

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 (Llucmajor, Mallorca)

per Francesc GRÀCIA ^{1,2}, Joan J. FORNÓS ², Pere GAMUNDÍ ¹,
Bernat CLAMOR ¹ i Jaume POCOVI ¹

Resum

La part submergida de la cova des Pas de Vallgornera, concretament als sectors explorats, sector Antic, sector Subaquàtic de Gregal i sector de les Grans Sales, presenten una gran variabilitat de formes de corrosió que són catalogades en quatre grans grups en funció de les seves dimensions i processos genètics. La gran variabilitat i contrast observats a les morfologies presents venen condicionats per l'existència d'importantes diferències litològiques de caràcter textural dins les calcarenites del Miocè superior a on es desenvolupa la cova, degudes a la variació ambiental amb fàcies de front d'escull i fàcies de lagoon.

Abstract

The submerged part of the Cova des Pas de Vallgornera, specifically in the recently explored sectors, the Antic Sector, the Gregal Subaquatic Sector and the Grans Sales Sector, have a great variety of corrosion forms that are catalogued in four large groups according to their dimensions and formation processes. The great variety and observed contrasts of the morphologies found is conditioned by the existence of important lithological differences of a textural character within the calcarenites from the Upper Miocene where the cave is developed, related to variations in the environmental conditions that include reef front and lagoon facies.

Introducció

Una vegada més, s'intenta incrementar la informació sobre les morfologies de dissolució de les cavitats litorals del Miocè superior de Mallorca lligades a la zona de mescla d'aigües. El catàleg de formes de corrosió de la cova des Pas de Vallgornera és especialment atractiu per una sèrie de motius. En primer lloc per la seva espeleometria, es tracta de la cavitat, amb diferència, de més recorregut de les Balears i que ocupa la sisena posició a l'Estat Espanyol, actualment amb més de 62 km de recorregut. Al mateix temps és la cavitat litoral més important de l'Estat i que tinguem referències d'Europa. En segon lloc pel contrast i la variabilitat que presenten les morfologies presents condicionades litològicament i associades a les diferències texturals que presenten les diferents fàcies esculloses del Miocè superior (front d'escull, escull en clapes, lagoon) on s'hi troben situades dins la mateixa cavitat. El tercer motiu és la bellesa i claredat de les morfologies de corrosió presents, que constitueixen una riquesa natural de primer ordre.

El treball se centra exclusivament en les morfologies de dissolució que es troben situades a les zones submergides de la cavitat, als tres sectors actualment considerats: sector Antic, sector Subaquàtic de Gregal i sector de les Grans Sales. Tradicionalment s'ha dedicat sempre molta d'atenció i reconeixement a les formacions litoquímiques que es troben a les cavitats com a conseqüència dels mecanismes de precipitació i s'han menyspreat les formacions primàries, generades pels mecanismes de dissolució de la zona de mescla d'aigües principalment. S'ha de tenir present que el seu estudi i anàlisi pot permetre comprendre i valorar la gènesi i evolució de l'endocast litoral i que són les formes generadores de les pròpies cavitats. El seu estudi a Mallorca s'ha anat incrementant progressivament gràcies a les recerques i aportacions efectuades per l'equip d'espeleòlegs subaquàtics del Grup Nord de Mallorca a les coves del Migjorn i Llevant mallorquí (GRÀCIA *et al.*, 1997, 1998a, 1998b, 2000, 2003b, 2005, 2006a, 2006b, 2007) i a l'equip d'espeleòlegs que exploren i documenten la cova des Pas de Vallgornera (MERINO, 1993, 2000, 2006, 2007; MERINO *et al.*, 2006, 2008, 2009; GINÉS *et al.*, 2008, 2009a i 2009b) amb tasques que encara continuen.

1 Grup Nord de Mallorca (GNM). Pollença.
email: xescgracia@yahoo.es

2 Dept. Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears (UIB).
email: joan.fornos@uib.cat

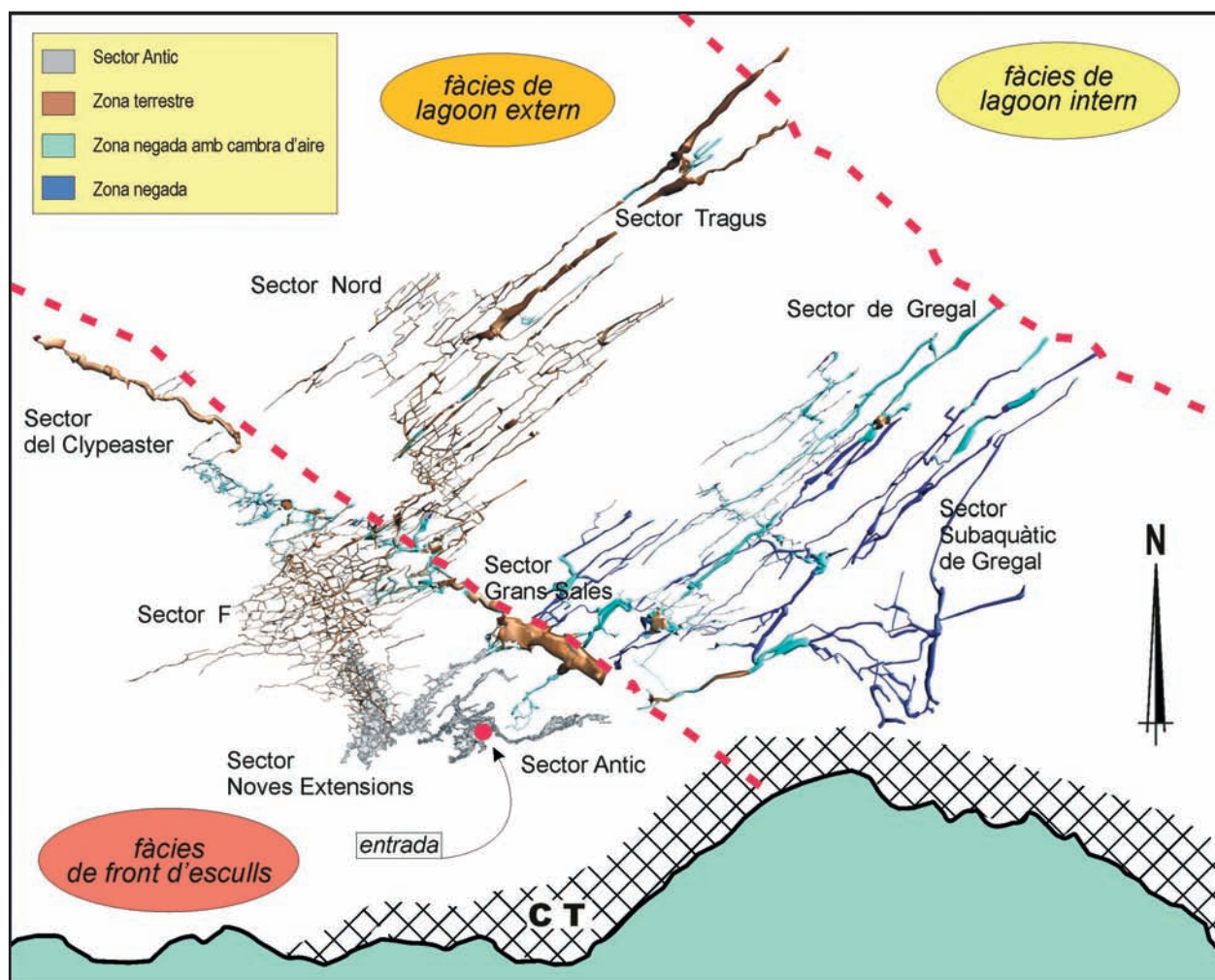


Figura 1: Topografia de la cavitat, amb la cartografia de facies litològiques del Complex d'Esculls del Miocè superior (modificat de GINÉS *et al.* 2008).

Figure 1: Survey of the cave, with a map of the lithological facies of the Upper Miocene "Reef Complex".

Antigament, i encara ara, és habitual parlar de morfologies espongiformes de forma global per incloure gran part de les morfologies de dissolució presents. Però creiem que és important intentar anar més enllà d'aquesta generalització i aprofundir en la riquesa de les formacions primàries. És com si tots els espeleotemes no es tractessin més que de forma global, sense entrar en la gran riquesa de tipologies que existeixen.

D'ençà de les exploracions iniciades l'any 1994 a la cova des Coll, amb la troballa d'una gran riquesa de formes de corrosió, es va veure la pobresa dels termes que empràvem i la necessitat d'aclarir i aprofundir en l'estudi d'aquest aspecte de l'endocarst. 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 la dissolució. També les variacions de mida de les morfologies suposa un increment de la dificultat de classificació. Alguns dels termes inicialment emprats corresponen a BRETZ (1942), NÚÑEZ (1967), FORD i WILLIAMS (1989) i SLABE (1995). El primer intent de sistematització de les morfologies de corrosió presents a

Mallorca es va fer a GRÀCIA *et al.* (2005) i va ser incrementat i perfeccionat per noves aportacions a MERINO (2006) i GRÀCIA *et al.* (2006a, 2007), essent el present treball un intent de millorar i aprofundir en el coneixement i la classificació de les morfologies de corrosió de les cavitats litorals associades a la zona costanera de mescla d'aigües.

Catàleg de morfologies de corrosió de la cavitat

La cova des Pas de Vallgornera constitueix una excel·lent i rica font d'informació en referència a aquestes formacions primàries, a la vegada que permet la comparació i l'anàlisi de la importància de la litologia, en quant a la seva variabilitat textural, en la gènesi de les morfologies. La presència de zones de la cova que es desenvolupen associades a diferents facies esculloses, com són les facies de front d'escull o també dins de facies d'escull en clapes (dins la facies de lagoon extern), i d'altres zones que travessen les facies de lagoon extern

i intern ho fan possible (GINÉS *et al.*, 2008; 2009b). La roca, en el primer cas, és molt porosa (amb gran porositat primària i mòldica), en comparació amb la de la fàcies de lagoon extern, i sobretot la del lagoon intern amb aspecte més massiu, molt poca porositat primària i només amb permeabilitat secundària deguda a la porositat de fracturació. Aquest contrast litològic dins la mateixa cavitat, constitueix un excel·lent motiu d'estudi. A més a més, la gran quantitat de quilòmetres de galeries i sales fan que hi hagi gran quantitat de formes per estudiar i comparar. S'ha de valorar el fet de que, a les zones subaquàtiques, les galeries i sales afectades per processos d'esfondrament són percentualment molt baixes, en comparació amb altres cavitats del litoral mallorquí. Només de forma local afecten i han generat sales o galeries a on aquests processos siguin predominants. A continuació exposam seguint inicialment un criteri dimensional, el catàleg de formes trobades als sectors subaquàtics estudiats de la cova tot fent, quan això és possible, una comparació amb altres cavitats litorals de Mallorca:

MEGAFORMES

Corresponen a aquest grup les morfologies de corrosió d'ordre quilomètric a hectomètric i que poden ser considerades com a organització de les xarxes endocàrstiques

Sistemes de cavitats laberíntiques (*irregular mazes*)

La cavitat presenta una direcció predominant NE-SO. Compartim plenament la interpretació exposada per GINÉS *et al.* (2008 i 2009b) sobre el control que la litologia exerceix en l'organització de la xarxa subterrània, ja que es pot extrapolar a les galeries i sales sotaiguades de la cova (Fig. 1). Als tres sectors que estudiam en aquest treball podem diferenciar les sales i galeries a on s'observen poques directrius estructurals clares que controlin el seu desenvolupament, tal com passa a molts de llocs dins la fàcies de front d'escull (sector Antic i una petita part del sector de les Grans Sales). Les galeries i sales d'aquests dos sectors són preferentment galeries freàtiques de secció circular o irregular, amb abundants sales i cambres freàtiques circulars. Aquestes no tenen direccions molt clares, tractant-se de galeries sinuoses i estan ramificades formant un autèntic aspecte espongi-forme, a més de la multitud de morfologies de corrosió que presenten a nivell de mesoformes i microformes, especialment morfologies espongi-formes. Són escasses al sector Antic i al de les Grans Sales les galeries amb un clar control estructural i les formes de dissolució són molt més abundants.

Els sectors de la cavitat més ramiformes, en el sentit emprat per PALMER (1991 i 2007), corresponen a la fàcies de lagoon; en canvi al sector Subaquàtic de Gregal predominen les galeries rectilínies de centenars de metres sense canvis de direcció importants i amb poques



Figura 2: Galeria freàtica de control estructural estratigràfic al sector Antic, dins les fàcies d'escull. Es veu clarament la secció horitzontal de la galeria que aprofita els plans d'estratificació. (Foto M. A. Barceló).

Figure 2: Phreatic gallery of a stratigraphic structural control in the Antic Sector, within the reef facies. The horizontal section of the gallery, which has taken advantage of the bedding planes, can be clearly seen. (Photo M. A. Barceló).



Figura 3: Galeria freàtica de control estructural tectònic a partir de fractures que generen seccions verticals. Galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto J. Pocoví).

Figure 3: Phreatic passage showing a tectonic structural control following fractures which generate vertical sections. Galeria Miquel Àngel Barceló (Gregal Subaquatic Sector). (Photo J. Pocoví).

continuacions laterals. Les galeries que predominen són principalment galeries freàtiques de control estructural tectònic i presenten habitualment regates de corrosió i facetes com a morfologies associades. A algunes zones dins les fàcies de lagoon es troben fàcies amb clapes d'escull que formen una espècie de "illes litològiques i morfològiques" amb les mateixes característiques i morfologies que les primerament esmentades, però de menor extensió i perfectament delimitades.

MACROFORMES

Considerem com a macroformes a totes aquelles morfologies de corrosió d'ordre hectomètric a decamètric.

Galeries freàtiques de control estructural estratigràfic (phreatic networks)

En aquestes, la corrosió aprofita els plans d'estratificació, i genera seccions horitzontals, en ocasions d'amplades importants (Fig. 2). A la cova des Pas de Vallgornera hi ha importants galeries d'aquest tipus, dins la fàcies de lagoon extern, al sector Subaquàtic de Gregal, especialment a la galeria Collonuda Sud, a on

les amplades són molt importants (en alguns llocs superen els 25 m) i deixen abundants columnes de roca entremig. La part final de la galeria Grup Nord de Mallorca, a on entra ja dins el lagoon intern presenta el sostre totalment pla i també les podem incloure en aquesta tipologia. A la fàcies de front d'escull, al sector Antic, també hi son presents, formant sales d'uns 2 m d'alçària i molt espaioses, que superen els 16 m i subdividides per una impressionant riquesa d'espeleotemes.

A altres cavitats litorals de Mallorca, com per exemple la cova Genovesa (GRÀCIA *et al.*, 2003a, 2003b), formen sales com la sala GNM. Encara son més importants a la cova de sa Gleda, els plans d'estratificació generen galeries o sales baixes i àmplies (sala dels Paleonivells, laminadors prop del pas de l'Apocalipsi, part de les galeries de les Haloclines). A la cova de sa Gleda es localitzen a distints nivells d'espeleogènesi. D'aquesta manera, a les galeries dels Paleonivells el nivell del sostre està a -13,4 m i el terra a -15,8 m; a les galeries de les Haloclines entre -17 m i -18,3 m. En el cas de la cova des Coll localitzada a Felanitx, al Llevant de Mallorca (GRÀCIA *et al.*, 2005) formen una part important de les galeries del sector del Poble, sector del Descobriment, sector del Patatús i sector dels Autèntics.

Galeries freàtiques de control estructural tectònic (phreatic networks)

Són les galeries a on predomina el control estructural tectònic, a partir de fractures que generen seccions verticals (Fig. 3). Les diàclasis serveixen de línia de menor resistència per a la corrosió dins la zona de mescla i donen lloc a les galeries que en secció transversal tenen una tendència normalment vertical. L'alçària d'aquestes galeries arriba a assolir els 10 m a la galeria Miquel Àngel Barceló. En algunes galeries, especialment també a la galeria Miquel Àngel Barceló, a la part inferior, la galeria es troba molt encaixada, amb uns valors d'amplada que va dels 0,5 a 1 m i una fondària que parteix a partir dels -5 fins als -8,2 m. Les parets d'aquestes zones inferiors presenten una coloració més fosca i recoberta de morfologies que recorden les espongiformes a escala de microformes. Aquestes galeries solen tenir associades regates de corrosió i facetes, sovint a diferents nivells. A les zones subaquàtiques de la cova, les galeries de control estructural tectònic són majoritàries i es troben a les galeries de les Grans Sales, alguns trams del sector Antic i la major part de la galeria Miquel Àngel Barceló, trams de la galeria Grup Nord de Mallorca, galeria Endavant les Atxes, part de les galeries de l'Estremunció i galeria Collonuda Nord. Les cotes de fondària van entre alguns metres per damunt del nivell freàtic fins a -10 m. Constitueixen una part important, en proporció, de les galeries sotaiguades de la cavitat. És molt freqüent que, en moltes zones es trobin disposades vèries galeries en forma paral·lela, associades a la equidistant distribució de les diàclasis també paral·leles, i que presentin fenòmens de coalescència.

Comparant amb altres cavitats, en el cas de la cova des Coll localitzada a Felanitx, a la part oriental de Mallorca (GRÀCIA *et al.*, 2005) aquestes formen la majoria de galeries del sector del Poble, sector del Des-



Figura 4: Galeries freàtiques de control estructural tectònic-estratigràfic a la galeria Collonuda Nord (sector Subaquàtic de Gregal). A la foto es pot apreciar la secció horitzontal-vertical. (Foto J. Pocovi).

Figure 4: Phreatic network with a tectonic-stratigraphic structural control in the gallery Collonuda Nord (Gregal Subaquatic Sector). In the photograph the horizontal-vertical section can be appreciated. (Photo J. Pocovi).

cobriments, sector del Patatús i sector dels Autèntics. A la Cova de sa Gleda, les galeries de control estructural tectònic es troben a alguns trams de les galeries de les Haloclines i galeries laterals a la galeria Cinc-cents, entre -12 i -18,5 m.

Galeries freàtiques de control estructural tectònic-estratigràfic (phreatic networks)

Els dos grans grups de galeries de control estructural poden combinar-se alhora i generen seccions horitzontals-verticals (Fig. 4). És freqüent que una ampla galeria de control estructural estratigràfic fusioni dues, tres o més galeries de control estructural tectònic. Al sector Antic de la cavitat es veu a la branca dreta que condueix des del llac d'entrada a la sala Que No Té Nom, a un lloc en que la galeria s'obri espectacularment. En aquest tram es produeix una combinació d'un important control estructural estratigràfic i almenys dues galeries de control estructural tectònic. També la galeria Collonuda Sud és majorment de component estructural estratigràfic i afectat per almenys dues galeries estructurals tectòniques. A la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005) es troben sobretot a l'Oceà de Fang (sector del Descobriment) i a la sala de la Panxa (sector del Patatús).

Galeries freàtiques de secció circular (tubular passages)

Presenten generalment seccions circulars, semicirculars o el·líptiques, encara que n'hi ha que tenen una secció més irregular, sense una forma clara (Fig. 5). 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 diaclasis. En els casos de l'existència de galeries paral·leles molt properes solen presentar també morfologies de coalescència. S'ha d'anar amb cura de no confondre aquestes galeries amb galeries d'esfondrament, a on en secció també s'aconsegueix la mateixa forma però el procés és totalment diferent. Es tracta d'un mecanisme de reajustament gravitacional i no de dissolució.

A la cova des Pas de Vallgornera es troben especialment al sector Antic, de secció generalment irregular i que no segueixen una direcció clara, no presenten trams molt rectes i allargats, com és el cas de les galeries de control estructural tectònic i presenten abundants galeries laterals. Les galeries situades més al NW de les Grans Sales, són de secció circular i de diàmetre molt escàs, fins a fer-se impracticables. La fondària de les galeries està compresa entre -3 m al sostre i -3,7 i -4 m al terra. Les mides en secció donen uns valors generals

Figura 5: Galeria freàtica de secció circular o irregular, sense una forma clara. En la seva gènesi no ha intervingut de forma tan activa, o bé es del tot independent, el control estructural tectònic o estratigràfic. Sector de les Grans Sales. (Foto M. A. Perelló).

Figure 5: Irregular rounded phreatic passage without a clear form. In its genesis the tectonic or stratigraphic structural control have not actively intervened, or perhaps it is independent of them. Grans Sales Sector. (Foto M. A. Perelló).

d'alçària entre 0,8 i 1,5 m; el quocient entre amplària i alçària de les seccions és de 1,3 i 1,8. A la cavitat es troben especialment a les fàcies de front d'escull i, a les fàcies amb clapes d'escull dins les fàcies de rere escull o de lagoon extern, com és el cas d'algunes zones de la galeria Grup Nord de Mallorca, a on s'assoleixen els 2,5 m d'alçària i els 5 m d'amplària. Al sector Antic, dins la fàcies d'escull, l'alçària és de 1,7 m i l'amplària entre 3,5 i 4 m.

A la cova des Coll estan localitzades a les galeries Laberíntiques del sector dels Espectres i a les galeries Corcades del sector del Patatús i en gran part de galeries del sector dels Autèntics (GRÀCIA *et al.*, 2005). Les mides en secció agafades al sector dels Espectres donen uns valors generals d'alçària entre 0,9 i 1,8 m; el quocient entre amplària i alçària de les seccions és de 1,4 i 1,8 (sense tenir en compte els valors de galeries fusionades).



Figura 6: Galeries freàtiques de secció circular i control estructural tectònic. Presenten una morfologia mixta a on es veu bé la fractura generadora. Sector de les Grans Sales (Foto M. A. Perelló).

Figure 6: Phreatic tubular passage showing a tectonic structural control. It has a mixed morphology where the generating fracture can be seen. Grans Sales Sector (Photo M. A. Perelló).



Figura 7: Sales freàtiques, unitats de dissolució que en planta tenen forma irregular o més o menys circular que es generen per la dissolució a les façies de front d'esculls i, a les façies de clapes d'esculls, dins les façies de lagoon extern. Presenten morfologies espongiformes i de corrosió per tot arreu. Els processos d'esfondrament gairebé no s'han iniciat. Sector Subaquàtic de Greal. (Foto M. A. Perelló).

Figure 7: Globular chambers, dissolution units which have irregular circular floor plans and are formed by the dissolution both of the reef front facies as well as the coral patches within the outer lagoon facies. They have spongework and corrosion morphologies. The breakdown processes have hardly started. (Greal Subaquatic Sector). (Photo M. A. Perelló).

A la cova de sa Gleda es localitzen, especialment les de secció irregular, en algunes zones del circuit dels Pirates, galeries dels Gemecs i galeries de les Haloclines. A la cova Genovesa la galeria que permet comunicar amb la sala Bermudacarís.

Galeries freàtiques de secció circular i control estructural tectònic

En aquesta categoria es poden incloure algunes de les galeries que es donaven com a galeries freàtiques de secció circular a la cova des Coll i a la cova de sa Gleda i que, malgrat una predominant dissolució és clara, també es veu bé la fractura generadora (Fig. 6). A la cavitat es troben alguns trams de la Miquel Àngel Barceló, i al sector de les Grans Sales.

Sales freàtiques circulars (globular halls)

Venen a esser unitats de dissolució semi-independents que en planta tenen forma irregular o més o menys circular (Fig. 7). En aquesta classificació incorporam les que superen els 10 m d'eix. A la cova des Pas de Vallgornera es localitzen especialment a les façies de front

d'escull i, a les façies amb clapes d'escull, dins les façies rere escull i de lagoon extern, com és el cas d'algunes zones de la galeria Grup Nord de Mallorca, laterals de la galeria Miquel Àngel Barceló i al sector Antic, encara sense topografiar.

A la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005), algunes de les sales estan connectades amb la resta de la cavitat mitjançant estretes galeries freàtiques de secció circular (corredors). El diàmetre arriba a assolir els 25 m (sala del Cap Buit al sector Final), les descrites a la cova des Coll són de sostre baix.

MESOFORMES

Englobam dins d'aquest gran grup a totes les morfologies de corrosió d'ordre decamètric a mètric.

Cambres freàtiques circulars (phreatic chambers, globular chambers)

Són unitats de dissolució semi-independents de forma circular i de sostre generalment baix. En aquesta tipologia incloem les que es troben entre 2 i 10 m de diàmetre. Es presenten sovint fusionades o associades

a altres morfologies de corrosió, com són galeries freàtiques de secció circular o irregular. A la cova des Pas de Vallgornera també es localitzen als laterals del sector Antic i algunes zones del sector Subaquàtic de Gregal, preferentment lligades a les fàcies de front d'escull o a on hi ha clapes de creixement coral·lí dins la fàcies de lagoon extern.

A la cova de sa Gleda es localitzen escampades a diferents indrets, com és el cas de les galeries de les Haloclines (GRÀCIA *et al.*, 2007). A la cova Genovesa es troben presents als laterals de la galeria Myotragus i a la sala Final. Les descrites en aquesta cavitat són de sostre baix i coincidents amb la primera cota d'espeleogènesi (entre les cotes -9,5 i -10 m i -9 i -10,3 m). El diàmetre de les cambres està comprés entre 6 i 11 m. Algunes de les cambres estan connectades amb la resta de la cavitat mitjançant estrets corredors freàtics (GRÀCIA *et al.*, 2007).

Columnes de roca (*rock pillars*)

Es tracta de morfologies de corrosió formades per roca mare que connecten sostre i pis (Fig. 8). Sovint són formes que s'han generat a partir d'envans en avançat estat d'evolució. Són molt abundants i es troben repartides pels diferents sectors. De totes formes, són molt més espectaculars i abundants a les fàcies de front d'escull de la cavitat, com a conseqüència de la gran quantitat de galeries que s'obrin pertot arreu, fet



Figura 8: Columna de roca generada dins les fàcies d'escull de la cavitat. Sector Antic. (Foto F. Gràcia).

Figure 8: Rock pillar within the reef facies of the cave. Antic Sector. (photo F. Gràcia).

que provoca que quedin romanents de roca mare que constitueixen les columnes, de diàmetre molt variable. A la cova des Pas són especialment abundants a les galeries de l'Extremunció i a la galeria Collonuda Sud. També al sector Antic són freqüents.

Envans de dissolució (*rock spans*)

Són les parets que separen galeries o cambres paral·leles, que a mesura que avança la dissolució de la roca es van tornant més primes, fins que es van desdibuixant en subdividir-se, foradar-se o bé caure en perdre sustentació (Fig. 9). Mostren, per tant, segons l'estadi evolutiu diferents estadis de dissolució i es presenten associades a 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 als primers estadis tenen formes molt allargades, per posteriorment anar-se'n desdibuixant l'antic envà original.

A la cova des Pas de Vallgornera els envans són extraordinàriament abundants, a causa de la gran quantitat de galeries paral·leles que es troben, especialment les de control estructural tectònic, que originen envans verticals. Es troben especialment a les galeries de les Grans Sales (sector Grans Sales) i al sector Subaquàtic de Gregal, pràcticament a totes les galeries. Són més escasses al sector Antic, possiblement per tractar-se d'unes fàcies d'escull. També a les zones de clapes d'escull disminueixen molt quantitativament.

Han estat citades a gairebé totes les cavitats subaquàtiques del llevant de Mallorca, especialment a la cova des Coll, cova Genovesa i cova de cala Varques B (GRÀCIA *et al.*, 2000, 2003b, 2005).

Ponts (*bridges*)

Són restes de la massa rocosa d'ordre mètric a decamètric que abans separava àmbits pròxims (Fig. 10). En ocasions procedeixen d'envans, bé verticals, comunicant dues galeries paral·leles, o bé horitzontals, permetent l'accés entre pisos diferents. Si es troben en una cota a on es produeix la dissolució de la roca, se seguiran eixamplant o bé cauran per inestabilitat contribuint a l'increment del buit. El seu desmantellament per corrosió origina esperons. Són abundants tant a la fàcies de lagoon extern, com a les fàcies de front d'escull com quant hi ha clapes de creixement coral·lí dins la fàcies de rere escull i de lagoon.

A la cova de sa Gleda són especialment freqüents a les galeries dels Gemecs i s'han format per la destrucció del pis que separava dos nivells superposats de galeries (GRÀCIA *et al.*, 2007). La cova des Coll presenta també aquesta morfologia repartida arreu de la cova (GRÀCIA *et al.*, 2005).

Facetes (*solution facets*)

Associades generalment a les regates de corrosió de les quals parteixen i constitueixen el seu límit infe-

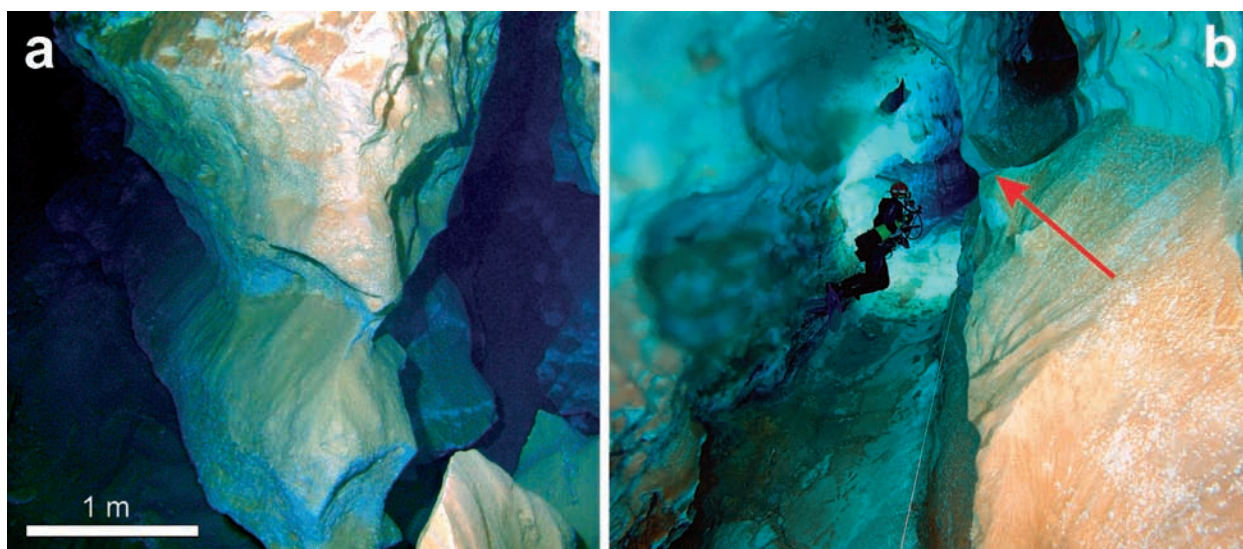


Figura 9: a) i b) Envans que separen galeries paral·leles, molt abundants a la cova des Pas de Vallgornera. A mesura que avança la dissolució i els processos d'esfondrament es poden acabar unint-se les galeries properes i formar àmbits de major volum. a) Galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal) i b) sector de les Grans Sales. (Fotos F. Gràcia i M.A. Perelló).

Figure 9: a) and b) Rock spans that separate parallel galleries, very abundant in the Cova des Pas de Vallgornera. As the dissolution and breakdown processes advance they can join together in true galleries and become passages of large volume. a) Galeria Miquel Àngel Barceló (Gregal Subaquatic Sector) and b) Grans Sales Sector. (Photos F. Gràcia i M.A. Perelló).

rior (Fig. 11). Longitudinalment segueixen les galeries freàtiques estructurals i les galeries freàtiques de secció circular i es disposen a ambdós costats formant superfícies inclinades (*facets*), generalment entre 35 i 50°. La seva alçària està compresa entre 0,5 i 2 m, encara que el més habitual és de 0,5 i 1 m. La gran longitud que poden arribar a assolir, la qual pot superar els centenar de metres, fa que estiguin incloses dins les mesoformes. Es poden trobar a diferents nivells, essent molt freqüent trobar dos o tres a diferents fondàries, associades generalment a regates de corrosió. Són més abundants i marcades, així com molt més clares les que es formen a les galeries freàtiques estructurals tectòniques. Es localitzen a galeries de qualsevol amplada, algunes de molt angostes fins a d'altres que superen els 15 m, encara que s'han pogut generar dins una galeria més estreta i per unió de vèrtebrals formant una galeria molt més ampla, amb els laterals que presenten facetes.

A la cova des Pas de Vallgornera és una de les morfologies de corrosió més característiques, localitzades a qualsevol fàcies, encara que molt més abundants i marcades a les galeries estructurals tectòniques de les fàcies de lagoon extern. S'han trobat a les galeries subaquàtiques a fondàries compreses entre -1,5 i -2 m; -1,5 i -3 m; -2,3 i -2,8 m; -2,3 i -3,6; -3,1 i -3,6 m; -3,7 i -4 m; -2,6 i -4,6 m; -4,2 i -4,7 m; -4,2 i -5 m; -4,9 i -5,4; -5 i -5,6 m i -6 i -6,7 m.

La cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 1997, 2005) va esser la primera localitat a on es van detectar sota l'aigua. Les facetes de la cova de sa Gleda, localitzades fins ara a les galeries de les Haloclines, no presenten canals subverticals de dissolució. La separació de les parets de les galeries on es troben sol estar entre 6 i 15 m. L'alçària de les facetes està compresa entre -13,5 m i -14 m. A un lateral de la galeria Cinc-cents es troben facetes entre -7,5 m a la part superior i -8,5 m al límit inferior (GRÀCIA *et al.*, 2007).

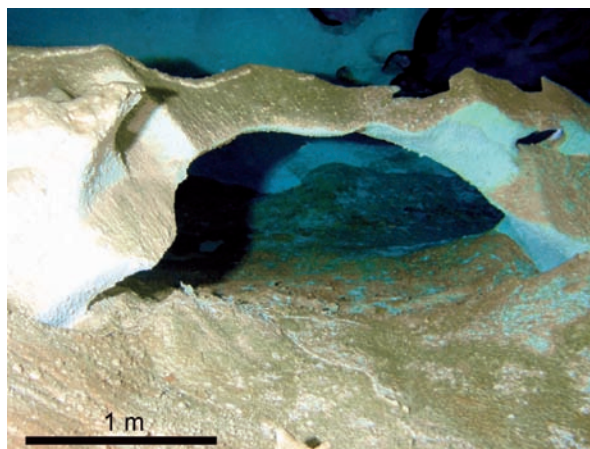


Figura 10: Pont generat dins les fàcies d'escull de la cavitat. Sector Antic. (Foto F. Gràcia).

Figure 10: Bridge within the reef facies of the cave. Antic Sector. (Photo F. Gràcia).

Regates de corrosió (*corrosion notches*)

Es tracta de solcs horitzontals a les parets de roca, que s'han format per la corrosió a una zona d'haloclines (Fig. 12). El fet de que no coneixem cap cova litoral de Mallorca a on aquest fenomen es produeixi actualment en superfície, juntament amb l'observació de regates actualment actives a diferents cavitats, fa que pensem que es generen principalment a les zones de mescla d'aigües.

A les zones subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera es troben regates a -0,5; -1,4; -1,6; -2,2; -2,3; -2,7; -2,9; -3; -3,2; -3,3; -3,4; -3,5; -4,3; -4,4; -4,6; -5,4; -5,6 m.

A la cova Genovesa se n'han observat als -7,8 m i als -10,5 m associades a facetes i pentinades de roca

(GRÀCIA *et al.*, 2003). També estan citades a la cova des Moro a +23,5 i +23,9 m (TRIAS, 2000). Se n'han trobat a la cova des Coll aproximadament a uns -3 m respecte del nivell actual de la mar; altres cotes de regates menys importants s'han localitzat a -0'5 m (galeria de les Formacions i galeria del Segon Pou) i a -2'2 m (galeria dels Encomanats a Déu), ambdues pertanyen al sector del Patatús. Estan associades amb les morfologies

anomenades canals subverticals de dissolució o "pen-tinades de roca" (GRÀCIA *et al.*, 1997; GRÀCIA *et al.*, 2005; MERINO, 2006). A la cova de sa Gleda algunes de les existents són regates ben marcades i molt clares (GRÀCIA *et al.*, 2007). És un dels llocs més evidents pel que fa la seva importància en la gènesi de les cavitats litorals. La localització més bona és la que es troba al llarg de més de 150 m de la galeria més central de les



Figura 11: Facetes associades generalment a les regates de corrosió. Segueixen les galeries longitudinalment fins assolir centenars de metres. Sector de les Grans Sales. (Foto M. A. Perelló).

Figure 11: Solution facets generally associated with corrosion notches. They follow the galleries lengthwise reaching hundreds of metres in length. Grans Sales Sector. (Photo M. A. Perelló).



Figura 12: Regates de corrosió a la part inferior d'una galeria de control estructural tectònic. Sector Subaquàtic de Gregal. (Fotos Antoni Cirer i J. Pocoví).



Figure 12: Corrosion notches in the upper part of a tectonic structural-controlled gallery. (Gregal Subaquatic Sector). (Photos J. Pocoví).

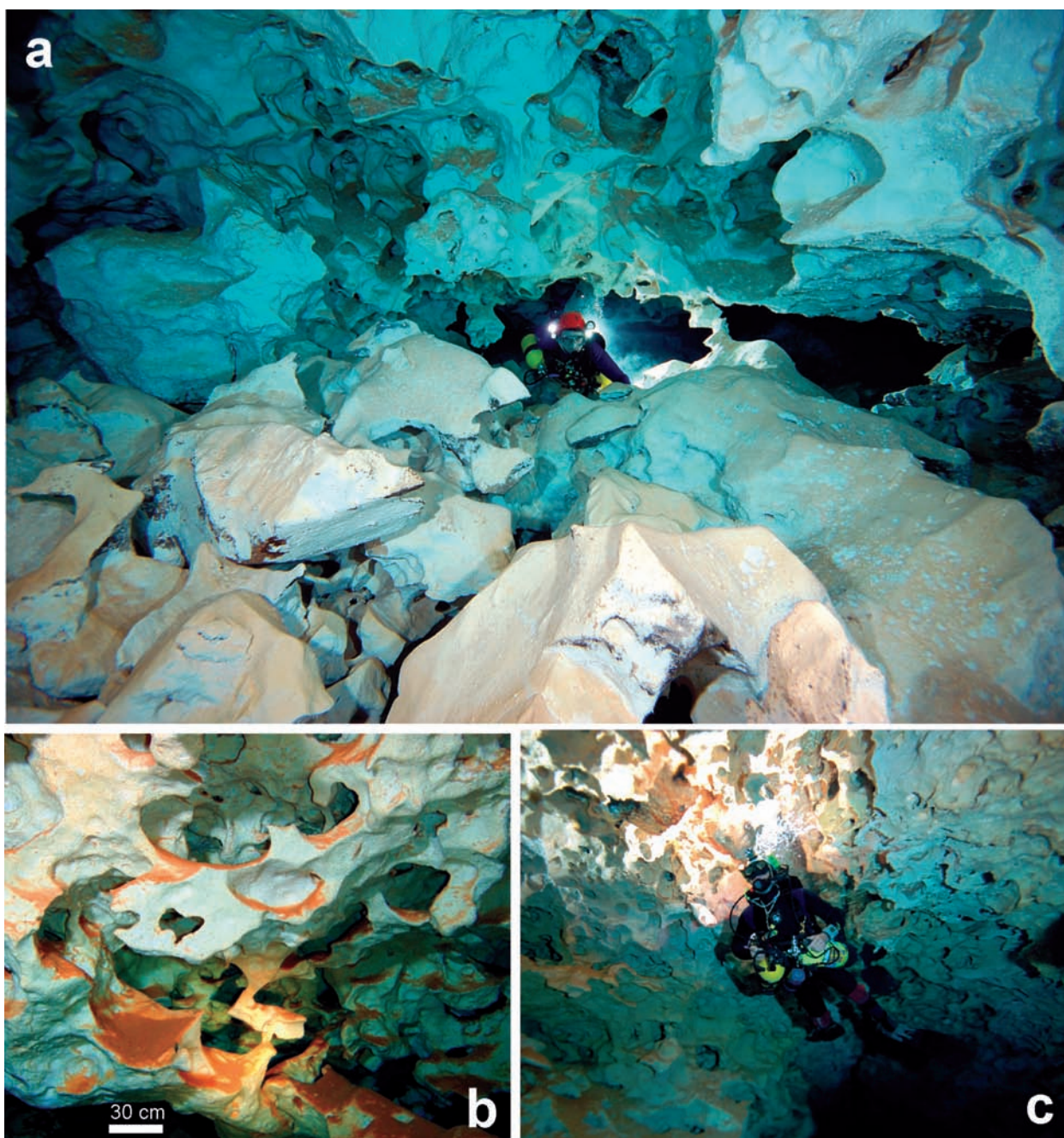


Figura 13: Morfologies espongiformes que generen un aspecte caòtic, de roca corcada, plena de sortints i forats, de molt diferents mides i formes. a) i b) Sector Subaquàtic de Gregal. c) Sector Antic. (Fotos M. A. Perelló).

Figure 13: Spongework which show a chaotic aspect, full of edges and holes, with many different forms and sizes. a) and b) Gregal Subaquatic Sector. c) Antic Sector. (Photos M. A. Perelló).

galeries de les Haloclines, a la cota d'entre -13,5 i -14 m, i penetra a les parets i espeleotemes entre 0,3 m i 1 m. La regata, molt marcada i horitzontal, ha afectat per igual a la roca mare de les parets i als espeleotemes. Vàries columnes han estat seccionades per la dissolució de l'aigua a la franja corresponent a aquesta regata. També han afectat entre d'altres espeleotemes un gran massís estalagmític, envoltat per aquest solc perfecte. La regata continua per les dues parets d'una àmplia galeria, estant associada a la gènesi d'alguns tupins i galeries iniciadores. En alguns llocs se situen per davall facetes associades. Curiosament la roca rogenca de tota la galeria és de gran duresa i presenta molt poques

morfologies de corrosió llevat de les que ara comentam. Per contra, les altres galeries veïnes, amb profusió de morfologies de dissolució, tenen la roca en avançat estat de corrosió i no posseeixen regates.

Morfologies espongiformes (*spongework*)

A escala de mesoformes, denominam morfologies espongiformes a les zones de les galeries o sales amb 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 se-

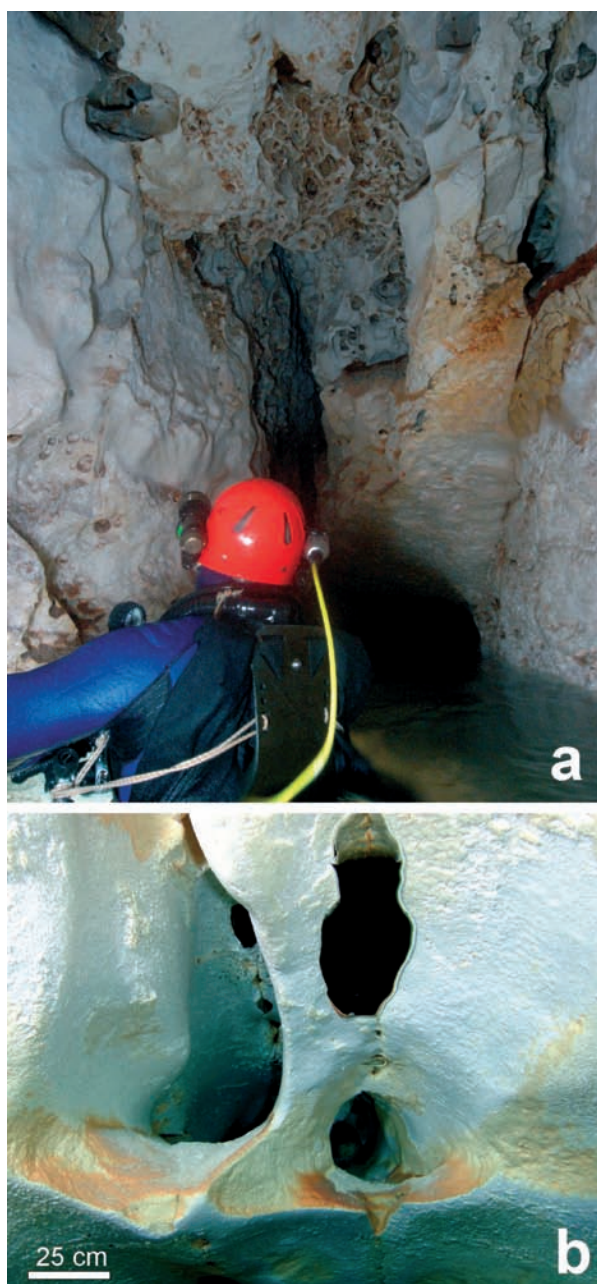


Figura 14: Conductes seminals o iniciadors, amb una amplària de reduïdes dimensions que impedeixen la penetració, encara que longitudinalment poden assolir longituds considerables. a) galeria Miquel Àngel Barceló. b) galeria Jaume Damians. (Sector Subaquàtic de Gregal). (Fotos J. Pocoví i F. Gràcia).

Figure 14: Nascent or initiator conduits, with a width of reduced dimensions that impede penetration, although they can reach lengthwise considerable development. a) gallery Miquel Àngel Barceló. b) gallery Jaume Damians. (Gregal Subaquatic Sector). (Photos J. Pocoví i F. Gràcia).

minals, envans de dissolució, arcs o altres mesoformes i microformes (Fig. 13). Globalment adquireixen així un aspecte caòtic, ple de sortints i forats, de molt diferents mides i formes. La seva localització és molt general, ja que pot trobar-se per tot arreu, sigui sostre, parets o terra de galeries i sales. En el cas de la cova des Pas de Vallgornera presenta zones amb gran riquesa de morfologies espongiformes, de forma general sempre a les zones de fàcies de front d'escull o amb clapes de

creixement coral·lí dins les fàcies de lagoon extern. En funció d'aquesta distribució, el sector Antic i les zones més properes a la sala Que No Té Nom són els llocs a on són més presents, en molts de casos recobertes i amagades per espeleotemes. Als llocs delimitats amb clapes de coralls dins el lagoon extern són també molt abundants i la seva existència és una de les evidències de que ens trobam precisament dins d'una clapa d'aquestes característiques. La seva gènesi està relacionada amb la dissolució diferencial que presenten les masses de coralls d'aragonita en relació a la calcita constituent de la matriu calcarenítica envoltant, de forma que es generen gran quantitat de forats intercomunicats de diferents mides. En aquests casos la importància de la dissolució i desmantellament d'envans és totalment secundària. La galeria Grup Nord de Mallorca o alguns laterals al Nord de la galeria Jaume Damians i Miquel Àngel Barceló presenten zones amb clapes de coralls i morfologies espongiformes.

En algunes galeries de control estructural tectònic, la part superior pot presentar morfologies espongiformes. Tanmateix, com a concepte d'unió i abundància local d'altres morfologies a escala de mesoformes i microformes, es poden definir com a morfologies espongiformes dins la fàcies de lagoon extern, especialment a una zona d'elevada presència de penjants, arcs, envans de dissolució, ponts, pinacles i esperons producte de la destrucció i desmantellament progressiu d'envans.

A la cova de sa Gleda (GRÀCIA *et al.*, 2007), algunes zones de les galeries de les Haloclines, galeries dels Gemecs i alguns indrets de la galeria de les Còniques i de la galeria Cinc-cents es poden incloure en aquesta tipologia. Curiosament, algunes galeries presenten aquestes morfologies mentre que en altres galeries molt properes hi falten totalment. A la cova des Coll es troben repartides a molts d'indrets de tots els sectors (GRÀCIA *et al.*, 2005). Al sistema Pirata-Pont-Piqueta, a les zones subaquàtiques, poc afectades per processos d'esfondrament són abundants (GRÀCIA *et al.*, 2006).

MICROFORMES

Englobam dins del grup de microformes a totes aquelles morfologies de corrosió d'ordre mètric a centimètric.

Conductes seminals o iniciadors

Els conductes seminals o iniciadors corresponen a tot aquell conjunt de formes amb una gran variabilitat que corresponen a l'estadi previ a la formació d'autèntiques galeries, fet que es produeix per la continuació dels processos de corrosió i coalescència de conductes. L'aparença és de galeries freàtiques de control estructural o bé galeries freàtiques de secció circular però, per les seves reduïdes dimensions no són penetrables per a l'home, encara que longitudinalment poden assolir longituds considerables (Fig. 14). A la cova es poden observar repartides per tots els sectors. A les altres cavitats de la part oriental de Mallorca són també molt abundants, excepte als llocs a on es troben les sales i galeries d'esfondrament.

Morfologies espongiformes (*spongework*)

Estan formades per un conjunt pròxim d'irregularitats (forats, concavitats, protuberàncies, anells, tubs i altres) presents a la volta, parets o pis i que de vegades formen una vertadera randa de pedra. Aquestes microcavitats intercomunicades de diferents mides i formes es produeixen per la diferent dissolució de la roca en aigües estancades (BRETZ, 1942).

La zona sotaiguada de la cova des Pas de Vallgornera és molt pobre en aquestes morfologies a escala de microformes. A la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005) es troben a la galeria del Flux, entre -9 i -11 m, segurament amb una gènesi associada a l'intens flux d'aigua de salinitat inferior que circula per la zona. A la galeria del Flux és molt marcat el contrast entre zones del terra i el sostre amb *spongework* i d'altres sense morfologies de corrosió destacables. Llocs a on es troben abundants morfologies espongiformes en aquesta escala és a noves zones de la cova d'en Bassol. A la cova de sa Gleda (GRÀCIA *et al.*, 2007) es troben a zones molt concretes de la galeria dels Degotissos, galeries de les Haloclines i de la galeria Cinc-cents (en aquest cas sobre blocs caiguts). A la cova d'en Bassol (GRÀCIA *et al.*, 2007) són molt abundants i espectaculars a una zona de control estructural estratigràfica que ha estat trobada en temps recents. La cova des Drac de Cala Santanyí (GRÀCIA *et al.*, 1998b) presenta aquesta morfologia molt desenvolupada en zones concretes de la sala d'Entrada i començament de la galeria Negra. A la cova de s'Abisament, les morfologies espongiformes són les formes de corrosió més característiques de la sala dels Alveòls (que afecten al sostre, parets i trespòl) i de la sala dels Degotissos i únicament es troben un cop passat el pas de l'Haloclina (GRÀCIA *et al.*, 2006).

Arcs (*arches*)

Els arcs són de mida més petita que els ponts. Es generen per la dissolució progressiva d'altres morfologies, com són els envans de dissolució, penjants, esperons, columnes de roca, pinacles, nínxols de paret, entre

d'altres (Fig. 15). Per coalescència d'arcs es poden arribar a convertir en arcs més grans o fins i tot en ponts. Són especialment abundants als sectors de la cavitat de làcies de front d'escull o d'escull en clapes. És freqüent la presència d'arcs propers entre ells.

És una morfologia molt freqüent a la cova des Pas de Vallgornera. S'han localitzat abundants arcs a la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005), al Sistema Pirata-Pont-Piqueta (GRÀCIA *et al.*, 2006) i a la cova de sa Gleda (GRÀCIA *et al.*, 2007).

Pinacles (*Cers*)

Equivalen a l'invers dels penjants, ja que parteixen del terra i ascendeixen de cap al sostre (Fig. 16). Solen ésser molt menys freqüents que no pas els penjants. Es generen a partir de la corrosió dels envans i de les columnes de roca, en quedar-se aïllats del sostre per dissolució progressiva. Als primers estadis evolutius, en cas de procedir d'envans, tenen forma allargada, en ocasions de longitud considerable. També poden provenir d'altres morfologies, com arcs i ponts.

A la cova des Pas de Vallgornera es troben per tot arreu, encara que són espectaculars alguns del que es troben a la galeria Jaume Damians. N'hi ha a les làcies de front d'escull i també a les làcies de lagoon extern. En general són molt més espectaculars i de majors dimensions els que es troben a les làcies de lagoon extern. A altres coves litorals de Mallorca com la cova de sa Gleda són poc habituals i n'hi ha alguns exemplars a les galeries de les Haloclines i a les galeries dels Gemecs (GRÀCIA *et al.*, 2007). A la cova des Coll són relativament abundants en llocs molt diversos de la cavitat (GRÀCIA *et al.*, 2005).

Esperons (*rocky jags*)

Podem incloure'ls dins el mateix grup que els penjants i pinacles, de fet es tracta de protuberàncies laterals d'ordre mètric. Es tracta per tant de prominències

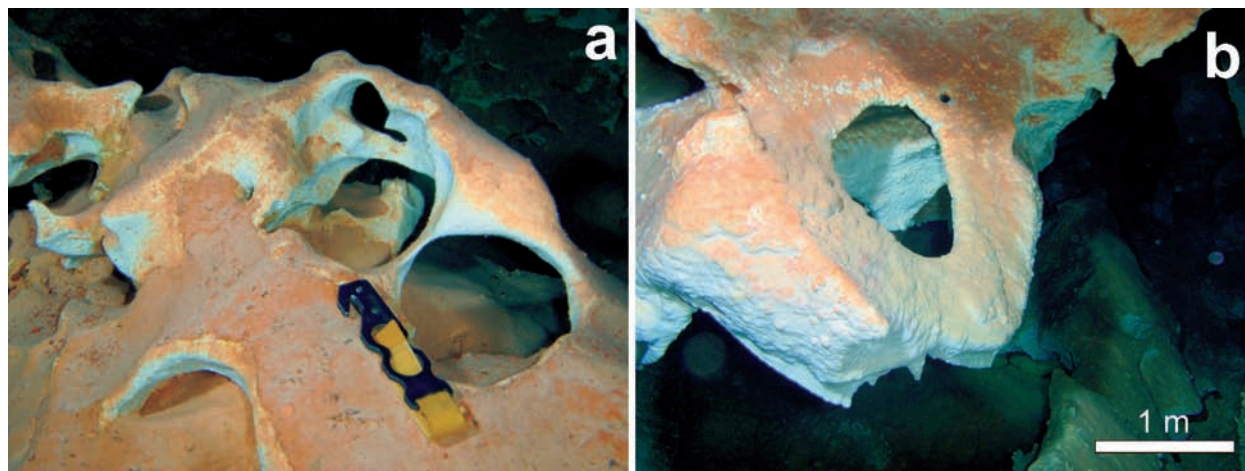


Figura 15: Els arcs són de mida més petita que els ponts i es generen per la dissolució progressiva d'altres morfologies. a) Galeria Jaume Damians (Sector Subaquàtic de Gregal). b) Sector Antic. (Fotos F. Gràcia).

Figure 15: Arches are smaller than bridges being generated by the progressive dissolution of other morphologies. a) Gallery Jaume Damians (Gregal Subaquatic Sector). b) Antic Sector. (Photos F. Gràcia).

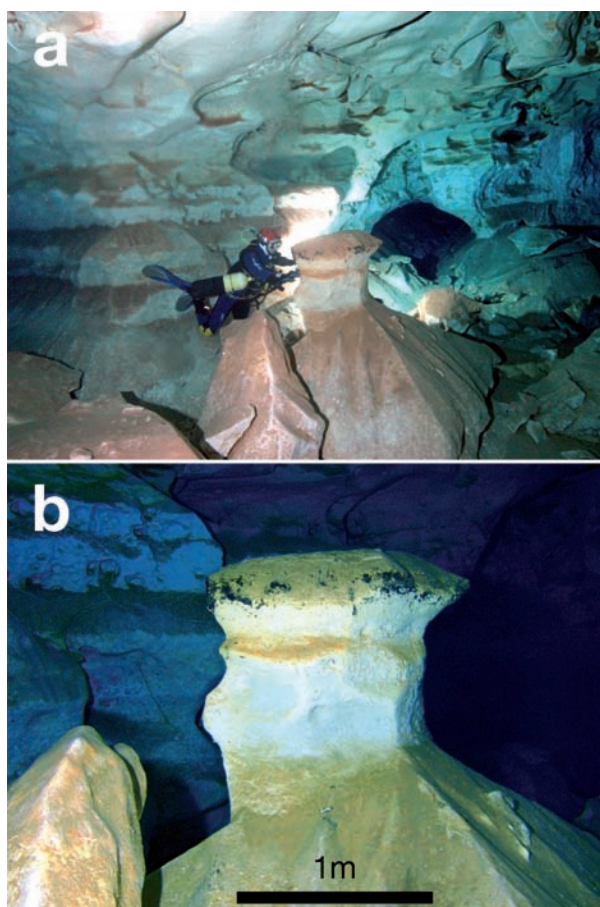


Figura 16: a) Pinnacle de la galeria Collonuda Sud. Sector Subaquàtic de Gregal. b) Detall del pinacle. S'aprecien restes de la regata i les facetes i solcs subverticals a la seva base. (Fotos J. Pocoví i F. Gràcia).

Figure 16: a) Cer (pinnacle-like rock projection) in the gallery Collonuda Sud. Gregal Subaquatic Sector. b) Detail of the cer. The remains of the corrosion notch and solution facets with sub-vertical grooves can be appreciated at its base. (Photos J. Pocoví i F. Gràcia).



Figura 17: Esperó del sector Subaquàtic de Gregal. Són prominències laterals generades sovint a partir de l'evolució de la dissolució progressiva de ponts, arcs i envans desmantellats parcialment o total. (Foto J. Pocoví).

Figure 17: Rocky jag in the Gregal Subaquatic Sector. They are lateral prominences often due to the evolution and progressive dissolution of bridges, arches and partitions partially or totally dismantled. (Photo J. Pocoví).



Figura 18: Penjants de la galeria Jaume Damians procedents d'antics envans separadors de galeries paral·leles (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto J. Pocoví).

Figure 18: Rock pendants in the gallery Jaume Damians originating from old partitions between parallel galleries (Gregal Subaquatic Sector). (Photo J. Pocoví).

laterals generades sovint a partir de l'evolució de la dissolució progressiva de ponts, arcs i envans desmantellats de forma parcial o totalment (Fig. 17).

A la cova de sa Gleda s'han observat també generats per corrosió diferencial a partir de bretxes. Són freqüents a totes les galeries, encara que abunden a les galeries de les Haloclines, galeries dels Gemeccs, laterals de la Galeria Cinc-cents i de la galeria de les Còniques (GRÀCIA *et al.*, 2007). A la cova des Coll són molt més abundants i generalment relacionades amb antics envans (GRÀCIA *et al.*, 2005).

Penjants (rock pendants)

Les seves mides van de dimensions d'ordre de centímetres a metres, i tal com indica el seu nom pegen del sostre (Fig. 18). Hi ha diferents mecanismes generadors de penjants. Per una banda hi ha els penjants procedents d'antics envans que són de forma allargada. També n'hi ha producte de la dissolució i separació de columnes de roca. Un altre tipus de mecanisme formatiu és la corrosió diferencial al sostre de sales i galeries.

Dins aquest darrer mecanisme n'hi ha relacionats amb corrents d'aigua, en ocasions de diferents densitats. En general, aquest tipus de penjants és de dimensions més reduïdes i se solen presentar associats.

A la cova des Pas de Vallgornera es troben a les dues fàcies repetidament esmentades, tant de front d'escull i com d'escull en clapes, com a les fàcies de lagoon extern. En el segon cas procedeixen gairebé sempre d'envans desmantellats. La seva mida és de majors dimensions que els que es formen dins la fàcies de front d'escull. Són molt abundants a la galeria Jaume Damians i la galeria Collonuda Sud. Alguns d'ells es veuen afectats per regates de corrosió, que en alguns casos han tallat horitzontalment el penjant de forma espectacular. N'hi ha que es troben paral·lels a una mateixa secció de la galeria per procedir d'envans dissolts parcialment i dels quals només en queden alguns vestigis.

En altres coves de Mallorca com la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005) s'han trobat a la galeria del Flux, amb una gènesi associada a l'intens flux d'aigua de salinitat inferior que circula per la zona. Els penjants més comuns, són també molt característics en altres galeries, com la galeria dels Espectres, que rep aquest nom precisament per la presència de penjants procedents d'antics envans, a on la silueta de la formació, vista d'enfora, adquireix un aspecte fantasmagòric.

A la cova de sa Gleda (GRÀCIA *et al.*, 2007) n'hi ha alguns de gran mida, que superen els 1,5 m, que semblen restes de columnes de roca o envans al circuit dels Pirates. Els més espectaculars, producte de dissolució diferencial, es localitzen a la galeria Cinc-cents, uns 50 m passada la galeria de les Plomes. Altres zones amb abundants penjants, entre d'altres moltes morfologies de corrosió, es troben a les galeries de les Haloclines en forma de punxes llargues i esmolades a una zona que per la posició de les haloclines i l'estat de la roca semblen en procés actiu de formació. A la cova de sa Gleda hem observat que abundan els penjants generats a zones localment de bretxes, a partir de clastos d'ordre de centímetres i mètrics, els quals per corrosió diferencial sobresurten de forma molt marcada del sostre. Aquest tipus de penjants generats per la presència de bretxes són habituals a la galeria més oriental de les Haloclines i a les galeries dels Gemecs i part final de la galeria Cinc-cents, a on assolixen mides espectaculars.

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 (Fig. 19). Es presenten recobrint superfícies extenses de les parets i sostres de galeries i sales. Tal i com diu en MERINO (2006), en secció vertical la forma s'assembla a una mitja lluna, amb la part còncava més inferior, amb fort pendent, 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. En alguns indrets s'observa una evi-

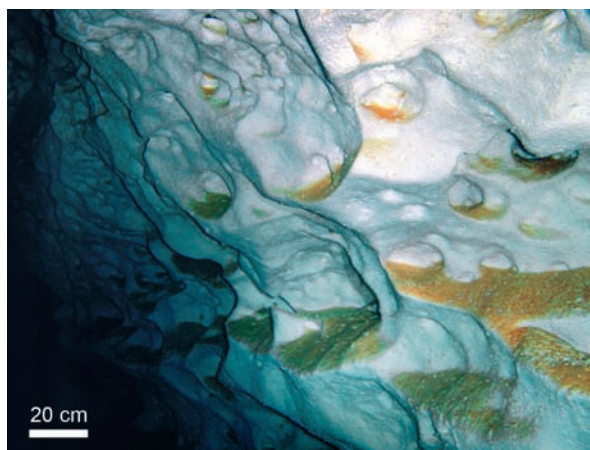


Figura 19: Concavitats poc marcades. Es tracta de depressions semiesfèriques circulars, el·líptiques o irregulars centimètriques que s'endinsen poc dins la roca. La longitud o amplària supera sempre la fondària de la concavitat. (Foto F. Gràcia).

Figure 19: Subdued pockets. They are shallow centimetric semi-spheric, elliptic or irregular depressions. Their width is always greater than their depth. (Photo F. Gràcia).

dent alineació horitzontal de les files de concavitats que podria esser conseqüència d'una estabilització d'una zona d'haloclines que originés aquestes formes de dissolució. Segons MERINO (2006), aquesta s'assembla per la morfologia a les facetes, de les quals podria representar un primer estadi evolutiu.

A la cova des Pas de Vallgornera són especialment abundants, encara que la seva presència sol esser habitual a totes les coves litorals del Llevant i Migjorn de Mallorca, per la qual cosa no feim menció especial.

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 cilin-



Figura 20: Tupí de paret del sector de les Grans Sales. Són petits clots semiesfèrics circulars o el·líptics centimètrics, i que en ocasions penetren en forma de cilindres. (Foto F. Gràcia).

Figure 20: Wall pocket in the Grans Sales Sector. They are small centimetric semi-spheric depression that sometimes form cylinders following the rock. (Photo F. Gràcia).

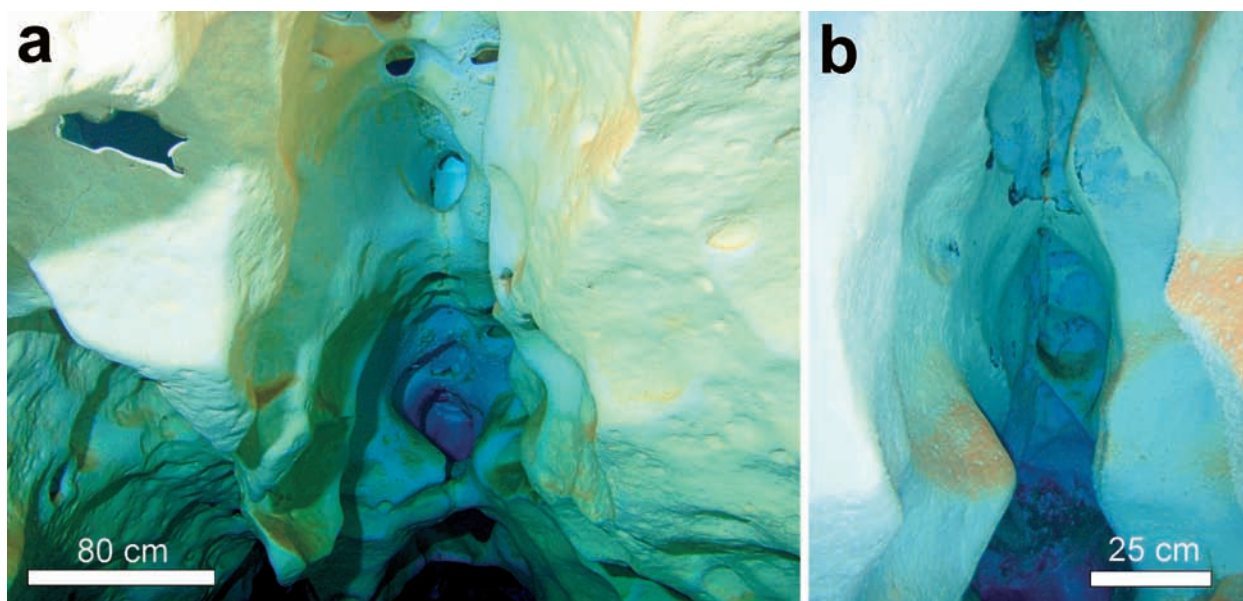


Figura 21: Cúpules de corrosió. Depressions situades al sostre de la cavitat, de formes semiesfèriques, circulars o allargades. Poden penetrar en forma de tubs dins la roca o també es troben superposades entre sí, formant figures complexes. a) i b) Sector Subaquàtic de Gregal. (Fotos F. Gràcia).

Figure 21: Solutional cupolas. Depressions in the cave roof of semi-spherical or irregular forms. They can hollow tubes in the rock or they are also found superimposed, forming complex features. a) and b) Gregal Subaquatic Sector. (Photos F. Gràcia).

dres (Fig. 20). És freqüent que presentin coalescències o dependències (*composed pockets*) i superposicions (*pocket levels*). Segons la localització espacial a les sales i galeries cal puntualitzar si són de parets, sostre i pis (*wall pockets*, *ceiling pockets* i *floor pockets*). Es troben escampats per tots els sectors de la cavitat, tant terrestres com subaquàtics. També hi són, tant a les façnes de front d'escull com de lagoon, encara que són molt més nombroses a la primera, possiblement per la dissolució preferencial de les masses de corall de composició aragonítica, per la qual cosa serien generats en

quedar buida la zona ocupada per una colònia de corall. És freqüent observar el buit del tupí, del qual sorgeixen mol·luscs perforadors de la roca, com és el cas de *Lithophaga*, els quals es trobaven a l'interior dels coralls. Són morfologies abundants a totes les cavitats.

Cúpules de corrosió (*cupolas*)

Depressions situades al sostre de la cavitat, de formes semiesfèriques, circulars o allargades. La seva mida va de decímetres a metres, i poden penetrar en forma de tubs dins la roca o també es troben superposades entre sí, formant figures complexes (Fig. 21). Les diaclasis poden condicionar la gènesi d'associacions de cúpules de secció d'arc gòtic. En la seva gènesi se suposa que tenen un paper important les aportacions d'aigua zenital que en contacte amb l'aigua freàtica condicionaria una zona corrosiva o bé la d'una gènesi hidrotermal. A les galeries sotaiguades de la cova des Pas de Vallgornera es localitzen algunes puntualment, encara que no són especialment abundants.

A la cova de sa Gleda (GRÀCIA *et al.*, 2007) es troben encara de forma més esporàdica al sostre de la galeria de les Còniques, la galeria Cinc-cents, entre d'altres llocs. Tanmateix s'han de documentar i estudiar la seva presència a les cavitats més intensament.



Figura 22: Nínxols de paret a la galeria Miquel Àngel Barceló (Sector Subaquàtic de Gregal). Són concavitats de mida superior als tupins, amb el pis generalment pla o lleugerament irregular, d'ordre mètric a centimètric situades a les parets de les galeries o sales. (Foto J. Pocoví).

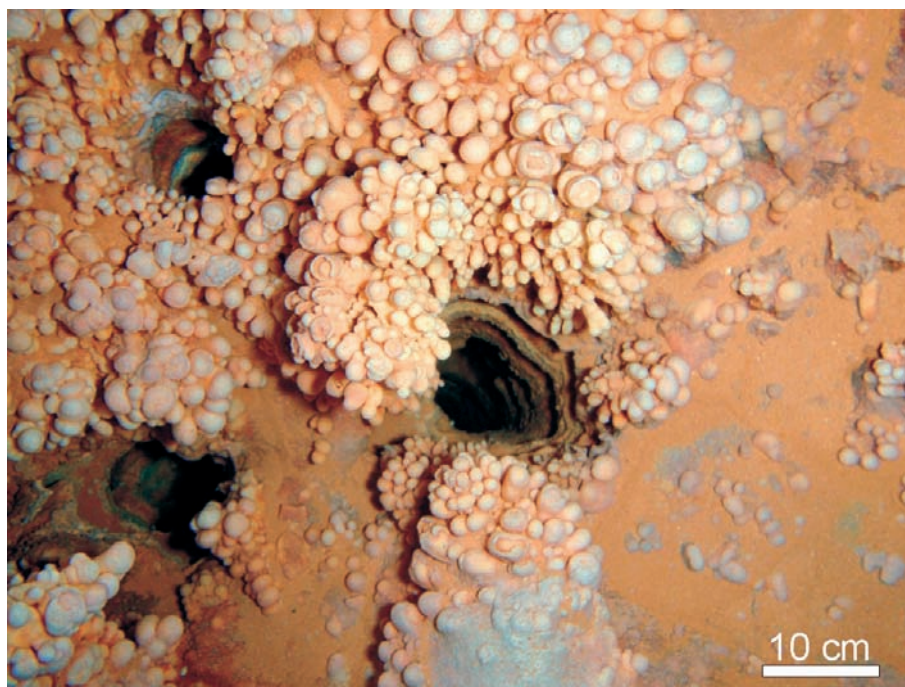
Figure 22: Wall niches in the gallery Miquel Àngel Barceló (Gregal Subaquatic Sector). They are concavities larger than wall pockets, with a generally flat or slightly irregular floor, of a metric to centimetric order situated in the walls of the galleries or chambers. (Photo J. Pocoví).

Nínxols de paret (*wall niches*)

Són concavitats amb el pis generalment pla o lleugerament irregular, d'ordre mètric a centimètric situades a les parets de les galeries o sales. En ocasions es poden confondre amb els tupins (Fig. 22). Nosaltres som partidaris de limitar aquest nom de nínxols de paret, a les morfologies que assoleixen una mida superior als 60

Figura 23: Pouets de dissolució de la galeria Endavant les Atxes a on són extraordinàriament abundants (sector Subaquàtic de Gregal). La seva morfologia és de pous cilíndrics, que semblen perforacions artificials, que es presenten al terra de galeries i sales. (Foto F. Gràcia).

Figure 23: Dissolution pits in the gallery Endavant les Atxes where they are unusually abundant (Gregal Sub-aquatic Sector). Their morphology is of cylindrical pits that resemble artificial perforations, which are found on the floors of galleries and chambers. (Photo F. Gràcia).



cm d'amplària i almenys 40 cm de fondària i alçària, amb el pis de tendència plana i a les altres incloure-les als tupins, ja que a nivell pràctic és molt difícil distingir-les. Els nínxols, en superar unes certes dimensions (uns 2 m de diàmetre) entrarien ja en la categoria de cambres freàtiques circulars.

Es troben a les zones subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera escampades en diferents zones i a tots els sectors, encara que són més abundants dins la façies de front d'escull. Han estat localitzades a gairebé totes les cavitats amb importants continuacions subaquàtiques de Mallorca.

Pouets de dissolució

Segons MERINO (2006), aquestes morfologies són unes estructures a modus de pous marcadament cilíndrics, tant que semblen perforacions artificials, que es presenten al terra de galeries i sales (Fig. 23). Els pous arriben a adquirir fondàries excepcionals en relació al diàmetre. Així, es va mesurar un de 12 cm de diàmetre, una fondària de 3,80 m. S'ha de remarcar que l'alçària del sostre en aquests llocs generalment és relativament petita.

A les zones subaquàtiques se n'han trobats amb alçàries inferiors als 2 m. La gènesi d'aquesta morfologia està relacionada amb aigües molt agressives sota-saturades que dissolen la roca. Com és evident s'han generat en un període vadós de les galeries. Al voltant de les voreres del pouets i degut a un procés de percolació, se solen formar espeleotemes coral·loides.

Els pouets localitzats per davall de les aigües freàtiques es presenten generalment en grups de dos a deu pouets, separats per distàncies que van dels pocs mil·límetres fins als 60 cm, encara que s'han observats conjunts que superen les 20 unitats situades en una superfície de 4 m² i el terra entapissat per gran quantitat de coral·loides. Tanmateix la distribució, en funció

del degoteig de l'aigua que prové del sostre, és anàrquica, ja que fins i tot se n'han trobat en diversos llocs pouets fusionat entre si, o separats per envans de pocs mil·límetres. També els pouets trobats sota l'aigua estan associats generalment amb espeleotemes coral·loides que els envolten, en ocasions molt ramificats. Aquest tipus d'espeleotema sembla generar-se amb més facilitat just a les voreres dels pouets. Algunes de les zones a on són més abundants estan associats amb la presència de vermiculacions. En alguns casos s'observa que els pouets poden arribar a travessar blocs caiguts, per prosseguir la seva progressió vertical cap al terra.

A la cova des Pas de Vallgornera se n'han trobat sota l'aigua pràcticament per tots els sectors, encara que són especialment abundants al sector Subaquàtic de Gregal, i dins aquest a les galeries Miquel Àngel Barceló, galeria Endavant les Atxes i galeria Jaume Damians.

És una morfologia que no ha estat documentada d'altres cavitats subaquàtiques de Mallorca, encara que és abundant també a les zones terrestres de la cova des Pas de Vallgornera.

Canals subverticals de dissolució (rock combs)

Són morfologies associades i sobreposades, encara que no sempre presents, a les facetes (Fig. 24). A les coves litorals de Mallorca varen esser anomenades per primera vegada a GRÀCIA *et al.*, (1997) com a "pentinades de roca". També varen esser descrites per MERINO (2000) que les definia com a canalets en forma de ventall. Amb l'objecte d'homogeneïtzar i sistematitzar la morfologia es va decidir emprar el terme de canals subverticals de dissolució per englobar els dos subtipus, encara que les pentinades de roca presenten els canals més amples i pregons, mentre que els canalets en formacions de ventall són poc profunds i la distància entre crestes és menor.

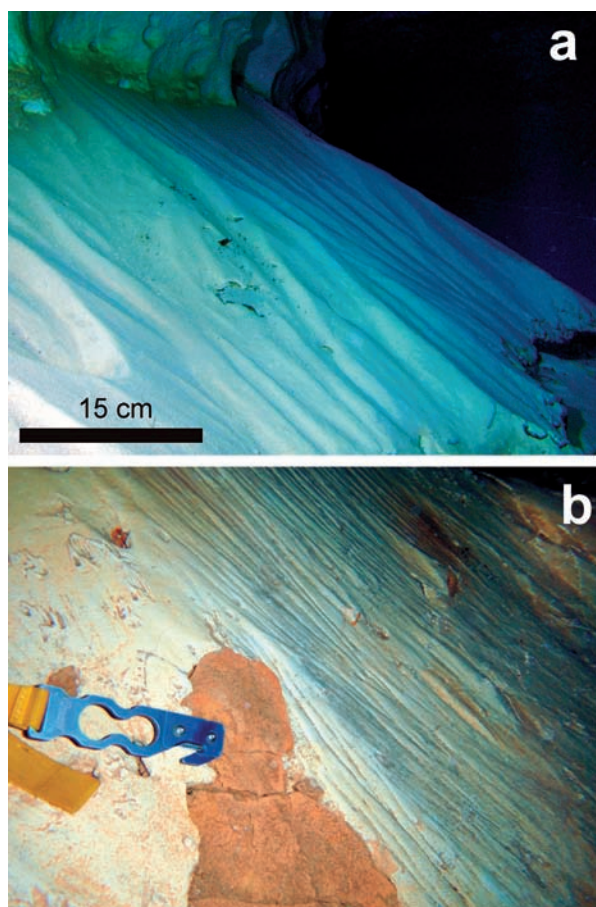


Figura 24: Canals subverticals de dissolució de diferents mides al sector Subaquàtic de Gregal. Es troben associats i sobreimposats a les facetes. (Fotos F. Gràcia).

Figure 24: Rock combs of different sizes in the Gregal Subaquatic Sector. They are found joined to or superimposed with solution facets. (Photos F. Gràcia).

A les zones subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera són freqüents els canalets, mentre que les "pentinades de roca" són molt poc presents.

A la cova des Coll les crestes són especialment marcades i no superen els 20 cm d'alçada entre les valls i les crestes. A la cova Genovesa se n'han observat a diferents sales i galeries, desenvolupades entre -7,8 i -8,7 m (alçada facetes 0,9 m) i entre -10,5 i -11,1 m (alçada facetes 0,6 m). A la cova des Coll es troben localitzades a la galeria de les Formacions, galeria del Segon Pou i molt poc evidents a la galeria dels Encomanats a Déu (sector del Patatús). A la cova estan en una cota de fondària que va dels -3 a -4'3 m (les regates de corrosió es troben entre -2'5 i -3 m). En pocs casos es troben en dos nivells superposats (entre -0'7 i -1'2 m).

Solcs de desgasificació (*bubble trails*, *rising wall channels*)

Són canals ascendents de dissolució de tipus hipogènic, en el sentit que KLIMCHOUK (2007) dóna a aquest terme en relacionar-lo amb una recàrrega d'origen profund, no meteòric (Fig. 25). Es tracta

d'evidències que apunten cap a la implicació de processos d'espeleogènesi hipogènica com tracta GINÉS *et al.* (2008 i 2009a) per a les zones internes de la cavitat: en les galeries del sector de Gregal, així com en altres parts de la cova, sovintegen uns curiosos canals ascendents de molt diverses mides que fins a alguns decímetres d'amplada, i en ocasions de fins i tot més d'un metre de longitud, que recorren verticalment per les zones sobreplomades de les parets de les galeries. Freqüentment tenen el seu inici en petitíssims orificis o esclatxes de la paret situades dins concavitats alveolars de centímetres a decímetres o, en el cas dels canals més grans, arrenquen d'estrets conductes de tan sols alguns centímetres que semblen correspondre's amb fenòmens de dissolució freàtica antigravitatòria, en la línia dels *rising wall channels* documentats per KLIMCHOUK (2007) en descriure l'associació de formes que aquest autor denomina sota el terme *Morphological Suite of Rising Flow*. Les morfologies observades consisteixen en canals de dimensions que van des del mil·límetre fins a diversos centímetres de diàmetre; cap a dalt, aquestes formes ascendents van perdent de forma gradual amplada i fondària, fins a la seva total extinció.

Els solcs observats a les zones sota les aigües dels sectors estudiats es troben en ocasions disposats en forma paral·lela. Sovintegen els que parteixen de tupins o concavitats poc marcades de les parets, encara que també n'hi ha que sorgeixen de petits porus de la roca assolint densitats molt elevades per una determinada superfície de paret. Freqüentment presenten fenòmens de coalescència de forma lateral o més sovint per captura ascendent d'un altre solc. Els més espectaculars parteixen de fractures de gairebé dos metres de les quals sorgeixen nombrosos canals, en ocasions amb fenòmens de coalescència dels solcs, especialment poc després de la sortida de la fractura. La seva localització a les parets pot trobar-se a qualsevol cota i posició, ja que n'hi ha que sorgeixen de la base de la paret, per damunt de les facetes o bé a les zones més properes al sostre. A les galeries sotaiguades s'han detectat solcs als propis penjants, el que ens situaria l'activitat dels solcs en un període anterior a la dissolució de l'envà.

Algunes d'aquestes morfologies són similars als *bubble trails* descrits per PALMER (2007) consistents en canals originats per l'alliberament de gasos (CO_2 o H_2S , per exemple), que contribueixen a l'agressivitat de les aigües freàtiques seguint trajectòries ascendents; de moment, no existeixen indicis de que l'oxidació de H_2S sigui un procés actiu en aquesta cova. Segons GINÉS *et al.* (2008 i 2009a), els mecanismes espeleogenètics concrets que podrien estar involucrats abraçarien des del refredament d'aigües termals, fins a l'aportació d'aigües amb elevats continguts de CO_2 hipogènic, passant també per l'agressivitat derivada dels fenòmens de mescla entre l'aqüífer meteòric som i la recàrrega profunda hipogènica (DUBLYANSKY, 2000; KLIMCHOUK, 2007; PALMER, 2007). Un altre mecanisme geoquímic implicat podria ser la generació de CO_2 com a resultat de l'oxidació de metà (CH_4) d'origen profund; gas que ha estat reportat en pous amb aigües termals de la zona meridional de Mallorca (LÓPEZ, 2007). Precisament, l'existència d'anomalies geotèrmiques a l'aqüífer lliure de la plataforma de Llucmajor, on s'han documentat

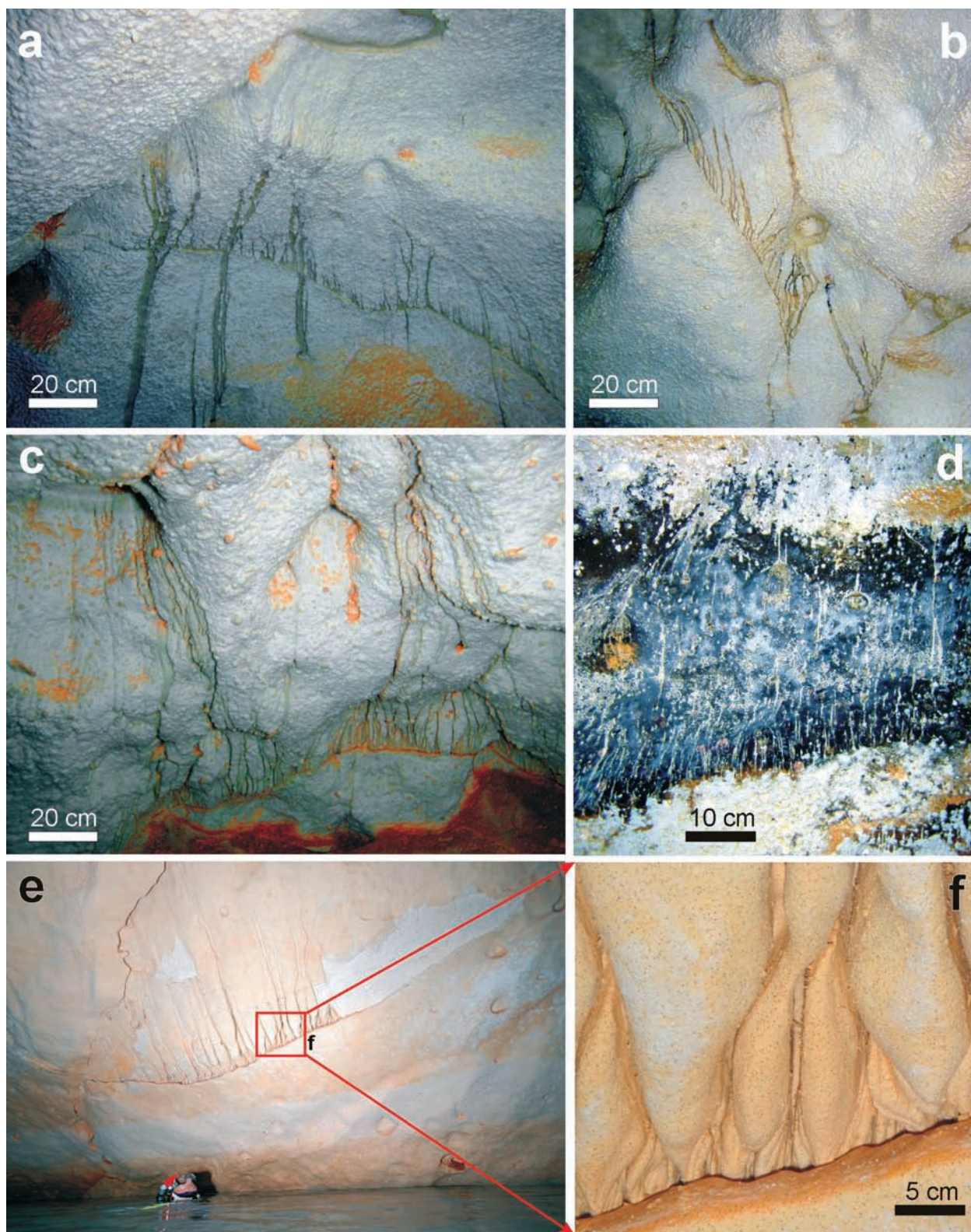


Figura 25: Solcs de desgasificació ascendents de gènesi hipogènica que van perdent amplada i fondària, fins a la seva total extinció. La seva amplària va de pocs mil·límetres fins a alguns decímetres i la longitud està compresa entre uns 20 cm i gairebé 2 m. Discorren verticalment per les zones extraplomades de les parets de les galeries. a), c), e) i f) solcs que tenen el seu inici en esclatxes. b) i d) solcs que parteixen de petitíssims orificis gairebé inapreciables. c), e) i f) solen presentar fenòmens de coalescència. Als sectors subaquàtics de la cavitats s'han trobat al sector de les Grans Sales i al sector Subaquàtic de Gregal. (Fotos F. Gràcia i M. A. Perelló).

Figure 25: Bubble trails or rising wall channels of a hypogenic origin which lose both width and depth upwards until they totally disappear. Their width ranges from a few millimetres to some decimetres and their length ranges from 20 cm to almost 2 m. They run vertically on the overhanging walls of galleries. a), c), e) and f) grooves that start in cracks. b) and d) grooves that start in almost inappreciable holes. c), e) and f) they usually are the result of merging individual forms. In the subaquatic sections they have been found in the Grans Sales Sector and the Gregal Subaquatic Sector. (Photos F. Gràcia i M. A. Perelló).

aigües termals amb temperatures de fins a 51,6° C (LÓPEZ *et al.*, 2004; LÓPEZ & MATEOS, 2006), vendria a sustentar la probable participació de l'espeleogènesi hipogènica en la configuració d'aquest gran sistema endocàrstic. Així mateix, les recents observacions efectuades a la cova Nova de Son Lluís (Porreres) apuntarien també al possible origen hipogènic d'aquesta cova, situada al límit septentrional de la plataforma de Lluçma-

jor però ja en materials calcaris del Mesozoic (GINÉS & GINÉS, 2006).

A les zones situades sota les aigües freàtiques de la cova des Pas de Vallgornera s'han trobat els solcs de desgasificació al sector Subaquàtic de Gregal i al sector de les Grans Sales. Al primer dels sectors esmentats abunden a la galeria Jaume Damians i a la galeria Hidrotermal.

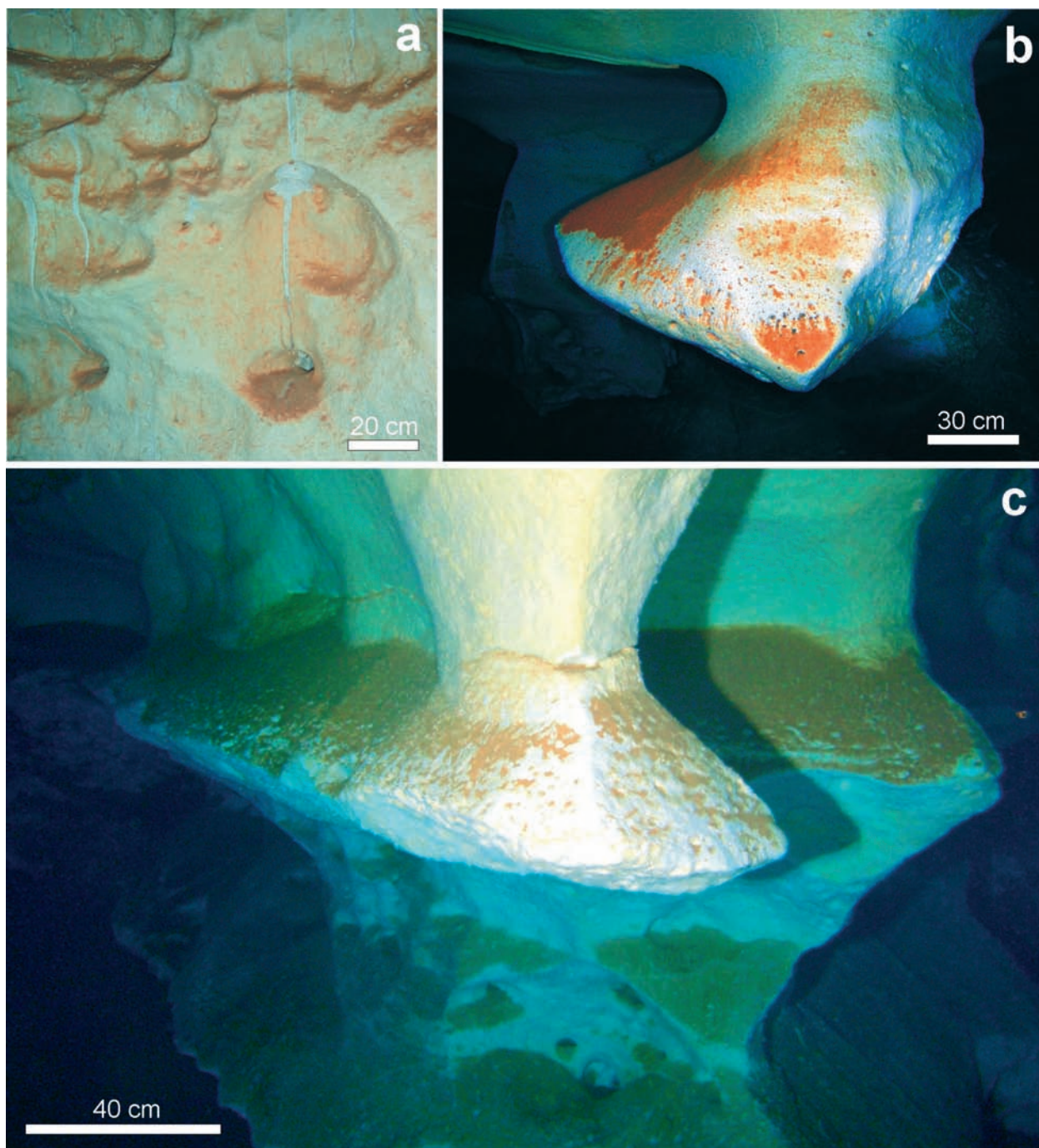


Figura 26: Exemples de la complexitat i superposició de morfologies de corrosió. a) Solcs de desgasificació, d'origen hipogènic que sorgeixen de concavitats poc marcades, comuns de morfologies generades a la zona de mescla d'aigües. b) Penjant a on s'aprecia una regata de corrosió i a la part superior alguns estrets solcs de desgasificació. c) Envà amb dos nivells de regates de corrosió i facetes. (Fotos F. Gràcia).

Figure 26: Examples of the complexity and superimposition of corrosion morphologies. a) Bubble trails, of a hypogenic origin, starting from small concavities that are common morphologies generated in the water-mixing zone. b) Rock pendants where corrosion notches are appreciable together with some narrow bubble trails carved in its upper part. c) Partition with two levels of corrosion notches and solution facets. (Photos F. Gràcia).

Figura 27: La litologia és en gran part responsable del tipus de galeries i morfologies presents a cada zona de la cavitat. a) Galeries sinuoses i de poc control estructural tectònic al sector Antic, que correspon a la façna de front d'esculls. b) Clapes d'escull, construccions coral·lines aïllades distribuïdes dins la façna de lagoon extern que determinen el mateix aspecte que les anteriors galeries. Galeria Jaume Damians (sector Subaquàtic de Gregal). c) Llargues i rectilínies galeries estructurals tectòniques dins les façnes de lagoon extern. Galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto a M. A. Perelló, fotos b i c A. Cirer).

Figure 27: The lithology is mainly responsible for the types of galleries and morphologies found in each zone of the cave. a) Sinuous galleries of feeble tectonic structural control in the Antic Sector, which correspond to the reef front facies. b) Coral patches distributed within the external lagoon facies which determine an appearance similar to the reef facies galleries. Gallery Jaume Damians (Gregal Subaquatic Sector). c) Long and rectilinear tectonic-structural galleries within the external lagoon facies. Gallery Miquel Àngel Barceló (Gregal Subaquatic Sector). (Photo a M. A. Perelló, photos b i c A. Cirer).



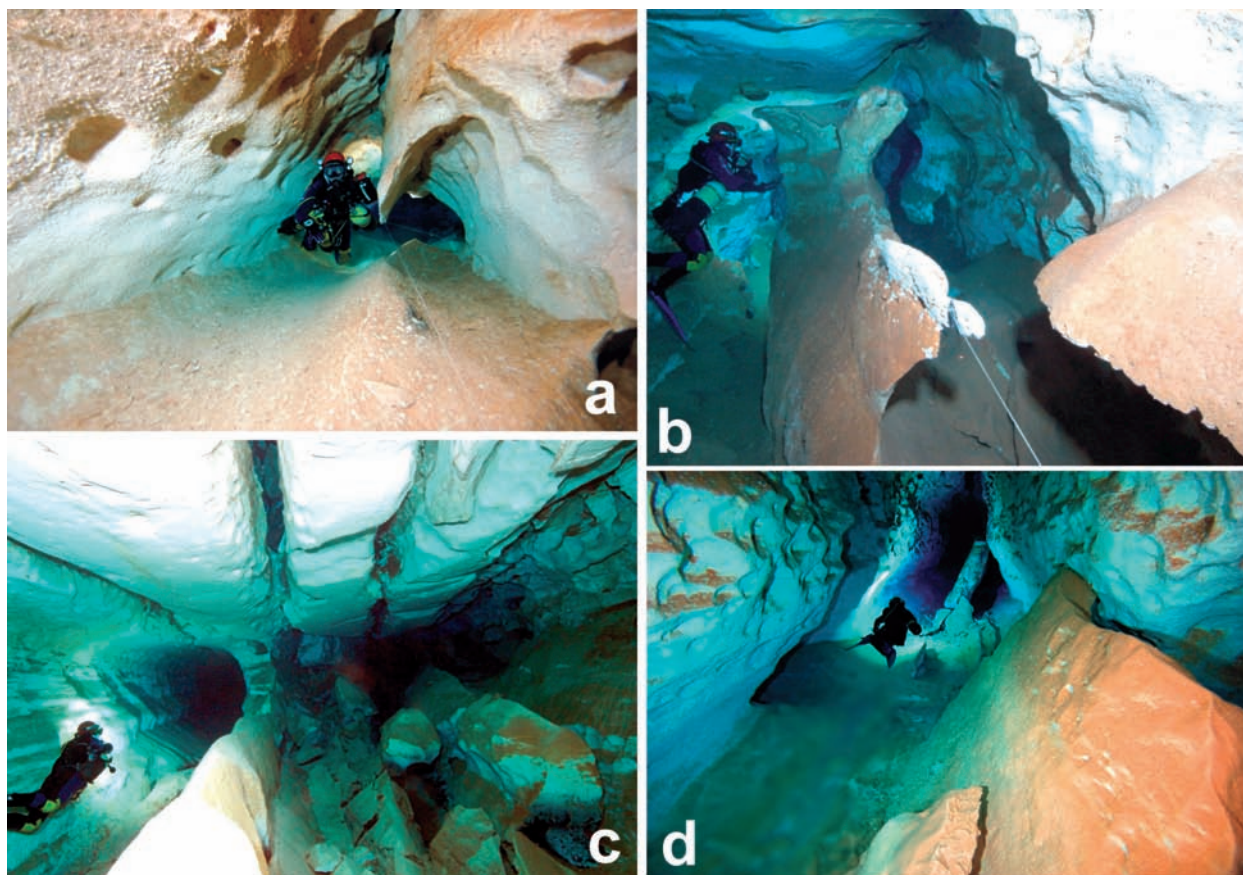


Figura 28: Evolució de galeries per coalescència d'envans. a) Galeria freàtica de secció circular a on s'aprecien les restes d'un envà que separava dues galeries de menor secció. Fàcies d'escull al sector Antic. b) Pinnacle i esperó generats per un antic envà dissolt a la part superior. Fàcies de lagoon extern. Galeria Jaume Damians (sector Subaquàtic de Gregal). c) Àmbit de gran volum procedent de la unió de galeries paral·leles per dissolució dels envans. Fàcies de lagoon extern. Galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal). d) Restes d'envans caiguts al sector de les Grans Sales. Fàcies de lagoon extern. (Fotos a i d M. A. Perelló i b i c J. Pocoví).

Figure 28: Evolution of galleries following the merging of partitions. a) Circular cross-section phreatic gallery where the remains of a partition that separated two smaller galleries are appreciable. Reef facies in the Antic Sector. b) Cer and rock jag generated by an old partition dissolved in its upper part. External lagoon facies. Gallery Galeria Jaume Damians (Gregal Subaquatic Sector). c) Area of large volume following the merging of parallel galleries after the dissolution of partitions. External lagoon facies. Gallery Miquel Àngel Barceló (Gregal Subaquatic Sector). d) Remains of falling partitions in the Grans Sales Sector. External lagoon facies. (Photos a and d M. A. Perelló and b and c J. Pocoví).

FORMES COMPLEXES I DISCUSSIÓ

Les diferents formacions primàries es presenten sovint imbricades i superposades a diferents escales de mida i de gènesi diferent (Fig. 26). Des del punt de vista de l'escala, globalment podem pensar que la cavitat, per ella mateixa correspon a la forma principal de corrosió; en aquest cas a escala quilomètrica, seria la *megaforma* (d'ordre quilomètric a hectomètric). En aquest cas aquesta megaforma, la cavitat, estaria formada per un conjunt de diferents galeries i sales que les podríem agrupar dins la consideració de *macroformes* (d'ordre hectomètric a decamètric). La galeria, considerada ella mateixa una forma de dissolució, podria presentar, a tall d'exemple, a ambdós costats, regates i facetes que serien considerades com a *mesoformes* (d'ordre decamètric a mètric) i que podrien estar situades sovint a diferents nivells. Les facetes a la seva vegada podrien presentar solcs subverticals sobreposats, en aquest cas parlariem de les *microformes* (d'ordre mètric a centimètric).

Un altre aspecte molt important en el desenvolupament de les formes de corrosió correspon a la litologia. La litologia, i més concretament donada la naturalesa

calcarenítica de la roca, la seva textura, és en gran part la responsable del control en el tipus de galeries i morfologies presents o predominants (GINÉS *et al.*, 2008 i 2009b) i de la seva distribució al llarg de les diferents zones de la cavitat (Taula 1). Podem generalitzar en el cas de la cova des Pas de Vallgornera dient que les galeries sinuoses, molt ramificades i de poc control estructural tectònic que es troben al sector Antic, van associades a la presència de les fàcies de front d'escull (Fig. 27). Les clapes de coralls, construccions coral·lines aïllades distribuïdes dins la fàcies de lagoon extern i de rere escull poden condicionar un aspecte similar a les anteriors galeries, però de forma aïllada com seria el cas que es dona en zones concretes del sector Subaquàtic de Gregal. La fàcies de lagoon extern amb una quasi nul·la porositat primària i travessada per un conjunt de diàclasis determina de la mateixa manera llargues i rectilínies galeries estructurals tectòniques al sector de les Grans Sales i sector Subaquàtic de Gregal (Fig. 29).

L'excepcionalitat de la cova des Pas de Vallgornera amb el seu gran recorregut, associat a la variabilitat de fàcies de la roca mare on s'ha desenvolupat, possibilita la troballa de molts exemples que mostren i per tant,

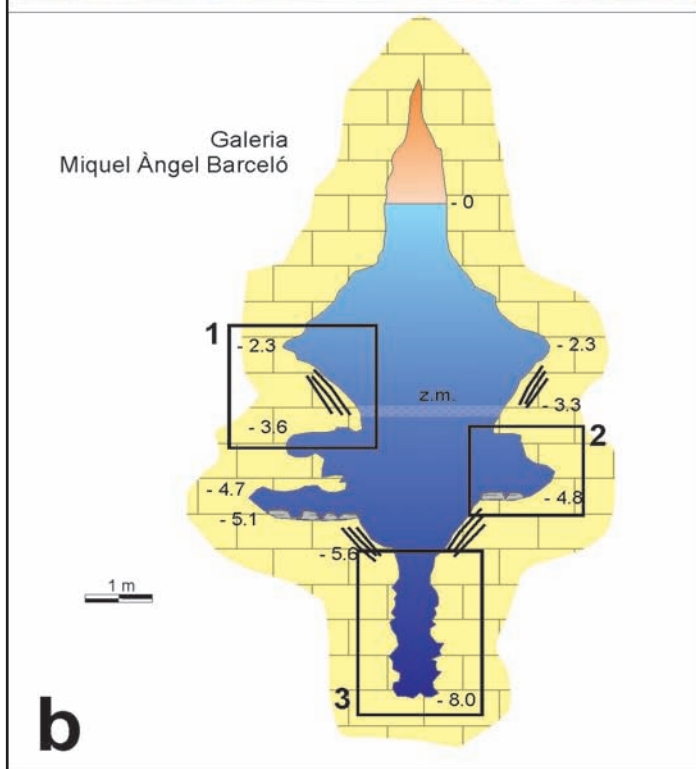


Figura 29: a) Galeria estructural tectònica de la galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal). b) secció de la galeria a on estan assenyalats tres detalls que s'observen a la dreta: 1) Facetes i solcs subverticals als costats de la galeria. 2) Regata de corrosió amb presència de polígons de retracció. 3) Zona inferior de la galeria, molt estreta, que correspon a la part inferior de la fractura amb presència de morfologies espongiformes amb coloracions fosques. (Fotos J. Pocoví).



Figure 29: a) Tectonic-structural passage in the Miquel Àngel Barceló gallery (Gregal Subaquatic Sector). b) section of the gallery where the three enlarged details are shown. 1) Solutional facets and sub-vertical grooves on the sides of the gallery. 2) Solution notch with retraction polygons. 3) Very narrow lower zone of the gallery that corresponds to the lower part of the fracture with the presence of darkly coloured spongeworg morphologies. (Photos J. Pocoví).

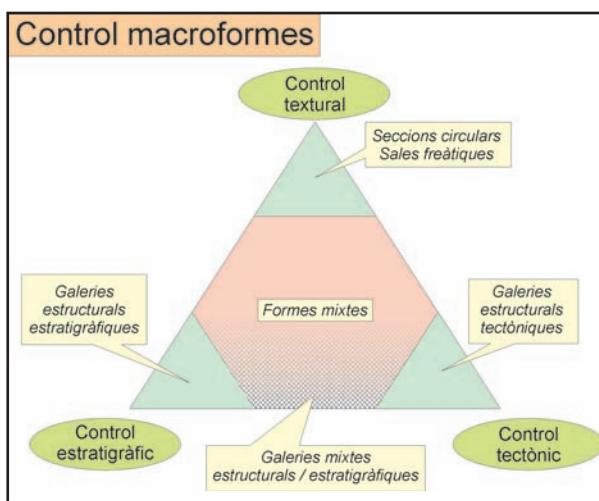


Figura 30: Esquema interpretatiu de les macroformes en funció de les tres variables que controlen el seu desenvolupament.

Figure 30: Interpretative scheme of the macroforms according to the three main variables which control their development.

permeten estudiar, gran quantitat d'estadis evolutius diferents. Aquests van des de galeries poc evolucionades fins a d'altres a on s'han ajuntat galeries paral·leles fins a formar volums importants, especialment dins la façies de lagoon extern (Fig. 28). Les grans sales es troben especialment a la façies de front escullós per dissolució de gran

masses de coralls i també per processos d'esfondrament associats com a conseqüència de la presència de buits volumètricament molt considerables que provoquen un greu debilitament de l'estructura rocosa.

A tall de conclusió, podem exposar que la gran variabilitat observada amb coalescència de formes a la vegaada que la variabilitat dimensional de diverses morfologies, dóna lloc a una complicació per tal de poder fer un clar reagrupament que permeti la correcta i fàcil classificació de les formes. En aquests casos s'haurà de tenir present a més la possible intervenció de diverses variables que condicionaran el seu desenvolupament. Per tant, encara que podem definir determinades morfologies amb una certa variabilitat, en alguns casos amb uns "end members" ben definits, això sempre no serà possible, donant-se en la majoria dels casos una continuïtat des d'unes formes a les altres. Per tant, es fa necessari estudiar en cada cas quines són les variables que ens condicionaran cada una de les formes. A manera d'exemple podem veure el que passa amb les macroformes (Fig. 30). En aquest cas, per a les formes observades a la cova des Pas de Vallgornera, estan força clares les tres variables que controlen el seu desenvolupament i forma final. Aquestes són el control litològic textural, el control estratigràfic i el control tectònic. En funció del grau d'implicació de cada un d'ells podem establir una sèrie de camps amb unes formes ben definides (Fig. 30) mentre que en d'altres casos, en funció del grau d'implicació de cada variable podem parlar de formes mixtes.

Fàcies *	Descripció	Formes	Espeleotemes
Front escullós	Textura framestone pel creixement de colònies de coralls (<i>Porites</i>), <i>rudstone</i> i <i>grainstones</i> , amb una important porositat primària interpartícula i secundària tipus motlle. Estratificació poc marcada, sense laminació	Macroformes: galeries freàtiques control estructural estratigràfic, galeries freàtiques secció circular, sales freàtiques circulars; Mesoformes: cambres freàtiques circulars; Microformes: morfologies espongiformes.	Abundància general d'espeleotemes de tot tipus.
Rera escull (lagoon amb clapes d'escull)	Textura <i>rudstone</i> - <i>packstone</i> amb fragments de mol·luscs i clapes amb textura <i>framestone</i> amb coralls. Porositat primària abundant. Estratificació incipient	Macroformes: galeries freàtiques control estructural estratigràfic, galeries freàtiques secció circular, sales freàtiques circulars; Mesoformes: cambres freàtiques circulars.	Ocasionalment presència d'espeleotemes de qualsevol tipus.
Lagoon extern	Textura <i>packstone</i> amb foraminífers, equinodermes i algues vermelles. Baixa porositat primària; permeabilitat per fracturació. Bona estratificació	Macroformes: galeries freàtiques control estructural tectònic; Mesoformes: envans de dissolució, regates, facetes; Microformes: Formes derivades de l'evolució degradativa d'envans: penjants, pinacles, esperons, etc.	El més habitual és l'absència total d'espeleotemes al llarg de centenars de metres de galeries, encara que localment es poden presentar els següents: Espeleotemes de flux: colades pavimentàries localment abundants; espeleotemes de transpuament: coral·loides molt abundants localment; espeleotemes subaquàtics: <i>gours</i> de gran longitud.
Lagoon intern	Alternança de textura <i>wackestone</i> amb foraminífers, peloids i <i>packstone</i> amb foraminífers, briozous i mol·luscs. Molt baixa porositat. Estratificació i laminació ben visibles	Macroformes: galeries freàtiques control estructural tectònic.	En alguna galeria abundància d'espeleotemes de degoteig.

*) Complex d'Esculls (Pomar et al., 1996). Edat: Tortonià superior - Messinià inferior.

Taula 1: Distribució de les principals formes de corrosió i presència d'espeleotemes en relació a les façies sedimentàries d'ambient escullós a les calcarenites del Miocè superior on es desenvolupa la cova des Pas de Vallgornera

Table 1: Distribution of the main corrosion forms and the presence of speleothems in relation to the sedimentary facies within the Upper Miocene reef rocks where the Cova des Pas de Vallgornera is developed.

Agraïments

A les intenses activitats exploratòries i topogràfiques portades a terme pels equips d'espeleòlegs del Grup Espeleològic de Llubí i de l'Agrupació Voltors, els quals estan treballant de forma continuada en la cova des Pas de Vallgornera d'ençà de l'any 2004. En especial, cal agrair la col·laboració en les tasques de transport del material de busseig fins al llac d'entrada dels següents companys: Toni Croix, Andreas Kristofersson, Guillem Mulet, Toni Mulet i Antoni Merino. Juntament amb molts d'altres companys, i visitants ocasionals de la gruta, ens han facilitat multitud de dies les feixugues tasques de transport. Els hem enyorat molt en travessar la sala Que No Té Nom i a la tornada a l'exterior una vegada acabades les immersions.

Volem també agrair, molt especialment les tasques efectuades en documentar fotogràficament les parts submergides per part dels companys espeleobussejadors Jaume Pocoví (GNM), Antoni Cirer (GNM) i Miquel Àngel Perelló (GELL). A Peter Watkinson agraiem la traducció a l'anglès del resum i els peus de figures. Al Dr Joaquim Ginés per la revisió atenta de l'article.

Els treballs subaquàtics han estat finançats parcialment gràcies als projectes de la Fundació "SA NOSTRA", Caixa de Balears, dins les convocatòries d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2008. Volem agrair al Sr. Andreu Ramis, al Sr. Antoni Sorà, al Sr. Bartomeu Tomàs i a la Sra. Isabel Mozo de la Fundació "SA NOSTRA", Caixa de Balears la seva bona disposició i professionalitat. S'ha de destacar l'ajut i el suport de la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear i en especial la tasca efectuada per na Margalida Femenía, a la qual agraiem l'interès de cap als treballs efectuats a la cavitat, així com les seves intervencions i inestimable ajuda en la protecció de la cova des Pas de Vallgornera.

Finalment, cal consignar que bona part de les tasques desenvolupades s'emmarquen dins del projecte d'investigació del *Ministerio de Ciencia e Innovación* - FEDER CGL2006-11242-C03-01/BTE.

Bibliografia

- BRETZ, J. (1942): Vadose and phreatic features of limestone caverns. *The Journal of Geology*, 50 (6).
- DUBLYANSKY, Y. (2000): Hydrothermal speleogenesis: its settings and peculiar features. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 292-297. Huntsville, USA.
- FORD, D. i WILLIAMS, P. (1989): *Karst geomorphology and Hydrology*. U. Hyman, 601 pàgs. London.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2006): La Cova Nova de Son Lluís (Porreres, Mallorca). Notes sobre aspectes històrics i geoespeleològics. *Endins*, 29: 5-24. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2008): Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79. Palma de Mallorca.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009a): On the role of hypogene speleogenesis in shaping the coastal endokarst of southern Mallorca (Western Mediterranean). In: KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (eds.) *Hypogene speleogenesis and karst hydrogeology of artesian basins*. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Special Paper 1: 91-99. Simferopol, Ucraïna.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; MERINO, A. & GRÀCIA, F. (2009b): About the genesis of an exceptional coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). The lithological control over the pattern and morphology of Cova des Pas de Vallgornera. In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 481-487. Kerrville, U.S.A.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. i LAVERGNE, J.J. (2000): Les coves de cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 23: 41-57. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. i WATKINSON, P. (1998a): La cova d'en Passol i altres cavitats litorals situades entre cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 22: 5-18. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; AGUILÓ, C. i WATKINSON, P. (1998b): La cova des Drac de cala Santanyi (Santanyi, Mallorca). *Endins*, 22: 55-66. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FEBRER, M.; JAUME, D. i VICENS, D. (2006): La cova de s'Abisament (Sant Llorenç des Cardassar, Mallorca). *Endins*, 30: 101-108.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. i FORNÓS, J.J. (2007): Cavitats costaneres de les Balears generades a la zona de mescla, amb importants continuacions subaquàtiques. In: PONS, G.X. & VICENS, D. (eds.) *Homenatge a Juan Cuerda*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata - Pont - Piqueta (Manacor, Mallorca): geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64. Palma de Mallorca.
- 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. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GUAL, M.A.; WATKINSON, P. i 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. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FORNÓS, J.J.; 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. Palma de Mallorca.
- 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. Palma de Mallorca.
- GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; MONSERRAT, T.; CLARKE, O. i LANDRETH, R. (1997): Les coves de la zona de ses Partions-Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36. Palma de Mallorca.
- KLIMCHOUK, A.B. (2007): *Hypogene speleogenesis: hydrogeological and morphogenetic perspective*. National Cave and Karst Research Institute. Special Paper 1. 106 pàgs. Carlsbad, New Mexico.
- LÓPEZ, J.M. (2007): *Las manifestaciones hidrotermales del sur de Lluçmajor, Mallorca*. Memòria d'Investigació. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 132 pàgs. Inèdita.

- LÓPEZ, J.M. & MATEOS, R.M. (2006): Control estructural de las anomalías geotérmicas y la intrusión marina en la plataforma de Llucmajor y la cubeta de Campos (Mallorca). *Las aguas subterráneas en los países Mediterráneos*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, 17: 607-613. 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 Llucmajor (Mallorca). *VIII Simposio de Hidrogeología*. Asociación Española de Hidrogeólogos. 2: 379-388. Zaragoza.
- MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 19: 17-23. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49 - 70. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2007a): Algunos espeleotemas poco habituales hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. Nuevas observacions. *Endins*, 31: 111-116. Palma de Mallorca.
- MERINO, A. (2007b): Solutional sculpturings and uncommon speleothems found in the Cova des Pas de Vallgornera, Majorca, Spain. *NSS News*, 65 (9): 14-20. Huntsville, USA.
- MERINO, A.; MULET, A. i MULET, G. (2006): La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kilómetros de desarrollo topografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29 - 48. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2007): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): 40 kilómetros de desarrollo topografiado *Endins*, 31: 101-110. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2008): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca) alcanza los 55 kilómetros de desarrollo topográfico. *Endins*, 32. Palma de Mallorca.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2009): Cova des Pas de Vallgornera: an exceptional littoral cave from Mallorca Island (Spain). In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 522-527. Knoxville, U.S.A.
- NÚÑEZ JIMENEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Academia de las Ciencias de Cuba.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave Geology*. Cave Books. 454 pp. Dayton.
- POMAR, L., WARD, W.C. & GREEN, D.G. (1996): Upper Miocene reef complex of the Llucmajor area, Mallorca, Spain. In *Models for carbonate stratigraphy from Miocene reef complexes of the Mediterranean regions*, FRANSEEN, E., M. ESTEBAN, W.C. WARD, and J.M. ROUCHY (Eds.) SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology 5, 191-225.
- SLABE, T. (1995): *Cave Rocky Relief and its Speleogenetical Significance*. Znanstvenoraziskovalni Center SAZU. Ljubljana. Pàgs 128.
- TRIAS, M. (2000): La Cova des Moro (Manacor, Mallorca) i alguns destacats aspectes de la seva morfologia. *Endins*, 23: 73-77. Palma de Mallorca.