punts d'alimentació laterals que arranquen d'un lateral del sostre per sobre d'una colada (a), de tupins parietals i de petits porus de la roca (b) i de cruïes (c) (Fotos: A. Cirer i F. Gràcia).  
 Figure 20: Lateral feeders starting from one side of the ceiling above a flowstone (a), from wall pockets and small pores of the bedrock (b), and from fissures in the walls (c) (Photos: A. Cirer and F. Gràcia).

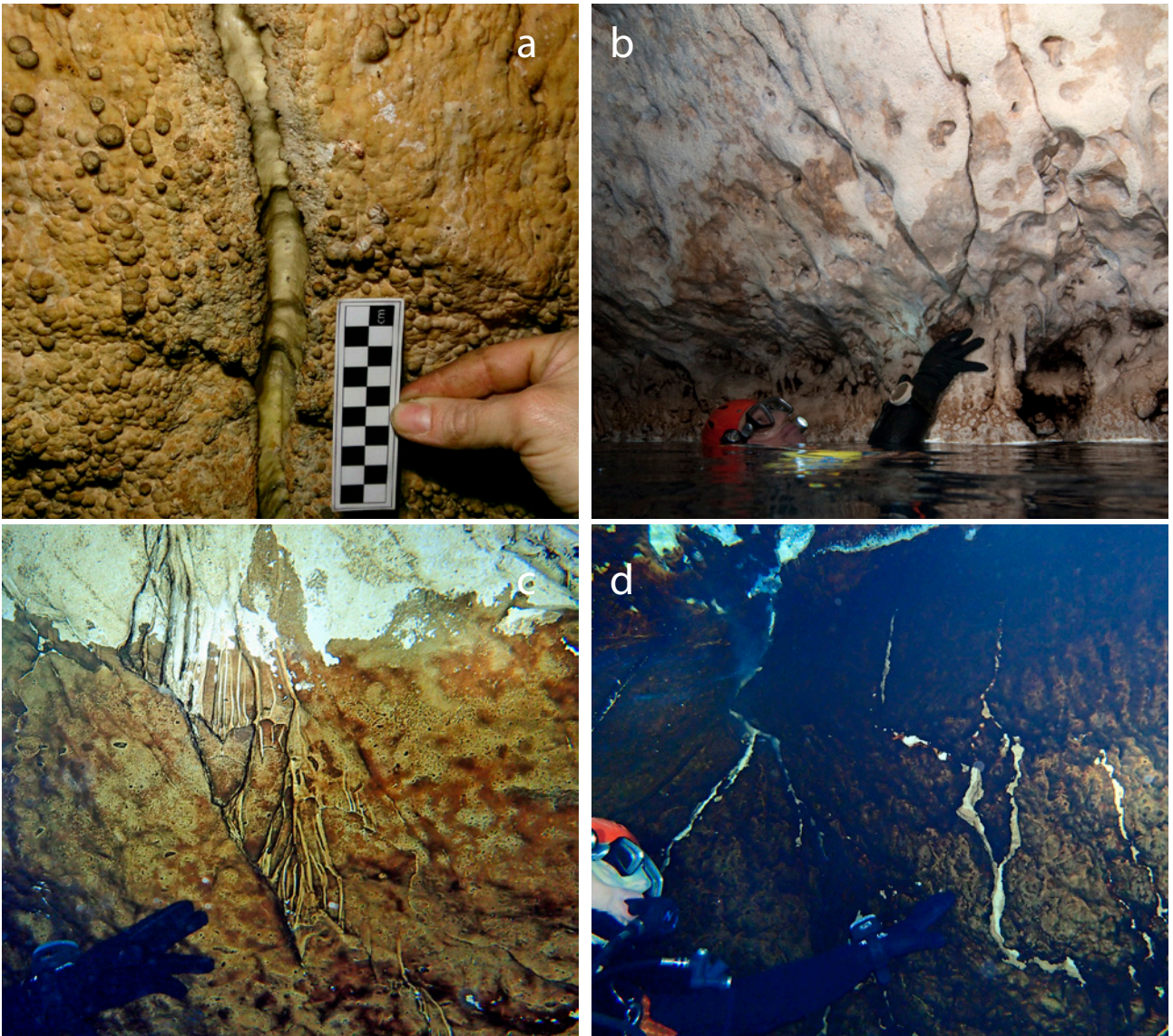


Figura 21: Canals ascendents de paret. a) i b) Alguns d'ells es localitzen a la zona actualment vadosa, encara que a pocs metres de l'actual nivell freàtic, com aquests de les proximitats del *Llac de les Meravelles* i del *Llac Miramar*. c) i d) Complicats canals ascendents del *Llac Miramar* (Fotos: M.À. Gual, A. Cirer i J. Pérez).  
 Figure 21: Rising wall channels. a) and b) Some of them are now located in the vadose zone, although only a few meters above the current water table, such as those near *Llac de les Meravelles* and *Llac Miramar*. c) and d) Complicated rising channels at *Llac Miramar* (Photos: M.À. Gual, A. Cirer and J. Pérez).



A la *galeria Negra* n'hi ha un canal meandriforme, entre d'altres de secundaris, que supera els 40 m de longitud i que segueix longitudinalment el sostre d'aquesta ampla galeria; a qualque indret es ramifica i penetra dins la roca més de 40 cm. Alguns presenten franges horitzontals paral·leles prolongades per tot el canal, amb una coloració salmó que suposam deguda a processos de precipitació. Es troben altres importants canals de sostre meandriformes i anastomosats a les *galeries dels Domassos*, encara que no presenten coloració. Alguns canals de sostre menys penetrants assoleixen una gran complexitat per l'elevada quantitat de canals més petits, que es van afegint des de punts d'alimentació localitzats al mateix sostre, normalment a les voreres, o bé des de les parets. Solen tenir colors molt clars, suposam per dissolució de la roca mare, i s'arriben a fusionar més de 40 petits canals que convergeixen entre sí per formar àmplies xarxes. En alguns casos també s'aprecien fenòmens d'anastomosi. És interessant observar com les bombolles despreses del bussejador, en ascendir fins al sostre, es concentren i transcorren per aquests canals, fet que es pot apreciar a alguna de les fotografies que documenten aquestes planes (Figura 17).

### Cúpules

(*cupolas, bellhollès*)

A les coves del Drac és a on es troben més ben representades numèricament i de dimensions remarcables. Se n'han localitzat algunes de més de 5 m de vertical i una amplària de gairebé 4 m, com la que es troba al començament de les *galeries dels Domassos*. També n'hi ha una de molt important volumètricament a la *galeria dels Cocos*, que actualment es troba per damunt del nivell freàtic, i altra a la sala de majors dimensions de les *galeries del Sultà*. Pensam que actuarien generalment com a formes de descàrrega ascendent (*outlets*) (Figures 2, 18 i 19).



Figura 22: Punts de descàrrega, localitzats normalment al sostre de galeries i sales. En aquests casos tots associats a canals de sostre meandriformes. a) *Galeries del Canal*; b) *Galeries dels Domassos*; c) i d) *Galeria Negra* (Fotos: A. Cirer i J. Pérez).

Figure 22: Discharge points (outlets) usually located at the ceilings of galleries and chambers. In these cases, they are all associated with meandering ceiling channels. a) *Galeries del Canal*; b) *Galeries dels Domassos*; c) and d) *Galeria Negra* (Photos: A. Cirer and J. Pérez).



**MICROFORMES** (d'ordre mètric a centimètric)***Punts d'alimentació laterals (side feeders)***

Es localitzen a tots els sectors subaquàtics, fins i tot guaiten fora de l'aigua a llocs tan emblemàtics com el *llac Miramar* i el *llac Negre*. En ocasions aprofiten els cruïses de la roca, porus petits, concavitats poc marcades i tupins (Figures 2, 20 i 21).

***Canals ascendents de paret (rising wall channels)***

A les coves del Drac són extraordinàriament freqüents i molt marcats, amb coloracions generalment més clares que la roca a les quals afecta. En ocasions es desenvolupen sobre espeleotemes, com colades parietals i columnes, fet que ens indica que alguns d'aquests processos s'han generat recentment. Poden ésser formes individuals o bé col·lectives que sovint s'imbriquen entre si. Hi ha indrets a on es converteixen, en arribar al sostre, en canals meandriformes. N'hi ha que s'inicien de concavitats poc marcades, petits forats o bé de tupins. En alguns casos, en arribar al sostre s'eixamplen de forma espectacular i generen una espècie de discs interconnectats entre si per canals. La seva forma i dimensions van variant d'acord amb l'angle que presenta el pla de la paret respecte a la vertical. Els canals penetren fins a alguns centímetres o només són molt superficials i es fan visibles per la coloració que han provocat (Figures 2, 20 i 21).

***Punts de descàrrega (outlets)***

Morfologies en forma de forats, cilindres, porus, fractures, cúpules i altres, que es localitzen al sostre o parets de les galeries. Representen una continuïtat dels *rising wall channels* o canals ascendents de paret. Són molt abundants i extraordinàriament diversos en mides i formes (Figures 2, 3, 14, 18 i 22). En molts de casos d'aquesta cavitat, els punts d'alimentació i de descàrrega es troben ambdós al sostre.

**Conclusions**

Les exploracions subaquàtiques desenvolupades a les coves del Drac han permès documentar un ampli ventall de morfologies primàries de dissolució, les quals tenen en comú el fet d'haver estat generades en condicions freàtiques caracteritzades pel baix dinamisme de les aigües subterrànies. Es tracta en molts de casos de formes poligèniques, en les quals es fa de vegades molt difícil destriar quin és el vector genètic principal implicat en la seva formació: la mescla de aigües continentals i marines, o la recàrrega hipogènica d'aigües agressives més o manco profundes.

Malgrat la dificultat de classificació de les morfologies, algunes d'elles tenen un origen inequívocament hipogènic, com és el cas dels canals ascendents de dissolució, els canals de sostre, o els nombrosos conductes o punts d'alimentació que sovintegen al llarg de la cavitat. En aquest sentit, les formes de dissolució de possible origen hipogènic són molt abundants a la cavitat, encara que resulta difícil establir la importància relativa d'aquests processos, enfront dels altres mecanismes espeleogenètics implicats, com són la mescla d'aigües dolces i marines, així com la descàrrega difusa de l'aqüífer litoral.

Centrant-nos de nou en les formes resultants dels processos hipogènics, cal esmentar que molt sovint s'han vist emmascarades pel creixement d'espeleotemes vadosos, durant moments de descens del nivell marí. En altres ocasions trobem espeleotemes que han estat afectats per fluids agressius ascendents, processos que pareix haver-se produït en diferents períodes temporals, alguns d'ells molt recents i fins i tot, en alguns casos, posteriors al darrer estadi glacial.

Encara que és molt difícil, queda per establir si els indicis d'espeleogènesi hipogènica, observats a les coves del Drac, són l'evidència d'uns processos generalitzables a tot l'endocarst del Llevant de Mallorca. Així mateix, sembla difícil arribar a determinar el grau de participació d'aquest vector genètic en la formació de les nombroses cavitats desenvolupades en els materials del miocè superior d'aquesta part de l'illa.

**Agraïments**

Als espeleòlegs subaquàtics Guillem Mascaró, Joan Pérez, John Freddy Fernández, Antoni Cirer, Juan Carlos Lázaro, Davide Ansaldi, Bernat Clamor, Miquel Àngel Perelló, Miquel Àngel Vives, Pere Gamundí, Álvaro Granell, Nicolás Betton, Dirk Bornemann i Nick Franglen. Hem aprofitat les nombroses visites al Drac per estudiar i documentar aquestes morfologies.

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

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

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

Agraïm a Nick Franglen la traducció del resum i dels peus de figura a l'anglès.

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

## Bibliografia

- FORNÓS, J.J.; PILARES, A.; GRÀCIA, F. & ENTRENA, A. (2018): Caracterització físico-química dels llacs de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers de la Soc. Espeleo. Balear*, 1: 181-196.
- FORNÓS, J.J.; MERINO, A.; GINÉS, J.; GINÉS, A. & GRÀCIA, F. (2011): Solutional features and cave deposits related to hypogene speleogenetic processes in a littoral cave of Mallorca Island (western Mediterranean). *Carbonates and Evaporites*, 26 (1): 69-81.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67. Bologna.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2008): Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009): On the role of hypogene speleogenesis in shaping the coastal endokarst of southern Mallorca (Western Mediterranean). In: KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (eds.) *Hypogene speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1: 91-99. Simferopol, Ucraïna.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2014): Geologic constraints and speleogenesis of Cova des Pas de Vallgornera, a complex coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 43 (2): 105-124. Tampa, USA.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; ONAC, B.P. & GINÉS, A. (2016): Hypogene imprints in coastal karst caves from Mallorca Island (Western Mediterranean): a review of the current knowledge on their morphological features and speleogenesis. In: CHAVEZ, T. & REEHLING, P. (eds.) *Proceedings of Deepkarst 2016: origins, resources and management of hypogene karst*. National Cave and Karst Research Institute. Symposium 6: 105-113. Carlsbad, USA.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; ONAC, B.P. & GINÉS, A. (2017): 5. Hypogene imprints in coastal karst caves of Mallorca Island (Western Mediterranean): morphological features and speleogenetic approach. In: KLIMCHOUK, A.; PALMER, A.N.; DE WAELE, J.; AULER, A.S. & AUDRA, P. (eds.) *Hypogene karst regions and caves of the World*. Springer International Publishing AG. Cave and Karst Systems of the World. 99-112. Cham, Suïssa.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F. & FORNÓS, J. J. (2018): L'espeleogènesi de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): evolució dels coneixements i interpretació actual. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 141-163.
- GRÀCIA, F. (2015): *Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del Llevant i Migjorn de Mallorca*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 984 pàgs. Inèdit.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. & LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.



- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GUAL, M. A.; WATKINSON, P. & DOT, M. A. (2003a): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). I: Descripció de les cavitats i història de les exploracions. *Endins*, 25: 23-42.
- GRÀCIA, F.; JAUME, D.; RAMIS, D.; FORNÓS, J.J.; BOVER, P.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A. & VADELL, M. (2003b): Les coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). II: La Cova Genovesa o Cova d'en Bessó. Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna, paleontologia, arqueologia i conservació. *Endins*, 25: 43-86.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. i URIZ, M.J.; MARTIN, D.; GIL, J.; GRÀCIA, P.; FEBRER, M. & PONS, G. (2005): La cova des Coll (Felanitx, Mallorca): Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata - Pont - Piqueta (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; CLAMOR, B.; FEBRER, M. & GAMUNDÍ, P. (2007): La Cova de sa Gleda I. Sector Clàssic, Sector de Ponent i Sector Cinc-Cents (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, sedimentologia i hidrologia. *Endins*, 31: 43-96.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J. J.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B.; POCOVÍ, J. & PERELLÓ, M. A. (2009a): Les descobertes subaquàtiques a la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): Història i descripció dels descobriments, hidrologia, espeleotemes, sediments, paleontologia i fauna. *Endins*, 33: 35-72.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B. & POCOVÍ, J. (2009b): Morfologies de corrosió a la part submergida de la Cova des Pas de Vallgornera. Sector Antic, Sector de Gregal i Sector de les Grans Sales. *Endins*, 33: 73-98.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P. & FORNÓS, J.J. (2010): El sistema de cavitats Gleda - Camp des Pou (Manacor, Mallorca). *Endins*, 34: 35-68.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J. & WATKINSON, P. (2011a): Les cavitats subaquàtiques de la franja litoral de Mallorca. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 103-132. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P. & FORNÓS, J.J. (2011b): Morfologies de corrosió de la zona de mescla a les coves subaquàtiques de la franja litoral del Llevant i Migjorn de Mallorca. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 133-146. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, J.F.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A.; GINÉS, J.; URIZ, M.J.; MUNAR, S.; VICENS, D.; GINARD, A.; BETTON, N.; VIVES, M.À.; JAUME, D.; MAS, G.; PERELLÓ, M.À.; CARDONA, F. & TIMAR-GABOR, A. (2014): Es Dolç (Colònia de Sant Jordi, ses Salines, Mallorca). Cavitat litoral amb influències hipogèniques excavada a les eolianites quaternàries i als materials del Pliocè. *Endins*, 36: 69-96.
- GRÀCIA, F.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, F.; FORNÓS, J.J.; BETTON, N.; LÁZARO, J.C.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.A.; VIVES, M.A. & ANSALDI, D. (2017): Les coves del Drac: 1896-2016. Les descobertes subaquàtiques. *IX Jornades d'Estudis Locals de Manacor. Llegendes, mentides i altres equívocs. Expressions de cultura popular a Manacor*. 13 i 14 de maig de 2016. 421-439. Manacor.
- GRÀCIA, F.; MASCARÓ, G.; PÉREZ, J.; FERNÁNDEZ, J.F.; CIRER, A.; LÁZARO, J.C.; ANSALDI, D.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.À.; VIVES, M.À.; GAMUNDÍ, P.; GRANELL, À.; BETTON, N.; BORNEMANN, N. & FRANGLÉN, N. (2018): Les exploracions subaquàtiques a les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 105-116.
- GRÀCIA, F.; MASCARÓ, G.; PÉREZ, J.; FERNÁNDEZ, J.F.; CIRER, A.; LÁZARO, J.C.; ANSALDI, D.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M.À.; VIVES, M.À.; GAMUNDÍ, P.; GRANELL, À.; BETTON, N.; BORNEMANN, D. & FRANGLÉN, N. (2018): El Drac subaquàtic (Coves del Drac, Manacor, Mallorca) *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 117-139.
- MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49-70.
- MERINO, A. & FORNÓS, J.J. (2010): Los conjuntos morfológicos de flujo ascendente (Morphological Suite of Rising Flow) en la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 34: 87-102.
- MERINO, A.; GINÉS, J. & FORNÓS, J.J. (2011): Evidències morfològiques de processos hipogènics a cavitats de Mallorca. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 165-182. Palma.
- OSBORNE, R.A.L. (2004): The troubles with cupolas. *Acta Carsologica*, 33: 29-36. Postojna.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave Geology*. Cave Books. 454 pp. Dayton, Ohio, USA.
- PILARES, A.; FORNÓS, J. J.; GRÀCIA, F. & GÓMEZ-PUJOL, LL. (2018): El registre sedimentari de la part subaquàtica de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 165-180.
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet-Cala Varques. *Endins*, 4: 21-42.



