



Universitat
de les Illes Balears

TESI DOCTORAL
2015

Programa de Doctorat de Geografia

**LES CAVITATS SUBAQUÀTIQUES DE LES
ZONES COSTANERES DEL LLEVANT I MIGJORN
DE MALLORCA**

Francesc Gràcia Lladó

Director: Joan J. Fornós Astó

Doctor per la Universitat de les Illes Balears



Universitat
de les Illes Balears

TESI DOCTORAL
2015

**LES CAVITATS SUBAQUÀTIQUES DE LES
ZONES COSTANERES DEL LLEVANT I MIGJORN
DE MALLORCA**

Francesc Gràcia Lladó



Universitat
de les Illes Balears

TESI DOCTORAL 2015
Programa de Doctorat de Geografia

**LES CAVITATS SUBAQUÀTIQUES DE LES
ZONES COSTANERES DEL LLEVANT I MIGJORN
DE MALLORCA**



Francesc Gràcia Lladó

Director: Joan J. Fornós Astó

Doctor per la Universitat de les Illes Balears

A la meva família, per les llargues absències
Als companys i amics espeleobussejadors i espeleòlegs
Als exploradors que il·luminen les tenebres eternes

In Mateu Febrer Bauzà (1980-2012) Memoriam
**Amic, de ben segur que ens esperes a l'altre costat del sífó a on
queden encara tantes coses per explorar...**

ÍNDEX

AGRAÏMENTS.....	3
-----------------	---

PART I. INTRODUCCIÓ I MARC METODOLÒGIC

Capítol 1. INTRODUCCIÓ.....	11
1.1. Estructura del treball i objectius.....	11
1.2. Definició de cavitat litoral i de cavitat subaquàtica.....	13
1.3. La dissolució de la roca calcària a la zona de mescla litoral.....	14
1.4. Taules de situació i caracterització de les cavitats.....	15
1.5. Cavitats d'abrasió marina <i>versus</i> coves càrstiques litorals.....	19
1.6. Material i mètode.....	36
Capítol 2. L'ESPELEOGÈNESI I CONDICIONANTS LITOLÒGICS.....	47
2.1. L'espeleogènesi al carst litoral de Mallorca.....	47
2.2. Estratigrafia i condicionants litològics.....	53
2.3. Els dipòsits del Miocè superior del Migjorn i Llevant de Mallorca.....	55
2.4. Els dipòsits del Pliocè i Pleistocè de la depressió de Campos.....	62

PART II. ANTECEDENTS

Capítol 3. HISTÒRIA DE LES EXPLORACIONS ESPELEOLÒGIQUES SUB-AQUÀTIQUES AL LLEVANT I MIGJORN DE MALLORCA	69
3.1. Exploracions abans del 1994.....	69

3.2. Exploracions d'ençà del 1994.....	75
3.3. Accidents mortals documentats.....	82
Capítol 4. CLASSIFICACIÓ DE LES CAVITATS DE MALLORCA.....	87
4.1. Els avencs de la zona vadosa.....	88
4.2. Les coves de la zona vadosa.....	92
4.3. Les coves freàtiques no litorals.....	96
4.4. Les coves de la franja litoral.....	99
Capítol 5. ALTRES CAVITATS LITORALS DE L'ESTAT ESPANYOL.....	105
5.1. La cova de na Polida i la cova de s'Aigua (Menorca, Balears)	106
5.2. La Falconera (Catalunya).....	107
5.3. La cova del Moraig (València).....	110
5.4. Túnel de la Atlántida del Tubo de lava La Corona (Lanzarote, Canarias)..	114
5.5. La cueva del Agua (Cartagena).....	121
Capítol 6. PRINCIPALS ÀREES GEOGRÀFIQUES DE CARST EOGENÈTIC LITORAL DEL MÓN	127
6.1. Introducció.....	127
6.2. Península del Yucatán (Mèxic i Belize).....	128
6.3. República Dominicana (La Hispaniola).....	139
6.4. Bahamas.....	141
6.5. Bermudas (Gran Bretanya).....	144
6.6. Plana de Nullarbor (Austràlia).....	146

PART III. CAVITATS LITORALS DEL LLEVANT I MIGJORN DE MALLORCA AMB CONTINUACIONS SUBAQUÀTIQUES

Capítol 7. CAVITATS LITORALS DEL MIGJORN OCCIDENTAL.....153

7.1. La cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor).....155

- Situació geogràfica
- Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
- Descripció de la cavitat
- Superposició de la cavitat respecte de la superfície
- Espeleogènesi
- Els condicionals litològics
- Característiques hidrològiques de la cavitat
- Morfologies de corrosió
- Morfologies hipogèniques
- Els espeleotemes
- Sales d'esfondrament
- Els sediments
- Part faunística
- Part paleontològica
- Conservació de la cavitat

7.2. Es Dolç (Ses Salines).....223

- Situació geogràfica
- Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
- Descripció de la cavitat
- Superposició de la cavitat respecte de la superfície
- Espeleogènesi
- Els condicionants litològics
- Datació per luminiscència de les eolianites quaternàries
- Anàlisi morfomètrica de la cavitat
- Característiques hidrològiques de la cavitat
- Morfologies hipogèniques
- Morfologies de corrosió
- Els espeleotemes
- Sales d'esfondrament
- Els sediments
- Restes arqueològiques
- Part faunística
- Conservació de la cavitat

Capítol 8. CAVITATS LITORALS DEL MIGJORN ORIENTAL287

8.1. La cova dels Ases (Felanitx).....289

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Superposició de la cavitat respecte de la superfície
Espeleogènesi
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Els sediments
Restes arqueològiques
Part faunística
Part paleontològica
Conservació de la cavitat

8.2. La cova de sa Sínia (Felanitx).....303

Situació geogràfica
Història de les exploracions
Descripció de la cavitat
Superposició de la cavitat respecte de la superfície
Espeleogènesi
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Els sediments
Part faunística
Conservació de la cavitat

8.3. La cova des Coll (Felanitx).....307

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Superposició de la cavitat respecte de la superfície
Espeleogènesi
Característiques hidrològiques de la cavitat
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Els sediments
Restes arqueològiques
Part faunística
Part paleontològica
Conservació de la cavitat

8.4. La cova d'en Bassol (Felanitx).....359

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Superposició de la cavitat respecte de la superfície
Espeleogènesi

Característiques hidrològiques de la cavitat
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Els sediments
Part faunística
Part paleontològica
Conservació de la cavitat

8.5. La cova de ses Barraques (Felanitx).....387

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Superposició de la cavitat respecte de la superfície
Espeleogènesi
Característiques hidrològiques de la cavitat
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Els sediments
Restes arqueològiques
Conservació de la cavitat

8.6. La cova Submarina de Cala sa Nau (Felanitx).....391

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Superposició de la cavitat respecte de la superfície
Espeleogènesi
Característiques hidrològiques de la cavitat
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Els sediments
Restes arqueològiques
Conservació de la cavitat

8.7. La cova de Cala Mitjana (Felanitx).....395

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Superposició de la cavitat respecte de la superfície
Espeleogènesi
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Conservació de la cavitat

8.8. La cova des Drac de Cala Santanyí (Santanyí).....399

Situació geogràfica
Aproximació al topònim de la cova des Drac
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Superposició de la cavitat respecte de la superfície
Espeleogènesi
Característiques hidrològiques de la cavitat
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Sediments
Restes arqueològiques
Part faunística
Conservació de la cavitat

Capítol 9. CAVITATS LITORALS DEL LLEVANT.....415

9.1. La cova de s'Abisament (Sant Llorenç des Cardassar).....417

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Espeleogènesi
Característiques hidrològiques de la cavitat
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Part faunística
Conservació de la cavitat

9.2. La cova Novella de na Llebrona (Manacor).....425

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Espeleogènesi
Espeleotemes
Sales d'esfondrament
Restes arqueològiques
Part faunística
Conservació de la cavitat

9.3. Les coves del Drac (Manacor).....431

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Superposició de la cavitat respecte de la superfície

Espeleogènesi	
Morfologies hipogèniques	
Morfologies de corrosió	
Els espeleotemes	
Sales d'esfondrament	
Els sediments	
Restes arqueològiques	
Part faunística	
Conservació de la cavitat	
9.4. Es Dolç de Cala Murta (Manacor).....	471
Situació geogràfica	
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp	
Descripció de la cavitat	
Superposició de la cavitat respecte de la superfície	
Característiques hidrològiques de la cavitat	
Morfologies de corrosió	
9.5. La cova des Coloms de Cala Anguila (Manacor).....	477
Situació geogràfica	
Descripció de la cavitat	
Superposició de la cavitat respecte de la superfície	
Morfologies de corrosió	
Els espeleotemes	
Els sediments	
9.6. La cova Genovesa o cova d'en Bessó (Manacor).....	479
Situació geogràfica i consideracions toponímiques	
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp	
Descripció de la cavitat	
Superposició de la cavitat respecte de la superfície	
Espeleogènesi	
Anàlisi morfomètrica de la cavitat	
Característiques hidrològiques de la cavitat	
Morfologies de corrosió	
Els espeleotemes	
Sales d'esfondrament	
Els sediments	
Restes arqueològiques	
Part faunística	
Part paleontològica	
Conservació de la cavitat	
9.7. El sistema Pirata-Pont-Piqueta (Manacor).....	527
Situació geogràfica	
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp	
Descripció de la cavitat	
Superposició de la cavitat respecte de la superfície	
Espeleogènesi	

Característiques hidrològiques de la cavitat
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Els sediments
Valors arqueològics
Part faunística
Troballes paleontològiques
Conservació de la cavitat

9.8. La cova des Coloms de Cala Falcó o cova des Coloms 1 (Manacor).....569

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Espeleogènesi
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Conservació de la cavitat

9.9. El sistema Gleda-Camp des Pou (Manacor).....579

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Superposició de la cavitat respecte de la superfície
Espeleogènesi
La roca encaixant
Característiques hidrològiques de la cavitat
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Els sediments
Restes arqueològiques
Part faunística
Conservació de la cavitat

9.10. La cova de Cala Varques ACD o cova des Xuetes (Manacor).....657

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Superposició de la cavitat respecte de la superfície
Espeleogènesi
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Sediments
Part faunística
Conservació de la cavitat

9.11. La cova de Cala Varques B (Manacor).....667

Situació geogràfica
Història resumida de les exploracions i de les feines de camp
Descripció de la cavitat
Superposició de la cavitat respecte de la superfície
Espeleogènesi
Morfologies de corrosió
Els espeleotemes
Sales d'esfondrament
Els sediments
Part paleontològica
Conservació de la cavitat

PART IV. DISCUSSIÓ DEL CARST COSTANER

Capítol 10. PATRONS DE LES COVES AL CARST EOGENÈTIC COSTANER DEL MIGJORN I LLEVANT DE MALLORCA683

10.1. Introducció.....683
10.2. Topografia de cavitats: Una qüestió d'accessibilitat.....685
10.3. Topografia de coves: Una qüestió de metodologia i estratègia de mostreig.....686
10.4. Mapes de segments de coves.....687
10.5. Mapes de coves individuals.....689
10.6. Mapes de sistemes de coves en el carst del Llevant i Migjorn.....690

Capítol 11. CARACTERÍSTIQUES HIDROLÒGIQUES DE LES CAVITATS.....693

11.1. Introducció.....693
11.2. Perfils verticals de salinitat i temperatura.....695
11.3. Les cavitats com a surgències submarines.....705

Capítol 12. LES MORFOLOGIES DE CORROSIÓ DE LA ZONA DE MESCLA..707

12.1. Introducció.....707
12.2. Espeleogènesi.....708

12.3. Hidrologia.....	708
12.4. Catàleg de morfologies de corrosió.....	709
Megaformes	
Macroformes	
Mesoformes	
Microformes	
Capítol 13. LES MORFOLOGIES HIPOGÈNIQUES	733
13.1. Introducció.....	733
13.2. Catàleg de morfologies hipogèniques.....	737
Megaformes	
Macroformes	
Mesoformes	
Microformes	
Capítol 14. ELS ESPELEOTEMES DE LES CAVITATS INUNDADES.....	751
14.1. Introducció.....	751
14.2. Espeleotemes de degoteig.....	752
14.3. Espeleotemes de flux.....	757
14.4. Espeleotemes produïts per capil·laritat i formes botrioidals.....	759
14.5. Espeleotemes subaquàtics d'origen vadós.....	762
14.6. Espeleotemes subaquàtics d'origen freàtic costaner.....	768
14.7. Espeleotemes afectats per la corrosió.....	771
Capítol 15. ELS SEDIMENTS DE LES CAVITATS INUNDADES.....	773
15.1. Introducció.....	773
15.2. Metodologia utilitzada en l'estudi del registre sedimentari.....	775
15.3. El cicle sedimentari a l'interior del sistema càrstic.....	777
15.4. Fàcies sedimentàries.....	778

Fàcies de bretxes de col·lapse
 Fàcies clàstiques fines
 Fàcies clàstiques de talús d'entrada
 Fàcies d'entrada: eolianites
 Fàcies d'entrada d'origen marí
 Fàcies carbonatades no clàstiques (autòctones)
 Fàcies relacionades amb sedimentació hipogènica

Capítol 16. LES SALES D'ESFONDAMENT795

16.1. Introducció.....795

16.2. Les sales d'esfondrament al Migjorn i Llevant.....796

16.3. Principals sales d'esfondrament.....802

Capítol 17. RELACIÓ GENÈTICA ENTRE COVES, CALES I ALTRES ENTRANTS.....813

17.1. Introducció.....813

17.2. Les captures càrstico-marines.....814

17.3. Exemples d'interacció entre cales i cavitats litorals.....817

17.4. La formació de cales en relació a cavitats de Yucatán: las caletes.....822

Capítol 18. COVES LITORALS COM A HÀBITATS ANQUIHALINS.....825

18.1. Introducció.....825

18.2. Organismes sèssils filtradors.....827

18.3. La fauna carcinològica dels hàbitats anquihalins de Mallorca.....828

Introducció
 Història de les recerques
 Característiques principals de les cavitats
 Aspectes biogeogràfics

18.4. Catàleg faunístic.....838

Ordre Decàpode
 Ordre Mysidacea
 Ordre Thermosbaenacea
 Ordre Amphipoda

**Ordre Isopoda
Ordre Calanoida
Ordre Misophrioida
Ordre Cyclopoida
Ordre Harpacticoida**

18.5. Presència d'anguiles.....	853
Capítol 19. TROBALLES PALEONTOLÒGIQUES	855
19.1. Introducció.....	855
19.2. Organismes de la roca mare dipositats abans de la formació de la cova...	856
19.3. Organismes del Quaternari que varen entrar dins les cavitats.....	866
Capítol 20. DESCOBRIMENTS ARQUEOLÒGICS	881
20.1. Introducció.....	881
20.2. Distribució espacial i temporal de les troballes.....	881
20.3. Cavitats amb troballes arqueològiques.....	887
Capítol 21. LA CONSERVACIÓ I PROTECCIÓ DE LES CAVITATS.....	917
21.1. Introducció.....	917
21.2. Normatives relacionades amb la conservació.....	917
Normativa europea	
Normativa estatal	
Normativa autonòmica	
21.3. Agressions i problemàtiques a les cavitats estudiades.....	924
21.4. Protecció de les cavitats.....	937
21.5. Són suficients les mesures de protecció?.....	942
21.6. Divulgació i conservació.....	947

PART V. CONCLUSIONS I BIBLIOGRAFIA

Capítol 22. CONCLUSIONS951

Capítol 23. BIBLIOGRAFIA961



*“... Tout ceci démontre amplement
que la caverne du Dragon est en somme une
grotte marine, mais d’exceptionnelle étendue ...
Aussi est-ce la mer, et non pas une rivière souterraine qui
paraît avoir creusé la Cueva del Drach ...
dans ces conditions, les grosses tempêtes introduisent aisément,
le long des plans d’interstratification, les vagues qui
peuvent alors élargir, par corrosion et érosion, toutes
les fissures de la roche ...”*

Édouard-Alfred MARTEL, 1896.

Sous Terre. Cueva del Drach, à Majorque.

Annuaire du Club Alpin Français. France.

Agraïments

Aquesta Tesi és obra de l'esforç i dedicació titànic compartit amb molts companys. Plegats hem efectuat exploracions i tasques setmanalment al llarg de gairebé 22 anys ininterromputs. El resultat són més de 55 km de galeries i sales de cavitats inundades explorades i topografiades al llarg de més de 1.000 dies. Les troballes documentades suposen una contribució considerable al coneixement de l'endocarsst mallorquí. Però principalment els he d'agrair haver pogut viure i compartir una vida privilegiada de somnis aquàtics dins jardins de pedra.

La pluridisciplinalitat de l'estudi de les cavitats litorals és del tot inqüestionable, fan falta bons espeleobussejadors que siguin exploradors, topògrafs o fotògrafs. Però també és necessària la contribució de geòlegs, zoòlegs, paleontòlegs, geògrafs i arqueòlegs per documentar amb un mínim de serietat i de forma interactiva les troballes efectuades. Per la qual cosa, aquest apartat d'agraïments s'ha de subdividir en dos grans blocs, per una part els espeleobussejadors i espeleòlegs, amb els quals he tingut el privilegi de fer feina de camp i per altra banda els científics que han contribuït amb tasques de laboratori i gabinet.

Per començar, he d'agrair als espeleobussejadors del Grup Nord de Mallorca i d'altres grups la immensa feina feta a les cavitats. D'ençà que vam començar l'any 1994, s'ha de reconèixer i valorar, per ordre cronològic, les tasques dels amics i companys: Peter Watkinson, Bernat Clamor, Robert Landreth, Owen Clarke, Juan José Lavergne, Miquel Àngel Gual, Mateu Febrer, Pere Gamundí, Jaume Pocoví, Pedro Gracia, Antoni Cirer, Antoni Cifre, Miquel Àngel Perelló, Miquel Àngel Vives, Freddy Fernández, Nicolás Betton, Maria Martínez Palou, Juan Carlos Lázaro, Guillem Mascaró, Joan Pérez, Anders Kristofersson i Davide Ansali. Ells han estat els companys idonis i els grans col·laboradors en les tasques d'exploració, topografia, fotografia i filmació. Maldament alguns no han estat actius més que uns pocs anys, així i tot la seva contribució ha estat d'allò més preuat.

Als companys espeleo-fotògrafs subaquàtics Tomeu Bordoy, César Bodi, Robert Landreth, Óscar Espinasa, Pedro Gràcia, Miquel Àngel Perelló i Antoni Cirer per la seva excel·lent tasca fotogràfica i professionalitat. Han estat o són fotògrafs subaquàtics capaços d'entrar als llocs més dificultosos i allunyats, sense protestar, amb l'objectiu de retratar i permetre compartir el món subterrani inundat.

A la Federació Balear d'Espeleologia i als amics espeleòlegs terrestres Tòfol Monserrat, Miquel Alexandre Dot, Moisés Bonnín, Miquel Trias, Francesc Ruiz, Antoni Merino, Antoni Croix, Marc Crespí, Bartomeu Plomer, Joan Montfort, Damià Vicens, Damià Crespí, Antelm Ginard, Vicenç Pla, Xavier Bascuñana i Pere Bover. Per acompanyar-nos en algunes ocasions o bé per col·laborar en tasques espeleològiques a les zones vadoses de les cavitats.

Algunes de les fotografies que il·lustren aquestes pàgines ens han estat amablement subministrades per Gabriel Santandreu, Antoni Merino, Maria Antònia Amezcua, Pere Plomer, Manolo Luque, Maria Luisa Redondo i Antelm Ginard.

He de dir que aquesta Tesi Doctoral no hagués estat possible sense l'ajut i el recolzament del Dr. Joan J. Fornós, director d'aquesta Tesi i col·laborador habitual dels projectes duts a terme tots aquests anys. Ha estat el principal investigador referent a l'estudi dels sediments, la geologia i molts aspectes relacionats amb els espeleotemes freàtics i les morfologies de corrosió de les cavitats. Ell és el principal promotor i catalitzador de molts dels estudis que es fan sobre el carst de les Balears.

Les següents persones a qui vull anomenar són el Dr. Joaquim Ginés, Dr. Àngel Ginés i Miquel Trias per molts de motius. En primer lloc he de dir que me vaig iniciar al món de l'espeleologia organitzada l'any 1980 gràcies als cursos d'espeleologia i sortides amb caire científic que realitzaven llavors. Ells constitueixen els pilars fonamentals de l'actual espeleologia científica de les Balears. En segon lloc, també són els pares de la publicació ENDINS, de la qual vaig assimilar molts coneixements a partir dels seus articles. En tercer lloc per totes les col·laboracions que he tingut amb ells relacionats amb l'espeleologia, com són la recerca d'espeleotemes freàtics, discussions de caire geomorfològic, morfomètric i espeleogenètic. En quart lloc per la revisió atenta dels articles que he publicat en col·laboració tots aquests anys, que constitueixen la base d'aquesta Tesi, pels seus suggeriments, fructíferes discussions, intercanvis d'informacions i rectificacions. Però especialment vull agrair-los totes les seves aportacions científiques al coneixement del carst al llarg de les seves vides.

Els estudis efectuats a les cavitats que constitueixen aquesta Tesi s'han pogut dur a terme en estar finançats parcialment gràcies al projectes de l'Obra Social de "SA NOSTRA", Caixa de Balears, dins les convocatòries d'ajuts per a Projectes de Conservació de la Biodiversitat 2001, 2003, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011.

Els presents treballs són una contribució a diferents projectes de recerca finançats pel MICINN i MINECO: -FEDER, CGL2006-11242-C03-01/BTE; CGL2009-07392; CGL2010-18616/BTE i CGL2013-48441-P.

Part de les prospeccions faunístiques realitzades s'inclouen dins el projecte REN2001-0580/GLO del Ministeri de Ciència i Tecnologia. Aquest treball s'integra també al projecte de la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, BTE 2002-04552-C03, "El modelat càrstic i l'evolució morfològica i sedimentària del litoral a les Balears, València i Sardenya".

Una part dels estudis arqueològics d'aquest treball s'emmarquen en el projecte BTE2001-0589, la part geològica en el projecte BTE 2002-04552-c03.02, i la zoològica en el projecte REN2001-0580 / GLO (Anquifauna) de la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

La Comissió de Patrimoni Cultural del Consell de Mallorca va permetre, facilitar i sufragar les despeses de l'extracció del material paleontològic i arqueològic de la cova Genovesa (o d'en Bessó), per procedir a la seva catalogació, conservació i estudi. També pel suport econòmic atorgat per realitzar la recuperació de les peces ceràmiques i l'estudi espeleològic de la font de ses Aiguades (pou d'Alcanada).

L'estudi del material arqueològic trobat es deu als arqueòlegs i especialistes: Dr Bartomeu Salvà, Sebastià Munar, Dr Damià Ramis, Damià Cerdà, Francisca Cardona, Dra Beatriu Palomar, Dra Magdalena Riera i Joan Carreras.

A l'amic, espeleòleg i quaternarista Damià Vicens, hereu científic d'en Joan Cuerda, pels anys de col·laboracions i estudis plegats, així com el plaer de la seva amistat i de les converses científiques mantingudes. Ha estat un puntal bàsic i constant de motivació naturalística. El fet de realitzar simultàniament les nostres Tesis Doctorals ha suposat un gran estímul per poder duu a bon port aquesta tasca.

Als amics, espeleòlegs i paleontòlegs Dr. Pere Bover i Dr Josep Antoni Alcover (IMEDEA), per la determinació i comentaris de la fauna vertebrada fòssil trobada a les cavitats. La determinació de fòssils ha comptat amb la col·laboració de Damià Vicens de la Societat d'Història Natural de les Balears, Josep Antoni Alcover i Pere Bover de l'IMEDEA i Guillem Mas.

La determinació de moltes de les espècies de la fauna present a les cavitats ha estat possible gràcies al Dr. Damià Jaume de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (carcinologia); Dra Maria Jesús Uriz, Daniel Martin, João Gil i Xavier Turon del Centre d'Estudis Avançats de Blanes i a Jorge Núñez, del Dept. de Biologia Animal de la

Universitat de la Laguna (Tenerife) (invertebrats no artròpodes) i al Dr Guillem Pons del Dept. Ciències de la Terra (UIB) i Damià Vicens de la Societat d'Història Natural de Balears (mol·luscs).

A Ferran Hierro i Joan Cifre dels Serveis Científico-Tècnics de la Universitat de les Illes Balears l'ajuda en l'anàlisi de les mostres de sediment, així com també a Joan Miquel Carmona del Departament de Ciències de la Terra de la UIB i a Montse Guart del Departament d'Estratigrafia de la Universitat de Barcelona.

A Joan Cuerda Barceló, estimat mestre i amic, per haver-me subministrat els fonaments del Quaternari marí, eina imprescindible per interpretar l'evolució de les cavitats litorals i la seva interacció amb els canvis de nivell marí. La seva abnegació científica i humana ha estat i és un referent per a la comunitat d'estudiosos del Quaternari de les Balears.

A Cosme Aguiló, especialista en toponímia, per les seves informacions dels topònims de les cavitats i dels indrets on s'ubiquen. A Gabriel Ordines i Francesca Rotger, per fer-nos saber i proporcionar-nos la documentació de 1738 que fa referència a la font de ses Aiguades.

A Alfredo Barón, fins fa poc temps cap del Servei d'Estudis i Planificació de la Direcció General de Recursos Hídrics. Ell ha estat el veritable artífex d'alguns dels documents, ja que ens ho va encomanar per presentar un decret de protecció d'aquests hàbitats subterranis parcialment o total inundats.

Volem manifestar el nostre més sentit agraïment a la família Servera i especialment al Director de les coves del Drac de Portocristo, el Sr. D. Maties Servera per tota la col·laboració, facilitats i interès que ha prestat a les nostres recerques. Volem fer extensiu els agraïments a tot la Junta Directiva 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.

També volem expressar la nostra gratitud a l'antic propietari de l'entrada terrestre de la cova des Coll, D. Guillem Muntaner i a l'actual D. Guillem Mas, la seva predisposició i les facilitats per accedir-hi.

A D. Antoni Hernández i la seva família, propietaris del terreny on s'obre l'entrada de la cova d'en Bassol, per les facilitats que ens han donat per accedir-hi.

A la família Fierro, per permetre'ns entrar dins la seva propietat per anar a la cova de Cala Mitjana.

Volem agrair als antics propietaris de la finca de Can Frasquet, D. Pedro Santandreu i D. Miquel Contestí, la seva amabilitat i les facilitats per accedir-hi.

Volem agrair a la propietària de la finca de Son Josep Nou, on es localitza l'entrada de la cova de sa Gleda, la Sra. Margalida Puigserver i al seu fill Guillem Bonet la seva amabilitat.

El nostre més sincer agraïment a la nostra amiga Maria March i a tota la família March, per les facilitats, confiança i paciència que ens han atorgat aquests anys per accedir a es Dolç.

Als propietaris i encarregats dels terrenys on s'ubica la font de ses Aiguades, per totes les facilitats i consideracions que van tenir amb l'equip d'espeleòlegs. Especialment al Sr F. Knuchela, director de l'empresa propietària dels terrenys.

Fem extensiu l'agraïment a tots els propietaris de les finques on s'ubiquen les entrades de la resta de les cavitats litorals estudiades, per permetre'ns l'accés i per les molèsties ocasionades.

A l'Ajuntament de Felanitx, i especialment als batles D. Miquel Riera i D^a Catalina Soler per l'ajut logístic prestat per fer els estudis i documentació de les cavitats del terme de Felanitx.

A l'Ajuntament de Manacor per haver posat a la nostra disposició cinc contenidors de gran capacitat per la recollida dels electrodomèstics i altres fems abocats a l'entrada de la cova Genovesa cavitat. S'ha d'agrair especialment a Magdalena Sales, tècnica de cultura de l'Ajuntament de Manacor per la seva bona disposició.

A tota la gent què, assabentada de les nostres recerques, tant d'interès han mostrat per conèixer aquesta part de la naturalesa oculta a la vista de l'home.

PART I. INTRODUCCIÓ I MARC METODOLÒGIC

Capítol 1. INTRODUCCIÓ

1.1. Estructura del treball i objectius

L'objectiu general de la Tesi és realitzar l'estudi de les cavitats subaquàtiques costaneres del Llevant i Migjorn de Mallorca, és a dir, d'una part important del carst litoral, concretament de l'endocarst inundat, al menys parcialment, per les aigües freàtiques litorals. Aquest carst es desenvolupa dins les plataformes calcàries

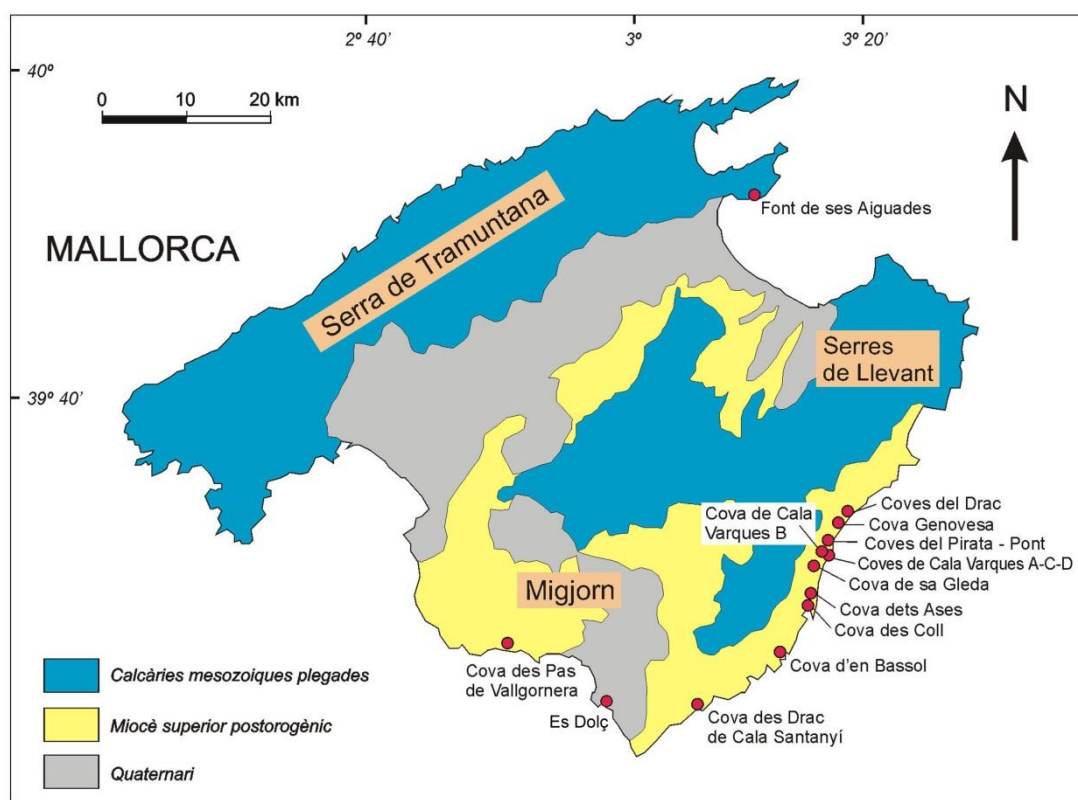


Figura 1.1: Situació de les principals cavitats subaquàtiques estudiades a la Tesi

carbonatades postorogèniques de l'illa, per la qual cosa l'enfocament general o objecte d'interès serà l'estudi de l'endocarst eogenètic subaquàtic. S'entén eogenètic en el sentit a què fan referència articles com els de VACHER & MYLROIE (2002) o GINÉS & GINÉS (2007), en un context de carstificació de materials carbonatats d'elevada porositat i litificació immadura, en contraposició als carsts telogenètics desenvolupats en roques calcàries que han sofert importants i dilatats processos de diagènesi.

D'aquesta manera podem considerar que l'objectiu general de les recerques suposa la continuació i ampliació d'aspectes concrets del què va iniciar GINÉS (2000) a la seva Tesi Doctoral: *El Karst Litoral en el Levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogènesis y cronología*. El fet d'ésser cavitats inundades no és només un aspecte purament descriptiu relacionat amb l'accés a l'endocarst, que per si mateix ja requereix uns materials i coneixents tècnics molt específics en busseig espeleològic. La zona freàtica de l'endocarst és també la responsable de l'espeleogènesi de les mateixes cavitats. Les variacions del nivell degudes a causes glacio-eustàtiques, han fet variar al llarg dels temps les cotes de la zona de mescla i per tant de les franges més actives del punt de vista espeleogenètic, així com la posterior evolució dels buits creats per dissolució en quedar afectats per processos d'esfondrament o de revestiment litoquímic (GINÉS, 2000).

La franja costanera posseeix una amplària relativa, d'ordre quilomètric, ja que la influència de la mar a les poroses calcarenites amb permeabilitat primària i secundària determinen la penetració de les aigües marines terra endins i la disposició d'una zona de mescla, agressiva químicament, entre les aigües dolces d'origen meteòric que s'infilren dins el massís i les salades situades al davall per posseir major densitat. S'ha de tenir present que als aquífers eogenètics del Yucatán o de la plana de Nullabor (Austràlia), la influència de la mar supera desenes de quilòmetres terra endins (LOWRY & JENNINGS, 1974; WEBB & JAMES, 2006; BEDDOWS *et al.*, 2007).

L'àrea d'estudi la circumscrivim a les plataformes carbonatades neògenes i quaternàries del Llevant i Migjorn de Mallorca, allà a on hem trobat cavitats subaquàtiques de certa rellevància, això és des del terme de Sant Llorenç des Cardassar fins al terme de Santanyí inclòs, i des de la marina de Lluçmajor fins a la platja des Dolç de la Colònia de Sant Jordi (ses Salines). La franja litoral a on penetren les cavitats, per ara documentades, assoleixen una amplària màxima propera als 2 km terra endins. Les particularitats litològiques d'aquests materials determinen un carst molt similar al que es desenvolupa a altres bandes del món, com és el cas de bona part del carib, fet que en ocasions es pugui sentir parlar del carst caribeny del Mediterrani.

L'objecte d'estudi de la Tesi és realitzar per a cada cavitat l'exploració, la topografia, la descripció, les característiques hidrològiques, l'estudi de les morfologies primàries o de dissolució, les morfologies secundàries o espeleotemes, la distribució de les sales d'esfondrament, l'espeleogènesi proposada, els sediments, les restes

arqueològiques sota les aigües, la fauna anquihalina, els fòssils, la relació de la cavitat amb la superfície, la relació de les coves amb les cales i surgències submarines i els impactes que afecten a la cova, a més a més de la dificultosa documentació fotogràfica d'aquests ambients extrems. En segon lloc discutir de forma global per al conjunt de cavitats tots els aspectes mencionats abans i les seves interferències.

D'aquesta manera es procurarà donar cos als resultats de gairebé 22 anys de feines de camp, al llarg de més de mil dies d'immersions i les innumerables hores de feina d'elaboració de les dades arreglades de tantes facetes interdisciplinàries.

1.2. Definició de cavitat litoral i de cavitat subaquàtica

Sovint les definicions que semblen més fàcils són les més complicades de determinar. Això és el que passa amb el concepte de cavitat litoral. Segons les exhaustives i completes definicions i aclariments de GINÉS (2000), les cavitats litorals són cavernes generades per dissolució freàtica a la zona de mescla costanera, així com cavitats mixtes de gènesi càrstico-marina. Aquesta darrera tipologia fa referència a les denominades captures càrstico-marines, que es tracta de cavitats càrstiques, però capturades per la dinàmica litoral, especialment pel retrocés de la línia de costa. Emperò, què ocorre amb les cavitats formades únicament per l'erosió de les ones?. No són litorals si es troben a la línia costanera?. Entenem que s'ha de tenir present que quan ens referim a cavitats litorals ja s'incorpora, sense explicitar-lo, l'adjectivació d'endocàrstiques. Per a les altres coves formades per l'erosió de la mar es reservaria el terme de coves marines.

El terme de cavitats subaquàtiques és molt més fàcil de definir, ja que s'entén com a coves que es troben sota l'aigua, sigui aigua dolça o bé salada; per davall del nivell de la mar, o bé per damunt d'ell, a cavitats de la serra de Tramuntana per posar un exemple, com és el cas de la font des Verger o la cova dels Estudiants que posseeixen trams importants subaquàtics, però no submarines. Així, les cavitats per davall la mar, amb entrada marina són subaquàtiques i també submarines, emperò hi ha moltes coves subaquàtiques al litoral de Mallorca que no són submarines, com és el cas de la major part de cavitats litorals del Migjorn i Llevant de Mallorca. Només en alguns casos que presenten alguna entrada per davall la mar les podem considerar submarines, encara que

transcorri tota la cavitat per davall de “terra ferma” i no per davall de la mar pròpiament. Tanmateix, en aquest cas parlem de cova submarina des del punt de vista de localització, però si és genèticament d’origen càrstic no és coherent fer-ho servir. Per complicar més la cosa, la major part de coves generades per l’abradió de les ones de la mar, moltes d’elles en passades èpoques corresponents a pulsacions climàtiques fredes, són submarines. Però no són litorals, encara que es trobin al mateix litoral?. Ja sobreentendem que en aquest cas no parlem de cavitats endocàrstiques, i si d’abradió marina. Finalment, per simplificar, si parlem de cavitats litorals ho fem d’un punt de vista càrstic i marines o submarines, les generades per les ones.

1.3. La dissolució de la roca calcària en la zona de mescla litoral

Variació de la saturació de calcita a la zona on l’aigua dolça es mescla amb l’aigua marina. Ambdues dissolucions s’assumeix que es troben saturades amb calcita. Si es mescla una petita proporció d’aigua de la mar amb la dolça, la calcita deixa d’estar saturada, però es torna a sobresaturar si s’incrementa la proporció d’aigua marina. Grans

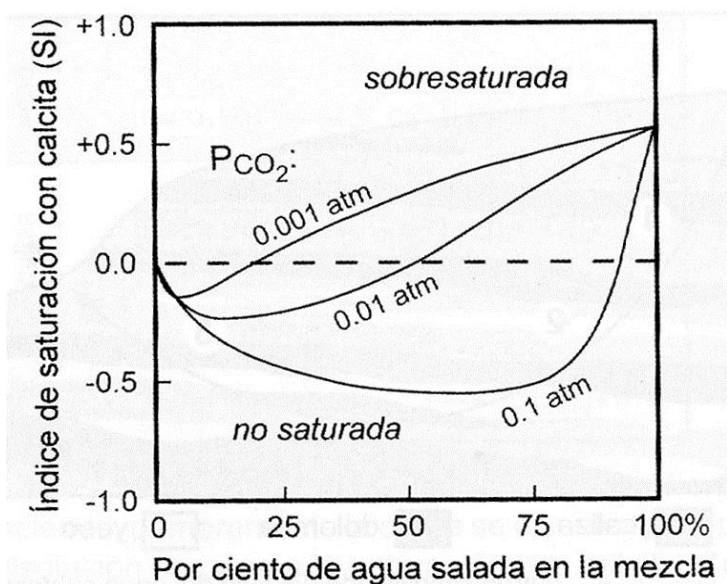


Figura 1.2: Efecte agressiu de la zona de mescla. PCO_2 només aplicables per a l’aigua dolça. Temperatura 15°C. (PLUMMER, 1975).

proporcions d'aigua de mar provoquen la sobresaturació. Les zones no saturades disminueixen amb l'increment de temperatura. L'efecte per la dolomita és similar, encara que les corbes difereixen en la forma. (PLUMMER, 1975). Aquesta mescla implica una contraposició entre el contingut de CO₂ i de la salinitat. El CO₂ normalment és més abundant a les aigües subterrànies que no pas a les aigües marines. El contingut en CO₂ pot tenir tant efecte com la salinitat en el control de la dissolució d'una mescla d'aigua de mar i dolça. Dues fonts d'aigua rarament se mesclen en proporcions idèntiques.

1.4. Taules de situació i caracterització de les cavitats

Taula 1: Relació de les cavitats estudiades, l'ordre de la tabulació és el mateix en que apareixen a la Tesi, a la Part III: Cavitats litorals del Llevant i Migjorn de Mallorca amb continuacions subaquàtiques. S'han fet constar 21 cavitats, encara que apareixen a la Tesi d'altres terrestres relacionades, però per no tenir aquestes continuacions subaquàtiques no les hem tabulat. Per a cada cavitat es fan constar les coordenades UTM, el municipi on s'ubiquen, la presència de morfologies de corrosió de la zona de mescla, la presència de morfologies hipogèniques, l'existència d'espeleotemes vadosos submergits, d'espeleotemes freàtics indicadors de paleonivells marins sota les aigües, és a dir al llarg de pulsacions climàtiques fredes, la presència de fòssils vertebrats del Miocè, la presència de fòssils vertebrats del Pleistocè.

Taula 2: L'ordre de relació de les cavitats és el mateix. En aquesta taula es fa constar el context geològic de les cavitats, el recorregut total, el recorregut subaquàtic, la fondària màxima sota les aigües, el nombre d'entrades naturals (no se consideren els pous artificials), la presència d'una entrada marina o submarina, l'existència de corrents d'aigua apreciables (en el sentit d'una intensitat considerable), la presència de fauna sèssil filtradora (que es trobin a una certa distància de l'entrada), presència de fauna anquihalina, la troballa de restes arqueològiques i finalment l'existència d'impactes ambientals importants que afectin la cavitat actualment.

Localitat	Municipi	Coordenades UTM	Mortològics de la zona de mescla	Mortològics hipogènics	Espeteotemes vadosos submergits	Espeteotemes freatics sota l'aigua	Fòssils vertebrats del Miocè	Fòssils vertebrats del Pleistocè
Cova des Pas de Vallgornera	Llucmajor	489.215 4.357.725	22	SI	SI	SI	SI	SI
Es Dolç	Ses Salines	500.504 4.351.643	1	SI	SI	NO	NO	NO
Cova dels Ases	Felanitx	523.550 4.365.100	22	SI	NO	NO	NO	NO
Cova de sa Sinia	Felanitx	522.780 4.364.710	4	SI	NO	NO	NO	NO
Cova des Coll	Felanitx	522.770 4.364.500	11	SI	NO	NO	SI	NO
Cova d'en Bassol	Felanitx	521.350 4.360.460	20	SI	NO	SI	NO	NO
Cova de ses Barraques	Felanitx	521.480 4.360.620	1	SI	NO	NO	NO	NO
Cova Submarina de Cala sa Nau	Felanitx	521.770 4.360.550	-1	NO	NO	NO	NO	NO
Cova de Cala Mitjana	Felanitx	521.200 4.360.120	13	NO	NO	NO	NO	NO
Cova des Drac de Cala Santanyi	Santanyi	512.830 4.353.625	15	SI	NO	SI	NO	NO
Cova de s'Abisament	Sant Llorenç des Cardassar	532.070 4.380.930	10	SI	NO	SI	NO	NO
Cova Novella de na Llebrona	Manacor	527.725 4.377.415	13	SI	NO	NO	NO	NO
Coves del Drac	Manacor	528.430 4.376.485	27	SI	SI	SI	SI	NO
Dolç de Cala Murta	Manacor	528.700 4.376.110	-2	NO	NO	NO	NO	NO
Cova des Coloms de Cala Anguila	Manacor	527.550 4.374.900	0	SI	NO	NO	NO	NO
Cova Genovesa	Manacor	527.170 4.375.440	22	SI	NO	SI	NO	SI
Sistema Pirata-Pont-Piqueta	Manacor	525.880 4.373.310	32	SI	NO	SI	SI	NO
Cova des Coloms de Cala Falcó	Manacor	525.975 4.372.740	0	SI	NO	NO	NO	NO
Sistema Gleda-Camp des Pou	Manacor	523.805 4.372.315	36	SI	NO	SI	NO	NO
Cova de Cala Varques ACD	Manacor	525.550 4.372.430	2	NO	NO	SI	NO	NO
Cova de Cala Varques B	Manacor	525.510 4.372.450	4	SI	NO	SI	SI	NO

Localitat	Context geològic	Recorregut total	Recorregut subaquàtic	Fondària màxima	Entrades naturals	Entrada marina o submarina	Corrents d'aigua apreciables	Presència de fauna sessil filtradora	Fauna anquihalina	Restes arqueològiques	Impactes ambientals importants
Cova des Pas de Vallgornera	Miocè	74.000	17.000	-15	0	NO	NO	SI	SI	NO	SI
Es Dolç	Plio-Pleistocè	4.100	4.000	-27,5	3	NO	SI	SI	SI	SI	SI
Cova dels Ases	Miocè	1.851	1.010	-10	3	SI	NO	NO	SI	NO	NO
Cova de sa Sinia	Miocè	70	30	-7	1	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Cova des Coll	Miocè	7.020	5.529	-15	2	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Cova d'en Bassol	Miocè	1.491	1.082	-25	0	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Cova de ses Barraques	Miocè	64	0	0	1	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Cova Submarina de Cala sa Nau	Miocè	150	150	-8	1	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Cova de Cala Mitjana	Miocè	340	140	-11	0	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Cova des Drac de Cala Santanyi	Miocè	803	612	-24	1	NO	SI	SI	SI	SI	SI
Cova de s'Abisament	Miocè	234	132	-13	1	NO	NO	NO	SI	NO	SI
Cova Novella de na Llebrona	Miocè	250	22	-7	1	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Coves del Drac	Miocè	6.538	4.704	-21	1	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Dolç de Cala Murta	Miocè	93	52	-2	1	SI	SI	NO	NO	NO	NO
Cova des Coloms de Cala Anguila	Miocè	129	39	-8	1	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Cova Genovesa	Miocè	2.415	1.845	-22	1	NO	NO	SI	SI	SI	SI
Sistema Pirata-Pont-Piqueta	Miocè	3.091	1.190	-11	3	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Cova des Coloms de Cala Falcó	Miocè	575	214	-15	1	SI	NO	NO	SI	NO	NO
Sistema Gleda-Camp des Pou	Miocè	13.500	13.200	-25	2	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Cova de Cala Varques ACD	Miocè	819	252	-18	3	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Cova de Cala Varques B	Miocè	1.068	980	-30,5	1	NO	NO	NO	SI	NO	NO

1.5. Cavitats d'abrasió marina *versus* coves càrstiques litorals

LA LÍNIA DE COSTA I LES OSCIL·LACIONS DEL NIVELL MARÍ

La costa és la frontera que separa el domini marí del terrestre i ha estat afectada al llarg dels temps geològics per diversos factors que han conduït a un canvi posicional d'aquest límit. Es tracta per tant d'una delimitació dinàmica, que determina importants implicacions geogràfiques i biològiques. Una de les causes que provoquen la variació del nivell marí és el canvi climàtic. Al llarg de l'era Quaternària s'han produït intensos períodes de fred anomenats glaciacions, separats per períodes interglacials de clima càlid o bé temperat. Tanmateix aquesta és una visió simplista de la realitat, ja que es té constància de l'existència de fluctuacions climàtiques menors que es superposen als períodes anteriors. Les variacions climàtiques produeixen importants alteracions en l'extensió de les plaques de gel polars i de les glaceres, variant en gran quantitat el volum d'aigua gelada, que es tradueix en una major o menor disposició d'aigua líquida a la mar, i per tant en una diferència del nivell marí. Com a conseqüència d'aquest procés glacioeustàtic (a més d'altres factors) en els cicles freds el nivell de la mar va descendir

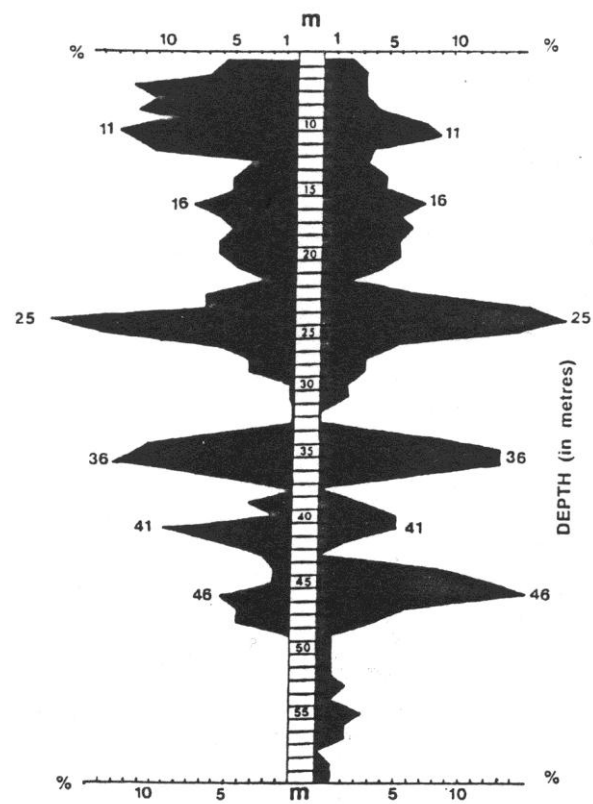


Figura 1.3: Cotes preferents d'abrasió marina estudiades a Itàlia. Correspondrien a antics nivells d'estabilització de la mar.

fins uns 130 m per davall de l'actual nivell marí (durant les darreres glaciacions del Riss i del Würm que han estat les més intenses del Quaternari), mentre que en els períodes càlids la transgressió assolía uns +40 m? i sembla que els nivells màxims de cada interglacial d'ençà del Plistocè inferior han disminuït progressivament fins a



Figura 1.4: Les morfologies d'abrasió constitueixen un dels trets més característics del litoral. Es Pont den Gil.

situar-se lleugerament per damunt de l'actual nivell marí durant el darrer interglacial Riss-Würm.

El que és inqüestionable és la successió d'episodis de transgressió i regressió marina, amb períodes d'estabilitat de més o menys durada, que han permès generar unes empremtes (evidències

geomorfològiques) en el litoral que serveixen per tenir constància d'aquestes variacions en el nivell de la mar. El fet de que Mallorca tectònicament ha restat estable, sobre tot al Pleistocè superior, remarca la importància de l'estudi d'aquestes empremtes.

A partir de les dades d'alçada del nivell marí assolit durant les regressions i

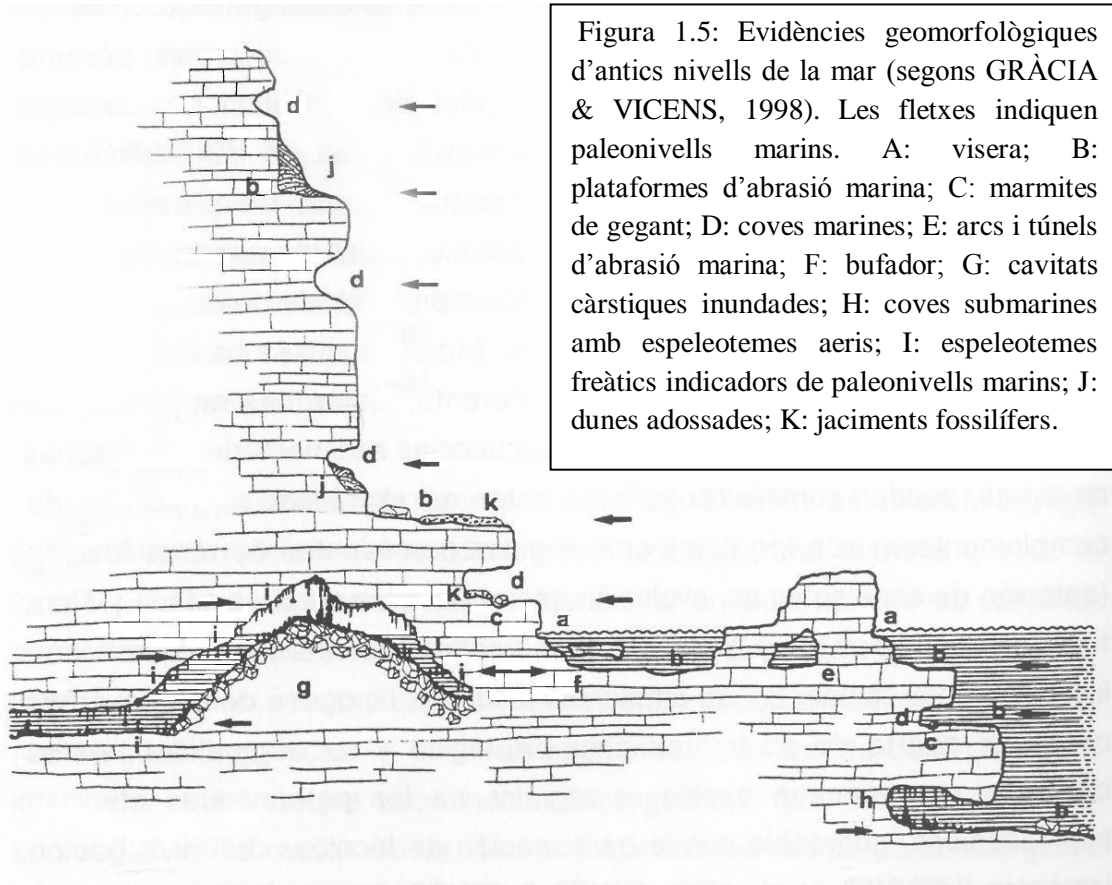


Figura 1.5: Evidències geomorfològiques d'antics nivells de la mar (segons GRÀCIA & VICENS, 1998). Les fletxes indiquen paleonivells marins. A: visera; B: plataformes d'abrasió marina; C: marmites de gegant; D: coves marines; E: arcs i túnels d'abrasió marina; F: bufador; G: cavitats càrstiques inundades; H: coves submarines amb espeleotemes aeris; I: espeleotemes freàtics indicadors de paleonivells marins; J: dunes adossades; K: jaciments fòssilífers.

transgressions, és fàcil reconstruir mitjançant un mapa topogràfic la configuració geogràfica de les Balears en cada moment climàtic. Les més grans davallades de la mar feren que Mallorca, Menorca, subarxipèlag de Cabrera, Dragonera i altres illots s'unissin formant la Gran Gimnèsia que comprenia també les actuals extensions del canal de Menorca, les badies i part de les plataformes continentals. Aquesta illa tenia una extensió aproximada de devers 9.600 km², molt en comparació amb els 3.640 km² de la Mallorca actual o els 4.360 km² del conjunt

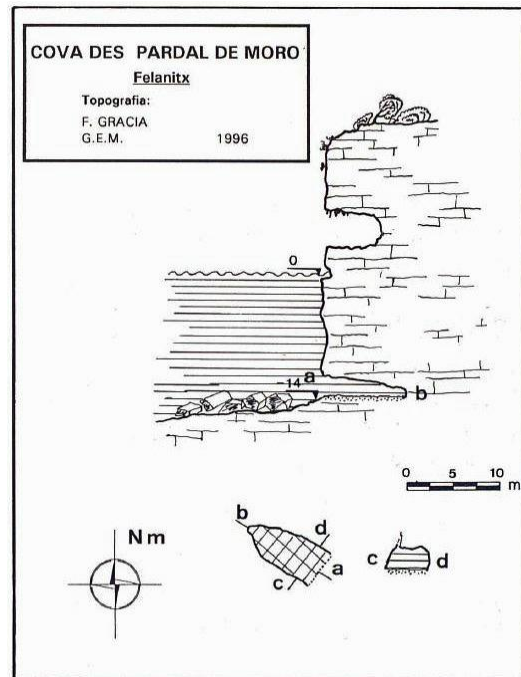


Figura 1.6: Cavitats d'abrasió marina corresponents a dos nivells de la mar.

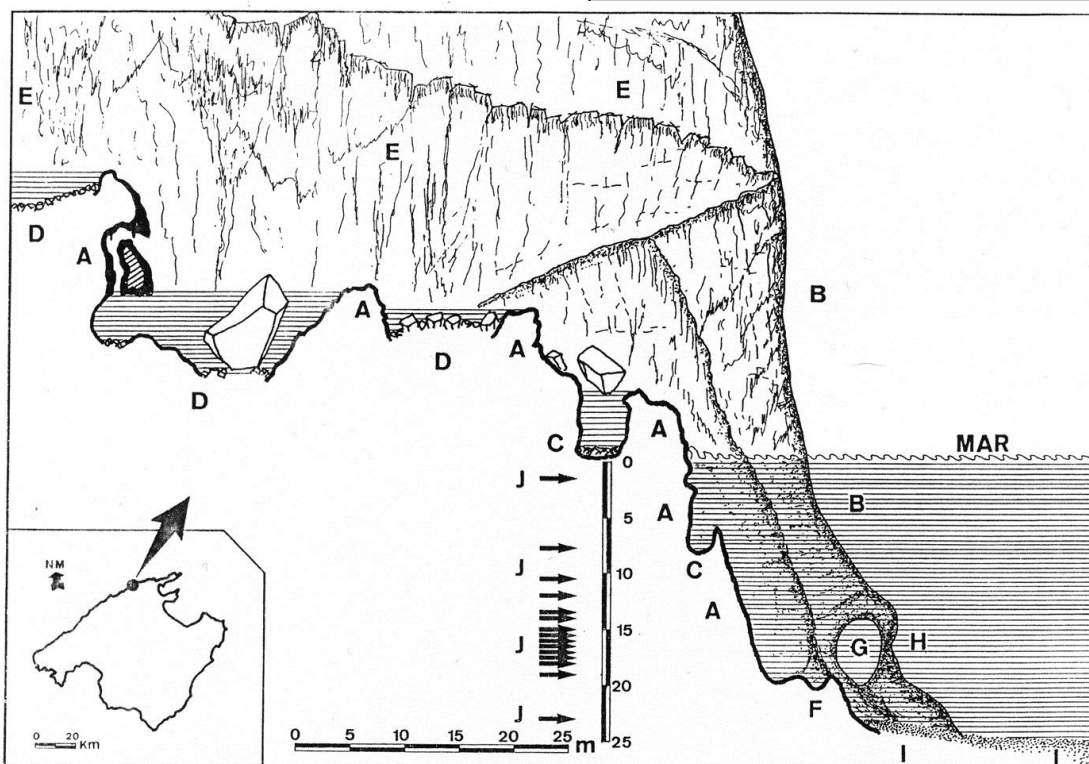


Figura 1.7: Perfil de la desembocadura del torrent Fondo que evidencia antics episodis freds del Mediterrani. Part aèria modificada de TRIAS & RAMÓN (1999); part subaquàtica topografiada per F. Gràcia i M. A. Gual (GRÀCIA *et al.* 2001b). Destaquen les següents morfologies: A) Salts del torrent; C) Marmites de gegant torrencials; D) Gorgs; F) Marmites de gegant d'abrasió marina; G) Arc d'abrasió; I) Sediments; J) Antics nivells de la mar.

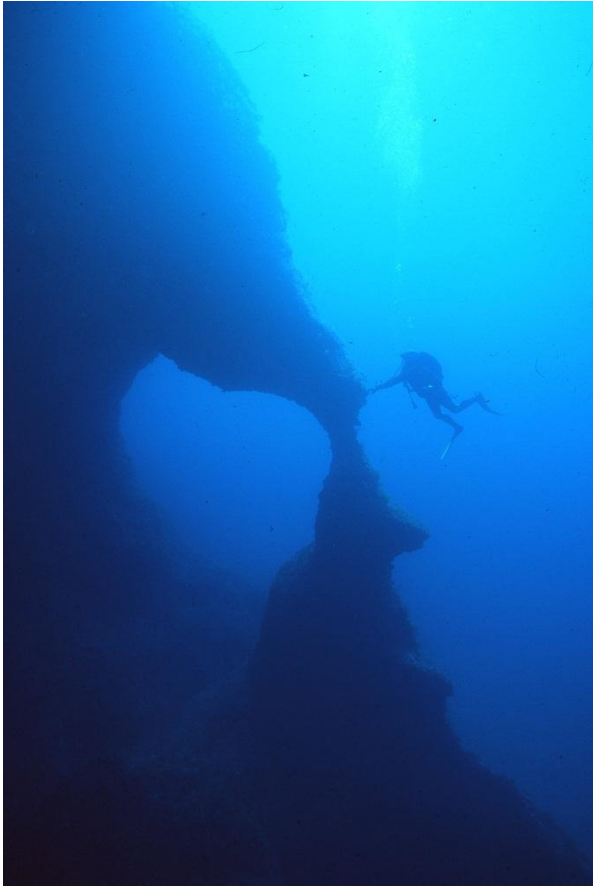


Figura 1.8: Arc d'abració inactiu de 9 m de diàmetre a la desembocadura del torrent Fondo. Pretèrita zona d'erosió preferent entre -14 i -20 m. Foto R. Landreth.

de les Gimnèsies. Mentrestant Eivissa, Formentera i illots adjacents s'uniren formant la Gran Pitiüsa, de devers 2.000 km², respecte als 623 km² actuals de les dues illes sumades.

Al llarg de les màximes transgressions de la mar aquesta va entrar profusament per les badies i zones baixes i va disminuir, fragmentar i negar extenses superfícies de terreny. Les regressions implicaren la retirada de les aigües de les zones poc profundes i la comunicació de zones aïllades, com són les illes i illots actuals, encara que n'apareixien d'altres, actualment submergits per complet.

ANTECEDENTS HISTÒRICS DE L'ESTUDI DE CAVITATS DE GÈNESI MARINA

Les línies de costa quaternàries situades per damunt del nivell marí han estat ben estudiades a Mallorca, principalment per part de CUERDA (1975). A ENCINAS (1994) publica, entre moltes altres, la topografia d'algunes coves d'abració marina del litoral de Pollença. GRÀCIA *et al.* (1997) descriu les cavitats litorals de Portocolom, bona part d'elles generades per l'abració marina. Referent al mesomodelat dels penya-segats de les marines mallorquines es pot trobar un esquema de les morfologies més freqüents a GRÀCIA i VICENS (1998) i a GRÀCIA *et al.* (2001b), ambdues inspirades en l'obra de CUERDA (1975). A GINÉS (2000) es descriuen les interferències que relacionen el modelat litoral amb l'endocarst i aporta informació de cavitats de tot el llevant de Mallorca. LLAMAS (2000) reproduïx cavitats d'abració marina subaquàtiques a diversos punts del litoral. GRÀCIA *et al.* (2001e) publiquen una important cavitat de

Pollença; A SERVERA (2004) hi ha un recull de les morfologies de costes rocoses i de les costes de sedimentació. A GINARD *et al.* (2008 i 2014) s'estudien coves litorals, geomorfologia i jaciments litorals d'una franja del litoral de Lluçmajor; VICENS i CRESPI (2003) i VICENS *et al.* (2006) s'encarreguen d'una franja del litoral d'Alcúdia. A ENCINAS (2014) l'autor fa una recopilació de les cavitats de tota Mallorca, per la qual cosa reproduïx la topografia de moltes cavitats litorals d'abrasió marina.

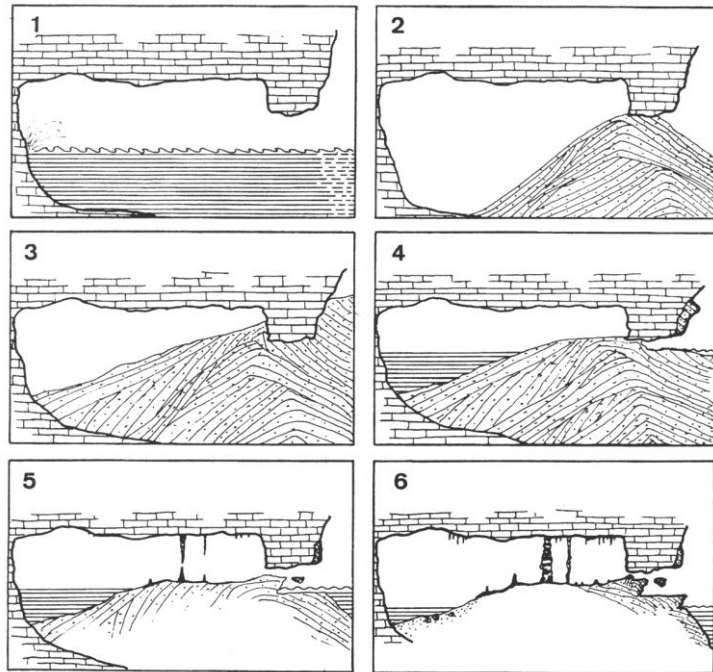


Figura 1.9: Evolució geomorfològica de la cova des Sòtil (Manacor): 1) Cova d'abrasió activa; 2), 3) Regressió marina i sedimentació d'arenes marines (duna); 4) Transgressió marina, formació del llac interior, erosió de les eolianites i reobertura de l'entrada; 5) Formació d'una petita plataforma i dels espeleotemes; 6) Situació actual (a partir d'una topografia de F. Mir i M. Trias).

Segons GRÀCIA *et al.* (2001b) algunes morfologies constitueixen molt bones visualitzacions d'antics nivells de la mar, ja que s'han format per l'acció de les onades o ha estat el mateix nivell de la mar que ha participat en la formació de certes morfologies o les ha induït. Tanmateix en molts casos ni tan sols s'han generat durant un únic nivell de la mar, sinó que s'han format al llarg de diferents períodes durant els quals la mar ha coincidit de nivell marí i s'han anat modificant les



Figura 1.10: Abundants espeleotemes i arenes actuals a la cova de ses Pedreres (Foto R. Landreth).



Figura 1.11: Entrades de les coves de ses Païsses a la marina de Felanitx.

morfologies primigènies. Són també molt importants i espectaculars les evidències geomorfològiques situades per sota del nivell actual de la mar, que en molts de llocs superen en estat de conservació, dimensions i claredat documental als circumstancialment aeris.

Si es fa un balanç de l'estat de coneixement de les cavitats de gènesi marina de Mallorca es pot afirmar que hi ha informació de localitats molt concretes, emperò encara hi ha molta feina per fer. En tot cas la major part de topografies fan referència a coves d'abrasió marines amb les entrades per damunt del nivell actual de la mar, però no de cavitats d'abrasió submarines, és a dir amb l'entrada completament sota les aigües. S'ha de pensar que els espeleobussejadors que estudien les cavitats es troben ocupats amb l'exploració, topografia i estudi de les cavitats càrstiques quilomètriques i no han prestat molta atenció de les petites cavitats d'abrasió marina.

Referent a las zones més estudiades, aquelles on afloren materials del Miocè postorogènic o del Quaternari, coincideixen amb les zones on hi ha més cavitats i morfologies d'abrasió marina. Òbviament la disposició horitzontal dels materials miocens ha afavorit aquestes morfologies. La cronologia és difícil de precisar i probablement moltes d'aquestes cavitats hagin sofert l'erosió marina en distintes ocasions. Evidentment que les que es troben a materials del Miocè i gairebé al nivell actual de la mar, han sofert com a mínim, l'erosió durant els episodis alts del darrer interglacial i l'Holocè.

LES COVES, BUFADORS, ARCS I TÚNELS

La litologia i estructura de la costa condicionen en gran part l'eficàcia de l'acció erosiva de la mar sobre el litoral. Les formes erosives són molt nombroses en tot el litoral de Mallorca, especialment dins les calcarenites del Miocè superior post-orogènic corresponent al Migjorn de Mallorca (principalment dels termes municipals de

Manacor, Felanitx, Santanyí i Lluçmajor). També abunden dins les calcàries i dolomies Mesozoiques plegades (serra de Tramuntana i cap de Menorca; també el litoral dels termes municipals d'Artà i Capdepera que pertanyen a les serres de Llevant). Les eolianites adossades als antics penya-segats igualment es troben foradades per abundants morfologies erosives, ja que el grau de cimentació intergranular sol ésser escàs.

Els relleus plans constitueixen zones on predomina l'acumulació i les morfologies erosives són

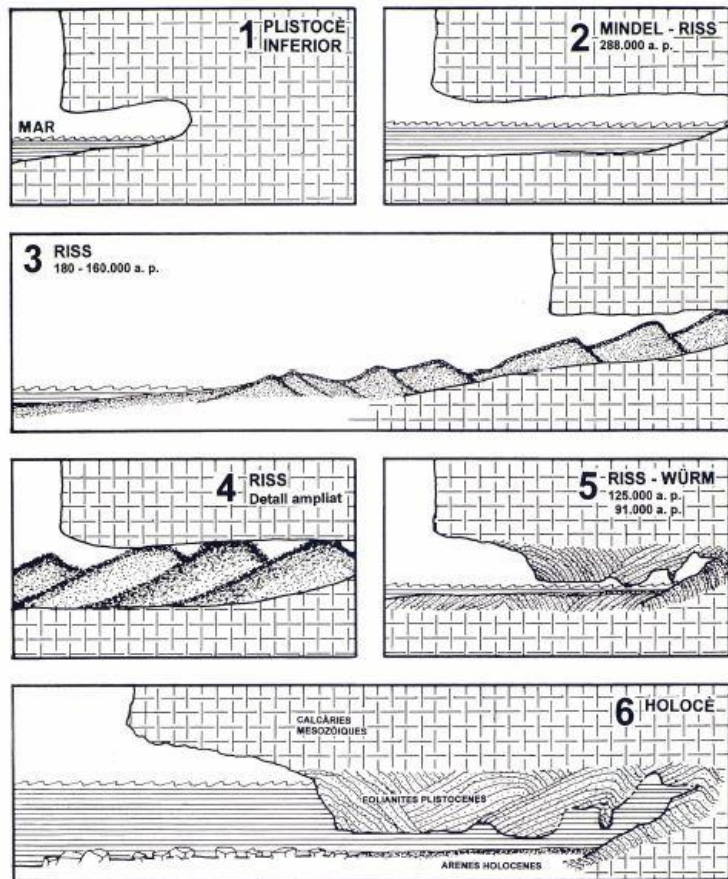


Figura 1.12: Evolució geomorfològica de la cova Negra (Pollença): 1), 2) Cova d'abrasió; 3), 4) Regressió marina i formació de platges i formacions dunars que s'introdueixen dintre; 5) Nova transgressió marina. 6) Configuració actual. GRÀCIA *et al.* (2001e).

molt escasses. La costa abrupta, per raons òbvies és a on aquests processos es desenvolupen actualment o bé on han quedat enregistrats en el passat. Les morfologies d'abrasió actives són les que es troben a l'actual nivell marí, mentre que les inactives es localitzen tant per damunt de la mar (fins a desenes de metres d'alçària), com per davall (a més d'un centenar de metres de profunditat) i constitueixen evidències d'antics nivells erosius de la mar. Les formacions d'abrasió que es troben a cotes superiors al nivell marí pel fet d'haver estat més temps exposades als efectes de la meteorització i a l'acció molt més acusada dels reajustaments gravitacionals estan més desmantellades que no pas les morfologies submarines, molt abundants i millor conservades; tenint en compte evidentment l'antiguitat de les morfologies en qüestió. Les formacions erosives submarines són molt freqüents a totes les zones litorals de Mallorca i en litologies molt diferents entre sí.



Figura 1.13: Eolianites que formen les parets i sostre actuals de la cova Negra. Són abundants les cavitats submarines que presenten eolianites i que solen estar erosionades per antics nivells de la mar. Foto R. Landreth.

Els principals processos erosius que actuen, responsables de la seva gènesi són: primer, l'energia de l'impacte de les ones, que incideix i es dissipa en forma diferent segons les característiques topogràfiques del litoral. Un segon procés és produït pel moviment dels diferents materials arrabassats per les onades (blocs, pedres, arenes, etc.), restes d'animals marins (closques d'invertebrats, esquelets, etc.), o bé materials de mida molt diversa caiguts des de d'alt dels penyalars. Tots aquests detritus es mouen endavant i endarrere pel fons rocós, a més de xocar a la zona frontal del penya-segat, de manera que ocasionen l'erosió litoral. També la bioerosió, especialment provocada per animals perforadors i brostejadors, és un mecanisme per ell mateix important quantitativament i que accentua tots els mecanismes anteriors.

Podem trobar un ampli ventall de morfologies d'erosió costanera, sovint associades entre moltes d'elles. La presència de marmites de gegant, columnes d'abrasió i moltes altres morfologies abrasives a l'interior de les cavitats confirmen la

gènesi marina. El seu interès des del punt de vista d'estudi climàtic és que permeten corroborar i reconèixer paleonivells marins, és a dir, antigues línies de costa. Com ja s'ha esmentat abans, aquestes morfologies poden haver estat retreballades en diferents moments degut a les constants oscil·lacions positives i negatives de la mar, de forma que és difícil atribuir un únic episodi erosiu a una morfologia d'abrasió. Abundants morfologies d'erosió van esser reportades per GRÀCIA *et al* (1997, 1998a), que assenyalen la presència d'abundants coves i plataformes d'abrasió marines a una fondària aproximada de -15 m, en el sector de costa proper a Portocolom. Aquestes dades concorden amb les alineacions d'espeleotemes freàtics més freqüents corresponents a estabilitzacions negatives del nivell marí. Durant els darrers 200 ka el nivell marí ha estat situat entre -14 i -16 m un mínim de sis ocasions (TUCCIMEI *et al.*,

2000; GINÉS, 2000). Aquest fet és de molta importància cronològica i interpretativa, ja que permet afirmar que durant aquest lapse temporal la mar ha pogut retreballar successives vegades antigues línies de costa disposades entorn de la mencionada cota de -15 m.

També es va citar una altra cota de preferència de paleoformes d'abrasió als -5 m, cota que l'hem pogut comprovar a molts altres llocs entre -4 i -6 m, però per ara no corroborada amb espeleotemes freàtics.

Amb les observacions efectuades als darrers anys, establim una llista provisional d'interval·ls de predominança de paleoformes d'abrasió detectades: a -3 m; entre -4 i -6 m; a -8 m; entre -10 i -12 m; entre -14 i -16; entre -17 i -18 m; entre -21 i -23 m; a -35 m; a -40 m; a -45 m; entre -50 i -53 m.

Per profunditzar sobre el tema cal fer un estudi topogràfic exhaustiu de diferents zones del litoral, on es detallin les cotes de les diferents morfologies d'abrasió. En principi la major abundància de cotes estirà en funció de la quantitat de formes conservades i per tant de l'antiguitat, de la possibilitat d'accés (difícil per les fondàries importants) i del temps en que la mar ha estat incidint a uns nivells determinats, així com les litologies que afloren i que són atacades pels fenòmens abrasius.

Coves

Estan molt sovint relacionades amb plataformes o rases d'abrasió pleistocenes (CUERDA, 1975), generalment són de mides modestes, però n'hi pot haver de mides considerables. A les classificacions morfogenètiques de les cavitats de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 2009, 2011a), les coves d'abrasió marina no figuren, ja que no s'han format per una gènesi càrstica. En nombroses ocasions difícilment es podrà esbrinar si una cova litoral és una cova de gènesi càrstica o de gènesi erosiva marina

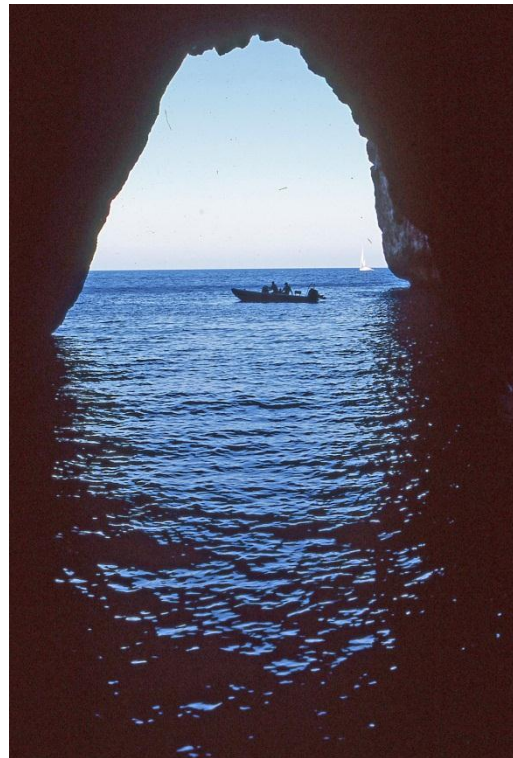


Figura 1.14: Entrada de la cova Negra. La major part de la cavitat es troba submergida (Foto R. Landreth).

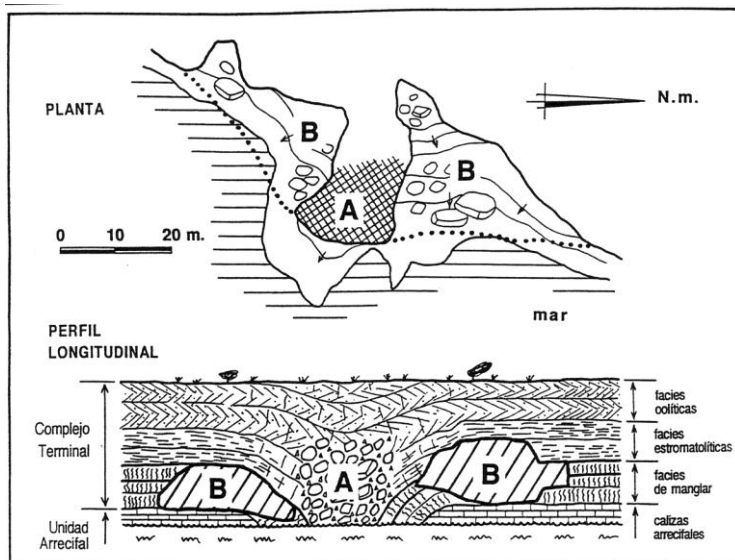


Figura 1.15: Topografia d'un fragment de costa entre el niu de s'Àguila i la punta des Savinar (Santanyí), en materials del Miocè superior. A) Zona brexada i fortament cimentada corresponent a la xemeneia central d'un col·lapse paleocàrstic. B) Coves marines excavades als costats del col·lapse, a on els materials no es troben tan consolidats. GINÉS (2000).

(VICENS *et al.*, 2011). Un exemple clar el podem trobar a la cova de ses Pedreres (Manacor), on GINÉS (2000) creu que és una cova d'origen càrstic i VICENS *et al.*, (2001) creuen que és una cova d'abradió marina. Un altre cas el podem trobar a GRÀCIA *et al.* (1998a) on es representa l'evolució de la cova submarina de cala sa Nau, la qual podria no ser una cova d'abradió marina tal com presentaven els autors abans esmentats i

ser una captura càrstico-marina. La presència d'una cavitat d'origen càrstic propera, com la cova d'en Bassol, les diàclasis preexistents a la formació d'aquestes cavitats a la zona i la direcció d'algunes sales o galeries de la cova d'en Bassol, semblant a la cova submarina de cala sa Nau, han fet canviar de parer als autors i atribuir-la a captura càrstico-marina.

Les coves d'abradió marina es troben a tot tipus de materials (GINÉS, 2000). Les actives actualment es caracteritzen per tenir l'entrada situada al nivell de la mar, en ocasions de grandària considerable en relació a les dimensions de la resta de la gruta. En el cas de les formes actives, les aigües marines inunden la meitat inferior del perfil de la cavitat (GRÀCIA *et al.*, 2001b). Segons GRÀCIA i VICENS (1998) la mida de la cavitat sol disminuir progressivament a mesura que es profunditza i habitualment presenta un perfil ascendent cap a la part terminal. A molts d'indrets, però en especial les zones més castigades per l'acció de les ones, presenten la roca arrodonida i polida, juntament amb altres morfologies d'abradió associades. Estan molt sovint relacionades amb plataformes o rases d'abradió pleistocèniques, fenomen ja observat per CUERDA (1975).



Figura 1.16: Part interior d'una cova marina parcialment inundada i amb diverses entrades, algunes submarines i altres aèries. Litoral de Santanyí (Foto A. Cirer).

Els processos erosius litorals actuen aprofitant els punts dèbils de la roca, és a dir, fractures, diàclasis, plans d'estratificació, i l'heterogeneïtat dels materials dels penya-segats. Generalment són de mides modestes, però n'hi pot haver de mides considerables. Processos que les afecten, com enderrocaments de blocs del sostre, reompliments litogenètics (formació d'espeleotemes), presència de dunes fòssils a l'interior de moltes de les cavernes i el fet que l'abrasió marina aprofita les mateixes discontinuïtats de la roca, fan que en alguns casos sigui difícil esbrinar si es tracta de cavitats amb un origen purament d'erosió litoral, si és una captura càrstico-marina o bé si és la sortida a la mar d'importants cavitats freàtiques, de vegades separades de la resta del sistema càrstic per enderrocaments clàstics (GRÀCIA *et al.*, 2001b).

Algunes d'aquestes grutes presenten històries geomorfològiques complicades, i s'hi alternen moments d'erosió litoral, períodes de sedimentació de materials terrestres com dunes, llims, bretxes i formació d'espeleotemes i èpoques en què es troben sota l'aigua (GRÀCIA i VICENS, 1998). Les zones atacades per l'erosió de la mar no solen tenir espeleotemes, però sí que poden estar presents als sòtils alts, o bé a les

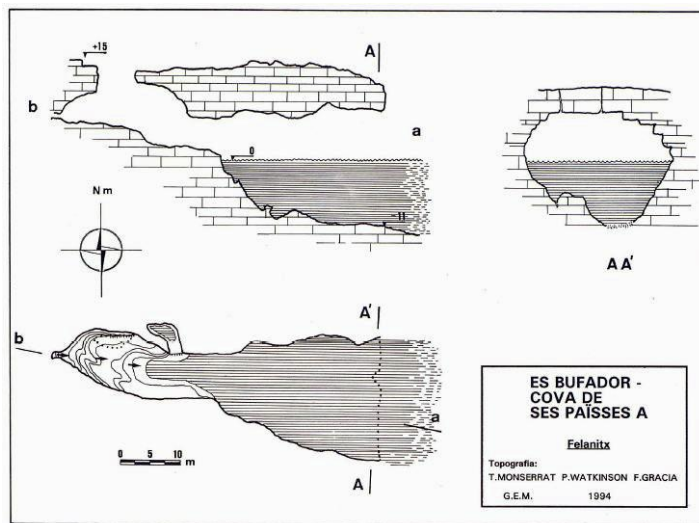
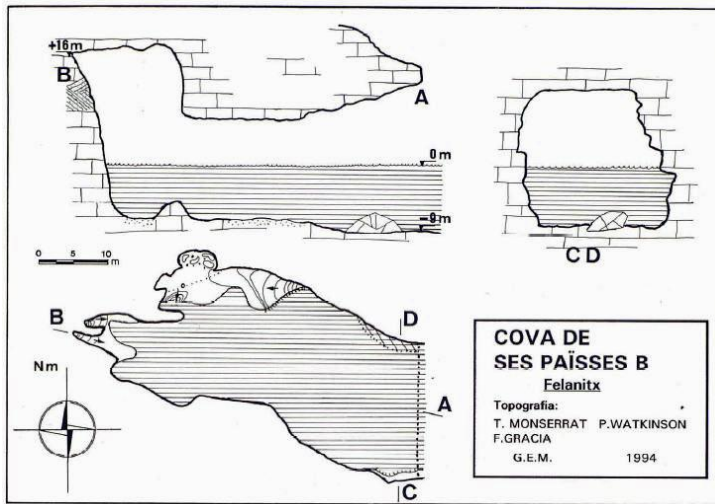


Figura 1.17: Cova de ses Païsses B i des Bufador (Felanitx). Cavitats de gènesi marina amb el perfil típic ascendent. La cova B es troba en un estadi previ a formar un bufador, cas de la cova de ses Païsses A.

cambres aèries internes, poc o gens afectades per l'acció de les ones (GRÀCIA *et al.*, 2001b). Segons GRÀCIA *et al.* (2001b), les grutes submarines són més abundants que les cavitats actives i que les situades per damunt del present nivell del Mediterrani. Aquestes s'han format en èpoques més fredes amb un nivell marí més baix que l'actual.

La incidència dels col·lapses paleocàrstics en la gènesi de coves d'abrasió marina és gran, especialment a les roques calcàries del Miocè postorogènic del Llevant de l'illa de Mallorca (GINÉS, 2000). Aquestes formacions relictas són buits de dissolució, i per tant de paleocarstificació produïts a

la Unitat d'Esculls, d'edat Tortoniana, els quals provoquen la deformació i bretxificació del Complex Terminal suprajacent, d'edat Messiniana (POMAR *et al.*, 1983; FORNÓS & POMAR, 1983). Útil resulta el treball de ROBLEDO (2005), on s'aborda l'estudi dels paleocolapses càrstics de la costa meridional i oriental de l'illa de Mallorca des d'aspectes geològics, geomorfològics, evolutius i paleogeogràfics. L'existència d'aquests col·lapses té repercussions en la formació de coves d'abrasió marina, segons la major o menor cohesió, principalment en funció del grau de cementació, dels materials bretxats del Complex Terminal que formen el col·lapse (GINÉS, 2000; GRÀCIA *et al.*, 2001b).

Alguns exemples de cavitats representatives són: la cova Gran (Felanitx) del litoral postorogènic del Miocè superior llevantí (GRÀCIA *et al.*, 1997; Ginés, 2000), la cova de s'Embarcador (Capdepera) de les calcàries mesozoiques de les serres de Llevant (GINÉS, 2000) i la cova Negra (Pollença) de les roques calcàries mesozoiques de la serra de Tramuntana (GRÀCIA *et al.*, 2001e); aquesta darrera, gairebé subaquàtica per complet, supera en longitud a les grans i nombroses cavitats marines de la costa Brava de Girona (BADIELLA *et al.*, 1992). Més abundants que les cavitats actives i que les situades per damunt del present nivell del Mediterrani són les grutes submarines.

La incidència dels col·lapses

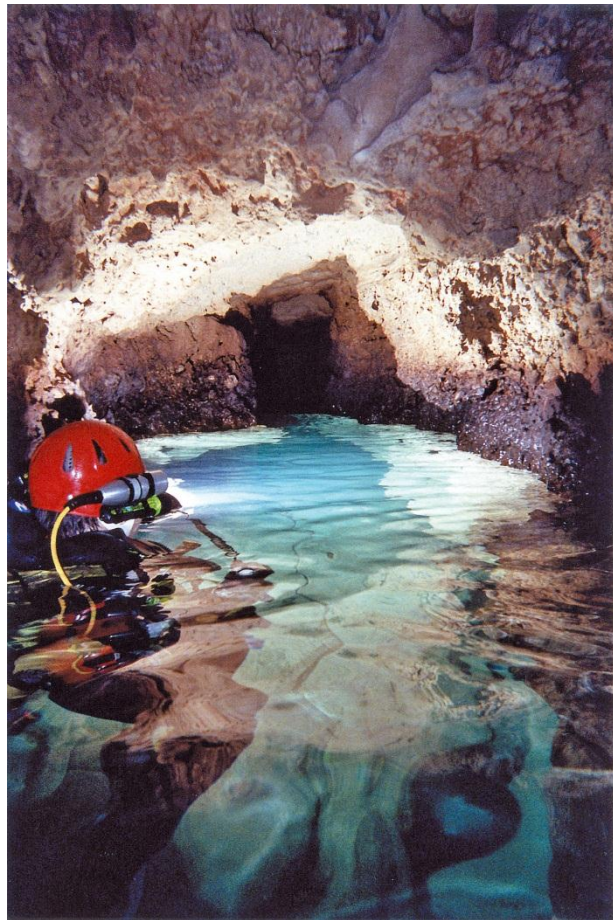


Figura 1.18: Cambra d'una cavitat d'abrasió marina, ja que el perfil ascendent sol determinar la presència d'àmbits amb aire.

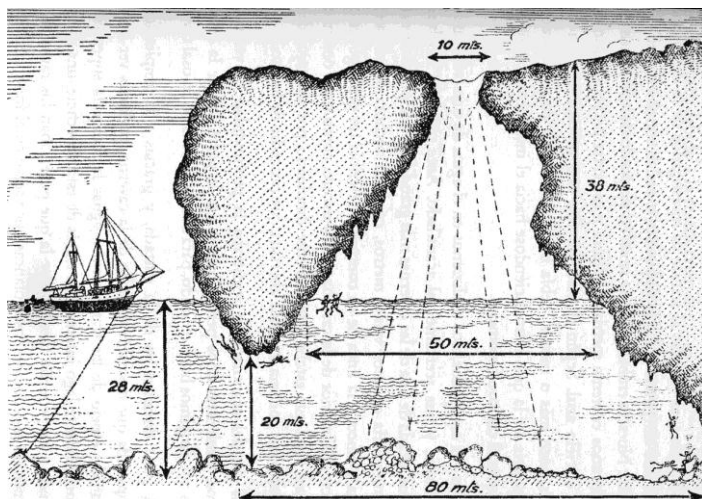


Figura 1.19: Bufador de grans dimensions, que es localitza a punta Nati, Menorca. Dibuix Eduard Admetlla (ADMETLLA, 1957).

paleocàrstics en la gènesi o resistència a la formació de formes d'abrasió es gran, especialment a les roques calcàries del Miocè postorogènic del Llevant de l'illa. Aquestes formacions relictas són buits de dissolució, i per tant de paleocarstificació produïts a la Unitat d'escull, d'edat Tortoniana, els quals provoquen la deformació i bretxificació del Complex

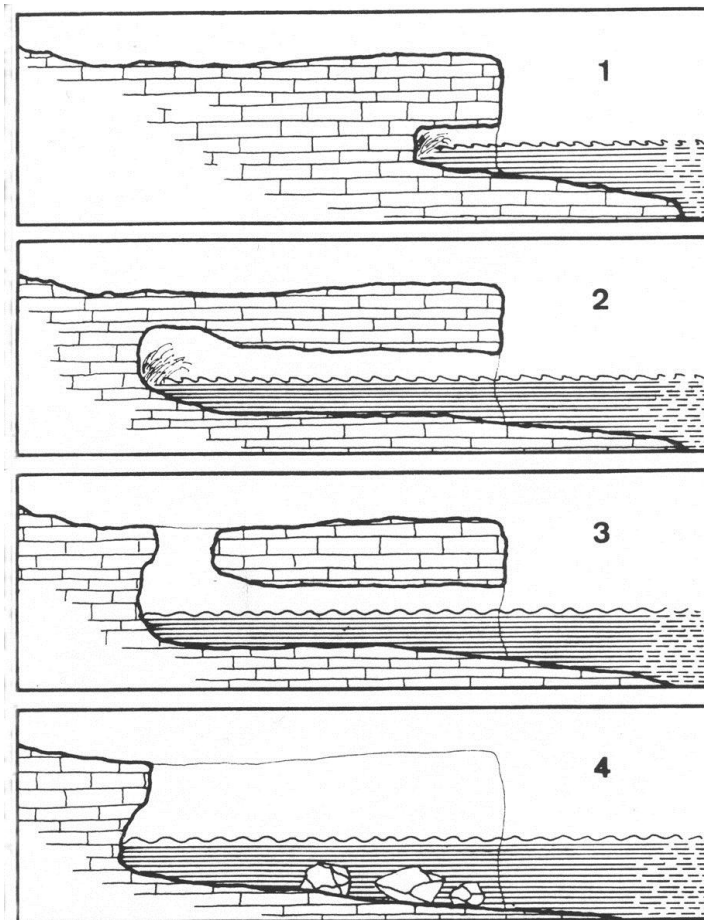


Figura 1.20: Història geomorfològica d'un bufador: 1) i 2) formació d'una cova d'abrasió marina; 3) Obertura del bufador; 4) Esfondrament del sostre i creació d'un petit entrant. Segons GRÀCIA & VICENS (1988).

terminal suprajacent, d'edat Messiniana (POMAR *et al.*, 1983; FORNÓS & POMAR, 1983). L'existència d'aquests col·lapses té repercussions en la formació de coves d'abrasió marina, segons la major o menor cohesió, principalment en funció del grau de cementació, dels materials bretxats del complex terminal que formen el col·lapse. En el cas de la cova Gran, la zona central és més dèbil i ha constituït lloc d'erosió preferent i ha format la cavitat. En altres zones, per exemple entre Mondragó i s'Estret des Temps, a Santanyí els cossos centrals de les xemeneies centrals estan

fortament cimentats de forma que el seu comportament front de l'erosió marina és del tot contraposat al cas anterior, és una zona de resistència i l'acció erosiva es concentra als costats de l'estructura, formant dues cavitats d'abrasió (GINÉS, 2000). Les grans alçades que presenta el sostre fa que puguin haver estat actives durant estadis anteriors inclòs al 7 .

Bufadors

Aquesta espectacular morfologia és el resultat de l'acció conjunta de l'erosió mecànica de les onades i la compressió de l'aire dins les cavitats d'abrasió marina. L'acció erosiva es concentra a la part interna, juntament amb l'efecte pneumàtic dels temporals, que ocasiona un augment de la pressió de l'aire atrapat a l'interior de la cavitat i provoca l'obertura de la volta cap a l'exterior. D'aquesta manera s'obtenen

dues boques: una de marina, cronològicament anterior, generalment de mida major, i un altra de superior, d'accés vertical i de dimensions menors, que es presenta a la part superior dels penya-segats. En ampliar-se la segona entrada o bufador, queda únicament un pont de roca que és el que resta del sòtil de la cavitat. Seria l'estadi previ al total desmantellament de l'antiga cova d'abrasió. Posteriorment es forma un petit entrant que determina un retrocés de la línia de costa i una interiorització de l'efecte erosiu de la mar cap a l'interior del penya-segat, de manera que augmenta la superfície d'atac de les ones. És als terrenys neògens de les plataformes del migjorn i del llevant on s'observen molt bé aquestes formacions.

El nom de la morfologia prové de l'aigua o l'aire que surt del bufador i es dispersa per l'aire els dies de temporal cada cop que una ona romp dins la gruta. Alguns bufadors estan situats per damunt de la mar actual, de forma que estan prou alts perquè surti aigua, però si dins la cova marina encara es comprimeix l'aire, aquest surt a pressió pel forat superior (GRÀCIA *et al.*, 2001b). Tenim molts exemples de bufadors que han esdevinguts submarins.



Figura 1.21: Arc a les proximitats de cala sa Nau (sa cova Foradada) (Foto F. Gràcia).

Arcs

Són el resultat de l'erosió diferencial en funció de la disposició estructural dels materials i de la litologia. De vegades es produeixen pel desmantellament dels materials fluixos envoltats per roques més dures o compactes, però no és una condició del tot necessària. Normalment es poden formar a partir d'algunes fractures i plans d'estratificació, que aprofita l'erosió en llocs geogràfics especialment indicats. Estan localitzats als llocs on l'acció de les ones és, o va ser, més intensa. El perllongament d'una cova d'abrasió marina en una punta geogràfica o la connexió de dues coves d'abrasió poden formar arcs, de vegades d'una longitud considerable, que reben el nom de túnels. Alguns arcs s'han desenvolupat al llarg de diferents períodes de temps, és el

cas de les coves de la Seu al litoral de Felanitx, a on dos nivells diferents de la mar crearen plataformes d'abrasió i coves d'abrasió en principi independents fins que, aprofitant una mateixa fractura, s'arribaren a ajuntar. La seva evolució posterior pot arribar a convertir l'arc en un illot; aquest fet es demostra en alguns casos per l'observació directa dels blocs de l'antic sostre submergit al fons del freu. També poden acabar produint la fragmentació de l'illot. De fet, alguns illots tenen arcs actualment actius, com ara el famós Pontàs de Santanyí, o d'altres que han esdevingut subaquàtics, com el Faralló d'en Fred a Felanitx, o el Colomer a Pollença, prova d'una transgressió que els va convertir en submarins. Els arcs sota l'aigua, a una fondària suficient no se segueixen erosionant de forma tan activa, fora de la influència de l'onatge, fins que les condicions glacioeustàtiques tornen a canviar. També tenim arcs per damunt de l'aigua, no afectats per la influència tan directa de la mar actual –és el cas de la punta de sa Foradada de Deià-; són evidències d'antigues transgressions marines seguides d'una regressió que els hi confereix l'aspecte actual.



Figura 1.22: Arcs d'abrasió marina a prop del Faralló d'en Fred (Felanitx) a -20 m de profunditat (Foto A. Cirer).

Els arcs submarins de l'illa de Na Corberana (a uns centenars de metres de la Colònia de Sant Jordi) constitueixen un exemple molt didàctic d'aquesta morfologia. Es tracta d'una successió de quatre arcs d'abrasió que se situen a fondàries progressives, en un cap rocós submergit (la continuació geogràfica submarina de sa Puntassa), entre els -12 i -22 metres. L'arc que hi ha a la desembocadura del torrent de Mortitx (Escorca) n'és també un digne exemple.

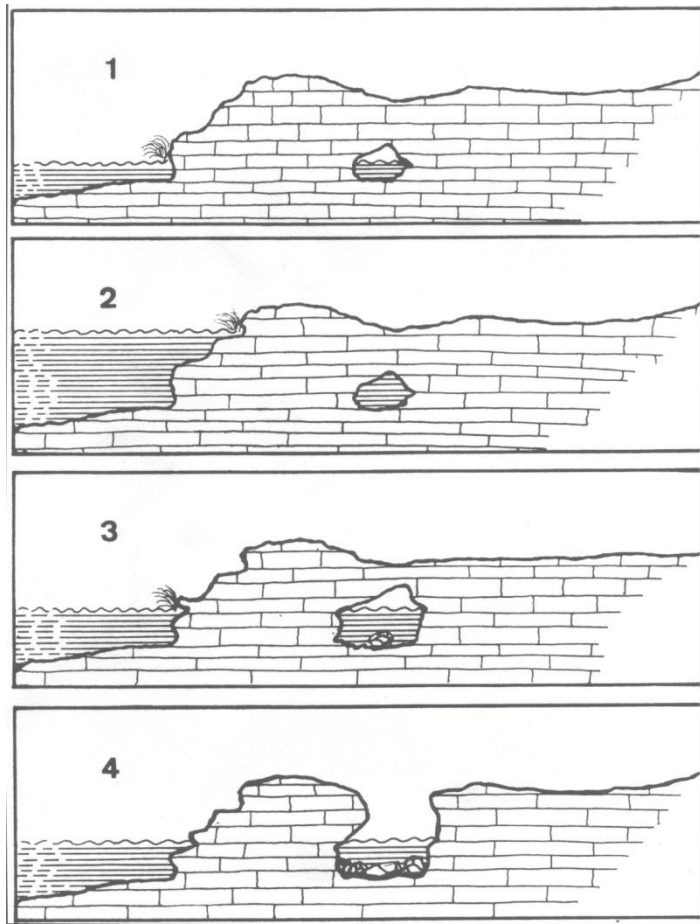


Figura 1.23: Formació i evolució d'un arc. 1) Arc actiu; 2) Transgressió marina i arc que esdevé subaquàtic; 3) Pujada de la mar i reactivació del procés erosiu. Augment de la mida de l'arc; 4) Esfondrament del pont i formació d'un illot. (GRÀCIA & VICENS, 1998).

Túnel

Venen a ser arcs d'abrasió però de longitud considerable. Molt sovint es localitzen als caps rocosos, que travessen de banda a banda, per tant posseeixen al menys dues entrades situades en extrems oposats i no sempre situades a la mateixa cota. El túnel de Balears de més recorregut del què tenim constància es troba a l'Imperial, al sud de l'illa de Cabrera. Es tracta d'un gegantí buit que s'inicia al freu de l'Imperial, a uns 22 m de fondària, amb una longitud que supera els 120 m i travessa l'illa i surt a uns 35 m de profunditat (inèdit). Al seu interior es formen, segons les condicions de la mar, corrents intensos que condicionen la fauna present.

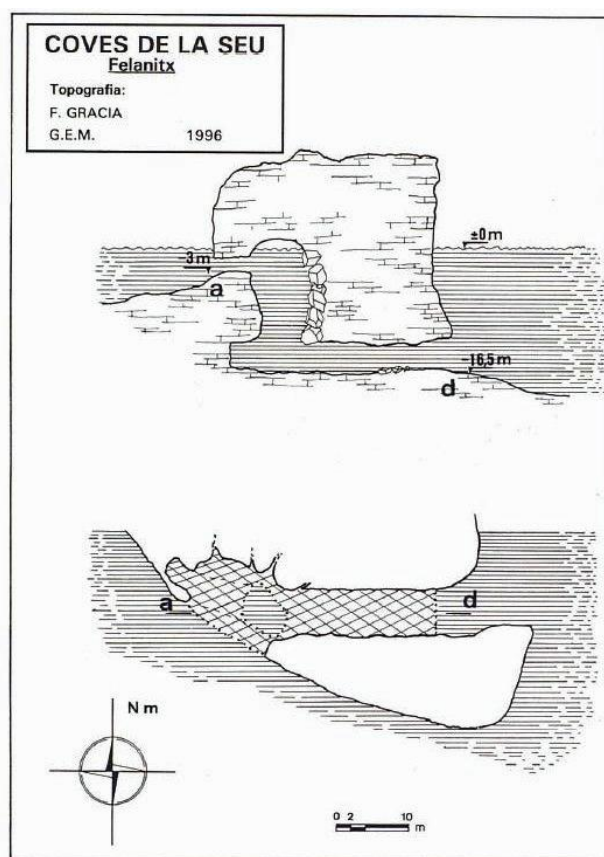


Figura 1.24: Coves de la Seu, formada al llarg de dues regressions marines. Es troba a una punta geogràfica, fruit de la unió de dues coves que es varen connectar. Sa Punta, Portocolom. (GRÀCIA & VICENS, 1998).

1.6. Material i mètode

TEMPS DEDICAT A LES FEINES DE CAMP I COL·LABORACIONS

Els dies acumulats de busseig per realitzar aquesta Tesi Doctoral representen més de 1.000 immersions que he efectuat personalment al llarg de gairebé 22 anys. Les tasques de recerca es van iniciar l'any 1994 fins a devers mitjans del 2015. No ha estat una feina efectuada generalment en solitari, ja que he tingut l'honor i la sort de comptar amb bons col·laboradors que han aportat coneixements, esforços físics i econòmics, així com l'ajuda inestimable a l'hora d'explorar i de recollir informació de camp i de mostreig. La quantificació temporal

és la pròpia, però s'han d'afegir altres moltes sessions a les quals jo no he participat personalment. També les tasques fotogràfiques dins les cavitats subaquàtiques són feines d'equip, ja que a més a més dels fotògrafs la contribució dels models i il·luminadors és bàsica, ja que es tracta de situar-se estratègicament i de forma coordinada entre els models i el càmera per plasmar la cavitat. Sense els amics i companys que han realitzat de forma altruista, professional i entusiasta les diferents tasques, les investigacions no s'haguessin pogut realitzar.

S'ha de tenir present que aproximadament la mitjana de bussejadors per sessió, un pic consultats els diaris d'immersions, ha estat de devers 2,5 espeleòlegs per jornada, encara que varia entre immersions efectuades en solitari i fins a 7 bussos en algunes ocasions. També al llarg de la primera dècada el nombre d'espeleobussejadors era molt

reduït i especialment el darrer lustre s'ha incrementat considerablement. Al començament de les exploracions i recerques, els pocs espeleòlegs de l'equip vam haver de comptar amb ajuts puntuals i temporals, especialment per part de fotògrafs escafandristes no especialitzats en espeleologia subaquàtica, fins que amb els pas dels anys es van incorporar a les files de l'equip de treball espeleobussejadors compromesos. El mateix podem dir de les tasques de filmació de les cavitats. No s'han comptabilitzat les jornades de feines únicament terrestres, efectuades amb els companys espeleobussejadors i en ocasions també amb altres col·laboradors, alguns d'ells espeleòlegs terrestres i membres de la Societat d'Història Natural com són Damià Vicens, Telm Ginard, Pere Bover per citar alguns.

Un fet que vam tenir ben present des del començament era la realització de les feines amb una òptica naturalística i documentar i estudiar el millor possible el major nombre d'aspectes relacionat amb les cavitats subaquàtiques i el carst litoral. Així a poc a poc es va anar comptant amb les col·laboracions de Joan J. Fornós del Departament de Ciències de la Terra de la UIB per estudiar la litologia i els sediments presents, així com també amb Joaquín Ginés i Àngel Ginés, doctors en diferents facetes del carst mallorquí, pel mostreig i estudi dels espeleotemes freàtics situats a cotes negatives, a més a més d'aspectes morfològics i espeleogenètics de les cavitats i darrerament d'estudis morfomètrics que suposen de forma conjunta un bagatge imprescindible. Les discussions profitoses amb l'espeleòleg Antoni Merino especialment sobre les morfologies hipogèniques i també les originades per la mescla d'aigües ha estat del tot profitosa i aclaridora. La col·laboració amb el carcinòleg Damià Jaume de l'IMEDEA per a la determinació de la fauna anquihalina ha estat molt productiva. Les aportacions dels paleontòlegs Pere Bover i Josep Antoni Alcover, investigadors de l'IMEDEA, en l'estudi de la fauna fòssil present ha estat fonamental. La realització de diverses campanyes i estudis arqueològics en col·laboració amb diferents arqueòlegs ha permès conservar i documentar la vinculació de l'home des de temps prehistòrics i les cavitats inundades.

PROSPECCIÓ I RECERCA DE CAVITATS I PLANIFICACIÓ I DISTRIBUCIÓ DE LES FEINES DE CAMP

L'inici personal de tot això, l'estiu del 94, va ésser molt casual. Les ganes de publicar un article de les cavitats dels voltants de Portocolom, lloc d'estiueig familiar, va portar a començar una tasca de topografia de cavitats terrestres conegudes des d'infant. L'exploració, gràcies a la col·laboració d'un conegut del meu pare, de la cova des Coll va fer que ens iniciéssim amb les tècniques d'espeleobusseig d'una cova inèdita. A poc a poc vam anar revisant llacs de coves ja conegudes gràcies a articles publicats o a l'existència de topografies de les zones vadoses de les cavitats. Endemés d'això vam procedir a realitzar prospeccions per les marines mitjançant la col·laboració d'informadors. Així s'ha demanat de l'existència de possibles cavitats amb aigua o seques, esfondraments, forats, pous fets a l'antiga, cavitats submarines interessants, surgències submarines, etc. Els informadors han estat garriguers, pagesos, propietaris, caçadors, pescadors, escafandristes o veïnats. També s'han consultat fotografies aèries per detectar dolines d'esfondrament o entrants a la mar i especialment, un pic superposades les topografies a la fotografia aèria, intentar estudiar possibles connexions entre cavitats properes o d'aquestes amb la mar.

S'ha fet feina normalment en diferents cavitats simultàniament, per evitar cremar als espeleobussejadors i variar un poc de cova i paisatge. Però tampoc se pot dispersar massa els esforços, perquè no s'obtenen resultats. S'ha de pensar que els primers anys les tasques a les coves ens duraven uns 3 a 4 anys de mitjana, llevat d'alguns casos com el sistema Gleda-Camp des Pou a on després de 19 anys encara es fan feines. Els darrers anys, l'increment d'espeleòlegs escafandristes ha fet que cavitats com es Dolç d'uns 4 km s'hagi pogut explorar i documentar en un termini un poc superior als dos anys. Normalment sempre s'han fet les feines, llevat de les de gabinet que normalment ha estat personal, l'exploració, topografia i recollida de mostres es feien compartides. S'ha d'extreure el millor de cada persona i en el cas de les feines a les cavitats submergides és un principi que he procurat seguir. Hi ha espeleòlegs molt bons per explorar, però que no ho són per feines topogràfiques, i també a l'inrevés. Alguns poden fer feines al llarg de setmanes seguides i d'altres per motivació o disponibilitat de temps només en períodes molt més espaiats. Però tots poden contribuir més o menys amb les feines i totes són importants i s'han de valorar.

TÈCNICA D'ESPELEOBUSSEIG SEGONS EL SISTEMA ANGLÈS O SISTEMA LATERAL I ALTRES PARTICULARITATS ADOPTADES

La configuració de l'equip per realitzar les exploracions i feines de camp dins les cavitats s'ha fet segons les tècniques britàniques de portar els tancs laterals i que consisteix bàsicament en portar els tancs subjectes a la cintura, un o dos a cada costat, a més d'un altre tanc opcional situat ventralment. Els tancs duen incorporat una abraçadera amb un ancoratge per enganxar a les anelles de l'armilla o arnès, també ajudats mitjançant elàstics. La segona etapa del regulador penja mitjançant un sistema de gomes o cintes. Aquest sistema permet facilitar o possibilitar el pas per laminadors, gateres o altres zones estretes. Amb el sistema de tancs dorsals aquests passatges resulten més difícils de superar, a la vegada que el risc de quedar encaixats en una angostura és elevat. El fet de permetre accedir, un mateix, al sistema d'obertura del tanc i a la primera etapa del regulador possibilita superar algunes possibles dificultats i incidents. S'han combinat i utilitzat tancs de moltes capacitats volumètriques, així com mescla de gasos, especialment Nítrox 32 per poder allargar els temps de busseig fins a molt més temps sense necessitat d'entrar en descompressió, o almenys reduir el temps d'aquest.

METODOLOGIA TOPOGRÀFICA

La topografia d'una cavitat és l'eina de treball fonamental per saber les dimensions, direccions, desnivells, i altres dades de les formacions endocàrstiques. També és imprescindible per a veure la correspondència amb la superfície. Les cavitats com a megaformes queden representades amb la topografia en planta. La planimetria es pot relacionar amb la litologia i a més a més s'aprecien els condicionants estructurals. Del punt de vista biològic és molt útil per a situar la fauna i realitzar mapes de distribució bioespeleològics dins la cavitat. Els perfils i les alçades a la topografia ens permeten veure possibles indicis genètics generats a la zona de mescla d'aigües.

La presa de dades topogràfiques constitueix una tasca complicada, ja que convergeixen multitud d'elements hostils. Laminadors, galeries i passos estrets, zones amb gran quantitat de sediment que s'alça amb el pas de l'escafandrista, el fred, la pressió de l'aigua que implica l'acumulació de nitrogen i l'entrada en descompressió, la

fosc del medi, les grans distàncies que separen les zones de topografia de les entrades de les coves i el poc temps relatiu de feina condicionat pel consum de l'aire converteixen aquesta activitat en una tasca esgotadora, ingrata i poc atractiva per a la majoria de bussos de coves, fet que explica que grans cavitats mundial no posseeixen topografia detallada i en tot cas només croquis poc fiables i únicament orientatius.

El mètode de treball per fer la planimetria de la major part dels trams subaquàtics ha estat el següent: primer s'explora instal·lant el fil-guia numerat cada 5 metres. En posteriors immersions es prenen les poligonals amb brúixola i les guies marcades i s'anota la profunditat (mesurada amb l'ordinador de busseig), tot això al quadern especial per escriure sota l'aigua. A diferència del que és habitual en altres cavitats, com per exemple als cenotes de Mèxic, no es poden prendre les poligonals a la tornada de l'exploració, ja que a Mallorca el que és normal és que la visibilitat sigui nul·la o estigui molt alterada. A llocs molt concrets i segons l'escala de la topografia, es prenen poligonals amb una cinta mètrica entre dos bussejadors, o entre bussejador i paret. Les poligonals constitueixen la columna vertebral de la topografia i la base que permetrà realitzar la resta de la planimetria de la cavitat. Posteriorment es torna a les zones de treball amb les poligonals traçades en paper mil·limetrat submergible i es dibuixen els contorns de les parets. Per a realitzar els perfils i seccions es retorna en dates posteriors (permetent així que el fang aixecat pels espeleobussejadors se sedimenti) i es prenen dades de profunditat del sostre i del fons a partir de les poligonals ja traçades; posteriorment amb les dades ja passades a fulls submergibles es dibuixen els sostres i el terra. Per fer les seccions de dimensions considerables s'utilitza el mateix procediment que pels perfils. Aquest sistema topogràfic implica molts de dies de treball, però una vegada efectuat permet obtenir més precisió i informació topogràfica de les cavitats i uns estàndards topogràfics poc usuals en espeleobusseig, que van més enllà dels croquis habituals en el busseig espeleològic. Les dades topogràfiques els primers anys es realitzaven damunt paper mil·limetrat amb un porta-angles i amb càlculs trigonomètrics per a fer la projecció projectada. Els darrers anys s'ha emprat el programa de topografia per ordinador "Visual Topo" a on s'introdueixen les dades topogràfiques de distàncies, direccions, amplades i alçades. Una vegada acabada la topografia s'ha de realitzar el dibuix, que actualment faig servir el programa *Illustrator*, però fins fa pocs anys es realitzava el dibuix i la retolació a mà amb els *rotings* de tinta.

La possibilitat de poder efectuar moltes immersions a les cavitats, gràcies a la proximitat geogràfica d'una illa reduïda com és Mallorca, és el que permet captar més informació topogràfica, que seria totalment inviable si es tractés de campanyes de pocs dies de duració. De totes formes, donada la complexitat de les cavitats mallorquines, el disposar de topografies detallades és l'arma més potent per a prosseguir l'exploració de les cavitats i trobar noves continuacions, així com intentar realitzar connexions entre cavitats.

METODOLOGIA DE MOSTREIG DELS PARÀMETRES HÍDRICS

El règim tèrmic i de salinitat dels perfils hídrics d'algunes de les cavitats ha estat estudiat mitjançant sondes oceanogràfiques pertanyents a l'IMEDEA o a la UIB, sempre que s'ha tingut disponibilitat de l'instrumental. L'aparell realitza lectures automàtiques cada segon de salinitat, temperatura a més de la fondària, mentre es desplaçat molt lentament per un cabussador. Les dades posteriorment són transferides a un ordinador. S'ha tingut especial cura en efectuar el descens mentre la sonda prenia les dades. Així, es feia a llocs determinats de les cavitats a on el desnivell topogràfic fos més elevat per poder representar de forma més completa i exacta les gràfiques dels paràmetres. En tot cas, si el perfil no era complet se prosseguia a la zona de la cova més propera fins assolir les màximes fondàries. També es tenia especial cura amb el desplaçament del espeleobussejador per no distorsionar les característiques de l'aigua.

METODOLOGIA EMPRADA EN L'ESTUDI DEL REGISTRE SEDIMENTARI

S'han utilitzat sondeigs manuals obtinguts mitjançant la penetració dins la columna sedimentària de tubs de PVC de diferents llargàries si la potència de sediment era suficient. En els casos de presentar el terra una petita capa de sediment que no fes factible ni operatiu la introducció dels tubs de PVC es feien servir petits pots de plàstic numerats i amb tapa. Un cop extretes de l'aigua les mostres, totes convenientment etiquetades i numerades indicant al tub quina és la part inferior i la superior, les mostres són traslladades al laboratori on, després d'una primera descripció superficial amb l'ajuda de la lupa binocular, descripció del color mitjançant la utilització de taules MUNSELL© i del seu rentat i posterior dessecació a l'estufa, les mostres són sotmeses a diversos anàlisis per tal d'obtenir les seves característiques texturals i de mida de gra així com de composició mineralògica. Per a les anàlisis texturals (granulometries)

s'utilitzen tant els sistemes tradicionals de tamisatge o mètode de la pipeta, com els que utilitzen les modernes tècniques del làser tipus Coulter per analitzar la mida de gra en sediments especialment fins. Amb les dades obtingudes es representen les corbes acumulatives i els histogrames de freqüències, a partir dels quals es calculen els paràmetres estadístics descriptius que permeten deduir els processos hidràulics que els han originat. Per a l'anàlisi de la composició mineralògica se sol polvoritzar la mostra i la seva pols, orientada a l'atzar o no en funció del contingut en argiles, s'introdueix dins un difractòmetre de raigs X. L'anàlisi semi-quantitativa de cada mostra es realitza utilitzant el software associat basant-se en les àrees dels pics obtinguts en els difractogrames, les dades permeten d'aquesta forma avaluar les possibles àrees font del sediment. L'estudi es complementa amb la utilització de microscòpia electrònica d'escandallatge (SEM), molt freqüent no tan sols per observar les característiques morfològiques superficials, sinó també per saber-ne la composició elemental gràcies als equipaments associats com són els detectors d'EDX. La datació dels rebliments sedimentaris també s'ha intentat amb diferents taxes d'èxit. La tècnica del Carboni-14 aplicada a partir de restes orgàniques, introduïdes per corrents superficials cap a l'interior de la cavitat, ha permès datar alguns sediments de coves càrstiques litorals com a relativament recents. Un altra tècnica emprada en l'estudi de les eolianites ha estat la termoluminiscència, per saber l'edat d'una mostra de roca que formen part de la roca mare, com és el cas des Dolç.

METODOLOGIA DE MOSTREIG DE LA FAUNA

La fauna invertebrada no artròpodes s'ha recol·lectat mitjançant pots de vidre etiquetats i posteriorment conservada en alcohol. La fauna de crustacis anquihalins s'ha mostrejat mitjançant dues tècniques: 1- pesques amb xarxes de plàncton (confeccionades amb teixit de nyal de 64 µm de llum de malla) amb les quals es filtra l'aigua mentre es busseja. Es procura separar les pesques en funció de sectors de les coves i per fondàries, almenys a les capes més dolces i a les capes de major salinitat. 2- pesques amb una vintena de nanses numerades (confeccionades amb pots de plàstic i malla de nyal) utilitzant fuet o formatge com a esquer, que es deixen a la cavitat normalment entre tres dies i una setmana. Les captures s'han efectuat per sectors concrets i a fondàries determinades per poder caracteritzar la fauna de les diferents zones de les cavitats. El material capturat amb la xarxa es fixava amb formol a les

diverses cambres d'aire repartides a diferents zones de la coves si era possible, per poder així diferenciar millor la fauna present als sectors i optimitzar l'estudi carcinològic. Les captures provinents de les nanses es fixaven després de filtrar-les amb l'ajut d'una petita xarxa de plàncton i d'annotar la procedència de la mostra. El material recollit s'ha identificat al laboratori de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA), mitjançant lupa binocular i microscopi equipat amb contrast diferencial. Una vegada determinat el material es procedia a l'elaboració de mapes zonals de distribució dels invertebrats.

METODOLOGIA DE RECUPERACIÓ DE LES RESTES FÒSSILS

El primer de tot, s'han de documentar les troballes amb abundants fotografies i si és possible filmacions. També s'ha de marcar a la topografia la localització dels fòssils per no perdre informació relativa a l'estratigrafia o altres aspectes d'interès.

La forma d'extreure els fòssils de les cavitats, una vegada es tenen els permisos pertinents, suposa un repte important per evitar la destrucció per cops o malmenades. S'ha de pensar que les distàncies de centenars de metres sota l'aigua que s'ha de salvar, en ocasions passant per restriccions, és una dificultat considerable. Per això es varen pensar en diferents formes d'extreure els materials sense afectar la seva integritat i pensant, òbviament, amb la seguretat dels bussejadors. Finalment, en els casos de fòssils d'una certa mida, es va decidir per l'extracció mitjançant un caixó de plàstic de mida 50 x 33 x 15 cm folrat amb espuma (per evitar els cops), i llastrant-los amb 2 quilos de plom per evitar que suessin massa i dificultessin el treball als bussejadors per no tenir una flotabilitat més o menys neutra.

Un dels problemes de conservació més greus és que els ossos han estat submergits dins aigua d'elevada salinitat al llarg de mil·lennis i si es procedeix a una extracció sense tractament les sals cristal·litzen i trenquen els fòssils. D'aquesta manera els ossos que s'han extret han de passar per un procés de dessalat al llarg d'un mes en el qual els ossos estan submergits dins cubetes en aigua dolça i a les fosques per a evitar l'aparició d'algues i fent canvis d'aigua cada 4-5 dies, per així eliminar els clorurs. Finalment, es procedeix a un assecat molt lent totalment a les fosques dins d'un armari evitant l'assecat massa ràpid que provoca el trencament de l'os, i consolidar amb Paraloid B-67 al 7% d'acetona.

METODOLOGIA DE RECUPERACIÓ DE LES RESTES ARQUEOLÒGIQUES

En el cas de troballes de material arqueològic dins cavitats sota l'aigua el primer que s'ha de fer és no tocar res i posar-ho en coneixements d'arqueòlegs i de les autoritats i tècnics de Patrimoni per establir un pla de recuperació i conservació de les peces. En dates posteriors s'ha de fer un reportatge fotogràfic el més complet possible. Si es tracta d'un jaciment amb molt de material es realitza una topografia ampliada de la zona del jaciment, cosa que no fa falta si fos la recuperació d'una peça aïllada. També s'han de situar les peces, prèviament etiquetades per saber la seva localització, encara que s'ha de pensar que són peces caigudes des de la superfície dels llacs i que han redolat segons la topografia del pendent.

La principal dificultat de la recuperació del material arqueològic és la falta de visibilitat que es produeix quan es remou el fons i es mobilitzen peces i blocs, alçant el fang del fons. La zona arqueològica sol acabar amb nul·la visibilitat, fet que impedeix prosseguir amb les tasques subaquàtiques. La segona dificultat és el pes i volum, així com fragilitat de les peces arqueològiques recuperades. En ocasions s'han emprat xarxes i cordes per extreure de l'aigua el material, fins i tot s'ha arribat a la construcció d'una plataforma de fusta sobre l'aigua, fixada a les parets i formacions, ha estat de gran utilitat, ja que ha facilitat totes les tasques de transport i representava un punt de comoditat i descans pels espeleobussejadors a l'hora d'equipar-se o desequipar-se. En alguns llocs, especialment als costats del con d'enderrocs, calia anar amb compte per evitar la caiguda de pedres inestables. Sobretot quan es recuperaven les àmfores, de grans dimensions, de vegades encaixades entre els blocs, que podia provocar una esbaldregada que sepultés l'escafandrista.

Així doncs, abans calia localitzar, anotar la situació i la fondària i recuperar d'entre les pedres i el fang el material. Després es procedia a inflar l'armilla hidrostàtica per poder ascendir amb les feixugues àmfores cap als llacs, en casos molt dificultosos pel pes es procedia amb globus, per una vegada allà, posar-les dins la xarxa o passar-les en mà a un company i anant-les pujant d'una en una. La maniobra es realitzava lentament amb total sincronització amb els espeleòlegs de superfície, per pujar primer poc a poc i quan s'estava al nivell de l'aigua aturar la pujada i buidar les peces senceres per eliminar el pes suplementari de l'aigua i evitar el seu trencament. Aquest buidatge per altra banda representa que l'aigua que surt amb fang, embruta i disminueix la visibilitat i el temps efectiu de busseig. Després s'han de condicionar els cotxes per seu

transport, dins caixons de plàstic molt grans, resistents i impermeables. Les peces s'emboliquen amb pedaços o altres coses humides per evitar el dessecat i trencament de les peces. En els casos de la font de ses Aiguades i de la cova des Rafal des Porcs, amb moltes peces i de gran volum, part de l'equip de recuperació portàvem el material de cap a Palma directament al Departament de Patrimoni del Consell Insular de Mallorca. Totes les peces estàvem numerades i relacionades amb mapes ampliats de localització dins la cova. Un pic allà els tècnics procedien a eliminar la sal de les peces mitjançant la seva immersió en aigua dolça i substitució de l'aigua cada cert nombre de dies. Això es feia almenys duran un mes per després procedir al dessecat controlat.

Capítol 2. L'ESPELEOGÈNESI I ELS CONDICIONANTS LITOLÒGICS DE LES CAVITATS LITORALS DE MALLORCA

2.1. L'espeleogènesi al carst litoral de Mallorca

Aquest apartat està tret majoritàriament de GINÉS *et al.* (2008) i FORNÓS & GELABERT (2011) i modificat amb les darreres informacions obtingudes gràcies a les darreres recerques a la cova des Pas de Vallgornera (GINÉS & GINÉS, 2009; MERINO *et al.*, 2009a, 2009b, 2009c; MERINO & FORNÓS, 2010 i MERINO *et al.*, 2011c), es Dolç (GRÀCIA *et al.*, 2014 i GRÀCIA & FORNÓS, 2014) i a les coves del Drac (inèdit). Al carst costaner de Mallorca, els treballs publicats sobre espeleogènesi són relativament escassos fins a les darreries del segle passat. Deixant de banda les publicacions històriques de MARTEL (1896, 1903), que consideraven les coves del Drac com a un fenomen litoral ja que se li atribuïa un origen estrictament relacionat amb l'erosió marina (GINÉS, 1999), les cavitats de l'àrea de Portocristo són contemplades amb

posterioritat des de l'òptica de la carstificació convencional. Així, diferents autors proposen la seva excavació per part de les aigües subterrànies continentals que circulen cap a la costa, en forma de rius subterranis més o manco tumultuosos

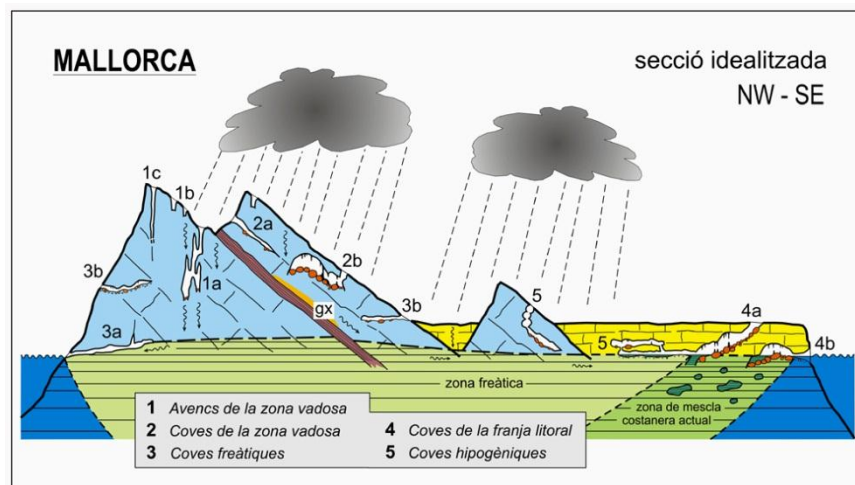


Figura 2.1: Representació esquemàtica dels tipus de cavitats presents a Mallorca, realitzada al llarg d'un perfil ideal de l'illa (GINÉS & GINÉS, 2009). 1a: avenc de dissolució vadosa; 1b: avencs vadosos d'alimentació nival; 1c: avencs d'origen mecànic; 2a: cova estructural; 2b: cova d'esfondrament; gx: guixos triàsics subjacents; 3a: cova freàtica amb activitat hidrològica; 3b: coves freàtiques antigues; 4a: cova de la zona de mescla costanera, morfològicament molt evolucionada; 4b: cova càrstico-marina; 5: coves hipogèniques.

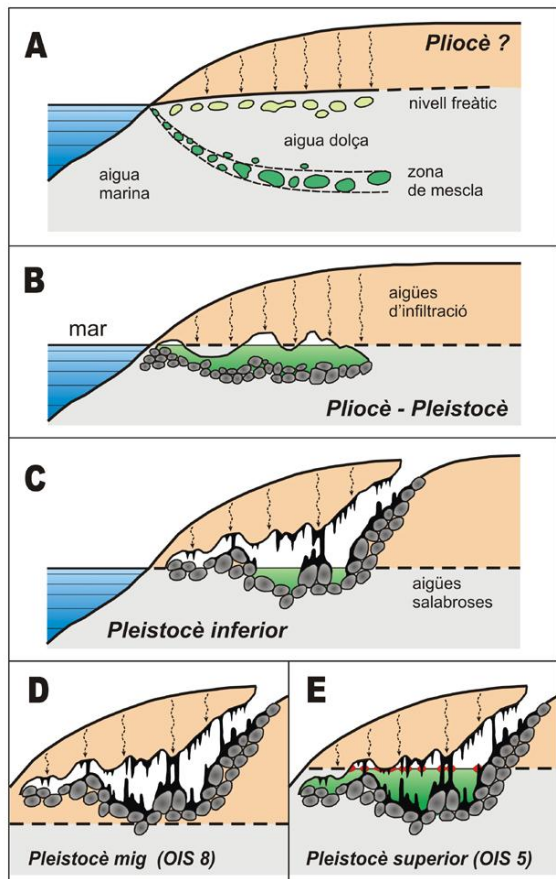


Figura 2.2: Seqüència evolutiva proposada per a la morfogènesi de les coves litorals del Migjorn de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 1992). a) excavació inicial per dissolució en règim freàtic, lligada a Situacions geoquímiques específiques (zona epifreàtica i zona de mescla entre aigües continentals i marines); b) desenvolupament volumètric de la cavitat mitjançant esfondraments i ajustaments mecànics de les voltes; c) espectaculars fenòmens d'estalagmitització cobreixen un potent substrat de blocs rocosos; d) durant les oscil·lacions negatives del nivell marí es formen estalagmites aèries en el que són els actuals llacs de la cova; e) les fluctuacions glacio-eustàtiques positives del nivell marí queden enregistrades en forma d'alineacions d'espeleotemes freàtics.

(MAHEU, 1912; DARDER, 1925, 1930); no obstant això, en tots els casos es fa patent la influència de la proximitat a la línia de costa, evidenciada per la presència de llacs d'aigües salabroses controlats pel nivell marí (RODÉS, 1925). Dins d'una línia semblant, encara que quelcom més encertada, FAURA Y SANS (1926) parla de l'actuació de corrents d'aigües subterrànies, a la vegada que argumenta l'acció dissolvent conjunta de les infiltracions i les aigües marines, posant l'accent així –tal vegada de manera una mica casual– en l'especificitat que suposa el caràcter litoral dels processos de carstificació que han tingut lloc.

Algunes dècades més tard, en diverses publicacions sobre coves del llevant de l'illa es posa l'èmfasi en el paper dels processos de reajustament mecànic de les voltes i parets de les cavitats (GINÉS & GINÉS, 1976, 1987; TRIAS & MIR, 1977), que pràcticament arriben a desmantellar uns buits inicials excavats en condicions freàtiques. Aquests processos queden en molt de casos fortament emmascarats per una exuberant decoració d'espeleotemes.



Figura 2.3: Les aportacions dels progressos en l'exploració subaquàtica de les coves litorals mallorquines han anat aportant un enorme bagatge de dades morfològiques (Foto C. Bodi).

Cal esperar a la dècada dels 90 per trobar una discussió crítica sobre l'espeleogènesi de les famoses coves del Drac, feta des d'una perspectiva històrica (GINÉS & GINÉS, 1992), on s'adapten a l'àmbit geogràfic del llevant i migjorn de Mallorca els coneixements generats a les illes del Carib. En aquest treball es proposa un model evolutiu per a les cavitats de la regió càrstica del Migjorn –tal i com fou definida a GINÉS & GINÉS (1989)– on es contempen unes fases espeleogenètiques inicials, desenvolupades en condicions freàtiques a la zona de mescla litoral, seguides per processos de col·lapse generalitzat dels sòtils i parets de les coves que, a la vegada, s'intercalen amb episodis de deposició d'espeleotemes; tot això resulta condicionat i controlat en tot moment per la complexa història de les fluctuacions del nivell marí al llarg del Quaternari. Aquestes idees apareixen exposades i complementades en treballs posteriors on s'esbossa una classificació genètica de les coves de Mallorca (GINÉS, 1995a; GINÉS & GINÉS, 2009), així com en un estudi monogràfic dedicat a posar al dia, en aquelles dates, els coneixements disponibles sobre el carst litoral del llevant de l'illa (GINÉS, 2000).

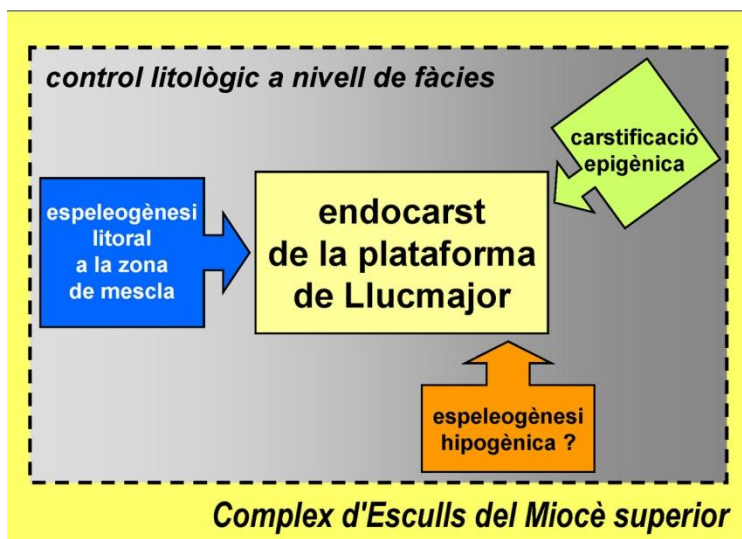


Figura 2.4: Aquest esquema de GINÉS *et al.* (2008) per a la cova des Pas de Vallgornera, amb els coneixements actuals seria també extrapolable a es Dolç, de la depressió de Campos i a les coves del Drac de Portocristo a la marina de Manacor.

D'ençà de 1994, els progressos en l'exploració subaquàtica de les coves litorals mallorquines han anat aportant un enorme bagatge de dades morfològiques, hidrològiques i espeleocronològiques (GRÀCIA *et al.*, 1997, 1998a, 1998b, 2000, 2001c, 2001d, 2001e, 2003a, 2003b, 2003c, 2005, 2006a, 2006b, 2007a, 2007b, 2009a, 2009b; 2009c,

2010a, 2010b, 2014, GRÀCIA & FORNÓS, 2014; TUCCIMEI *et al.*, 2006), que permeten tenir una visió molt més acurada de la disposició tridimensional de les cavitats, dels trets morfològics dominants, de la seva extensió real i dels límits cronològics on s'emmarca l'evolució de l'endocarst. Així mateix, les exploracions en la cova des Pas de Vallgornera (Lluçmajor) anaven convertint aquesta localitat en una de les coves més importants de Mallorca, alhora que aportaven noves dades morfogenètiques de rellevància (MERINO, 1993, 2000, 2002, 2006, 2007a, 2007b, 2008; MERINO & FORNÓS, 2010; MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009a, 2009b, 2009c, 2011; GRÀCIA *et al.*, 2009a, 2009b). Totes aquestes investigacions reforcen, en línies generals i amb la introducció afegida del paper dels processos hipogènics d'algunes cavitats, el model evolutiu proposat el seu dia per GINÉS & GINÉS (1992). S'han aportant endemés evidències de processos actius de dissolució freàtica en les haloclines observables en algunes cavitats (GRÀCIA *et al.*, 2007a).

És molt interessant tenir present la data relativament recent 2009, en la que s'incorpora, per algunes importants cavitats, la gènesi hipogènica en col·laboració amb la mescla d'aigües i el paper de les aigües meteòriques, per explicar la formació de l'endocarst litoral. Així a l'article de GINÉS & GINÉS (2009) *Proposta d'una nova classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca*, ja afirmen que les importants exploracions i descobriments efectuats a Mallorca, posen de

manifest una complexitat creixent pel que fa als mecanismes genètics responsables de la formació de les cavitats càrstiques de la illa i que aquests fets fan necessària la reelaboració d'una classificació morfogenètica que actualitzi els coneixements que eren vàlids fa algunes dècades i que sigui capaç d'adonar de la gran varietat d'ambients representats al món subterrani mallorquí. Les principals novetats d'aquesta classificació consisteixen, d'una banda, en el reconeixement del paper de la dissolució de guixos subjacents en la gènesi d'algunes coves d'enfonsament de la serra de Tramuntana; d'altra banda, l'existència de processos d'espeleogènesi hipogènica, de caràcter geotermal, que en alguns casos han actuat conjuntament amb els mecanismes de dissolució lligats a la zona de barreja litoral. Aquesta classificació es torna a reafirmar a GINÉS & GINÉS (2011).

També GRÀCIA *et al.* (2009a, 2009b) documenten, a les galeries subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera, la presència de precipitats negres al terra de diverses galeries que li atorguen un aspecte fosc, així com l'existència de morfologies de corrosió associades, com són els solcs ascendents de desgasificació, evidències de processos d'origen hidrotermal. Fins i tot batien una galeria del sector Subaquàtic de

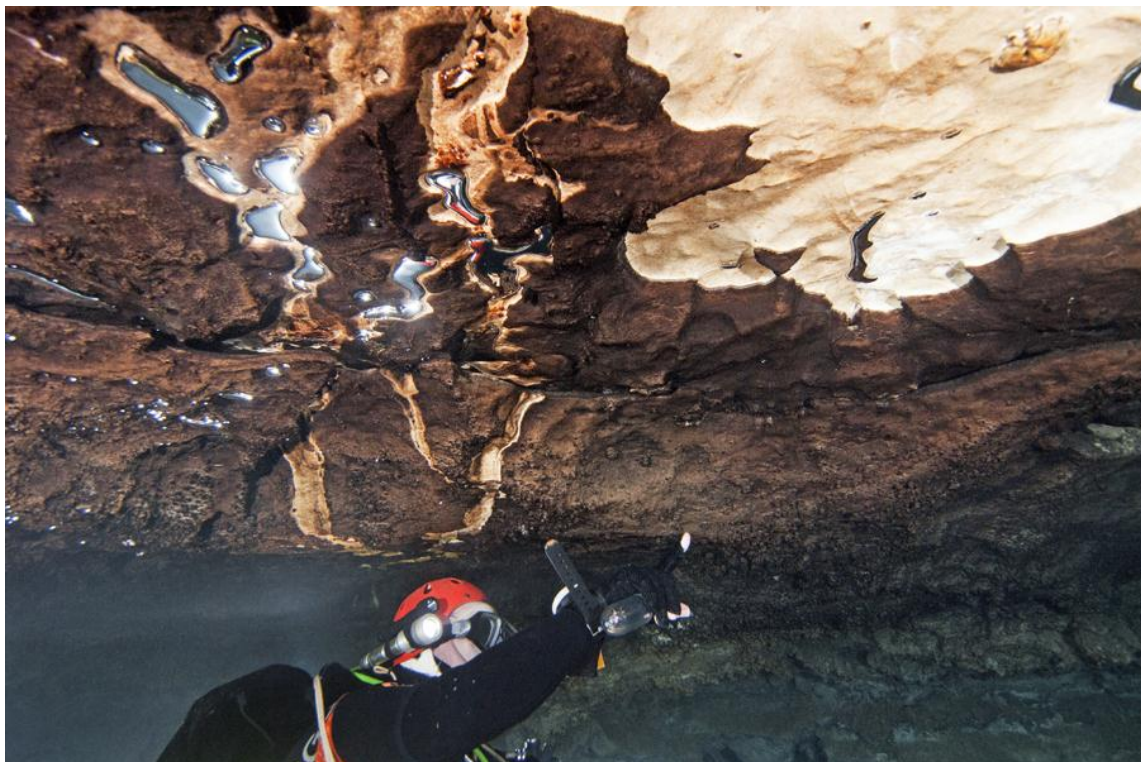


Figura 2.5: Canals de sostre procedents de punts d'alimentació laterals a les coves del Drac. Constitueixen proves de la contribució hipogènica de la cavitat (Foto A. Cirer).

Gregal com galeria Hidrotermal, per les morfologies, sediments i aspecte general que presenta.

MERINO *et al.* (2009a, 2009b, 2009c), MERINO & FORNÓS (2010) i MERINO *et al.* (2011) descriuen les morfologies que constitueixen una evidència tangible de la implicació de processos de tipus hipogènic presents a les galeries actualment vadoses de la cova des Pas de Vallgornera, com són els canals ascendents de dissolució (*solutional rising channels*), canals de sostre (*ceiling channels*), *feeders* i altres morfologies de flux ascendent. També estudien la composició química i els principals minerals identificats a les crostes minerals dels *feeders* o conductes alimentadors.

A GRÀCIA *et al.* (2014) i GRÀCIA & FORNÓS (2014) es descriuen les morfologies hipogèniques trobades a es Dolç, al litoral de la depressió de Campos, dins materials molt recents del Pliocè i Pleistocè. Finalment les darreres troballes a les coves del Drac (inèdit), ens fan qüestionar aquesta cavitat com a cavitat “tipus” d'exemple de coves generades a la zona de mescla, ja que les observacions i estudis efectuats a les galeries subaquàtiques denoten un clar caràcter hipogènic amb una gran densitat de morfologies hipogèniques i poques morfologies típiques de la zona de mescla. Malgrat la presència a les proximitats de cavitats que semblen que només obeeix la seva formació a l'agressivitat de la zona de mescla.

Finalment, cal fer referència a alguns treballs publicats els darrers anys on es posa l'accent en el paper del processos de col·lapse i reajustament mecànic en la morfogènesi de les coves del Migjorn de Mallorca (GINÉS, 2000; GINÉS *et al.*, 2008; GRÀCIA *et al.*, 2006a, 2007a, 2009a, 2010a, 2010b, 2014), situant al mateix temps l'espeleogènesi de l'àrea dins el context de la carstificació litoral desenvolupada en materials carbonatats relativament recents (GINÉS & GINÉS, 2007, 2009; GRÀCIA *et al.*, 2014).

2.2. Estratigrafia i condicionants litològics

Aquest apartat està tret majoritàriament de FORNÓS & GELABERT (2011) i modificat a partir de FORNÓS *et al.* (2013) i GRÀCIA *et al.* (2014). Els aspectes morfològics com els morfodinàmics observables en les diverses fases evolutives de formació d'un carst no poden ésser estudiats de forma aïllada, sinó que s'han d'emmarcar dins de la base estructural i litològica sobre la qual es desenvolupen. Enquadrats dins d'aquest marc geològic, hi sobresurten per la seva relació directa amb el desenvolupament del carst tots aquells aspectes relacionats amb l'estratigrafia, les característiques sedimentològiques, la petrologia, la tectònica o estructura i, per suposat, la hidrologia.

La història estratigràfica de Mallorca compren des del Carbonífer fins al Quaternari amb un important hiatus a la base del Terciari. La sedimentologia dels materials presents és altament complexa i molt variada, amb una gran superposició de diferents

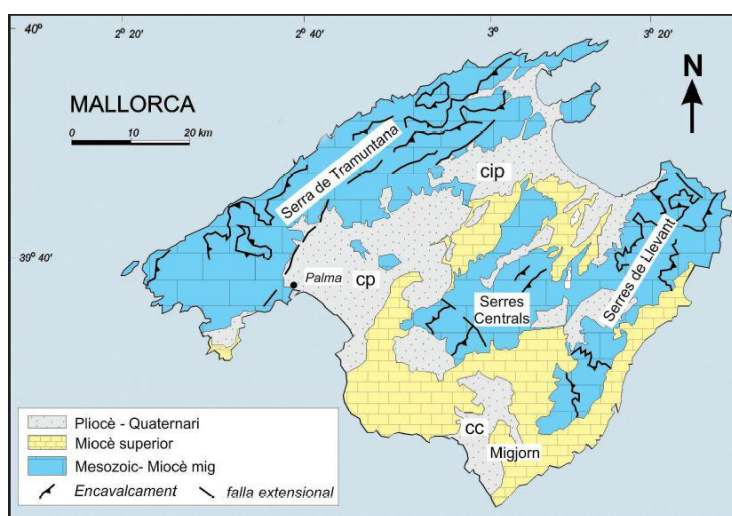


Figura 2.6: Mapa geològic simplificat de l'illa de Mallorca.

ambients sedimentaris, que abasten fàcies de tipus lacustre, litorals, de plataforma, de talús i fàcies pelàgiques, fruit de les diverses etapes en l'estructuració tectònica. El fet comú més destacable és la composició carbonatada de la gran majoria dels dipòsits, amb una escassa representació dels dipòsits de tipus siliciclàstic. Aquest fet queda reflectit, tant en la representació potencial en la sèrie estratigràfica com en la presència d'afloraments que es poden cartografiar en superfície.

Els dipòsits del Miocè superior, juntament amb els del Lias, suposen un volum important pel que fa a afloraments a l'illa de Mallorca. El Miocè superior, format per dipòsits carbonatats, reomple les zones que envolten les àrees estructurades: les zones denominades Marines, que conformen el Migjorn de Mallorca (POMAR *et al.*, 1992). Es tracta de dipòsits tabulars, formats per una alternança de calcarenites i calcisiltites a la base, que evolucionen a calcàries esculloses massives i calcarenites, i que acaben amb

calcarenites i calcàries oolítiques en el denominat “*Complex Terminal*” (FORNÓS & POMAR, 1983). Amb potències globals que poden superar els 300 m a Mallorca, formen els penya-segats costaners de la zona meridional i oriental de l’illa. Aquests nivells representen una sedimentació carbonatada de plataforma, amb el creixement d’importants masses d’esculls de coralls, i amb la presència de planes arenoses molt somes amb estromatòlits i afectats per una forta dinàmica marina. Per la seva potència i quantitat d’aflorament des del punt de vista areal, les calcàries del Miocè superior mostren una gran quantitat de fenòmens càrstics. Donada la localització a la línia de costa hi destaca especialment el lapiaz litoral, i una gran abundància de coves i cavitats, moltes formades per processos relacionats amb el carst litoral (zona de mescla d’aigües), en les quals són presents els processos que relacionen la dinàmica càrstica i la marina, incloent-hi tots els fenòmens relacionats amb les oscil·lacions del nivell de la mar durant el Quaternari. Aquestes calcàries mostren a més, l’afectació per nombrosos processos paleocàrstics que han actuat des del Miocè superior fins a l’actualitat.

El Pliocè, presenta una important potència a Mallorca, més de 200 m (COLOM, 1985; SIMA & RAMON, 1986). Es pot observar bé en sondatges, essent present a les parts més deprimides del Pla, Conca de Palma i Conca d’Inca - sa Pobla. Format per calcisiltites ocres a la base, al sostre evoluciona cap a calcarenites, que s’interdigiten lateralment amb nivells detrítics formats per conglomerats. El conjunt correspon al rebliment de les zones més deprimides localitzades al peu de les serres, amb una sedimentació típicament de badia, litoral i amb la presència de cossos deltaics que acumulen els materials procedents de l’erosió de les serres.

Els dipòsits plio-quaternaris i quaternaris (BUTZER & CUERDA, 1962; CUERDA, 1975) consisteixen bàsicament en calcarenites, que corresponen a diversos episodis dunars relacionats amb els episodis glacials pleistocens, i a fàcies detrítics conglomeràtiques d’origen al·luvial i procedents del desmantellament de les zones més elevades. Una novetat important de les darreres troballes efectuades a es Dolç (FORNÓS *et al.*, 2013; GRÀCIA *et al.*, 2014), és que s’ha de modificar el que s’afirmava referent a l’interès càrstic dels materials del Pliocè i Pleistocè a FORNÓS & GELABERT (2011): *només s’hi han localitzat petites cavitats sense gaire importància*. I també a GÓMEZ-PUJOL & FORNÓS (2009): *des del punt de vista del carst destaquen només els processos de lapiaz litoral associats als nombrosos afloraments d’eolianites que es donen en les zones costaneres*.

2.3. Els dipòsits del Miocè superior del Migjorn i Llevant de Mallorca

L'illa de Mallorca està formada per una sèrie alternant de zones elevades, les Serres, i àrees deprimides, les Marines i el Pla, resultat dels moviments extensius que han afectat l'illa des del Miocè superior, i que han estructurat definitivament tot el conjunt de làmines encavalcants (el promontori balear, continuació de les serralades Bètiques) emplaçades durant l'orogènia alpina –des de l'Oligocè fins al Miocè mig– amb una clara vergència vers el NW. Aquestes estructures compressives són clarament visibles a les Serres, els *horsts*, afectant als materials majoritàriament carbonatats mesozoics que es dipositaren al marge occidental del Tethys (FORNÓS & GELABERT, 2004).

Les zones deprimides, els *grabens*, estan reblertes pels materials considerats postorogènics i que abracen des del Miocè mig fins el Plio-Quaternari. Dins d'aquestes

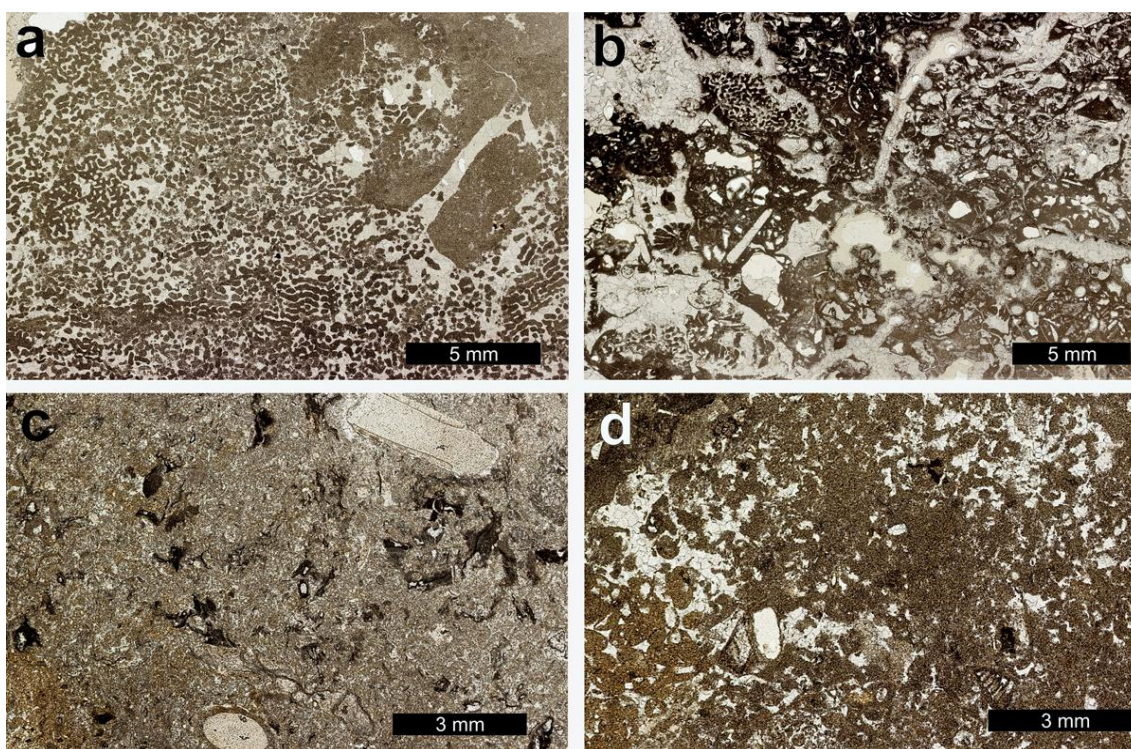


Figura 2.7: Làmines primes (llum paral·lela) de les fàcies del Miocè superior més representatives presents a la Cova de sa Gleda, on s'hi observen les característiques texturals i de composició. a) textura *framestone* amb coralls (*Porites*) de la fàcies de front d'escull; b) textura *rudstone* amb coralls i altra macrofauna (fàcies de front d'escull); c) *packstone* amb equinoderms, foraminífers i mol·luscs (fàcies de lagoon extern); d) *wackestone* amb abundants peloids i foraminífers (fàcies de lagoon intern). Agafat de GINÉS *et al.*, 2008.

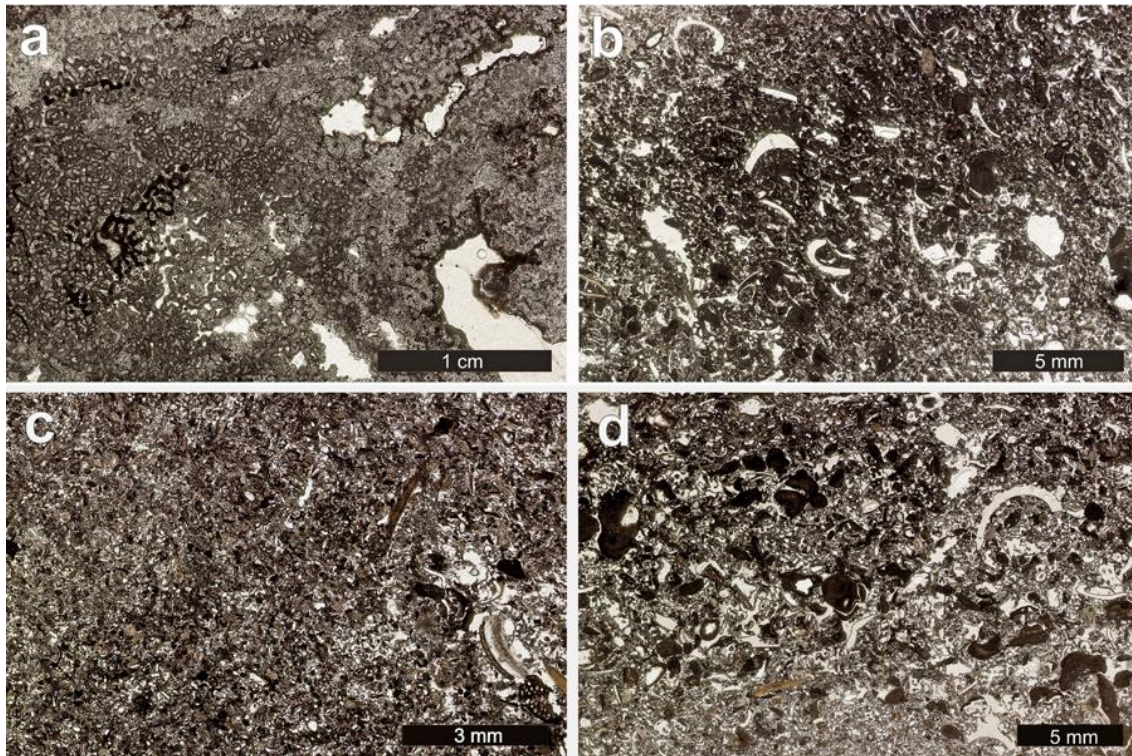


Figura 2.8: Làmines primes (llum paral·lela) de les fàcies del Miocè superior més representatives presents a la Cova des Pas de Vallgornera, on s'hi observen les característiques texturals i de composició. a) textura *framestone* amb coralls (*Porites*) i una important porositat primària, corresponent a la fàcies de front d'escull; b) textura *packstone* amb foraminífers, briozous i fragments de mol·luscs (fàcies de lagoon intern, condicions hipersalines); c) *packstone* amb foraminífers, equinoderms i algues vermelles (fàcies de lagoon extern); d) *wackestone-packstone* amb foraminífers (fàcies de lagoon intern). Agafat de GINÉS *et al.* (2008).

conques neògenes les parts més subsidents presenten potències importants de Pliocè i Quaternari, mentre que a les parts menys subsidents són els dipòsits tabulars del Miocè superior els que afloren amplament. Aquests dipòsits conformen el relleu estructural de la part oriental i sud de Mallorca (Migjorn), que acaba a la línia de costa amb un seguit d'espectaculars penya-segats, amb una gran continuïtat només trencada per l'acció incisiva dels barrancs i torrents, i on els fenòmens endocàrstics hi són ben presents.

Malgrat l'aparent uniformitat litològica carbonatada del Migjorn, els dipòsits del Miocè superior mostren una certa complexitat, diferenciant-s'hi una sèrie de seqüències que es corresponen amb els diversos ambients deposicionals, disposats en arquitectures també complexes pròpies de les plataformes carbonades d'àmbit tropical, i que es caracteritzen des del punt de vista litològic per una gran variabilitat textural. Així, seguint a FORNÓS *et al.* (2002b) la seqüència inferior, que correspon cronològicament

<i>localitat</i>	<i>mecanisme espeleogenètic</i>	<i>tipus de cavitats i formes dominants</i>	
		Miocè superior del Migjorn (Complex d'Esculls)	
		fàcies de front	fàcies de lagoon
Cova de sa Gleda	excavació freàtica a la zona de mescla costanera	grans cavitats ramiformes o espongiformes on dominen les morfologies de col·lapse abundants formes de dissolució i presència de galeries excavades a favor dels plans d'estratificació	presència de galeries de dissolució excavades a favor dels plans d'estratificació
Cova des Pas de Vallgornera	excavació freàtica a la zona de mescla costanera	grans cavitats ramiformes o espongiformes on dominen les morfologies de col·lapse	
	possible gènesi hipogènica: recàrrega basal i mescla amb aquífer meteòric	galeries sinuoses excavades en la barrera de coralls escasses galeries amb clar control estructural abundants formes de dissolució	gran xarxa laberíntica amb fort control estructural petites sales de col·lapse en coralls aïllats abundants formes de dissolució freàtica soma formes de dissolució de possible origen hipogènic

Figura 2.9: Mecanismes espeleogenètics implicats a les dues grans xarxes subterrànies, el sistema Gleda-Camp des Pou i la cova des Pas de Vallgornera i associació morfològica resultant en funció dels condicionants litològics.

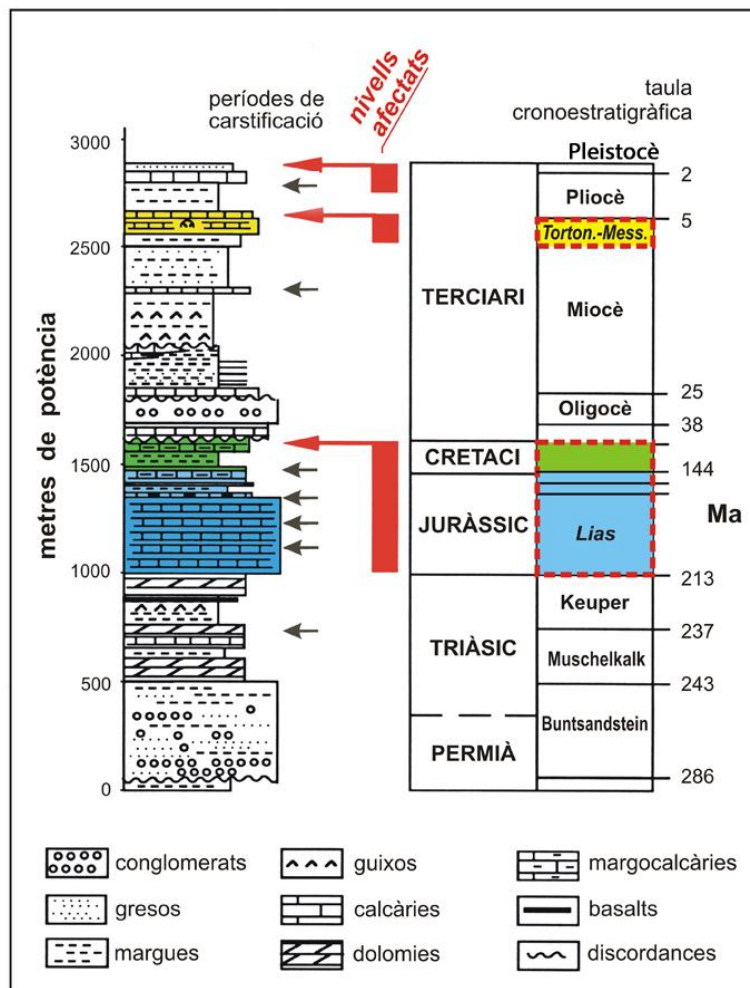


Figura 2.10: Columna litoestratigràfica sintètica de Mallorca amb indicació dels episodis de paleocarsstificació (fletxes) i els principals nivells afectats (columnes verticals vermelles). Modificat de GINÉS *et al.* (2011) i a la vegada modificat a partir de FORNÓS *et al.* (1995). Amb les darreres descobertes (GRÀCIA *et al.*, 2014) s'ha modificat la zona superior de la columna estratigràfica i s'han inclòs les calcarenites del Pliocè i Pleistocè com a llocs carstificats.

al Tortoniana inferior i està disposada en direcció a conca sobre el mesozoic plegat, correspon a les *Calcisiltites* amb *Heterostegina* (POMAR, 1979). Es tracta de materials dipositats en una plataforma marina, en un ambient de rampa carbonatada, i que estan compostos majoritàriament per calcilitites que alternen amb capes de calcarenites, la qual cosa els hi confereix una visible estratificació horitzontal. Entre els grans bioclàstics que la componen, a més d'abundants foraminífers i equinoderms, són les algues coral·linàcies el component dominant, essent els coralls absents.

La textura fina dels materials (*packstone* –TUCKER & WRIGHT, 1990 p. 20–) afavoreix la presència de bandes amb una intensa bioturbació. Des del punt de vista hidrològic aquesta unitat es pot considerar un aquípard, comportant-se com una unitat semi-impermeable en la qual els fenòmens de carstificació hi són pràcticament inexistents.

Disposada de forma concordant sobre l'anterior, o discordant sobre el basament mesozoic plegat, trobem la següent unitat que correspon al *Complex d'Esculls* (POMAR *et al.*, 1983) d'edat Tortoniana superior – Messinià complexa arquitectura que en resulta

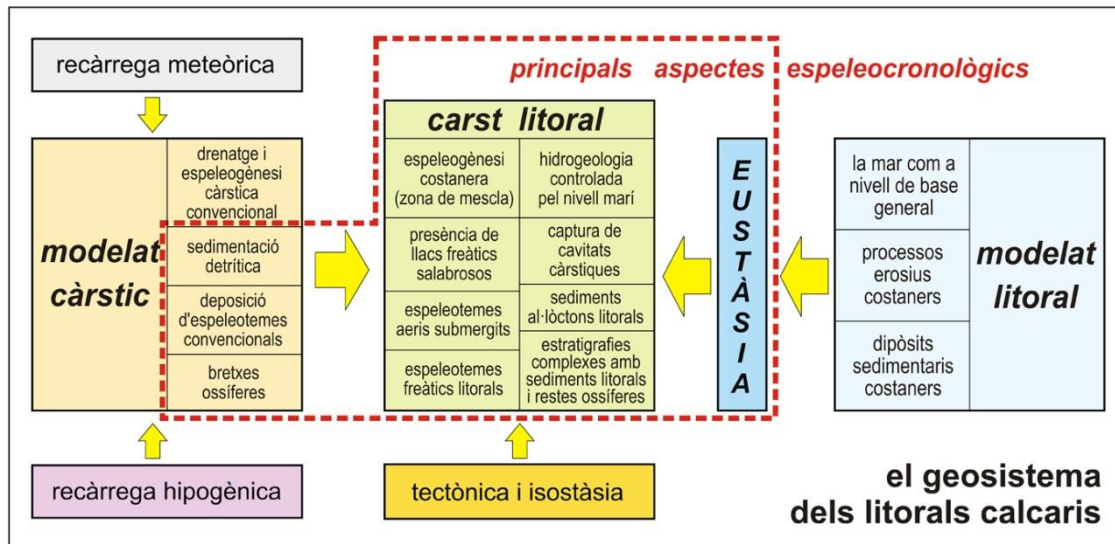


Figura 2.11: Esquema conceptual del funcionament del geosistema càrstic-litoral i de les seves possibilitats espeleocronològiques, relacionades moltes d'elles amb les oscil·lacions glacioeustàtiques. GINÉS *et al.* (2011).

de la disposició dels diferents subambients implicats, en funció de les oscil·lacions del nivell de la mar (POMAR *et al.*, 1996). En aquest sentit, i donada la importància que té la variabilitat textural resultant pel que fa a l'espeleogènesi, paga la pena diferenciar les litofàcies que es poden trobar dins d'aquest complex escullós, disposat en franges paral·leles a la paleolínia de costa, la progradació del qual ha donat lloc a les actuals marines. Així, les fàcies més profundes i obertes associades al desenvolupament escullós (fàcies de plataforma i de talús distal) estan formades per una alternança de calcarenites, més o menys fangoses (*grainstone-packstone*) de grans gruixuts i en les quals les algues vermelles formant rodòlits són els components principals, amb nivells més calcisiltítics (*packstone-wackestone*) que contenen foraminífers planctònics i abundants fragments de mol·luscs, equinoderms i algues vermelles. El conjunt presenta poca porositat. A peu del talús escullós, i caracteritzat per la laminació amb fort pendent en direcció a conca, trobem sediments calcarenítics molt grollers i de gran variabilitat (*packstone, grainstone, rudstone, floatstone*) que tenen com a bioclasts fragments de mol·luscs, equinoderms, algues vermelles i verdes, briozous i també fragments de coralls. Aquesta litofàcies (fàcies de talús) es caracteritza per una elevada porositat interpartícula.

Les fàcies que pertanyen al nucli de l'escull, sigui a la cresta com a la paret progradant, presenten una textura *framestone* formada pel creixement de les colònies

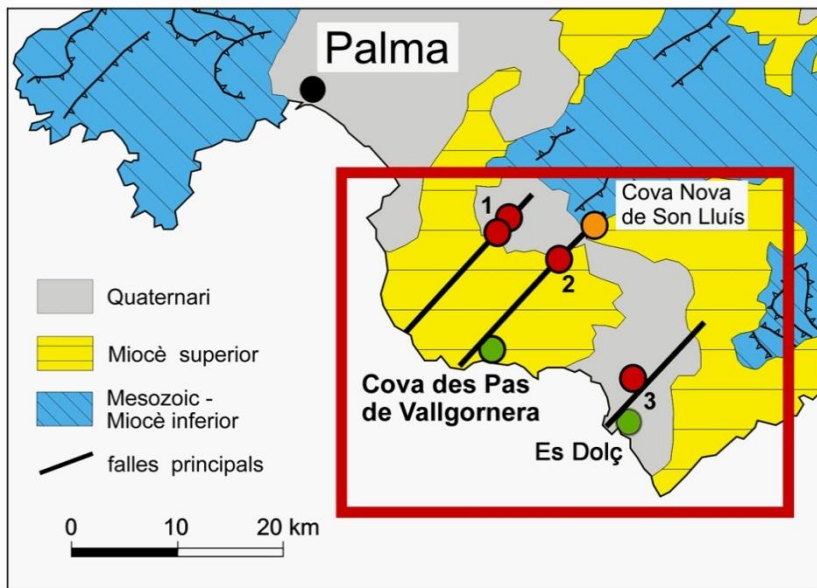


Figura 2.12: Localització d'algunes anomalies geotèrmiques conegudes a la part meridional de Mallorca. 1) pous a prop de la població de Lluçmajor; 2) Païssa (Lluçmajor); 3) Font Santa (Campos). La cova Nova de Son Lluís (Porreres), cavitat vadosa que mostra morfologies de possible origen hipogènic, se situa en materials carbonatats plegats del Mesozoic. Localització de les cavitats litorals amb morfologies hipogèniques. Modificat de GINÉS *et al.* (2008).

coral·lines, dominades pel gènere *Porites* i caracteritzades pel diferent hàbit de creixement coral·lí que varia en funció de la profunditat.

L'estratificació d'aquesta fàcies de front escullós es poc visible donant cossos massius de potència variable, en els quals es fa difícil observar cap laminació. És molt abundant la

presència de macroorganismes, tant reomplint els buits deposicionals com de forma incrustant sobre els coralls. Aquesta litofàcies es caracteritza tant per l'elevadíssima porositat primària de tipus interpartícula com per la porositat secundària de tipus motlle, afavorida per la diferent mineralogia carbonatada d'alguns dels seus components, especialment els coralls aragonítics. Aquest fet li confereix una especial predisposició a l'espeleogènesi càrstica en raó de la seva elevada permeabilitat (FORNÓS & GELABERT, 1995; 2011) i, en la mateixa línia, afavoreix la posterior evolució morfològica de l'endocarst mitjançant successius processos de col·lapse i dissolució dels materials resultants (GINÉS & GINÉS, 2007; GINÉS *et al.*, 2008).

Finalment, trobem les litofàcies corresponents als subambients més restringits del complex escullós, aquelles que corresponen al *lagoon*, en les seves parts més externes o obertes i les més internes o restringides. En funció del grau d'obertura del *lagoon*, en les fàcies que podríem denominar externes, s'incrementa la mida de gra (*grainstone-packstone*) disminuint el percentatge de fang i mostrant una major variabilitat en el tipus de components presents, com és per exemple la presència de coralls aïllats (*patch reefs*). Aquestes fàcies de *lagoon extern* presenten baixa porositat

primària però assoleixen una elevada permeabilitat mitjançant la fracturació. Com a fàcies que caracteritzen els ambients hidrodinàmicament més tranquils i interns del *lagoon*, tenim aquelles que mostren una clara laminació horitzontal i una textura fina (*mudstone-wackestone*), en les quals els peloids i mol·luscs (sencers) en són els components principals. Des del punt de vista hidrològic aquests nivells de *lagoon intern* també es poden considerar aquitards, en raó de la seva baixa porositat, i són poc favorables per a l'actuació dels processos càrstics.

La darrera seqüència pertanyent al Miocè superior correspon al Messinià. A part d'una sèrie d'unitats menors –relacionades amb dinàmiques d'ambient litoral i restringit o amb fàcies de conca– presenta com a unitat més important, i molt ben representada en el Migjorn de Mallorca, les *Calcàries de Santanyí* també denominades *Complex Terminal* (ESTEBAN, 1979/80). Disposada de forma lleugerament discordant sobre una superfície d'erosió, aquesta unitat està afectada per un fort desenvolupament dels fenòmens paleocàrstics (FORNÓS, 1999). El Complex Terminal presenta dos clares associacions de fàcies: la basal, caracteritzada per una marcada estratificació en capes decimètriques (formades per *packstones* de miliòlids amb ostreïds i altres mol·luscs), que mostren estructures verticals degudes a arrels hidromorfes i nivells finament laminats per recobriments criptalgals; i la superior que correspon a un nivell massiu amb una gran presència de les estructures tractives d'origen mareal i composició oolítica (*grainstone*), les quals alternen amb creixements estromatolítics amb doms que poden superar el metre de diàmetre. La presència de nivells centimètrics d'argiles i de materials carbonatats fins, a la base de les Calcàries de Santanyí, individualitza aquesta unitat des del punt de vista hidrològic. A més a més, el grau de cimentació elevat i la poca porositat primària de la roca fan que l'espeleogènesi càrstica estigui en general poc desenvolupada.

2.4 Els dipòsits del Pliocè i Pleistocè de la Depressió de Campos

L'estratigrafia de la zona on s'ubica es Dolç és ben evident dins de la cova, i suposa una vital font d'informació per l'absència d'afloraments exteriors. Es Dolç es desenvolupa en el contacte entre dues unitats estratigràfiques molt diferenciades i que determinen les característiques morfològiques de la cavitat (FORNÓS *et al.*, 2013; GRÀCIA *et al.*, 2014). Per una banda, els materials calcarenítics litorals del Pliocè

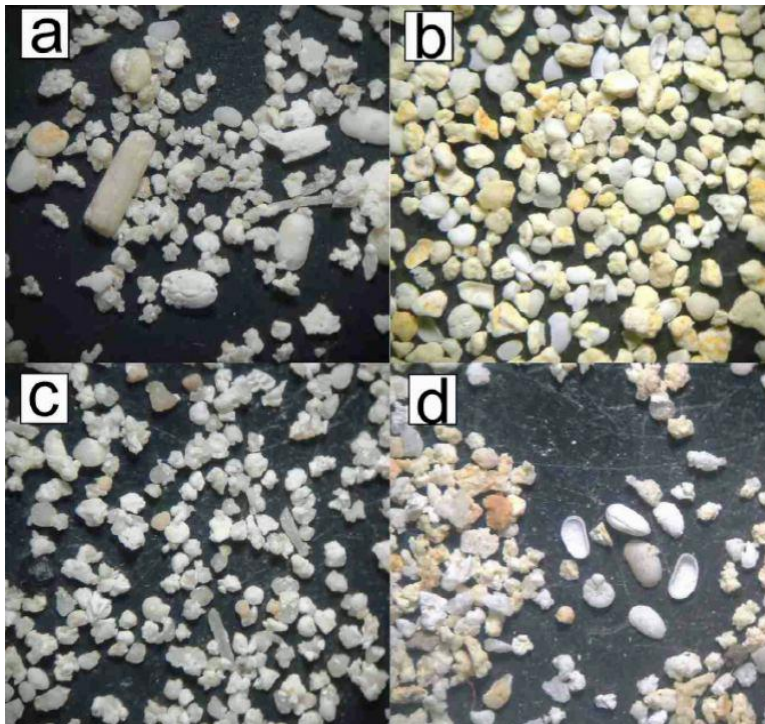


Figura 2.13: Microfàcies representatives de la seqüència sedimentària a Es Dolç: a) marí litoral, platja pliocena; b) litoral restringit (albufera) Pliocè; c) duna, Plio-Pleistocè ; d) platja, Pleistocè. FORNÓS *et al.* (2013).

mitjà-superior a la base i, per l'altra, els formats per eolianites amb paleosòls, que correspondrien ja al Pleistocè. El Pliocè presenta una seqüència regressiva que aniria des d'un ambient marí litoral format per calcisiltites bioturbades, passant per un ambient de platja més restringit i poc enèrgic tipus albufera (calca-

renites amb intercalacions

vermelloses-ocres (eolianites) força cimentades, corresponents segurament al Pliocè per passar després a eolianites del Pleistocè, sense que es vegi clarament la transició. Les eolianites mostren una clara estratificació plano-paral·lela. Amb més detall, a partir de l'article de FORNÓS *et al.* (2013) es distingeix la següent seqüència:

a) A una fondària situada entre els -19 i -22,5 m per davall del nivell marí, es troben calcisiltites del Pliocè amb uns 4,5 m de potència. La reconstrucció paleoambiental correspon a un ambient marí molt litoral de salinitat propera a la normal. Presenten forta

bioturbació per l'activitat de crustacis i contenen fragments de motlles de petits gasteròpodes i bivalves, pues d'equinoïdeus, ostràcodes (*Cyprideis torosa*, cf. *Aurila* sp. i altres indeterminats), foraminífers bentolitorals (*Ammonia* sp., *Cibicides* sp., Miliòlids) i crustacis (fragments de quelípodes de crancs).

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



Figura 2.14: Laminació espectacular de les eolianites a es Dolç, cavitat litoral amb la major part del recorregut que s'obri dins materials pleistocens. L'espeleogènesi és per tant d'una edat molt recent (Foto A. Cirer).



Figura 2.15: Imatges de processos hipogènics que han afectat a espeleotemes formats al llarg del Pleistocè, el que demostraria que alguns d'aquests processos presenten una antiguitat relativament recent. Galeries Hipòstiles de les coves del Drac (Foto A. Cirer i F. Gràcia).

c) Arenes eòliques i paleosòls (entre +2 i +9,8 i -18 m, amb una potència compresa entre 20 i 27,8 m) que correspondrien ja a un ambient d'acumulacions de platja alta i retoc eòlic. Aquestes eolianites que formen la major part de la cavitat han estat datades, mitjançant mètodes de cronologia absoluta, a la cota de -9 m com del Pleistocè inferior. Tanmateix pensam que a més fondària i abans dels -18 m les eolianites poden pertànyer al Pliocè. Presenten laminació centimètrica i contenen foraminífers bentolitorals fortament recristal·litzats, difícils de determinar; entre d'altres *Ammonia* sp., *Cibicides* sp., Miliòlids molt fragmentats i també fragments de pues d'equinoïdeus molt recristal·litzades. S'interpreten aquests nivells com a dipòsits formats en moments d'acumulació eòlica d'arena bioclàstica procedent de la zona costanera, que formaria dunes parabòliques alternants amb etapes, probablement més humides i càlides, que permetrien el desenvolupament de sòls edàfics. Part dels dipòsits eòlics estan separats per cossos lenticulars de poca potència, que corresponen a materials llimosos vermells característics de desenvolupaments de tipus edàfic.

PART II. ANTECEDENTS

Capítol 3. HISTÒRIA DE L'ESPELEOBUSSEIG AL CARST COSTANER DEL MIGJORN I LLEVANT DE MALLORCA

3.1. Exploracions abans del 1994

Aquesta especialitat espeleològica a Mallorca es va iniciar a principis dels anys 70, en una època en la qual es varen començar a realitzar immersions amb escassos i rudimentaris mitjans tècnics per part d'espeleòlegs aprenents de submarinistes. Així, l'any 1971 es van atacar els breus sifons (galeries totalment submergides), però d'accés esgotador, de la cova de

les Rodes (Pollença), a la serra de Tramuntana de Mallorca, per part de G. García i M. Hidalgo. Aquests, juntament amb LL. Astier i J. Cerdán, tots espeleòlegs catalans, realitzen l'any 1972 l'exploració i topografia de les continuacions subaquàtiques de la cova Marina des Pont (TRIAS & MIR, 1977), essent

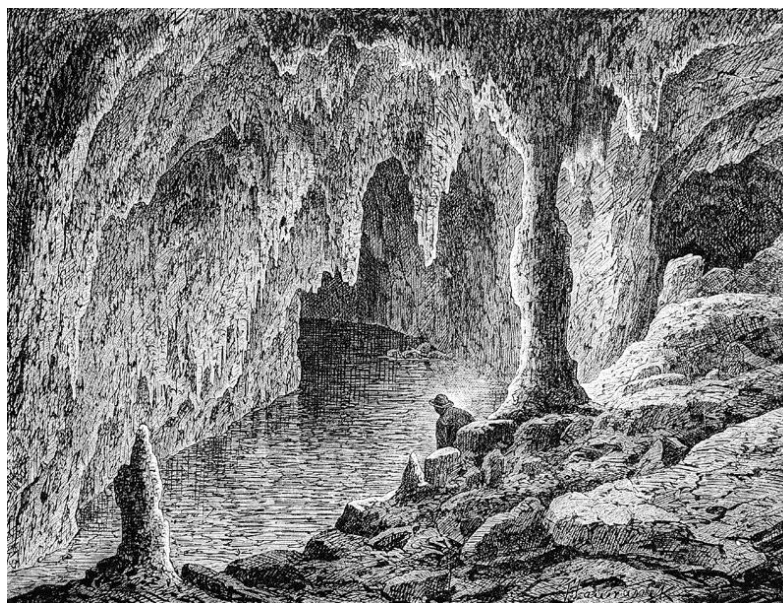


Figura 3.1: La presència de trams de galeries inundats suposava el final de les antigues exploracions espeleològiques.

per tant la primera immersió documentada en una cavitat del Migjorn de Mallorca (Manacor). Un dia després LL. Astier i J. Cerdán realitzen una immersió en un dels llacs de les coves del Pirata, també en el municipi de Manacor (GINÉS & GINÉS, 1976).

Miquel Garau del Grup Espeleològic EST, explora l'any 1974, 40 metres del sifó 2 de la cova dets Estudiants, situada al municipi de Sóller, a la serra de Tramuntana. Altre pioner va esser Francesc Ripoll, del Speleo Club de Mallorca (Figs. 3.2, i 3.3), que l'any 1974 realitzà un croquis de l'inici subaquàtic de la cova de sa Gleda (Manacor), a on localitza una gran campana d'aire a una vintena de metres de l'entrada (FORNÓS *et al.*,



Figura 3.2: Primeres immersions documentades realitzades per mallorquins l'any 1973 dins cavitats litorals. Lluís Roca i Francesc Ripoll. Pou de Can Carro (Campos). Fotografia: Arxiu Miquel Trias.



Figura 3.3: Francesc Ripoll, a l'esquerra a de la fotografia, l'any 2011 a la cova de sa Gleda, recordant la primera exploració de l'any 1974 per un documental per Televisió. Fotografia M. A. Perelló.

1989). La mentalitat exploratòria de l'època era principalment la de superar trams inundats per accedir a sales o galeries eixutes.

En aquesta dècada les tècniques de busseig no estaven encara adaptades al busseig espeleo-

lògic, emprant pràcticament la mateixa configuració de l'equip que dins mar. Els aparells de respiració autònoma anomenats bitràquees, eren molt rudimentaris i perillosos i normalment s'emprava una sola botella carregada a unes 120 atmosferes. La vestimenta era de goma. No s'empraven els rodets de fil guia autònoms, i s'anava fermat a una corda que anaven amollant des de l'inici del busseig els companys; a més a més, la comunicació era per estirades de la corda, fet que provocava fàcilment situacions de confusió i embolics i els accidents estaven a l'ordre del dia. El material d'immersió era extremadament car, poc fiable i mal d'aconseguir pels practicants de busseig no professional.

Als anys 80, Mallorca va passar a esser freqüentada per espeleobussejadors alemanys i xecs. Mentrestant també es realitzaven immersions per part de mallorquins en diferents cavitats de l'illa; així les exploracions efectuades els anys 1986 i 1987 per Jaume Oliver del Grup Espeleològic EST, Martí Ginard i José María Álvarez "Jopelas" del GEM a la cova dels Estudiants (Sóller) i a la cova des Bastons (Alcúdia) constitueixen una pàgina important de la història de l'espeleobusseig insular. A la

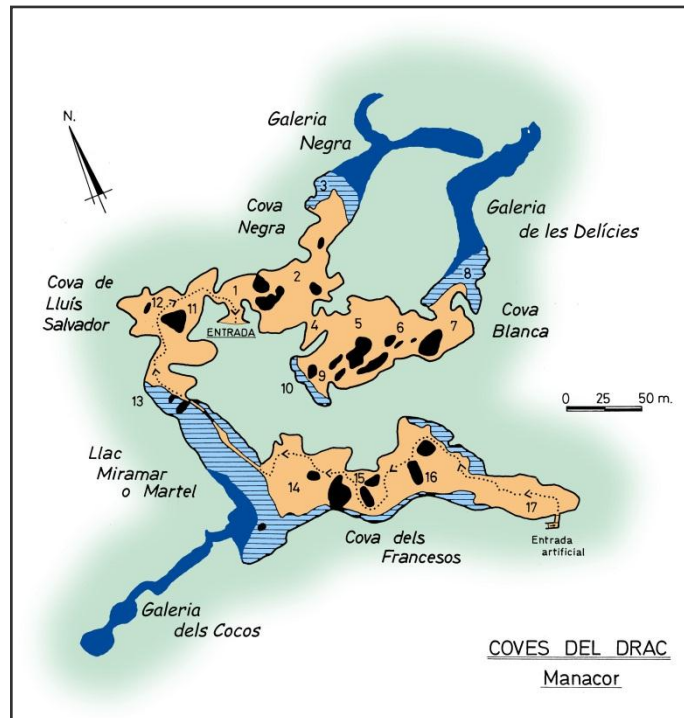


Figura 3.4: Les exploracions efectuades a les coves del Drac (Manacor) constitueixen les troballes més importants efectuades per les expedicions britàniques a Mallorca. Modificat de GINÉS & GINÉS (1992) i de CLARKE (1991).

primera de les coves citades, una galeria de drenatge activa situada a la serra de Tramuntana, Martí Ginard, en el tercer sífó, molt allunyat de l'entrada de la cova, aconseguia superar un pas estret, a més de 50 metres de fondària sota les aigües i materials havien progressat molt, ja s'empraven reguladors, però es tractava d'expedicions que implicaven un gran desplegament de material i de recursos humans per ajudar a transportar el pesat i voluminós equipament, ideat per portar les botelles col·locades dorsalment.

D'ençà de l'any 1988, un equip d'escafandristes gal·lesos del Cwmbran Caving Club, dirigits per Owen Clarke, va estar visitant regularment Mallorca, realitzant immersions a les coves litorals de la zona del Migjorn i als conductes actius de drenatge de la serra de Tramuntana (Figs.3.4 i 3.5). Les tècniques de progressió eren del tot revolucionàries: major independència del bussejador sense tenir que dependre de portejadors; material vital portat per duplicat, arnesos per dur les botelles col·locades lateralment per forçar passos estrets, rodets d'exploració i auxiliars, ordinadors de busseig i tota una sèrie de millores en l'equip. Endemés un factor important era que es



Figura 3.5: Exploració per part dels britànics del Dolç de cala Murta (Manacor). A finals dels anys 80 i començament dels 90 van realitzar diverses campanyes a Mallorca. Fotografia: O. Clarck.



Figures 3.6 i 3.7: Primeres immersions a la cova des Pas de Vallgornera, els anys 1992 i 1993 per part de membres del club CAS Tritón i de l'ANEM. Es pot observar que la major part de l'equipament encara no està adaptat al busseig dins coves. Fotografies: J. Serra.

tractava d'especialistes en el camp de l'espeleobusseig i no espeleòlegs o bussos d'aigües obertes que s'aventurassin esporàdicament dins les cavitats. Les coves objecte de la seva atenció eren ben conegudes; les seves topografies havien sortit publicades a les planes de la publicació *Endins* o constaven a l'arxiu topogràfic de la Federació Balear d'Espeleologia i generalment no havien rebut gaire atenció dels escafandristes illencs. Emperò els tranquils llacs salabrosos de les coves de Manacor i Felanitx van resultar esser ben gratificants amb resultats importants en el camp exploratori que modificaren el registre de les cavitats mallorquines de més desenvolupament horitzontal. Les exploracions més destacades es feren a la cova dels Ases (Felanitx) i a les coves del Pirata i des Pont (Manacor). A la primera aconseguiren una comunicació directa amb la mar, després de superar dos sifons; el primer, de 11 m de llargada, connecta amb una sala de 117 m de llarg amb un llac al seu

extrem SE, llac que després de 20 m de galeria inundada comunica amb la mar oberta. A la cova des Pont i coves del Pirata de Manacor, no troben gaires continuacions sota les aigües, però aconsegueixen connectar ambdues coves l'any 1989. També realitzaren una primera immersió al llac de la cova d'en Bessó o cova Genovesa i a la cova des Serral, però troben poques continuacions. L'any 1990 es busseja a la cova de sa Gleda, explorant parcialment la sala Francesc Ripoll, sala de gran volum i molt decorada; també exploren el dolç o ullal de Cala Murta (CLARKE, 1991-92, Fig. 3.5). L'any 1991 es troben importants continuacions al llac Negre, llac de les Delícies i llac Martel de les turístiques coves del Drac, que constitueix la seva principal descoberta subaquàtica als carsts del Migjorn de Mallorca (CLARKE, 1991). Fins a l'any 1994 es realitzen campanyes en algunes de les cavitats del Migjorn (FARR, 1997-98). No obstant, la descripció



Figures 3.8 i 3.9. Superior: Primera immersió l'any 2015 a l'entrada submarina de la cova des Coll. Inferior: Busseig al llac d'entrada a on s'inicia el sector del Descobriment i l'enllaç amb el sector del Poble. Bussejadors F. Gràcia i Owen Clarcke. Fotos P. Watkinson.

que s'elaborava sobre els descobriments era escassa i pobre, ja que no es reflectia en articles que documentessin suficientment les troballes. Els descobriments efectuats al carst del Migjorn pels espeleobussejadors gal·lesos no van esser tot l'espectacular que haguessin pogut, ja que varen voler explorar moltes cavitats a la vegada sense



Figures 3.10, 3.11, 3.12: Primeres immersions a la cova des Coll els anys 1994 i 1995 per part d'espeleòlegs especialitzats en cavitats subaquàtiques. Robert Landreth, Peter Watkinson, Owen Clarke i Francesc Gràcia. Fotografies F. Gràcia i Peter Watkinson.

aprofundir i forçar molts dels indrets. També s'ha de dir que tenien en molts de casos l'idea equivocada de que aquestes cavitats costaneres son galeries de drenatge, semblants a les de Gran Bretanya, amb una disposició del tot diferent al que són realment.

Paral·lelament, espeleobussejadors mallorquins del club Tritón i membres de l'ANEM (Figs. 3.6 i 3.7) realitzen els anys 91 i 92 l'exploració i topografia d'una sèrie de galeries subaquàtiques de la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor), cavitat actualment protegida pel Govern de les Illes Balears, que es publicaren a la revista especialitzada en espeleologia *Endins* (MERINO, 1993).

3.2. Exploracions d'ençà del 1994

D'ençà de l'any 1994, l'espeleobusseig a Mallorca va experimentar un canvi important que començà a partir de la superació dels sifons inicials de la cova des Coll per part de Francesc Gràcia i Peter Watkinson (actiu entre 1994-2002. Com a espeleobussejador entre 1995 i 1996, després terrestre) de la secció d'espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca (GEM), mentre realitzaven l'estudi de les cavitats del litoral d'una part del terme de Felanitx (Figs. 3.10,11,12,13). Inicialment empraren metodologies arcaiques i una gran pobresa de

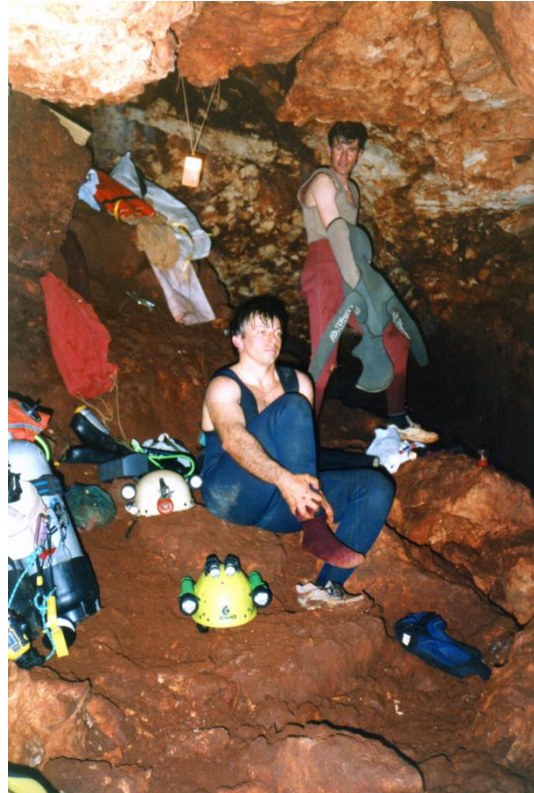


Figura 3.13: Any 1994, Xisco Gràcia i Peter Watkinson a la cova des Coll.



Figura 3.14: Xisco Gràcia, Juan José Lavergne i Bernat Clamor l'any 1999. Aquesta època va suposar un gran avanç en les exploracions efectuades a la cova de sa Gleda. D'ençà de l'any 1994 fins al 2010 el nombre d'espeleobussejadors habituals que feien recerca a Mallorca era només de 3 persones.



Figura 3.15: L'enyorat Mateu Febrer a la cova de sa Sínia l'any 2002 (Portocolom).

mitjans, però va suposar el detonant vocacional d'un grup d'espeleòlegs insulars (membres de la Federació Balear d'Espeleologia) cap a l'especialització en l'exploració i estudi de les cavitats subaquàtiques. Posteriorment es va incorporar Robert Landreth (actiu entre 1995-2002 de forma intermitent) de la secció d'espeleologia del Club Ciclista Defensora Sollerense (CCDS) de Sóller, amb més coneixements tècnics, que van suposar una bona empenta a les progressions subaquàtiques (actiu entre 1995-1999). Owen Clarke, que havia estat realitzant i coordinant diverses campanyes a Mallorca contactà amb ells

per incorporar-se al grup d'exploradors, el qual aportà a l'exploració de la cova des Coll, la tècnica de busseig espeleològic pròpia de Gran Bretanya, que permet forçar passos molt estrets i realitzar importants progressions. A les darreries d'aquesta època s'incorpora al grup Bernat Clamor del Grup Nord de Mallorca (GNM), que es convertiria en el millor espeleobussejador-punta de l'equip. Donades les característiques i el recorregut de la cavitat, les nombroses exploracions efectuades van servir de model per l'aprenentatge i la incorporació progressiva de les tècniques d'escafandrisme dins coves progressivament amb el propi descobriment de la gruta. Els membres fundadors, juntament amb altres que s'hi afegiren posteriorment (Fig. 3.14), com Juan José Lavergne (1998-2001), Pedro Gracia (2000-2004, de forma intermitent) i Miquel Àngel Gual (2001-2003), s'unificaren dins la secció d'espeleobusseig del Grup Nord de Mallorca (GNM). Posteriorment s'incorporen a la secció Mateu Febrer (2004-2012) i Pere Gamundí (a partir de 2006) (Figs. 3.15,16). D'ençà de 2008 els bussos de coves Miquel Perelló i Miquel Vives han format un altra agrupació dintre del grup espeleològic de Llubí (GELL) (Fig. 3.17). Aquests darrers han fet tasques de documentació fotogràfica i de filmació, així com algunes tasques d'exploració i topografia del sector Antic de la cova des Pas de Vallgornera.

Fruit de les recerques de tots aquests anys ha estat l'estudi de moltes cavitats, entre les quals destaquen, de nord a sud: la font de ses Aiguades (GRÀCIA *et al.*, 2001c), la cova de ses Llàgrimes (GRÀCIA *et al.*, 2003d) (terme d'Alcúdia); la cova de s'Abisament (GRÀCIA *et al.*, 2006b) (terme de Sant Llorenç des Cardassar); la cova Genovesa o cova d'en Bessó (GRÀCIA *et al.*, 2003a, 2003b), el sistema Pirata-Pont-Piqueta (GRÀCIA *et al.*, 2006a), la cova des Coloms de cala Falcó, la cova des Coloms de Cala Varques (GRÀCIA *et al.*, 2010b), la cova de Cala Varques B, la cova des Xuetes o cova de Cala Varques ACD (GRÀCIA *et al.*, 2000), la cova de sa Gleda (GRÀCIA & CLAMOR, 2001a; GRÀCIA *et al.*, 2007a, 2010a) (terme de Manacor); la cova des Ases, la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 1997, 2005), la cova d'en Bassol o cova d'en Passol, la cova de Cala Mitjana (GRÀCIA *et al.*, 1998a; FORNÓS & GRÀCIA, 2007) (terme de Felanitx), la cova des Drac de Cala Santanyí (GRÀCIA *et al.*, 1998b) (terme de Santanyí) i la cova des Pas de Vallgornera (GRÀCIA *et al.*, 2009a, 2009b) (terme de Lluçmajor).

D'ençà de l'any 2009 es produeix un increment exponencial dels practicants d'espeleobusseig a Mallorca. A començaments de la dècada es troben tots



Figura 3.16: Bernat Clamor i Pere Gamundí flanquegen a Mike Madden, espeleobussejador destacat a la historia de les exploracions als cenotes de Yucatan. Any 2006, preparatius per les filmacions de la sèrie de Televisió Espanyola de *Al Filo de lo Imposible* (Foto F. Gràcia).



Figura 3.17: Miquel Àngel Perelló i Miquel Àngel Vives. Entre moltes d'altres, han destacat a les exploracions efectuades a la cova des Pas de Vallgornera. Son peces clau en la filmació de les cavitats litorals.



Figura 3.18: Preparatius abans del busseig a les coves del Drac l'any 2014. D'esquerra a dreta: Bernat Clamor, Toni Cirer, Xisco Gràcia, Freddy Fernández i Pere Gamundí.

Cirer (2009-), Guillem Mulet (2011-), Anders Kristofersson (2011-), Freddy Fernández (2012-), Nicolás Betton (2013-), Maria Martínez Palou (2013-), Juan Carlos Lázaro (2014-), Davide Ansaldi (2014-), Guillem Mascaró (2015-), Joan Pérez (2015-), i Sergio Jimenez. Aquests s'afegeixen als que queden encara actius, que per ordre d'antiguitat són: Xisco Gràcia (d'ençà de 1994), Bernat Clamor (d'ençà de 1995), Pere Gamundí (d'ençà de 2006), Miquel Àngel Perello i Miquel Àngel Vives (d'ençà de 2008). (Fig. 3.18,19).

Les tasques efectuades els darrers anys les comentam desglossades per cavitats:

Cova des Pas de Vallgornera. Entre els anys 2010 i 2015 els espeleobussejadors dels grups GELL, Voltors i GNM han explorat en diferents sectors de la cova des Pas de Vallgornera i efectuat troballes molt importants. Les més destacades han estat: **Sector dels Privilegiats**, explorat per Miquel Àngel Perelló, Miquel Àngel Vives i Guillem Mulet. Es troba al SE de la cavitat, després de la via Max i abans del sector Subaquàtic de Gregal i connecta amb ell per la galeria Joan Max. **Sector Gran Canyó Subaquàtic**, explorades per Miquel Àngel Perelló i Guillem Mulet l'any 2013. Es tracta de nivells inferiors subaquàtics on els bussejadors requereixen del suport logístic d'altres espeleòlegs per transportar, al llarg d'hores, el pesat i voluminós

vinculats a la Secció d'Espeleobusseig del GNM, però a mesura que passen els anys en surten a altres grups com són Voltors (Anders Kristofersson) i GELL (Guillem Mulet i s'incorporen novament el 2015 Miquel Àngel Perelló i Miquel Àngel Vives). Així, s'incorporen a les exploracions subaquàtiques Jaume Pocoví (actiu de forma intermitent entre 2009-2013), Antoni



Figura 3.19: Any 2013. Aturada per arreplegar forces i plantejament de les tasques abans d'anar a les coves del Drac. D'esquerre a dreta: Miquel Àngel Gual, Jaume Pocoví, Maria Martínez, Nicolàs Betton, Antoni Cirer, Xisco Gràcia i Xavier Bascuñana. Tots menys el darrer mencionat han estat o són espeleobussejadors. Els espeleòlegs terrestres de l'SCM han efectuat col·laboracions topogràfiques a les zones terrestres de les cavitats als diferents projectes realitzats.

equip d'immersió (MULET, 2013). **Sector del Mussol** (com. pers. Anders Kristofersson) es localitza a l'E del laberint Inferior. El descobriment s'efectua per part d'Anders Kristofersson a començaments del 2014 i encara està en fase d'exploració. Miquel Àngel Perelló també realitza noves exploracions al **sector Subaquàtic de Gregal**, a on encara queden pendents moltes galeries que comuniquen entre sí les zones descobertes (com. pers. Miquel Àngel Perelló).

Cova dels Ases. L'any 2014 dos membres del GELL aconsegueixen impressionants descobriments a la cova. Ramon Martínez va estar picant en solitari, amb martell i escarpra, al llarg de diversos dies, molt incòmode i entre blocs, molt a prop de la sala d'entrada (MULET, 2014) fins aconseguir desobstruir i superar uns 30 m de l'esfondrament que constituïa l'entrada a la cova i que seccionava la cavitat. Descobreix tres sales aèries molt decorades i amb llacs (**sales de na Laura, na Maribel i n'Aina**). La immersió per part de Guillem Mulet condueix a una gran sala subaquàtica, la **sala Posidó**, que s'estén per tot arreu. A la part més distal, un pic superada una galeria subaquàtica d'uns 70 m de longitud es troba una quarta sala terrestre (**sala de na Malén**), amb l'aire molt carregat de diòxid de carboni i que sembla



Figura 3.20: Preparatius previs a una immersió als nous sectors de la cova des Pas de Vallgornera. D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Anders Kristofersson, Nicolàs Betton, Miquel Àngel Perelló i Juan Carlos Lázaro. Foto A. Cirer.

tancada. Els espeleobussejadors han estat Guillem Mulet i Ramón Martínez. Les exploracions segueixen endavant (MULET, 2014).

Es Dolç. Entre els anys 2011 i 2013 el GNM efectua l'exploració d'aquesta sorprenent cavitat localitzada a la Colònia de Sant Jordi i que actua de surgència de les aigües subterrànies dins la platja homònima. Bernat Clamor entra en solitari per **l'Esfondrat des Dolç (Dolç Extern)**, entrada molt propera a la mar i explora amb dificultat i en solitari el laminador del Corrent. Al llarg de diversos dies aconsegueix superar passos estrets i accedir a galeries interiors. La immersió i

desobstrucció al llac molt som de la **cova de s'Aigua**, permet progressar per la **galeria Rectal (Dolç Extern)**, molt difícil i estreta i enllaçar amb les guies que provenen de **l'Esfondrat des Dolç**. El petitíssim llac situat al fons de **l'Esfondrat (Dolç Intern)** es desobstrueix i les exploracions se succeeixen i la cova creix centenars de metres. que han suposat 90 dies d'immersions. La cavitat posseeix un recorregut de 4.100 m. La distància lineal, si se segueix la cova, entre l'entrada més propera a la mar i la part interior més allunyada és de 1.444 m. Els bussos que han participat han estat: Bernat Clamor, Francesc Gràcia, Pere Gamundí, Antoni Cirer, Freddy Fernández, Nicolás Betton, Miquel Àngel Vives, Antoni Cifre i Miquel Àngel Perelló.

Coves del Drac. Entre els anys 2013 i 2015 s'han efectuat exploracions i feines topogràfiques, estudis i documentació de la cavitat per part del GNM amb la col·laboració de topografia terrestre de l'SCM. Els resultats de les recerques han estat sorprenents, ja que la cavitat assoleix els 5000 m, dels quals gairebé 3000 m són subaquàtics. Les indagacions que es varen fer en dues ocasions els anys 2009 i 2010 a la

cova no van fer suposar que es trobarien zones noves, tenint en compte que els anys 1990-91 els espeleobussejadors gal·lesos del CCC van fer molta feina a la cavitat. La troballa d'un pas estret entre columnes al final de la zona coneguda de la **galeria de les Delícies** va quedar com a tasca pendent a revisar.

La intervenció d'Àngel Ginés i Joan Fornós de la UIB i la bona predisposició del nou Director de les coves, el Sr. Maties Servera van permetre i autoritzar la realització de les tasques d'estudi de la cavitat. Freddy Fernández aconsegueix superar el **pas de les Columnes** i endinsar-se a les **galeries Hipòstiles**. D'ençà d'aquestes troballes els descobriments es disparen i apareixen



Figura 3.21: Guillem Mulet a la Font des Verger (Sóller). Les seves troballes a la cova dels Ases i a nous sectors subaquàtics de la cova des Pas de Vallgornera són aportacions importants.

noves galeries i sales no només a la **galeria de les Delícies**, sinó també al **llac Negre**. La **galeria Negra** s'aconsegueix unir amb la de les **Delícies** i també apareixen noves galeries a altres indrets. Al final de les **galeries Hipòstiles** parteix la **galeria Despullada**. A l'esquerra del **llac Negre** es descobreixen les **galeries de la Sultana**, un imbricat laberint iniciat per Pere Gamundí. També el **llac Martel** reserva nous misteris com la **galeria de la Gran Duquesa de Toscana** trobada per Antoni Cirer i de les **galeries Martel**, situades al costat del mateix llac. Al sector Antic apareix la **galeria de l'Arxiduc** que finalitza amb la **sala de la Bella Mort**. Quan semblava tot explorat Francesc Gràcia força un laminador i s'accedeix a les **galeries dels Domassos**. També Freddy Fernández supera una estretor i aconsegueix assolir continuacions al final de la **galeria Despullada**. Els participants a les feines subaquàtiques han estat Francesc Gràcia, Freddy Fernández, Antoni Cirer, Pere Gamundí, Nicolás Betton, Bernat Clamor, Miquel Àngel Vives, Miquel Àngel Perelló, Juan Carlos Lázaro, Guillem Mascaró i Joan Pérez.

S'ha de tenir present com és lògic, que el grau de compromís de les diferents persones varia molt i que també ha oscil·lat al llarg dels anys fins i tot pels més veterans. Tanmateix, en major o menor mesura, la tasca de tots ha estat i és fonamental i imprescindible per poder haver fet tot el que s'ha fet que és molt. De forma molt aproximada uns 55 quilòmetres de galeries subaquàtiques s'han explorat i documentat i la feina segueix endavant. Entre 1994 i 2008 no hi havia suficients espeleòlegs subaquàtics per mantenir diferents recerques els mateixos dies a diferents cavitats. D'ençà del 2009 la capacitat de feina i de tasques es dispara: equips d'exploració, topografia, estudi, fotografia i filmació tenen llocs a molts d'indrets i els resultats s'incrementen i acceleren. Abans, els mateixos membres, entre 2 i 4 fèiem totes les tasques en successives immersions i les feines s'eternitzaven. S'ha de tenir present que coves com es Dolç, de més de 4 km s'han documentat només en poc més de 2 anys. Abans, haguessin fet falta almenys el doble de temps.

3.3. Accidents mortals documentats dins cavitats litorals de Mallorca amb continuacions subaquàtiques

Hem trobat adient documentar i agrupar els accidents mortals que han succeït a Mallorca dins les cavitats litorals subaquàtiques, ja que les informacions que van aparèixer als medis de comunicació i que es troben penjades a la xarxa no són del tot correctes.

Any 1992. El primer accident de què es té constància escrita, es va produir a la gruta de l'Amo en Martí a Cala Morlanda (Manacor), a on una creu metàl·lica al peu del penya-segat recorda la tragèdia. La cavitat és una captura càrstico-marina amb un esfondrament interior que connecta amb la superfície. L'apneïsta Esteban Sánchez Clark, de 17 anys, feia pesca submarina dins la cavitat i després de disparar l'arpó aquest es va encaixar dins un crui. En voler ascendir a respirar va quedar enganxat amb el fil de l'arpó que s'embullà amb el cinturó de plom i les aletes.

17 d'agost de 2002. Carlos Pérez Vázquez de 28 anys, bussejador que posseïa la titulació *Full cave*, que acredita formació avançada en busseig dins coves i practicant assidu d'aquesta disciplina, encara que amb poca experiència, mor a la cova de sa Punta

des Moro, a cala Magraner (Manacor). L'infortunat explorava amb dos bussos més la surgència submarina, amb un únic tanc portat a l'esquena i sense configuració per busseig dins coves ni casc. Arriben a un pas molt estret a on ell s'enfonya i els companys l'esperen. Supera l'angostura i avança per una galeria que es va fent estreta fins a un lloc impenetrable situat a uns de 100 m de l'entrada. Allà psicològicament ha arribat molt afectat, ja que no talla el fil-guia del rodet d'exploració que ha fermat a una punta de roca i deixa abandonat el rodet i el talla-fils. Enormement angoixat i plenament conscient per la seva formació, de la temeritat efectuada, recula, ja que no es pot girar per l'estretor del conducte. Una roca que sobresurt del sostre topa amb la base del tanc i fa que quedi encaixat entre parets i sostre. L'espeleòleg entra en pànic i perd el control de la situació i d'ell mateix. S'intenta alliberar amb força bruta i d'una enganxada els cables del focus s'enreden amb el regulador i amb les punxes de les roques i el regulador li surt de la boca i no el torna a trobar. Mor ofegat, amb els tancs d'aire mig plens. Els companys l'esperen un temps prudencial primer a l'estretor, a on deixen un tanc d'aire i una llanterna encesa per si el company sortís, i després fóra de la cavitat fins que donen la veu d'alarma. Un espeleobussejador del GNM, Xisco Gràcia i dos membres del GEAS (Grupo Especial de Actividades Subacuáticas de la Guardia Civil) recuperen el cos i l'equip de l'infortunat poc després de l'accident. La mort es deu a la imprudència d'entrar sense equipament adequat i perdre el control mental.

12 d'octubre de 2004. El tercer accident mortal es produeix a la cova J-1 (Capdepera), d'uns 150 m de longitud i amb presència de molt de sediment. Ubicada entre la punta de na Foguera i el cap des Freu. Un grup de sis bussejadors d'aigües obertes s'endinsen a la cavitat sense instal·lar tan sols el fil-guia. Pensen erròniament que es troben a la cova de la Catedral que s'ubica a pocs metres de distància de la cova J-1 i que no presenta gaire dificultats. Els darrers del grup se n'adonen que s'està alçant sediment i s'aturen fent senyals als de davant sense èxit. Els dos que encapçalen la colla s'endinsen deixant darrera ells un núvol de sediment que s'alça a mesura que remenen el fons amb les aletes. Ja és massa tard, en adonar-se'n i sense fil-guia comencen una desesperada recerca de la sortida, només tenen visibilitat a escassos centímetres del rostre i entren en un estat de pànic, especialment en Marcos Moreno, policia local de Capdepera. Aquest, a cegues i totalment espantat, incrementa exponencialment el consum d'aire i avança de forma caòtica sense un rumb clar, cercant desesperadament

l'entrada de la cavitat i sap, amb visibilitat zero, que l'aire se li està acabant. No ho aconsegueix.

Mentrestant, Pedro Antonio Nadal va entrar de forma casual de cap a l'interior de la gruta, a la zona d'aigües netes, i veu al sostre un mirall d'aigua, senyal de la presència d'una cambra aèria. Ascendeix fins a una cambra d'aire i es col·loca damunt un petit replà que el deixa gairebé fóra de l'aigua i espera pacientment. A l'endemà, després de 28 hores d'espera Pedro se n'adona de la presència dels rescatadors del GEAS dins la gruta i els fa senyals lluminoses amb la llanterna. L'operació de rescat va ésser molt polèmica per la falta de material adequat per part dels membres del GEAS entre d'altres problemes, fets denunciats per la pròpia *Associació Unificada de la Guàrdia Civil (AUGC)* que es van fer públics als mitjans de comunicació i per no demanar la col·laboració dels especialistes d'espeleobusseig del GNM de la Federació Balear d'Espeleologia, malgrat el seu oferiment, que també es va fer públic en una carta de la FBE adreçada als diaris locals. De fet, els membres del GEAS es van haver d'endinsar a la cova amb les mateixes llanternes dels quatre bussos que inicialment van aconseguir sortir de la gruta. Primer realitzaren una primera immersió de 20 minuts sense resultats i més tard es tornen a submergir i han d'avortar la immersió per la manca de material. Una vegada arribats més reforços recuperen el cos de Marcos Moreno i a les 18,10 hores es procedeix a efectuar una altra entrada a la cova que s'ha de suspendre per falta de bateria de les llanternes i focus. A l'endemà es reprenen les tasques de salvament amb tots els mitjans disponibles del GEAS i s'efectua la troballa de Pedro Antonio a la cambra aèria. El supervivent tenia símptomes d'hipotèrmia degut a les hores en què va restar immòbil a la cavitat.

Comunicat de la Federació Balear d'Espeleologia en relació a l'accident i rescat a la J-1 que es va publicar en diversos diaris locals:

EL RESCAT A LA COVA J-1 DE CAPDEPERA I LES PAUTES A SEGUIR ALS RESCATS D'ESPELEOBUSSEIG

El rescat a una cavitat submarina de Capdepera d'un submarinista ha generat gran quantitat de comentaris i discussions als ambients relacionats amb l'espeleobusseig i les coves en general. Aquestes reflexions han transcendit al carrer i als medis de comunicació. Davant aquests fets i amb l'esperança de millorar els rescats en el futur, la Federació Balear d'Espeleologia vol expressar la seva anàlisi:

- 1) Expressar l'alegria de la FBE pel rescat amb final feliç del bussejador.
- 2) Confirmar que membres de la FBE, un dels quals havia localitzat i desencaixat de les parets el cos de l'espeleobussejador Carlos Pérez l'agost de 2002 a la cova de sa Punta des Moro (cala Magraner), assabentats pels periodistes de l'accident es van posar en contacte el dia 12 d'octubre amb la Guàrdia Civil per oferir-se a col·laborar amb la recerca i van tornar a telefonar el dia 13 amb el mateix oferiment. Inexplicablement no van obtenir resposta.
- 3) Explicar que la FBE compta amb espeleòlegs especialitzats en l'exploració, topografia i documentació de cavitats subaquàtiques de gran complexitat i recorregut (a Mallorca es troben les cavitats subaquàtiques de major recorregut de l'Estat Espanyol que han estat explorades, topografiades i estudiades per ells).
- 4) La cavitat (cova J-1), està inventariada i se considera de dimensions modestes i poc complicada, encara que perillosa per la presència de sediment. La FBE també tenia al seu poder una topografia simplificada de la cova i la constància per part de bussejadors de la presència de cambres d'aire al seu interior, tal com va aparèixer publicat al diari "El mundo" el dia 13 d'octubre.

- 5) La primera pauta del protocol a seguir en un rescat d'espeleobusseig és posar-se en contacte amb bons coneixedors de la cavitat i amb espeleobussejadors experimentats i demanar totes les característiques que es coneguin de la gruta.
- 6) La segona pauta del protocol a seguir en el rescat és revisar, si es té constància de la seva existència, les cambres d'aire que es localitzen a la cavitat. No s'ha d'ajornar la recerca dels escafandristes sense haver revisat aquests espais. A una cavitat no té sentit suspendre la recerca del bussejador per ésser de nit a l'exterior.
- 7) En el cas d'aquest rescat en qüestió, de no haver pogut sortir fora de l'aigua l'escafandrista podria haver mort d'hipotèrmia en 25 hores d'espera dins l'aigua, especialment als mesos d'hivern. La rapidesa en la recerca de supervivents a les cambres d'aire és primordial, de no trobar-se en aquests espais sols es pot esperar trobar un cos inert.
- 8) La necessitat d'establir un marc d'actuació i un protocol en accidents d'espeleobusseig davant l'increment de practicants d'aquesta activitat i la complexitat i gran recorregut d'algunes cavitats de Mallorca.

FEDERACIÓ BALEAR D'ESPELEOLOGIA

Capítol 4. CLASSIFICACIÓ DE LES CAVITATS DE MALLORCA

Aquest capítol està basat en GINÉS & GINÉS (2011a), per resumir i tenir una visió de conjunt de la categorització de les coves i avencs de Mallorca, sobre la base de la proposta que es va elaborar per a l'illa de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 2009). La classificació tipològica es basa en criteris hidrogeològics i espeleogenètics. És interessant també consultar l'abundant informació recollida de forma prèvia a GINÉS (1995), GINÉS *et al.* (2008) i GINÉS & GINÉS (2009).

En base als esmentats antecedents, ha estat elaborada una classificació dels avencs i coves de les Balears, que es basa substancialment en la sistematització proposada a GINÉS & GINÉS (2009) per Mallorca i continuada a GINÉS & GINÉS (2011a) per totes les Balears. Aquesta classificació distingeix quatre grans categories morfo-genètiques, que s'articulen al voltant del context hidrogeològic on s'han generat i evolucionat les cavitats subterrànies. Les categories que han estat diferenciades són:

- **avencs de la zona vadosa**
- **coves de la zona vadosa**
- **coves freàtiques no litorals**
- **coves de la franja litoral**

Dins d'aquestes grans categories es distingeixen un total de 10 *tipus* diferents de cavitats, que corresponen a modalitats genètiques a bastament individualitzades dins de cadascuna d'elles. Així mateix, dins d'alguns dels tipus de cavitats considerats es diferencien fins a 5 *subtipus* addicionals, consistents en conjunts de formes subterrànies que mostren un cert grau de singularitat dintre d'una determinada tipologia; aquesta diferenciació en subtipus de cavitats obeeix en general a peculiaritats de la seva gènesi, que es tradueixen en trets morfològics relativament específics.

En total s'estableixen 15 modalitats morfo-genètiques que apareixen recollides a la Fig. 4.1, on també es reflecteix la seva distribució geogràfica en les distintes regions càrstiques de Mallorca, extret de GINÉS & GINÉS (1989). A més, s'ha aprofitat la Fig. 4.1 per incloure-hi una valoració quantitativa sobre el grau de representació de les

context morfo-hidrogeològic	tipus i subtipus de cavitats	MALLORCA			
		Mesozoic plegat		Miocè del Migjorn	Plio-Pleistocè
		Serra de Tramuntana	Serres de Llevant		
Avençs de la zona vadosa	avençs de dissolució	●	○		
	pous d'alimentació nivell	○			
	avençs d'origen mecànic	●	○		
Coves de la zona vadosa	coves estructurals	●			
	coves d'esfondrament	●	○	○	
	sales de col.lapse de volta baixa	●	○	○	
	dissolució de guixos subjacents	○			
Coves freàtiques no litorals	galeries de drenatge	●	○		
	xarxes laberintiques	○	○	○	
	coves hipogèniques		○		
Coves de la franja litoral	coves de la zona de mescla costanera	○	○	●	
	xarxes freàtiques amb control estructural		○	○	
	coves marginals litorals				
	xarxes freàtiques litorals amb influències hipogèniques			●	●
	captures càrstico-marines	●	●	●	○

● abundància ○ presència

Figura 4.1: Classificació morfogenètica de les coves i avençs de Mallorca. S'indica l'abundància relativa de les distintes tipologies en les principals regions càrstiques. Modificat de GINÉS & GINÉS (2011a).

distintes tipologies en les regions càrstiques de Mallorca; en aquest sentit, per a cada tipus de cavitats s'expressa la seva *abundància* significativa o tan sols la seva *presència* ocasional. A continuació es descriuran els contextos hidrogeològics i morfològics de les quatre grans categories establertes, així com els diversos tipus i subtipus que s'hi distingeixen. Per tal de complementar la classificació proposada, a la Fig. 4.6 es representa el perfil idealitzat de Mallorca i les tipologies de cavitats que hi són presents.

4.1. Els avençs de la zona vadosa

El major nombre de cavitats explorables s'ubica en la zona vadosa del carst –o zona d'infiltració–, la qual està presidida, des del punt de vista hidrogeològic, per una ràpida circulació vertical de les precipitacions meteòriques a través de la part superior dels massissos calcaris. Les cavitats més característiques d'aquesta zona són els avençs, els quals constitueixen una primera categoria morfogenètica que agrupa formes subterrànies generades i evolucionades íntegrament en la zona vadosa del carst, i que estan relacionades amb la infiltració de les precipitacions i el seu recorregut fins a assolir el nivell freàtic (Figs. 4.1, 4.6). En la majoria dels casos es tracta d'avençs excavats en els materials plegats que integren les àrees muntanyoses; abunden sobretot

en les calcàries mesozoiques, encara que també hi ha avencs importants desenvolupats en els conglomerats del Miocè inferior. Dins d'aquesta primera categoria es diferencien dues tipologies de cavitats verticals (Fig.4.1) que es descriuen tot seguit, així com un subtípus addicional d'una d'elles.

4.1.1. AVENCS DE DISSOLUCIÓ

Són les cavitats més abundants a la serra de Tramuntana. Aquesta tipologia agrupa un ampli ventall de formes de tendència vertical, originades per dissolució en condicions vadoses a conseqüència del drenatge en profunditat de les precipitacions. En la present classe entrarien des dels petits avencs epicàrstics, existents als camps de lapiaz, fins a les nombroses cavitats verticals de majors dimensions (Figs. 4.2,4.3), assimilables als *gouffres d'absortion* de GÈZE (1953); els avencs de dissolució vadosa apareixen generalment referits a la bibliografia internacional amb termes diversos com: *vadose shafts*, *solutional shafts* o *vadose pits* (FORD & WILLIAMS, 2007; HESS, 2005). Estan integrats per un o més pous verticals, sovint fusiformes (MAUCCI, 1952) i

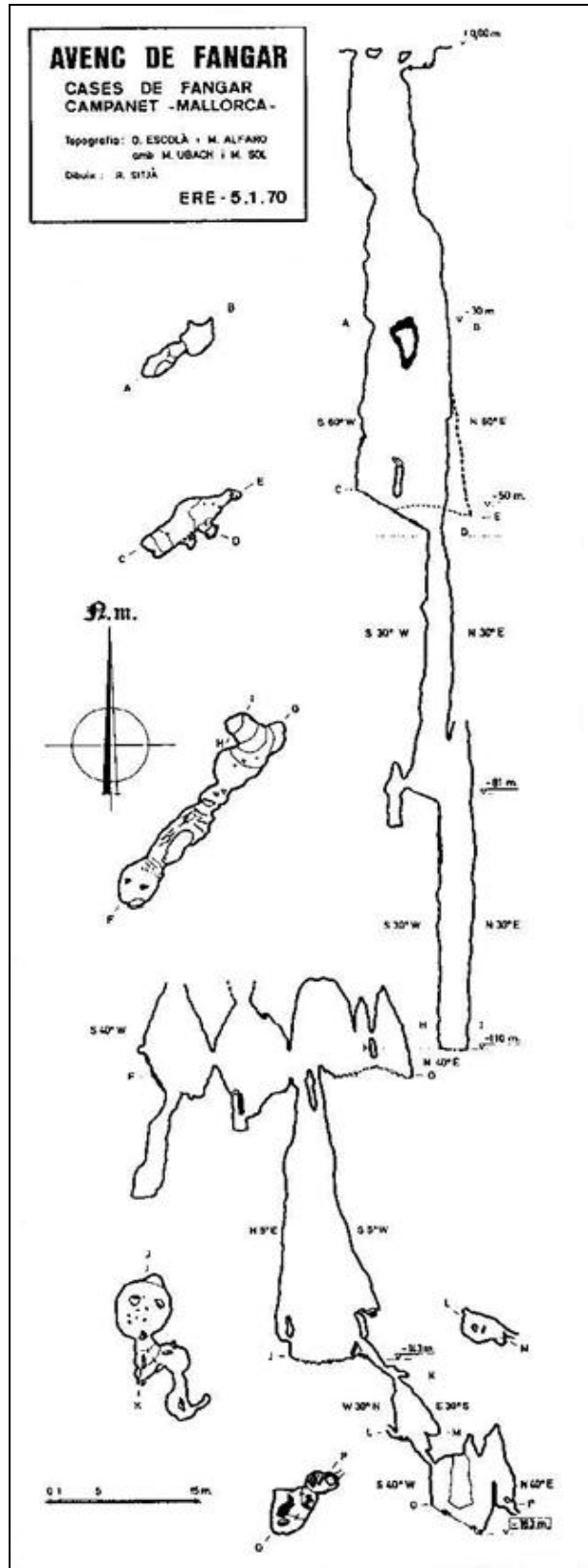


Figura 4.2: Avenc des Fangar (Campanet). Es tracta d'un avenc de dissolució format per una successió de pous.



Figura 4.3: Boca de dimensions considerables d'un avenc de dissolució.

assentats sobre fractures, que se succeeixen en profunditat i arriben a assolir fondàries superiors als 300 m, com és el cas de l'avenc del Puig Caragoler, al municipi d'Escorca (PLOMER & GINÉS, 2008). Alguns avencs inclouen impressionants pous de més de

100 m de fondària, com l'Avenc des Travessets, a Artà, o l'Avenc d'Escorca i l'Avenc de s'Aigo (GRUP ESPELEOLÒGIC EST, 1982, 1986), ambdós al municipi d'Escorca.

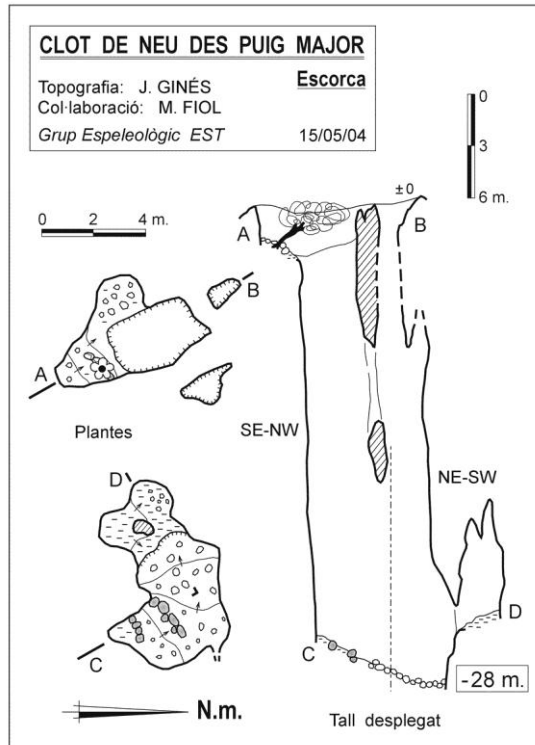


Figura 4.4: Avenc d'alimentació nival. GINÉS *et al.* (2004).

Pous d'alimentació nival. Dins la tipologia que ha estat descrita al paràgraf precedent, és possible diferenciar un subtipus de cavitats que evidencien una important alimentació nival present i/o pretèrita (GINÉS & GINÉS, 1974, 1987), i per tant estan representades únicament a les muntanyes més elevades de Mallorca. Aquests pous d'alimentació nival són de fet avencs de dissolució que presenten fondàries reduïdes i estan dotats d'àmplies boques, on s'acumulen les precipitacions de neu i s'infiltra lentament les aigües resultants de la seva fusió (Fig. 4.4). Moltes cavitats dels massís del Massanella, a Escorca, són prou

il·lustratives d'aquest subtipus (GINÉS *et al.*, 1980, 1982, 2004), així com un bon nombre d'avencs localitzats a les cotes superiors de la serra de Tramuntana (GINÉS & GINÉS, 2009, 2011a).

4.1.2. AVENCOS D'ORIGEN MECÀNIC

Aquest tipus d'avencs són cavitats de planta rectilínia que arriben de vegades a profunditats notables (Fig. 4.5). La seva presència està relacionada amb els processos de distensió que es produeixen als relleus enèrgics de les muntanyes illenques i, en particular, a les proximitats de grans penya-segats. Així es formen importants esclatxes, molt properes i paral·leles als espadats rocosos, que es correspondrien amb les *fentes de décollement* de RENAULT (1967-68) o els *gouffres tectoniques* de GÈZE (1953). Els avencs d'aquestes característiques estan presents sobretot a les zones muntanyoses, vinculats generalment a l'existència d'espadats notables ja siguin interiors o costaners.

Els exemples més destacables, pel que fa a les seves dimensions, se situen a la serra de Tramuntana, com és el cas de l'avenc de ses Papallones, a Bunyola (TRIAS, 1979a), o el crull de Can Termes, al terme d'Escorca (ENCINAS, 1995), que supera els 200 m de fondària. En algunes ocasions, com succeeix a la mola del Ram (entre els municipis mallorquins de Puigpunyent i Esporles), es tracta d'importants fractures verticals gairebé no retocades pels processos de carstificació, les quals no estan lligades directament a la presència de grans espadats sinó a la distensió generalitzada del massís calcari (GINÉS & GINÉS, 2009).

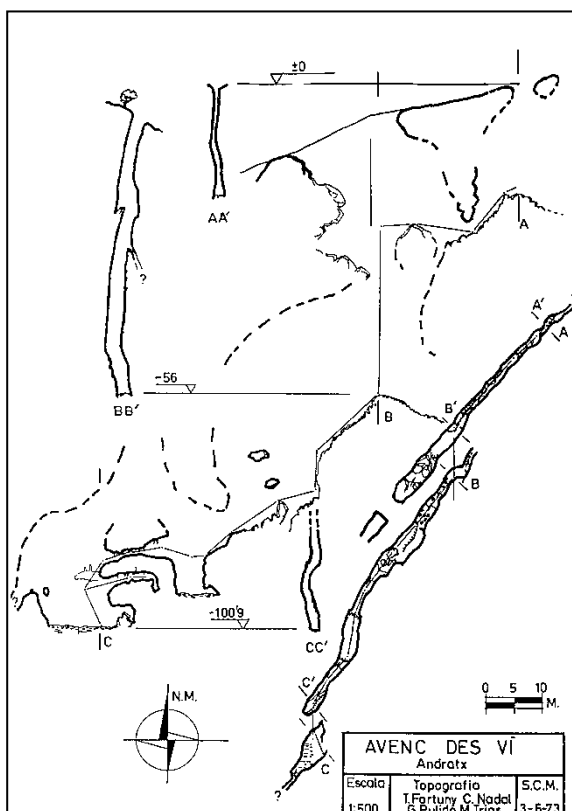


Figura 4.5: L'avenc des Vi és un exemple d'avenc d'origen mecànic, a on predominen les esclatxes.

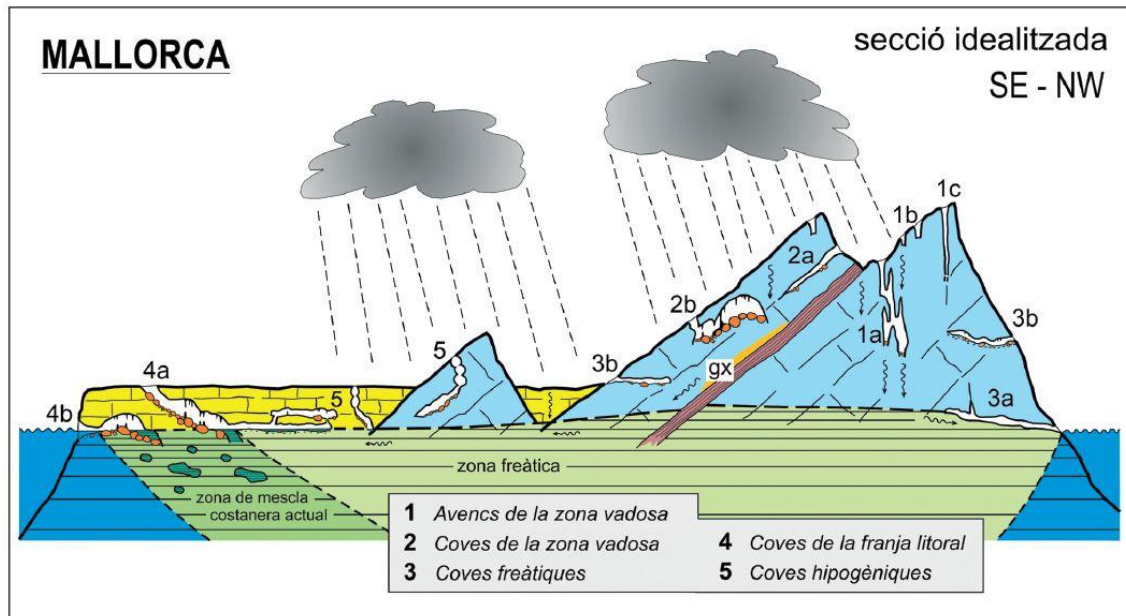


Figura 4.6: Representacions esquemàtiques dels tipus de cavitats presents a Mallorca, realitzades al llarg d'un perfil ideal. 1a: avenc de dissolució vadosa; 1b: avencs vadosos d'alimentació nival; 1c: avenc d'origen mecànic; 2a: cova estructural; 2b: cova d'esfondrament; gx: guixos triàsics subjacents; 3a: coves freàtiques amb activitat hidrològica; 3b: coves freàtiques antigues; 4a: coves de la zona de mescla costanera, morfològicament molt evolucionades; 4b: coves càrsticomarines; 4c: coves marginals litorals; 5: coves hipogèniques. GINÉS & GINÉS (2011a).

4.2. Les coves de la zona vadosa

Una gran part de les cavitats accessibles a l'espeleòleg són coves horitzontals que han experimentat una dilatada evolució en condicions vadoses, amb independència de la seva possible excavació inicial en un context hidrogeològic diferent. D'aquesta manera, la segona categoria de formes subterrànies que es distingeix ara, agrupa les coves de tendència subhoritzontal que tenen en comú dues característiques definitòries: es troben avui en dia situades a la zona vadosa dels massissos càrstics (Figs. 4.1, 4.6) i, a més a més, les morfologies actualment observables fan molt difícil establir com eren els buits primigenis que originaren les cavitats. En molts de casos, la gènesi d'aquestes coves pot correspondre a una excavació en règim freàtic dels buits inicials; es tractaria del que BÖGLI (1980) denomina *secondary vadose caves*, en contraposició als avencs abans descrits, el caràcter vadós dels quals és clarament primari. Es distingeixen dos tipus principals de coves que reuneixen aquests trets, essent factible individualitzar

altres dos subtipus addicionals dintre del que es denomina amb el terme general de coves d'esfondrament.

4.2.1. COVES ESTRUCTURALS

En primer lloc, dins la categoria de coves situades a la zona vadosa s'inclou un tipus que designem com a coves estructurals. Es tracta de cavitats localitzades als materials plegats de la serra de Tramuntana mallorquina, que consisteixen en una o vàries àmplies sales disposades amb una tònica general descendent, aprofitant discontinuïtats subhoritzontals com són algunes falles o, més freqüentment, plans d'encavalcament. Aquestes coves han estat sovint retocades

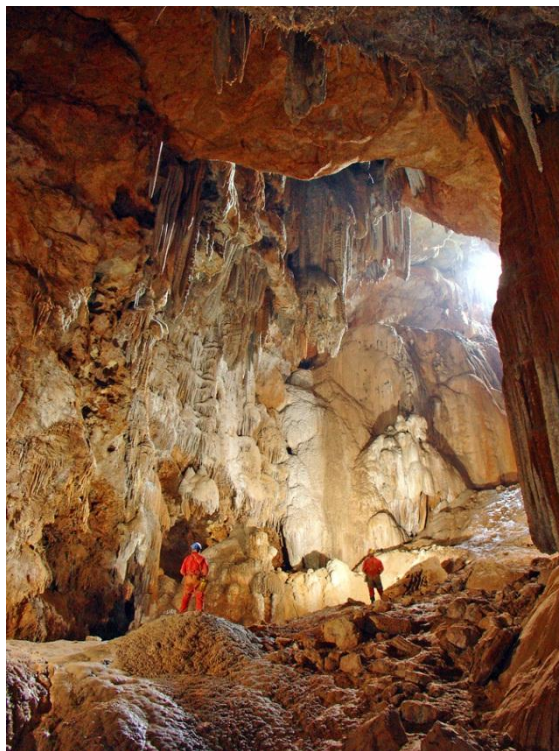


Figura 4.7: Sala d'Entrada de la cova de sa Campana, cavitat d'esfondrament de 304 m de desnivell. Foto D. Mayoral.

per esfondraments de les voltes, així com emmascarades per abundants dipòsits estalagmítics. Localitats com la cova de ses Meravelles (Bunyola), la cova Morella i la cova del Boc (ambdues a Pollença) i la cova de la Tossa Alta (Escorca) són molt bons exemples d'aquest tipus de cavitat.

4.2.2. COVES D'ESFONDRAMENT

La segona tipologia de cavitats vadoses està representada per les coves d'esfondrament, la morfologia de les quals està del tot condicionada per l'existència de grans acumulacions de blocs rocosos despresos de les parets i voltes. Aquests mecanismes morfogènics apareixen designats a la bibliografia internacional amb expressions molt generals com *breakdown* o *collapse processes* (KLIMCHOUK *et al.*, 2000; FORD & WILLIAMS, 2007; PALMER, 2007), o termes més específics com *incasion* (BÖGLI, 1980); a la literatura espeleològica en llengües hispanes ha estat freqüent l'ús del terme –no gaire afortunat ni precís– de *processos clàstics* (MONTORIOL-POUS, 1951). En les coves mallorquines resulta del tot habitual que aquests fenòmens assoleixin una magnitud destacable, de manera que arriben gairebé a esborrar per complet els indicis relatius a les primeres fases de l'excavació de les

cavitats (GINÉS & GINÉS, 1987; GINÉS, 1995a); per a la majoria d'elles no es pot descartar un origen freàtic, encara que el seu aspecte actual no aporti cap evidència en aquest sentit. En general, les coves corresponents a aquesta tipologia tenen caràcter subhoritzontal i de vegades un volum certament important; la decoració estalagmítica sol estar present, emmascarant les acumulacions de blocs rocosos. Els exemples més il·lustratius es donen a les calcàries mesozoiques plegades de la serra de Tramuntana mallorquina, amb localitats ben representatives com les coves de Campanet (LLOPIS-LLADÓ & THOMAS-CASAJUANA, 1948) o la cova de sa Campana (Figs. 4.7, 4.8), al municipi d'Escorca, que conté alguna sala que ultrapassa els 100.000 m³ de volum (BARRERES *et al.*, 1976; MIR & TRIAS, 1973). Una menció particular mereixen

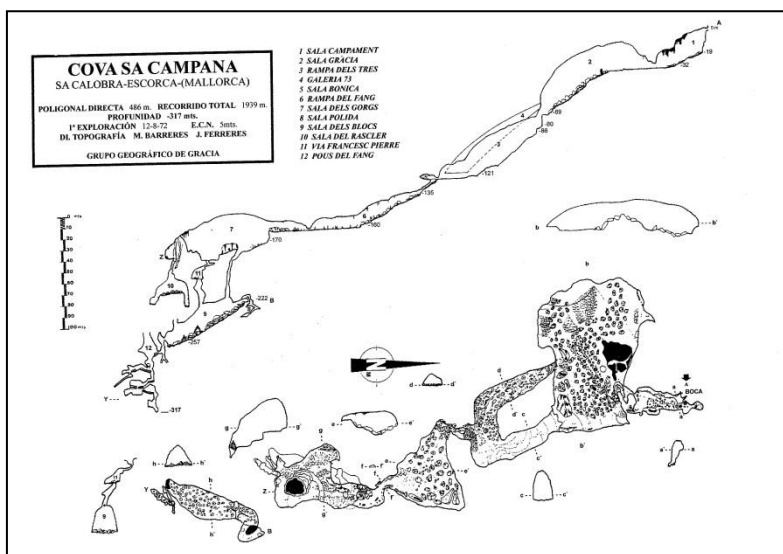


Figura 4.8: La cova de sa Campana, cavitat d'esfondrament que al llarg de molts d'anys va ésser la màxima fondària de Mallorca.

algunes cavitats d'entrada vertical com l'avenc de Son Pou (THOMAS-CASAJUANA & MONTORIOL-POUS, 1952), al terme de Santa Maria del Camí, constituïdes per àmplies sales d'esfondrament accessibles mitjançant obertures naturals existents en el zenit de les seves voltes;

aquestes formes sub-terrànies es correspondrien amb els *gouffres d'effondrement* de GÈZE (1953).

Sales de col·lapse de volta baixa. Resulta fàcil de constatar el fet que bastants de les coves pertanyents a la tipologia de coves d'esfondrament presenten unes característiques ben diferenciades, les quals permeten agrupar-les en un subtipus que s'ha designat amb el nom de sales de col·lapse de volta baixa (Fig. 4.9). Es tracta de sales d'àmplies dimensions en planta, però que mostren un volum proporcionalment moderat com a conseqüència de l'escassa alçada de les seves voltes. Les cavitats que reuneixen aquestes condicions estan representades a gairebé totes les illes, malgrat que

els exemples més abundants i significatius es localitzen a les diferents àrees muntanyoses de Mallorca, com és el cas de la cova de Can Sion, a Pollença (ENCINAS, 1994), la covota de la Peña Rotja, a Alcúdia (TRIAS, 1986), o la

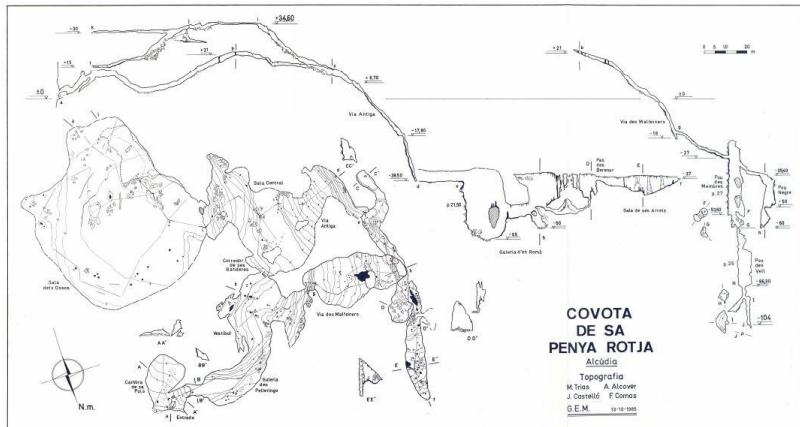


Figura 4.9: Covota de sa Peña Rotja (Alcúdia). Es tracta d'una gran sala de col·lapse de volta baixa travessada per un avenc de dissolució.

cova des Diners, a Manacor (TRIAS, 1979b). També trobem cavitats d'aquestes característiques en els dipòsits carbonatats del Miocè superior de la zona de Ca n'Olesa, als voltants de Portocristo (GINÉS *et al.*, 2007a). Aquest subtipus de cova d'esfondrament es correspon amb algunes modalitats de les *collapse chambers*, tal i com foren definides per GINÉS (2000), que consisteixen en grans sales generades pel col·lapse generalitzat d'àrees extenses del rocam calcari, amb un desplaçament vertical de la massa rocosa més aviat petit. Les cavitats originades, a més de presentar voltes d'alçades modestes i fins i tot bastant reduïdes, tendeixen en ocasions a verticalitzar-se cap a la seva perifèria arribant a fondàries notables, com succeeix a la cova de Can Sion (Pollença), que ultrapassa el centenar de metres de fondària.

Dissolució de guixos subjacents. Algunes coves que exhibeixen morfologies dominants d'esfondrament o col·lapse poden estar relacionades amb reajustaments mecànics de la massa calcària, provocats per la dissolució de guixos subjacents. L'esmentada situació es produeix amb relativa freqüència a la serra de na Burguesa (BOVER *et al.*, 2004), a cavall dels municipis mallorquins de Calvià i de Palma, essent les coves del Pilar (Palma) la localitat on aquests fenòmens s'observen amb més claredat (VICENS *et al.*, 2005); aquí, els guixos del Triàsic apareixen en les galeries artificials inferiors, disposats en bancs massius d'uns pocs metres de potència. Convé remarcar que els processos responsables d'aquest subtipus de coves d'esfondrament ja havien estat proposats per CAÑIGUERAL (1949), per tal d'explicar la formació de determinades coves de la serra de Tramuntana.

4.3. Les coves freàtiques no litorals

La tercera categoria morfofogenètica, que ha estat diferenciada dins l'endocarst mallorquí, reuneix determinades coves que denoten clarament una gènesi lligada a processos de dissolució en règim freàtic, malgrat que cal reconèixer el fet que aquestes cavitats no són en general massa freqüents. La categoria que ens ocupa ara està integrada per formes subterrànies excavades originàriament a la banda inferior dels massissos càrstics, és a dir a la zona freàtica, on tots els buits existents a la roca – porositat primària, fractures i conductes càrstics– es troben totalment negats d'aigua de manera permanent. En aquest horitzó hidrogeològic, també conegut com a zona saturada, el drenatge subterrani s'organitza en sentit horitzontal cap a les surgències,



Figura 4.10: La Font des Verger constitueix una de les principals galeries de drenatge actives de la serra de Tramuntana. (Foto M. A. Perelló).

mitjançant les quals són evacuades les aigües que circulen per l'interior del sistema càrstic (Fig. 4.6). No obstant això, en la majoria d'ocasions aquests fenòmens endocàrstics estan, ara per ara, desconnectats de les circulacions subterrànies actives, com a resultat de la història geomorfològica dels massissos calcaris als quals pertanyen. A més a més, en la mesura que sovint es tracta de formes senils i

no funcionals des del punt de vista hidrològic, aquestes cavitats solen haver experimentat una intensa evolució morfològica després d'haver passat a formar part de la zona vadosa del carst (processos d'esfondrament i deposició d'espeleotemes, bàsicament). Es poden distingir tres tipus de coves freàtiques no litorals, tal i com apareix expressat a la Fig. 4.1

4.3.1. GALERIES DE DRENATGE

En general estan constituïdes per galeries més aviat rectilínies i no gaire ramificades, on és possible observar freqüentment morfologies arrodonides produïdes per la dissolució en condicions freàtiques. Algunes de les localitats pertanyents a

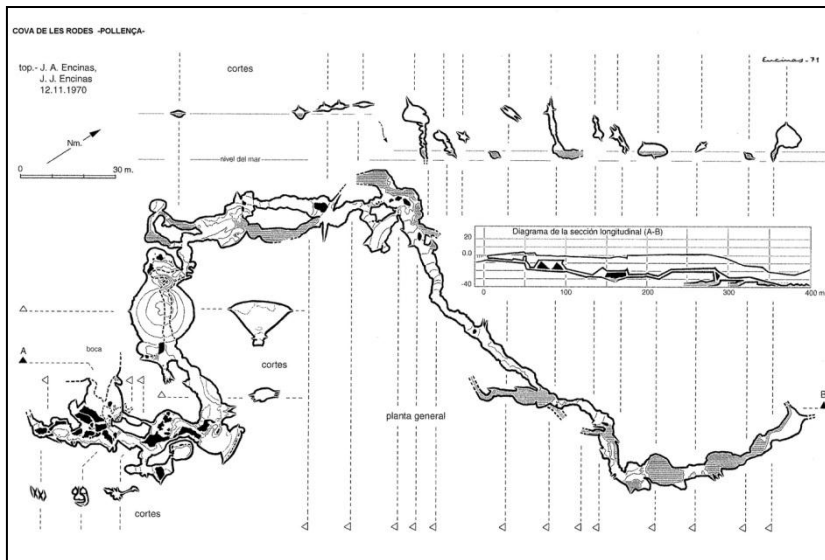


Figura 4.11: La cova de les Rodes constitueix una galeria de drenatge activa a la serra de Tramuntana.

aquesta tipologia són encara actives, pel que fa a la seva funcionalitat hidrològica, i estan recorregudes per corrents subterranis perennes (Fig. 4.10 i 4.11). Alguns exemples d'aquestes característiques són abundants a la serra de Tramuntana ma-

llorquina, on destaquen la cova dels Estudiants (ROMERO, 1975; BENYSEK, 1988) i la Font des Verger (RIPOLL & ROCA, 1974; CORRIGAN, 1998), localitzades al municipi de Sóller, les quals contenen sengles cursos subterranis actius i compten amb importants continuacions subaquàtiques. Altres cavitats actives destacables, situades a la mateixa regió de Mallorca, són la cova des Torrent de Cúber, a Escorca, o la cova de les Rodes (ENCINAS, 1972) i la font de l'Algaret (GRUP NORD DE MALLORCA, 1973), ambdues situades al terme de Pollença. En altres ocasions ens trobem amb formes subterrànies no funcionals, que en són testimoni de la complexa història geomorfològica dels relleus de la serra de Tramuntana. Localitats com la cova de Canet, a Esporles (PONS-MOYÀ *et al.*, 1979; ALCOVER *et al.*, 2001), o la cova de Cal Pesse, a Pollença (MORRO & MORRO, 1972), constitueixen exemples ben eloqüents d'antics conductes freàtics de drenatge, hidrològicament inactius a hores d'ara.

4.3.2. XARXES LABERÍNTIQUES

Aquest tipus de cavitats és generalment de dimensions modestes i està representat en totes les regions naturals de Mallorca, encara que amb molt escasses localitats. Es tracta de fragments inactius de xarxes laberíntiques de conductes, excavats en el seu moment en la zona freàtica del sistema càrstic. La cova de Son Burguet (Puigpunyent), o la cova d'en Tocahores (Petra), són cavitats prou il·lustratives, si bé la localitat més remarcable pel seu desenvolupament proper al quilòmetre de galeries és

sens dubte la cova de sa Teulada, al municipi de Santa Margalida (THOMAS-CASAJUANA & MONTORIOLPOUS, 1952). L'esmentada localitat, encara que geogràficament es troba allunyada de la regió del Migjorn de Mallorca, està enclavada en els mateixos materials calcaris postorogènics del Miocè superior que configuren el sud i llevant de l'illa; per aquest motiu, i encara que sigui d'una manera prou forçada, considerarem la cova de sa Teulada com a pertanyent al Migjorn, tan sols en base als criteris d'afinitat litològica amb aquesta regió càrstica mallorquina. Tant en la present tipologia –xarxes laberíntiques– com en l'anterior –galeries de drenatge–, la gènesi freàtica dels buits primigenis és força evident, tot i que les cavitats han experimentat de vegades una dilatada evolució en condicions vadoses. En ambdós casos, semblen correspondre a una gènesi freàtica poc profunda, relacionada amb la banda de fluctuació de les aigües subterrànies, o zona epifreàtica.

4.3.3. COVES HIPOGÈNIQUES

L'existència de cavitats de gènesi hipogènica és una idea d'introducció més aviat recent i, endemés, està dotada de significats diversos segons els autors que han encunyat i generalitzat l'ús d'aquest concepte (GINÉS & GINÉS, 2009, 2011a). Per una banda inclouria les cavitats originades per una alimentació hídrica profunda (KLIMCHOUK, 2007; FORD & WILLIAMS (2007), mentre que altres autors es refereixen als buits originats per processos de dissolució diferents dels mecanismes de carstificació convencionals com, per exemple, els lligats a aportacions de CO₂ d'origen profund o a l'oxidació de H₂S (PALMER, 2007). Resulta fàcil constatar que ambdues interpretacions se solapen àmpliament, com succeeix en el cas de les coves hidrotermals, les quals poden ser considerades hipogèniques en les dues accepcions del terme, és a dir tant des del punt de vista hidrogeològic com del geoquímic. En els turons centrals de Mallorca es localitza una singular i interessant cavitat, la cova Nova de Son Lluís (Porreres), la qual exhibeix algunes morfologies que apunten cap a una possible gènesi hipogènica (GINÉS & GINÉS, 2006), probablement relacionada amb les anomalies geotèrmiques documentades al sector meridional de l'illa (LÓPEZ & MATEOS, 2006; LÓPEZ, 2007). La cova s'obre en materials plegats calcari-dolomítics del Retià, i es caracteritza per la presència de cambres i cúpules coalescents de formes aproximadament esfèriques, que configuren els sectors superiors de la cavitat. Cal indicar que les morfologies consistents en cambres isomètriques de fins a alguns metres

de diàmetre, disposades sovint en estructures tridimensionals ramificades, són considerades formes característiques de l'espeleogènesi hidrotermal poc profunda (DUBLYANSKY, 2000, 2005); amb freqüència estan relacionades amb processos actius de condensació-corrosió lligats a la presència de llacs subterranis d'aigües termals (DUBLYANSKY & DUBLYANSKY, 2000; AUDRA *et al.*, 2009a, 2009b). Dins d'un context geològic força diferent, el pou de Can Carro –també conegut com la cova de ses Sitjoles–es localitza en els materials postorogènics (Miocè superior i Pliocè) de la vora occidental de la depressió subsident de Campos. Es tracta d'un rosari de cúpules i cavitats verticals arrodonides, de plausible origen hipogènic, que en les seves cotes inferiors assoleixen una sala d'esfondrament on s'arriba al nivell freàtic.

4.4. Coves de la franja litoral

Aquesta quarta i última gran categoria està ben representada, òbviament en relació amb el caràcter costaner, en major o menor mesura, de la totalitat de les regions càrstiques de Mallorca. Els millors exponents de les cavitats associades a la franja litoral es localitzen als dipòsits postorogènics del Miocè superior, presents en particular a la regió natural del Migjorn i Llevant de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 2011a). Les darreres exploracions i recerques ens han fet proposar una remodelació interna en aquesta categoria de coves. La troballa des Dolç (ses Salines) dins materials Plio-Pleistocènics mostra clares evidències de la contribució hipogènica en la seva gènesi (GRÀCIA *et al.*, 2014). Les exploracions i noves descobertes a les coves del Drac, han permès documentar gran quantitat de morfologies hipogèniques a les galeries submergides i reconsiderar la importància relativa de la zona de mescla en aquesta cavitat (inèdit). En la categoria que ara ens ocupa s'inclou un ampli i interessant ventall de coves, l'origen i posterior evolució de les quals es troben condicionats –d'una manera directa o indirecta– per la proximitat a la línia de costa. Es diferenciaran tres tipus de coves costaneres, a més de dos subtipus addicionals que s'emmarquen dins del grup de cavitats generades a la zona de mescla litoral (Figs. 4.1 i 4.6).

Les variacions del nivell marí durant el Quaternari, degudes a causes glacio-eustàtiques, han deixat empremtes diverses en la morfologia d'aquestes coves costaneres, afavorint la presència de reompliments específics –espeleotemes freàtics, sediments detrítics litorals i bretxes ossíferes– de gran valor espeleocronològic i paleoambiental (GINÉS & GINÉS, 1995). Així mateix, cal remarcar que el nivell actual

de la Mediterrània determina l'existència de llacs subterranis d'aigües freàtiques salabroses, que ocupen les cotes inferiors de les cavitats i es veuen afectats per oscil·lacions marines de reduïda escala temporal, com ara les mareas.

4.4.1. COVES DE LA ZONA DE MESCLA COSTANERA

Al llarg de les darreres dècades, s'ha anat suggerint per a aquestes coves un model genètic que contempla la formació d'uns buits primigenis, originats per dissolució en la zona freàtica litoral (GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS, 2000; GINÉS *et al.*, 2008) a causa de l'agressivitat que es deriva de la mescla entre aigües continentals dolces i aigües marines, dins d'un context hidrogeològic d'elevada permeabilitat per mor d'una important porositat primària. Les cavitats freàtiques inicials experimentaren al llarg del Pleistocè esfondraments extensius de les voltes i parets (GINÉS & GINÉS,



Figura 4.12: Cova Genovesa (Manacor), cavitat de la zona de mescla costanera (Foto A. Cirer).

2007), especialment durant les davallades glacioeustàtiques del nivell marí; mentre que intenses fases de deposició d'espeleotemes varen contribuir després a emmascarar les característiques dels buits primigenis. Cal remarcar, en aquest sentit, que la magnitud dels processos de col·lapse i reajustament

mecànic de la massa rocosa condiciona l'aparença actual d'extenses zones d'aquest tipus de coves, al mateix temps que és responsable de la seva obertura al exterior per mitjà d'enfonsaments en superfície, o abisaments, de vegades ben espectaculars. El patró planimètric de les coves d'aquesta tipologia denota la coalescència, un tant aleatòria, d'unitats d'esfondrament més o manco independents, que han anat creixent tridimensionalment i connectant unes amb les altres (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2007a), fins a donar lloc a una disposició en planta de caràcter *ramiforme* 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, 2009b), 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 (Figs. 4.12,4.13).

Els exemples més il·lustratius es donen en les plataformes tabulars litorals constituïdes per materials calcaris del Miocè superior, concretament en el Migjorn de Mallorca. Al municipi de Manacor es localitzen coves destacables com el sistema Pirata-Pont-Piqueta (TRIAS & MIR, 1977; GRÀCIA *et al.*, 2006a), la cova Genovesa o d'en Bessó (GRÀCIA *et al.*, 2003a, 2003b), o el sistema Gleda-Camp des Pou (GRÀCIA *et al.*, 2007a, 2010a; GINÉS *et al.*, 2008).

Xarxes freàtiques amb fort control estructural. És ben evident que els condicionants litològics influeixen de forma decisiva en la configuració morfològica de les cavitats excavades en el Miocè superior

postorogènic de les Balears. Així, mentre en les fàcies de front d'escull dominen les formes de col·lapse lligades a la dissolució dels coralls, tal i com s'ha exposat més a dalt, en les fàcies corresponents a ambients de *lagoon* la permeabilitat associada a la fracturació adquireix major rellevància, en presentar aquests materials una porositat bastant més baixa (GINÉS *et al.*, 2008, 2009). Dins d'aquesta línia, algunes localitats del Migjorn de Mallorca com la cova des Coll, a Felanitx (GRÀCIA *et al.*, 2005), constitueixen extensos sistemes freàtics litorals on hi són actius els processos geoquímics de mescla d'aigües dolces i marines, però on així mateix és ben patent un fort control estructural (diàclasis i fractures en general) pel que fa a la disposició en planta de les cavitats. Amb una freqüència menor, els plans d'estratificació poden assolir un paper important en el desenvolupament d'algunes coves litorals, com succeeix a la cova Figuera, a Manacor. Es tractaria, en aquest casos, d'un subtipus de cova de la zona de mescla litoral, però caracteritzat per un patró planimètric (GINÉS *et al.*, 2009) marcadament rectilini, força diferent en relació al caràcter *ramiforme*, abans

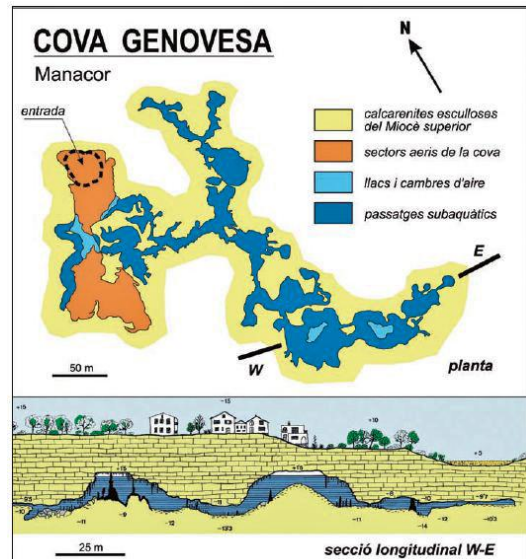


Figura 4.13: El patró planimètric de les coves d'aquesta tipologia denota la coalescència, un tant aleatòria, d'unitats d'esfondrament més o manco independents, que han anat creixent tridimensionalment i connectant unes amb les altres (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2007a), fins a donar lloc a una disposició en planta de caràcter *ramiforme*.

descrit, de les coves excavades dins els materials escullosos. La tipologia que ens ocupa ara, es troba també representada a les calcàries plegades mesozoiques de les serres de Llevant de Mallorca.

4.4.2. XARXES FREÀTIQUES LITORALS AMB INFLUÈNCIES HIPOGÈNIQUES

Les exploracions en la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor) van fer necessari distingir una tipologia nova que donés compte de les singularitats de l'esmentada cavitat (GINÉS & GINÉS, 2009), les quals es concreten en unes dades espeleomètriques espectaculars –més de 75 km de desenvolupament– i uns trets morfològics singulars en molts d'aspectes respecte al que es coneixia a Mallorca abans (MERINO *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009c; GINÉS *et al.*, 2008). En aquest sentit, la cova presenta una acusada disparitat planimètrica i morfològica en funció de les variacions litològiques del rocam del Miocè superior (GINÉS *et al.*, 2009b), però sobretot presenta una associació de formes i sediments que apunten cap a la participació



Figura 4.14: La troballa de nombroses morfologies hipogèniques i sediments associats a les coves del Drac, al Llevant de Mallorca, ha suposat una sorpresa inesperada per una cavitat històrica (Foto A. Cirer).

de processos d'espeleogènesi hipogènica en l'excavació d'aquesta gran xarxa subterrània (GINÉS *et al.*, 2009b; FORNÓS *et al.*, 2010a, 2011a).

El descobriment i exploració des Dolç (ses Salines, GRÀCIA *et al.*, 2014) i també d'importantes galeries submergides a les coves del Drac (Manacor, inèdit. Fig. 4.14.,4.15), ambdues amb abundants i evidents morfologies hipogèniques i sediments associats, han fet que incorporem en aquesta categoria a les dues cavitats esmentades. És a dir, les coves del Drac, com a exemple clàssic de cavitat de la zona de mescla costanera queda incorporada a l'apartat de cavitat freàtica litoral amb influències hipogèniques. La cova des Pas de Vallgornera ja no és un cas tan singular, des del punt de vista de gènesi hipogènica, dins l'endocarst de Mallorca, i

tampoc es pot considerar ja la plataforma de Lluçmajor com una subregió càrstica individualitzada, ja que s'ha estès a la depressió de Campos amb litologia més recent i també a cavitats de les marines de Llevant (Fig. 4.15). Aquestes cavitats s'han format per l'actuació conjunta de diferents mecanismes espeleogenètics, amb més o



Figura 4.15: Coves del Drac. La presència de gran quantitat d'espeleotemes i blocs caiguts en ocasions amaga les diferències genètiques entre diferents cavitats que semblen similars (Foto A. Cirer).

menys importància percentual segons les cavitats: els processos de dissolució lligats a la zona de mescla litoral, una gens menyspreable recàrrega superficial de origen meteòric, i una alimentació hídrica de caràcter hipogènic –*sensu* KLIMCHOUK (2007)– associada als fenòmens geotermals documentats al sud de Mallorca (LÓPEZ & MATEOS, 2006; LÓPEZ, 2007). Tanmateix, ja a GINÉS & GINÉS, 2009; MERINO *et al.*, 2011b es descriuen altres cavitats en relació amb alimentacions hipogèniques, era el cas de la cova de sa Guitarreta, també al municipi de Lluçmajor, el pou de Can Carro (al municipi de Campos) i la cova de s'Ònix, situada als voltants de Portocristo.

4.4.3. CAPTURES CÀRSTICO-MARINES

En les costes calcàries és ben freqüent l'existència de cavitats que s'obren en les proximitats de la

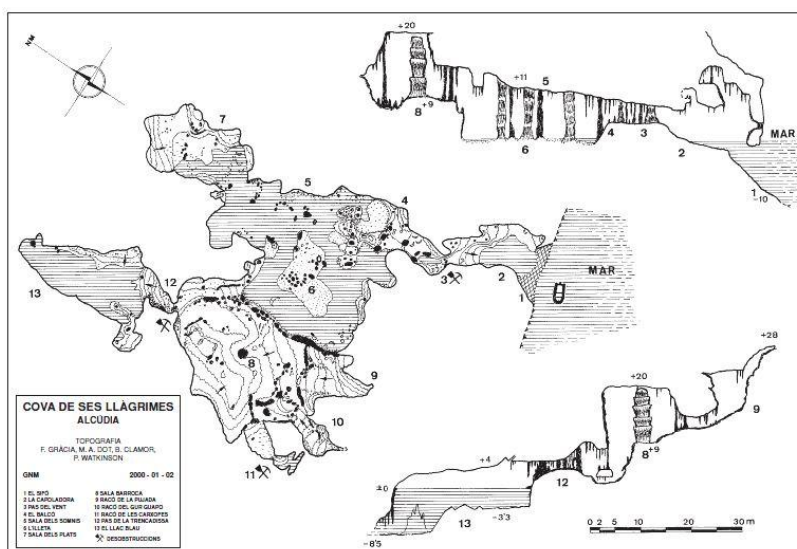


Figura 4.16: Cova de ses Llàgrimes (Alcúdia), exemple de captura càrstico-marina. És una cova de la franja litoral dins les calcàries mesozoiques (GRÀCIA *et al.*, 2003c).



Figura 4.17: L'abundància d'espeleotemes caracteritza l'endocarst de Mallorca, i és una constant per tot tipus de cavitats. Imponents espeleotemes de degoteig de la cova de ses Llàgrimes, captura càrstico-marina (Foto M. A. Perelló).

línia de costa, com a conseqüència de l'actuació dels processos lligats a la dinàmica litoral. A més de les coves originades per l'acció erosiva – majoritàriament mecànica– de les aigües marines, abunda als litorals de tot l'arxipèlag una tipologia de cavitats que són el resultat d'una gènesi mixta relacionada amb el caràcter carbonatat de les costes de les Balears. Ens referim al que MONTORIOL-POUS (1971, 1972) denomina *captures càrstico-marines*, que consisteixen en coves d'un clar d'origen càrstic afectades en major o menor mesura pels mecanismes d'erosió costanera (Fig. 4.16,4.17). De vegades es tracta de cavitats de gènesi càrstica, però amb l'orifici d'accés obert gràcies a l'actuació de la dinàmica litoral, tal i com succeeix a la cova de na Mitjana (GINÉS *et al.*, 1975; GINÉS, 2000) i a la cova de

na Barxa (ANDREWS *et al.*, 1989), al municipi de Capdepera, o a nombroses localitats de la zona de cala Varques i cala Falcó, al municipi de Manacor (TRIAS & MIR, 1977; TRIAS, 1992; GINÉS, 2000; GRÀCIA *et al.*, 2010b). En altres ocasions, s'observen aparells endocàrstics gairebé desmantellats del tot per mor de l'evolució morfològica de la línia de costa, com en el cas de la cova Marina des Pont, a Manacor (TRIAS & MIR, 1977). En aquest tipus de cavitats litorals abunden els dipòsits sedimentaris, sovint força complexos, en els quals s'intercalen seqüències d'espeleotemes amb bretxes ossíferes i materials detrítics marins, constituint registres de gran interès espeleocronològic (GINÉS & GINÉS, 1995; GINÉS, 2000). Es pot afirmar que les captures càrstico-marines constitueixen una tipologia ubiqua a les diferents regions càrstiques.

Capítol 5. ALTRES CAVITATS LITORALS DE L'ESTAT

S'ha de tenir present, que de les principals cavitats litorals de l'Estat, exceptuant les mallorquines, no n'hi ha cap d'elles amb unes característiques litològiques i genètiques similars a les que es presenten a Mallorca. El tub de lava de La Corona (Canàries) és una important cavitat volcànica, que com és lògic no té res a veure amb els processos càrstics. Malgrat això, hem trobat interessant incloure-la com a exemple de cavitat no càrstica però molt important com a exemple de cavitat litoral d'hàbitat anquihalí. La Falconera (Catalunya) i la cova del Moraig (València) constitueixen surgències càrstiques que s'obrin dins materials mesozoics. La Cueva del Agua (Múrcia) és en tot cas la més semblant a les nostres cavitats litorals, no per la litologia, també de materials mesozoics, però sí per la gènesi hipogènica encara activa i possiblement també pel paper exercit per la mescla d'aigües de diferents salinitats.



Figura 5.1: Joaquim Montoriol a la cova de na Polida (Menorca), l'any 1954 (Cortesia de la família Montoriol, cedida al *Qui és qui*).

A l'Estat espanyol, les primeres exploracions subaquàtiques van ser dutes per catalans, la qual cosa no és d'estranyar si es té en compte que el primer grup dedicat a l'exploració subterrània al nostre país, va ésser el GES, pertanyent al Club Muntanyès Barceloní, creat l'any 1.948. Aquest grup va ésser molt actiu en el camp de l'espeleologia, explorant coves dins i fora de la seva província. Però sempre quedaven detingudes aquestes exploracions en arribar a la galeria inundada, al sifó. La falta de mitjans tècnics, el desconeixement del funcionament hídric de les cavitats, i la inexistència d'espeleòlegs preparats per al mitjà subaquàtic, van suposar una barrera infranquejable davant aquesta dificultat. És a partir de 1.952 quan es va formar a Barcelona l'ERE (Equip de Recerques Espeleològiques), grup espeleològic que es dedicarà al busseig dins cavitats. És el temps en el qual l'escafandre autònom de Cousteau es comença a conèixer a Espanya, i cobraran una gran empenta tots els esports subaquàtics. L'ERE

col·laborarà de seguida amb el GES, en totes aquelles cavitats en les quals l'aigua faci acte de presència.

5.1.La cova de na Polida i la cova de s'Aigua (Menorca)

La cova de na Polida serà la que marqui l'inici de l'espeleobusseig al nostre país. A l'estiu de 1.954 el GES demanà la col·laboració als bussejadors de l'ERE per explorar aquesta cova que se situa als voltants del poble menorquí de Fornells (Fig. 5.1). És la primera vegada que espeleòlegs i bussos, van estar units en una exploració subterrània. La cova de na Polida s'obre en un penya-segat en la costa Nord de Menorca. En el seu interior alberga un gran llac que, segons les notícies d'aquell moment, podia ser un dels majors del món. Això va fer que l'expedició acaparés l'interès de la premsa i de la ràdio per vegada primera cap al món subterrani. Integraven l'expedició per part de l'ERE, Ballester, Sibila, Tonnietti i Julia Calzada, i per part del GES, Montoriol, Assens, Termes i Armengou. La premsa estava representada per Mario Lleget, del *Correo Catalan*, Antonio Ribera de *La Revista*, i J.A. Armengou era enviat especial de "El Noticiari Universal". Malgrat el gran desplegament informatiu, els resultats espeleològics van ser molt decebedors. En comptes del gran llac subterrani que esperaven trobar, van explorar quatre petits llacs, sense aconseguir trobar una continuació més enllà dels llacs.

La cova de s'Aigua, amb un gran llac al final d'una galeria de 100 metres, va a veure's ocupada pels bussejadors que recorreran tot el perímetre del llac intentant localitzar una sortida. Va ser una exploració difícil a causa de la terbolesa de les aigües que impedièren la visibilitat. Es van endinsar per un estret passadís que comunicava amb una altra sala a un nivell més inferior. Però van haver de desistir de prosseguir ja que les seves llanternes amb prou feines aconseguien il·luminar més enllà dels dos metres per davant d'ells.

No serà fins als anys 2002 i 2005 quan, al llarg d'exploracions subaquàtiques del GNM a l'illa de Menorca, Francesc Gràcia i Bernat Clamor exploren i topografien més de 200 m de continuacions al llac final, per unes galeries estretes i encara pendents de topografiar (inèdit).

5.2. La Falconera (Catalunya)

En la costa de Garraf, entre punta Ginesta i la cala d'Aigua Dolça, hi ha una sèrie de surgències d'aigua dolça, conegudes des d'èpoques antigues pels pescadors de la zona, la més abundant de totes és la que brolla, just al peu del penya-segat de la Falconera, la qual anomenaven "la Dolça". La Falconera constitueix una cabalosa deu submarina, amb un cabal mig de l'ordre de 500 l/s, arribant als 200 l/s en períodes d'estiatge i als 10.000 l/s en fortes avingudes. Hi ha tres formes d'accedir al riu subterrani de la Falconera, una per mar; una altra davallant per un pou artificial, pou de l'Eusebi, de 50 metres de profunditat, que s'obre enmig del torrent de la Falconera; l'altre accés és des de l'estació de Garraf, d'aquí cal endinsar-se cap al túnel del tren que travessa el penyal de la Falconera, que domina el llogarret de Garraf, i a uns 20 metres abans d'arribar al final hom troba, a l'esquerra, una finestra de ventilació que dona directament al penya-segat on s'obre la boca de la Falconera, s'hi arriba amb l'ajut d'una petita corda (AYMAMÍ, 2007).

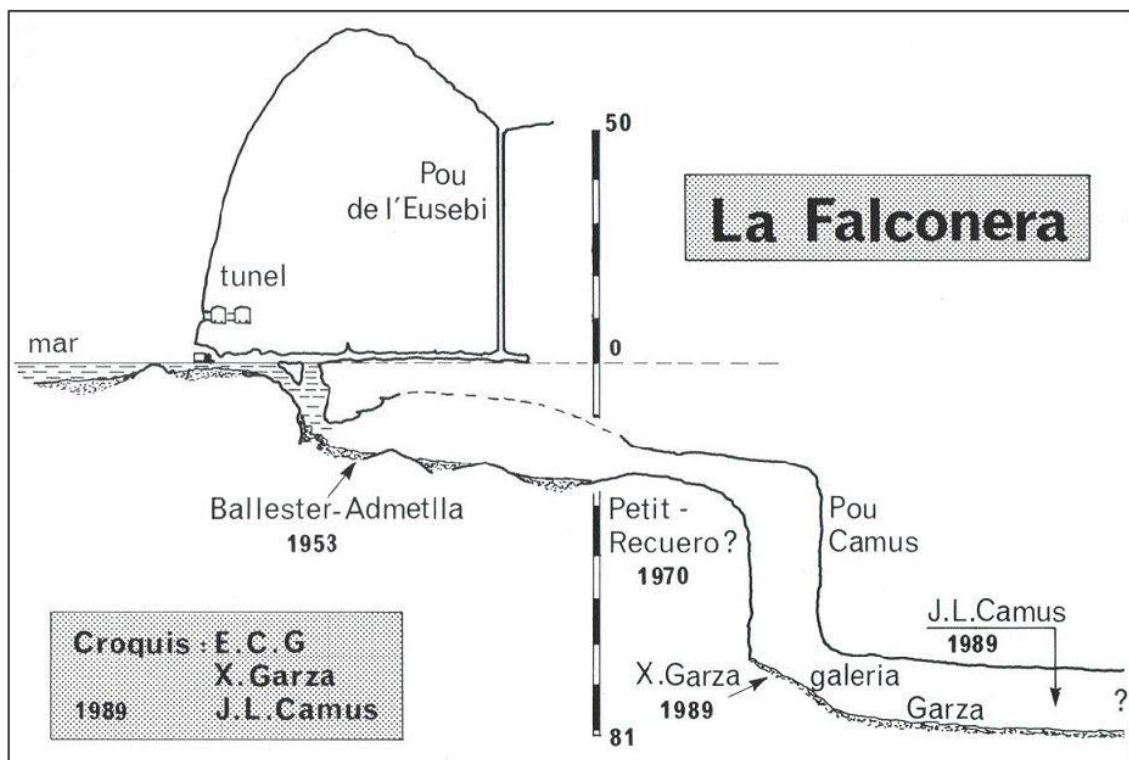


Figura 5.2: Topografia de la Falconera realitzada l'any 1989. Important surgència submarina afectada per l'abocador de l'àrea metropolitana de Barcelona que es va ubicar al massís càrstic del Garraf.

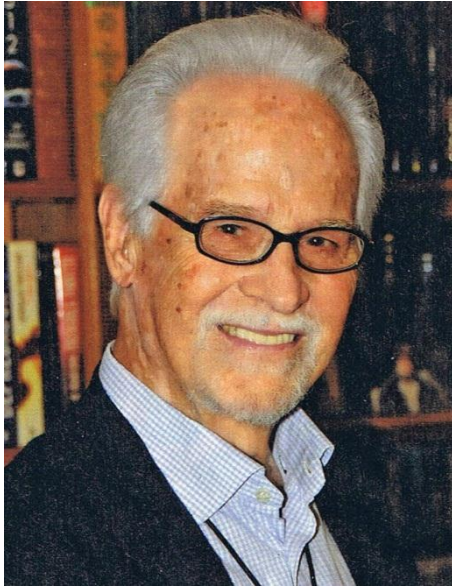


Figura 5.3: Eduard Admetlla ha estat un dels pioners del busseig dins cavitats. Va bussejar a la Falconera l'any 1953 amb A. Ballester.

5.2.1. HISTÒRIA DE LES EXPLORACIONS

A les darreries del segle XIX el Comte de Güell, industrial i empresari important i reconegut mecenes de la cultura catalana, va intentar aprofitar aquesta surgència submarina per proveir d'aigua a la ciutat de Barcelona, fent una sèrie de pous que arribessin al corrent i li permetessin bombejar-la. Va encarregar a l'enginyer de mines Silvino Thos i Codina una sèrie de treballs de prospecció, que duraren quatre anys, durant els quals es van obrir quatre pous i algunes galeries artificials. Un d'aquests pous és el de l'Eusebio, el qual hem comentat anteriorment; tanmateix, sembla ser que s'utilitzà els serveis d'un bus, que resultà una cosa molt nova, ja que llavors tan sols

s'utilitzaven en treballs i prospeccions marines.

No obstant això, la dura competència del projecte d'aportació d'aigua des del riu Ter (projecte que al final va resultar guanyador) i el fet que el cabal de la Falconera fos submarí, encarint l'extracció, van fer desestimar l'empresa fins a l'actualitat.

L'any 1.954 s'efectua la primera immersió subterrània per membres de l'ERE després d'avançar per la galeria principal, els bussejadors, A. Ballester i E. Admetlla, arriben al primer sifó, aconseguint assolir la profunditat de -20 metres (Figs. 5.2, 5.3).

En 1.960 prossegueixen les exploracions a la Falconera, s'organitza l'anomenada "Operació Tritó" a càrrec del GES del Club Muntanyès Barceloní, dirigida per J. Montoriol. S'amplia la xarxa de galeries conegudes.

Entre els anys 1.966 a 1.969 s'aconsegueix la profunditat de -30 metres.

L'any 1.970 es realitza la campanya "Garraf 70", en la qual per primera vegada es van a distribuir tancs de reserva en les galeries submergides. Són els bussejadors E. Petit i R. Recuero els que efectuïn l'exploració arribant a la profunditat de -40 metres, i recorren un total de 350 metres de galeries. D'aquesta manera, en aquelles dates, passa

a ser la Falconera la que ostenti el rècord de major profunditat i major desenvolupament horitzontal en una cavitat inundada. L'Operació Tritó va a suposar un nou pas en el mètode d'exploració subaquàtica. Va ser una campanya en la qual van col·laborar organismes públics com "El Servei d'Extinció d'Incendis i Salvaments", que estava en contacte amb els espeleòlegs mitjançant la ràdio, per si sorgia algun accident. Així mateix van prestar el seu suport l'Institut de Recerques Pesqueres de Barcelona, així com el Servei Geològic d'Obres Públiques. En resum, poques vegades s'havia vist un interès semblant cap al món subterrani per part de centres oficials.

L'any 1.988 el català Xavier Garsa (ECG), i el francès Jean Louis Camus (FFS), van continuar les immersions explorant 335 metres de galeries i arribant a la cota de -81 metres.

En 1972, l'alcalde franquista de la Ciutat Comtal, el polèmic Porcioles, no va tenir millor idea que apanyar un de les valls del massís del Garraf com a abocador d'escombraries de tot l'àrea metropolitana. L'oposició dels veïns i els grups ecologistes, malgrat la dictadura, va ser molt important tenint en compte que la ubicació de l'abocador hipotecava tota la hidrografia de la zona, en drenar tots els lixiviats i contaminar tots els aqüífers a causa de l'estructura càrstica de la serra. La resposta del règim va ser contundent, fins i tot amb visites intimidatòries de la policia a casa dels caps, construint-se el citat abocador a la pitjor zona possible malgrat l'oposició al projecte. Per desgràcia, tal com es va predir, va ocórrer per la falta d'impermeabilització de la zona d'abocament i el subsòl es va contaminar amb matèria orgànica i metalls pesats. El règim va atribuir el fet a una succió d'aigua de mar durant uns quants dies (veure ABC del 5/1/75), però en cap cas al fet evident de l'existència de l'abocador. El sistema hidràulic de la Falconera, des de llavors, va quedar inutilitzat tant per al consum com per al bany recreatiu i si ben els treballs posteriors d'impermeabilització de l'abocador empresos durant la democràcia, han permès controlar en bona part el vessament de lixiviats, el mal ja està fet i la recuperació serà molt lenta i treballosa. La cavitat actua com a sistema de drenatge de l'aigua contaminada i les tasques exploratòries es van aturar. Esperem que el tancament definitiu de l'abocador del Garraf li permeti tornar a recuperar el nom de "La Dolça". La Falconera continua, la galeria principal al final de l'exploració presentava importants dimensions que es podran reprendre en tornar a brollar netes les seves aigües.

5.3. La cova del Moraig (València)

La cova del Moraig o Riu Blanc, l'entrada de la qual es troba en la cala del mateix nom, es localitza a la comarca de la Marina Alta (província d'Alacant), en la costa de penya-segats del terme municipal de Benitatxell, entre les poblacions de Moraira i Xàbia. La cova té una longitud superior a 1300 m i una profunditat màxima, explorada fins al moment, de 62 m, que s'aconsegueix a una distància de 960 m de la boca de la cavitat. Per ella discorre el riu Blanc, la principal descàrrega de l'aquífer de Benissa cap al mar (Fig. 5.4).

5.3.1. HISTÒRIA DE LES EXPLORACIONS

Es coneix la seva existència des de 1.967, any en què el Grup Espeleològic d'Alacant topografia la seva entrada i s'adona de la seva important deu.

Entre els anys 1.974 i 1.978 va ser explorada per Eloy Parra, del Grup Espeleològic d'Alacant, arribant als 200 metres de recorregut i -14 m de profunditat.

Al juliol de 1.982, Juan José Palmero, del Centre Excursionista de València, i Vicente Alegre, del Espeleo-Club alpí de València, continuen la seva exploració. Penetren en el sífo uns 500 metres, emprenent el retorn en adonar-se que amb prou feines els queda aire. Només Juan José Palmero portava un manòmetre. Vicente mor a 470 metres de l'entrada. El seu company intenta tornar a tota velocitat, sofrint una aturada cardíaca a només 100 metres de l'entrada. Després d'aquest accident, el Grup

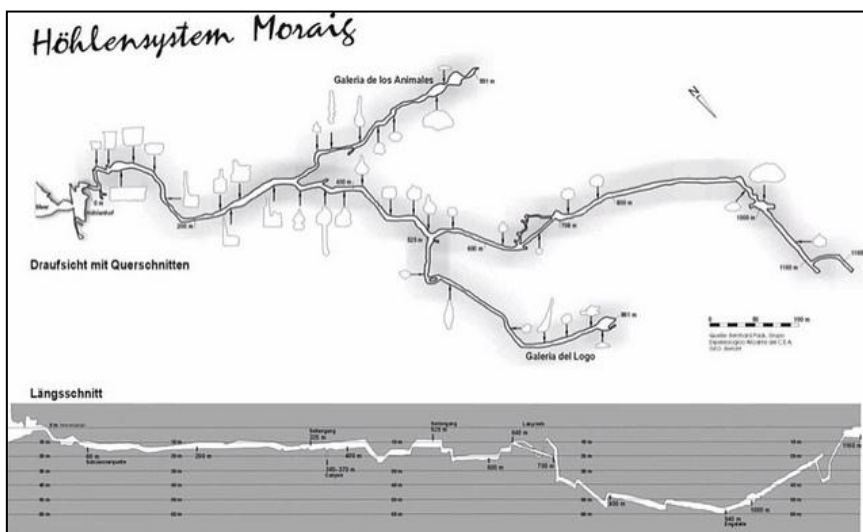


Figura 5.4: Cova del Moraig. Topografia de Bernhard Pack. Malgrat haver passat uns 40 anys des de la darrera topografia no s'ha publicat cap actualització de les novetats exploratòries.



Figura 5.5: L'alemany Bernhard Pack, finat a la cova del Moraig, ha estat el gran descobridor i investigador de la cavitat.

STD de Madrid, que va col·laborar en el rescat dels cossos, continua els treballs a la cavitat i topografia fins als 550 metres. El desnivell aconseguit és de -20 metres.

El 1.987 el mateix grup intenta obtenir ajuda econòmica de diversos organismes públics, per prosseguir l'exploració, però ha de desistir al no aconseguir-la.

Al llarg dels anys 1.988 i 1.989, l'alemany Bernhard Pack, amb la col·laboració del GEA, i especialment José M^a Cortés, organitza la campanya Moraig-Projet, durant la qual realitza 45

immersions en solitari, aconseguint 1.100 metres de recorregut horitzontal i -62 metres de profunditat. Es va filmar la pel·lícula documental "Moraig: Expedición a lo desconocido" guardonada amb 17 premis internacionals. Bernhard Pack va morir el 21 de setembre de 1992, en una de les seves immersions en el Moraig, als 28 anys d'edat (Fig. 5.5).

2012-2015: Es crea una associació, el Grup d'Exploració Moraig (GEM), per continuar amb les recerques a la cavitat. El grup està format pels bussos Carles Ramoneda, Eliseo Belzunce, Joel Borrazás, Johnathan Alcántara i Gustavo Armisén Guaica, encara que compten amb el suport de companys locals. Als darrers anys s'han fet avanços considerables fent servir aparells de respiració

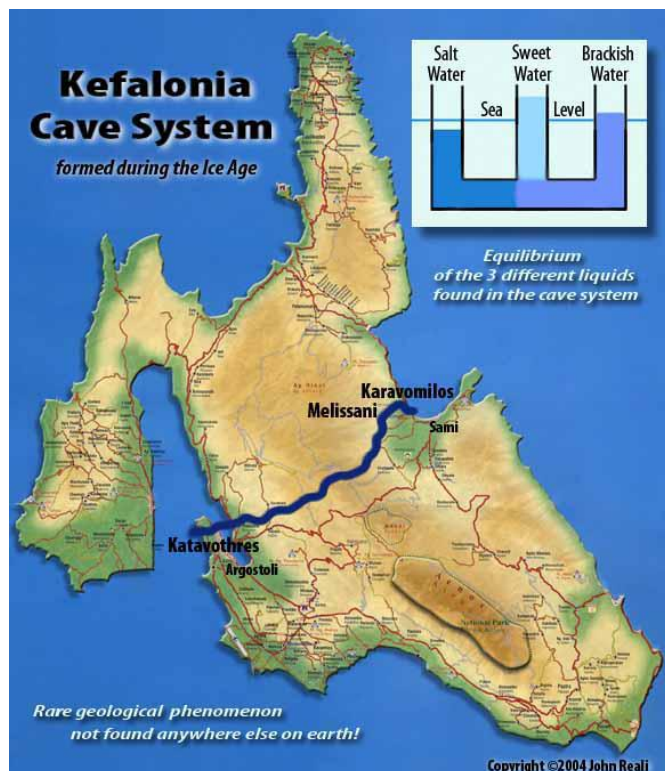


Figura 5.6: La relació de la cova del Moraig amb l'embornal del Toix és un fenomen similar als *Sea Katavothres* de la illa Kephallinia, però de major magnitud. Imatge John Reali.

tancats o recicladors. El projecte pretén aprofundir en l'exploració d'aquesta cova subaquàtica i completar el seu mapa geològic, estudiar el seu sistema hidrogeològic, molt complex i possiblement únic. Fins ara ja han ampliat les exploracions abans realitzades de la cova. Han aconseguit una distància lineal de l'entrada de 1.300 metres i a més a més han descobert bifurcacions i galeries no documentades. Especialment, destaquen la batejada com a «galeria de les Escopinyes», on han trobat nombrosos fòssils a 57 metres de profunditat.

5.3.2. ASPECTES ESPELEOGENÈTICS, MORFOLÒGICS I DESCRIPTIUS

La cavitat es desenvolupa en materials carbonatats de la serra de la Llorença, on destaca el Puig de la Llorença, el més elevat del terme municipal de Benitatxell amb 439 m. Les roques d'aquesta serra pertanyen a la zona externa de la serralada Bètica, en concret, al Prebètic. Aquestes roques sedimentàries es van dipositar en l'Oceà del Tethys, al sud d'Iberia, en una plataforma marina poc profunda durant el Cretàcic i el Paleogen. En l'actualitat, aquests materials estan plegats i fracturats a causa del moviment relatiu entre les plaques Euroasiàtica, Mesomediterrània i Africana (MARTÍN-ROJAS *et al.*, 2013). El complex de galeries presenten una direcció

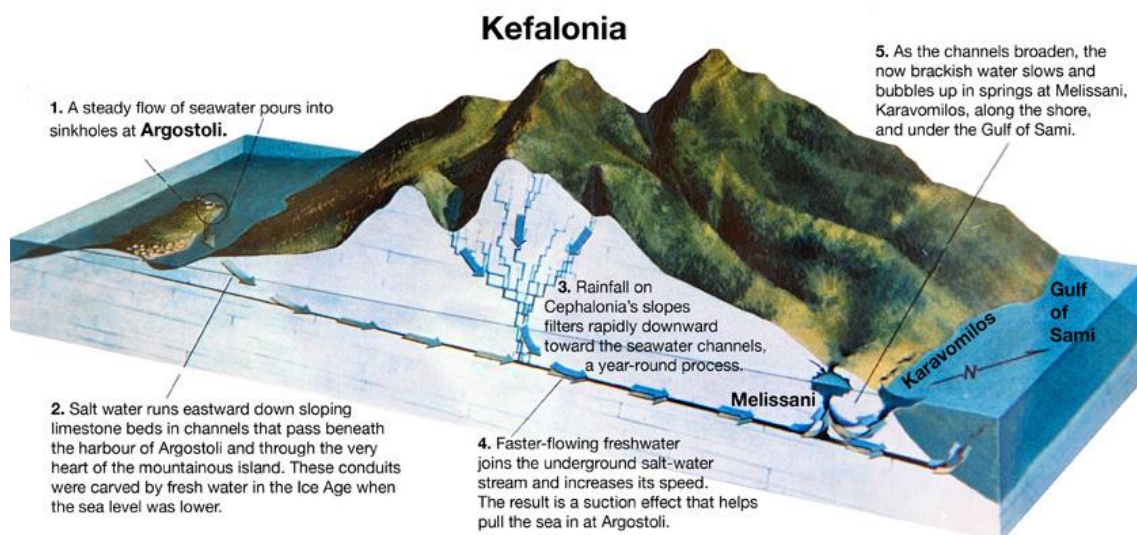


Figura 5.7: A la cova del Moraig de la mateixa manera que a Kefalonia, un flux continu d'aigua marina s'introdueix a l'interior de la terra per l'embornal del Toix, circulant de forma subterrània a través del sistema aquífer de la depressió de Benissa, ressorgint finalment a 20 km de distància a la surgència del Moraig. Imatge John Reali.

MES	Volumen salida (hm ³)	Volumen entrada (hm ³)
Agosto 1998	1.22	0.18
Septiembre 1998	1.37	0.17
Octubre 1998	1.97	0.22
Noviembre 1998	1.91	0.01
Diciembre 1998	2.82	0.04
Enero 1999	1.30	0.12
Febrero 1999	1.15	0.11
Marzo 1999	4.10	0.003
Abril 1999	2.44	0.01
Mayo 1999	1.59	0.50
Junio 1999	1.58	0.49
Julio 1999	1.91	0.23
Agosto 1999	1.58	0.66
Septiembre 1999	1.53	0.74
Octubre 1999	2.33	0.39
Noviembre 1999	5.96	0.06
Diciembre 1999	3.47	0.01
Enero 2000	3.75	0.15

Figura 5.8: Volums de sortida i d'entrada a la part superior i inferior de la columna d'aigua de la cova del Moraig. CORTES *et al.* (2003).

predominant SSE-NNO i es desenvolupen en roques carbonatades del Cretàcic. Té uns 7 m d'ample i 2 d'alt, aconseguint en alguns punts dimensions màximes de 10 m de diàmetre. El sostre és pla i el fons conté abundant sediment i blocs despresos. Té una longitud superior a 1.300 m i una profunditat màxima, explorada fins al moment, de 62 m, que s'aconsegueix a una distància de 960 m de la boca de la cavitat. L'any

1993 es van mesurar aportacions que superen els 1000 i 10.000 l/s. En períodes d'intenses precipitacions és possible reconèixer la descàrrega d'aquesta surgència activa des del mirador de la Falla del Moraig i també la ploma de sediment en el mar.

A la surgència del Moraig i en l'embornal del Toix, una cavitat relacionada hidrologicalment, es van instal·lar correntòmetres autònoms multiparamètrics. Aquests aparells han permès registrar sèries temporals de temperatura, conductivitat, pressió,

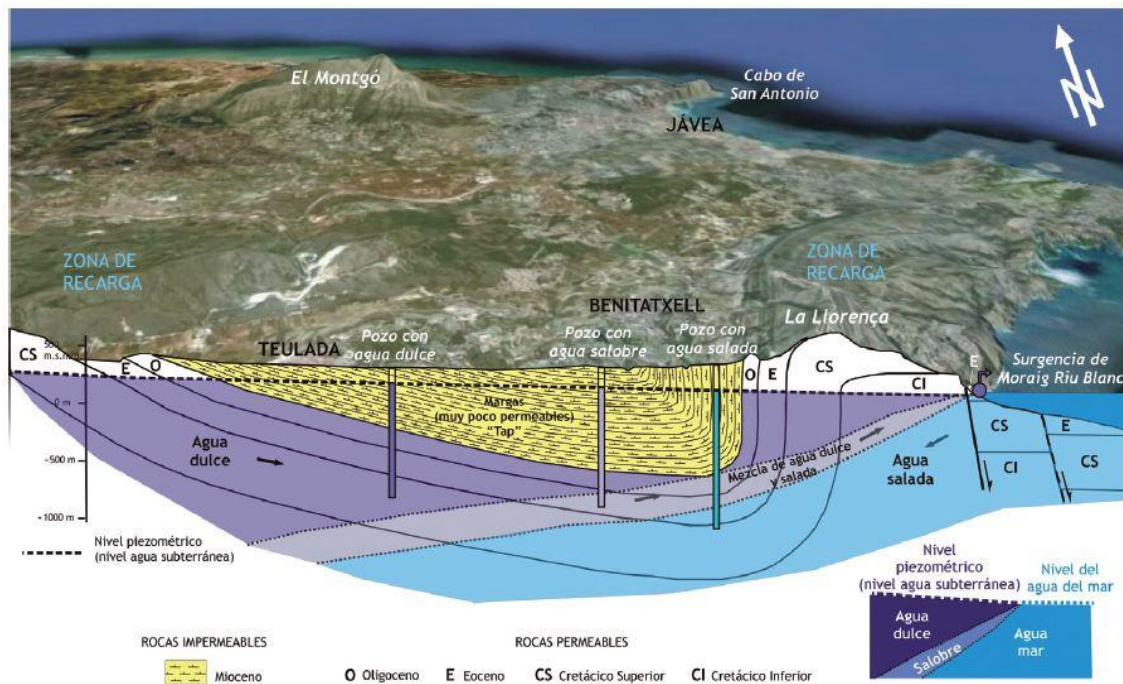


Figura 5.9: Perfil geològic de la zona. Extret de MARTÍN-ROJAS *et al.* (2013).

intensitat i direcció del corrent. Els resultats van mostrar tres capes d'aigua amb comportaments diferents. Una capa superior, caracteritzada per fluxos sortints d'aigües subterrànies, una capa intermèdia de transició, amb velocitats pràcticament nul·les (de vegades per sota del rang de mesurament del correntòmetre), i una capa inferior caracteritzada per fluxos entrants d'aigua molt influenciada per l'aigua marina. En la mesura en què aquestes diferències augmenten, indica un major grau de penetració. Ocasionalment, els valors dels tres aparells s'aproximen, indicant en aquesta situació l'existència d'un únic flux de descàrrega. La seva relació amb l'embornal del Toix és un fenomen similar als *Sea Katavothres* de la illa Kephallinia, però de major magnitud (Figs. 5.6, 5.7). En aquest cas, un flux continu d'aigua marina s'introdueix a l'interior de la terra per l'embornal del Toix, circulant de forma subterrània a través del sistema aquífer de la depressió de Benissa, ressorgint finalment a 20 km de distància a la surgència del Moraig (Figs. 5.8, 5.9).

5.4. Túnel de la Atlántida del tubo de lava la Corona (Lanzarote, Canàries)

Aquest tub volcànic va ser descrit per BRAVO (1964), MACAU (1965) i MONTORIOL-POUS i DE MIER (1969) i, més recentment, per CARRACEDO *et al.*



Figura 5.10: Tub de lava de La Corona. Posició del Túnel de la Atlántida sota la mar. Segons WILKENS *et al.* (2009).

(2003), té una longitud de 7.600 m (dels quals els últims 1.600 estan submergits) i un diàmetre de fins a 25 m (Fig. 5.10). El tub acaba en una àmplia cavitat de 10 x 10 m, a uns -60 m de profunditat sota la mar, que proba-

blement es va formar per la interacció de la lava i l'aigua de la mar en assolir el tub la costa i refredar-se de sobte. A la zona del tub es produeixen baixes taxes de precipitació, uns 100 l/m² i any. Els espeleotemes més comuns a les parets del tub de lava són els estafilits.

5.4.1. HISTÒRIA DE LES EXPLORACIONS

Les primeres exploracions en aquest túnel van tenir lloc l'any 1.972 quan els submarinistes germans Guerra van aconseguir arribar fins a uns 370 metres.

L'any 1.981 un grup de bussejadors italians, patrocinats per la revista *Mondo Sommerso*, aconseguix els 410 metres de penetració. Aquest mateix any, espeleobussejadors del *Grupo Espeleológico Standard*

(després STD), organitza una intensa campanya d'exploració i assoleix els 820 metres de longitud en el sifó.

Durant la mateixa, comproven que els forts corrents que es produeixen dins el sifó, són deguts a les mareas de l'Atlàntic.

En 1.983 té lloc una expedició científica (*Jameos del Agua International Expedition*), a càrrec conjuntament d'alemanys i nord-americans. Encara que el caràcter de l'expedició era fonamentalment científic, es van aconseguir els 1.387



Figura 5.11: Carmen Portilla i Luis Ortega l'any 1985 utilitzant propulsors per al seu desplaçament, aconseguixen arribar fins als 1.570 metres de longitud, i -60 metres de profunditat.



Figura 5.12: Imatge de l'expedició suïssa de l'any 1989 al Túnel de la Atlàntida en la qual va participar Olivier Isler.

metres de longitud. Així mateix es van capturar diversos exemplars de la interessant fauna d'aquesta cavitat, entre els quals es van descobrir diversos endemismes.

L'any 1.984, l'Associació Esportiu-Cultural STD organitza de nou una expedició al túnel, sota el patrocini del *Museo Nacional de Ciencias Naturales* del CSIC i de l'ICONA. El *Grup d'empresa de Standard Eléctrica, S.A.* i la *Federación Centro de Actividades Subacuáticas*, també col·laboren econòmicament en el projecte. Es va tractar d'una expedició eminentment científica, durant la qual es van recollir més d'un centenar d'espècies faunístiques. El més destacat va ser el descobriment d'una nova família de Crustacis, al que es va denominar *Morlockia ondinae*, en record d'aquells éssers subterranis, que descriu H.G. Wells a la seva novel·la *The Time Machine*.

A l'agost d'1.985 es continuen les exploracions a càrrec de l'anteriorment citat grup S.T.D. Aquesta vegada es pretenen aconseguir dos objectius principals: la filmació d'un documental per a la sèrie de Televisió Espanyola *Al filo de lo imposible*, i aconseguir avançar en la cavitat més enllà de la cota establerta per l'expedició germà-nord-americana. A causa dels llargs temps de descompressió que anaven a ser necessaris, es va construir una "bombolla" en forma d'estructura semiesfèrica de tub de ferro, l'interior del qual estava folrat de material plàstic. La "bombolla" es va instal·lar dins de la cavitat a una profunditat de 6 metres. El seu interior es va omplir d'aire a pressió. D'aquesta manera, els bussejadors van realitzar la descompressió en un lloc sec, respirant oxigen pur procedents de dues ampolles allà col·locades. El temps de descompressió es va reduir així a la meitat. El pes de l'esfera era aproximadament de 7.000 quilos, per la qual cosa el seu transport fins al lloc convenient, va comportar un gran esforç per part dels bussejadors. La parella que va realitzar l'exploració de punta, va ser triada mitjançant sorteig, recaient la sort en Carmen Portilla (Fig. 5.11) i Luis Ortega, experts bussejadors. Els dos, utilitzant torpedes propulsors per al seu desplaçament, van aconseguir arribar fins als 1.570 metres de longitud, i -60 metres de profunditat. Havien aconseguit sobrepassar en 183 metres a l'anterior cota de l'expedició germà-nord-americana.

L'any 1986, un grup suís, el GLPS, arribava als 1.600 metres. I el túnel no acabava (Fig. 5.12).

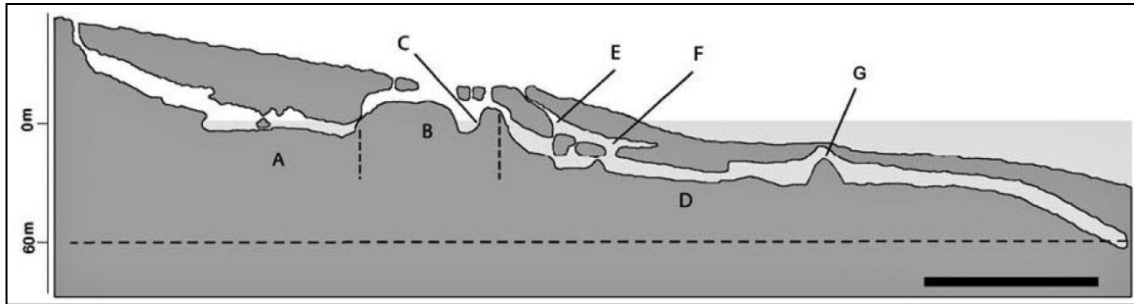


Figura 5.13: Secció esquemàtica de les parts anquihalines del tub de lava La Corona. A) Cueva de los Lagos. B) Llac de Jameos del Agua (les retxes discontinües verticals representen aproximadament la zona ocupada pel complex turístic. C) Llac amb diatomees. D) Túnel de la Atlántida. E) Lago Escondido. F) Habitació Dome. G) Muntanya d'arena. Les retxes discontinües horitzontals representen el nivell de la mar en el moment de la formació del tub de lava, al llarg de la darrera glaciació. Escala horitzontal 500 m; l'escala vertical ha estat exagerada. Segons WILKENS *et al.* (2009) i modificat de JANTSCHKE *et al.* (1994)

En 1.987 el STD torna a reprendre l'exploració, amb la finalitat d'aconseguir d'una vegada per sempre arribar al seu final. Set persones són les que es reuneixen un 24 de novembre a l'entrada dels *Jameos del Agua*. Els primers dies es dediquen als preparatius necessaris en una expedició d'aquesta envergadura. A la fi, el 2 de desembre es preparen els dos bussejadors que intentaran arribar al final del túnel: són Luis Lapido i Luis Ortega els que intentaran dur-ho a terme. L'avanç es realitza sense problemes, a pesar que el propulsor d'aquest últim sembla tenir les bateries amb algun problema, i per això la seva velocitat és menor que la del seu company. Arriben als 1.370 metres i instal·len la placa dels nord-americans que van recollir dos anys abans. Passen la punta que van fer en aquest any i comproven que el túnel comença a reduir les seves dimensions considerablement. Ràpidament es troben amb la tableta instal·lada pels suïssos, i uns metres més endavant, el *túnel de la Atlántida* acaba en la seva galeria principal, sense continuació possible, als 1.618 metres de longitud. La profunditat total aconseguida ha estat de -64 metres. Era el sífo més llarg explorat llavors a l'Estat Espanyol (Figs. 5.13, 5.14).

5.4.2. ASPECTES ESPELEOGENÈTICS, MORFOLÒGICS I DESCRIPTIUS

A l'illa de Lanzarote, les erupcions del volcà *La Corona*, va originar un llarg tub volcànic de més de 7 km de longitud, pel qual va seguir fluint la lava. A poc a poc l'activitat del volcà va anar disminuint, fins que va cessar per complet i el llarg tub va quedar buit. Les aigües del mar ho van inundar posteriorment, i alguns enfonsaments de



Figura 5.14: Túnel de la Atlántida (Foto de J. Heinerth).

les seves voltes van donar origen a entrades naturals conegudes amb el nom de Jameos (Fig. 5.10). Són famosos els *Jameos de los Lagos* i els de la *Cueva de los Verdes*. A la vora del mar, es troba el complex turístic Jameos del Agua, lloc d'on arrenca el Túnel de la Atlántida.

El recorregut del tub es troba interromput per diversos jameos, o col·lapses del sostre de la cavitat, que divideixen la cova en diverses seccions. Les tres darreres seccions, conegudes com a Cueva de los Lagos, Jameos del Agua i el Túnel de la Atlántida, s'estenen per sota del nivell del mar i alberguen un dels ecosistemes anquihalins més importants del món.

És el tub més llarg de lava al món en 6100 m (GULDEN, 2009), així com la cova submarina més llarga d'aquest tipus, que s'estén fins a 1618 m (ISLER, 1987). La primera referència científica de la cova es publica pel taxònom d'Àustria KOELBEL (1892) en la seva descripció del cranc galateid *Polymorpha munidopsis*, probablement l'espècie endèmica més coneguda del tub de lava.

Es van instal·lar sondes per estudiar les característiques de l'aigua a 300, 700 i 1000 m de distància de l'entrada del Túnel de la Atlántida. Tots aquests llocs es troben més enllà de la costa i situat per davall del nivell de la mar. La sonda era programada per prendre dades a intervals de 2 minuts i registrar dades de paràmetres físics i químics.

El tub de lava es va formar a partir de materials ejectats per una gola lateral del volcà Corona sota condicions subaèries. Aquesta fase volcànica es va determinar recentment per mètodes de datació directes i va haver ocorregut fa 21.000 ± 6.500 anys per datació absoluta $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$, corresponents amb l'últim màxim glacial, fa 21.000 a 18.000 anys (CARRACEDO *et al.*, 2003). El tram totalment submergit de la cavitat és el Túnel de la Atlántida. Aquesta fracció del tub de lava continua 1.618 m sota el mar, on finalitza a 64 m sota el nivell del mar, en un cul de sac sense sortida (ISLER, 1987). La longitud i la profunditat del tub submergit és coherent amb l'antiguitat d'aproximadament 21.000 anys, en moments en què el nivell del mar a causa de la darrera glaciació era almenys 100 m més baix que a l'actualitat. En aquest escenari, la cova se suposa que s'ha format en condicions subaèries, només per ser inundat durant el posterior post-glacial augment del nivell del mar (CARRACEDO *et al.*, 2003).

El diàmetre del tub de lava Corona arriba a superar els 30 m en algunes seccions del Túnel de la Atlántida, i supera els 20 m d'amplària al llarg de la major part de la seva longitud. La geomorfologia del tub es compon d'un sol conducte sense passatges laterals, però ocasionalment amb nivells superiors i inferiors separats per un envà horitzontal o fals sòl, entre ells. Més de 20 col·lapses formen entrades al llarg de la trajectòria aèria de la cova, mentre que només una única, i angosta obertura directa, es troba a la Montaña de Arena, present en el Túnel de la Atlántida. Estalactites de lava estan presents en tota la cova, així com crostes de guix. En la majoria de parts del sistema de coves seques i sota l'aigua, es troben col·lapses i el sòl està cobert de roques caigudes. No obstant això, en altres seccions, fluxos de lava solidificada cobreixen el sòl, la qual cosa indica que no s'ha produït el col·lapse des que es va formar la cova.

El Túnel de la Atlántida és el tram més llarg i complex de la cova inundada. Excepte en el llac d'entrada, en la part posterior dels Jameos del Agua, la resta del tub està completament submergit i s'allunya de la costa per sota del mar. La Muntanya de Sorra és un impressionant monticle cònic d'11 metres d'altura format per l'acumulació

de sorra calcària blanca, situada a 700 m a l'interior del túnel de lava. La sorra entra a través d'un petit forat en el sostre del fons del mar que ho cobreix.

5.4.3. FAUNA AQUÀTICA

A les tres zones anquihalines del tub de lava Corona, és a dir, Cueva de los Lagos, Jameos del Agua, i el Túnel de la Atlántida, igual que a la majoria de les coves anquihalines, el moment de les mareas dins de la cova es retarda en comparació de les mareas de l'oceà i l'amplitud es redueix. Només es coneix una petita obertura en el sostre de la cova directament sobre el cim de la Montaña de Arena, mostra clars signes de comunicació directa

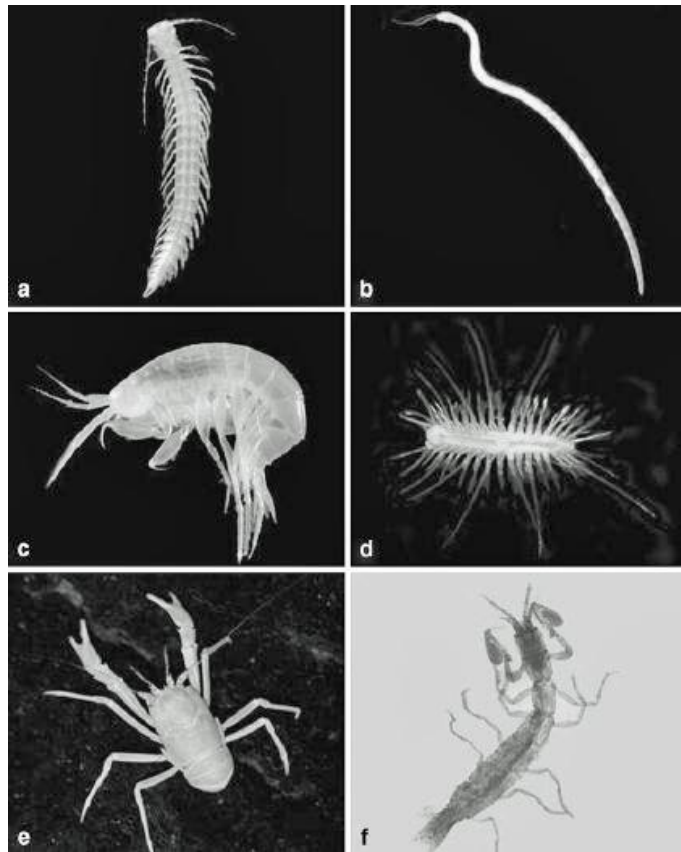


Figura 5.15: Fauna estigòbia de les aigües subterrànies que es troben a l'interior del tub de lava. a) *Speleonectes ondinae* (Remipedia). b) *Protodrilus* sp. (Polychaeta). c) *Spelaeonicippe buchi* (Amphipoda). d) *Gesiella jameensis* (Polychaeta). e) *Munidopsis polymorpha* (Galatheidae). f) *Curassanthura canariensis* (Isopoda). Fotos: U. Strecker.

amb el mar, com ho demostra la presència d'animals marins que s'alimenten per filtració com les esponges i corals solitaris en aquest lloc.

En contrast amb altres seccions del tub de lava, Jameos del Agua presenta una situació ecològica molt diferent perquè entra llum directa del sol i permet producció primària. No obstant això, la baixa intensitat de la llum només és suficient per al desenvolupament de diatomees, que són l'aliment d'abundants poblacions del cranc *Polymorpha munidopsis* i altres espècies de crustacis. Els canvis de salinitat estan directament relacionats amb les mareas; per exemple, es van observar salinitats més altes durant la marea alta i salinitats més baixes durant la marea baixa per a cadascuna de les tres estacions. Pel que fa a la distribució en el tub de lava, les espècies es poden dividir en almenys dos grups. El primer grup està format per espècies marines com

l'equiur *Bonellia viridis* i crustacis decàpodes com *Stenopus athanas* cf. *nitescens*, entre d'altres, en àrees on els recursos tròfics són abundants. El segon grup està format per espècies troglobies. Moltes d'aquestes espècies, com són *Polymorpha munidopsis*, *Spelaeonicippe buchi*, *Heteromysoides cotti*, i *Danielopolina wilkensi*, també s'han localitzat a les aigües subterrànies anquihalines de les fissures de lava o altres llacs subterranis a (Fig. 5.15).

5.5. La cueva del Agua (Cartagena)

La cavitat es troba a la zona denominada La Mojonera, a la localitat de Isla Plana, que pertany al terme municipal de Cartagena, al costat de la carretera de la Azohía a Mazarrón (Fig. 5.16). Cueva del Agua és un laberint de galeries submergides on s'han explorat 2.400 m, presenta nombroses dificultats, destacant la seva xarxa de galeries i la rapidesa amb que s'enterboleixen les seves aigües, la temperatura de l'aigua és de 30° C a 6 metres de profunditat, amb una surgència d'aigua termals localitzada a 860 m de l'entrada.



Figura 5.16: Tasques dels equips de rescat a l'entrada de la cavitat.

5.5.1. HISTÒRIA DE LES EXPLORACIONS

Anys 70: A Principis dels anys 70 es realitzen unes exploracions superficials a l'entrada per part de l'equip Exploraciones Subterráneas de la Diputación Provincial de Murcia, posteriorment a mitjan anys 70 el Grupo de Espeleología del Centro Excursionista de Cartagena G.I.S., inicia l'exploració del sistema recurrent inicialment la primera sala submergida. En 1978, es descobreix prop de Cueva del Agua, la Sima Destapada de 230 m de desnivell i més de 3.000 m de recorregut (ROS *et al.*, 1988). Al llarg d'una dècada les exploracions del GIS es dediquen en aquest avenc a on es descobreix una zona inundada a 230 m de profunditat, realitzant-se dues incursions, per José L. Llamusí, Andrés Ros (Figs. 5.17,5.18) i posteriorment per Miquel Romans, on es pot apreciar que la cavitat

contínua sota l'aigua amb galeries àmplies, les dificultats de realitzar immersions en el fons de l'avenc i l'equipament desisteixen la idea de moment de continuar les exploracions.

Anys 80: D'ençà dels 80 amb la incorporació de nous equips i una millora en la tècnica de l'exploració en coves submergides, es continuen les exploracions en Cueva del Agua, pel Centro Excursionista de Cartagena. Andrés Ros i José Luís Llamusí, amb la col·laboració d'Ángel Ortego i Miquel Romans, avancen uns 100 metres de recorregut

lineal i uns 200 en total de galeries.



Figura 5.17: José L. Llamusí i Andrés Ros són dues figures claus a les importants exploracions i tasques efectuades a la Cueva del Agua d'ençà de la dècada dels 70 fins a l'actualitat.

1996: Dos especialistes de la Guardia Civil, el tinent Antonio Naranjo y el guardia Antonio Sánchez, pertanyents al Grupo Especial de Actividades Subacuáticas (GEAS), moren dins la cavitat. Les dues morts, se sumaven a la d'un submarinista francès que vint anys abans havia entrat a la cova. S'inicia una intensa i controvertida campanya de rescat amb bussejadors de l'Armada, GEAS, Bombers de la Generalitat i espeleobussejadors d'altres clubs. Amb les tasques de recerca dels cossos s'exploren uns 200 m lineals i prop de 800 metres de galeries en total.



Figura 5.18: Exploracions a la Cueva del Agua. S'aprecien importants morfologies de corrosió zenitals (Foto Grupo del Agua).

1998: L'equip del GIS del Centro Excursionista de

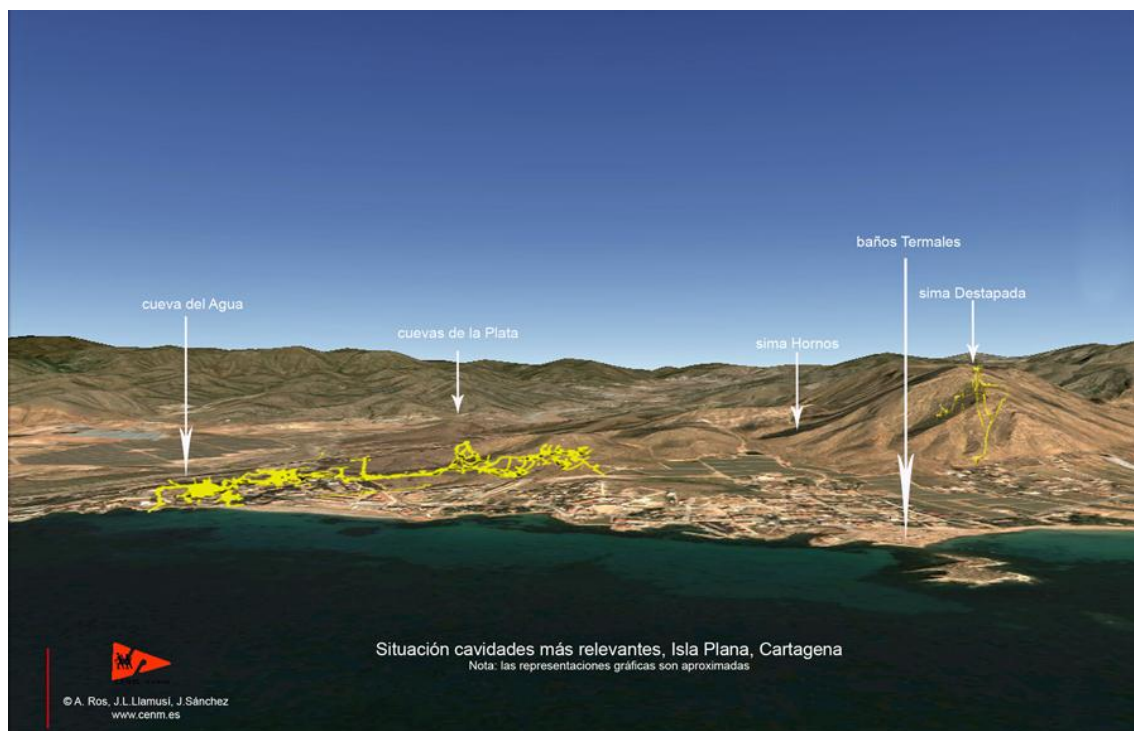


Figura 5.19: Localització de la Cueva del Agua, la Sima Destapada i altres cavitats properes, així com els banys termals. Imatge Grupo Cueva del Agua.

Cartagena, repren les exploracions. Ja s'intueix una important xarxa subterrània i s'organitza un ampli projecte de recerca i exploració a mitjà i llarg termini, on es fixen diversos objectius, coordinats per José L. Llamusi i Andrés Ros denominat “CUEVA DEL AGUA – PROYECTO 2000”. Entre els seus objectius està la realització d'un documental sobre la cova “ LA LUZ Y EL LABERINTO” realitzat en 1999, l'exploració de la cavitat i la realització de la cartografia. S'incorporen a aquest projecte, Vicente García (Vigarto), Alberto Achica, Ángel Ortego, Juan Sánchez, Carlos Bodas, Manuel de les Heras, Sergi Pérez, Daniel Marín, Salvador Inglés, Ángeles Rodríguez, els quals inicien un llarg període d'exploracions.

De 1998 al 2001: Es comença a revisar el recorregut i el croquis realitzat per l'equip de rescat de 1996, s'aprecien notables diferències amb el que realment és la cavitat. Les galeries són mesurades i altres noves explorades. Al juny del 2001 un equip format per Vicente García, José L. Llamusi i Alberto Achica, troben la continuïtat de la galeria principal a 200 m., de la sortida, darrere d'un gran bloc, la nova galeria és ampla i amb importants desprendiments de sediment del sostre. A la fi d'any l'equip

aconsegueix arribar fins a la cota 400 on una esfondrament fa detenir momentàniament les exploracions.

2002: Les exploracions continuen, es localitza un pas en la cota 440 que connecta amb la galeria principal, aquesta s'eixampla en grans proporcions i s'arriba fins a la cota 650 m.

2004: Troballa de la segona bombolla d'aire a 800 m de l'entrada i amb temperatura d'uns 30 graus. La concentració d'O₂ és de 15,7%. Es descobreix a 860 m de l'entrada una surgència d'aigua termal.

2010: Digitalització de la topografia. Exploració en punta i desobstrucció de la surgència termal. José Llamusí i Juan Sánchez recolzats per un nou equip de espeleobussejadors: Carlos Munuera, Andrés Marín, Juan Francisco Plazas, Alberto García i Antonio Latorre. També es produeix un accident mortal, Antonio Pedro

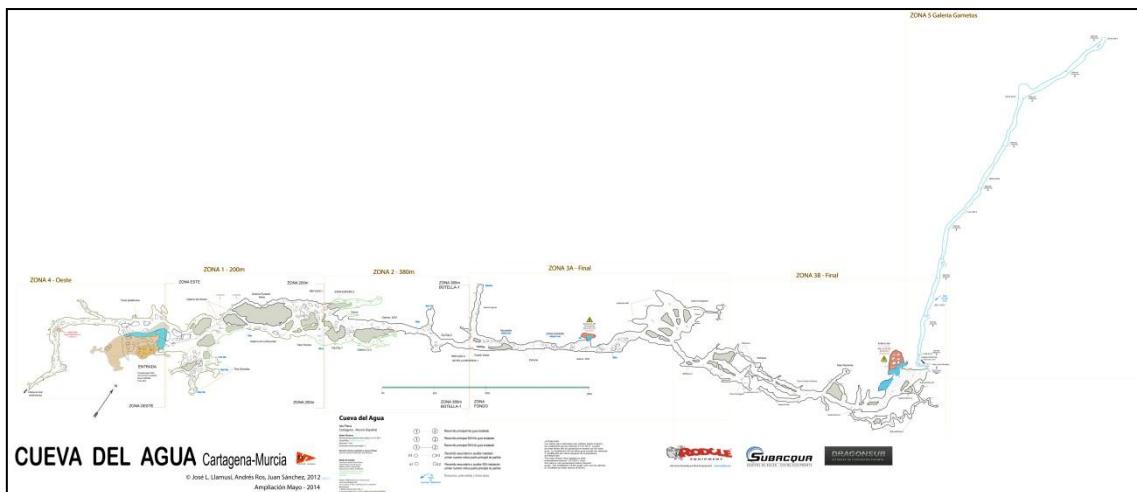


Figura 5.20: Topografia de la Cueva del Agua. El segment de l'escala és de 200 m. En Blau la darrera galeria descoberta el 2014, la Galería Gametos. Grupo Cueva del Agua.

Martínez Ardiz mor ofegat en desorientar-se i perdre el fil-guia, a una galeria a prop de l'entrada, en 2010.

2012: Descobriment de la possibilitat de forçar la surgència termal a l'extrem més distal de la cavitat.

2013: Treballs de desobstrucció del pas final “Juan Sánchez” per intentar forçar-ho per part de l'equip de bussejadors del C.E.N.M Naturaleza. Es transporta fins al final, a 860 m de distància i 17 m de profunditat, l'equip dissenyat expressament per a l'operació de desobstrucció. Consisteix en una xucladora d'efecte venturi (amb aire comprimit) alimentada per dos tancs de vint litres, un de cada bussejador i interconnectats amb un transvasador d'aire flexible, més un regulador amb manòmetre del que surt un tub de deu metres connectat amb la xucladora. Al llarg de diversos dies es va procedint a la retirada de fang del pas. S'aconsegueix obrir-ho prou per progressar per ell i descobrir uns 300 m de la Galería Gametos.

2014: Continua ampliant-se el recorregut de Cueva del Agua. Un equip d'espeleobussejadors format per Juan Sánchez i José Luis Llamusí en punta d'exploració i Carlos Munuera, Juan F. Plazas i Ángel Ortego de suport, aconsegueixen recórrer fins a 400 m de la “Galería Gametos”, més enllà del pas “Juan Sánchez”, ampliant el recorregut de Cueva del Agua a 2.560 m de desenvolupament total i 1.260 en recorregut lineal des de l'entrada. Malgrat el complicat pas "Juan Sánchez" la cova continua per una àmplia fractura.

5.5.2. ASPECTES ESPELEOGENÈTICS, MORFOLÒGICS I DESCRIPTIUS

La Cueva del Agua és una cavitat inundada excepte la sala d'accés i diverses bombolles d'aire a 500 m i 800 m de l'entrada (Fig 5.19, 5.20). S'ha de remarcar l'elevada concentració de CO₂ i baixa d'O₂ a la segona bombolla, amb només és de 15,7% d'O₂. L'aigua drena a la mar i es filtra a través de sediments al final d'una galeria molt propera. En direcció Nord-est s'interna en el massís calcari i és on s'ha localitzat la major part del recorregut amb presència d'aigües termals que eleven la temperatura des dels 18° en superfície fins als 30°. La

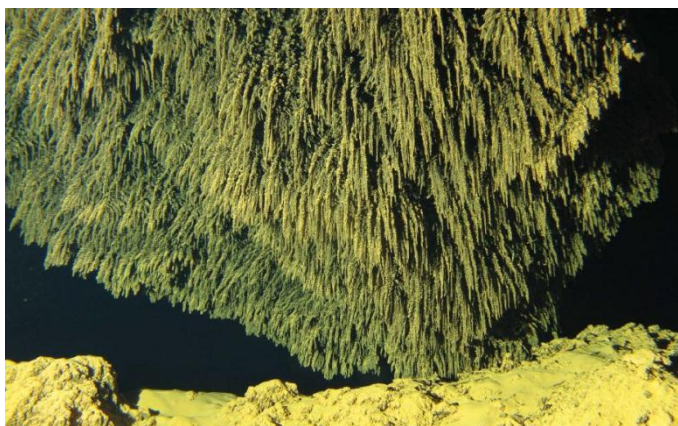


Figura 5.21: Agregats bacterians que pengen del sostre de la Cueva del Agua. Grupo Cueva del Agua.

profunditat màxima de la cavitat és de 26 m. A l'extrem del massís es troba el Cabezo de Forns on es localitza la Sima Destapada a uns dos quilòmetres de distància. En el fons del mateix a -230 m es troba el nivell freàtic amb les mateixes característiques que les aigües termals de Cueva del Agua, i que fan pensar que sigui tot un mateix sistema que s'ha denominat Sistema Cueva del Agua-Destapada, encara que no s'ha connectat (LLAMUSÍ & ROS, 2006).

Les galeries són irregulars amb nombroses arestes tallants i una intensa corrosió de l'aigua, a més a més de l'elevada temperatura, que provoquen la descomposició de la roca calcària triàsica en un fi sediment que al no existir corrents d'aigua fan que aquest es quedi en parets i sostre i el pas dels bussejadors trenqui l'equilibri del mateix i aquest es desplomi lentament i en ocasions produeixin esbaldregats fins i tot de roques, creant una terbolesa completa. El sediment es pot torbar diversos dies a decantar-se de nou en el sòl i el gruix de sediment en alguns indrets supera els 2 m. La temperatura a la galeria més interior, Galeria de los Gametos, assoleix els 31°C.

Capítol 6. PRINCIPALS ÀREES GEOGRÀFIQUES DE CARST EOGENÈTIC LITORAL AL MÓN

6.1. Introducció

La pretensió d'aquest capítol és mostrar i comentar altres llocs del món a on es troben cavitats subaquàtiques litorals desenvolupades dins un carst eogenètic. D'aquesta manera tindrem una visió més holística de les cavitats litoral que es formen en condicions similars a les del Migjorn i Llevant de Mallorca. No donarem una informació exhaustiva, ja que no és aquesta la intenció, ni és fàcil trobar bibliografia d'algunes de les zones geogràfiques a on es troben aquest tipus de cavitats. Les publicacions de fauna anquihalina, és possiblement el camp a on s'ha fet més feina i és més fàcil trobar bibliografia especialitzada. Trobam a faltar articles que arrepleguin les topografies de les cavitats litorals. Els estudis a nivell geomorfològic, descrivint i interpretant les formacions primàries que apareixen a l'interior de les coves és una altre camp a on fan falta investigacions.

La proliferació del turisme de busseig de coves, a nivell de visites turístiques guiades i de cursos d'espeleobusseig de tots els nivells, és una constant per tot el món. Paradoxalment, aquest fet suposa que aquestes formacions endocàrstiques es coneguin per part de molts de practicants i fins i tot perill la seva conservació per la massificació i per accedir per part de bussejadors d'aigües obertes sense control de la flotabilitat i que causen involuntàriament trencament d'espeleotemes. Tanmateix més greus són les agressions que pateixen a causa de les aigües residuals o la destrucció física directa pels processos urbanitzadors, tan freqüents a les zones litorals. És del tot necessari crear figures de protecció i conservació que permetin una gestió adequada i compatible amb l'estudi i visites controlades d'aquesta immensa riquesa patrimonial. Algunes fundacions i associacions s'han creat a diferents parts del món amb la principal funció de servir de plataforma de protecció de les cavitats litorals.

Totes les regions que posseeixen similars cavitats litorals presenten paral·lelismes en les seves estratigrafia, litologia, paleogeografia i espeleogènesi. N'hi ha moltes altres cavitats litorals per tot el món que es troben dins carst telogenètics, però es diferencien bastant morfològicament amb les que es desenvolupen als carst eogenètics.



Figura 6.1: Geologia de la península del Yucatán. El color taronja és Miocè/Pliocè, envoltat a la costa per Quaternari (color gris clar).

6.2. Península del Yucatán (Mèxic i Belize)

CARACTERÍSTIQUES GEOGRÀFIQUES I GEOLÒGIQUES

La península de Yucatán correspon a la part que emergeix de la plataforma continental de Yucatán, que abasta una extensió de 300.000 km² i que separa el Mar Carib del Golf de Mèxic. En la península, els trets orogràfics estan pràcticament absents, la qual cosa és singular en el context nacional; 90% de la seva superfície està a menys de 200 m snm i la Sierrita de Ticul és l'única elevació prominent. Cal esmentar que de nord a sud l'elevació augmenta

lleugerament. Aquesta zona abasta, com a unitat fisiogràfica/geològica, tant el territori mexicà, el Petén guatemalenc i el nord de Belize. La península manca de drenatge superficial a causa de la litologia, i el riu Hondo a la frontera amb Belize és l'únic sistema fluvial de la península (BEDDOWS *et al*, 2007).

El clima de la península de Yucatán és tropical humit amb pluges a l'estiu, no obstant això, presenta un gradient de precipitació que augmenta de nord-oest a sud-est, la qual cosa es reflecteix en la vegetació, des de zones àrides en el nord-oest, passant per selves baixes i mitjanes caducifòlies, fins a selves altes en el sud, prop de Chiapas. A l'estiu es presenten huracans i a l'hivern, "nortes". La pluviositat al litoral es troba als voltants dels 1.200 mm, dels quals el 90% precipita entre els mesos de maig i octubre, amb una temperatura mitjana anual de 25°C, que coincideix amb la de les aigües subterrànies. Degut a la sequera superficial, els cenotes van ser decisius pels maies com a principal font d'aprovisionament d'aigua potable, de la mateixa manera els pobles i ciutats s'han establert al llarg dels segles vora de rius, tots els assentaments dels maies han nascut i han viscut, desaparegut o prosperat, al voltant d'un o més cenotes (LLORET & UBACH, 1993).



Figura 6.2: Cenote Zapote (Tulum), d'uns 36 m de diàmetre. Foto M. A. Perelló.

El Bloc del Yucatán és un bloc tectònic únic del Paleozoic, Juràssic i Cretàcic sense plegaments. La separació entre el Cretàcic i el Terciari presenta l'estructura de l'impacte Chicxulub. El terç nord i la meitat oriental de la península estan formades per roques calcàries en disposició tabular amb poca elevació respecte al nivell de la mar, compostes per seqüències de capes horitzontals de calcàries i dolomites del Miocè i Pliocè, corresponents a sedimentació en aigües somes de plataformes continentals. Posseeixen un espessor d'entre 163 i 240 m, limitada pels dipòsits perifèrics del Quaternari, també de roques calcàries (Fig. 6.1).

Els cenotes se concentren en la part nord, al llarg d'una línia imaginària situada entre Tulum, Quintana Roo i Campeche, i disminueixen cap al sud de la península. La roca càrstica es caracteritza per la seva alta permeabilitat i un gradient hidràulic gairebé nul; l'aigua d'origen meteòric s'infiltra i acumula en el subsòl, formant una lent d'aigua dolça prima que sura sobre una massa d'aigua salada, més densa, l'origen de la qual és la intrusió marina natural. El contacte entre ambdues masses d'aigua, dolça i marina, forma una zona de barreja o haloclina que en conjunt conformen un component geològic important de l'aqüífer. S'han documentat haloclines a una profunditat de 12 m en els cenotes Chac Mool, Dos Ojos, Tajma-Hal, de 6 m en Manatí dependent de la marea. La

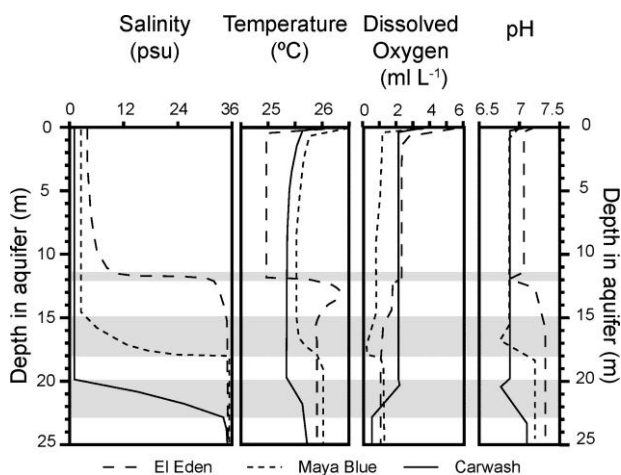


Figura 6.3: Paràmetres de les aigües de tres cenotes. S'observa la presència d'haloclines a diferents fondàries, segons la distància a la mar. També destaca la presència d'un pH lleugerament àcid a les zones d'haloclines.

existeix un contracorrent d'aigua salada que entra cap a l'interior de la Península (observacions realitzades en el sistema de caveres Ox Bel-Ha, al sud de Tulum). A la regió de Carwash i Mayan Blue (SÁNCHEZ *et al.*, 2002) s'ha determinat una velocitat de flux és d'1-3 cm/s, que concorda amb el baix gradient observat a la zona (ORDÓÑEZ & GARCÍA, 2010).

BREU HISTÒRIA DE LES EXPLORACIONS I CARACTERÍSTIQUES DE LES CAVITATS



Figura 6.4: Cenote Caterpillar (Quintana Roo). Es va trobar en fer unes obres per una pedrera, amb maquinària pesant. Actualment és un sistema que uneix 6 cenotes, 13,5 km de longitud i 27 m de fondària màxima. Foto M. A. Perelló.

massa d'aigua marina penetra per la costa a la península i arriba fins als 110 km terra endins a l'estat de Yucatán.

Als voltants a la costa, el flux subterrani costaner és molt complex, fins i tot amb entrada i sortida d'aigua dolça i salada simultàniament, que mantenen corrents de diferent adreça i intensitat (BEDDOWS, 2007): mentre que les aigües dolça i salina succinta flueixen cap a la costa,

El terme cenote, *ts'ono'ot* o d'zonot en llengua maia, denota qualsevol espai subterrani amb aigua, amb l'única condició que estigui obert a l'exterior en algun grau. És a dir, inclou tota manifestació càrstica que aconsegueixi el nivell freàtic. El nombre aproximat de cenotes, només a l'estat de Yucatán va dels 7000 als 8000; la cobertura de

bosc ha fet més difícil el càlcul per als estats de Campeche i Quintana Roo. Entenent els mecanismes i processos del carst tropical de la península podem dir que la formació de cenotes es genera a través d'una seqüència d'esdeveniments. Partint d'un sistema



Figura 6.5: Galeria freàtica de control estructural estratigràfic del sistema Caterpillar. Foto M. A. Perelló.

de circulació horitzontal (cova inundada) es pot formar una gruta o bé un cenote tipus càntrir per esfondrament parcial del sostre. El procés avança des de dalt, per infiltració pluvial, i des de baix per circulació subterrània. Posteriorment, la totalitat del sostre s'esfondra donant lloc a un cenote cilíndric; del cenote cilíndric es pot generar un cenote tipus aguada per rebliment per sediments i per enfonsament lent de la zona adjacent. La major dissolució ocorre a la zona de contacte entre l'aigua dolça i salada o haloclina, la qual puja o baixa depenent del nivell del mar. Al llarg de la costa del sector nord del Carib els exploradors mexicans i estrangers han cartografiat més de 600 km de galeries i túnels inundats, usant tècniques d'espeleobusseig i reconeixent diferents nivells i passatges verticals, que inclouen les cinc coves submergides més grans del món, resultat de la dissolució de volums grans de roca dissolta per la zona de mescla. Aquesta dissolució s'associa a les variacions del nivell del mar al



Figura 6.6: Galeria freàtica de control estructural tectònic del sistema Abejas, que actualment pertany al sistema Sac Actun. Foto Steve Gerrard (GERRARD, 2000).

llarg de milers d'anys. Els conductes subterranis de grans dimensions drenen la pluja que cau a l'interior de la península i la dirigeixen a la costa a través de caletas com Xel Ha i Xcaret i deus submarines (consultar capítol 17).

En contrast, la zona de Mèrida i la costa nord no presenten un xarxa subterrània tan extensa, encara que el nombre de cenotes és major, el que s'ha denominat l'anell de cenotes, el qual coincideix amb el diàmetre extern del cràter Chicxulub. Els descensos en el nivell del mar durant l'Holocè van obligar tant a humans com a la fauna a ingressar a les coves per accedir a l'aquífer, la qual cosa explica els registres paleontològics i antropològics que avui es troben en el subsòl de la península.

Per la seva morfologia, els cenotes es classifiquen d'acord amb l'etapa del procés d'obertura que comunica l'aquífer subterrani amb la selva i la llum solar en superfície com es va descriure en el procés de formació. Per les seves característiques hidrobiogeoquímiques, els cenotes es classifiquen com a joves i vells. Els joves o lòtics –del grec lotus, “ràpid, veloç”– es connecten lliurement amb l'aquífer a través dels túnels de les coves. El flux de l'aigua és horitzontal i el temps de residència de l'aigua és curt. Els cenotes més vells o lèntics presenten un bloqueig de la connexió principal amb l'aquífer, a causa del col·lapse del sostre o les parets i la sedimentació, amb la qual cosa l'intercanvi amb l'aigua subterrània és restringit i el recanvi de l'aigua és més lent. En aquests l'aigua acumula detritus orgànics i organismes vivents. La matèria orgànica modifica les característiques fisicoquímiques de l'aigua, el contingut d'oxigen dissolt i incideix en la generació de gradients químics verticals marcats, per la qual cosa es presenten aigües anòxiques i àcides en el fons. La grandària de l'obertura del cenote determina, fins a cert grau, quanta matèria orgànica pot introduir-se des dels terrenys adjacents del sòl de la selva en èpoques de pluja (Figs. 6.2, 6.4, 6.10). En planta els cenotes són extremadament complexos amb passatges interconnectats anastomòtics. Tanmateix, la classificació que es fa dels cenotes fa referència únicament a les característiques físiques i topogràfiques dels esfondraments que connecten amb l'exterior, però té poc a veure amb la xarxa subaquàtica de galeries a la qual pertanyen. Així que aquestes classificacions no tenen massa importància a nivell de megaescala.

La retirada del nivell del mar durant el màxim glacial va produir el descens del nivell freàtic, facilitant la formació de conductes càrstics amb un sentit de drenatge preferencial cap al mar, i l'aparició d'espeleotemes allà on l'aigua d'infiltració arribava a una cavitat airejada que ara quedava situada per sobre del nivell freàtic. Fa uns 18.000 anys el nivell de l'aigua del mar es localitzava uns 120 m per sota del nivell actual

(WARD & WEIDIE, 1978; COKE & PERRY, 1991) profunditat que coincideix en rang amb les profunditats màximes descrites en algunes coves. Les coves subaquàtiques bellament decorades, però relativament poc profundes de la península de Yucatán s'han establert fermament com les més llargues del món (THOMAS, 2005).

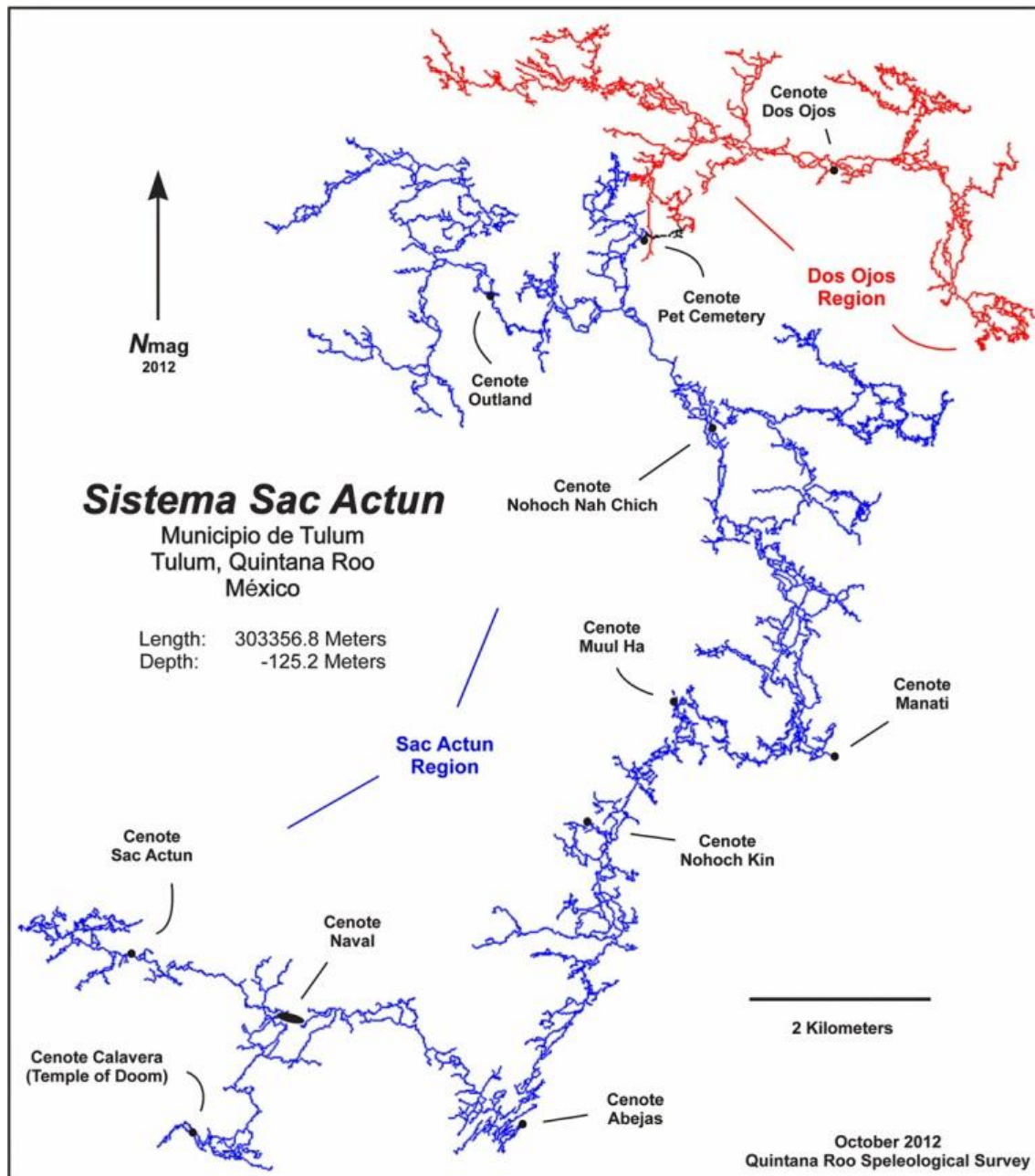


Figura 6.7: Topografia del sistema Sac Actun i indicació d'alguns del cenotes més importants. Es va aconseguir el 2012 connectar per un tram aeri amb el sistema Dos Ojos, encara que pel fet de no estar connectat per davall l'aigua apareix als llistats de màxims recorreguts subaquàtics del món com a sistema separat. Com és lògic, des del punt de vista càrstic és la mateixa cova. El recorregut total actual és de 332.994 m, amb una fondària màxima de 119 m i agrupa 214 cenotes. Font: Quintana Roo Speleological Survey.

Sistema Sac Actun

Les exploracions en el sistema de Nohoch Nah Chich a l'estat de Quintana Roo, l'any 1966 Chuck Stevens i Eric Noftall aconseguen connectar la cova amb el mar a través del Cenote del Manatee (FARR, 2000).

El començament de la dècada de 1980 va portar als primers bussos dels EE.UU a la Península de Yucatán, Quintana Roo per explorar cenotes com Carwash, Naharon i Maya Azúl, sinó també per al centre de Mèxic, amb exploracions al Río Mante i Zacatón. Sheck Exley va fer immersions pioneres a Xcaret (EXLEY, 1994). L'entrada a Sac Actun va ser descoberta originalment per Jim Coke i Steve DeCarlo durant un reconeixement aeri en 1987, a on es cercaven cenotes. Es trobava en un àrea remota a 6 quilòmetres de la costa, a l'àrea general de la carretera que condueix cap a l'interior. Es van descobrir els sistemes de coves Dos Ojos i Nohoch Nah Chich que van conduir a una competició entre equips d'espeleobussejadors. El similar recorregut explorat de tots dos sistemes va potenciar la competència per quedar-se amb el títol de la cova inundada de major recorregut del món en aquesta dècada.

Descobert en 1987 el sistema Dos Ojos presenta una disposició paral·lela al sistema de coves de Sac Actun, amb una longitud de 81,5 km de llarg. La seva extensió per sota de la superfície de la terra té fins a 28 connexions o cenotes. Al principi únicament es coneixien dues entrades d'aquí el seu nom, Dos Ojos. Nohoch Nah Chich l'any 1989 posseïa 10 km de recorregut.

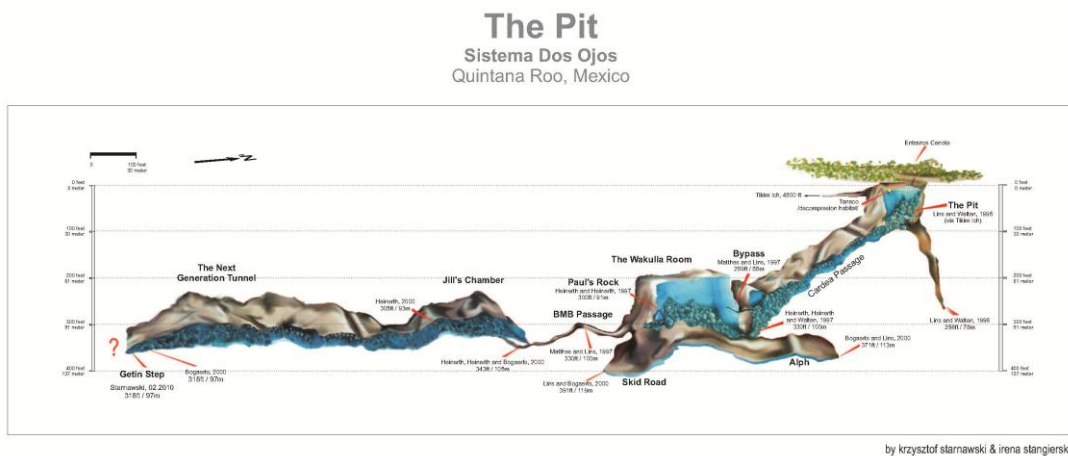


Figura 6.8: The Pit és la màxima fondària que es troba al sistema Dos Ojos, que forma part del sistema Sac Actun. Assoleix els 119 m de fondària. Segons K. Starnaws i I. Stangierska.

A la dècada dels 90 es troba el cenote Aereolito a l'illa de Cozumel. A mitjan dècada de 1990 una embranzida al centre de la Península de Yucatán pels exploradors de coves profundes va descobrir un gran nombre de cenotes que actuen com a engolidors, com són Sabak Ha, Utzil i coves profundes com Chacdzinikche, Dzibilchaltún i Kankirixche. Aquestes profundes cavernes de la zona central de Yucatán requereix tècniques de busseig tècnic amb l'ús de recicladors. L'any 1990 Sac Actun presentava 4,5 kilòmetres de longitud. Exploracions en direcció a la mar van aconseguir connectar-lo al Cenote Naval el 1999.



Figura 6.9: Morfologies espongiformes al sistema Taj Mahal. El recorregut actual és d'uns 1,5 km, la fondària màxima de 24 m i aplega 8 cenotes. Font QRSS.

Mike Madden va esser un gran explorador de Nohoch Nah Chich que va

permetre, juntament amb molts altres espeleòlegs, passar al sistema a 40 km l'any 1995. Steve Gerrard, Donen Lins, Gary Walten, Kay Walten i dotzenes d'altres bussejadors van ajudar agregar diversos cenotes en el sistema, Un gran avanç geogràfic va ésser la connexió de Nohoch Nah Chich amb el sistema de coves proper de Dos Ojos, després

d'anys d'exploracions. L'any 1999 la separació en el punt més proper entre ambdós sistemes era amb prou feines de seixanta metres, mentre que els recorreguts totals dels dos sistemes eren de seixanta-un i cinquanta-cinc quilòmetres respectivament. L'any 1996, es descobreix The Pit en el sistema



Figura 6.10: Pozo Chan Chen en Tulum. Foto M. A. Perelló.

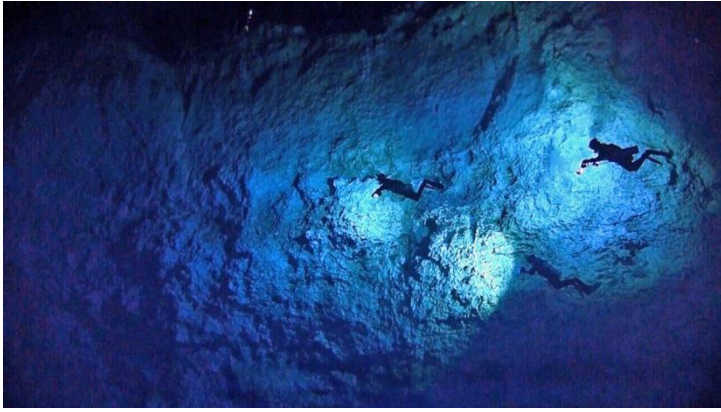


Figura 6.11: Immersió a The Pit (sistema Dos Ojos unit al sistema Sac Actun). Es poden intuir les grans dimensions que posseeix. Foto M. A. Perelló.

de coves Dos Ojos, a 5,8 km de la costa del Carib, i l'any 2008 assolí els 119 m de profunditat (Fig. 6.8, 6.11).

L'any 2002 Nohoch Nah Chich assolí els 61 km. Sac Actun es va connectar amb el sistema Abejas el 2004. A partir de 2006 una sèrie de grans sistemes de coves prèviament

explorats i assignats s'han connectat utilitzant tècniques de busseig de coves en *sidemount* (busseig amb els tancs col·locats lateralment dissenyat pels britànics) amb la finalitat de passar a través de restriccions. Així s'ha aconseguit el sistema de coves sota l'aigua més gran connectat del planeta, Sac Actun, que és de 220 km de longitud (consultar QRSS per a tenir estadístiques actualitzades) (Fig. 6.7).

Els espeleòlegs Steve Boggarts (britànic) i Robbie Schmittner (alemany) el 12 de gener de 2007 després d'anys d'exploracions, localitzen els conductes que connecten els dos sistemes de coves ja conegudes: Sac Actun i Nohoch Nah Chich. També se connecta amb la mar a Casa Cenote. Només Sac Actun posseïa 111 cenotes. En total, sistema de 153 km de llarg i supera al sistema Ox Bel Ha per convertir-se en la cova subaquàtica més llarga del món. El nom de Sac Actun tenia prioritat, ja que el recorregut de la cavitat era més important que el de Nohoch Nah Chich en el moment de la connexió. Per a l'any 2010, l'exploració en múltiples àrees en Dos Ojos va augmentar la longitud a 64 km i pocs anys després a 84.472 m de llarg. Mentrestant el sistema Sac Actun, era de 215.426 m subaquàtics, per a una longitud total de la cova de 218.885 m.

L'any 2012, a partir de la revisió de sales aèries d'esfondrament de cenotes intermedis es va poder verificar la unió dels dos sistemes de coves. Els esforços reiterats i constants de bussejadors i el treball en enfonsaments aèris van donar el seu fruit en el 2012, en trobar el fil-guia que sortia fora de l'aigua provinent del sistema oposat. El recorregut total actual el 2015 és de 332.994 m i una fondària màxima de -119 m. La connexió entre ambdós sistemes fa que es tracti de la segona cavitat de més recorregut del món, després de *Mammoth cave*, cavitat aèria que es troba a EEUU de 643.738 m. El nombre aproximat de cenotes connectats és de 214 (Fig. 6.7).

Sistema Ox Bel Ha

Una altra xarxa endocàrstica, amb un potencial similar, es va establir a la mateixa regió: Ox Bel Ha, on l'exploració va continuar amb força durant la dècada de 1990, es va convertir en el sistema més llarg de passatges subaquàtics explorats al món. Aquest intricat complex va ser establert per la connexió entre si d'uns quaranta-quatre cenotes, i que també inclou tres sortides al mar. Més de setanta quilòmetres de galeries estaven topografiats l'any 2000.

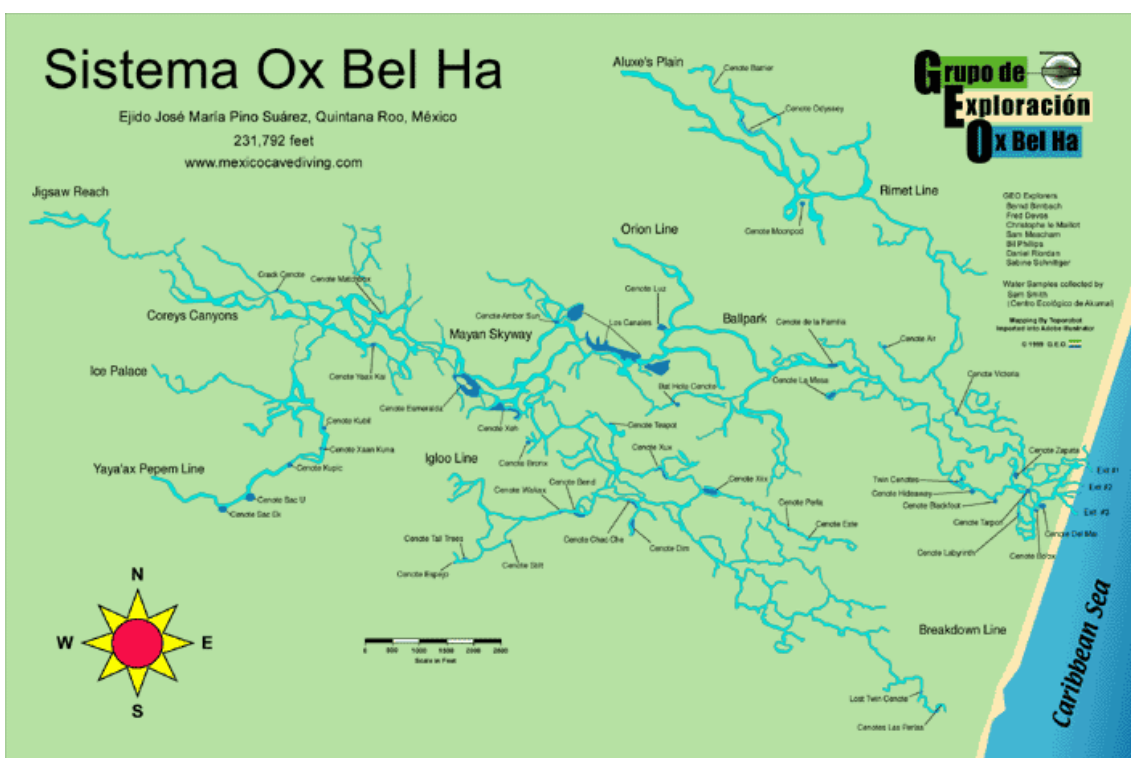


Figura 6.12: Topografia del sistema Ox Bel Ha. Es tracta d'un sistema de cavitats ramifformes amb una clara tendència a actuar drenant les aigües subterrànies de cap a la mar. Actualment el seu recorregut supera els 257 km. La fondària màxima és de 34,7 m i agrupa 140 cenotes. Constitueix la tercera cavitat de més recorregut del món. A nivell subaquàtic és la segona de més recorregut. Font QRSS.

Amb el canvi de mil·lenni el sistema de coves inundat, de major recorregut va passar a ser Ox Bel Ha. Els exploradors van unir esforços d'informació per unir segments de coves explorats anteriorment. L'ús de la tecnologia GPS i les imatges aèries i de satèl·lit es van fer habituals durant les exploracions per facilitar les connexions. Es van aplicar noves tecnologies, com a aparells de respiració de circuit tancat i vehicles de propulsió per a immersions de llarg recorregut. Al gener de 2013, Ox Bel Ha presentava 242 kilòmetres de recorregut sota l'aigua, actualment (2015) és de 257.146 m (veure



Figura 6.13: Galeria freàtica de secció circular del sistema Tortuga, d'uns 5 km de recorregut. Foto S. Gerrard.

QRSS per a les estadístiques actuals), amb -34,7 m de fondària màxima i 140 cenotes connectats (Fig. 6.12).

Les exploracions continuen en el nou mil·lenni. La majoria d'exploracions es realitzen ara sobre la base de "miniprojectes" que duren entre 1 i 7 dies, i que es repeteixen moltes vegades a l'any, i aquests inclouen viatges diaris des de campaments en la selva situats a 1 hora d'accés per carretera. El potencial que presenta el carst de la península del Yucatán és molt gran, ja que hi ha multitud de cenotes no explorats per tot arreu, que seguiran proporcionant novetats importants i noves connexions.

Great Blue Hole

El gran forat blau es troba a la costa de Belize, a prop del centre de l'escull Lighthouse, un petit atol situat a 100 quilòmetres de la costa continental. El forat és de



Figura 6.14: Blue Hole, situat a la costa de Belize. Aquests tipus de cavitats són cavitats d'esfondrament, però situats sota la mar.

forma circular, i fa més de 300 m d'amplària i 125 de profunditat. Es va formar com un sistema de coves del qual el sostre es va esfondrar. Va ésser conegut gràcies a Jackes-Yves Cousteau, que va declarar aquest lloc com un dels deu millors llocs de busseig del món (Fig. 6.14).

6.3. República Dominicana (La Hispaniola)

CARACTERÍSTIQUES GEOGRÀFIQUES I GEOLÒGIQUES

La Española o Isla de Santo Domingo és la segona illa més gran de l'arxipèlag de les Antilles Majors, després de Cuba, amb una superfície de 76.480 km². Haití té 27.500 km², la República Dominicana 48.440 km². L'illa està dividida entre dos estats sobirans, la República Dominicana i Haití. Geològicament, la Hispaniola, com les altres Grans Antilles i a diferència de les Petites Antilles, forma part de la massa continental. Constitueix el nus orogràfic del mar Carib. El relleu està marcat per un conjunt complicat de plegaments muntanyosos, constituïts principalment per la Cordillera Central, la Cordillera Meridional i la Cordillera Septentrional.

La presència de calcàries, principalment esculloses, a la major part de la geologia de l'Illa Hispaniola, ha permès la formació de coves i cavernes de variades dimensions, però també la formació de sistemes de coves que caracteritzen algunes de les àrees naturals més

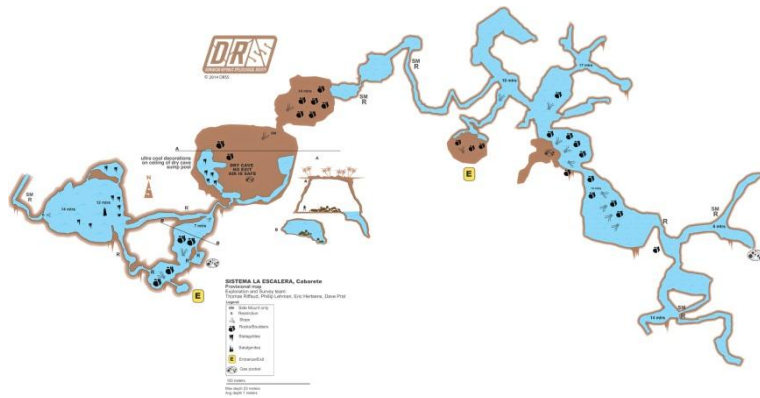


Figura 6.15: Topografia de La Escalera, una de les més importants de la Hispaniola. Es veu clarament que es tracta d'un sistema ramiforme, amb galeries freàtiques que connecten grans sales d'esfondrament. Topografia DRSS.

importants de la illa. En el Pliocè, La Hispaniola ja estava formada, amb algunes de les cavitats. Al voltant de l'illa, especialment a la zona de l'est, es troba la Llanura Costera, amb una litologia especialment Plio-Quaternària.

PRINCIPALS CAVITATS

El registre més complet de cavitats inundades va ser realitzat per la Fundació de Espeleobuceo Hispaniola entre els anys 1999 i 2003. En aquell moment s'explorava el Pozo la Piscina, Pozo la Hicotea, Palo de Luz, així com el major sistema de l'illa anomenat El Asfalto. En 2000, juntament amb el bus nord-americà Lamar es va

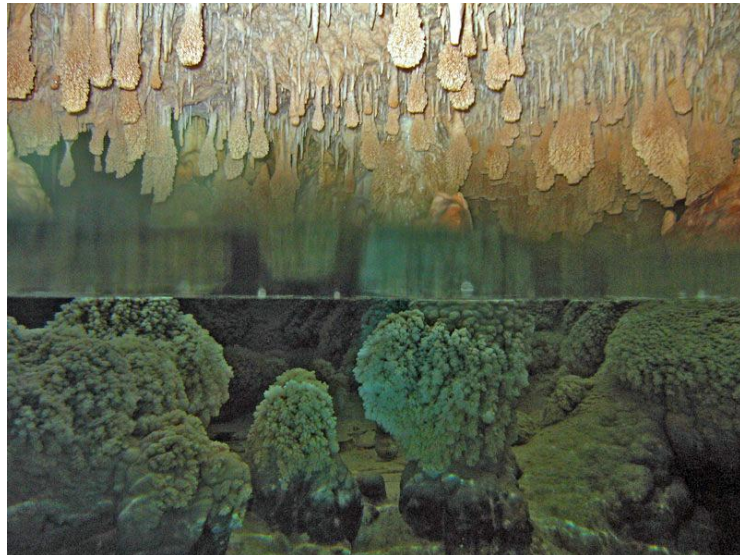


Figura 6.16: Galeria freàtica amb abundants penjants al sostre que li atorguen un aspecte de morfologies espongiformes. S'aprecia un esfondrament al costat dret de la galeria. Foto DRSS.

organitzar la primera expedició de la cova i després amb Jill Heinerth i Curt Bowen. En l'informe es reporten 59 coves conegudes importants que poden ser explorades turísticament per busseig de coves, deixant de banda les milers de cavernes petites que recorren tota l'extensió de la illa. Quinze d'aquestes coves es troben a la província de Pedernales, onze en les proximitats de la ciutat de Santo Domingo, i altres onze a la regió Nord del país. A la regió d'Altagracia s'han registrat 16 coves a la província; tres a La Romana i una a Hato Mayor. Mentre a Santo Domingo Oeste hi ha tres coves, una en el poblats de San Isidro i dos en les proximitats de Boca Chica. A Santo Domingo es pot bussejar en les coves La Roca, Taína, Titllo, Hipódromo I, II, III i IV, los Jardines Orientales, Kilómetro 14 i Mainagua. I a la zona Nord són aptes pel busseig, El Dudú, Pozo de los Caballos, Lily, la Anguila, Lago Azul, el Limón, Frontón, Cristall de Yuna, Pozo Amarillo, Cabarete i Perla Marina. El busseig en coves a la República Dominicana es va convertir en una nova atracció turística, similar al que s'ofereix a Yucatán i va ser ofert per totes les escoles de busseig en el sud.

L'exploració activa està sent realitzada per la Dominican Republic Speleological Society (DRSS), que està treballant juntament amb les institucions locals, així com

Figura 6.17: Espeleotemes freàtics que recobreixen espeleotemes vadosos a una de les cavitats de la Hispaniola. Aquestes formacions secundàries han estat estudiades a la Mediterrània i informen de les oscil·lacions glacioeustàtiques de la mar. S'aprecien revestiments freàtics subactuals i un antic nivell freàtic a una cota positiva.



científics internacionals per explorar més a fons totes les possibilitats dels sistemes de coves i se centra en la preservació. Les coves més conegudes de l'illa són Cueva Taina (màxima fondària 43 m i 1100 m de recorregut), El Tildo, La Escalera (Fig. 6.15), El Chicho, El Dudu i El Toro, de més de 1800 m de recorregut.

6.4. Bahamas

CARACTERÍSTIQUES GEOGRÀFIQUES I GEOLÒGIQUES

L'arxipèlag de les Bahames és un grup d'unes 24 illes habitades, més de 600 deshabitades i més de 2.000 esculls localitzats a l'oest de l'oceà Atlàntic. Tot el grup forma el país independent de la Mancomunitat de les Bahames amb una superfície de 13.940 km². La major de les illes és Andros, situada a uns 190 km al sud-est de Florida, amb 5.957 km². Les illes Bimini estan al nord-oest i al nord està l'illa de Gran Bahama (1.373 km²), on està la segona ciutat més gran del país, Freeport. L'illa de Gran Abaco (1.681 km²) es troba a l'est. El punt més alt es troba a només setanta metres sobre el nivell del mar en Long Island; l'illa de Nova Providència, on es troba la ciutat principal de Nassau, assoleix una elevació màxima de només trenta-set metres. El clima és subtropical, amb unes precipitacions mitjanes anuals de 1.320 mm que es concentren en els períodes maig-juny i setembre-octubre. Les Bahames tenen una base coral·lina, però gran part de la roca és calcària oolítica; la pedra procedeix de la desintegració dels esculls de coral i de petxines marines. La majoria de les Bahames estan formades per



Figura 6.18: Galeria completament recoberta d'espeleotemes de Crystal cave (Abaco). Foto B. Kakuk.

roques del Plistocè, amb una petita porció d'Holocè (WILSON *et al.*, 1995). També hi ha abundants eolianites pliocenes que s'eleven fins a 30 m snm. A l'interior de les illes es donen cotes topogràfiques que se situen per sota del nivell del mar i formen llacs hipersalins. Les roques del Plistocè estan cobertes amb una calcària

micrítica vermella o paleosols de terra rossa (CAREW & MYLROIE, 1991) tret que hagin estat retirats per l'erosió. Encara que la majoria dels paisatges en les Bahames són en gran part d'origen Plistocè, algunes illes de les Bahames són totalment holocenes. Aquestes illes són poc més que bancs exposats, amb tan sol 100 m de llarg i d'ample, i només entre 1,5 a 2,5 m d'altura.

CARACTERÍSTIQUES DE LES CAVITATS

Hi ha quatre tipus comuns de coves desenvolupades en les roques del Plistocè: pit caves (coves de pou), flank margin caves (coves marginals litorals), banana holes (forats de plàtan) i lake drains (desguassos del llac). Les pit caves són de tendència vertical i condueixen l'aigua de l'epicarst a través de la zona no saturada fins al nivell freàtic (MYLROIE & CAREW, 1995; MYLROIE *et al.*, 1995b). Les coves marginals litorals són buits subhorizontals produïts en el marge de descàrrega d'una lent d'aigua dolça (MYLROIE & CAREW, 1995; MYLROIE *et al.*, 1995b). A aquestes cavitats es pot accedir per l'erosió del mar, que també introdueix en la seva interior sorres actuals o pretèrites. Les coves submergides de les Bahames tenen corrents que es desplacen en doble sentit entre les coves i el mar durant la baixamar i la plenamar. Així es produeixen forts corrents en les coves segons el moment dues vegades per dia. En les ocasions en les quals la mar s'introdueix en algunes d'aquestes coves, ho fa amb tal ferocitat que es porta amb ella una enorme quantitat de plàncton i detritus que s'utilitzen com a aliment per els animals que habiten les coves. Durant els últims 45 anys, centenars de forats

blaus i sistemes de coves submergides han estat explorats per bussos especialment entrenats, revelant alguns dels sistemes més profunds i més llargs de les Bahames.

Stargate Blue Hole (Andros). Se situa a uns 500 m terra endins de la costa, al sud de l'illa d'Andros. És part d'una important fractura paral·lela al penya-segat que prossegueix sota l'aigua per desenes de quilòmetres i que es va formar com a resultat dels canvis del nivell del mar glacioeustàtics i les tensions gravitatòries al llarg de la vora del banc de pedra calcària (PALMER, 1986a, 1986b). És un sistema de coves grans, terra endins, explorat per Rob Palmer. L'entrada a aquesta cova és una obertura en el fons marí, a 6 m de profunditat, amb una caiguda vertical a profunditats que superen els 80 m, mentre que diverses galeries s'estenen al nord i al sud. Aquest famós forat blau conté espècies i gèneres endèmics. S'han trobat al seu interior vestigis dels lucayos, antics habitants de les Bahames. En 1998, Rob Palmer va descobrir i recuperar l'única canoa de cerimònies funeràries d'aquesta cultura ancestral.

Guardian Blue Hole System (Salvador Point, North Andros). És un dels sistemes més profunds de forats blaus de les Bahames, format per una extensa xarxa de coves (Fig. 6.19). S'ha explorat fins a una profunditat de 440 peus, amb més de 3000 peus de galeries que connecten les 4 entrades que posseeix. El sistema inclou les entrades de The Guardian Blue Hole, Little Frenchman Blue Hole, K-Blue Hole, i Swimming Hole, així com altres entrades en terra. Existeix una fundació que estudia les cavitats i procura conscienciar de la seva protecció enfront de les amenaces: The Bahama Caves Research Foundation (BCRF).

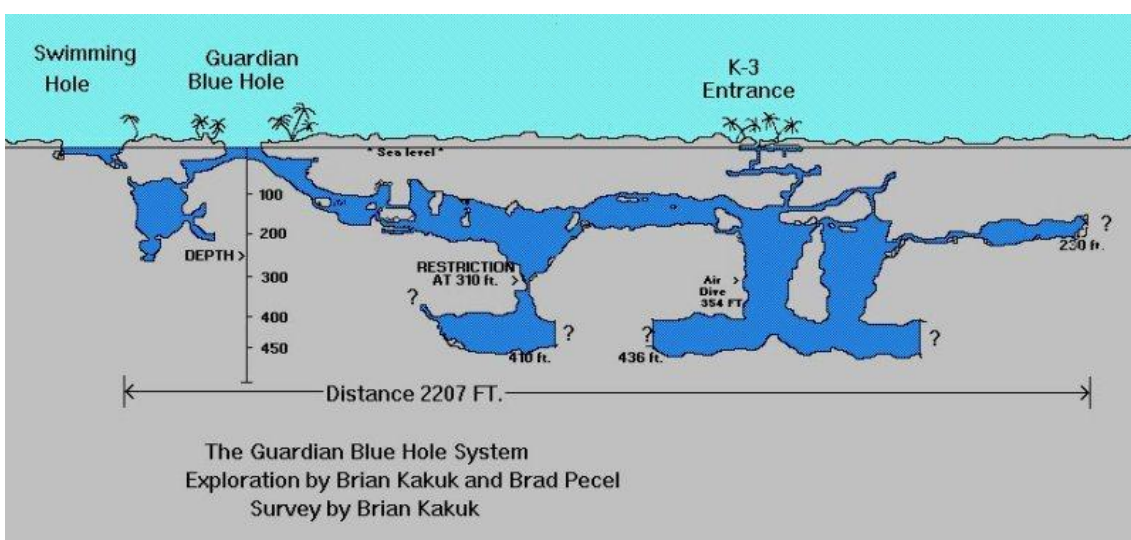


Figura 6.19: Topografia de Guardian Blue Hole (Abaco). Les Bahames presenten cavitats amb molta més fondària en comparació amb altres del Carib. La fondària està expressada en peus. Segons Brian Kakuk.

6.5. Bermudas (Gran Bretanya)

CARACTERÍSTIQUES GEOGRÀFIQUES I GEOLÒGIQUES

Les illes Bermudes es troben a 1000 km de la costa aquest dels Estats Units, en la part de l'Atlàntic occidental conegut com el Mar dels Sargassos. És un arxipèlag de 360 illes, moltes de les quals estan deshabitades, amb una superfície de 53,2 km². El corrent del Golf tempera les seves aigües i suavitza el clima, que atreu importants contingents de turistes, sobretot nord-americans. El punt més alt és Town Hill amb només 76 m sobre el nivell del mar.

Les illes es van formar per erupcions volcàniques a l'Atlàntic fa uns 100 milions d'anys. Durant el Plistocè inferior (fa uns 1-2 milions d'anys), els cims de la muntanyes volcàniques submarines van ser erosionats per sota del nivell del mar i els corals van començar a créixer al voltant dels marges, la qual cosa va produir atols. Avui dia, les roques del basament volcànic de les Bermudes estan completament cobertes per pedra calcària. Aquesta pedra calcària es va originar com a sorres calcàries dels esculls que van formar dunes i posteriorment van ser cimentades i convertides en roca. Totes les coves conegudes de les Bermudes es formen en aquesta roca de pedra calcària. Les roques volcàniques no afloren en molts llocs de la superfície de les Bermudes, ja que estan recobertes amb uns 15 a 100 m de potència de roques calcàries del Plistocè marí i

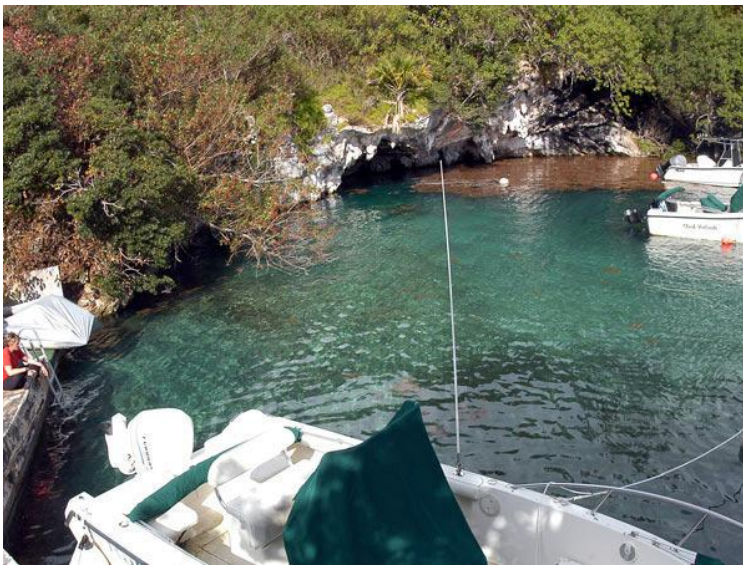


Figura 6.20: L'entrada submergida a Green Bay Cave (centre superior), la cova més llarga coneguda de les Bermudes, es troba al final d'una petita badia de Harrington Sound.

eòlic. Una àmplia plataforma s'estén des dels esculls cap al mar a uns 15 a 22 m de profunditat fins a distàncies de 800 a 4.800 m (STANLEY & SWIFT, 1968), a les zones sud-oest i nord-est de la plataforma, que corresponen a direccions predominants del vent i les ones. La profunditat de la plataforma es correspon amb la profunditat de

l'aigua a les parts més profundes de la llacuna. Una altra plataforma més estreta i profunda es localitza entre 55 a 64 m. En trobar coincidències batimètriques en comparació amb altres plataformes d'altres parts del món, es dedueix que es tracta de relictos d'erosió formats durant perllongats nivells regressius marins al llarg

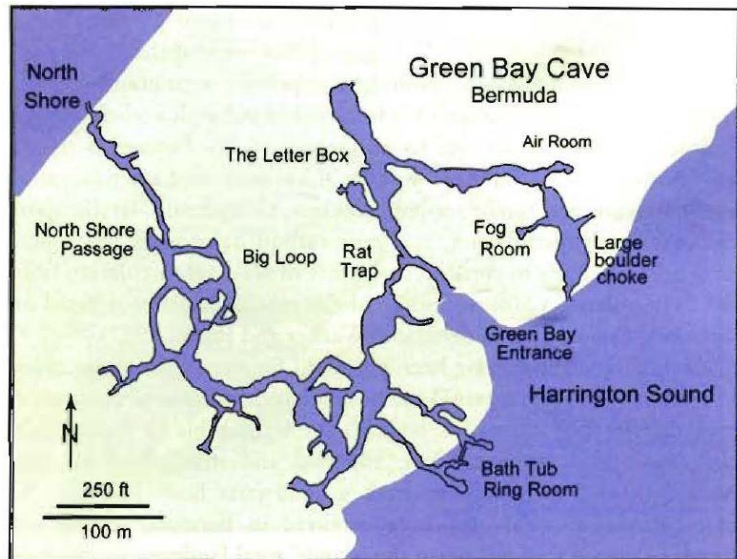


Figura 6.21: Topografia de Green Bay Cave, una de les més importants de Bermudes.

del Plistocè. S'ha de recordar que amb les grans regressions de l'última glaciació, el nivell del mar va descendir més de 127 m. .

CARACTERÍSTIQUES DE LES CAVITATS

Hi ha 150 coves submarines a les Bermudes que es caracteritzen per la seva riquesa en espeleotemes, la datació d'aquestes formacions secundàries submergides s'ha utilitzat com una eina per determinar la història cronològica de les oscil·lacions del nivell del mar a les Bermudes (PALMER *et al.*, 1977; HARMON *et al.*, 1978, 1981). Encara que la majoria de les entrades conegudes estan situades a l'interior, moltes de les coves s'estenen fins al nivell freàtic i contenen llacs cristal·lins i profunds. Les exploracions subaquàtiques de coves han donat com resultat el descobriment d'extenses xarxes, de fins a 3 km de recorregut, amb abundants sales d'enfonsament, amb profunditats mitjanes de 18 m, encara que assoleixen un màxim de 26 m.

Green Bay Cave, amb dues entrades conegudes, és la cova de major recorregut subaquàtic de les Bermudes. Es troba al final d'una petita badia de Harrington Sound (Figs. 6.20, 6.21). Té passadissos submarins que s'estenen més de 2 km. Hi ha excel·lents i grans formacions d'espeleotemes. La galeria principal té un gran diàmetre, però hi ha gran quantitat de túnels estrets que conformen una complexa xarxa de passadissos. **Walsingham** i **Palm Cave**, són dos sistemes de coves inundades de Bermuda i situades a Harrington Sound però oposada a Green Bay Cave. Walsingham

és un sistema d'aproximadament 1,5 km de llarg i compta amb set entrades, de les quals dues són ara cavitats turístiques; Palm Cavi té cinc entrades. Les fondàries de l'aigua de les cavitats van des dels 2 fins a als 24 m. Les aigües superficials són generalment salobres amb un rang de salinitat de 6,9 a 36,1 per mil. En algunes de les cavitats es produeixen forts corrents de marea.

6.6. Plana de Nullarbor (Austràlia)

CARACTERÍSTIQUES GEOGRÀFIQUES I GEOLÒGIQUES

La plana de Nullarbor, al sud-est d'Austràlia, amb 200.000 km² de superfície, és horitzontal i sense arbres. És una de les més extenses zones càrstiques contínues del



Figura 6.22: Plana de Nullarbor, de prop de 900 km de longitud que forma una immensa extensió de carst eogenètic.

món. La altitud va dels 240 m per damunt del nivell del mar en el nord-oest i acaba de sobte en penya-segats de 40 a 90 m d'altura, que s'estenen de forma més o menys contínua al llarg d'uns 900 kilòmetres (Figs. 6.22, 6.23). Les precipitacions oscil·len entre 400 mm a prop de la costa a menys de 150 mm al nord.

La roca calcària de la plana de Nullarbor es deposità dins la Conca Eucla de l'Eocè-Miocè, una extensa plataforma poc pregona al llarg de la part central del marge sud d'Austràlia. La roca està composta predominantment per fragments de mida arena formada per restes d'organismes amb esquelets de calcita (briozous, foraminífers, equinoderms i algues calcàries). Amb freqüència no es troben molt cimentades, per la qual cosa mantenen al menys part del seu estat original de porositat.

En comparació amb altres zones càrstiques eogenètiques del món, posseeixen menys densitat de cavitats. Així per exemple, la península de Yucatán, a Mèxic, té una porositat de coves molt més gran. Això es deu a que la Península de Yucatán presenta una costa amb tres zones laterals amb la mar i la barreja de la zona de mescla d'aigües pot formar una major proporció de coves que no pas les de la plana de Nullarbor, que

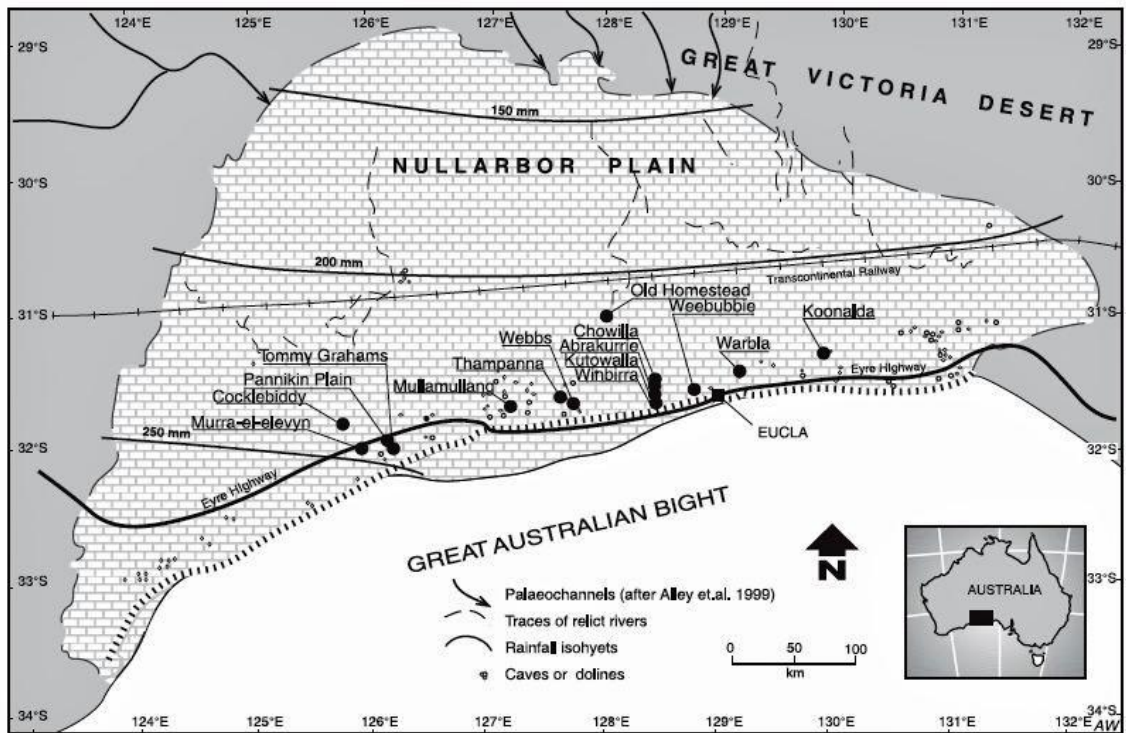


Figura 6.23: Mapa de la immensa plana de Nullarbor amb la situació d'algunes de les principals cavitats. Figura de WEBB & JAMES (2006).

ofereix menys perímetre litoral. La plana de Nullarbor, especialment dins els 60 km de litoral, conté escampades més de 150 dolines d'esfondrament i uns pocs centenars de cavitats, algunes de grans dimensions, encara que només un centenar tenen recorreguts significatius (LOWRY & JENNINGS, 1974). La franja costera de roca calcària que conté la major part de les coves presenta uns 400 km de longitud, 50 km d'amplària i 150 m de potència de roca apta per formar cavitats (coincideix amb la màxima profunditat de les coves). Les cavitats tenen una longitud total de 40 km, una amplària mitjana de galeries de 15 m, i una alçària de 10 m. Aquests valors representen una porositat de cova de només un 0,0002%, encara que és cert que hi pot haver un nombre considerable de cavitats per descobrir. El desenvolupament inicial del carst probablement ocorregué al llarg de les condicions climàtiques càlides i estacionalment humides de l'Oligocè, quan la retirada del mar exposa la roca calcària (WEBB & JAMES, 2006). Diversos conductes principals probablement se desenvoluparen llavors, els quals es varen inundar per la transgressió marina, que finalment es retirà a les darreries del Miocè seguit d'un aixecament regional. El desenvolupament de les coves al Pliocè i Quaternari fou inhibida pel clima semiàrid, que es convertí de cada cop més



Figura 6.24: Típica sala d'Esfondrament de Cocklebiddy Cave. Foto L. Rogers.

àrid amb el pas del temps. L'aridesa general causà cristallització de minerals evaporítics dins escletxes i espais de porus dintre de les parets de pedra calcària de les coves, i es produïren grans esfondraments, generant sales d'esfondrament i dolines. Posteriorment, una fase humida d'entre 5-3 milions d'anys, els rius s'estenien per la plana càrstica i penetraren dins les cavitats. Les coves profundes, probablement, també es formaren en aquest moment, tal volta associats amb profunds nivells freàtics. La plana de Nullarbor no desenvolupà una ampla superfície i característiques càrstiques subterrànies. L'aquífer presenta porositat primària intergranular i també secundària, per l'existència de conductes càrstics. L'aigua subterrània es torna de cada vegada més salada en direcció a la costa, amb valors de 1000-4000 mg / L al nord fins 5000-20,000 mg / L prop de la costa (COMMANDER, 1991).

CARACTERÍSTIQUES DE LES CAVITATS

La plana calcària d'Austràlia del Sud ha atret a molts bussejadors de coves des de finals de 1950. Fins a mitjans dels 1980s generalment es van fer servir tancs individuals de busseig, focus i altres equipaments casolans. La tecnologia de mescla de gasos i rebreathers són ara comuns a moltes exploracions d'Austràlia. Una sèrie d'accidents entre 1969 i 1974 en els que moriren 11 bussejadors (incloent accidents mortals múltiples) mobilitzaren l'opinió pública i incidiren a la formació de

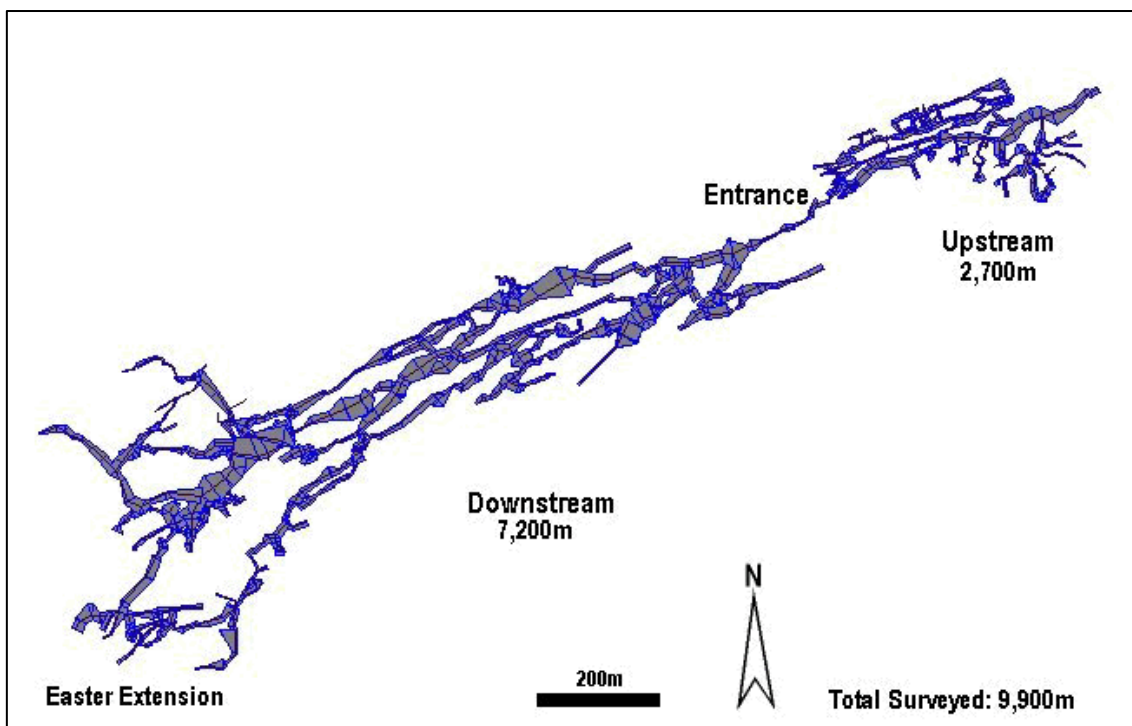


Figura 6.25: Topografia d'Olwolgin, amb un recorregut total de devers 9.900 m. Extret de Paul Hosie (CEGWA) i Cave Diving Association of Australia (CDAA).

l'Associació de Bussos de Coves d'Austràlia Inc. (CDAA) el setembre de 1973. La introducció d'un programa de proves per la CDAA en 1974, implicà l'avaluació de la capacitat de busseig en coves dels aspirants rebaixant la mortalitat. El 1989, aquest sistema de proves fou reemplaçat per un sistema de formació que consta de tres nivells de qualificació. Cinc noves morts han ocorregut d'ençà de 1974, incloent la notable bussejadora Agnes Milowka.

Les coves més profundes, més grans, que se estenen des de 50 fins a 150 m per sota de la superfície de la plana s'accedeix a elles a partir de les dolines d'esfondrament. Moltes sales i galeries de desenes de metres d'ample i alçades considerables, se caracteritzen per ésser realment sales d'esfondrament, de les quals han desaparegut els vestigis de formació en condicions freàtiques. Els sostres són plans en seguir plans d'estratificació, i el terra es troba recoberts per blocs o sediment. Una de les cavitats, **Abtrakurrie**, posseeix la sala aèria més gran d'Austràlia (~ 150 mil m³). Les cavitats que són suficientment profundes per arribar al nivell freàtic ho fan mitjançant llacs d'aigües transparents i salades. A **Cocklebidy Cave**, se superen els 6,5 kilòmetres de conducte inundat que condueix des del llac com un gran tub freàtic col·lapsat (Fig. 6.24), de fins a 20 m d'ample i d'alt, amb sostre pla i acumulacions de

blocs al terra. Aquesta galeria creua dos sales gegants d'esfondrament. Algunes de les coves profundes conserven característiques freàtiques originals (per exemple, **Warbla Cave** amb un complex freàtic laberíntic inundat). **Old Homestead Cave** es notable per trobar-se més allunyada de la costa que la majoria de cavitats (100 km) i és també la cova més llarga de Nullarbor (i segona cova més llarga d' Austràlia), amb uns 30 km de galeries topografiades; els punts més allunyats de la cova es troben a 4 km de distancia en línia recta. En general la cova, de direcció predominant N-S, és un sistema freàtic horitzontal desenvolupat en dos nivells, l'antic a 63 m y 70 m por davall de la plana i està completament inactiu. Old Homestead Cave té una diferent morfologia en comparació a les coves costaneres como Cocklebidy, a on les galeries són sovint més petites y moltes no s'han esbucat i encara mostren característiques freàtiques originals, amb parets plenes de morfologies de dissolució i algunes morfologies espongiformes i penjants. Algunes de les galeries amb sostre pla, sembla que no està determinat per un pla d'estratificació i que correspondria a un antic període freàtic. **Olwoigin Cave** presenta actualment 9.900 m de galeries topografiades, que la situen entre les cavitats inundades més llargues d' Austràlia (Figs. 6.25, 6.26), així com **Panniken Plains, Tank i Cocklebidy Caves**.



Figura 6.26: Progressió per una galeria amb predomini de morfologies de corrosió a Olwoigin cave. Foto L. Rogers.

**PART III. CAVITATS LITORALS DEL
LLEVANT I MIGJORN DE MALLORCA
AMB CONTINUACIONS SUBAQUÀ-
TIQUES**

**PART III. CAVITATS LITORALS DEL
LLEVANT I MIGJORN DE MALLORCA
AMB CONTINUACIONS SUBAQUÀ-
TIQUES**

**Capítol 7. CAVITATS LITORALS DEL MIGJORN
OCCIDENTAL**

7.1. COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor)

Situació geogràfica

La cova des Pas de Vallgornera està situada a la marina de Llucmajor, a la urbanització de Vallgornera. L'entrada artificial es localitza a 22 m sobre el nivell del mar a una distància aproximada a la mar de 400 m

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

Aquí ens centram de forma exclusiva en els descobriments efectuats mitjançant tècniques d'espeleologia subaquàtica. Les descobertes realitzades a les zones aèries són profusament detallades a MERINO *et al.* (2011a) i no fem menció per no allargar encara més l'extensió del capítol.

1991 - 1992 - Els bussos del CAS Tritón, assabentats i induïts per en Miquel Salom de l'ANEM, realitzen les primeres immersions d'exploració i topografia de les **galeries inundades** del Sector Antic (Fig. 7.1.1). Són bussejadors d'aigües obertes, amb

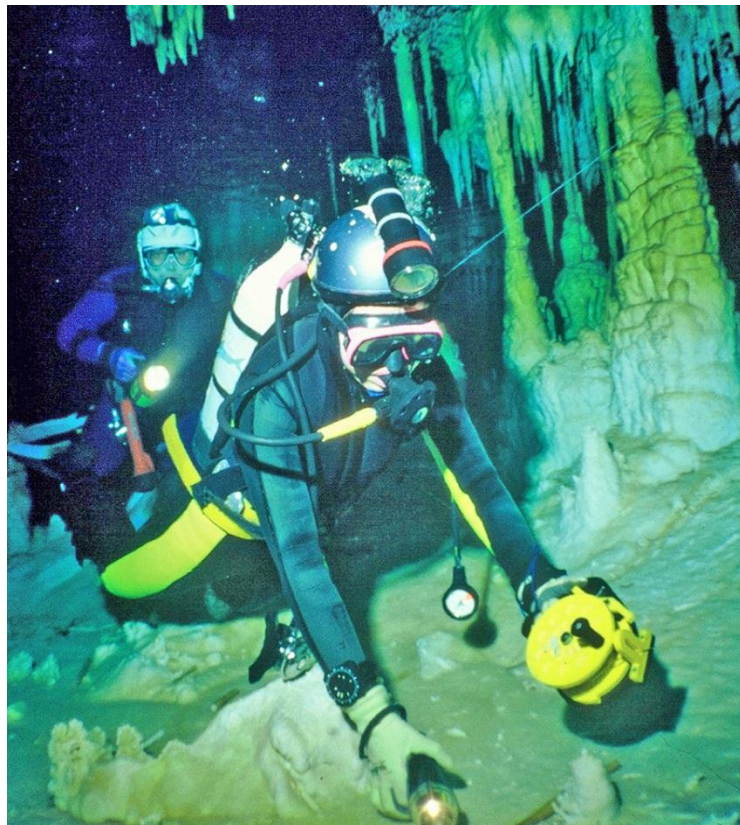


Figura 7.1.1: Primeres immersions de membres del CAS Tritón al sector Antic equipats amb monotanc. (Foto J. Serra).

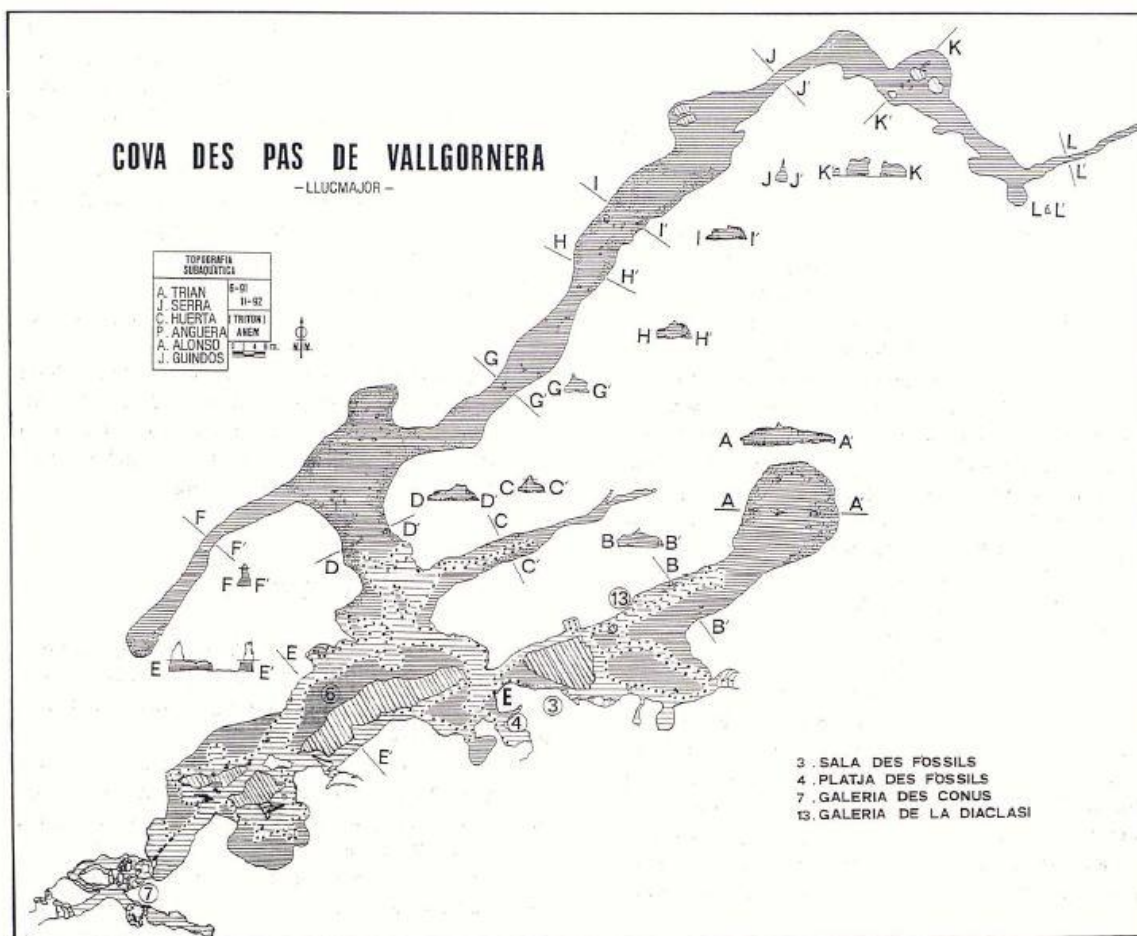


Figura 7.1.2: Primera topografia de la zona subaquàtica del sector Antic de la cavitat efectuada pel CAS Tritón els anys 1991 i 1992 (MERINO, 1993). Passada la secció AA' és a on el GNM va aconseguir l'any 2001 la connexió amb la sala Que No Té Nom sense esser conscients del fet.

poca experiència en cavitats inundades. En declaracions verbals efectuades per un dels bussos pioners, en Jaume Serra, afirma que els espeleòlegs belgues del *Groupe Spéléo Namur-Ciney*, que els precediren no varen instal·lar cap fil-guia sota les aigües, endemés de no fer constar a la topografia publicada (COLLIGNON, 1982) cap zona subaquàtica, per la qual cosa són els bussos del CAS Tritón els que inicien el coneixement d'aquesta part de la cavitat, al llarg dels anys 1991 i 1992 (Fig. 7.1.2). Sembla que els belgues únicament feren feines d'espeleologia aèria. Els bussos que participen a les tasques d'espeleobusseig són: Adolfo Triay, Jaume Serra, Carlos Huerta, Patricio Anguera, Aníbal Alonso i José Guindos (MERINO, 1993). Les tècniques i el material que empren són monotancs portats a l'esquena sense armilla hidrostàtica per facilitar la progressió per galeries i passos angosts, llanternes dutes a la

mà o fermades al casc i vestimentes de goma. Exploren principalment dues branques, el sector Occidental, d'uns 250 m de longitud i direcció predominant NE i el sector Oriental que s'atura en una ampla zona molt decorada, als 70 m de distància respecte al llac d'entrada. La topografia realitzada per ells es publica de forma separada a la topografia de la resta de la cavitat a MERINO (1993). El recorregut total subaquàtic és d'uns 600 m. El desenvolupament total de la cavitat és de 2.000 m.

1995 - 1996 - Miquel Àngel Barceló, descobridor juntament amb en Pere Riera de les Noves Extensions, l'any 1994, proposa fer l'exploració de les zones subaquàtiques a Xisco Gràcia, del GNM (Fig. 7.1.3). Al llarg de quatre dies de finals del 95 i començament del 96, es revisen les Noves Extensions, mentre es prenen imatges subaquàtiques per a la realització de la pel·lícula "El Laberint Subterrani", dirigida per Paco Alburquerque i que obtindria el premi al Millor Film d'Exploració al Festival Internacional de Cinema Espeleològic Spéleovision 2000, de La Chapelle-en-Vercors. El llac de na Gemma i el laberint Inferior són les zones a on es fan més indagacions, amb resultats molt pobres. El desenvolupament total de la cavitat és en aquests moments de 6.435 m (MERINO, 2000).

1997 - El GNM explora en dos dies un llac de la zona SW de la sala de les Arrels (sector Antic) i apareixen continuacions que, de forma paral·lela a la pista Americana, connecten amb la sala Max (GRÀCIA *et al.*, 2009a). Uns 400 m de guies instal·lades i que suposarà en el futur l'accés al sector dels Privilegiats. Els bussos són Bernat Clamor, Xisco Gràcia i Peter Watkinson.

Figura 7.1.3: Miquel Àngel Barceló i Pere Riera, descobridors de les noves Extensions, l'any 1994.





Figura 7.1.4: Transport de material en una de les exploracions del GNM. Foto M. A. Perelló.

2001 - El GNM revisa el sector Antic en tres sessions d'immersions. S'agafen les poligonals de la branca oriental del sector Antic, aprofitant les guies originals que tenen els números marcats en bon estat. El final de la guia instal·lada pels bussos del CAS Tritón l'any 1991, a 70 m del llac d'entrada, està fermat a una estalagmita i sembla que més enllà, darrera les formacions que oculten el pas, la galeria prossegueix. Sorprenentment, sense trencar massa estalactites resulta molt fàcil continuar endavant per una zona bellament decorada i d'aigües d'una gran netedat, encara que la visibilitat es veu afectada en remenar l'haloclina. La galeria continua, després d'una dràstica reducció de les seves dimensions, per un espaiós àmbit on les morfologies de corrosió constitueixen la principal característica. Després condueix a una sala molt espaiosa i farcida d'estalagmites i estalactites fistuloses que penjen del sostre. Una vegada superada la barrera, la sala perd fondària i segueix, amb aire al sostre, per una galeria

COVA DES PAS DE VALLGORNERA (LLUCMAJOR)

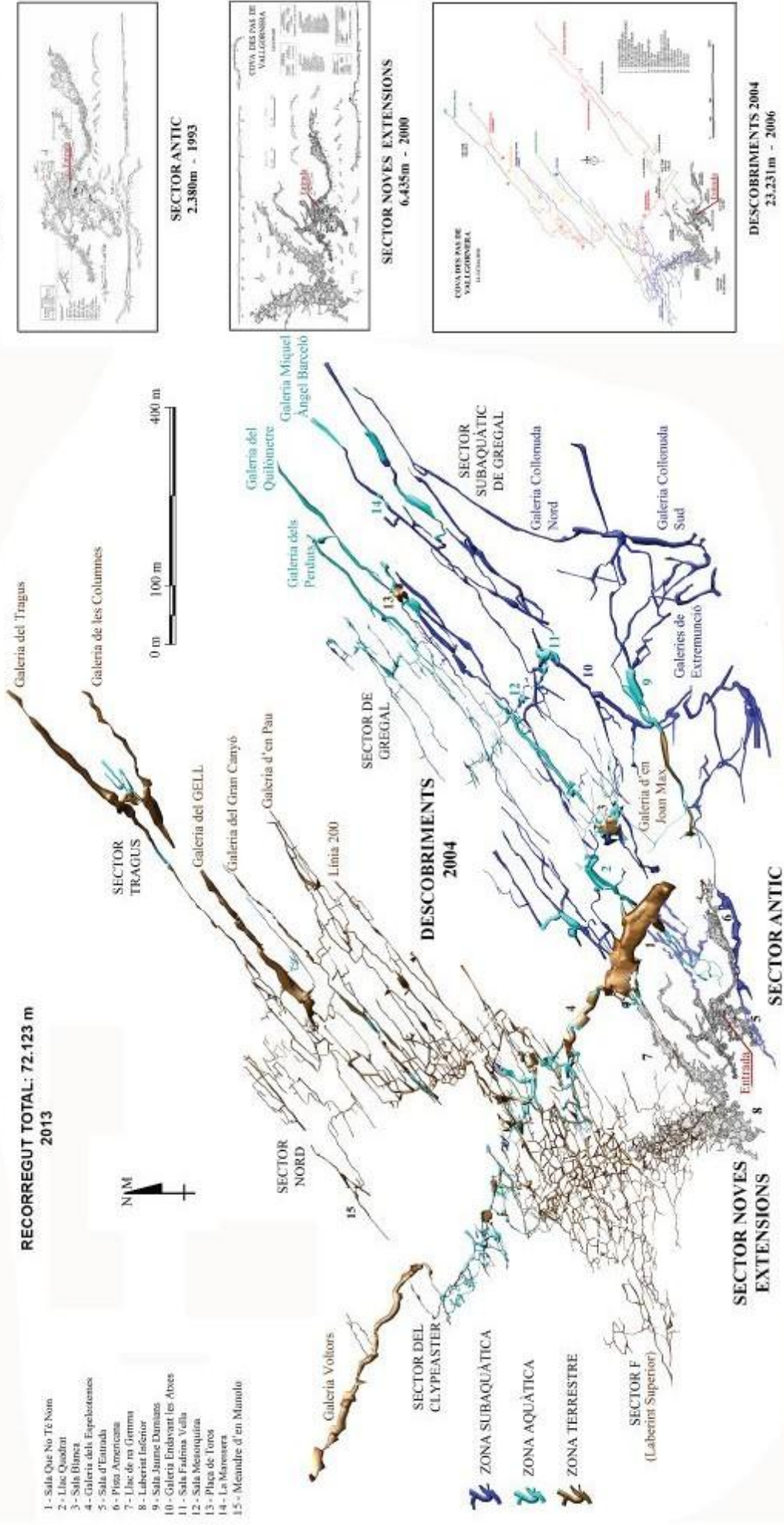


Figura 7.1.5: Topografia de la cova des Pas de Vallgornera.

que condueix fins a un esfondrament recobert de colades que barren el pas dins l'aigua. Es veuen possibilitats de continuació, però com cal sortir de l'aigua es decideix deixar-ho per més endavant. Desconeixen que, a pocs metres de l'obstacle que obliga a sortir de l'aigua, es troba la sala Que No Té Nom, que serà descoberta pels espeleòlegs terrestres 3 anys més tard, accedint des de la sala de na Bàrbara. Tanmateix han descobert la connexió directa entre la platja des Fòssils (llac d'entrada) i la sala Que No Té Nom que serà molt útil per transportar el material a zones més allunyades. També es revisen alguns petits llacs de la Pista Americana. Els bussos són Juanjo Lavergne, Bernat Clamor i Xisco Gràcia, tots pertanyen al GNM.

2007 - Els membres del GNM reprenen les exploracions a diferents zones de la cavitat al llarg de 14 dies i exploren més de 2.500 m. Els resultats són grans penetracions al sector de les Grans Sales, on troben també trams de galeries aquàtiques aèries. Al nord del llac Quadrat, descobreixen l'inici de la galeria Miquel Àngel Barceló, travessen la galeria del Quilòmetre i prossegueixen més enllà (Figs. 7.1.4,5,6). En resum, més de 450 m explorats en una sola jornada. La primera immersió es realitza només amb 2 bombones de 6 l, amb la qual cosa ja es veu que les dimensions són molt majors de l'esperat i caldrà incrementar la capacitat dels tancs per poder fer-hi feina. A cada nova jornada d'exploració es transporten tancs de més volum i també en major nombre. S'acaba l'exploració de la galeria Miquel Àngel Barceló i algunes galeries laterals que parteixen d'aquesta. També es descobreix la galeria Grup Nord de Mallorca. S'explora una galeria lateral a l'oest de la galeria Miquel Àngel Barceló, que connecta amb la plaça de Toros, zona aèria de la cavitat. La topografia de les zones explorades no es deixa de banda i es va fent al mateix ritme que les noves exploracions. El desenvolupament total de la cavitat a finals d'any és de 47.000 m. Els bussos són Bernat Clamor, Pere Gamundí, Mateu Febrer i Francesc Gràcia, tots pertanyen al GNM.

2008 - Al llarg de 24 dies d'immersions es prossegueix amb les tasques de topografia i s'exploren 4.082 m de noves galeries (total subaquàtic 6.582). Com a principals fites aconseguides es descobreix la sala de la Fadrina Vella, la galeria Endavant les Atxes (que connecta amb la sala Joan Max), la galeria i sala Jaume Damians, les galeries de l'Extremunció, la galeria Collonuda Nord, la galeria Collonuda Sud, la galeria Hidrotermal i continuen les exploracions en el sector de les Grans Sales. El recorregut de la cavitat ja arriba als 55.736 m. Els bussos són Bernat Clamor, Pere Gamundí, Mateu Febrer i Francesc Gràcia, tots pertanyen al GNM.



Figura 7.1.6: Galeria Miquel Àngel Barceló, sector Subaquàtic de Gregal. Foto A. Cirer.

2009 - S'han fet tasques exploratòries, topogràfiques i de documentació fotogràfica de la cavitat al llarg de 32 dies. El total explorat ha estat d'uns 700 m, ja que s'ha dedicat la major part dels esforços a la realització de tasques topogràfiques i a la realització de fotografies i recollida de mostres. Els bussos del GNM són Pere Gamundí, Bernat Clamor, Francesc Gràcia i Jaume Pocoví. S'han incorporat a les tasques de topografia i exploració del sector Antic els bussos del GELL Miquel Àngel Perelló, Miquel Vives i Carlos Bernat.

En resum, des del punt de vista exploratori, en total s'ha aconseguit l'exploració i topografia de 10.200 m de galeries sotaiguades al llarg de 79 dies d'ençà de l'any 1995. Tanmateix, han estat especialment els anys, 2007, 2008 i 2009, els que han suposat el gruix de la feina feta fins ara pel GNM i ha tingut com a recompensa l'autèntica sorpresa de trobar la gran quantitat de galeries inundades i únicament practicables amb tècniques del busseig espeleològic. El total d'hores invertides sota l'aigua ha estat de 636, repartides al llarg de 139 immersions i la suma total dins la cavitat, entre transports terrestres i feines subaquàtiques, supera les 1.600 hores (GRÀCIA *et al.*, 2009a).

2010 - 2015 - Espeleobussejadors dels grups GELL, Voltors i GNM han explorat en diferents zones de la cavitat i trobat importants continuacions. Les més destacades han estat: **Sector dels Privilegiats**, explorat per en Miquel Àngel Perelló, Miquel Àngel Vives i Guillem Mulet. Es troba al SE de la cavitat, després de la via Max i abans del sector Subaquàtic de Gregal i connecta amb ell per la galeria d'en Joan Max (Fig. 7.1.7,8). **Sector Gran Canyó Subaquàtic**, explorades per Miquel Àngel Perelló i Guillem Mulet l'any 2013. Es tracta de nivells inferiors subaquàtics on els bussejadors requereixen del suport logístic d'altres espeleòlegs per transportar, al llarg d'hores, el pesat i voluminós equip d'immersió (MULET, 2013). **Sector del Mussol** (com. pers. Anders Kristofersson) es localitza a l'E del laberint Inferior. El descobriment s'efectua per part d'Anders Kristofersson a començaments del 2014 i encara està en fase d'exploració. Miquel Àngel Perelló també realitza noves exploracions al **sector Subaquàtic de Gregal**, a on encara queden pendents moltes galeries que comuniquen entre sí les zones descobertes (com. pers. Miquel Àngel Perelló).

Les perspectives són de que encara hi ha molt per explorar i que el coneixement de les dimensions de la cavitat s'incrementarà notablement en el futur (MERINO *et al.*, 2014a; GINÉS *et al.*, 2014). És la cavitat de més recorregut de les Balears, actualment



Figura 7.1.7: sector dels Privilegiats, explorat entre el 2012 i el 2015 permet connectar el sector Antic amb el sector Subaquàtic de Gregal. Foto M.A. Perelló.

supera els 74.000 m, incloent-hi més de 17.000 m d'extensions subaquàtiques. Encara no s'han comptabilitzat moltes de les galeries recentment explorades.

Descripció de la cavitat

Les zones descobertes sota l'aigua han suposat, per raons pràctiques, la divisió actual de la cavitat, amb extensions subaquàtiques en sis sectors diferents (Fig. 7.1.8,10), tres més que els descrits a GRÀCIA *et al.* (2009a). El sector Antic, és la primera zona que es va bussejar parcialment l'any 1991 i coincideix amb el nom de la part terrestre antiga, ja que una part important de les galeries ja es coneixien de llavors ençà. Està separat del sector de les Grans Sales i del sector Subaquàtic de Gregal per la sala Que No Té Nom, per la qual cosa és necessari sortir de l'aigua per passar d'aquest sector als altres dos. El recorregut total actual és d'uns 1.000 m. Una vegada travessada

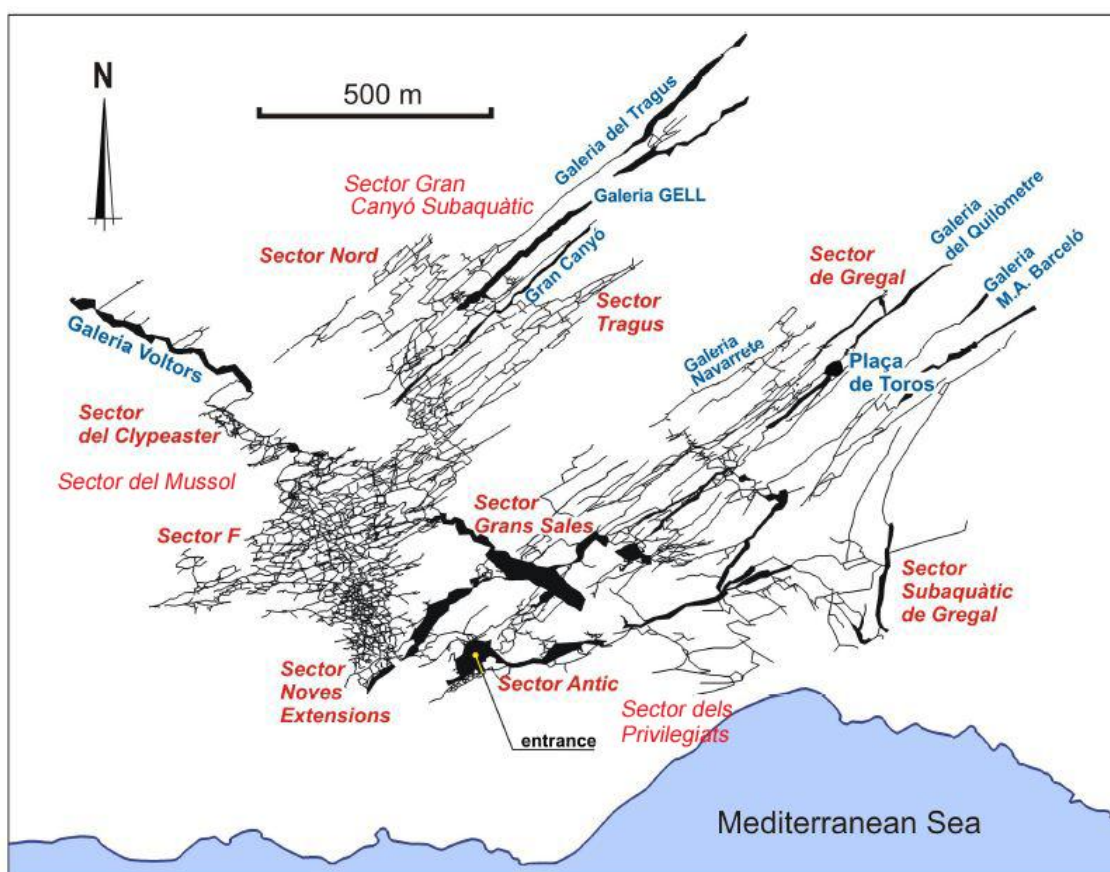


Figura 7.1.8: Sectors de la cavitat. Els sectors que posseeixen zones subaquàtiques són: Sector Antic, sector dels Privilegiats, sector Subaquàtic de Gregal, sector Grans Sales, sector Gran Canyó Subaquàtic i sector del Mussol. Modificat de GINÉS *et al.*, (2014).

la sala Que No Té Nom, el sector de les Grans Sales està situat a l'oest del llac Quadrat i posseeix 1.611 m de recorregut topografiat. Aquest sector està unit pel llac Quadrat amb l'anomenat sector Subaquàtic de Gregal, que és el de major importància des del punt de vista mètric, ja que suposa actualment 8.300 m de recorregut. No és necessari sortir de l'aigua per anar d'un sector a l'altre. El sector dels Privilegiats s'inicia també a un dels llacs del sector Antic i s'estén a la part més meridional, en direcció est. El sector del Mussol parteix de les noves Extensions, concretament del laberint Inferior i transcorre en direcció oest, al sud del sector del Clypeaster. El sector subaquàtic més allunyat és el sector Gran Canyó Subaquàtic, que com diu el seu nom són les extensions sotaiguades del sector Tragus. Dels sis sectors amb continuacions subaquàtiques, només el sector del Mussol i el sector Gran Canyó Subaquàtic es troben incomunicats amb la resta de les zones subaquàtiques. El sector Antic, el sector dels Privilegiats, el sector Subaquàtic de Gregal i el sector de les Grans Sales es comuniquen entre sí sota l'aigua.

És la cavitat de més recorregut de les Balears, actualment uns 74.000 m, incloent-hi més de 17.000 m d'extensions subaquàtiques (MERINO *et al.*, 2014a). També ho és com a major cavitat subaquàtica de les Balears i de l'Estat Espanyol. Una bona part dels nous descobriments no s'inclouen encara al recorregut mencionat abans.

SECTOR ANTIC

Per arribar al llac d'entrada s'ha de superar el sector Antic terrestre, per la qual cosa cal recórrer primer, carregats amb el material d'immersió, els 54 m que separen la base del pou d'entrada fins al llac, entre formacions i blocs caiguts que formen alguns desnivells i obstacles incòmodes de superar. Actualment podem dividir el sector Antic subaquàtic en dues grans branques separades per una galeria de control estructural tectònic. Si es pren la branca més occidental, als 27 m es bifurca, i parteix en direcció NE l'estreta galeria abans esmentada, molt estreta, de direcció NE i de 82 m lineals. El seu primer tram és més còmode, amb amplàries d'uns 7 a 3 m, i direcció 27°, per després d'uns 35 m fer-se més angosta i prendre una direcció de 53° els darrers 47 m. L'amplària d'aquest darrer tram oscil·la entre els 0,6 i 1 m, essent una progressió realment difícil. Tornant a la branca Occidental principal, aquesta té uns 220 m de recorregut lineal i direcció predominant també NE. Presenta un aspecte molt variat, ja que malgrat transcorre tot el seu itinerari per les fàcies de front d'escull, comença amb



Figura 7.1.9: Galeria descoberta l'any 2001 que permet sortir a la sala Que No Té Nom. Foto M. A. Perelló.

sales molt amples, que superen els 25 m i uns 2 m d'alçària; són galeries freàtiques de control estructural estratigràfic i profusament decorades per espeleotemes especialment de degoteig i subaquàtics. Posteriorment, segueix en forma de galeria freàtica de control estructural tectònic, amb alçàries en ocasions de més de 8 m per finalment fer-se molt estreta, a uns -7,6 m de profunditat (Figs. 7.1.11,12). La branca oriental, representa 275 m d'itinerari lineal, entre galeries i sales dins les fàcies de front d'escull que li atorguen un aspecte amb moltes morfologies de dissolució i generalment decorades per espeleotemes de forma espectacular (Fig. 7.1.13). El primer tram, que transcorre entre galeries freàtiques de control estructural estratigràfic, amb una alçària d'uns 2,4 m (amb valors de -1 i -3,4 m de fondària del sostre i del terra respectivament), està molt danyat per la ruptura de formacions provocada pel pas dels bussos, que al llarg d'aquests lustres han realitzat immersions a la cova. Una vegada superada la zona dels descobriments de l'any 2001 l'estat dels espeleotemes, per no haver estat exposats, millora molt. La part més espectacular és una sala voluminosa, a la qual s'accedeix després de superar un pas angost i continuar per una voluminosa galeria que permet accedir a aquest espai amb nombroses estalactites fistuloses que pengen del sostre. El

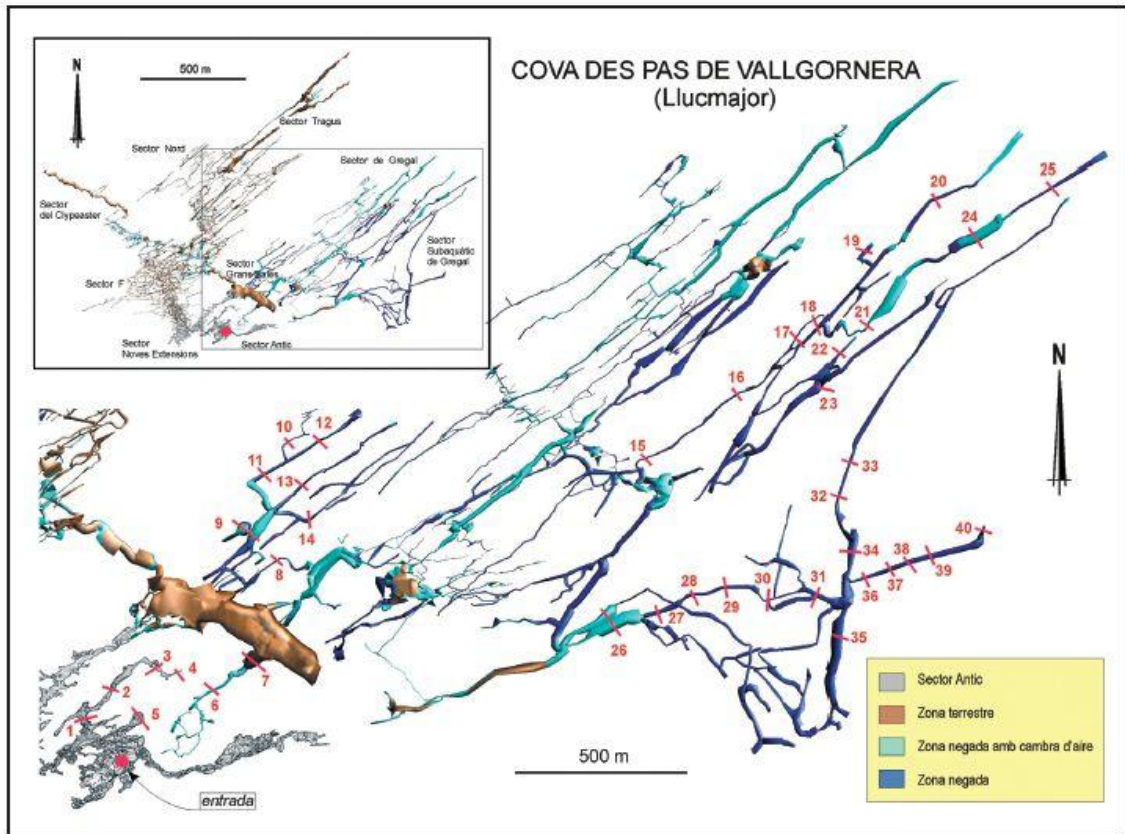


Figura 7.1.10: localització de les seccions subaquàtiques de tres de les seccions.

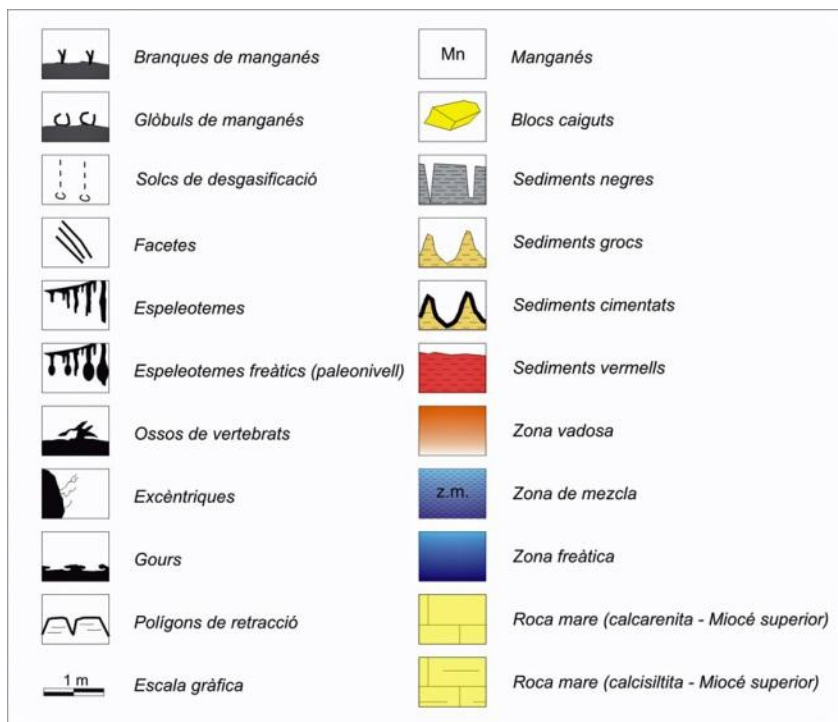


Figura 7.1.11: llegenda utilitzada a les seccions.

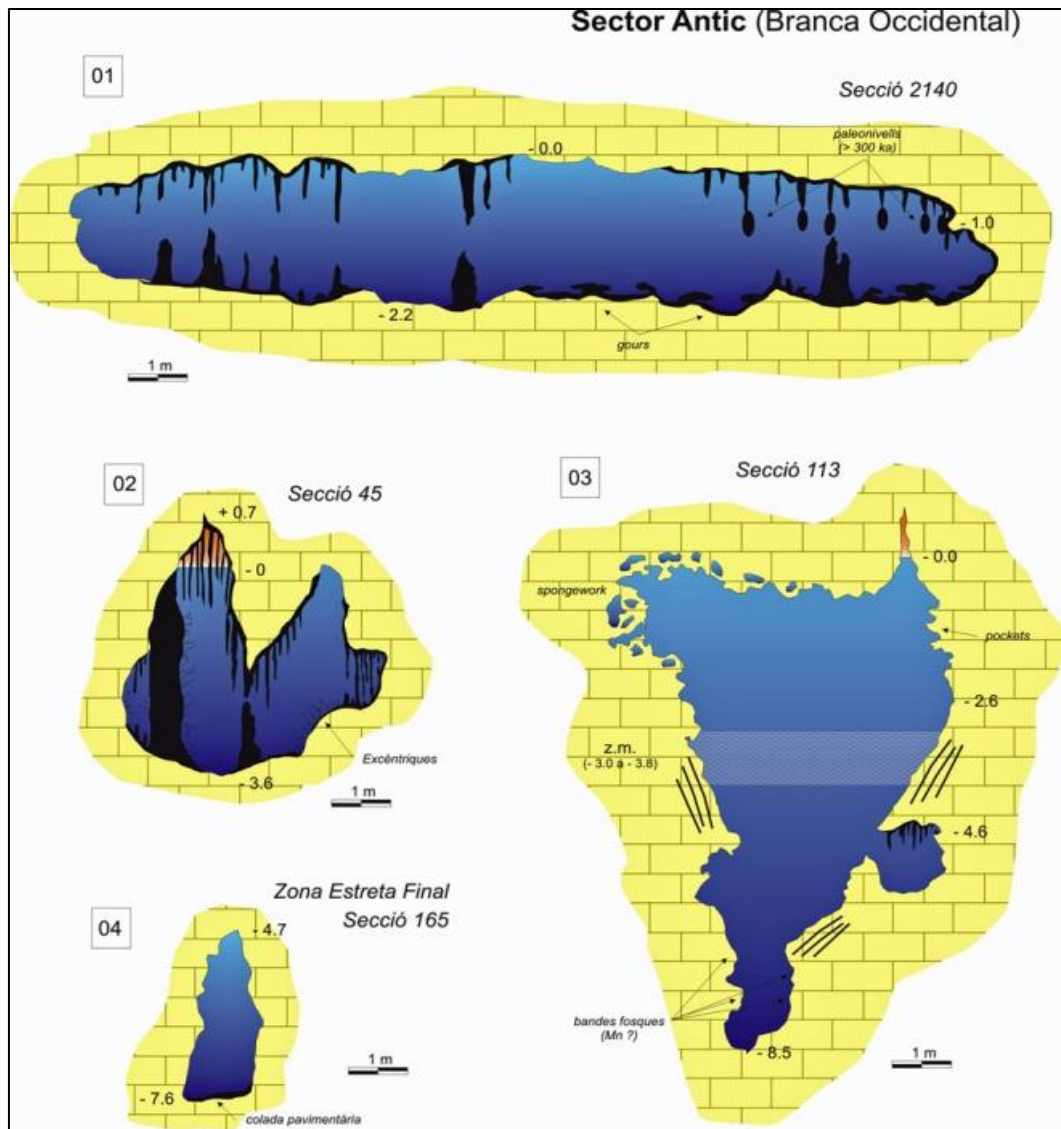


Figura 7.1.12: Seccions de la branca Occidental (sector Antic).

sostre és aeri, un parell de metres per damunt el nivell freàtic i el fons està generalment a uns -6 m. D'aquí es pot seguir tot dret, ascendint fins a fer-se aèria, o bé prosseguir per un lateral que, mitjançant una galeria sinuosa amb abundants morfologies espongiformes emergeix a un lateral de la Sala Que No Té Nom, en un petitíssim llac.

SECTOR DE LES GRANS SALES

Una vegada situats a la sala Que No Té Nom, cal desequipar-se i creuar-la transversalment fins assolir el llac Quadrat, per la qual cosa s'han de sortejar 71 m entre blocs i colades estalagmítiques. Finalment, tornar-se a equipar i nedar 94 m fins a



Figura 7.1.13: La major part del sector Antic presenta una gran riquesa en espeleotemes.
Foto A. Cirer.

arribar, en un lateral, a l'W de la sala a una galeria que sifona. D'aquí s'obre una xarxa de galeries de direccions predominants entre 50 i 60° i amb fondàries que solen estar compreses entre -3,8 i -7 m; el sostre està entre valors positius i -2,5 m. Les amplàries de la major part del sector estan compreses entre 1,5 m i 7 m. El primer tram, un pic dins la galeria sotaiguada és de 104 m i direcció SW, ja que s'agafa una galeria en direcció contrària. Després, 41 m de cap al NW, mentre es deixen altres quatre galeries que s'obren a la mateixa direcció SW i que comuniquen amb la sala Que No Té Nom directament o bé s'aturen a l'esfondrament que impedeix sortir a fora. També es deixen algunes galeries que s'obren al NE. Un pic al final de la galeria abans esmentada, 145 m després d'haver iniciada la immersió, se segueix per un tercer tram en direcció NE, el qual als 68 m (213 m des de l'inici) es torna aeri i aquàtic per després de 53 m amb aire girar al NW uns altres 53 m fins assolir un gran esfondrament que impedeix la progressió en aquest sentit (Fig 7.1.14). El total del tram aeri és de 106 m, formant un llarg llac amb illetes de blocs caiguts del sostre que per poc no barren el pas. Als 266 m s'obren tres possibilitats, ja que ens trobam a un entreforc de galeries. Per una part està la direcció NW, amb els 53 m abans esmentats fins a l'esfondrament per després prosseguir en un cinquè tram 173 m més de galeria lineal que encara segueix,

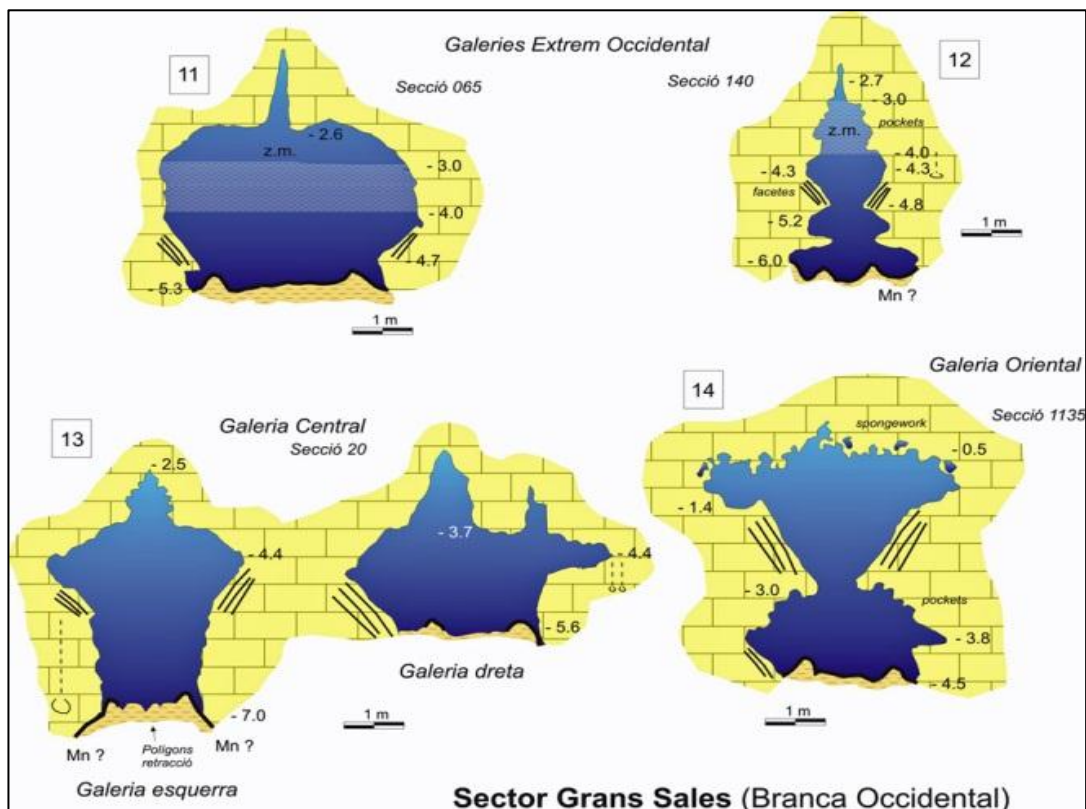


Figura 7.1.14: Seccions Grans Sales.

però un esfondrament impedeix la continuació. En total s'han recorregut 465 m des de l'inici al llac Quadrat. En aquest tram s'obre al NW uns 126 m lineals de galeria, molt estreta, amb el sostre a uns -3 m i el terra entre -3,8 i -4,2 m i amb algunes ramificacions. Si tornam enrere a l'entreforc de galeries del tram aeri i se segueix dret, en direcció NE es poden recórrer 196 m. La tercera possibilitat és agafar la galeria al SE i seguir per entre un laberint de galeries paral·leles que s'entrecreuen i que després d'uns 200 m connecten amb zones explorades pels terrestres prop de la galeria d'en Navarrete.

SECTOR SUBAQUÀTIC DE GREGAL

Galeria Miquel Àngel Barceló. Des de la sala Que No Té Nom, en direcció al llac Quadrat, s'ha de nedar 147 m de llac fins que s'arriba a la galeria Miquel Àngel Barceló, a on es torna a sifonar. Fins aquí s'han recorregut linealment un total de 547 m des de l'entrada de la cavitat. Per raons pràctiques i exploratòries es denomina galeria Miquel Àngel Barceló a la galeria subaquàtica formada per la unió de varies galeries successives que s'enllacen linealment (Fig. 7.1.15). El primer tram s'inicia a l'extrem

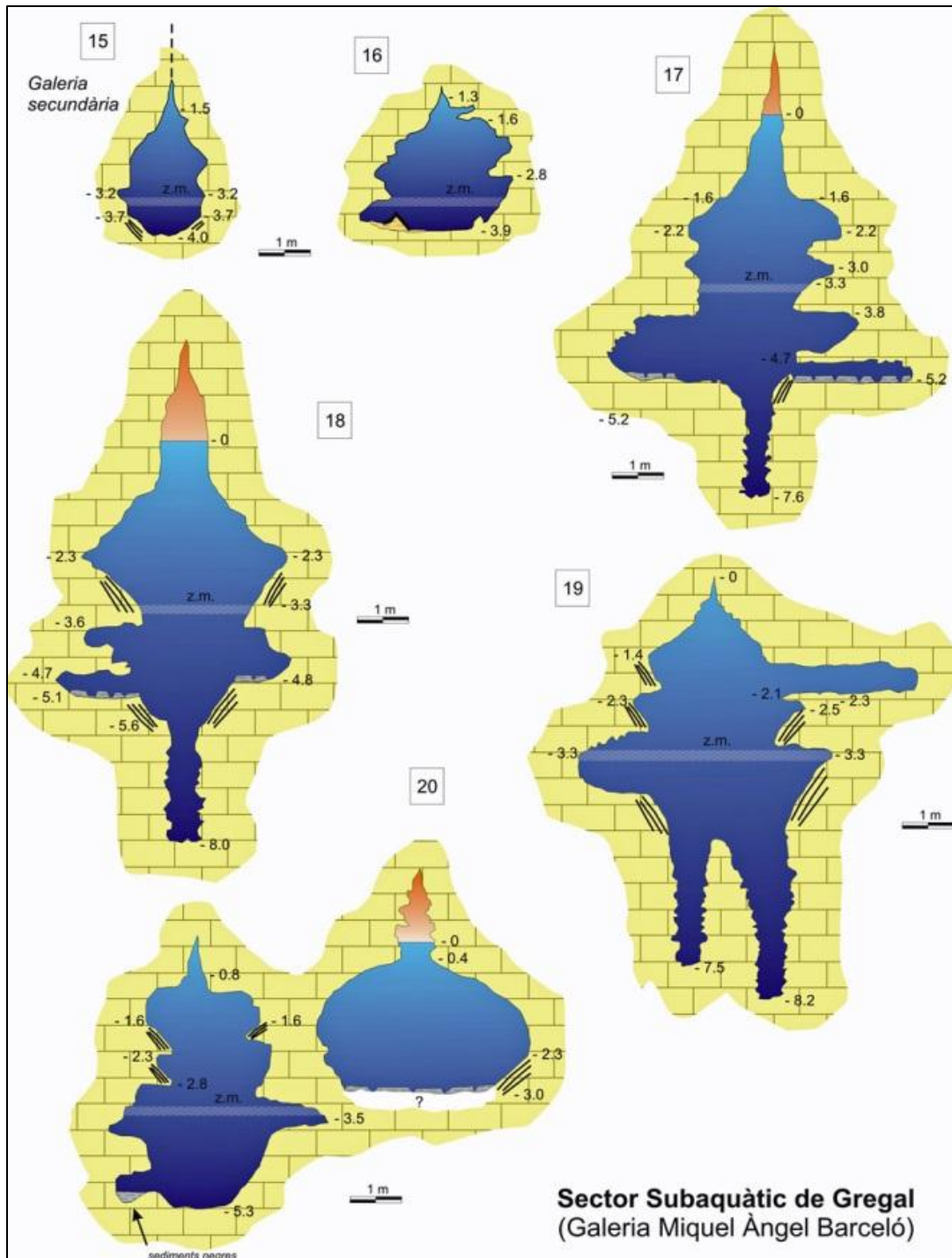


Figura 7.1.15: Seccions la galeria Miquel Àngel Barceló.

NE del llac Quadrat i supera diversos blocs inestables al sostre i alguns passos estrets que fan que aquesta sigui una zona d'accés perillós i delicada de transitar. Consta de dues parts, la primera de 78 m i direcció variable que enllaça amb la zona d'accés aeri i el segon tram de 185 m i 61° de direcció que talla a la galeria del Quilòmetre. En aquest



Figura 7.1.16: Els espeleotemes de degoteig no són massa freqüents a la major part del sector Subaquàtic de Gregal. Foto A. Cirer.

segon tram hi ha abundants zones amb el sostre aeri. En total suposen 283 m de galeria (llac Quadrat – galeria del Quilòmetre). Actualment constitueix l'accés més còmode, sense haver de sortir a la sala Blanca per prosseguir després sota l'aigua. Una vegada a la galeria del Quilòmetre, a la qual creua transversalment, s'ha de tornar a submergir-se en una galeria relativament estreta que consideram per raons pràctiques la continuació de la galeria Miquel Àngel Barceló. Aquí s'avancen 173 m en diverses direccions, encara que amb tendència E, per a després seguir 655 m generalment per una àmplia i profunda galeria, amb valors de fondària del sostre entre +1,5 i -1,5 m normalment i valors de fondària del pis sovint entre -4 i -8 m. Les amplàries estan compreses generalment entre uns 1,5 m i 2 m els primers centenars de metres i entre 4 i 7 m gairebé els 500 m darrers. Uns 200 m abans del final de la galeria s'arriba a un esfondrament profusament decorat d'espeleotemes sota les aigües, que fa tornar la galeria aèria i que per poc no tanca el pas. La cambra aèria presenta el sostre pla i escalonat a mesura que han caigut blocs que han seguit els plans d'estratificació. S'anomena com "La Maressera", ja que recorda una pedrera de marès. A la mateixa cambra aèria s'ha de seguir entre uns blocs caiguts sota les aigües, per superar la barrera de blocs i tornar més endavant a fer-ser subaquàtica. Una vegada superat el col·lapse, la galeria torna a agafar mesures d'amplària considerables, especialment a les zones a on s'uneix amb altres galeries laterals. La galeria finalitza en una zona bellament concrecionada, després de passar una llarga cambra aèria. El recorregut lineal total és de 1.091 m partint des del llac Quadrat fins al final de la galeria Miquel Àngel Barceló. Si es comptabilitzen els 547 m des de l'inici de la cavitat, el recorregut lineal total dins la cavitat suposa 1.638 m. Galeria Grup Nord de Mallorca (GNM), recorre 709 m en direcció aproximada de 50°, fins a finalitzar en una zona d'esfondrament, de sostre pla i amb margues al sòtil. Al llarg de la galeria, de control clarament estructural, se succeeixen diverses morfologies, amb predomini de les formes de corrosió, essent molt més escasses les de precipitació (Fig. 7.1.16). Al llarg de diversos trams de la galeria, presenta zones aèries i aquàtiques a la vegada, que en ocasions superen els 150 m de longitud. La distància lineal des del llac Quadrat fins al final de la galeria GNM es de 1.119 m, la penetració màxima si es comptabilitzen els 547 m inicials assoleix els 1.666 m. La galeria connecta amb la galeria Miquel Àngel Barceló per dos llocs diferents. Al costat oriental de la galeria GNM es localitza una altra galeria de menor longitud (uns 300 m) i també d'aspecte molt variable al llarg del seu recorregut, en la qual se succeeixen zones amb abundants morfologies espongiformes, que corresponen a clapes

d'escull, i altres de paret llises de les fàcies de lagoon extern. Localment també presenta abundants espeleotemes, especialment subaquàtics i colades estalagmítiques. El costat oriental de la galeria del Quilòmetre té una galeria paral·lela que s'inicia en un gir de la galeria Miquel Àngel Barceló, als 60 m d'haver creuat la galeria del Quilòmetre. La distància lineal és d'uns 400 m. Els primers centenars de metres, en una galeria d'amplada escassa, són especialment decorats per espeleotemes. Posteriorment la galeria es bifurca augmentant molt les dimensions. S'arriba a la sala Plaça de Toros per dues vies diferents i un ramal S arriba a un altre esfondrament de sostre baix que barra el pas. La sala de la Fadrina Vella és una sala aèria, amb predomini aquàtic de més de 50 m de longitud i 20 m d'amplària que presenta les típiques característiques d'una sala d'esfondrament, amb abundants blocs, alguns dels quals sobresurten fora de l'aigua i permeten l'existència de petites zones terrestres separades entre sí. En algunes zones hi ha presència d'espeleotemes, especialment estalactites i algunes banderes. La part més decorada és la zona subaquàtica situada al N de la sala i que precedeix a la zona aèria. De la sala de la Fadrina Vella, en direcció SW (215°) es prossegueix per una ampla galeria de 229 m de longitud, la galeria Endavant les Atxes, amb abundants ramificacions pendents d'exploració o topografia que connecta amb la galeria Joan Max pel seu extrem terminal. De la galeria Joan Max parteixen dues possibles vies sota l'aigua, la més important va en direcció 70°, que després de 59 m emergeixen a la sala Jaume Damians. És la darrera sala aèria coneguda del sector Subaquàtic de Gregal. La longitud de la zona amb aire és d'uns 60 m, i l'amplària és d'uns 10 m, encara que els marges sota l'aigua, especialment al N, representen una amplària total que supera els 20 m. Al final i seguint la mateixa direcció (70°) la galeria Jaume Damians es torna a fer subaquàtica i continua a uns 153 m fins que es produeix un canvi de direcció, per prosseguir 125 m més i arribar a un creuament que connecta amb una important i voluminosa galeria (la galeria Collonuda). Aquesta galeria pràcticament és de direcció N-S (8°), amb un volum important. El ramal N a partir del creuament prossegueix un centenar de metres i presenta diverses continuacions. Als 23 m de la intersecció, en direcció N, parteix la galeria Hidrotermal, de gairebé 200 m lineals i direcció 73°, es tracta d'una galeria que no presenta cap ramificació al llarg del seu recorregut i és la localització sota l'aigua on es fan més visibles les evidències sedimentàries de possible origen hidrotermal (GINÉS *et al.*, 2009a). El més característic són els precipitats negres presents al terra de tota la galeria i que li donen un aspecte fosc i les morfologies de corrosió associades. Tornant a la intersecció de les galeries Jaume Damians i Collonuda

Nord, i en direcció N la cavitat prossegueix uns 67 m més (90 m en total) fins a tancar-se. Si s'agafa un lateral, quasi al final, es pot continuar 309 m per una àmplia i còmoda galeria fins a fer-se més estreta. Des d'aquest lloc, la galeria Collonuda Nord prossegueix uns 230 m més, fins arribar a una petita cambra d'aire, amb el sostre i parets amb presència de margues pròpies del lagoon intern. En resum, la galeria Collonuda representa linealment 614,5 m des de l'inici del creuament (1728,5 m des de l'inici del busseig al final del llac Quadrat). Tornant a la galeria Joan Max, es pot seguir al N de la galeria Jaume Damians, en una mateixa direcció 70°, un centenar de metres fins a fer-se estreta. Tota aquesta zona ve a ésser l'extrem N de la sala Jaume Damians. D'aquí segueix 43 m cap endavant on es produeix un canvi de direcció (120°), per als 42 m creuar la galeria Jaume Damians i prosseguir més enllà 119 m més (120°) fins a canviar la direcció S, en una galeria paral·lela a la galeria Collonuda, que avança 74 m més. En aquesta darrera, es visualitzen diverses continuacions a ambdós costats de les parets. Tota la zona compresa entre el final de la sala Jaume Damians, al S i fins al creuament amb la galeria Collonuda Sud constitueix un laberint de galeries que s'entrecreuen i que encara està en una fase inicial d'exploració i topografia. Aquesta zona l'hem batejada com a galeries de l'Extremunció, per la perillositat que suposen en referència a l'orientació.

SECTOR GRAN CANYÓ SUBAQUÀTIC

La galeria del Gran Canyó és una de les grans galeries rectilínies i quilomètriques de la cova. Per arribar amb un equip d'espeleòlegs terrestres de suport per a dos bussejadors, el temps aproximat des de l'entrada fins al punt previst pel busseig en la galeria és d'unes quatre hores amb un recorregut de prop de tres quilòmetres (MULET, 2013). Després de diverses desobstruccions de passos estrets i estretes galeries decorades a la seva base amb formacions espectaculars que s'estenen diverses desenes de metres, després desapareixen els espeleotemes i comença un sector format per galeries amb unes característiques molt especials. Són galeries en forma de T, amb el sostre completament blanc i plàmol on solament s'observa la fractura que ha originat la galeria en l'estrat inferior. Aquesta galeria, de màxim un metre d'amplària, cada vegada va prenent major profunditat fins a apreciar-se profunditats que assoleixen els 10 metres. Les seves parets laterals estan plenes de grans fòssils que sobresurten per corrosió diferencial. La part horitzontal superior de la galeria en forma de T en algunes zones assola longituds que fa que es fusionin diferents galeries. En bastants indrets dels

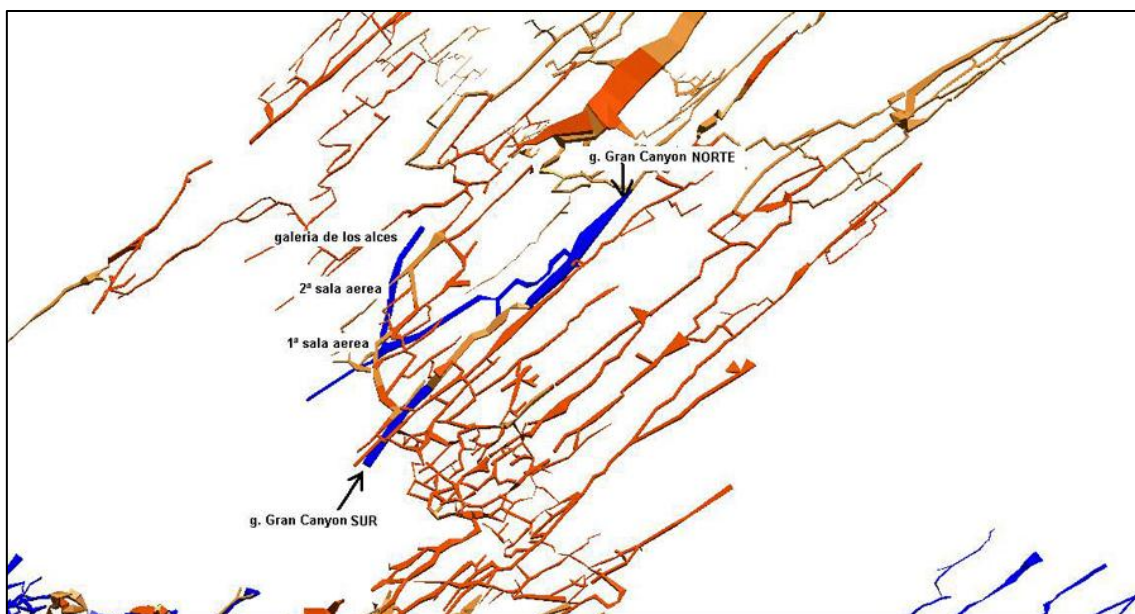


Figura 7.1.17: Sector Gran Canyon Subaquàtic (MULET, 2003).

meandres profunds d'aquesta zona s'observen corrosions en els laterals fruit de possibles sortides de "fluids termals" que van dipositar precipitats amb manganès a les terrasses laterals.

S'han instal·lat uns 300 metres de fil-guia en una direcció més o menys rectilínia de 240° i prosseguit altres 100 metres més sense fil guia fins a arribar a una sala amb



Figura 7.1.18: Galeria de 80 cm d'alçària, a on es veu bé que s'ha generat per la fractura que es veu al sostre i que determina la zona inferior. Sector Gran Canyon Subaquàtic. Foto G. Mulet.

aire d'uns 30 metres de diàmetre (Fig. 7.1.17). Després de la sala àeria, a uns 150 metres de l'entrada al sector la galeria principal segueix en la mateixa direcció i guanya en profunditat, en alguns punts hi ha baixades que arriben als -15 metres. S'observen grans fòssils de *Clypeaster* que sobresurten de les parets, més endavant, la galeria s'estreny. Si es torna a la sala àeria i des d'aquesta en direcció N. Les característiques d'aquesta galeria són similars a l'altra (galeria d'uns 5 metres d'ample per uns 7 d'alt, de parets verticals i sostre pla), va guanyant profunditat i als cent metres de recorregut se situa a -10 m. S'han explorat més de 300 m de galeries (Fig. 7.1.18). S'observen a les parets de la galeria masses de grans fòssils que són bioturbacions, que adquireixen aspecte de coral i que sobresurten prop de mig metre.

Posteriorment es descobreix una galeria que connecta la galeria del Gran Canyó amb la subaquàtica però molt més al sud, estalviant haver de passar per les estretors del principi de les galeries subaquàtiques i a més permet arribar al lloc d'immersió per l'entrada sud del Gran Canyó estalviant molt de temps d'aproximació. En aquesta zona les parets i sostre de les galeries es desfan quan les bombolles d'aire copegen en elles i s'enterboleix de blanc l'aigua.

SECTOR DELS PRIVILEGIATS

Situat al SE de la cova, s'inicia al final de la via Max, i parteix per una galeria de control estructural tectònic molt estreta que limita molt el volum de l'equip de l'espeleòleg. Connecta amb el sector Subaquàtic de Gregal mitjançant la galeria Joan Max. Hi ha els tres tipus principals de galeries freàtiques: de controls estructural estratigràfic, control estructural tectònic i de secció circular (Figs. 7.1.19,20).

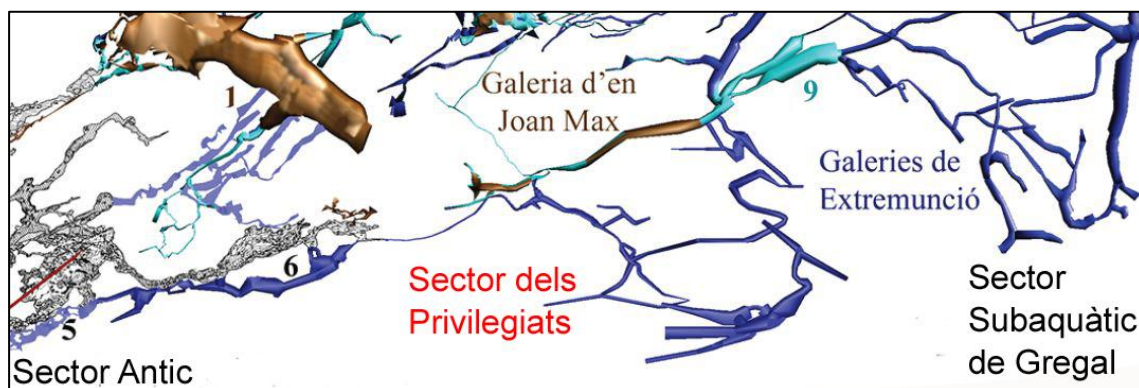


Figura 7.1.19: Sector dels Privilegiats, entre el sector Antic i el sector Subaquàtic de Gregal.



Figura 7.1.20: Sector dels Privilegiats. Moltes galeries del sector són de control estructural estratigràfic, que confereixen en secció una morfologia ampla i relativament baixa.

Quantitativament les més representades serien les de control estructural estratigràfic, que confereixen en secció una morfologia ampla i relativament baixa. El sector es troba a poca distància a la mar i les galeries més properes tenen evidències de la proximitat, com són la presència d'invertebrats filtradors, especialment esponges i poliquets. També es troba fauna gasteròpode marina. Són abundants les galeries freàtiques i morfologies de corrosió. Els espeleotemes més destacats són els de percolació de tipus coral·loide. Algunes de les galeries presenten abundants evidències hipogèniques amb sediments de Mn i òxids de ferro que les confereixen un aspecte fosc (com. pers. Miquel Perelló).

SECTOR DEL MUSSOL

Nou sector encara en fase d'exploració. Seria la continuació del laberint Inferior en direcció W a través d'un pas increïblement estret descobert gràcies a la bona feina de Anders Kristofersson.

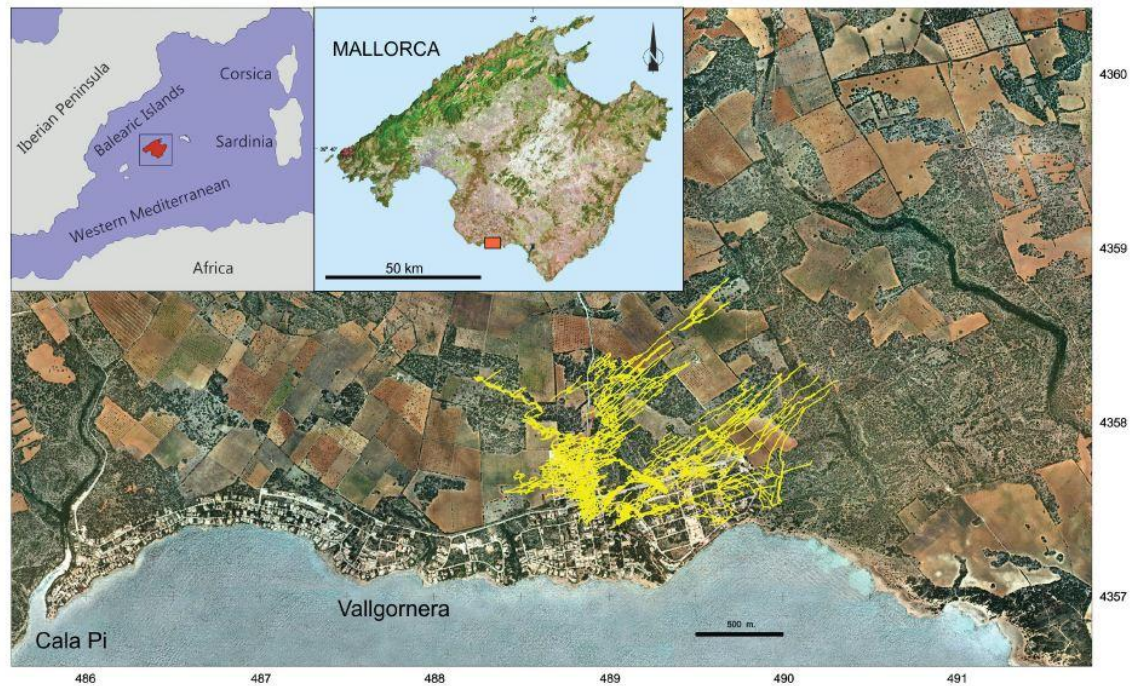


Figura 7.1.21: Superposició de la cavitat en relació a la superfície (GINÉS *et al.* 2014).

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La part més meridional de la cavitat, això és el sector Antic, el laberint Inferior, la via Max, el sector del Privilegi i una part del sector Subaquàtic de Gregal i de la sala Que No Té Nom es troben sota la urbanització de Vallgornera. La resta de la cavitat es desenvolupa per davall de zones no construïdes ocupades per garriga i cultius de seca (Fig. 7.1.21).

Espeleogènesi

Les morfologies més específiques, i fins fa poc no observades a cap altra cavitat de les Balears, són els canals ascendents de dissolució de diverses mides (GINÉS *et al.*, 2009a, 2009b; MERINO & FORNÓS, 2010), assimilables a alguns dels *rising wall channels* de KLIMCHOUK (2007) o als *bubble trails* documentats per PALMER (2007) i AUDRA *et al.*, (2009a, 2009b). Aquestes formes són originades per fluxos ascendents d'aigües agressives, que tenen lloc en la zona epifreàtica en relació amb processos de desgasificació d'aigües no meteòriques de procedència profunda. Els

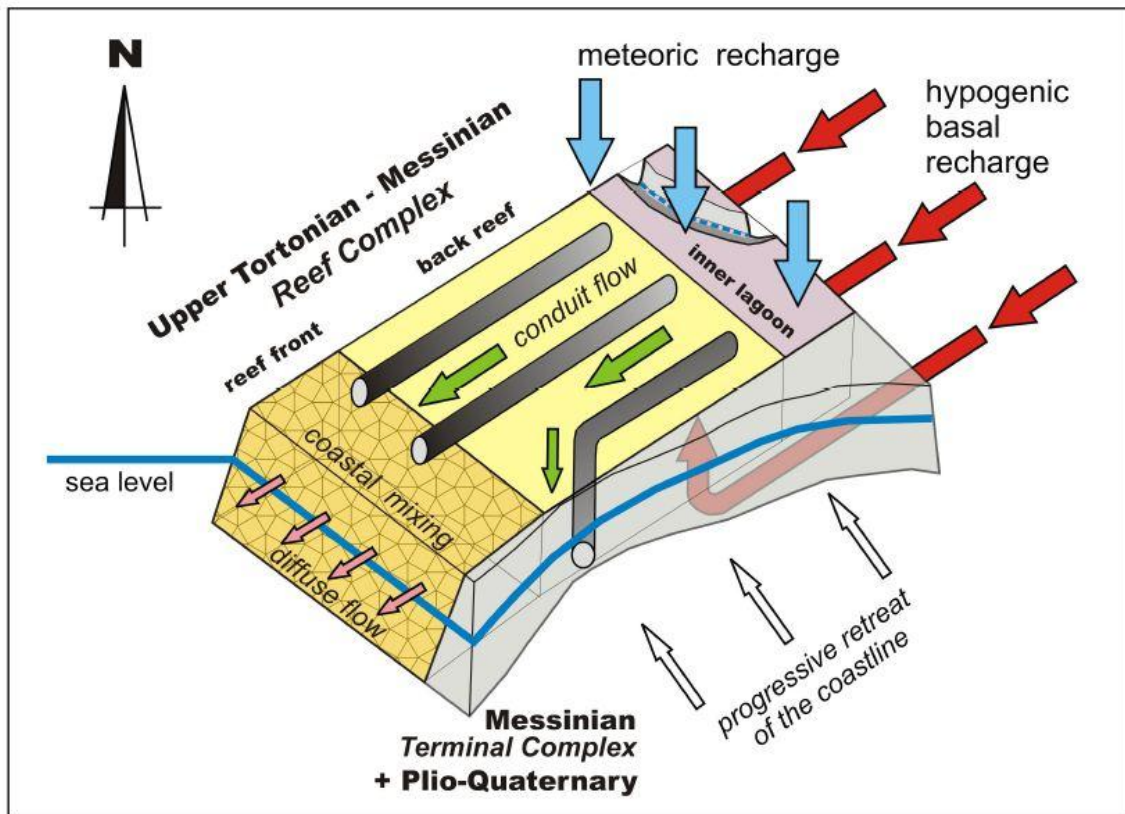


Figura 7.1.22: Diagrama explicatiu dels diferents mecanismes implicats en la gènesi de la cavitat: la recàrrega meteòrica, la hipogènica i la dissolució a la zona de mescla entre aigua dolça i salada. A més a més del paper de drenatge dels conductes de cap a la mar de les aigües subterrànies. GINÉS *et al.* (2014).

minerals poc freqüents, que apareixen associats a algunes d'aquestes morfologies, semblen recolzar la participació de processos hipogènics en l'excavació de la cova (MERINO *et al.*, 2009a, 2009b; FORNÓS *et al.*, 2010a, 2011a). Aquesta gran xarxa subterrània pareix obeir a l'actuació conjunta de diferents mecanismes espeleogènics (GINÉS *et al.*, 2014): els processos de dissolució lligats a la zona de mescla litoral, una gens menyspreable recàrrega superficial de origen meteòric, i una alimentació hídrica de caràcter hipogènic –*sensu* KLIMCHOUK (2007)– associada als fenòmens geotermals recentment documentats al sud de Mallorca (LÓPEZ & MATEOS, 2006; LÓPEZ *et al.*, 2004) (Figs. 7.1.22,23). Les recents troballes paleontològiques de formes arcaïques de *Myotragus*, a la galeria del Tragus vindrien a confirmar la cronologia pliocènica de les principals fases d'espeleogènesi que han configurat l'endocarst de la cavitat (GINÉS *et al.*, 2009b, BOVER *et al.*, 2014).

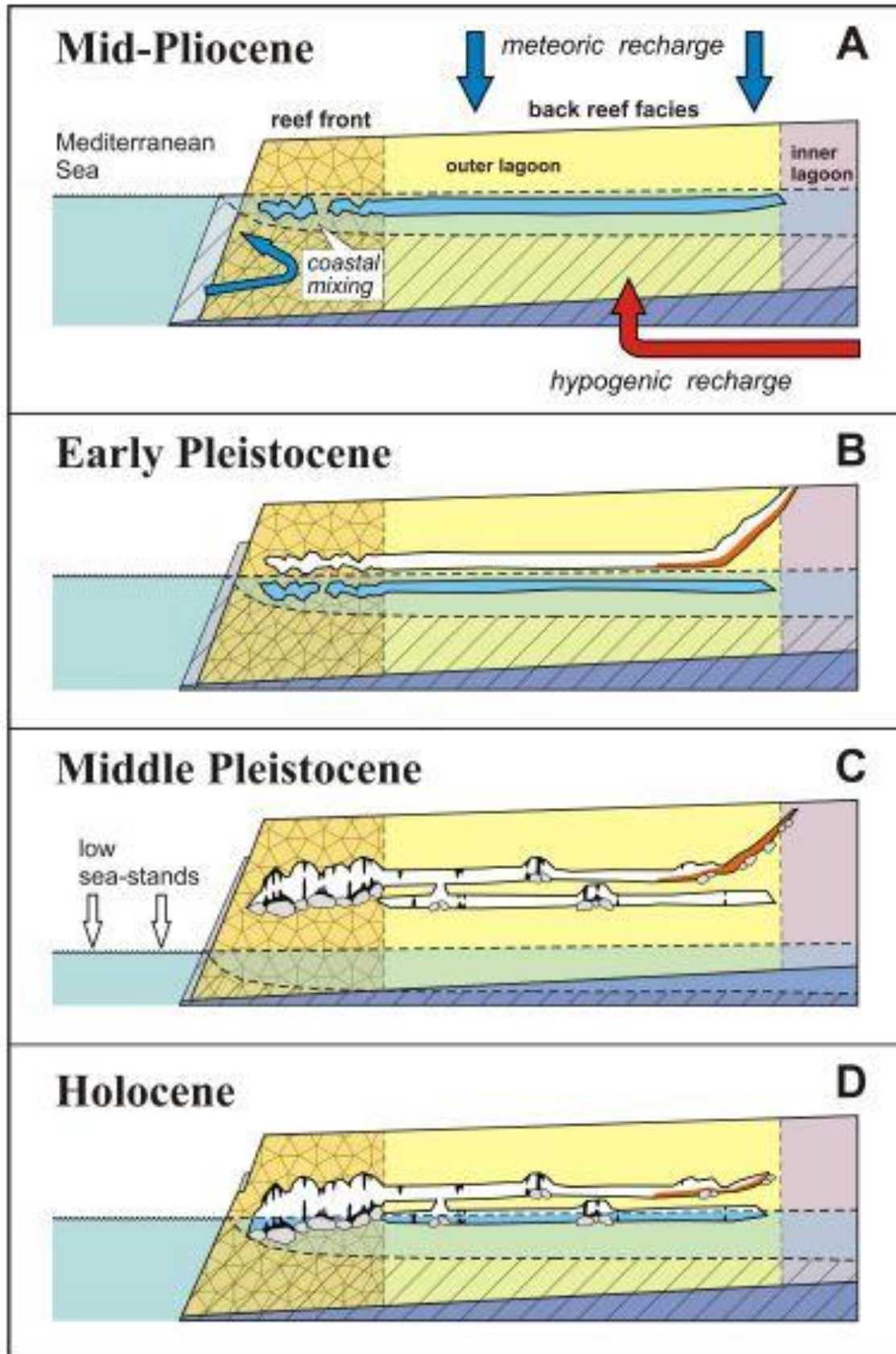


Figura 7.1.23: Seqüència evolutiva de la cavitat proposada per GINÉS *et al.* (2014). A més a més de les diferències litològiques, està condicionada pels canvis glacio-eustàtics.

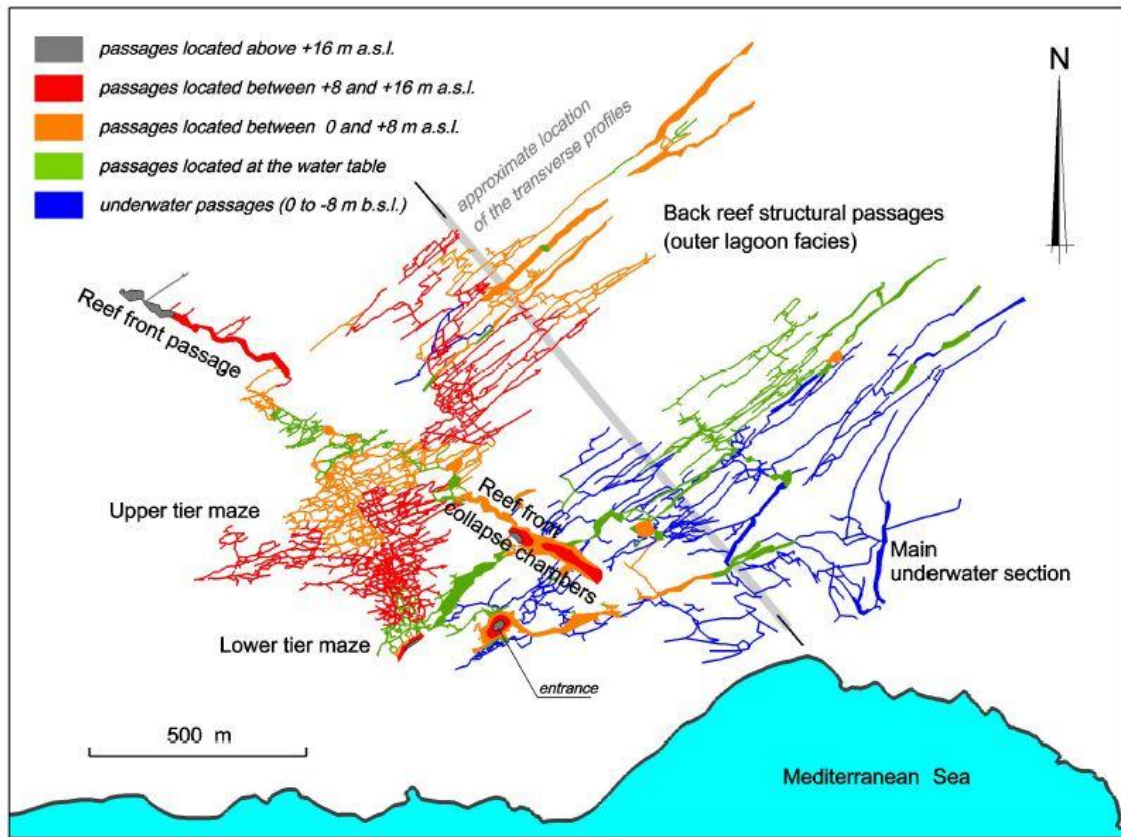


Fig. 7.1.24: Topografia simplificada de la cavitat que representa la distribució de les alçades de galeries i sales (segons GINÉS *et al.* 2014). Destaca l'existència de dos nivells principals, el superior situat a diversos metres sobre el nivell del mar (taronges, vermells i colors grisos foscs), i l'inferior desenvolupat a prop o per davall del nivell freàtic (verd i blau).

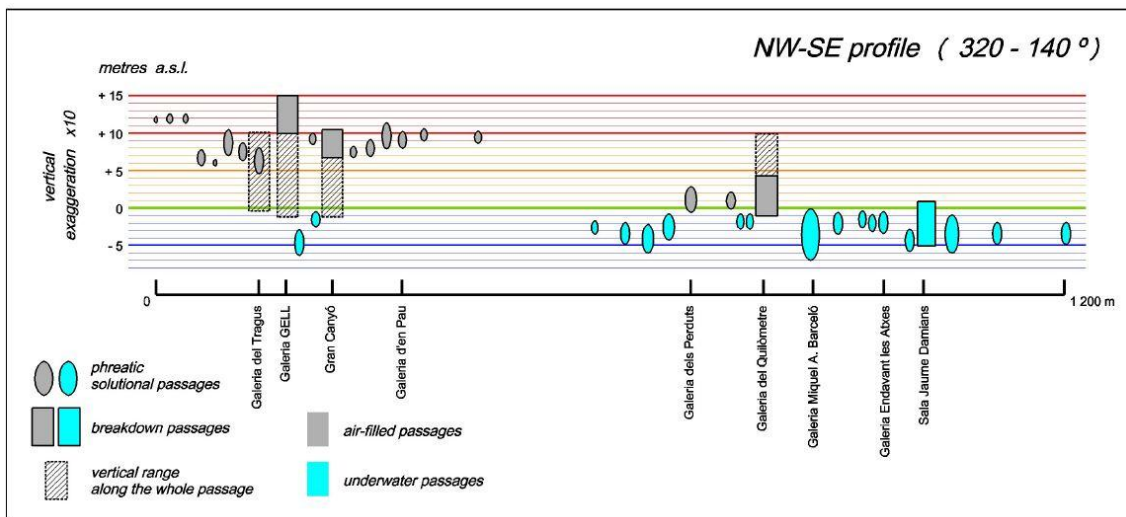


Fig. 7.1.25: Secció esquemàtica transversal i simplificada de la cavitat (GINÉS *et al.*, 2014). S'observa les cotes més baixes de les galeries i sales de la part sud-oriental i l'existència d'algunes galeries subaquàtiques també prop del Gran Canyó.

Els condicionants litològics

La cavitat està situada en la Marina de Lluçmajor, dins de la regió càrstica del Migjorn, la qual està constituïda per dipòsits calcaris tabulars postorogènics del Miocè superior (FORNÓS & GELABERT, 1995). Aquests dipòsits consisteixen bàsicament en les calcarenites i calcàries esculloses massives del *Complex d'Esculls* –d'edat Tortonià superior-Messinià– i la seqüència carbonatada corresponent al *Complex Terminal*, d'edat messiniana (FORNÓS & GELABERT, 2004; POMAR *et al.*, 1983). Els materials rocosos que integren la plataforma de la Marina de Lluçmajor estan tan sols afectats per falles normals (distensives), amb sistemes associats de fractures d'orientació entre N-S i N060E, lligades a la subsidència de la conca de Campos durant el Neogen superior (LÓPEZ & MATEOS, 2006). La cavitat es desenvolupa íntegrament dins del *Complex d'Esculls* del Tortonià, essent possible observar al llarg del seu recorregut les diferents fàcies corresponents als diversos ambients deposicionals que es donen en aquesta unitat (GINÉS *et al.*, 2008, 2009b, 2014). L'acusada diversitat morfològica observable entre els distints sectors de la cova està fortament controlada per la important variabilitat litològica que presenten els materials carbonatats, segons la seva ubicació dins l'arquitectura de l'escull Miocè (POMAR *et al.*, 1996) (Figs. 7.1.24,25). Així, es poden distingir tres contextos litològics diferents que condicionen el desenvolupament del sistema espeleològic (Figura 7.1.26). Per una banda, les zones de la cavitat on s'han produït esfondraments i col·lapses generalitzats de les voltes (**sector Antic, sector de les Grans Sales i sector del Clypeaster**) es desenvolupen en les fàcies de front o barrera del *Complex d'Esculls* del Tortonià superior. En aquestes fàcies s'observen per tot arreu bioconstruccions de coralls, que apareixen buidades per la dissolució preferencial dels edificis coral·lins, tal i com succeeix tot al llarg de la **Galeria Voltors** que ressegueix fidelment la barrera de l'escull (GINÉS *et al.*, 2008, 2009b, 2014). Els materials de les fàcies de front d'esculls són molt porosos i d'elevada permeabilitat i, a més a més, la seva escassa consistència facilita els processos d'ajustament mecànic dels buits generats per dissolució. També pertanyen a aquesta litologia el **laberint Inferior**, el **sector del Mussol**, el **sector dels Privilegiats** i part més meridional del **sector Subaquàtic de Gregal**. Aquests indrets presenten galeries condicionades més a nivell estratigràfic que no tectònic i formen laberints amb galeries generalment molt més amples que no pas altes. Per altra banda, les grans galeries i les zones laberíntiques que les envolten es corresponen amb els sectors més interns de la

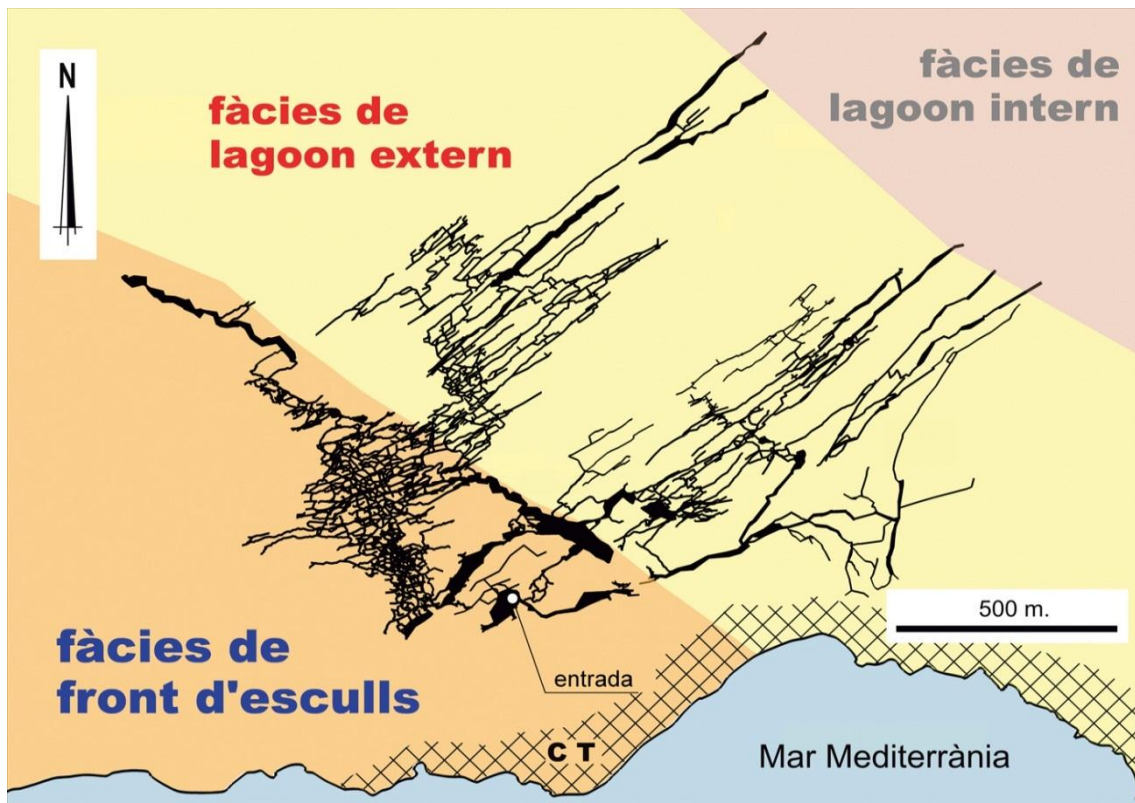


Figura 7.1.26: La topografia de la cavitat, en relació amb la disposició de les fàcies del Complex d'Esculls del Tortonian superior a la plataforma de Lluçmajor. CT: Complex Terminal messinià. Segons MERINO *et al.* (2011a).

cavitat (**sector del Tragus, sector Gran Canyó subaquàtic, sector Nord i part dels sectors de Gregal**), els quals es desenvolupen en les fàcies de lagoon extern del Complex d'Esculls (POMAR *et al.*, 1996). Aquí els materials calcaris presenten un caràcter massiu i una baixa permeabilitat, al temps que estan afectats per una intensa fracturació en la que dominen les direccions SW-NE. En zones puntuals, aquestes galeries de notable longitud mostren també fenòmens de col·lapse que ocasionen importants eixamplaments (per exemple, la **Plaça de Toros**), relacionats amb la presència de construccions coral·lines aïllades (*patch reefs*) distribuïdes dins les fàcies de lagoon extern (GINÉS *et al.*, 2008, 2009b). Per últim, l'acabament de les galeries de major entitat que constitueixen el **sector del Tragus** i el **sector de Gregal** pareix estar relacionat amb un nou canvi litològic, que correspondria a la presència de dipòsits atribuïbles a les fàcies de lagoon intern del Complex d'Esculls del Tortonian (POMAR *et al.*, 1996). Aquestes fàcies mostren una disposició en capes de materials més calcisilícics i fins i tot margosos, amb una potència entre decimètrica i mètrica.

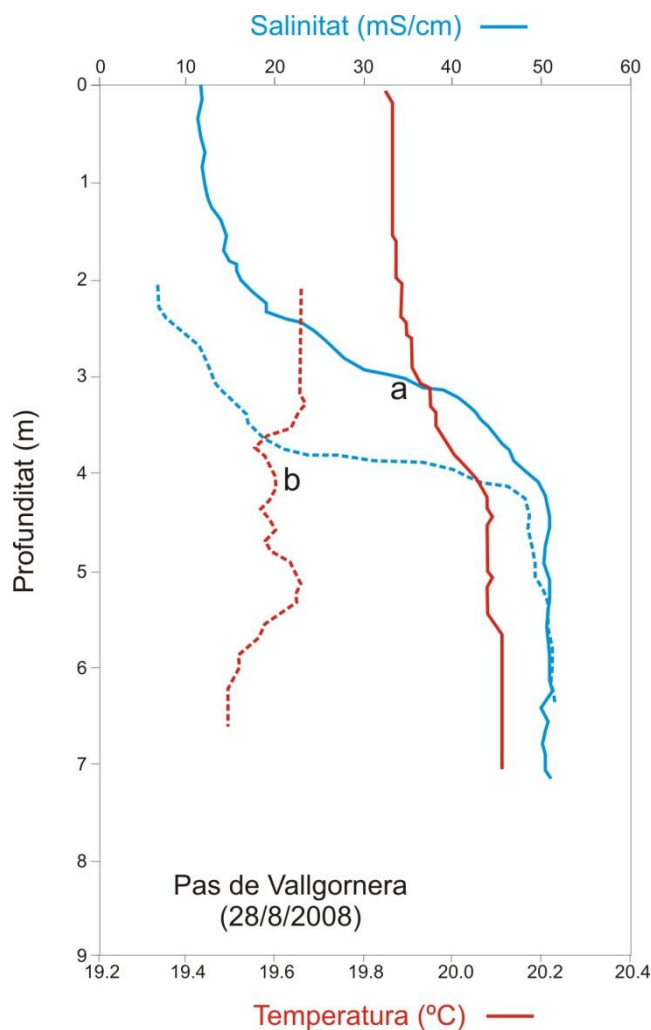


Figura 7.1.27: Perfil hídric de dues localitzacions de la cavitat. a) Branca Oriental del sector Antic, entre 0 i -7 m; b) Galeria Collonuda Nord (sector Subaquàtic de Gregal), entre -2,5 i -7 m. GRÀCIA *et al.* (2009a).

-3 m i augmenta la salinitat dels 12 mS/cm fins als 35 mS/cm. La darrera franja hídrica amb valors de 52 mS/cm abraça dels 3 m fins als 10 m de fondària i correspon ja a valors de salinitat quasi marina. Si es comparen els valors per als dos perfils, la galeria Collonuda Nord, en estar a les zones més internes presenta una menor salinitat de la capa superior, encara que assoleix els valors de la picnoclina a la mateixa cota. Com és de preveure es produeixen petites oscil·lacions a escala centimètrica de les franges de picnoclines en funció de les estacions i del règim de precipitacions. La temperatura de l'aigua és força homogènia en tot el perfil mesurat, anant dels 19,8°C a 0 m als 20,1°C a partir dels 4,5 m de fondària, per tant, les oscil·lacions de temperatura mesurades no superen els 0,3°C en tot el perfil hídric de 10 m. Curiosament, hi ha devers 0,5°C de diferència entre les dues galeries mesurades.

Característiques

hidrogràfiques de la cavitat

Les mesures corresponen al dia 28-VI-2008 (Fig. 7.1.27). Els dos indrets de la cavitat on s'han pres les mesures són la galeria Collonuda Nord (sector de Gregal), entre -2,5 i -7 m i al sector Antic, entre 0 i -7 m. Les aigües freàtiques de la cova des Pas de Vallgornera presenten des del punt de vista hidrològic un perfil estratificat, amb 3 capes de salinitat diferent, disposades en un ordre de menor a major salinitat, a causa de la diferent densitat. La primera capa té uns valors gairebé constants de 12 mS/cm des de 0 m fins als 1,5 m de fondària. Una segona capa de transició (picnoclina), entre -1,5 m i

Morfologies de la zona de mescla litoral

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 fàcies esculloses, com són les fàcies de front d'escull o també dins de fàcies d'escull en clapetes (dins la fàcies de lagoon extern), i d'altres zones que travessen les fàcies 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.

MEGAFORMES

Xarxes freàtiques amb fort control estructural

El desenvolupament planimètric de la cavitat és realment complex i s'enquadraria en la categoria general de coves laberíntiques, que han estat estudiades en profunditat per PALMER (1991, 2007). No obstant això, el patró topogràfic de la cova no és gens homogeni ja que varia des d'una disposició ramiforme-espongiforme, en els sectors situats cap al SW i més propers a la línia de costa, fins a un conjunt laberíntic de galeries amb un fort control estructural, en els sectors més interns de la cova. D'aquesta manera, la disposició espacial i les morfologies presents en els sectors més propers a la costa –excavats en les fàcies molt permeables de front d'esculls– són similars a les d'altres cavitats de la regió del Migjorn. Contràriament, les galeries que formen les zones més internes de la cova es corresponen amb un patró de laberint irregular, generat en condicions freàtiques somes en les fàcies de *lagoon*. 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 clapetes d'escull que formen una espècie de “illes litològiques i morfològiques” amb les mateixes característiques i



Figura 7.1.28: Galeria freàtica de control estructural estratigràfic al sector dels Privilegiats, dins les fàcies d'escull. Es veu clarament la secció horitzontal de la galeria que aprofita els plans d'estratificació. (Foto M. A. Pelleró).

morfologies que les primerament esmentades, però de menor extensió i perfectament delimitades.

MACROFORMES

Galeries freàtiques de control estructural estratigràfic

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 (Fig. 7.1.28). 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.

Galeries freàtiques de control estructural tectònic

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 (Fig. 7.1.29). 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



Figura 7.1.29: Galeria freàtica de control estructural tectònic a partir de fractures que generen seccions verticals. Galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto A. Cirer).



Figura 7.1.30: 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 Subaquàtic de Gregal. (Foto A. Cirer).

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'Extremunció 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 varies galeries en forma paral·lela, associades a la equidistant distribució de les diàclasis també paral·leles, i que presentin fenòmens de coalescència.

Galeries freàtiques de secció circular

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 (Fig. 7.1.30). 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 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



Figura 7.1.31: Envà que separa dues galeries paral·leles, molt abundants a la cavitat. 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. Galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto A. Cirer).

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.

Sales freàtiques circulars

A la cavitat es localitzen especialment a les fàcies de front d'escull i, a les fàcies amb clapetes d'escull, dins les fàcies 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 cartografiar.

MESOFORMES

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

Cambres freàtiques circulars

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 clapets de creixement coral·lí dins la fàcies de lagoon extern.

Columnes de roca

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. 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

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 (Fig. 7.1.31).



Figura 7.1.32: Facetes associades generalment a les regates de corrosió. Segueixen les galeries longitudinalment fins assolir centenars de metres. Sector de les Grans Sales. (Foto A. Cirer).



Figura 7.1.33: Morfologies espongiformes del sector Antic que generen un aspecte càdtic, de roca corcada, plena de sortints i forats, de molt diferents mides i formes. (Foto M. A. Perelló).

Són més escasses al sector Antic, possiblement per tractar-se d'unes fàcies d'escull. També a les zones de clapetes d'escull disminueixen molt quantitativament.

Ponts

Són abundants tant a la fàcies de lagoon extern, com a les fàcies de front d'escull com quant hi ha clapetes de creixement coral·lí dins la fàcies de rere escull i de lagoon.

Facetes

Morfologies de corrosió molt característiques, localitzades a qualsevol fàcies, encara que molt més abundants i marcades a les galeries estructurals tectòniques de les fàcies de lagoon extern (Fig. 7.1.32,35). 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 -5m; -4,9 i -5,4; -5 i -5,6 m i -6 i -6,7 m.

Regates de corrosió

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.

Morfologies espongiformes

Presenta zones amb gran riquesa de morfologies espongiformes, de forma general sempre a les zones de fàcies de front d'escull o amb clapetes de creixement coral·lí dins les fàcies de lagoon extern (Fig. 7.1.33). 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 clapetes 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 clapeta 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.

MICROFORMES

Conductes seminals o iniciadors

Es poden observar repartides per tots els sectors.

Morfologies espongiformes

La zona sotaiguada de la cova des Pas de Vallgornera és molt pobre en aquestes morfologies a escala de microformes.

Arcs, pinacles i esperons

Presentes pertot arreu, encara que són especialment abundants a les fàcies d'escull.

Penjants (*rock pendants*)

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 (Fig. 7.1.34). 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.

Concavitats poc marcades

Molt freqüents per moltes galeries i sales.

Tupins de paret, sostre i pis

Es troben escampats per tots els sectors de la cavitat, tant terrestres com subaquàtics. També hi són, tant a les fàcies 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



Figura 7.1.34:
Penjant del sector
Subaquàtic de
Gregal, procedent
d'antics envans
separadors de ga-
leries paral·leles.
Foto A. Cirer.

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.

Canals subverticals de dissolució

Normalment no són molt marcats els que es presenten a les facetes, llevat d'algunes excepcions puntuals.

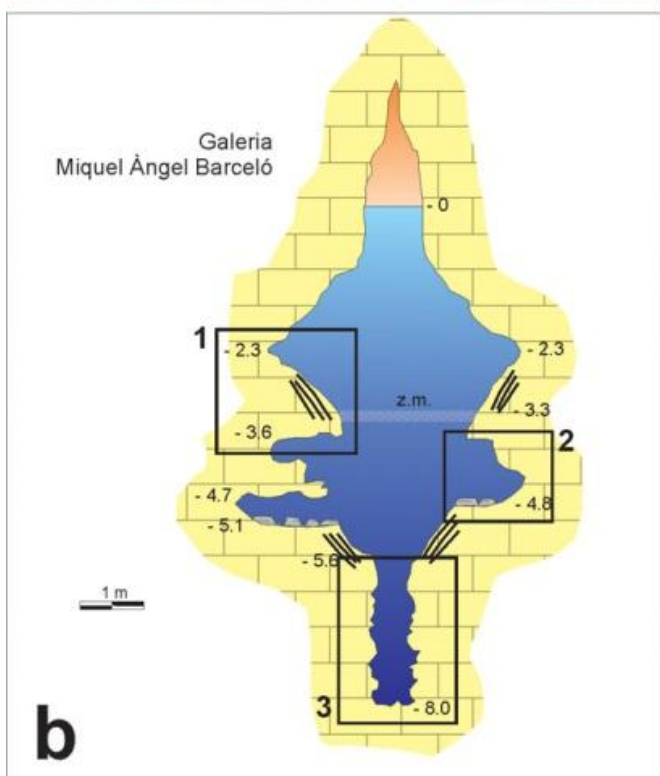


Figura 7.1.35: a) Galeria estructural tectònica de la galeria Miquel Àngel Barceló (sector Subaquàtic de Gregal). b) secció de la galeria a on estan assenyalats tres detalls que s'observen a la dreta: 1) Facetes i solcs subverticals als costats de la galeria. 2) Regata de corrosió amb presència de polígons 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).

Control macroformes

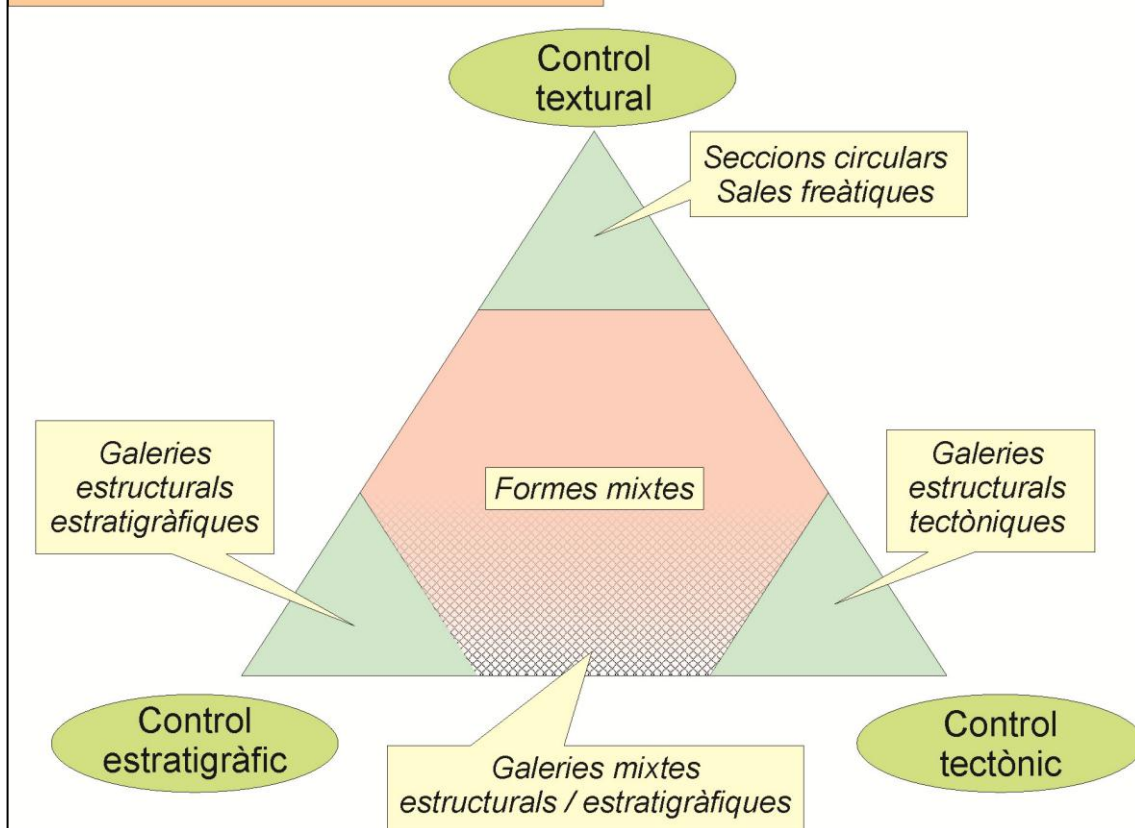


Figura 7.1.36: Esquema interpretatiu de les macroformes en funció de les tres variables que controlen el seu desenvolupament.

Morfologies de corrosió hipogèniques

MESOFORMES (d'ordre decamètric a mètric)

Conductes verticals d'alimentació

Són els *feeders* o obertures d'alimentació puntual de MERINO & FORNÓS (2010), que acostumen a presentar a una boca d'aspecte més o menys circular. Les seves dimensions són molt variables anant des de prop d'un metre d'eix major fins a uns pocs decímetres. La part interna dels conductes sol presentar una forma tubular d'aspecte irregular que en vertical es perllonga profusament diversos metres fins no poder-se estimar la fondària que assoleixen (Fig. 7.1.37). En ocasions, al seu interior es pot observar com conflueixen diversos conductes cilíndrics a mesura que ascendeixen fins a

Figura 7.1.37: conducte vertical d'alimentació del sector dels Privilegiats. Mida de l'amplària exterior aproximadament 0,70 cm. Foto M. A. Perelló.

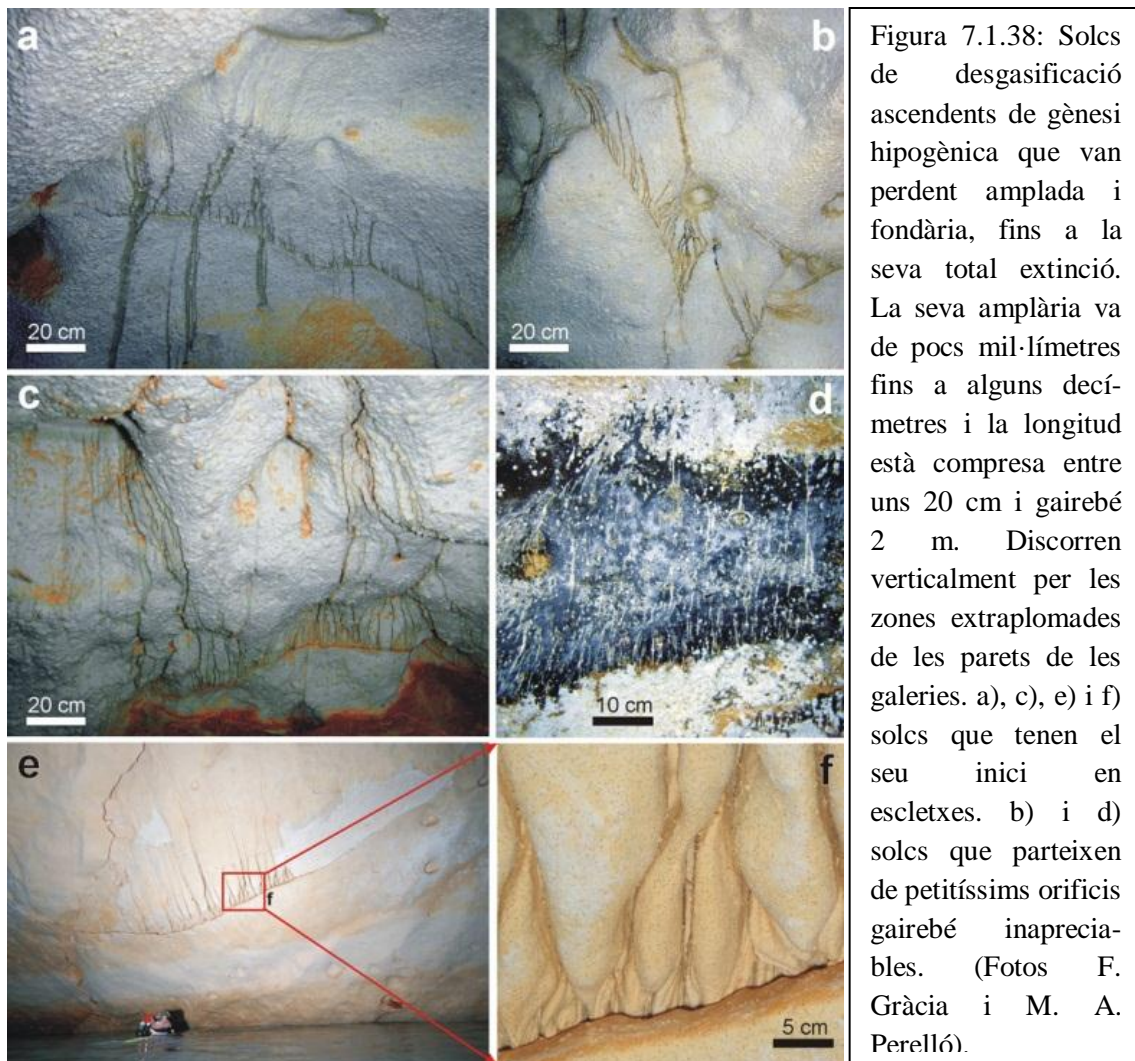


fusionar-se en un tot sol. A causa de la seva profunditat els hem inclòs dins mesoformes. Alguns presenten coloracions variades i precipitats a la vora exterior de la boca. S'han trobat al sector del Mussol i sector dels Privilegiats especialment.

MICROFORMES (d'ordre mètric a centimètric)

Punts d'alimentació laterals i canals ascendents de paret

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 discorren verticalment per les zones sobrelomades de les parets de les galeries. Freqüentment tenen el seu inici en petitíssims orificis o esclotxes 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 (Fig. 7.1.38). 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.

Els espeleotemes

La cova des Pas de Vallgornera és una excepcional localitat, situada a les calcarenites del Miocè superior, que destaca per la gran varietat i riquesa dels espeleotemes presents (Fig. 28). Aquests han estat tractats de forma continuada a les zones aèries de la cavitat a diferents articles (MERINO, 2006, 2007a, 2007b, 2008; MERINO *et al.*, 2014b). A les zones submergides estudiades, la presència de zones de la cova que es desenvolupen dins les fàcies de front d'escull (molt poroses) i d'altres zones que travessen les fàcies de lagoon extern (molt massives i de poca porositat) condicionen la diferent distribució dels espeleotemes. Així són extraordinàriament abundants al sector Antic i al començament del sector de les Grans Sales (encara dins les fàcies de front d'escull), mentre que a la resta del sector de les Grans Sales i al sector Subaquàtic de Gregal (fàcies de lagoon extern) la seva presència es pot considerar tan sols ocasional.

ESPELEOTEMES DE DEGOTEIG

Les formacions litoquímiques més abundants als sectors sotaiguats de la cova són també les de degoteig (estalactites, estalactites fistuloses, estalagmites, columnes i massissos estalagmítics). Són especialment nombroses al sector Antic (Fig. 7.1.39), on formen autèntics boscos d'estalactites en alguns indrets, especialment a les zones de galeries freàtiques de control estructural estratigràfic. Al sector de les Grans Sales només s'hi troben gairebé a la zona que pertany litològicament a les fàcies de front d'escull, més propera a les grans Sales, ja que a poca distància desapareixen per



Figura 7.1.39: Espeleotemes de degoteig. Branca Oriental del sector Antic. (Foto M.A. Perelló).

complet. Al sector Subaquàtic de Gregal es troben espeleotemes de degoteig en clapes molt concretes, abans de la sala de la Fadrina Vella, passat la sala Jaume Damians, alguns llocs molt puntuals de la galeria Collonuda Nord i també Collonuda Sud. A un

tram de la galeria paral·lela i en direcció oest, de la galeria Miquel Àngel Barceló hi són també presents. Aquestes clapes normalment tenen una longitud aproximada d'entre 15 i 50 m. Al darrer tram de la galeria Miquel Àngel Barceló, la presència d'una àrea farcida d'aquestes formacions secundàries ens indica la proximitat d'un esfondrament, i la sortida a un tram amb aire. Més endavant, i després de més galeria subaquàtica, la part final de la mateixa galeria, ja en gran part fora de l'aigua, constitueix una recompensa per a la vista gràcies a la decoració que presenta destacant-ne una columna central; comunica amb una sala final farcida principalment d'estalactites fistuloses. Les columnes, encara que són abundants a la cavitat, en general no presenten dimensions molt grans, el mateix passa amb els massissos estalagmítics que no són especialment freqüents.

ESPELEOTEMES DE FLUX

Són especialment abundants pertot arreu a les fàcies de front d'escull, i fins i tot freqüents, a llocs on no es troben espeleotemes de degoteig (Fig. 7.1.40). Fins i tot a zones on la roca presenta les fàcies de lagoon extern es troben importants colades pavimentàries, com és el cas de la galeria Collonuda Sud (sector Subaquàtic de Gregal), amb longituds importants. Semblen en ocasions rius al terra i caracteritzen les galeries a on es troben. Les colades pavimentàries

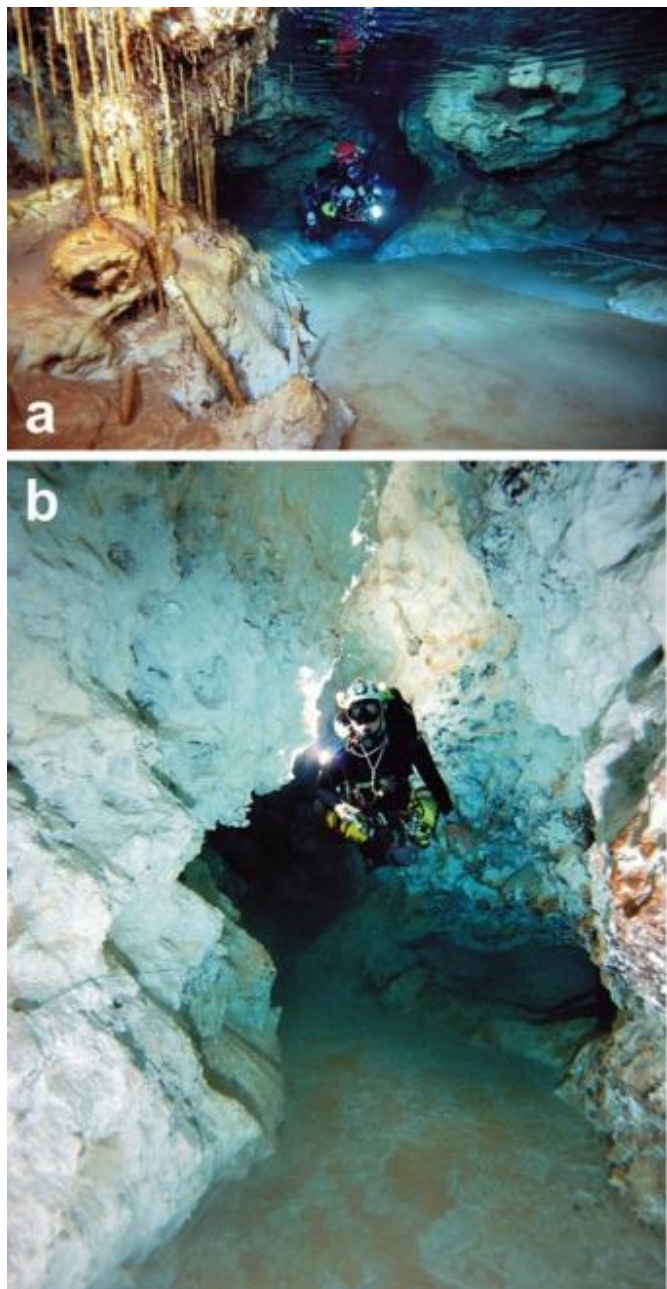


Figura 7.1.40: Espeleotemes de flux: colades pavimentàries. a) Branca Occidental (sector Antic); b) Llac Quadrat. (Foto M.A. Perelló).

són molt més abundants en comparació amb les colades parietals, que constitueixen uns espeleotemes quantitativament poc importants a la part subaquàtica de la cavitat. Al sector Antic es troben recobrint el terra de gran part de les galeries i sales, formant un trespol pla només interromput per *gours* i estalagmites. En el sector de les Grans Sales gairebé no hi són presents. Al sector Subaquàtic de Gregal també n'hi ha coincidint amb les clapes a on hi ha formacions de degoteig però són especialment abundants a la galeria Collonuda Sud. S'ha d'especificar que a molts d'indrets el terra de les galeries es troba cimentat per uns precipitats de molt poca gruixa que no arriben a formar una autèntica colada, però que ha consolidat els sediments presents a la base de les galeries.

ESPELEOTEMES DE TRASPUAMENT

Les excèntriques es localitzen al sector Antic, especialment a la branca occidental. Es troben tant a les parets formant en ocasions formacions atapeïdes com al

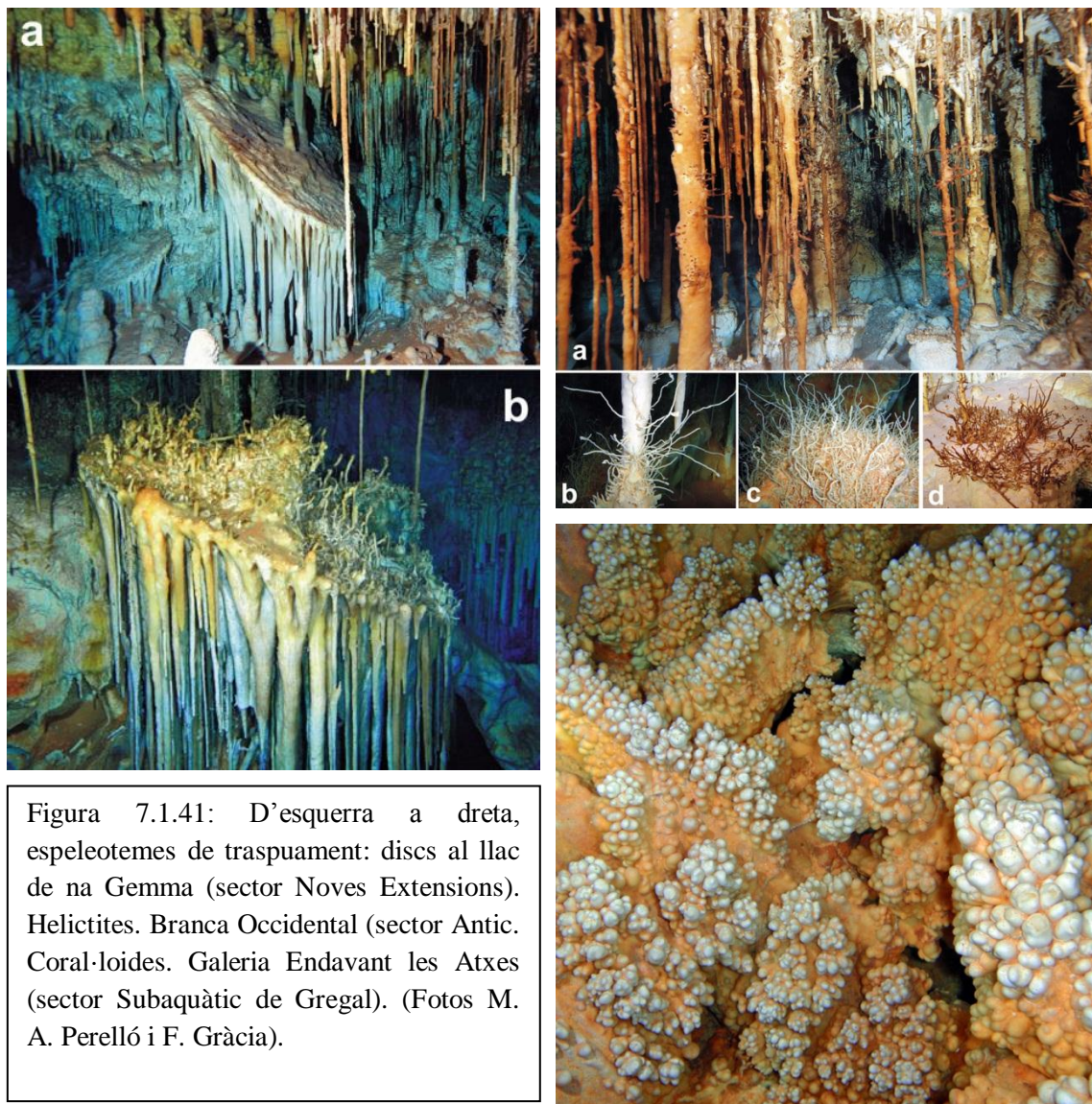


Figura 7.1.41: D'esquerra a dreta, espeleotemes de traspuament: discs al llac de na Gemma (sector Noves Extensions). Helictites. Branca Occidental (sector Antic). Coral-loïdes. Galeria Endavant les Atxes (sector Subaquàtic de Gregal). (Fotos M. A. Perelló i F. Gràcia).

terra. També s'han desenvolupat sobre estalactites i columnes. Els escuts o discos, alguns de bona mida, són formacions molt poc abundants a les cavitats de Mallorca, amb l'excepció de les coves d'Artà (GINÉS, 1995); també es troben a la branca occidental del sector Antic. Creixen a partir d'aportacions fissurals que formen estructures concèntriques (GINÉS, 1995). Alguns exemplars es troben recoberts per altres espeleotemes, com són les helictites i també d'ells sorgeixen espeleotemes de degoteig. Un espeleotema que s'ha de destacar per la seva abundància són les formacions coral·loides (Fig. 7.1.41). Aquestes es troben especialment al sector Subaquàtic de Gregal, encara que també n'hi ha de forma puntual al sector de les Grans Sales. Al primer sector abans mencionat es localitzen al primer tram de la galeria Miquel Àngel Barceló, la galeria Endavant les Atxes i al començament de la galeria Jaume Damians. En ocasions, als llocs on es troben, hi són extraordinàriament abundants i recobreixen en gran part el terra de les galeries.

ESPELEOTEMES SUBAQUÀTICS

Molt freqüents dins de la part actualment submergida de la cova des Pas de Vallgornera. Entre els més característics hi podem diferenciar dos grans grups, els subaquàtics vadosos i els freàtics.

Espeleotemes subaquàtics vadosos

La importància quantitativa que tenen els *gours* a les galeries sotaiguades dels sector Antic de la cavitat, desenvolupades dins les fàcies de front d'escull, és notòria. N'hi ha de tota mida i amb decoracions i tipologies molt riques i diverses (Fig. 7.1.42). Curiosament però, els *gours* de majors dimensions i fondàries localitzats fins ara, es troben dins les galeries ubicades a les fàcies de lagoon extern, com és el cas per exemple, de la part final de la galeria Miquel Àngel Barceló, abans de sortir a la darrera sala amb aire. Es tracta d'un *gour* de més de 50 m de longitud, amb les voreres i la gran columna central que marquen un antic nivell d'aigua molt clar. També el terra i parets estan recobertes de formacions subaquàtiques. Un altre *gour* important és el que es troba abans de la sala de sa Fadrina Vella, on destaca per les gruixudes plaques de calcita flotant dipositades a les voreres i al terra. La calcita flotant és poc important als sectors subaquàtics i gairebé només hi ha algunes evidències testimonials, no funcionals, de la seva presència.

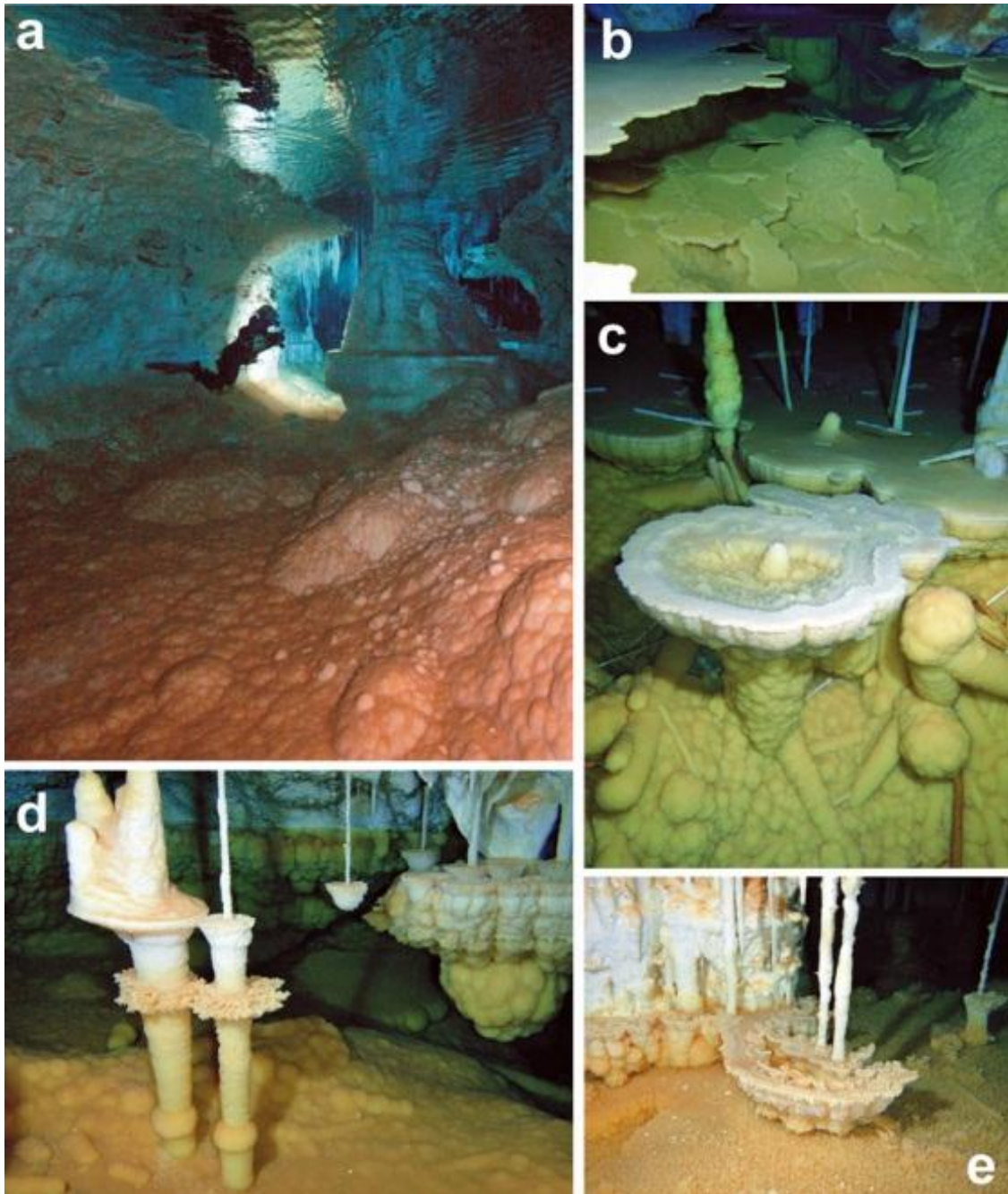


Figura 7.1.42: Espeleotemes subaquàtics vadosos: gours i formacions subaquàtiques associades (sector Subaquàtic de Gregal). Fotos: J. Pocoví i F. Gràcia.

Espeleotemes freàtics

Aquests indicadors dels nivells assolits per les aigües freàtiques de la cova es troben tots al sector Antic, ja que als altres sectors subaquàtics hi són absents per complet (Fig. 7.1.43). Llevat dels paleonivells situats a cotes per damunt del nivell freàtic actual, i també dels que corresponen al nivell subactual que presenten una mineralogia aragonítica, es troben altres de calcita a un nivell de -1 m de fondària. La

datació d'aquests darrers per mitjans isotòpics els hi atorguen una antiguitat que surt dels límits de les tècniques cronològiques del U/Th i que de totes maneres superen amb escreix els 300.000 anys. Es troben a la branca Occidental del sector Antic, concentrats en unes poques zones.



Figura 7.1.43: Espeleotemes freàtics d'aragonita subactuals. Sector Antic. (Foto M.A. Perelló).

ESPELEOTEMES MIXTS

Estan presents a diferents llocs de les zones subaquàtiques de la cova, especialment pel sector Antic, el sector de les Grans Sales i més esporàdicament en alguns indrets del sector Subaquàtic de Gregal i als altres sectors (Fig. 7.1.44).



Figura 7.1.44: Banderes combinades amb estalactites al sector Subaquàtic de Gregal (Foto M.A. Perelló).

Sales d'esfondrament

Constitueixen uns dels fenòmens més característics dins l'evolució morfològica del carst del llevant i migjorn de Mallorca (GINÉS, 2000; GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2006a, 2007a). Als sectors subaquàtics de la cova quantitativament són molt menys importants que les galeries que no presenten fragments de roca ni blocs caiguts. Són centenars els metres de galeries que no presenten cap evidència de processos d'esfondraments, o bé quan hi són tenen poca importància. Al sector Antic, a la branca occidental només apareix un esfondrament recobert de colades. A la branca oriental no n'hi ha cap fins a topar-se amb la sala Que no Té Nom. Al sector de les Grans Sales, s'emergeix a un tram important aeri per mor d'aquests processos (Figs. 7.1.45,46). També una de les galeries del sector es veu closa per mor dels enderrocs que



Figura 7.1.45: a) Blocs al terra de la galeria Miquel Àngel Barceló. Les cambres aèries localitzades als sectors subaquàtics es generen per processos d'esfondrament (Fotos M. A. Pèrelló).

no permeten la progressió. Al sector Subaquàtic de Gregal, els inicis de la galeria, abans de connectar amb la galeria del Quilòmetre, presenta abundants blocs inestables que fan molt delicada la superació d'alguns passos estrets. S'han de sortejar blocs caiguts i posar especial esment en alguns blocs inestables situats al sostre de la galeria. Alguns trams de la galeria Miquel Àngel Barceló es veuen afectats per enderrocs que generen zones aèries, especialment als darrers centenars de metres. La galeria subaquàtica paral·lela i a l'oest de la Miquel Àngel Barceló, també conflueix amb la sala de Toros i abans surt a una cambra aèria, molt decorada que recobreix blocs caiguts. La galeria Grup Nord de Mallorca, acaba litològicament dins les fàcies de lagoon intern, on es veu l'enderroc dels estrats més tous del sostre, que ha seguit els plans d'estratificació. La sala de sa Fadrina Vella, juntament amb la sala Jaume Damians, ambdues parcialment aèries, constitueixen les principals zones generades per aquest procés. La galeria Endavant les Atxes, que comunica les dues sales abans esmentades, presenta també alguns grans blocs caiguts. A la part més meridional de la galeria Collonuda Sud es troba un esfondrament important que a més de tancar surt a una minúscula cambra d'aire que, amb un rost de pendent acusada, remunta el nivell freàtic més de 10 m.

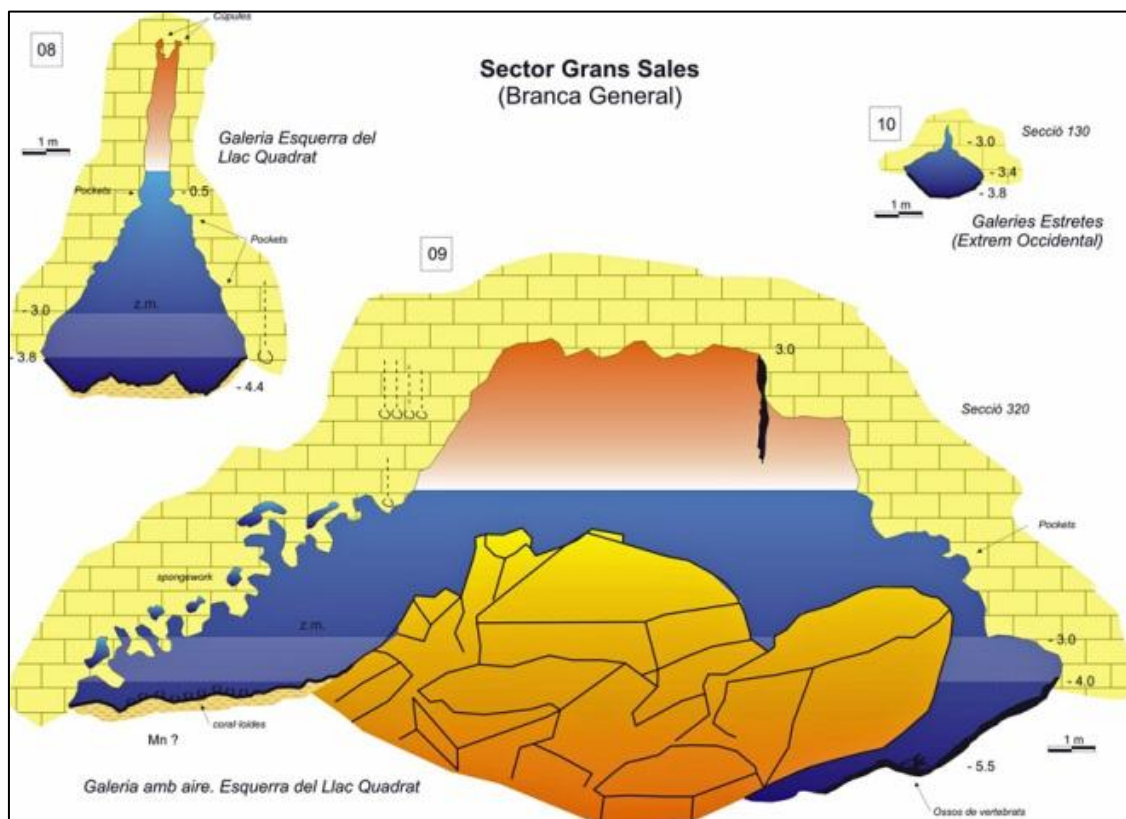


Figura 7.1.46: Comparació d'una secció d'una sala d'esfondrament del sector de les Grans Sales amb galeries freàtiques no afectades per l'enfonsament de sostres i parets.

Els sediments

Els dipòsits sedimentaris de granulometria fina de les zones sotaiguades de la cova des Pas de Vallgornera són molt poc importants des del punt de vista volumètric i són de característiques molt peculiars si els comparem amb els que es troben a altres cavitats litorals de Mallorca. Només puntualment poden arribar a tenir una certa rellevància. Aquest fet, forma part de les característiques que defineixen i diferencien aquesta cavitat en comparació, especialment a les del Llevant de Mallorca que solen presentar dipòsits que en ocasions poden superar el metre de potència (GRÀCIA *et al.*, 2006a; FORNÓS *et al.*, 2009). Malgrat que una de les possibles explicacions podria esser la de presentar una entrada artificial, s'han trobat indicis de tota una sèrie d'antigues entrades, avui en dia reblides i impracticables, per les quals probablement s'hagués pogut produir l'entrada de sediment llimós de composició silícica i coloració vermellosa (GRÀCIA *et al.*, 2007a). Per altra banda la presència de llims groguencs carbonatats, resultat de l'acumulació deguda a la descomposició granular de la roca calcarenítica miocena tampoc s'hi observa, en quantitats importants, en tot cas tan sols en forma d'una polsina superficial. Així i tot són importants i característiques algunes acumulacions i estructures sedimentàries que es donen a una part de les galeries que ara passam a detallar.

CARAMULLS ALLARGATS

Es tracta d'una morfologia d'origen sedimentari molt particular, no documentada abans a cap cavitat de les Balears i que és molt freqüent a la cova des Pas de Vallgornera. Es tracta d'uns caramulls allargats acabats en forma d'aresta, amb una alçada que oscil·la entre 8 i 25 cm i una amplària similar però que pot assolir valors una mica més grans, fins i tot arribar als 50 cm. Se solen trobar a ambdós costats de les galeries de forma paral·lela a les parets de les quals estan separats, de forma que sembla una espècie de camí senyalitzat (Fig. 7.1.47). En ocasions, especialment a galeries estretes, es pot trobar només un caramull allargat, presentant una clara relació genètica amb la fractura generadora de la galeria que s'observa al sostre. Es troben a tots els sectors subaquàtics i gairebé a totes les galeries, encara que no sempre de forma continuada. La seva gènesi sembla tenir relació amb la disposició de les facetes i en altres ocasions amb diàclasis del sostre per les quals caigui sediment. Les facetes en aquest cas podrien tenir la funció d'acumuladores del sediment fins que cauria arran de

les voreres de les facetes acumulant-se al terra. La peculiaritat és que, malgrat tenir la gènesi per acumulació de sediments caiguts a partir de les facetes, aquests es troben cimentats per processos posteriors que no semblen tenir cap relació amb el seu procés genètic, per la qual cosa pot donar lloc a una interpretació errònia i semblar fins i tot una morfologia de dissolució. S'han trobat a tots els sectors Subaquàtics, encara que són més abundants al sector de les Grans Sales i al sector Subaquàtic de Gregal.

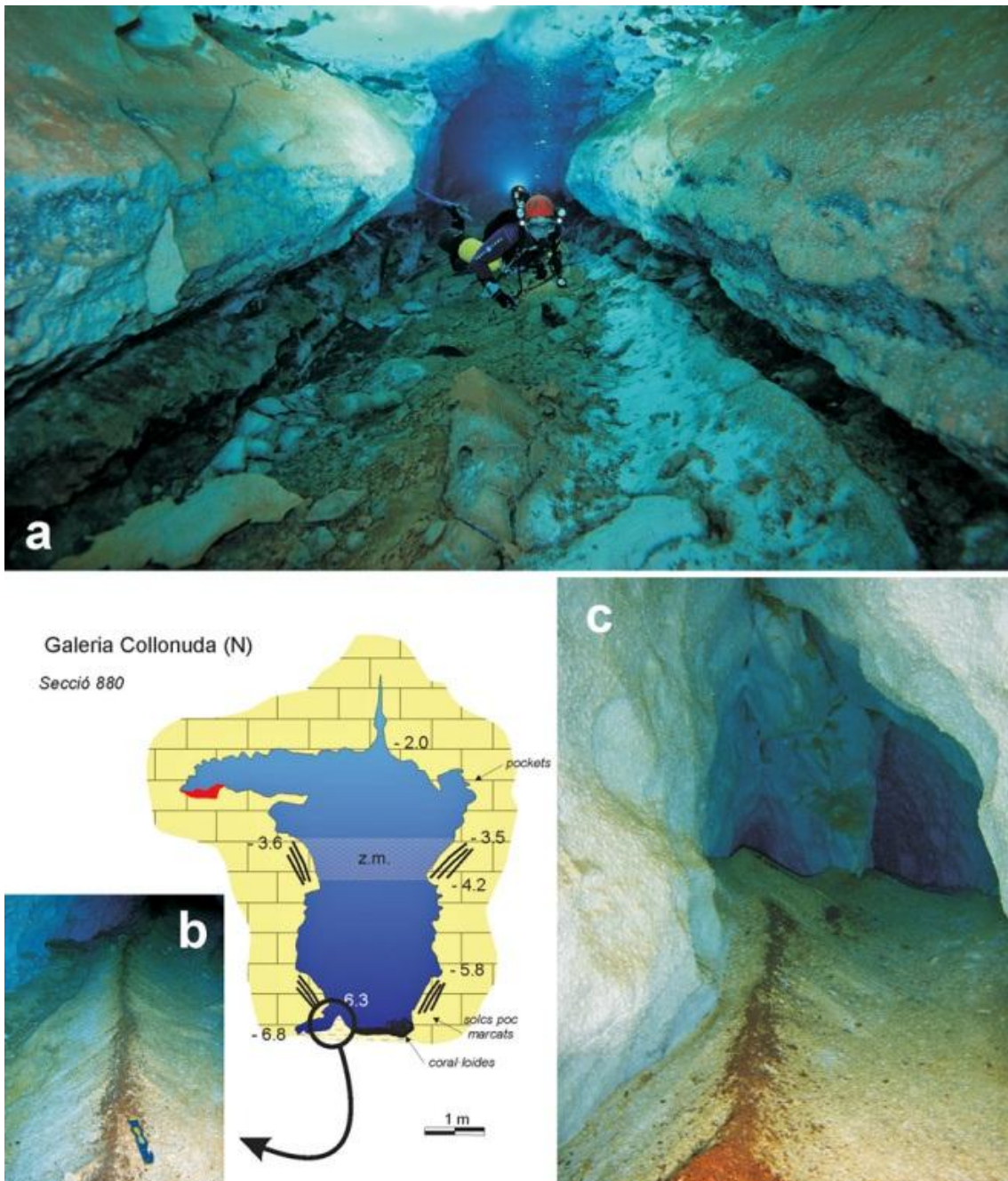


Figura 7.1.47: Caramulls allargats al terra de la galeria Collonuda. Sector Subaquàtic de Gregal (Fotos M.A. Perelló i F. Gràcia).

POLÍGONS DE RETRACCIÓ

Corresponen a un tipus d'estructura formada en condicions vadoses, a partir de sediments que han sofert un procés de dessecació amb la conseqüent pèrdua de volum, moment en el qual es creen les esquerdes de retracció. A les galeries sotaiguades de la cova des Pas de Vallgornera s'han format al llarg de pulsacions fredes, moment en el qual el nivell baix de les aigües freàtiques deixaria les galeries eixutes i es produiria la dessecació dels sediments i la pèrdua de volum amb la formació dels polígons. En algunes ocasions es troben associats amb la marca d'impactes de gotes al terra que han foradat els sediments (Fig. 7.1.48). A la cavitat s'han localitzat zones amb polígons de retracció al sector de les Grans Sales, a diverses galeries i al sector Subaquàtic de Gregal, a la galeria Miquel Àngel Barceló, la galeria Endavant les Atxes, a la galeria Jaume Damians i a la galeria Collonuda Nord. La fondària a on s'acostumen a trobar oscil·la entre els -3 i els -5 m. La seva presència està documentada a altres cavitats litorals, com és el cas del sistema Pirata-Pont-Piqueta, curiosament també a la cota de -4 m, en una àrea de 500 m² (GRÀCIA *et al.*, 2006a).

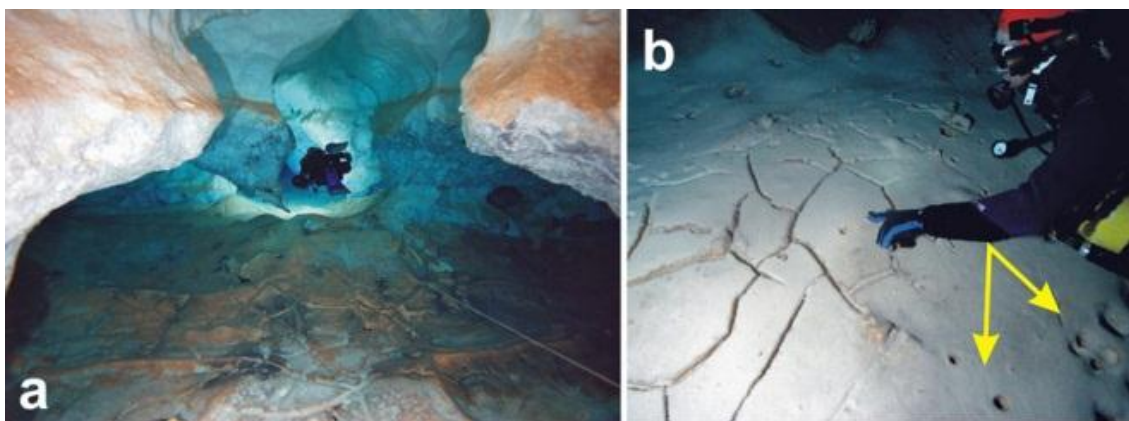


Figura 7.1.48: a) Polígons de retracció del sector de les Grans Sales. b) Polígons de retracció i marques d'impacte de gotes a la galeria Collonuda Nord (sector Subaquàtic de Gregal). (Fotos M.A. Perelló i J. Pocoví).

VERMICULACIONS DENDRÍTIQUES

Les vermiculacions són dipòsits molt superficials, irregulars i discontinus de materials sedimentaris de granulometria molt fina que es troben sovint a les parets, sostres i al terra de les cavitats. Aquests dipòsits tenen l'aparença de cucs i reben per tant, la denominació de vermiculacions. D'entrada sembla que qualsevol material incoherent, no només l'argila i el fang, pot esser potencialment apte per formar

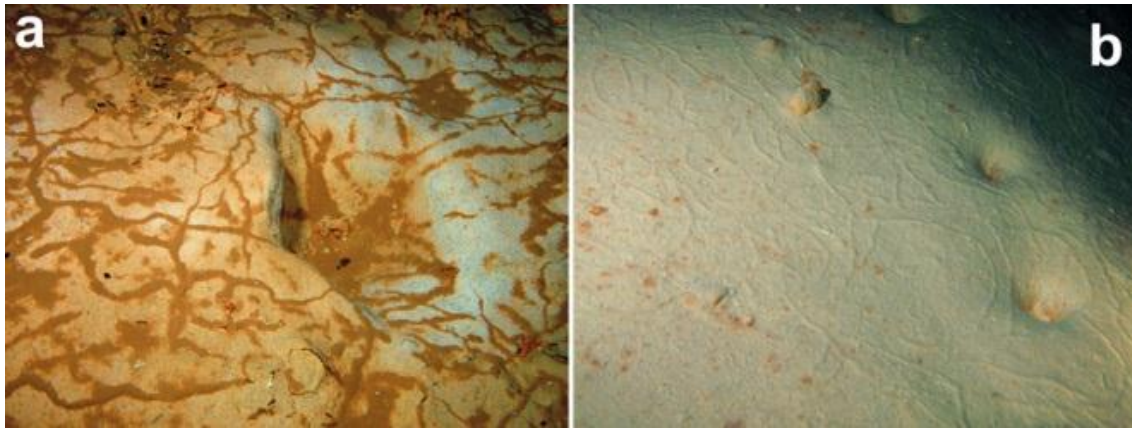


Figura 7.1.49: a) Vermiculacions de sediments llimosos sílicics vermellosos. b) Vermiculacions de sediments carbonatats. Galeria Endavant les Atxes (Fotos F. Gràcia).

vermiculacions, amb la condició de que es compleixin certes condicions físiques. S'han indicat diferents orígens per als materials que formen les vermiculacions: generats per la descalcificació de la roca, o transport produït per les aigües d'infiltració, entre d'altres. Les pel·lícules d'aigua segons siguin permanents o temporals, poden generar en cada cas diferents tipus de dipòsits (HILL & FORTI, 1997). La mida de les vermiculacions està compresa entre menys d'1 mm i 10 mm d'espessor i a partir de 1-2 mm fins a desenes de mil·límetres d'amplària i longitud, de manera que hi ha una gran variació de dimensions. Aquestes formacions sedimentàries també s'han trobat, amb graus de diferenciació com d'abundància i aspecte, en coves de roca no calcària i fins i tot a galeries artificials. Segons BINI *et al.* (1978) poden ser trobats pràcticament a qualsevol cavitat si se cerquen detingudament. No totes les vermiculacions que s'observen, segons aquests autors són encara actives i continuen el seu desenvolupament. Moltes d'elles estan absolutament seques o fins i tot fossilitzades; aquest és el cas de les que estan cobertes per una capa de precipitat de calcita. N'hi ha que són actives alguns períodes de l'any i la resta inactives. La majoria de les vermiculacions publicades pertanyen a cavitats de clima temperat i humit, però la temperatura, per sí mateixa, no sembla ésser un factor que controli la formació de les vermiculacions, sempre i quan aquesta es trobi per damunt dels zero graus. Les vermiculacions solen seguir fractures, solcs i forats, especialment a on aquestes irregularitats faciliten la formació inicial de dipòsits que passen a desenvolupar-se posteriorment en forma de vermiculacions. Degut a la gran heterogeneïtat en l'aspecte de les vermiculacions, molts autors han intentat explicar el seu origen de formes molt diverses. Les principals teories proposades són: reblits fòssils, deposició químic-genètica, formació biològica, deposició mecànica per

moviments de l'aigua o aire, processos d'assecatment de la capa d'argila (hipòtesi de MONTORIOL-POUS, 1958). Una interessant classificació morfològica, de fins a 8 categories, va esser publicada per PARENZAN (1961). Aquest autor diferencia maculacions (agregacions petites i més individualitzades) de les vermiculacions. Entre aquestes darreres, la categoria que més s'ajusta a les que es troben a les galeries submergides de la cova des Pas de Vallgornera són les vermiculacions dendrítiques (*dentritic vermiculations*), que corresponen a la vuitena categoria de PARENZAN (1961). La seva mida compren entre alguns mil·límetres fins a centímetres. Els materials fins que formen les vermiculacions restaran inicialment en suspensió dins de l'aigua pel·licular adherint-se finalment a les parets, al sostre, al terra o damunt les superfícies dels blocs caiguts. La procedència de l'aigua seria tant de les infiltracions a partir del sostre de la cavitat, la condensació com de les periòdiques inundacions. Si l'aigua i l'argila (o qualsevol material equivalent) estan presents en quantitats considerables, es produeix una massa fangosa, totalment saturada d'aigua (tipus I). En aquest cas les vermiculacions no es poden produir, almenys fins que no tingui lloc l'evaporació. Aquest procés implica a més, una disminució del contingut d'aigua i un increment simultani de les càrregues elèctriques que poden accelerar l'agregació de les partícules. Per altra banda, si es forma una capa prima d'aigua, quasi constant, llavors es produeix una suspensió (tipus II) amb gairebé totes les característiques d'un col·loide. Aquesta suspensió pot provocar la deposició dels ions de calci. En aquest segon cas, els agregats tenen tendència a augmentar en alçària i superfície. Això és principalment degut a l'evaporació però la deposició també pot ser afectada per altres factors com són la temperatura, pH, etc. El resultat final serà la formació de vermiculacions fines, ramificades o arborescents. Aquestes estan envoltades generalment per un halo clar. Qualsevol solc o fractura que afecti al substrat pot accelerar òbviament el procés. Després dels primers processos d'eixugada, el procés es pot repetir indefinidament; el nou material es precipitarà de forma preferent sobre la vermiculació iniciada i incrementarà així la mida. S'han observat taxes elevades d'evaporació on el flux d'aire és considerable i per tant és més fàcil trobar-se una major concentració de vermiculacions de tipus II a les entrades de les coves, a les parets adjacents a fluxos localment forts, o a llocs on la secció de la galeria canvia bruscament les seves dimensions. Per contra, les vermiculacions de tipus I es troben normalment enfora de les entrades. Les vermiculacions s'han documentat a coves de gairebé tots els continents. A la cova des Pas de Vallgornera estan documentats per MERINO (2008), uns dipòsits

fins i irregulars d'un material d'aspecte argilós poc gruixuts que es troben als sostres i parets. Sembla, a partir de les característiques que es tracta de vermiculacions de tipus I de BINI *et al.* (1978), i estudiades per primer cop per MONTORIOL-POUS (1958), que corresponen de la classificació de PARENZAN (1961) als números entre el 4 (màcules irregulars, el·lipsoides o allargades) i 5 (vermiculacions grosses, “*pell de lleopard*”). A les zones subaquàtiques de la cova han aparegut un altre tipus de vermiculacions al terra del sector Subaquàtic de Gregal i concretament a les galeries Miquel Àngel Barceló, galeria Endavant les Atxes, galeria Jaume Damians i galeria Collonuda Sud (Fig. 7.1.49). Ocupen extenses superfícies de galeries i sales, a fondàries d'uns 4 m. Si s'atenen als criteris bibliogràfics abans esmentats podrien correspondre al número 8 de la classificació de PARENZAN (1961), és a dir vermiculacions dendrítiques i a la tipologia II de BINI *et al.* (1978).



Figura 7.1.50: Caldera a la galeria Jaume Damians. (Foto F. Gràcia).

CALDERES

Seria el cas contrari a l'anterior formant-se una espècie de microdolines (Fig. 7.1.50). Es tractaria d'un procés de disminució de volum i formació d'una depressió. En aquest cas donen lloc a la formació d'esquerdes de dessecació concèntriques. En alguns casos s'han trobat perforats per pouets de dissolució. Han aparegut alguns exemplars entre 30 i 65 cm de diàmetre al sector Subaquàtic de Gregal.

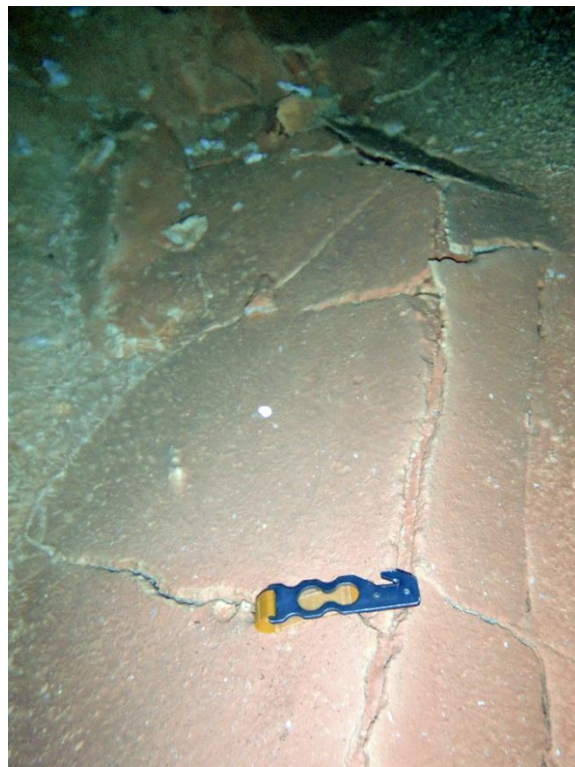


Figura 7.1.51: Túmuls al sector de les Grans Sales. (Foto F. Gràcia).

TÚMULS

Són acumulacions de sediments que han estat recoberts per una capa de precipitació i que posteriorment han sofert un increment de volum, provocant una deformitat convexa amb trencament de la capa que els recobreix, en un procés similar a la formació dels diapirs. Correspon, per tant, al procés oposat al que genera els polígons de retracció. S'han localitzat escampats a diferents indrets del sector de les Grans Sales i del sector Subaquàtic de Gregal (Fig. 7.1.51).

SEDIMENTS AMB PRESENÇA DE MANGANÈS

GINÉS *et al.* (2008; 2009a) i GRÀCIA *et al.* (2009a, 2009b); ja feien menció de la presència de sediments específics, com a possible evidència d'espeleogènesi hipogènica de la cavitat. Aquests sediments consisteixen en dipòsits de coloracions negres que apareixen com una pàtina cobrint tant les parets d'algunes galeries com reomplint l'interior de les fractures del rocam Miocè o, fins i tot, dels sediments detrítics vermellosos que abunden en determinats passatges. Aquests materials



Figura 7.1.52: Sediments relacionats amb els processos hipogènics. Galeria Hidrotermal, al sector Subaquàtic de Gregal.

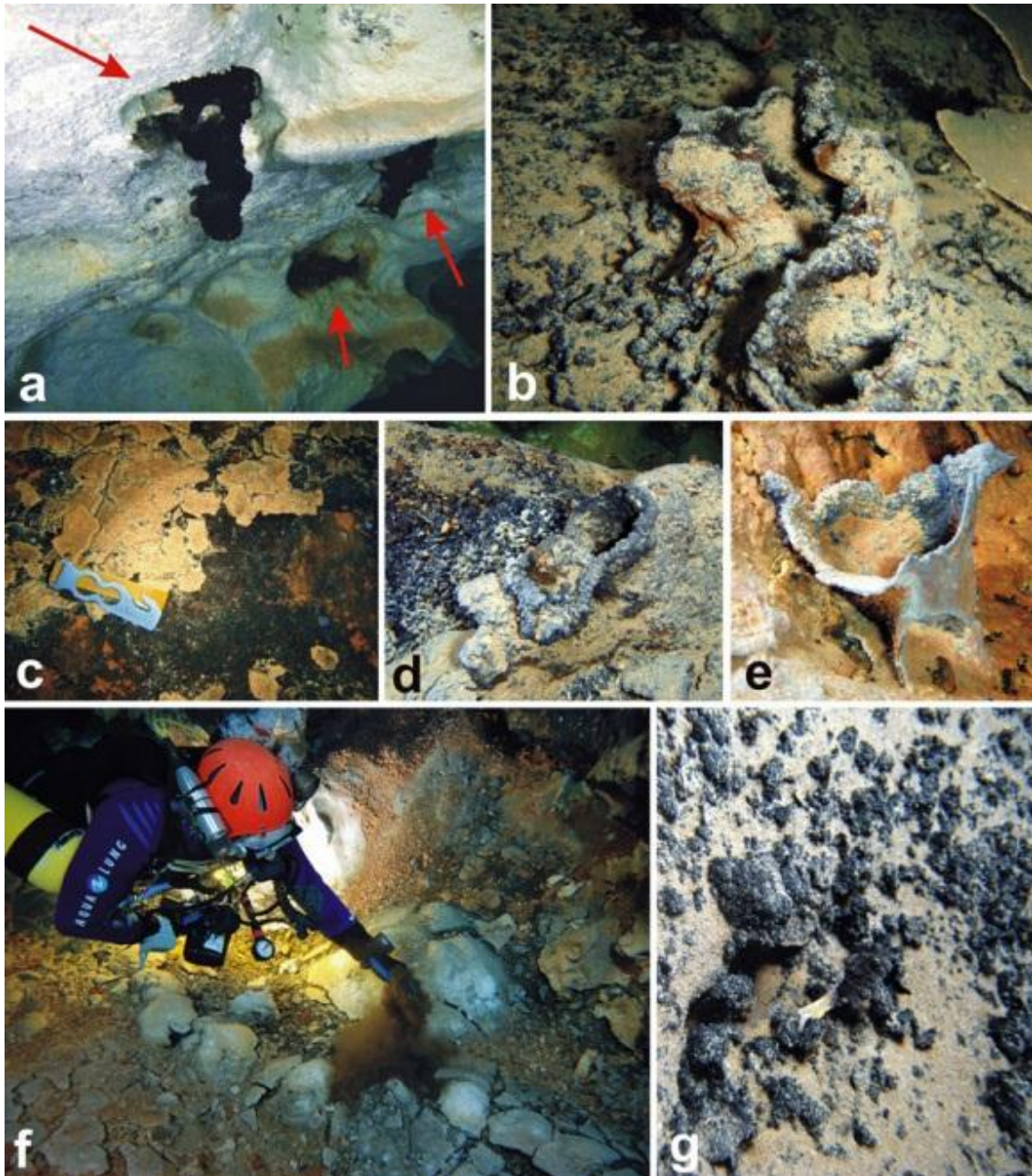


Figura 7.1.53: Sediments amb presència de manganès i en menor quantia de ferro. Una de les possibles evidències d'espeleogènesi hipogènica de la cavitat. a) Formes arborescents que sobresurten de la roca al sostre i parets; b), d) i e) Bombolles rebentades que formen crostes, glòbuls i branques probablement per processos de desgasificació; c), f) i g) Dipòsits de coloracions negroses que recobreixen amplies zones. Sector de les Grans Sales i sector Subaquàtic de Gregal. (Fotos F. Gràcia i M.A. Perelló).

presenten elevats continguts de Mn i en menor quantia de Fe, elements que són moderadament solubles en les aigües anòxiques profundes i que, en assolir els aquífers oxigenats més superficials, poden precipitar en forma d'hidròxids i òxids (PALMER,

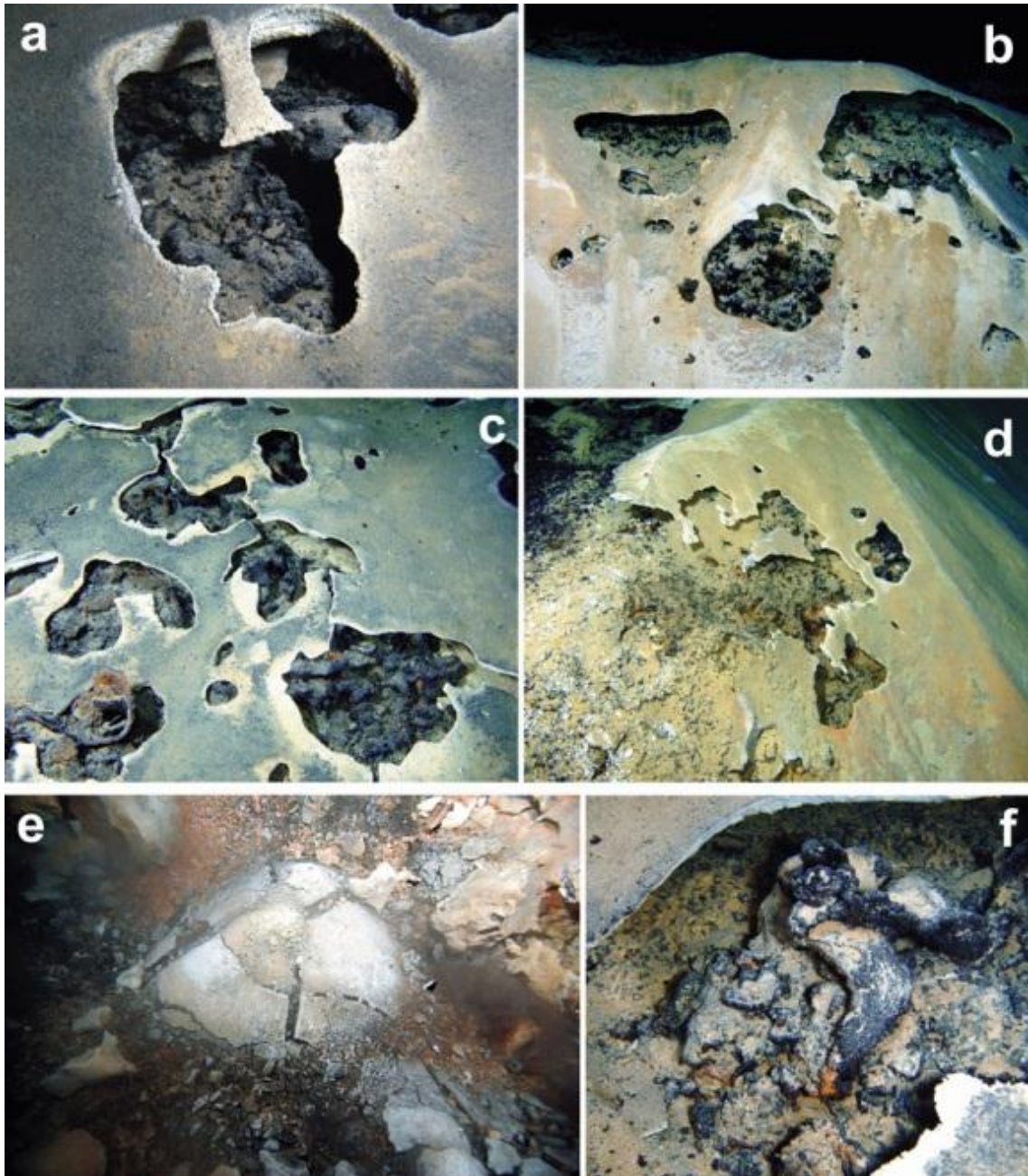


Figura 7.1.54: a), b), c), d) i f) Acumulacions de sediments amb Mn i Fe recoberts per una capa de colada estalagmítica sovint afectada per processos de dissolució. Sembla que la colada ha recobert, en èpoques de funcionament vadós, els sediments per complet i que aquests han contribuït en dissoldre les colades generant abundants espais descoberts per on afloren els sediments, de vegades sobresortint generant bombolles rebentades que formen crostes, glòbuls i branques. g) Túmul, acumulació de sediments recoberts per una capa de precipitació i que posteriorment ha sofert un increment de volum. (Fotos F. Gràcia i J. Pocoví).

2007). A més dels sectors aeris de la cova s'han localitzat als sectors Subaquàtic de Gregal i al sector de les Grans Sales, encara que estan ocupant una superfície molt més ampla i poden assolir gruixos superiors al centímetre en forma d'acumulació

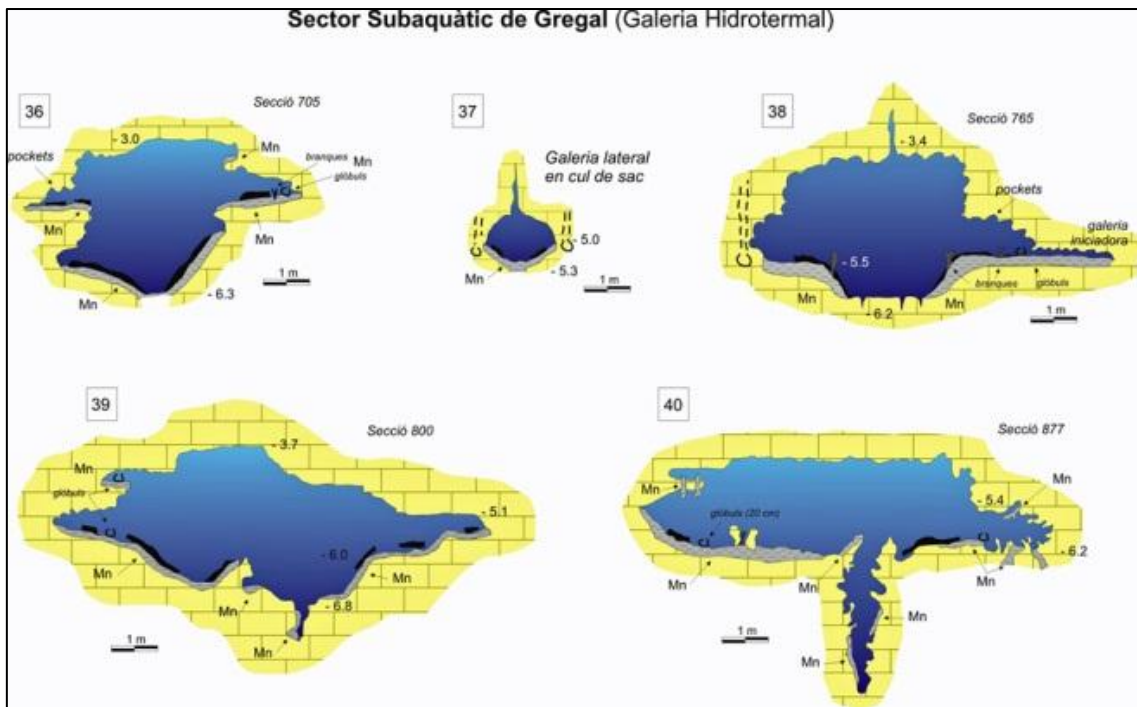


Figura 7.1.55: Seccions de la galeria Hidrotermal (sector Subaquàtic de Gregal). Abunden les morfologies de corrosió i els sediments de gènesi hipogènica, especialment òxids de ferro i de manganès.

sedimentària. Al sector Subaquàtic de Gregal han estat localitzats a la galeria Miquel Àngel Barceló, galeria Jaume Damians i especialment a la galeria Hidrotermal (Figs. 7.1.52,53,54,55,56). A la galeria Hidrotermal es troben abundants recobriments al terra d'aquests materials al llarg de gairebé 200 m, estant especialment dipositats a ambdós costats del terra de la galeria. Fins ara és el lloc de la cavitat a on s'han trobat més ben representats. Les acumulacions, estan recobertes en part per una capa de colada estalagmítica sovint afectada per processos de dissolució. Sembla que la colada ha recobert, en èpoques de funcionament vadós, els sediments per complet i que aquests han contribuït en dissoldre les colades generant abundants espais descoberts o amb forats de diferents mides per on actualment afloren els sediments. L'aparença és de que els forats s'han generat a manera de bombolles rebentades que formen crostes, glòbuls i branques a partir d'aquests materials, probablement per processos de desgasificació. En alguns indrets del sostre i parets es troben formes més aviat arborescents que sobresurten de la roca, a la qual han travessat de baix a dalt. Els processos de dissolució han incidit especialment a la roca calcària i no gens als materials negres del precipitat. A altres galeries estan més localitzats o recoberts i són més mals de localitzar. En alguns



Figura 7.1.56: Sediments groguencs de gènesi hipogènica recoberts per colades estalagmítiques.

casos puntuals s'han observat que sobresurten de forats minúsculs i han dipositat al terra un petit ventall de sediments de color fosc. La fondària a on s'han trobat generalment està compresa entre els -4 i -7 m.

Sediments del sector dels Privilegiats

Les galeries i conductes que formen el sector dels Privilegiats corresponen als passatges subaquàtics més propers al mar. Malgrat l'absència general de sediments de la majoria de galeries i sales de la cova, en alguns llocs d'aquests passatges es poden localitzar acumulacions sedimentàries. Tres cales de sediments s'han efectuat en aquestes galeries, assolint un gruix màxim de 35 cm (FORNÓS *et al.*, 2014). El color del sediment és marró vermellós fosc (5YR3/2) a groc marronós (10YR6/6). La sorra és la textura predominant amb un percentatge de devers 50% mentre el fang representa al voltant del 40%. El contingut en matèria orgànica (LOI) d'aquests sediments sota l'aigua és el més alt de totes les mostres que s'han recollit a la cova, assolint un màxim de 10.27% dins el sondeig PV-02 i un mínim sobre tots els sondejos de 4.03%. El valor mitjà de tota la zona està al voltant del 6%. Una de les diferències principals

amb la resta dels sediments de la cova, que queda reflectit en el seu color, correspon a la seva composició química. Són sediments rics en Fe i Mn. El FeO és la composició de l'òxid dominant, amb valors lleugerament més alts del 45%, amb uns valors compresos entre 14.62 a 72.13% i el MnO la composició té un valor mitjà proper al 11%, amb valors que varien de 5.96 a 18.56%. Els minerals d'argila predominen en la composició dels sediments, amb valors de més de 40%. El principal és la caolinita (a prop 23%) i l'illita (al voltant 13%) es troben en la proporció més alta, tot i que altres minerals (p. ex. montmorillonita i palygorskita) és també present. La goetita representa el 15%.

La mida del gra, com s'ha comentat abans, correspon a una sorra fangosa. Totes les mostres presenten valors similars i els llims representen prop del 40%, i l'argila té valors al voltant 3,5%. La fracció de sorra està dominat per mitjà de les textures molt fines.

L'acumulació de sediments en aquest sector representa una barreja de sediments amb diferents mineralogies i química que suggereix una complexa convergència de processos sedimentaris. A més del material fi infiltrat des del sòl durant les inundacions periòdiques (capes amb elevada concentració de quars, feldspats i minerals argilencs com la caolinita o paligorskita, derivat principalment de les pluges de fang com les observades per FIOU *et al.* (2005) i MUHS *et al.* (2010). Altres mecanismes que han contribuït han estat els processos de corrosió de les parets i el despreniment de partícules de carbonat que poden aconseguir la grandària de grava, són evidents sobretot en la cala PV-01. La seva deposició mostra una característica acumulació de sediments longitudinal al llarg del terra dels conductes freàtiques (Fig. 3), seguint la projecció de les parets de la cova. Esquerdes de fang són evidents en la part superior de la majoria d'aquests dipòsits, així com una crosta de carbonats depositada durant un període vadòs.

Part faunística

ORGANISMES SÈSSILS FILTRADORS O DETRITÍVORS

Pertanyen principalment als porífers, tunicats i poliquets tubícoles. Tots ells es localitzen a les galeries del sector dels Privilegiats, fixats als sòtils, espeleotemes i parets. Es troben molt a prop de la mar i d'aquí prové la seva alimentació, segurament plàncton marí. La seva presència també indica l'existència d'un cert hidrodinamisme, relacionat amb l'oscil·lació del nivell de les aigües dels llacs sincronitzada amb les

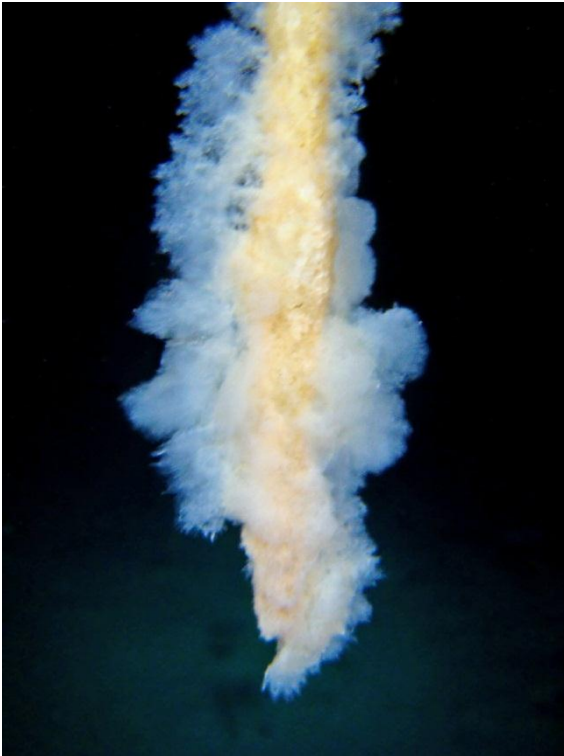


Figura 7.1.57: A les fotografies superiors es veu una esponja troglòfila (mida 3 cm) i poliquets (10 cm). A la fotografia de l'esquerra, el que sembla un agregat bacterià recobrint una estalactita (60 cm de llargària). Fotos M. A. Perelló.

marees, que seria el que provocaria l'entrada d'aigua marina carregada d'organismes i matèria orgànica. L'existència d'abocament d'aigües residuals per part de pous negres en alguns indrets també explicaria un aport de matèria orgànica, com succeeix a altres cavitats litorals. S'han localitzat abundants esponges, ascidiacis sèssils, generalment exemplars aïllats i també poliquets (Fig. 7.1.57).

FAUNA CARCINOLÒGICA

Les pesques s'han efectuat entre 0 i -9 m, és a dir, pràcticament a la totalitat de la columna d'aigua de la gruta (GRÀCIA *et al.*, 2009a). S'han efectuat 8 dies de pesques amb xarxes i nanses. Encara que localment són abundants, únicament s'han trobat 3 espècies de crustacis estigobionts, 2 de les quals són endèmiques. A les pesques efectuades entre 1,5 i 3 m de fondària, zona habitual de la picnoclina, que correspon a

salinitats d'entre 12 mS/cm fins als 35 mS/cm s'han capturat la major part d'exemplars de l'amfípode *Salentinella angelieri* i del termosbenaci *Tethysbaena scabra*. L'isòpode *Typhlocirolana moraguesi*, espècie molt eurihalina, s'ha localitzat a qualsevol zona de la columna d'aigua. Per sectors, el que presenta una major densitat de crustacis és el sector Antic. El sector més pobre, encara que és el de major recorregut, és el sector Subaquàtic de Gregal. S'ha de puntualitzar que les espècies de crustacis estigobionts d'aigües de major salinitat no s'han trobat a la cavitat, malgrat que a partir dels 3-4 m de fondària les aigües de la cova presenten una salinitat amb valors molt propers als de la mar.

Phylum CRUSTACEA

Classe Malacostraca

Ordre Amphipoda Latreille, 1816

Salentinella angelieri Ruffo & Delamare, 1952

A la cavitat s'ha pescat i observat preferentment a les pesques efectuades entre 1,5 i 3 m de fondària, zona habitual de la picnoclina, que correspon a salinitats d'entre 12 mS/cm fins als 35 mS/cm.

Ordre Isopoda Latreille, 1817

Typhlocirolana moraguesi Racovitza, 1905

S'ha localitzat a qualsevol fondària, especialment al sector Antic.

Ordre Thermosbaenacea Monod, 1927

Tethysbaena scabra (Pretus, 1991)

S'ha pescat preferentment entre 1,5 i 3 m de fondària, zona habitual de la picnoclina, que correspon a salinitats d'entre 12 mS/cm fins als 35 mS/cm. S'han localitzat habitualment al sector Antic i també és freqüent observar-los al sector de les Grans Sales. També s'han observat exemplars de l'espècie per damunt d'escars deixats dins zones de salinitat marina al sector Subaquàtic de Gregal.

Part paleontològica

Per informació referent als descobriments paleontològics de les galeries vadoses consultar a BOVER (2011). Del Miocè superior són molt abundants els equinoderms i mol·luscs a les parets i sostres de les galeries, de les quals sobresurten per corrosió diferencial. També s'observen algunes vèrtebres i ossos de peixos a alguns indrets. Les bioturbacions són espectaculars a diferents galeries de la cavitat, que flanquegen les galeries al llarg de desenes de metres.

Fòssils del Quaternari s'han trobat a dues localitats. El vertebrat endèmic extint *Hypnomys morpheus* o fins i tot l'espècie prèvia *H. onicensis*. Són restes òssies que es troben en bon estat i en connexió anatòmica. (Consultar Capítol 19).

Conservació de la cavitat

La cavitat és un Lloc d'Interès Comunitari (LICs), amb el còdi ES5310049, conforme als criteris generals establerts per el Consell d'Europa, a la convenció de Berna sobre la conservació dels hàbitats naturals. La cavitat representa un exponent paradigmàtic de la diversitat d'hàbitats subterranis existents en el sud i llevant de Mallorca. A més de les consideracions ecològiques que varen sustentar aleshores la seva proposta com a LIC, l'interès geològic i geomorfològic d'aquest fenomen hipogeu és molt remarcable, sobretot pel que fa a l'estudi de l'endocarstificació dins els materials calcaris del Miocè superior de l'illa (GINÉS *et al.*, 2008). El principal perill està relacionat amb la urbanització que es troba en superfície (veure capítol 21)

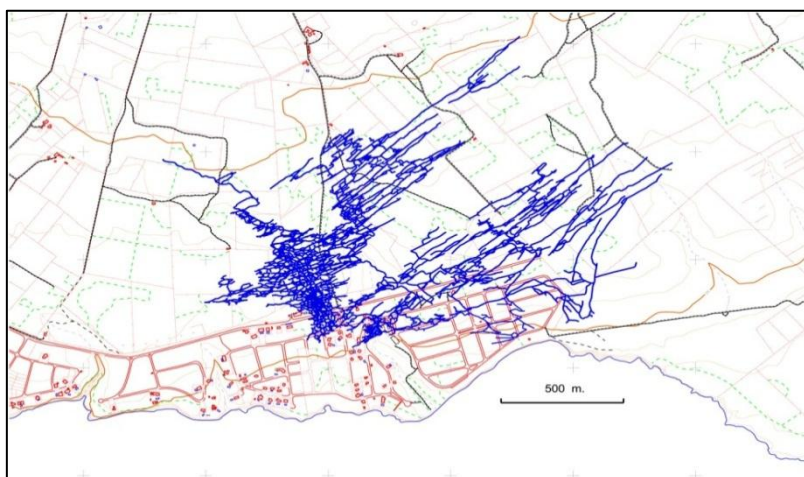


Figura 7.1.58: La ubicació de part de la urbanització sobre la cavitat ha causat nombrosos problemes de compatibilitat de l'ús urbà superficial i conservacionista de l'espai subterrani del territori. Segons GINÉS *et al.* (2014).

7.2. ES DOLÇ (Colònia de Sant Jordi, Ses Salines)

Situació geogràfica

Es Dolç es troba a la possessió de sa Vall, al terme de ses Salines, finca que està documentada des de 1285. L'any 1865 era encara propietat de la família Catlar, coneguts també com els Descatlar o Dezcallar, que eren també marquesos del Palmer. Aquell mateix any, sa Vall tenia 5.000 quarterades (unes 3.550 ha), pocs anys més tard, l'any 1886 unes 200 hectàrees varen ser segregades de la possessió per fundar la Colònia de Sant Jordi. Cap al 1884 l'Arxiduc Lluís Salvador escrigué, entre altres coses, a la seva obra *Die Balearen*, que el predi era el més gran de Mallorca. L'any 1919 l'empresari Joan March va comprar la finca al Marquès des Palmer, més tard la família March també va adquirir la finca annexa de sa Vallet. Actualment, la finca és

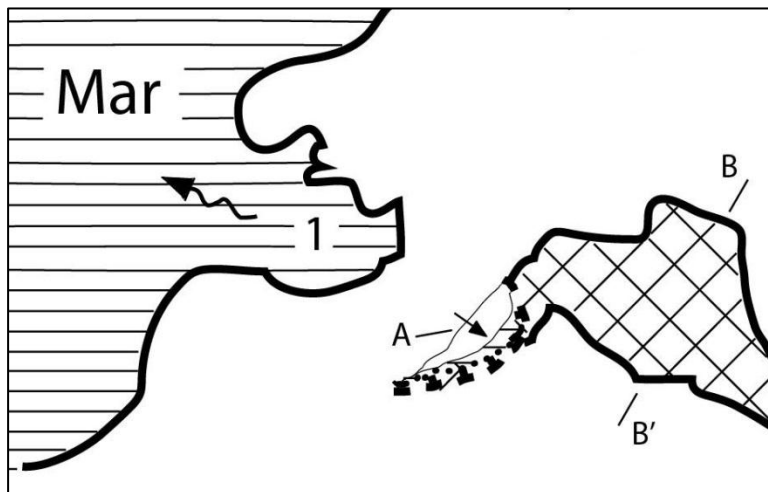


Figura 7.2.1: La bassa des Dolç (1), d'uns 30 m de llargària, lloc on brollen les aigües de la cavitat i que està relacionada genèticament amb la formació endocàrstica. Foto GNM.

propietat de la família March Delgado; té una superfície de 3.891 quarterades, 212 de les quals són de reguiu. Amb sa Vallet, arriba a les 4.444 quarterades. Dins la finca, hi ha els estanys naturals anomenats de ses Gambes i des Tamarells. La platja des Dolç, arenal blanc i de gra fi, es troba a 300 metres de la Colònia de Sant Jordi. Veïnats de ses Salines, veïnats de Palma i d'altres localitats properes són els seus usuaris assidus i

habituals, ja que molts d'ells tenen aquí una segona residència, encara que aquest arenal és molt freqüentat pels turistes des de la construcció d'un passeig litoral d'accés. L'especialista en toponímia Cosme Aguiló, doctor per l'estudi de la toponímia de Santanyí i Ses Salines (AGUILÓ, 2007), ens va assabentar dels topònims dels esfondrats i coves de sa Vall, que van resultar esser diferents entrades a la mateixa cavitat. Segons Cosme Aguiló (com. pers.), el terme esfondrat com a topònim, es fa servir únicament al terme de ses Salines.

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

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

La primera notícia que vam tenir de la cavitat, va provenir d'en Miquel Alexandre Dot, amic i antic membre del Grup Nord de Mallorca (GNM), que l'any 2006 ens assabentà que a la platja des Dolç existia una cova submergida amb corrent d'aigua. No li férem gaire cas, i vam atribuir erròniament la seva informació, sense anar-hi tan sols a veure-la, a l'existència d'un bufador típic de la línia de costa.

A mesura que van avançar les exploracions i coneixença de la cova, vam trobar del tot necessari anar a parlar amb en Cosme Aguiló per documentar-nos i respectar els topònims correctes i no crear neotopònims innecessaris i suplantadors. En aquells dies només coneixíem l'Esfondrat des Dolç i un informant ens parlava de l'existència d'un altre esfondrament a l'interior.

S'han fet recerques i exploracions al llarg dels anys 2011, 2012 i 2013, que han suposat 90 dies d'immersions. Les tasques de busseig efectuades sumen un total de 443 hores sota l'aigua dins la cavitat. Si consideram els dies d'immersions i el nombre de bussejadors que han participat en feines a cada immersió sumen 182 immersions

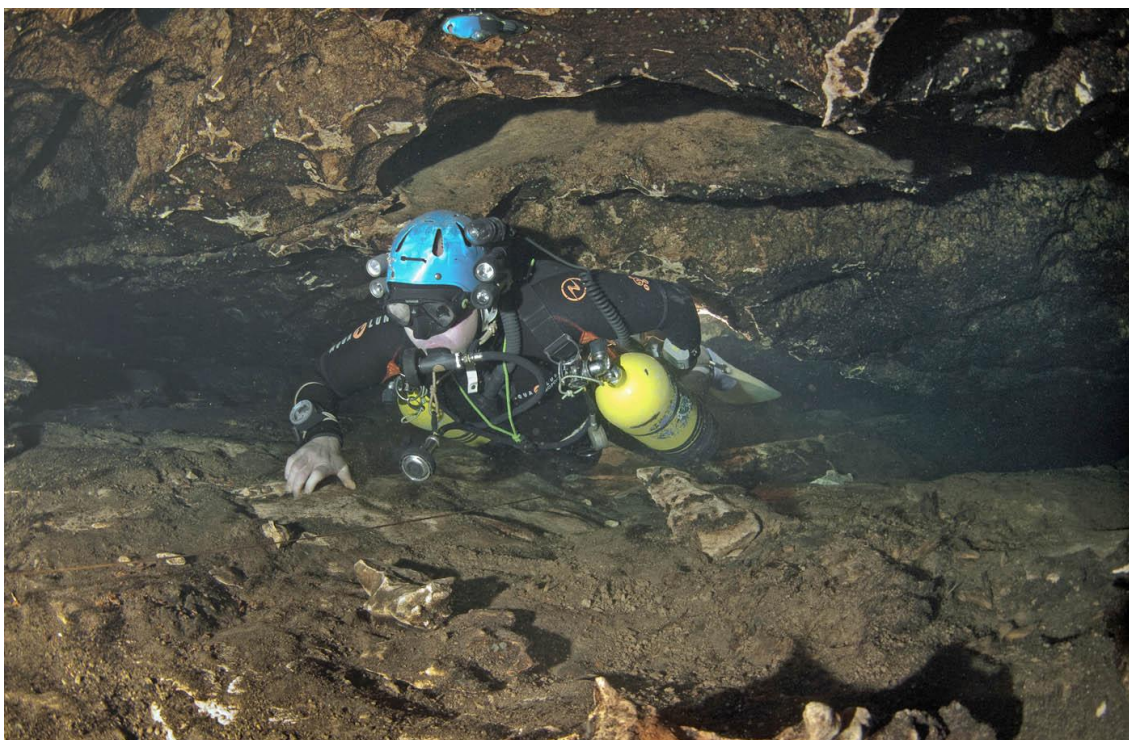


Figura 7.2.2: Els primers metres de galeria entrant per l'esfondrat des Dolç són molt angosts. Pas estret al final del laminador del Corrent (Foto GNM).

individuals, que representen una mitjana de 2 bussejadors per jornada de feina, encara que molts dies s'han efectuat tasques en solitari i d'altres fins i tot han participat 5 bussejadors repartits per diferents indrets de la cavitat. La mitjana de temps de busseig ha estat de 2,4 hores per immersió, encara que aquestes han oscil·lat normalment entre 1 i 3 hores. Constitueix la primera cova, al llarg dels darrers 20 anys de tasques a cavitats sotaiguades, en què l'equip d'espeleobussejadors del GNM s'ha vist incrementat considerablement. Així, a més a més dels tradicionals espeleobussejadors del GNM, Bernat Clamor, Pere Gamundí i Francesc Gràcia han format part de l'equip de feina: Antoni Cirer, John Freddy Fernández, Miquel Àngel Vives, Miquel Àngel Perelló, Nicolás Betton i Antoni Cifre.

2011 - Bernat Clamor, del GNM, entra per l'Esfondrat des Dolç (Dolç Extern), i explora amb dificultat i en solitari el laminador del Corrent (Fig. 7.2.2). Al llarg de 10 dies aconsegueix superar passos estrets i accedir a la galeria del Llop, a la Davallada i superar el pas de les Dents.

2012 - La desobstrucció al llac molt som de la cova de s'Aigua, permet progressar per la galeria Rectal (Dolç Extern), molt dificultosa i estreta. El sediment que aixeca el bussejador es arrossegat pel corrent i l'acompanya al llarg de l'avanç, impeding la visibilitat.



Figura 7.2.3: Paisatge exterior per on transcorre la cavitat. Es tracta d'una successió de dunes estabilitzades per la vegetació i camps de conreu. Foto GNM.

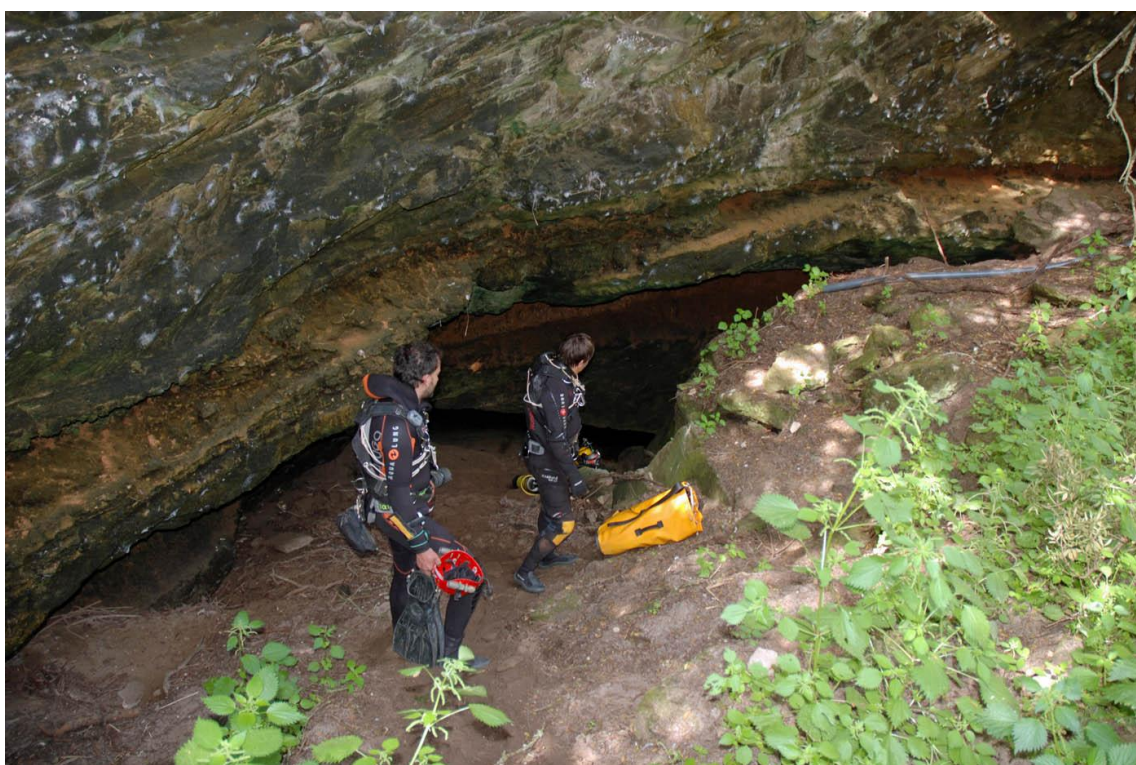


Figura 7.2.4: Davallada de cap al llac a s'Esfondrat des Dolç. Foto GNM.

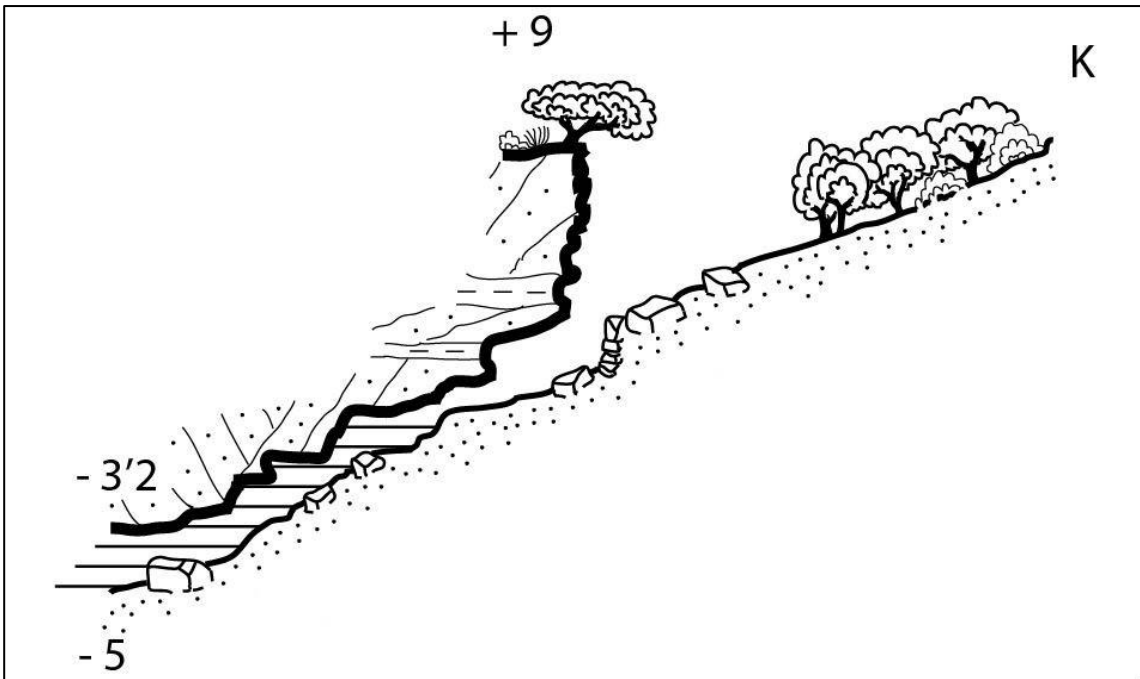


Figura 7.2.5: Secció de s'Esfondrat i fotografia del petit llac de l'Esfondrat que permet accedir al Dolç Intern (Foto GNM).

Després de diversos intents s'enllaça amb les guies que provenen de l'Esfondrat des Dolç. S'exploren els pous Amagats i la galeria del Cràter.

Exploració de l'Esfondrat (Dolç Intern). El petitíssim llac, situat al fons de l'Esfondrat, sembla obstruït per arena i pedres (Figs. 7.2.3,4,5). Al rost d'entrada es descobreix una àmfora, gairebé enterrada a 3 m sota les aigües. Un pic superat el tap, s'accedeix a la galeria de les Anguiles. Les exploracions se succeeixen i es troba el pou Net i la galeria de l'Enfàs; aquesta darrera pel seu estretor sembla mentida que s'obri després i comuniqui amb la voluminosa galeria de les Lloses. La cova creix centenars de metres, es descobreixen les galeries Paral·leles i l'inici de la galeria Nord. La galeria de les Lloses prossegueix amb la sala Blanca, la sala dels Blocs, la sala de l'Estalagmita i la sala de la Bombolla.

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

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

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

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

Descripció de la cavitat

La cavitat posseeix un recorregut de 4.100 m, amb un desnivell que supera els 36 m entre el punt més elevat, l'Esfondrat (+9 m) i el fons de la galeria del Cràter (-27 m). La distància lineal per dins la cavitat, entre l'entrada més propera a la mar, això és l'Esfondrat des Dolç i la part interior més llunyana és de 1.444 m. La direcció general que segueix la cavitat és de 45°, és a dir SW-NE (Fig. 7.2.7).

Compta amb tres esfondraments naturals que permeten accedir al sistema endocàrstic (l'Esfondrat des Dolç, la cova de s'Aigua i l'Esfondrat) i un altre d'impracticable de petites dimensions (l'Esfondrat des Joncs –neotopònim–). L'Esfondrat des Dolç dista de la mar només una trentena de metres, i drena l'aigua que transcorre entre blocs i surt a la bassa des Dolç (Fig. 7.2.1), la qual forma un entrant de la mar de 45 m de llargària per 25 m d'amplària i poca fondària (0,5 a 1 m), que sembla esser part de l'antic sistema càrstic, encara que molt afectat per la dinàmica litoral.

La cavitat, a gran trets es pot considerar subdividida en dos per mor del gran esfondrament que suposa la cova de s'Aigua, que l'ha seccionada en dos segments: es Dolç Extern i es Dolç Intern. Es Dolç Extern suma un recorregut de 1.620 m i es Dolç Intern de 2.480 m. Al Dolç Extern, la distància lineal entre l'Esfondrat des Dolç i la



Figura 7.2.6: Després dels primers centenars de metres la cavitat agafa volum. El corrents és molt apreciable i fins i tot molt intens al Dolç Extern.

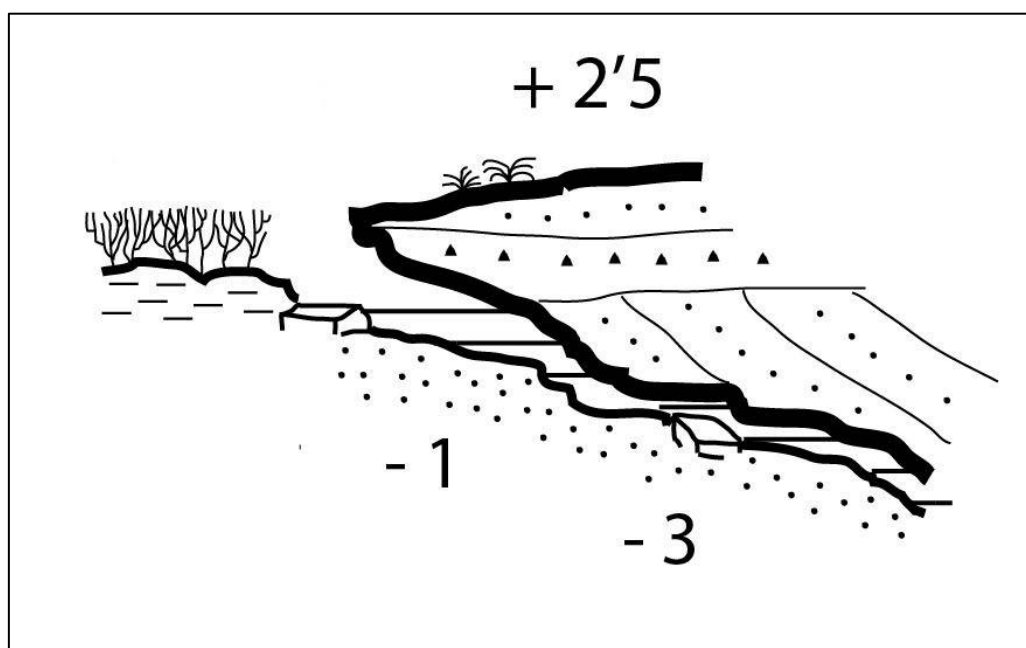
sortida a la cova de s'Aigua és de 529 m. La distància més llunyana al final de la galeria del Cràter és de 630 m. Al Dolç Intern, la distància entre l'Esfondrat i la part més allunyada a l'interior és de 776 m.

La cova es pot considerar, com a una remarcable megaforma endocàrstica, constituïda per un sistema de cavitats d'estructura ramiforme amb una gènesi mixta hipogènica, freàtica litoral i amb fortes influències del drenatge d'aigües subterrànies epigèniques de cap a la mar (Figs. 7.2.7,9). La litologia i estructura dels materials pliocens i de les eolianites, sense fracturació clara important, ha fet que la cavitat adopti la típica disposició en planta de caràcter ramiforme. La cavitat consta de dos nivells molt diferenciats: per una part, almenys 11 galeries ascendents hipogèniques importants, que constitueixen les zones més fondes de la cavitat (aquestes s'inicien dins dels materials calcisilícics del Pliocè); i per altra banda les galeries horitzontals i d'aspecte freàtic, excavades a les eolianites del Quaternari.

DOLÇ EXTERN

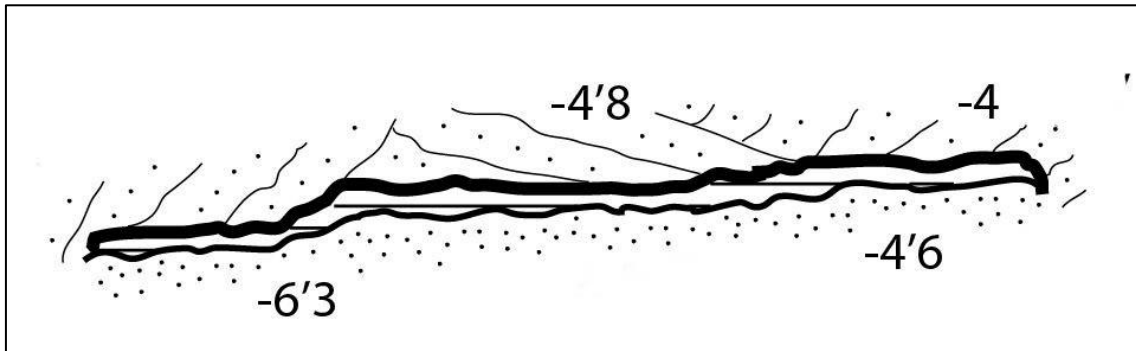
L'Esfondrat des Dolç

Esfondrament localitzat a una trentena de metres de la mar, envoltat de flora halòfita. Les seves dimensions són de 16 x 12 m i poc més de 2 m de desnivell. Un llac d'uns 15 m de longitud, 2 m d'amplària i menys d'1 m de fondària permet accedir al Dolç Extern.



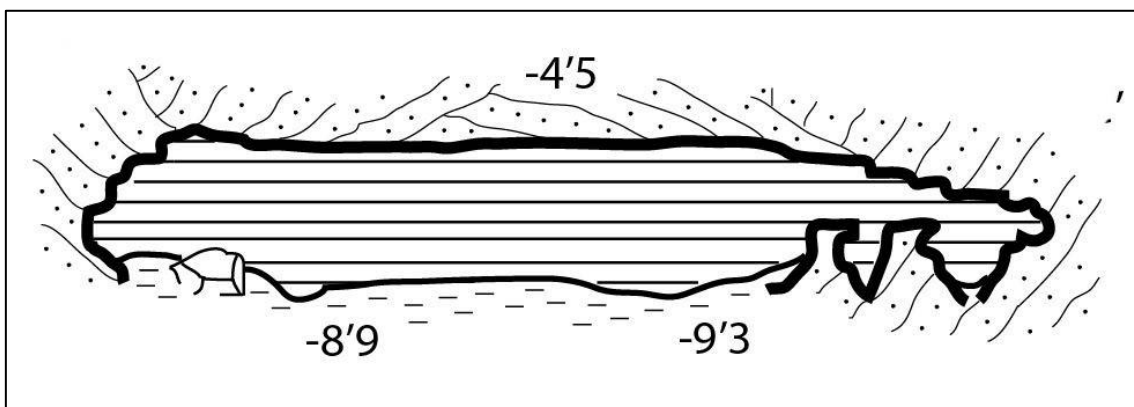
Laminador del Corrent

La distància lineal de la galeria és de 131 m, fins a un pas molt estret (Fig. 7.2.2). Les amplàries van dels 7 als 30 m i les alçàries entre 0,35 i 2,5 m, encara que són molt més freqüents les inferiors a 1 m. Les cotes de fondària del sostre estan compreses entre 3,5 i 6,3 m i del terra entre 4,2 i 7 m.



Galeria del Llop

S'inicia al pas estret i acaba als 482 m de penetració, això suposa 351 m lineals. El recorregut total és de 617 m. A poc més d'una trentena de metres de l'inici de la galeria del Llop es troben les **galeries dels Joncs**, de 53, 43 i 13 m de longitud respectivament. Les majors dimensions s'assoleixen a la **sala del Llop** (Fig. 7.2.6), de 50 x 35 m, de la qual parteixen els **pous Amagats**. A la **sala del Llop** l'haloclina es troba normalment entre -6 i -7 m. Les alçades de tota la galeria estan compreses generalment al voltant



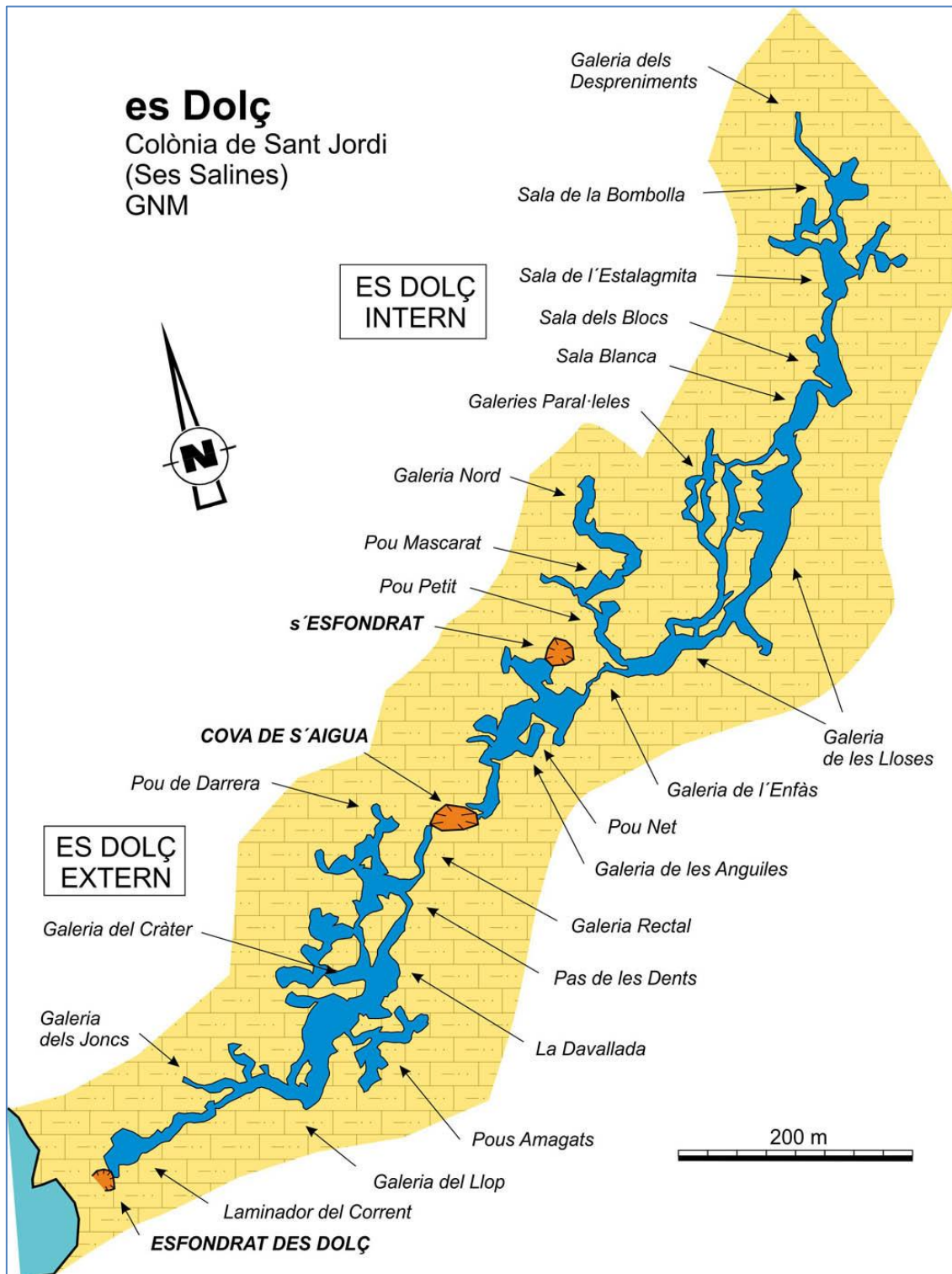


Figura 7.2.7: Mapa i toponímia de la cavitat.

dels 2 i 3m fins a la sala i entre 2,5 i 7 m a la pròpia sala. Uns 20 m més endavant, la galeria prossegueix per **la Davallada** d'uns 50 m de llarg i entre 6 i 11 m d'alçada, que descendeix dels -8 m fins a més de -20 m. Als 425 m es localitza el **pas de les Dents**, nom inspirat dels penjants que guaiten del sostre. Als 452 m es troben la **galeria Rectal**, que ascendeix fins a emergir a la **cova de s'Aigua** i també les galeries del **pou de Darrera**, que ascendeixen i travessen l'haloclina per posteriorment tornar a descendir. Aquest darrer tram de la galeria del Llop té valors d'alçària molt menors, d'entre 1 a 5 m generalment.

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

Pous Amagats

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



Figura 7.2.8: Els pous Amagats es troben al Dolç Extern. Són galeries hipogèniques ascendents que constitueixen les zones més fondes de la cavitat que s'inicien dins dels materials del Pliocè. Foto GNM.

Regressant al punt de bifurcació, la mateixa galeria avança en direcció SW fins que ascendeix per un laminador que es troba entre -2,8 i -3,6 m i connecta amb una voluminosa galeria descendent. La galeria a la part superior, prop del sostre, té -2,5 m i davalla en pendent molt vertical, amb valors d'alçària i amplària que superen els 15 m. A la zona més fonda, que es troba a 400 m de distància de l'entrada de la cova, s'assoleixen els -24 m.

Tornant al creuament, si se segueix la davallada, aquesta es bifurca de seguida. La continuació més occidental, davalla en pendent molt acusat i assoleix els -25 m; és molt interessant la presència de solcs ascendents hipogènics a uns -19 m. L'altra galeria NE, de 62 m de longitud, prossegueix entre valors del sostre d'entre -19 i -20 m i del terra entre -21 i -25 m. En alguns indrets els valors d'amplària superen els 10 m i l'alçària els 6 m. El seu extrem es troba a 415 m de l'inici de la cavitat. El recorregut total dels pous Amagats és de 201 m (Fig. 7.2.8).

Galeria Rectal

És una angosta galeria de 77 m, que parteix d'una zona molt afectada per la contaminació procedent de la depuradora i emergeix a la **cova de s'Aigua**. L'accés es pot fer mitjançant un rost ascendent d'esfondrament, situat a la part final de la **galeria del Llop**, que travessa l'haloclina i entra dins la capa d'aigües contaminades. Més endavant, la galeria descendeix fins als -20 m i l'aigua torna a estar neta, amb valors d'amplària i alçària que arriben als 13 m. Als 46 m d'inici de la galeria es troba un desviament de 75 m de longitud, que en direcció NW ascendeix fins una petita cambra aèria després de superar una estretor. El recorregut de tot aquest sector és de 225 m.

Galeria del Cràter

Comença a la part terminal de la **galeria del Llop**, amb tendència clarament descendent fins assolir els -21. Una bifurcació separa la galeria principal d'altres que tornen a connectar amb ella més endavant. La galeria comença amb una direcció S, per després tornar cap al NW, i a uns 60 m de superar el creuament es troba el **Cràter**, lloc realment màgic per les seves característiques úniques. És un indret voluminós amb 19 m d'amplària i gairebé 7 d'alçària. Uns 20 m més endavant s'assoleix un altre creuament que permet a l'E prosseguir una cinquantena de metres, i en direcció NW connectar amb la branca de la cova que es bifurcava al començament de la galeria del Cràter.

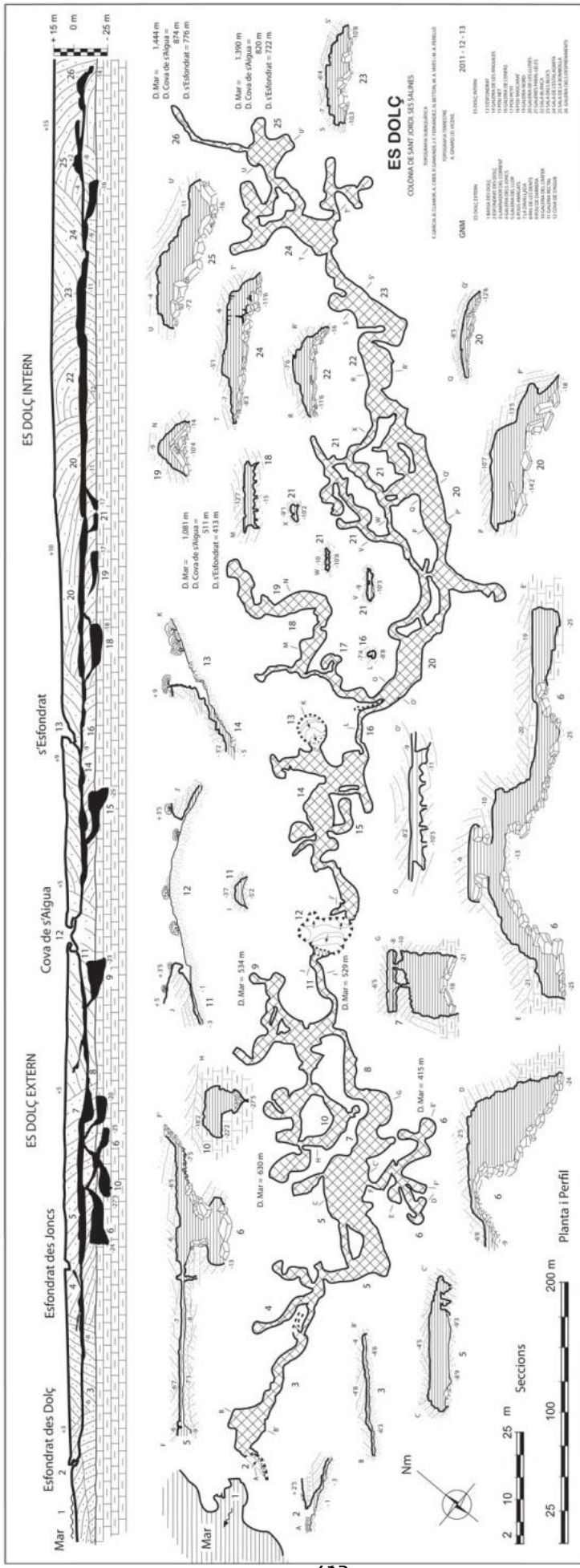


Figura 7.2.9: Topografia des Dolç.

Pou de Darrera

Bàsicament tot aquest sector sembla provenir d'almenys 4 galeries ascendents hipogèniques fusionades, que formen una xarxa complexa. Contràriament a altres llocs de la cova, les morfologies d'esfondrament no són predominants, ja que es veu bé la roca mare que forma el terra de la cavitat sense recobrir generalment de blocs caiguts. El recorregut total és de 321 m i la distància màxima a l'entrada es troba als 630 m.

COVA DE S'AIGUA

Dolina d'esfondrament que subdivideix es Dolç en dues parts (Dolç Extern i Dolç Intern), amb les quals connecta per entrades oposades (Fig7.2.10). Dista en superfície 412 m en línia recta de l'entrada més propera a la mar, l'**Esfondrat des Dolç**, i 150 m de l'entrada més interna, l'**Esfondrat**. Es troba envoltada per dunes fixades per la vegetació i al costat SE les arenes actuals penetren en forma de rost suau. Les dimensions dels eixos de la dolina són de 41 i 28 m, i un desnivell màxim respecte als terrenys circumdants d'uns 5 m. El llac presenta molt poca fondària per la sedimentació de l'arena que per ben poc no tanca el pas a les galeries subaquàtiques del sistema. Els corrents, en ocasions considerables, pensam que han contribuït a mantenir oberts aquests accessos. El llac de més entitat i l'únic visible des de l'exterior és l'ubicat al costat SW, d'uns 15 m de longitud, 4 m d'amplària i entre 0,20 i 0,6 m de fondària, que és el que prossegueix per la **galeria Rectal**, d'es Dolç Extern. Al costat SE, a només 41 m del llac, s'ubica un pas estret que connecta també amb el nivell freàtic i comunica amb es Dolç Intern, mitjançant la **galeria de les Anguiles**. L'aigua de la depuradora s'aboca al costat N de l'esfondrament i penetra dins el sistema afectant especialment aquest llac i impeding el busseig els mesos de major afluència turística. Actualment no és possible entrar per la cova de s'Aigua per anar de cap al Dolç Intern a causa de la contaminació i per aquest motiu la descripció la fem a partir de l'**Esfondrat**.

DOLÇ INTERN

L'Esfondrat

Encara que es Dolç Intern s'estén a partir de la **cova de s'Aigua**, l'accés principal i més còmode té lloc per l'Esfondrat, el qual es troba situat damunt d'un petit promontori i molt camuflat per la vegetació (Figs. 7.2.4,5). Dista 590 m en línia recta de l'**Esfondrat des Dolç** i a 753 m de distància per dins la cavitat. L'Esfondrat és l'entrada més interior, de 23 x 15 m, i la que presenta un major desnivell, uns 9 m.

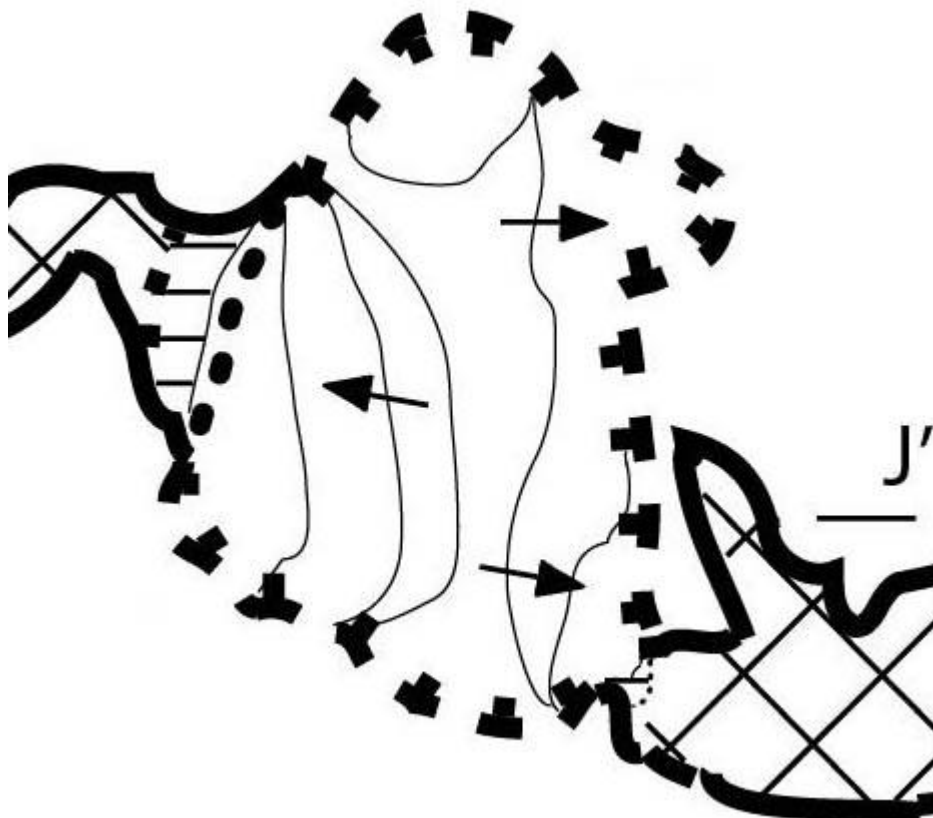
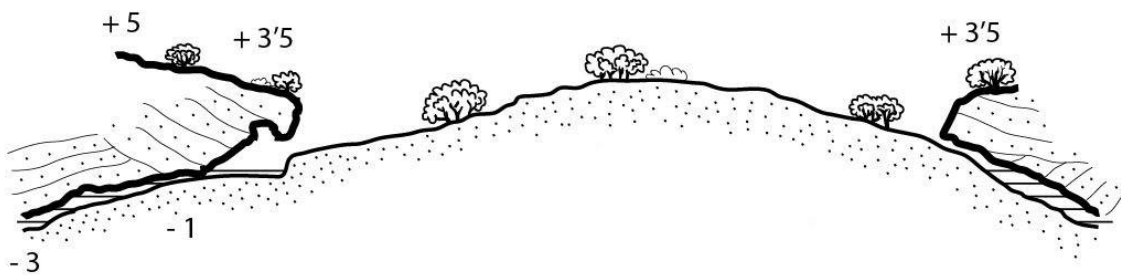


Figura 7.2.10: La cova de s'Aigua, esfondrament de 41 x 28 m, separa la cavitat en dues parts, el Dolç Extern i el Dolç Intern. Foto M. A. Perelló.

Al seu interior es veu molt clarament l'estratificació de les eolianites, més o menys llimoses, fins assolir el nivell freàtic. El llac d'entrada és de dimensions molt reduïdes.

Galeria de les Anguiles

El recorregut de la galeria és de 452 m i la distància lineal màxima que la separa de la cova de s'Aigua és de 186 m. No obstant això, és del tot preferible accedir a aquesta galeria per l'Esfondrat. És un àmbit molt voluminós, amb amplàries d'entre 9 i 21 m i alçàries d'entre 3 i 4 m. La galeria en direcció NW segueix uns 40 m per tancar-se per blocs despresos. En direcció gairebé S, als 23 m es pot seguir de cap a la cova de s'Aigua o bé de cap a l'interior. Anant en direcció al Dolç Extern, als 100 m de l'inici de l'Esfondrat s'arriba al desviament que permet anar de cap al **pou Net** o bé prosseguir per dins la galeria en una zona molt contaminada i amb gran profusió d'anguiles. A un centenar de metres més enllà se surt a la cova de s'Aigua, després de sortir a una sala aèria i passar per un pas estret i molt terròs.

Pou Net

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

Galeria de l'Enfàs

Sembla mentida que una galeria de les minses dimensions d'aquesta connecti amb tot el que hi ha darrera, al Dolç Intern (Fig. 7.2.11). La galeria, oberta dins les eolianites molt blanques pleistocenes, i el terra amb abundant sediment negre, presenta un recorregut lineal de 65 m, amb una direcció inicialment NE per després voltar a E. Malgrat les reduïdes dimensions presenta tot un bon mostrari de morfologies de corrosió de gran bellesa. El terra es troba sempre al voltant dels -9 i -10 m de forma molt constant. Els valors de les alçàries i de les amplàries són d'entre uns 0,4 i 3 m, encara que els valors més habituals siguin de devers 1 a 1,5 m.

Galeria de les Lloses

Comença al final de la galeria de l'Enfàs, després d'haver recorregut 150 m des de l'Esfondrat i a 818 m des de l'Esfondrat des Dolç i s'allarga 276 m fins que arriba a la sala Blanca, que es troba a 426 m del començament de l'Esfondrat i a 1.094 m des de l'Esfondrat des Dolç. La roca de les parets es clarament d'eolianites pleistocenes, a on es veu molt bé la laminació creuada, amb un color blanc intens, excepte si estan recobertes per sediments foscos (Fig. 7.2.12). En alguns indrets hi ha llims vermells. Les morfologies de corrosió estan presents arreu. Es presenten algunes colades estalagmítiques males de reconèixer, ja que estan molt dissoltes. L'aspecte més destacat i vistós són les grans lloses caigudes del sostre, que han donat nom a la galeria; algunes superen els 10 m de longitud. El volum de moltes zones de la galeria és considerable, amb amplàries normalment entre 13 i 16 m, encara que poden assolir valors superiors als 20 m. Les alçàries habituals es troben entre 2 i 6 m, amb cotes de fondària del sostre entre -7,5 i -11 m i del terra entre -9,5 i -14,5 m. A les parets s'observa a -11.2 m un nivell horitzontal de manganès negre, per davall, mentre que les eolianites que es troben per damunt mantenen el color blanc. Aquest enfosquiment es deu a una pàtina de pocs mil·límetres que recobreix la roca.



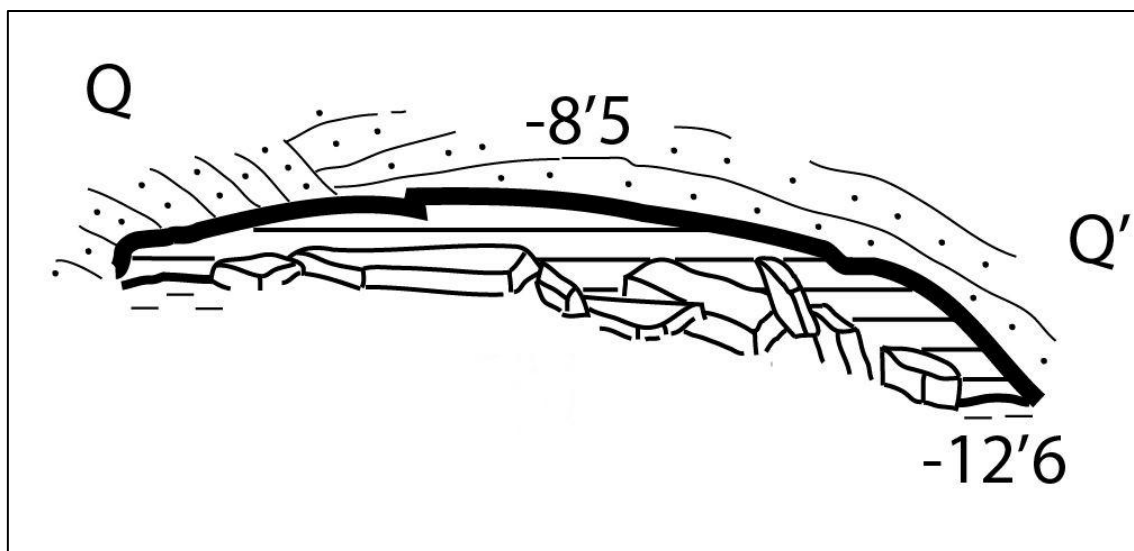
Figura 7.2.11: Pas de l'Enfàs. Galeria de l'Enfàs. Foto GNM.



Figura 7.2.12: Galeria de les Lloses. S'aprecia molt bé l'estratificació de les eolianites, fet que condiciona les morfologies de la cavitat. Foto GNM.

Galeria Nord

El seu recorregut total és de 352 m, amb una distància lineal màxima de 263 m des de l'inici a la galeria de les Lloses fins a l'extrem més distal, que des de l'Esfondrat representen 413 m i 1.081 m des de l'Esfondrat des Dolç. La direcció general és la que porta el seu nom; presenta inicialment unes dimensions molt poc constants, ja que té llocs amb només 2 m i d'altres amb 12 m d'amplària. Les alçàries del primer tram estan compreses entre 1 i 2 m. Les cotes del terra i sostre són de devers -11 i -9 m respectivament. Als 60 m s'obre el **pou Petit**, de molt poca entitat. Uns 8 m més endavant, la galeria s'estreny fins a menys de 0,5 m, per després d'una desena de metres, tornar a obrir-se en una sala. El costat més occidental permet seguir una quarantena de metres, mentre que un nivell inferior permet davallar al **pou Mascarat**, de 20 m de fondària màxima i amb les parets molt fosques per estar recobertes d'una capa de manganès. El pou Mascarat posseeix alçàries d'uns 3 m i amplàries de fins a 10 m, amb cotes del sostre i terra de -16,4 i -19,5 m respectivament. Als 44 m de recorregut torna a ascendir entre blocs, i un pas molt estret accedeix a la continuació de la galeria, entre eolianites molt blanques i de laminació molt marcada. A poc a poc torna a agafar



més fondària, fins tornar als -18 m, amb alguns trams laterals més fondos amb la típica estructura de galeria d'esfondrament.

Galeries Paral·leles

S'inicien a partir del segon desviament de la galeria de les Lloses, una vegada superada la galeria Nord, a uns 50 m de sortir de la galeria de l'Enfàs. Fins a 4 galeries perpendiculars a la galeria de les Lloses connecten amb elles. El total de recorregut d'aquesta zona és d'uns 650 m. El recorregut lineal de la galeria principal des del primer desviament fins a la sala Blanca és de 262 m. Els valors d'amplària van dels 3 als 10 m i els d'alçària d'entre 1 i 2 m, llevat dels passos estrets. Les cotes de sostres estan entre -8 i -10,5 m i les del terra entre -10 i -12 m; llevat de les galeries més al NW que davallen fins als materials del Pliocè i assoleixen els -17 m i 2 m d'alçària. El primer tram presenta abundants morfologies de corrosió. En alguns llocs puntuals es localitzen petites estalagmites. Els darrers cinquanta metres abans de la connexió amb la sala Blanca, l'haloclina, amb penjants que la travessen, suggereix que els processos corrosius segueixen actius.

Sala Blanca

Des de la galeria de les Lloses s'ha de superar un angost esfondrament de llims vermells per arribar a aquesta sala, de 76 m de longitud, amb amplàries d'entre 10 i 20 m, que juntament amb les alçàries de fins a 5 m li atorguen un bell aspecte voluminós (Fig. 7.2.13). El terra presenta grans lloses blanques de marès caigudes del sostre. Les cotes del terra estan habitualment entre -10,5 i -12 m i el sostre entre -6 i -10 m. També

aquí el tret més característic és la laminació creuada típica de les eolianites; per tota la galeria s'aprecien famílies de tupins i concavitats que han aprofitat la laminació, així com multitud de forats i cilindres a les lloses del terra.



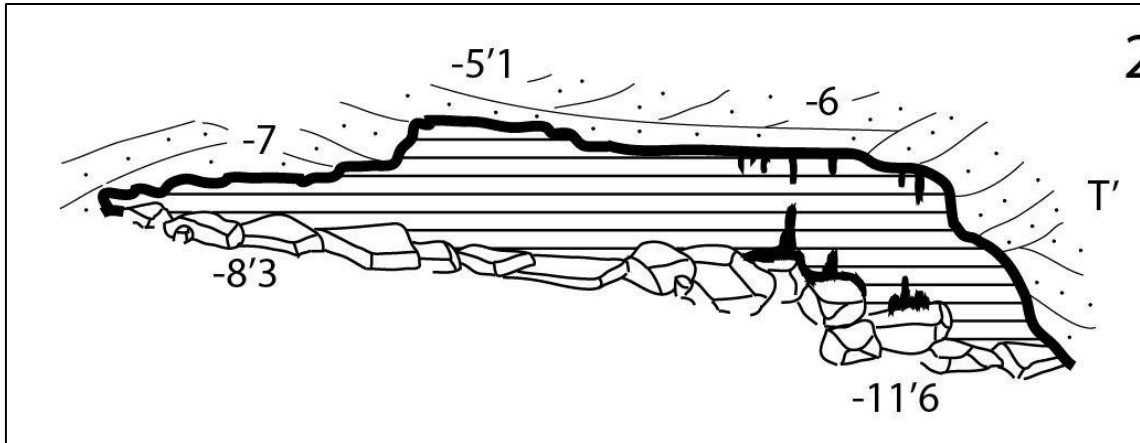
Figura 7.2.13: Sala Blanca; l'aspecte més definitori és el color de la roca i l'estratificació tònica (Foto GNM).

Sala dels Blocs

És la continuació de la sala Blanca que s'ubica als 502 m des de l'Esfondrat i 1.170 m des de l'Esfondrat des Dolç. Es tracta d'una sala de 83 m de distància lineal, que s'inicia amb un volum considerable, d'entre 18 i 27 m d'amplària i uns 5 m d'alçària, per anar minvant considerablement entre 6 i 10 m d'amplària i 1,5 i 3,5 m d'alçària. Les cotes de fondària del terra estan compreses entre -10 i -12 m i el sostre entre -5 i -11 m. L'aspecte més definitori és sense cap dubte la presència de grans blocs irregulars caiguts (Fig. 7.2.36).

Sala de l'Estalagmita

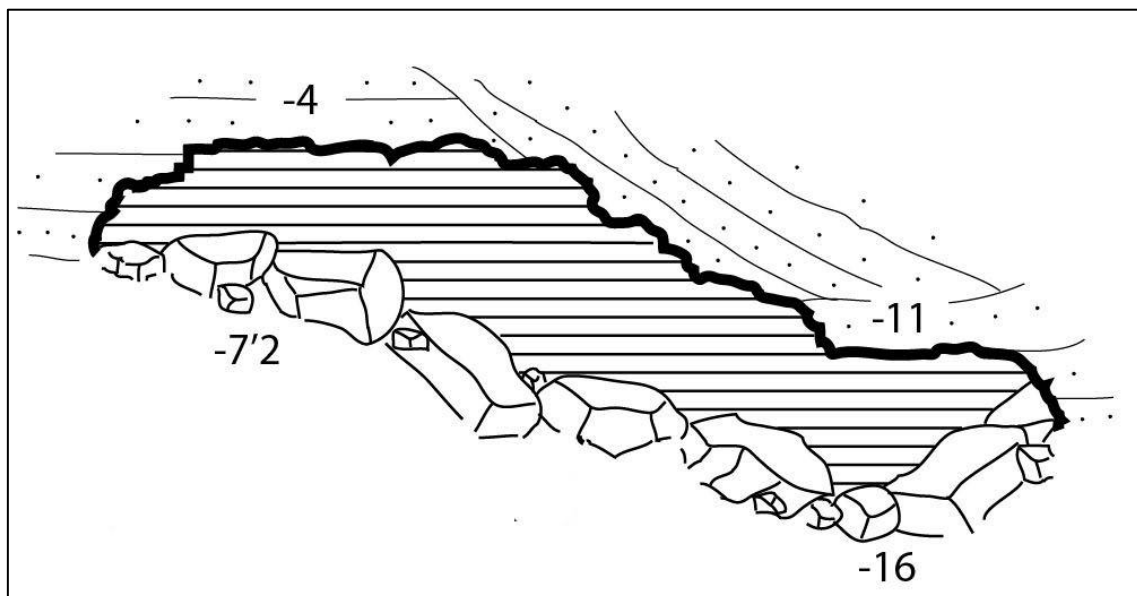
Parteix als 585 m des de l'Esfondrat i 1.253 m des de l'Esfondrat des Dolç. Consisteix en una sala d'uns 46 m de longitud i entre 17 i 27 m d'amplària, amb alçades de 2 a 6 m. Les cotes del terra estan compreses entre -5 i -11 m i les del sostre entre -2,6



i -7 m. Es localitzen alguns espeleotemes que contrasten amb la pràcticament absència d'aquests precipitats dins la cavitat; entre ells una estalagmita que serveix com a fita inconfusible. La cavitat segueix com una forca, amb tres vies possibles. La situada més al NE consisteix en una sèrie de sales amb gran predominança dels processos d'esfondrament que afecten a eolianites molt blanques. Els altres dos extrems de la forca es connecten entre sí formant un circuit amb un pas considerablement estret. La continuació es troba per entre una haloclina molt marcada.

Sala de la Bombolla

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



l'aigua. Les cotes de fondària del terra més habituals estan compreses entre -11 i -16 m.

Galeria dels Despreniments

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

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La cavitat transcorre sota dunes poc consolidades fixades per boscos de pins i savines i abundant vegetació arbustiva, així com també de cultius que semblen poc productius per la naturalesa arenosa del sòl. La proximitat a la mar i l'horitzontalitat són dos dels trets més definitoris del paisatge, ja que uns 10 m és el desnivell màxim que assoleix el terreny entre la mar i la superfície a més d'1 km a l'interior (Figs. 7.2.3,14).

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

Altres aspectes càrstics que es reflecteixen clarament a la superfície són els esfondraments naturals, anomenats a la contrada esfondrats, que permeten tenir accés a la cavitat (l'Esfondrat des Dolç, la cova de s'Aigua i l'Esfondrat) i un altre d'impracticable de petites dimensions (l'Esfondrat des Joncs –neotopònim–). L'Esfondrat des Dolç dista de la mar, o sigui de la bassa des Dolç, només una trentena de metres, i drena l'aigua que transcorre entre blocs caiguts i surt a l'esmentada bassa.

La distància que separa en línia recta l'entrada més propera a la mar, (l'Esfondrat des Dolç) de la cova de s'Aigua és de 412 m i aquesta dista 150 m de l'entrada més interna, l'Esfondrat. Aquesta darrera entrada es troba a 590 m en línia recta de



Figura 7.2.14: Fotografia aèria de la zona de la Colònia de Sant Jordi, amb la planta de la cavitat superposada.

l'Esfondrat des Dolç (l'entrada més propera a la mar). La distància en línia recta més llunyana entre els punts més distants de la cavitat és d'uns 1.100 m, amb una direcció SW-NE. El gruix de roca entre la superfície i el sostre de la cova comprèn dels 1,5 m als més de 25 m a les galeries més fondes.

Espeleogènesi

La cavitat la podem classificar com a *cova litoral amb influències hipogèniques*, d'acord amb la sistematització formulada a GINÉS & GINÉS (2011a) a partir de l'exemple paradigmàtic constituït per la cova des Pas de Vallgornera, al municipi de Lluçmajor (GINÉS *et al.*, 2009b, 2014). Així, seria un sistema de cavitats ramiformes generat per l'actuació de diferents mecanismes espeleogenètics: els processos de dissolució lligats a la zona de mescla litoral, una recàrrega superficial d'origen meteòric, que fa que la cavitat actui com a conducte de drenatge ben actiu de les aigües subterrànies, i la participació d'una alimentació hídrica de caràcter hipogènic –*sensu* KLIMCHOUK (2007)– associada als fenòmens geotermals recentment documentats al sud de Mallorca (LÓPEZ & MATEOS, 2006; LÓPEZ *et al.*, 2004). Aquest darrer

mecanisme genètic, l'hipogènic, pensam que ha tingut un paper considerable (GRÀCIA & FORNÓS, 2014), a causa de l'edat relativament recent dels materials on s'obri la cavitat, especialment les eolianites pleistocenes. Els importants volums de buit presents a la cova fan mal de creure que es puguin generar en un temps tan breu, sense la participació de fenòmens de dissolució molt actius i dinàmics. Tanmateix estam parlant d'una cavitat excavada al llarg del Quaternari. El procés d'evolució de la cova, a l'igual que succeeix a la resta de cavitats litorals, està molt influenciat per les oscil·lacions glacioeustàtiques, ja que l'alternança d'episodis d'inundació i assecament reiterats dels buits comporten la major o menor sustentació dels sostres i per tant la facilitat d'esfondraments. En aquesta cavitat, a diferència de molts d'altres del litoral del Migjorn i Llevant, les acumulacions de material caigut no es troben recoberts ni cimentats per colades i massissos estalagmítics.

Els condicionants litològics

La seqüència estratigràfica, perfectament visible dins de la cavitat, aporta una valuosa font d'informació a manca d'afloraments exteriors. Es Dolç es desenvolupa bàsicament en el contacte entre dues unitats estratigràfiques força diferenciades i que condicionen de forma clara els trets morfològics de la cova (FORNÓS *et al.*, 2013). Per una banda, els materials calcarenítics litorals del Pliocè mitjà-superior a la base i, per l'altra, els formats per eolianites amb paleosòls, que correspondrien ja al Pleistocè. El Pliocè presenta una seqüència regressiva que aniria des d'un ambient marí litoral format per calcisiltites bioturbades, passant per un ambient de platja més restringit i poc enèrgic tipus albufera (calcarenites amb intercalacions de nivells margosos, Fig. 7.2.15). La unitat evoluciona en la vertical a calcarenites vermelloses-ocres (eolianites) força cimentades, corresponents segurament al Pliocè per passar després a eolianites del Pleistocè, sense que es vegi clarament la transició. Les eolianites mostren una clara estratificació plano-paral·lela. Amb més detall, a partir de l'article de FORNÓS *et al.* (2013) es distingeix la següent seqüència:

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



Figura 7.2.15: Calcarenites entre els -18 i -19 m, formades per una capa dura amb motlles de bivalves de la família Cardiidæ. Pous Amagats (Foto GNM).

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

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

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

dunes parabòliques alternants amb etapes, probablement més humides i càlides, que permetrien el desenvolupament de sòls edàfics. Part dels dipòsits eòlics estan separats per cossos lenticulars de poca potència, que corresponen a materials llimosos vermells característics de desenvolupaments de tipus edàfic.

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

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

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

També convé fer constar que a la bassa des Dolç afloren llims rogencs cimentats dels Pleistocè superior, adossats als materials del Pleistocè mitjà (FORNÓS *et al.*,

2013). Aquests materials del Pleistocè superior contenen *Iberellus companyonii* i *Tudorella ferruginea*, taxons freqüents als dipòsits d'aquesta edat (CUERDA, 1975).

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

Datació per luminescència de les eolianites quaternàries

Una mostra d'eolianita (D5), recollida a la galeria de l'Enfàs (Dolç Interior) a -9 m de fondària sota el nivell marí, va ser enviada al *Luminescence Dating Laboratory* de la Universitat Babes-Bolyai de Cluj-Napoca, a Romania, per a la seva datació mitjançant tècniques de OSL (Optically Stimulated Luminiscence). S'han realitzat mesures de luminescència mitjançant un lector automatitzat Risø TL/OSL-DA-20 reader, així com lectures dels senyals de la luminescència emesa detectats per un fotomultiplicador Hoya U-340 amb filtre UV. Els resultats preliminars, i que es tenen que prendre amb precaució, indicarien una edat entre 742 ± 81 ka (4-11 μm Q) i 1169 ± 134 ka, que ens situaria les eolianites a finals del Pleistocè inferior.

Anàlisi morfomètrica de la cavitat

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

La investigació morfomètrica de les coves mallorquines és un camp molt poc treballat a data d'avui. De fet, tan sols la publicació de GINÉS *et al.* (2013) s'ha ocupat de l'anàlisi morfomètrica detallada d'una cova de la regió càrstica del Migjorn, en particular de la cova Genovesa (Manacor). Així mateix, cal esmentar també l'estudi geoespeleològic de la cova des Pas de Vallgornera, a Lluçmajor (GINÉS *et al.*, 2014), on s'aporten informacions quantitatives sobre les orientacions de les seves galeries i la seva estreta relació amb l'estructuració tectònica de l'àrea.

El recent descobriment i exploració de la xarxa espeleològica d'es Dolç ens ha animat a prosseguir aquesta línia d'investigació, de cara a anar obtenint més dades estadístiques sobre les característiques de les cavitats desenvolupades en els materials postorogènics que afloren a l'illa de Mallorca.

METODOLOGIA UTILITZADA

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

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

En el cas de l'anàlisi estadística de les amplades de la cavitat, s'han determinat i mesurat les amplàries a intervals més o manco regulars d'aproximadament 5 m. Les mesures de les amplades han estat preses de forma perpendicular a la trajectòria lineal de les diferents poligonals planimètriques realitzades. D'aquesta manera s'obté una quantificació acurada i, sobretot, significativa de les dimensions en planta dels buits que conformen la cavitat. La distribució de freqüències dels valors de

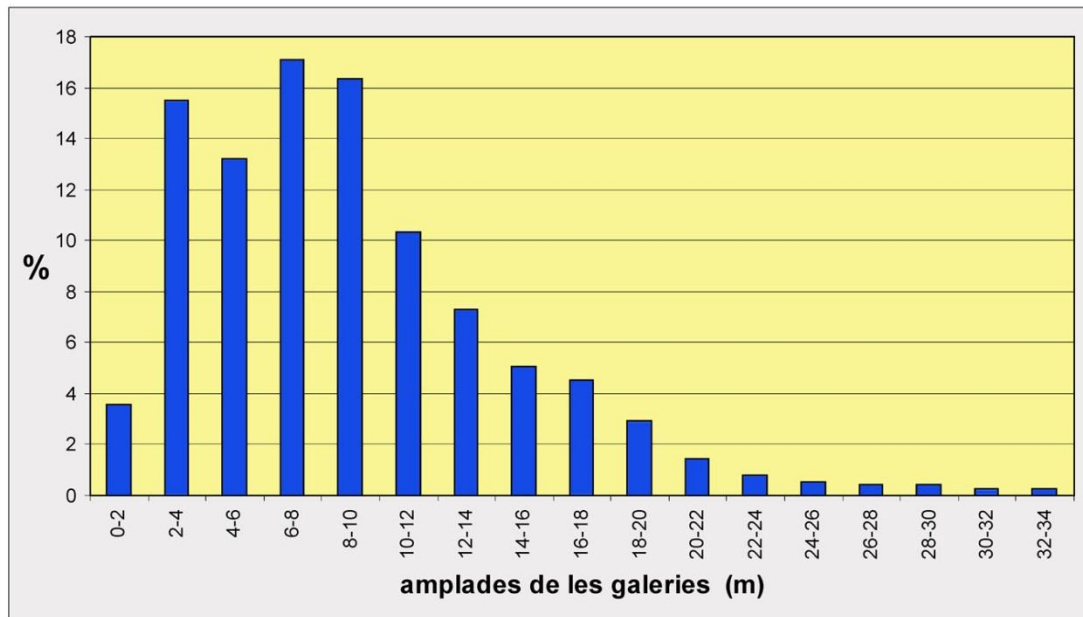


Figura 7.2.16: Distribució de freqüències de les amplades de les galeries d'es Dolç.

les amplades potencialment mostrarà una forma particular per a cada cova, en funció de les característiques del seu patró planimètric; aquesta distribució ens informarà sobre les dimensions d'amplada que presenten més pes estadístic en el conjunt de la cova, aspecte condicionat per particularitats tals com la presència o absència de grans sales o l'abundància relativa de conductes de mida petita.

Pel que fa a l'anàlisi de la fondària a la qual es desenvolupa la cavitat, l'estadística dirigida a quantificar la distribució vertical dels buits ha estat efectuada a partir dels alçats o perfils desplecats, de totes les galeries i sales incloses a la topografia. Sobre la base dels diferents alçats provinents del software topogràfic –i després d'exagerar de manera controlada la dimensió vertical, per tal de facilitar la feina– s'ha procedit a mesurar la longitud de cova desenvolupada a una determinada profunditat, efectuant aquestes mesures a intervals regulars de 2 m de fondària. És fàcil comprendre que, amb aquesta tècnica, les galeries i sales de grans alçades estaran quantificades diverses vegades segons el ventall de profunditats que abracen els perfils, mentre que les galeries d'alçada inferior a 2 m hauran estat comptabilitzades tan sols una vegada.

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

ANÀLISI ESTADÍSTICA DE LES AMPLADES

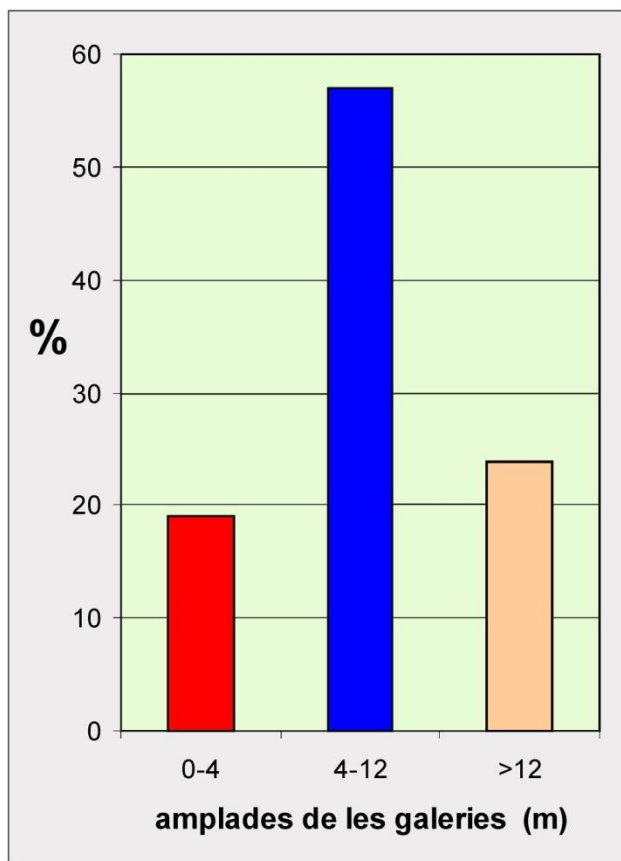


Figura 7.2.17: Distribució de freqüències de les amplades de les galeries d'es Dolç agrupades en tres intervals significatius.

La distribució de freqüències obtinguda a partir de 754 amplàries mesurades a intervals regulars (aprox. 5 m) apareix recollida a la Fig. 7.2.16. En aquesta gràfica s'observa el poc pes percentual que tenen els passatges de reduïdes dimensions (<2 m d'amplada: 3,6%), així com la relativa abundància de galeries de dimensions mitjanes corresponents a l'interval 2-4 m (15,5%). La distribució de freqüències mostra el valor modal a l'interval 6-8 m d'amplada (17,1%), valor que va minvant progressivament fins l'interval 18-20 m. Les mesures

amb amplades superiors als 20 m són escasses, degut a la inexistència de grans sales.

Bastant il·lustrativa és la representació inclosa en la Fig. 7.2.17. Aquest gràfic ens mostra la distribució de les amplades, però agrupades en 3 intervals corresponents respectivament a: conductes i/o espais de dimensions petites o modestes (<4 m), galeries amples (4-12 m) i galeries molt amples i/o sales petites (>12 m). En la figura es pot constatar que més del 80% de les galeries tenen una amplada superior als 4 m, amb gairebé un 24% de passatges que superen els 12 m. Aquestes dades ens defineixen una cavitat constituïda per galeries de mides mitjanes i fins i tot realment amples, però sense notables eixamplaments corresponents a grans sales d'esfondrament, fet aquest observable en canvi en la quantificació efectuada en el seu moment a la cova Genovesa (GINÉS *et al.*, 2013).

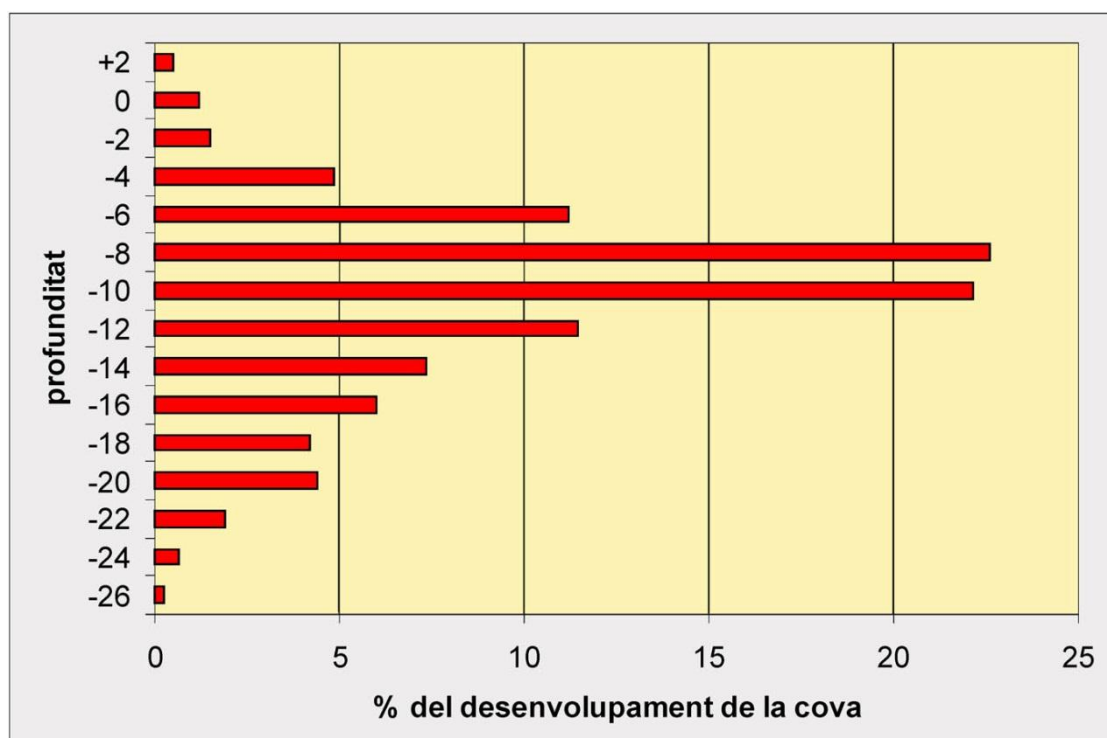


Figura 7.2.18: Distribució de freqüències corresponent al desenvolupament vertical d'es Dolç. Longitud dels passatges de la cova quantificats a intervals de 2 m de fondària.

ANÀLISI ESTADÍSTICA DE LES PROFUNDITATS

A la Fig. 7.2.18 s'observa la distribució de freqüències de les profunditats a les quals es localitzen les galeries de la cova, amb un valor modal situat a -8 m de fondària sota el nivell de la mar (22,6% del desenvolupament de la cavitat). Cal remarcar que un percentatge similar, però una mica més baix (22,1%), correspon a la fondària de -10 m; així, prop del 45% de la cova se situa entre els -8 i -10 m de profunditat, i més d'un 67% de les seves galeries es desenvolupen a profunditats entre -6 i -12 m.

Els valors percentuals de les galeries situades a altres fondàries, menors o majors, són bastant baixos i representen d'una banda els passatges que des de l'exterior donen accés a les galeries principals (8% de galeries desenvolupades entre +2 i -4 m) i, d'altra banda, les ramificacions amb fort declivi descendent de possible origen hipogènic (GRÀCIA & FORNÓS, 2014) que arriben a les fondàries màximes de la cova (24,7% de passatges situats entre -14 i -26 m). Dins aquest segon grup, destaca l'increment relatiu de les galeries situades en torn dels -20 m de fondària, corresponent a determinats passatges relacionats amb la recàrrega basal del sistema hidrològic. Encara així, els principals horitzons espeleogenètics se situarien entre els -8 i -10 m de fondària.

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

VALORACIÓ DELS RESULTATS

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

Analitzades en detall, les gràfiques de les Figures 7.2.16,18 mostren una major simplicitat que les calculades en el seu dia per a la cova Genovesa (GINÉS *et al.*, 2013), fet que palesa la notable diferència existent pel que fa al patró tridimensional d'ambdues localitats. Aquesta major simplicitat de les anàlisis estadístiques d'es Dolç, no fa sinó reflectir en aquest cas la menor rellevància de les grans sales d'esfondrament, que distorsionen les característiques en planta i en alçat de la major part de les cavitats del Migjorn (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2003a, 2006a, 2010a, 2011b).

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

Característiques hidrològiques de la cavitat

La cavitat actua, com molt bé indica el seu nom, drenant les aigües de cap a la mar amb un corrent considerable després de pluges importants. La força de l'aigua arriba a esser gran, dificulta en gran mesura l'avanç de cap a l'interior de l'espeleòleg subaquàtic i dispara el consum d'aire per l'esforç d'aletejar contra corrent. Per contra,

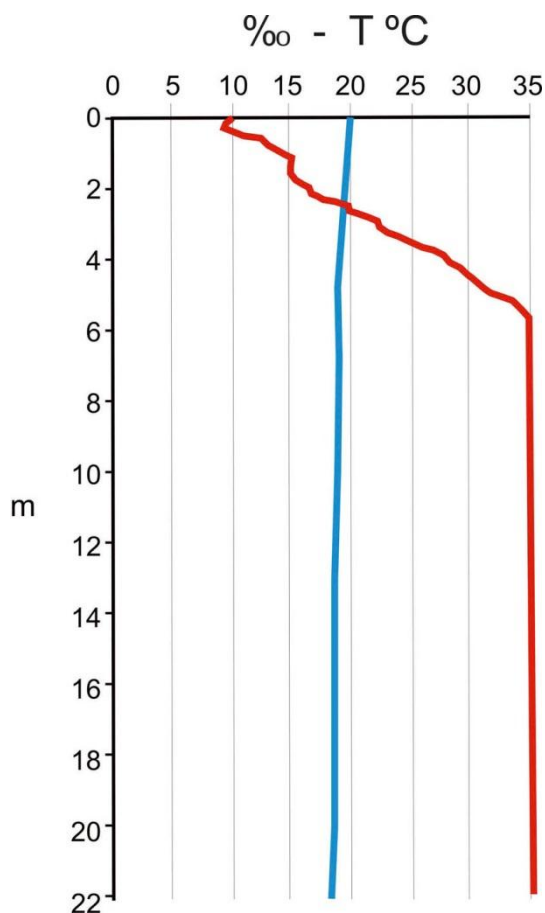


Figura 7.2.19: Perfil hídic d'es Dolç entre 0 i -22 m. Mostra l'estratificació en dues capes de salinitat diferent.

en sortir, l'impuls de l'aigua de l'eixida provoca que en ocasions s'hagi de frenar l'avanç per no pegar contra les roques. El consum d'aire en aquest cas és molt reduït. Aquest comportament és molt més intens al Dolç Extern, encara que també és apreciable al Dolç Intern; en ambdós casos aquesta situació es dona a les zones de menys fondària, ja que a les galeries hipogèniques ascendents no s'aprecien aquests corrents. Un cas semblant a Mallorca es produeix a la cova des Coll, a la costa de Portocolom (GRÀCIA *et al.*, 2005), també als sectors de la cova més propers a la mar.

Les dades de salinitat, temperatura i fondària s'han mesurat mitjançant l'aparell CTD-Diver (Schlumberger) transportat per un bussejador fins als llocs a on s'han pres els paràmetres. Les mesures corresponen al

dia 17-II-2012 (Fig. 7.2.19). Les aigües freàtiques d'es Dolç presenten des del punt de vista hidrològic un perfil estratificat, amb dues capes de salinitat diferent. La primera capa té uns valors d'increment gairebé constant des de 9 ‰ en superfície fins assolir a l'haloclina valors similars als de l'aigua de la mar, això és de 35‰. La cota a on es troba l'haloclina pot variar molt en funció de l'època de l'any entre els -6 i -11 m de fondària. És ben apreciable en alguns llocs com la massa d'aigua superior, més dolça, es desplaça a major velocitat de cap a la mar, per damunt de la massa d'aigua de major salinitat.

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

Morfologies de corrosió hipogèniques

Es tracta de les morfologies generades pels fluids més lleugers i agressius, que circulen en sentit ascendent provinents de les falles profundes que afecten a la depressió de Campos, i que serien en part responsables de la formació de la cavitat.

MACROFORMES (d'ordre hectomètric a decamètric)

Galeries hipogèniques ascendents

S'inicien en forma de galeria cega dins els materials pliocens i ascendeixen en pendent, sovint molt acusat, fins connectar amb les eolianites pleistocenes. Generalment, a la microtoponímia de la cavitat, s'han anomenat com a pous, pel gran desnivell relatiu que presenten. Per accedir a elles s'ha de davallar, encara que genèticament s'han format de baix a dalt, per la qual cosa les anomenem galeries hipogèniques ascendents. L'amplària d'aquestes galeries sol estar compresa entre 6 i 14 m, encara que arriben a assolir els 20 m. La seva alçària més comuna està entre 1,5 i 6 m, podent superar en alguns indrets els 13 m. El recorregut longitudinal està comprès entre uns 40 i 90 m. En alguns casos poden prosseguir algunes desenes de metres amb el terra molt pla, de roca mare, o recobert de grans blocs despresos. Les obertures o conductes d'alimentació suposam que són els responsables, en gran mesura, de la seva formació, per la qual cosa les galeries s'han creat des de baix, dins els materials pliocens, més propers a les falles situades a sota que són les responsables de les sortides dels fluxos hipogènics. S'ha format així un gran volum buit per dissolució de la roca, que ha ascendit també en part per processos d'esfondrament, fins que ha afectat les eolianites pleistocèniques a on la cova adopta una disposició horitzontal. Les parets, sostres i el terra en ocasions estan recoberts per una pàtina negra de manganès que els dóna un aspecte molt fosc (pou Mascarat). La fondària d'aquestes galeries està compresa entre els -19 i -27,5 m; el valor màxim es troba just al fons del Cràter de la galeria homònima (es Dolç Extern).

Hi ha a la cavitat almenys 12 galeries hipogèniques ascendents, clarament diferenciades: a es Dolç Exterior 7 (els 3 pous Amagats, 3 a la galeria del Cràter i 1 al pou de Darrera) i 5 a es Dolç Interior (pou Net, pou Petit, pou Mascarat i 2 a les galeries Paral·leles).

MESOFORMES (d'ordre decamètric a mètric)

Cràter

Podem considerar aquesta morfologia com a una obertura d'alimentació o *feeder*, a escala de mesoforma. L'indret on es troba el Cràter es localitza a -21 m, a la part més pregonada d'una galeria a la qual dona el seu nom. El Cràter consisteix en una depressió de forma troncocònica invertida. S'obre a nivell del terra, amb unes dimensions de 7 x 6 m de diàmetre i davalla 6,5 m a on assoleix els -27,5 m. Semi-ocults per alguns blocs i



Figura 7.2.20: Cràter.
a) Depressió, de 7 x 6 m de diàmetre i 6,5 m de vertical, a on s'assoleixen els -27,5 m i que presenta una forma característica d'embut. Al seu fons, semi-ocults per alguns blocs i pedres, es localitzen diversos punts d'alimentació.
b) Lateral del Cràter.



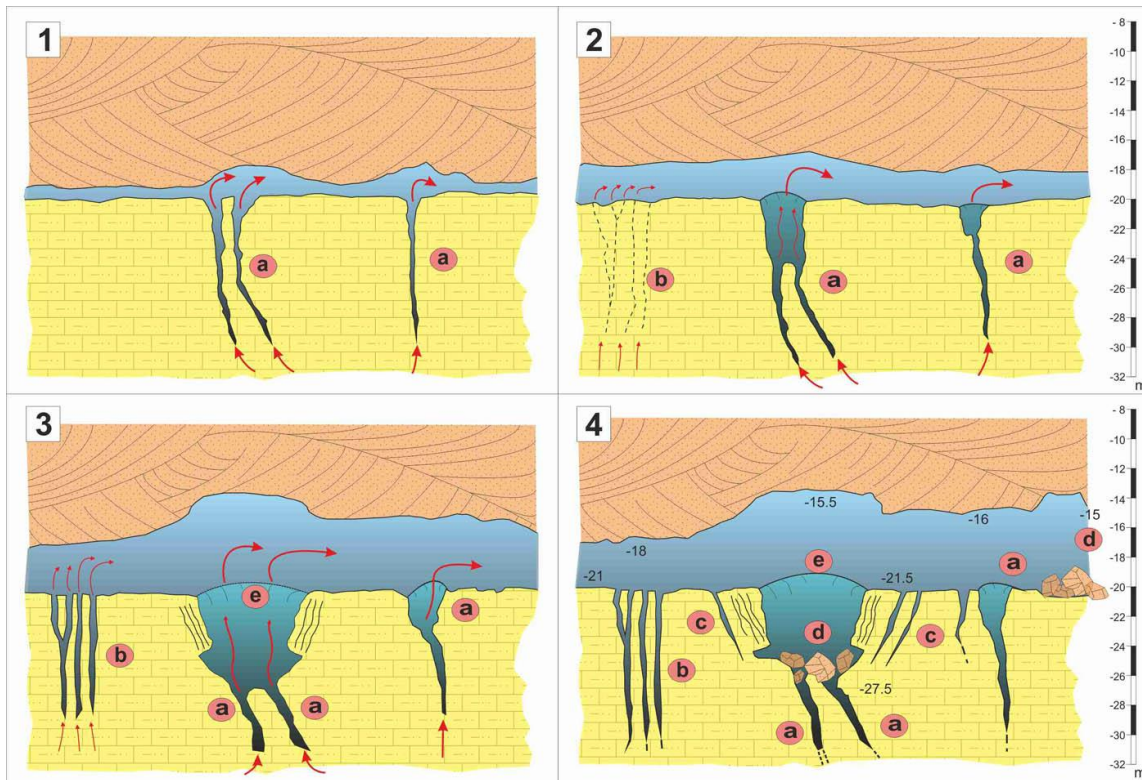


Figura 7.2.21: Hipòtesi de la formació del Cràter. 1) Primers estadis amb sortides de fluids hipogènics a través dels conductes d'alimentació. 2) Eixamplament progressiu de la galeria hipogènica ascendent. 3) Formació del Cràter i d'altres morfologies hipogèniques menors dels voltants. 4) Fossilització de les morfologies, aparició d'esquerdes de descompressió al voltant del cràter i caiguda d'alguns blocs i sediments. (a, conductes d'alimentació; b, cilindres ascendents; c, esquerdes de descompressió; d, blocs caiguts; e, cràter).

pedres, es localitzen diversos conductes d'alimentació impenetrables que es perllonguen i profunditzen de cap al fons. Sembla que han actuat provocant una gran dissolució local de les calcarenites pliocenes que formen el trespòs de la galeria i això ha generat aquesta morfologia. El Cràter pròpiament dit es troba circumval·lat per esquerdes de descompressió que envolten el buit generat i són els que ocasionen l'acumulació de blocs al seu interior (Figs. 7.2.20,21).

El lloc on s'ubica no està afectat per esfondraments, ja que el terra, molt pla i situat a uns -21 m té el trespòs format per roca mare, calcarenites pliocenes d'origen marí, molt blanques i gairebé sense recobrir de blocs caiguts. La galeria, amb aquesta espectacular *forma* de dissolució i altres conductes d'alimentació no posseeix morfologies zenitals dignes de menció.



Figura 7.2.22: Crui o fractura d'alimentació, es perllonga al llarg d'alguns metres i pareix que són llocs per on han ascendit aigües agressives d'origen profund. Galeria Nord.

Cruis o fractures d'alimentació

Són els *feeders* o conductes d'alimentació amb aparença de fractura o esquerda descrits per MERINO & FORNÓS (2010). Arriben a assolir alguns metres de longitud i es perllonguen al llarg d'alguns indrets de les galeries on formen part del trespòl irregular de les mateixes (Fig. 7.2.22). Sembla que a través de cruïes han ascendit aigües agressives d'origen profund. S'han localitzat al terra de les parets de la galeria de les Lloses, galeria Nord i algun indret de les galeries Paral·leles (Dolç Intern), però també a d'altres indrets de la cavitat.

Conductes verticals d'alimentació i Embuts

Són els *feeders* o obertures d'alimentació puntual de MERINO & FORNÓS (2010), que acostumen a presentar a es Dolç una boca d'aspecte d'embut irregular a la part exterior (com un cràter en petit), o bé el·líptica i en alguns casos més o menys

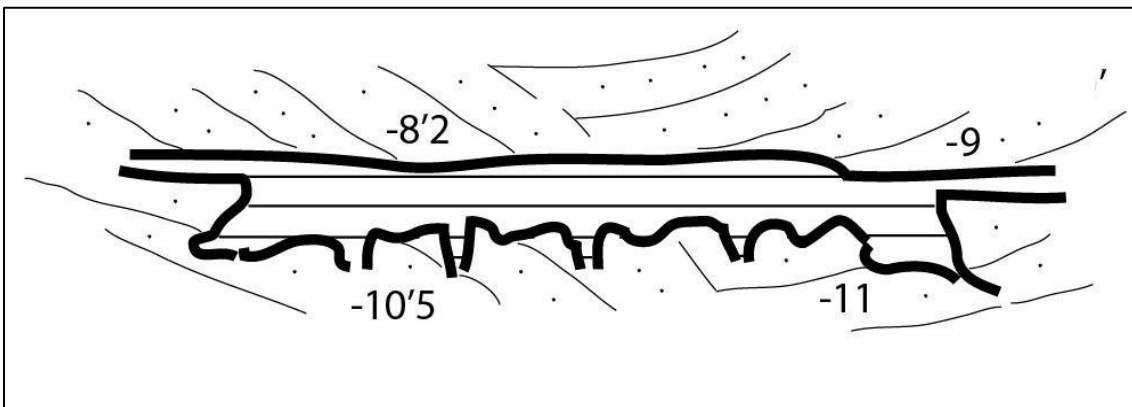


Figura 7.2.23: Galeria Mascarada (Dolç Intern). S'aprecien al terra conductes verticals.

circular, més a l'estil dels que es troben a la cova des Pas de Vallgornera. Les seves dimensions són molt variables anant des d'1,5 m d'eix major fins a uns pocs decímetres. Els de forma d'embut esdevenen progressivament més estrets fins a connectar amb els conductes verticals impenetrables. La part interna dels conductes sol presentar una forma tubular d'aspecte irregular que en vertical es perllonga profusament diversos metres fins no poder-se estimar la fondària que assoleixen (Fig. 7.2.23,24). A causa de la seva profunditat els hem inclòs dins mesoformes. En ocasions es troben parcialment reblerts de sediments. A la part terminal de la galeria de l'Enfàs sembla que aquestes

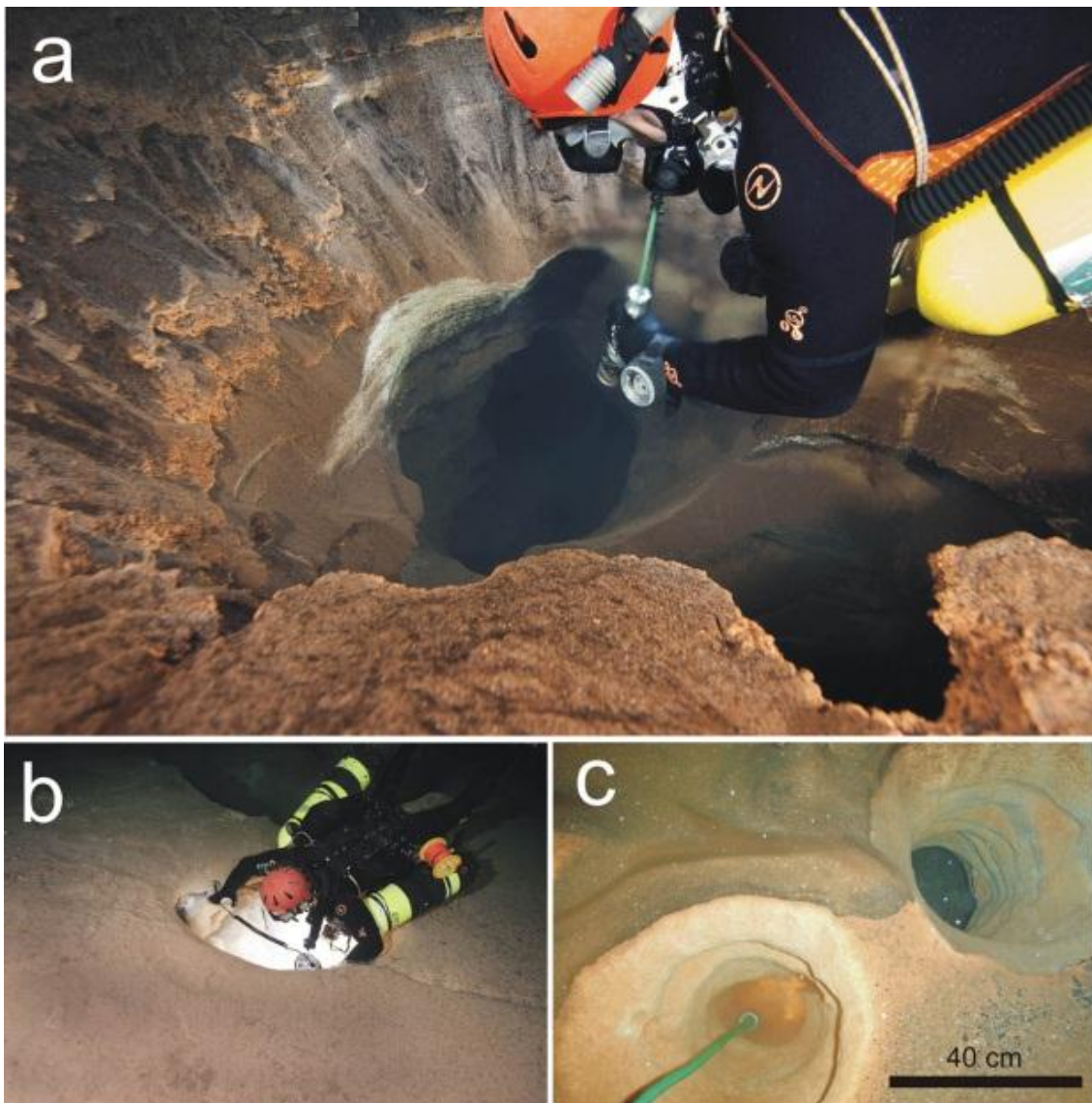


Figura 7.2.24: Conductes verticals d'alimentació i embuts. a) Acostumen a presentar a es Dolç una boca d'aspecte d'embut irregular a la part exterior per fer-se progressivament més estrets fins a connectar amb conductes verticals impenetrables. Galeria de l'Enfàs. b) i c) Alguns, especialment a les calcarenites del Pliocè, són més tubulars. Galeria del Cràter i galeria de les Lloses. (Fotos GNM).

estructures comuniquen amb un nivell inferior de buit. Sovint se situen molt a prop uns dels altres, fins i tot comparteixen el mateix pleistocenes és a on s'aprecien les morfologies més complexes, amb la part superior més oberta, en forma d'embut, mentre que a les calcarenites pliocenes d'origen marí adopten formes menys complexes, però també les mides més grans, com és el cas de la mesoforma anomenada el Cràter situat a la galeria homònima i que s'ha denominat amb aquest nom per les dimensions extraordinàries que assoleix. Tots els altres conductes d'alimentació que es localitzen en aquesta galeria presenten un aspecte molt més tubular, però a escala de microformes, entre 0,4 m i 2 m d'eixos majors, encara que les dimensions més freqüents es troben al voltant d'1 m.

Cilindres ascendants

Són morfologies ascendants de dissolució, que es troben al terra, parets i sostres i afecten fins i tot a grans blocs caiguts que són travessats completament de baix a dalt. En ocasions es presenten grups de cilindres situats pròxims entre si. S'han trobat de més de 2 m de longitud, en quedar seccionat i exposat el cilindre per desprendiment de la massa rocosa parietal. La seva forma és cilíndrica, d'uns 10 a 25 cm de diàmetre i sembla que es manté constant al llarg del seu recorregut, encara que poden

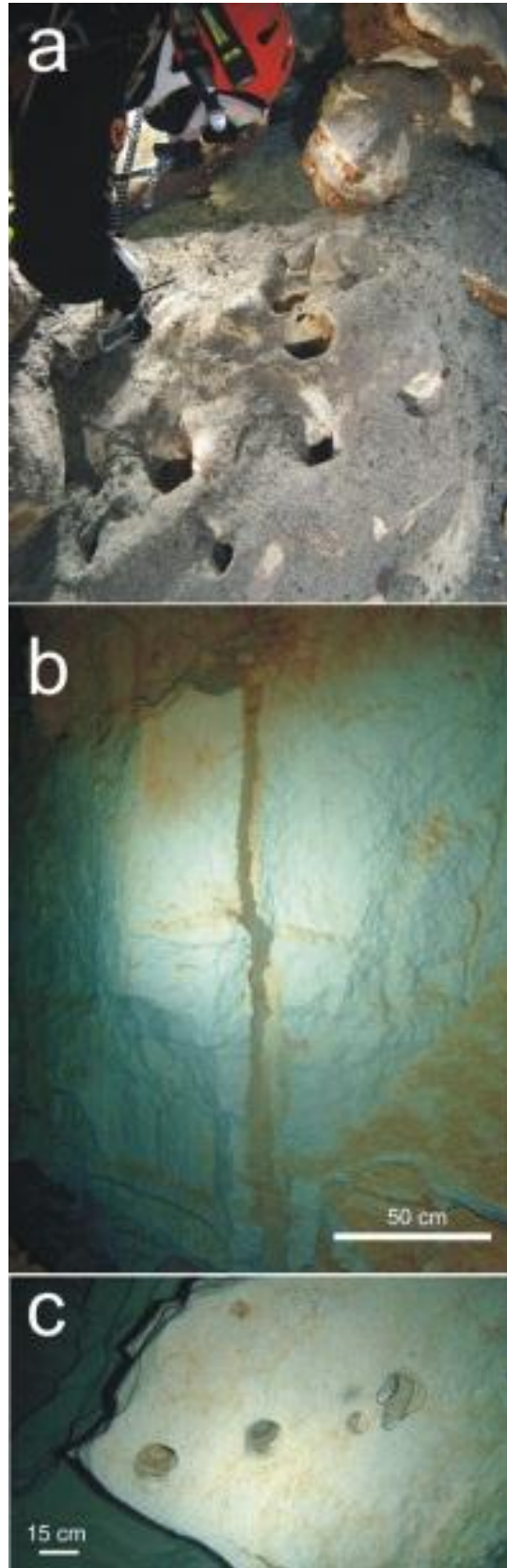


Figura 7.2.25: Cilindres ascendants. Es tracta de morfologies ascendants de dissolució, que es troben al terra (a), parets (b) i sostres (c).



Figura 7.2.26: Punts d'alimentació laterals, morfologies localitzades a les parets de les galeries que es continuen normalment amb canals ascendents de paret i en ocasions amb punts de descàrrega. Conjunt morfològic de flux ascendent a les eolianites de la galeria de les Lloses. (Foto GNM).

anar serpentejant a mesura que ascendeixen (Fig. 7.2.25). Es diferencien dels conductes verticals d'alimentació en què els cilindres són de menor diàmetre.

S'han localitzat als materials calcarenítics pleistocènics d'origen eòlic i també a les calcarenites pliocenes d'origen marí. S'observen tant al Dolç Extern com al Dolç Intern i en alguns casos es troben reblerts per sediments cimentats vermells. Considerem els que s'observen al terra com a obertures d'alimentació i els que es troben al sostre com a punts de descàrrega. El cilindre en si mateix, al llarg del seu recorregut, vendria a ésser un canal ascendent que connectaria els punts d'alimentació que guaiten per la cavitat amb els de descàrrega.

MICROFORMES (d'ordre mètric a centimètric)

Punts d'alimentació laterals (*side feeders*)

Els *feeders* o punts d'alimentació laterals són morfologies localitzades a les parets de les galeries. En alguns casos són forats d'alguns centímetres, petits conductes i en altres indrets fractures de la roca o petits porus, en ocasions de dimensions mil·limètriques, que aprofiten fins i tot fòssils. També poden néixer des dels plans d'estratificació en el cas dels materials pliocens o de la laminació a les eolianites (Fig. 7.2.26).

Canals ascendents de paret (*rising wall channels*)

Aquestes estructures, de dimensions molt variables, surten dels punts d'alimentació lateral (*feeders*) i en ocasions connecten amb punts de descàrrega

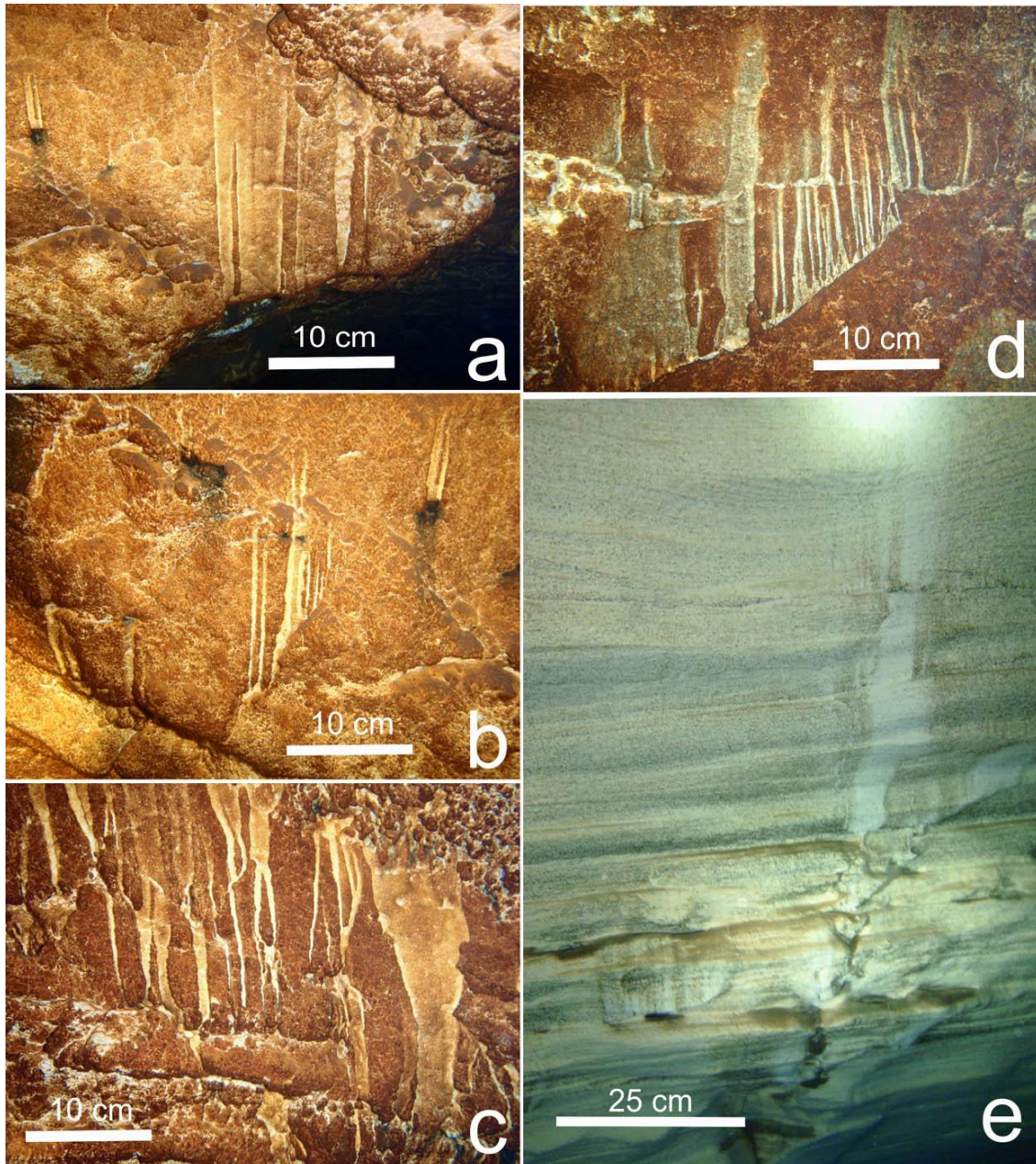


Figura 7.2.27: Els canals ascendents de paret indiquen un flux clarament hipogènic. a), b), c) i d) Canals ascendents a les calcarenites pliocenes dels pous Amagats; e) Canals a les eolianites de la galeria de les Lloses. (Fotos GNM).

(*outlets*), essent per tant formes que indiquen un flux en sentit ascendent (KLIMCHOUK, 2007). Els *rising wall channels*, canals ascendents de dissolució, ja van ser descrits a la cova des Pas de Vallgornera (GINÉS *et al.*, 2008, 2009a, 2009b; GRÀCIA *et al.*, 2009a, 2009b). A partir del punt d'alimentació i per sobre de la boca del *feeder*, es configura un canal o conjunt d'ells que de manera ascendent van desenvolupant-se al llarg de la paret, observant-se sovint com aquests canals se separen

o bé entren en coalescència els uns amb els altres i en ocasions un canal es bifurca per poder-se tornar a solapar posteriorment (Fig. 7.2.27).

A es Dolç, la coloració dels solcs pot esser diferent a la que presenta la paret, fet que ressalta la seva existència i trajectòria. Als pous Amagats solen esser de color més clar que el color superficial de la paret, mentre que al final de la galeria de les Lloses n'hi ha que són de color molt fosc. La seva forma i dimensions van variant d'acord amb l'angle que presenta el pla de la paret respecte a la vertical. En molts de casos, els canals es van difuminant fins que desapareixen sense arribar a connectar amb cap lloc de descàrrega. A més, s'han localitzat una sèrie de conjunts de canals ascendents que es desenvolupen a partir de plans de fractures, que cobreixen en alguns casos amples zones de les parets de les galeries. Es tracta de solcs de mides variables que rarament arriben a presentar dimensions centimètriques en les seves amplada i profunditat, al contrari del que passa amb la longitud que pot superar els 1,5 m. El seu recorregut al llarg dels plans sobreplomats de les parets acaba en alguns casos en una nova esquerda o fractura per on desapareixen, o bé aquesta fractura afegeix i revitalitza el solc amb noves aportacions. S'ha posat en evidència la presència d'aquest tipus de canals ascendents, que en molts casos passa quasi desapercebuda, en alguns indrets de la cavitat. S'han localitzat a es Dolç Extern als pous Amagats, dins materials pliocens. Al Dolç Intern en alguns indrets de la galeria de les Lloses, dins eolianites.

Punts de descàrrega (*outlets*)

Aquestes formes consisteixen en forats, cilindres, porus i fractures que es localitzen al sostre o parets de les galeries. Representen una continuïtat dels *rising wall channels* o canals ascendents de paret. A es Dolç són molt poc abundants, segurament per l'elevada porositat dels materials que conformen la cavitat que ocasiona que els fluxos hipogènics no tinguin llocs preferents de descàrrega, una vegada abocats al buit en sortir dels punts d'alimentació.

Cúpules (*cupolas, bellholles*)

Les cúpules es localitzen al sostre de les galeries amb una forma que pot ser semiesfèrica, allargada o presentar formes mixtes entre ambdues i en ocasions superposades a diferents nivells (Fig. 7.2.28). Les seves dimensions a es Dolç són decimètriques arribant algunes d'elles a ordres mètrics. La seva importància a la cavitat

és molt minsa, ja que són morfologies molt poc freqüents. Actuarien en alguns casos com a formes de descàrrega ascendent (*outlets*). Les més cridaneres de la cavitat són prou diferenciades de les simples cúpules freàtiques.

Morfologies de la zona de mescla litoral

En aquest apartat incloem les formes generades per la dissolució de les aigües a la zona de mescla entre aigües dolces d'origen meteòric i aigua salada que s'infiltra des de la mar. S'ha de tenir ben present que aquestes morfologies poden estar també influïdes per la presència dels fluids hipogènics o bé combinar-se amb les morfologies hipogèniques.

MEGAFORMA (d'ordre quilomètric a hectomètric)

Sistema de cavitats ramiformes amb influències hipogèniques (*ramiform caves*)

Correspon a aquesta categoria morfològica de la franja litoral, la pròpia cavitat en conjunt, és a dir, com a morfologia de dissolució d'ordre quilomètric. Com a megaforma està formada, de forma global, per una sèrie de galeries en declivi, de possible origen hipogènic, amb una fondària màxima de -27,5 m que s'inicien dins dels materials calcisiltítics del Pliocè i ascendeixen, en part per processos d'esfondrament,

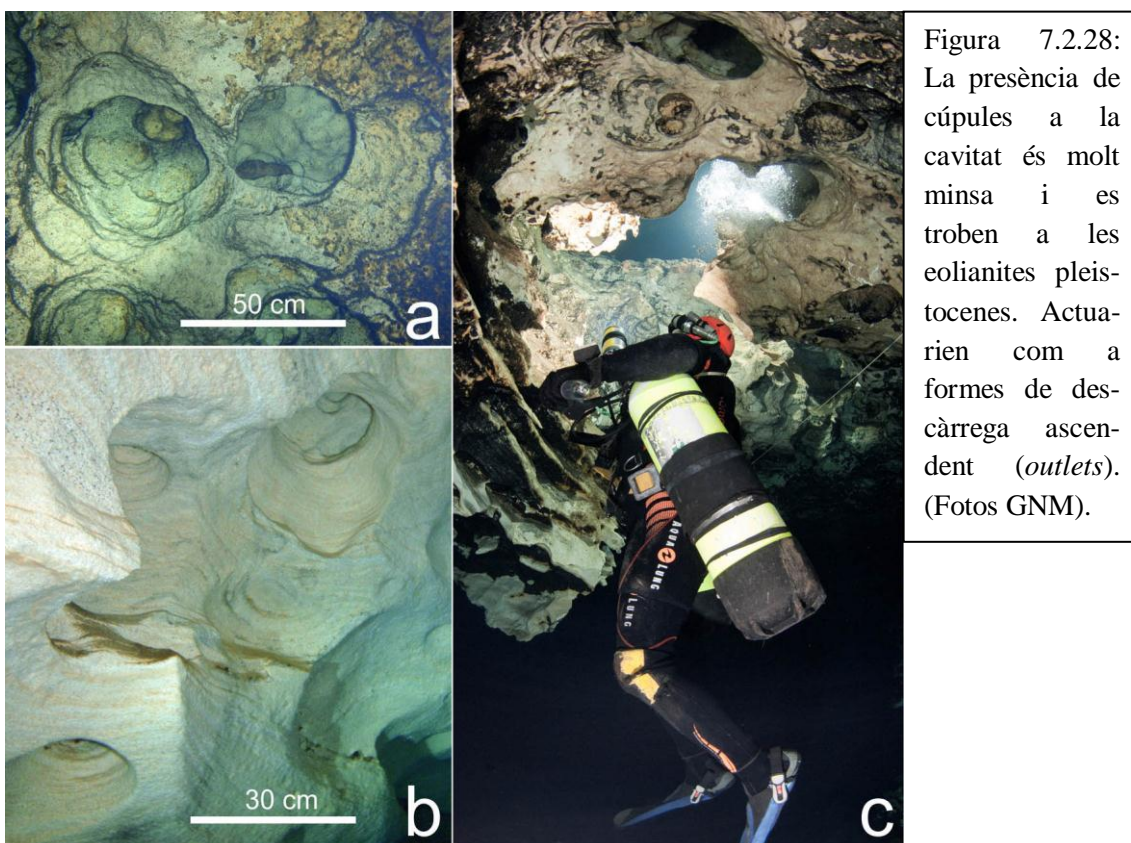


Figura 7.2.28: La presència de cúpules a la cavitat és molt minsa i es troben a les eolianites pleistocenes. Actuarien com a formes de descàrrega ascendent (*outlets*). (Fotos GNM).



Figura 7.2.29: Galeria freàtica de control estructural estratigràfic. Parets molt fosques del pou Mascarat, per estar recobertes de manganès (Foto GNM).

fins a coincidir amb les eolianites pleistocenes. En aquests materials més porosos canvia l'aspecte de la cova, ja que adopta una disposició horitzontal, amb desnivells causats especialment pels esfondraments soferts.

La cavitat, de direcció general NE-SW, sembla que segueix la direcció de fractures profundes, no observables dins la cavitat, per on han sortit els fluxos hipogènics que han dissolt la roca situada al damunt. La litologia i estructura dels materials pliocens i de les eolianites, sense fracturació clara important, ha fet que la cavitat adopti una disposició en planta de caràcter *ramiforme* en el sentit enunciat per PALMER (2007). A les eolianites, la zona litoral de mescla d'aigües ha contribuït a l'espeleogènesi del sistema càrstic, juntament amb un important corrent de drenatge de les aigües subterrànies de cap a la mar que pensam que ha suposat un factor afegit important. Les galeries ascendents hipogèniques s'han anat connectant amb les galeries obertes al nivell superior, en part per la pròpia obertura creada pels fluids ascendents i en part per l'esfondrament de les pròpies galeries inferiors. Així la cova ha crescut de forma tridimensional en dos nivells superposats interconnectats. Tanmateix, sembla que la megaforma està organitzada actuant com a drenatge de les aigües subterrànies de la contrada.

MACROFORMES (d'ordre hectomètric a decamètric)

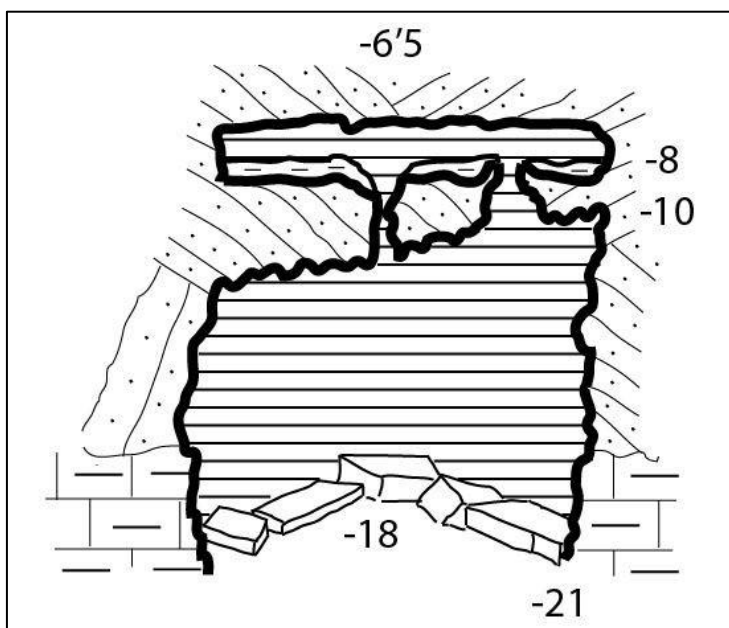
Galeries freàtiques de control estructural estratigràfic (*bedding-plane phreatic passages*)

Les galeries que presenta la cova en general són difícils d'enquadrar dins una determinada tipologia, ja que moltes estan transformades per intensos processos d'esfondraments i podrien ser considerades com a sales i galeries d'esfondrament, ja que les morfologies originals es troben desdibuixades. Però alguns dels trams de la cova, independentment de la litologia a on es troben, es poden catalogar com a galeries freàtiques de control estructural estratigràfic, ja que, sense estar afectades gairebé per les caigudes de materials del sostre, presenten un aspecte generalment molt més ample que no pas alt. La dissolució de la roca ha aprofitat la separació entre les capes d'eolianites o bé ha seguit la laminació d'aquestes i ha generat seccions horitzontals o inclinades seguint l'estratificació de les dunes fòssils, en ocasions d'amplades considerables. No s'aprecien fractures de tipus diàclasis o falles que hagin actuat com a condicionants de les galeries (Fig. 7.2.29).

MESOFORMES (d'ordre decamètric a mètric)

Ponts (*bridges*)

Són molt poc freqüents a la cavitat, encara que n'hi ha un que destaca molt al Dolç



Extern, a la Davallada. Correspon al pis de separació entre dos nivells superposats (Fig. 7.2.30), que actua com a envà horitzontal. La galeria superior, àmplia i relativament baixa, és una galeria freàtica de control estructural estratigràfic. La galeria inferior té un important volum i assoleix

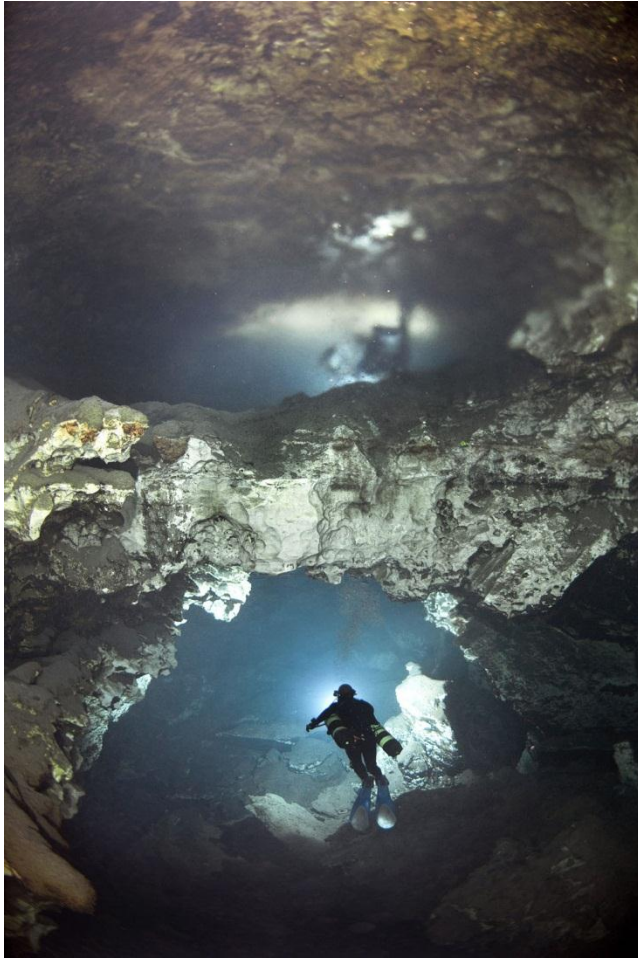


Figura 7.2.30: Pont al Dolç Extern, a la Davallada. Correspon al pis de separació entre dos nivells superposats, que actua com a envà horitzontal. (Foto GNM).

als costats els -21 m. La massa rocosa de l'envà, a la cara inferior, es troba en bastants de llocs afectada per cúpules de possible gènesi hipogènica. En diversos llocs, aquestes cúpules travessen per complet l'envà i tenen sortida a la cara superior del pont. En aquests casos es tractaria de punts de descàrrega del nivell de galeria inferior que es converteixen en conductes d'alimentació del nivell de la galeria superior.

Regates de corrosió (*notches*)

A es Dolç es localitzen preferentment a la galeria de les Lloses.

Facetes (*solution facets*)

A es Dolç es troben molt sovint recobertes de llims vermells. Es localitzen especialment a la galeria de les Lloses (Fig. 7.2.31). L'alçària entre la part superior de les facetes i la inferior és de l'ordre d'entre 30 cm i 1,5 m.

Morfologies espongiformes (*spongework*)

A es Dolç Intern, estan presents aquestes morfologies especialment a la galeria de l'Enfàs, en alguns trams de les galeries Paral·leles i en alguns llocs molt concrets de la galeria de les Lloses (Fig. 7.2.32).

Conductes seminals o iniciadors

Presentes a molts d'indrets de la cavitat.

Figura 7.2.31: Facetes de la galeria de les Lloses. Estan formades sobre eolianites recobertes d'una prima capa de llims vermells. (Foto GNM).



MICROFORMES (d'ordre mètric a centimètric)

Pinacles (*cers*)

A la cavitat són més aviat escassos i molt localitzades preferentment a les eolianites pleistocèniques. Sembla que s'hagin generat per dissolució diferencial de masses de roca mare i no per desmantellament d'envans entre galeries paral·leles. La seva alçària a es Dolç està compresa entre 60 cm i 1,5 m.

Penjants (*rock pendants*)

Es troben al sostre d'algunes de les galeries des Dolç, però localment són molt

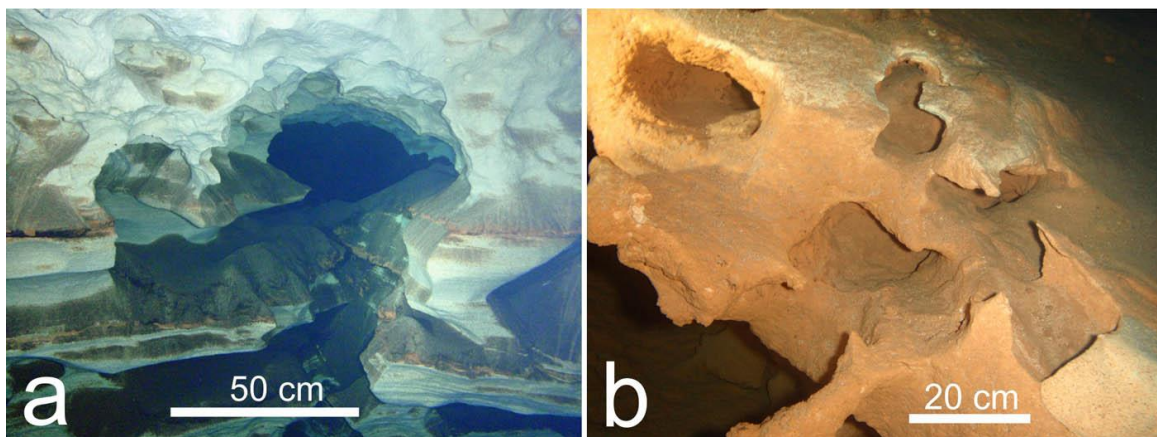


Figura 7.2.32: La combinació de diferents morfologies de dissolució positives i negatives configuren un aspecte molt càdric del que es coneixen com morfologies espongiformes. a) eolianites pleistocenes. b) llims vermells pleistocens. (Fotos GNM).

nombroses, especialment a zones a on es troba l'actual haloclina. Sembla que es troben en ple procés de formació i evolució. Aquestes morfologies de relleu positives presenten unes mides que van des de centímetres a poc més de 1,5 m (Fig. 7.2.33). Al Dolç Extern es troben especialment al pas de les Dents, que rep el nom dels penjants que caracteritzen l'indret. Al Dolç Intern són especialment abundants a les galeries Paral·leles, a on marquen perfectament la divisòria que suposa l'haloclina. A la galeria de les Lloses n'hi ha també algun de bones dimensions. La roca que forma els penjants és eolianita, encara que alguns d'ells tenen part de l'estructura formada també per llims vermells.

Esperons (*rocky jags*)

A es Dolç són molt poc freqüents.

Concavitats poc marcades (*subdued pockets*)

A la cova, en alguns llocs, ben igual que els tupins, es presenten alineats seguint preferentment la laminació de les eolianites. Als materials del Pliocè es troben sovint a les calcisiltites d'origen marí que són més poroses que no pas als materials més durs calcarenítics situats a sobre.

Tupins de paret, sostre i pis (*wall pockets, ceiling pockets, floor pockets*)

A es Dolç es localitzen repartits per tots els sectors de la cavitat, encara que són més abundants als materials pleistocens que no pas als pliocens. És molt interessant la distribució lineal dels tupins i la relació que presenta amb la laminació de les eolianites. A moltes localitats es pot observar que ha estat un factor preferent a l'hora de la dissolució dels materials, de forma que es veu tot una alineació dels tupins seguint aquesta laminació, fins a superposar-se lateralment moltes d'aquestes morfologies. En aquests casos, es poden superposar de tal manera que creen una espècie d'encadenament de tupins i concavitats que poden arribar a formar regates o terrasses horitzontals o inclinades seguint la laminació i que profunditzen més o menys dins la roca (Fig. 7.2.34). No són més que les laminacions que estan remarcades i profunditzades per l'acció de la corrosió. També s'han observat, però presentant una disposició caòtica, als llims vermells pleistocens, arribant a formar en algunes ocasions una espècie de morfologies esponjoses a escala de microformes.

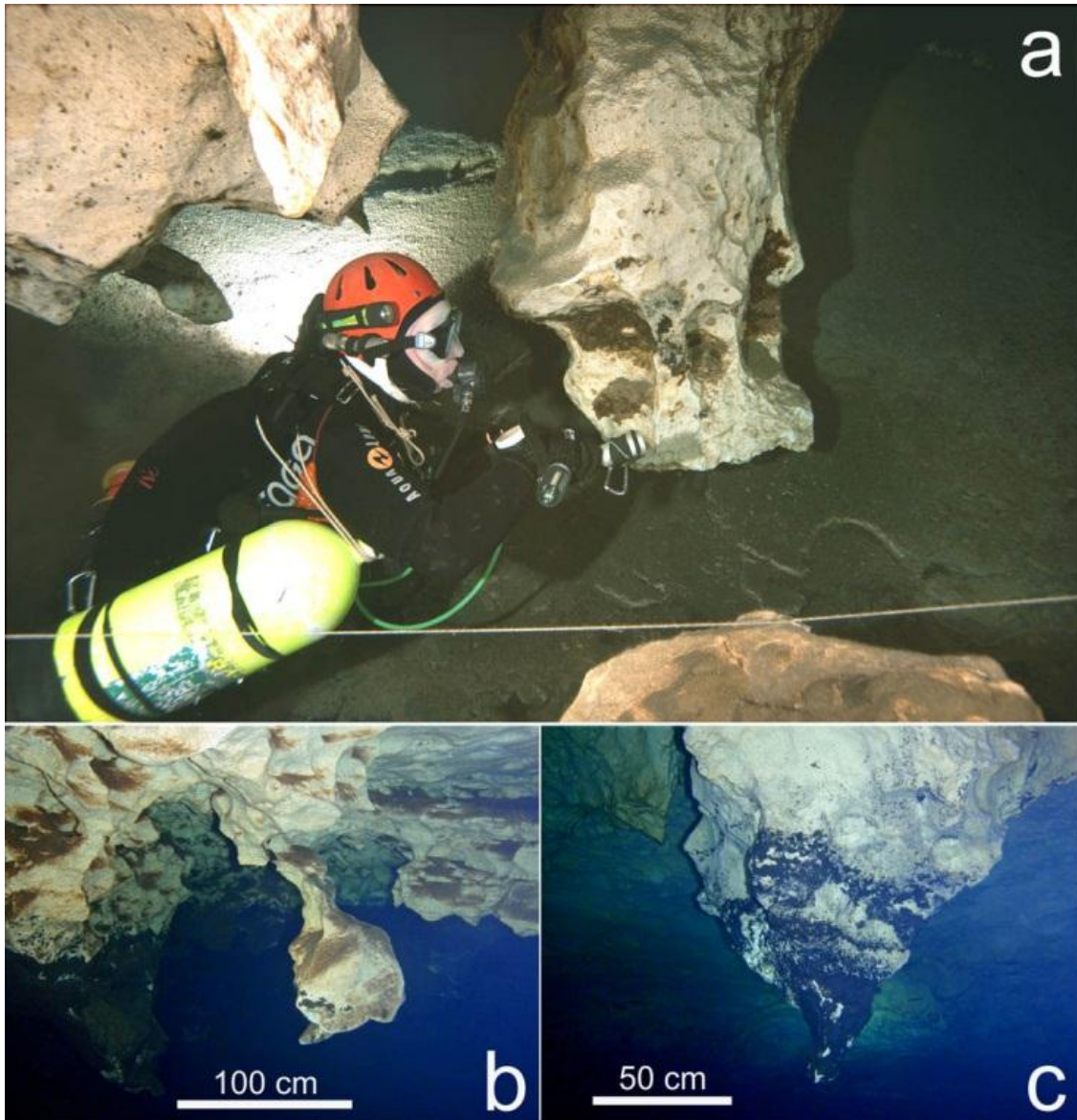


Figura 7.2.33: Penjants generats a les eolianites. Són molt nombrosos al sostre de les zones a on es troba l'actual haloclina. a) pas de les Dents, b) galeries Paral·leles i c) galeria de les Lloses. (Fotos GNM).

Canals subverticals de dissolució (*wall combs*)

Aquests solcs, separats per crestes suaus, sense caires, es desenvolupen damunt de les facetes i tenen una separació entre crestes o valls dels canals que supera els 20 cm.

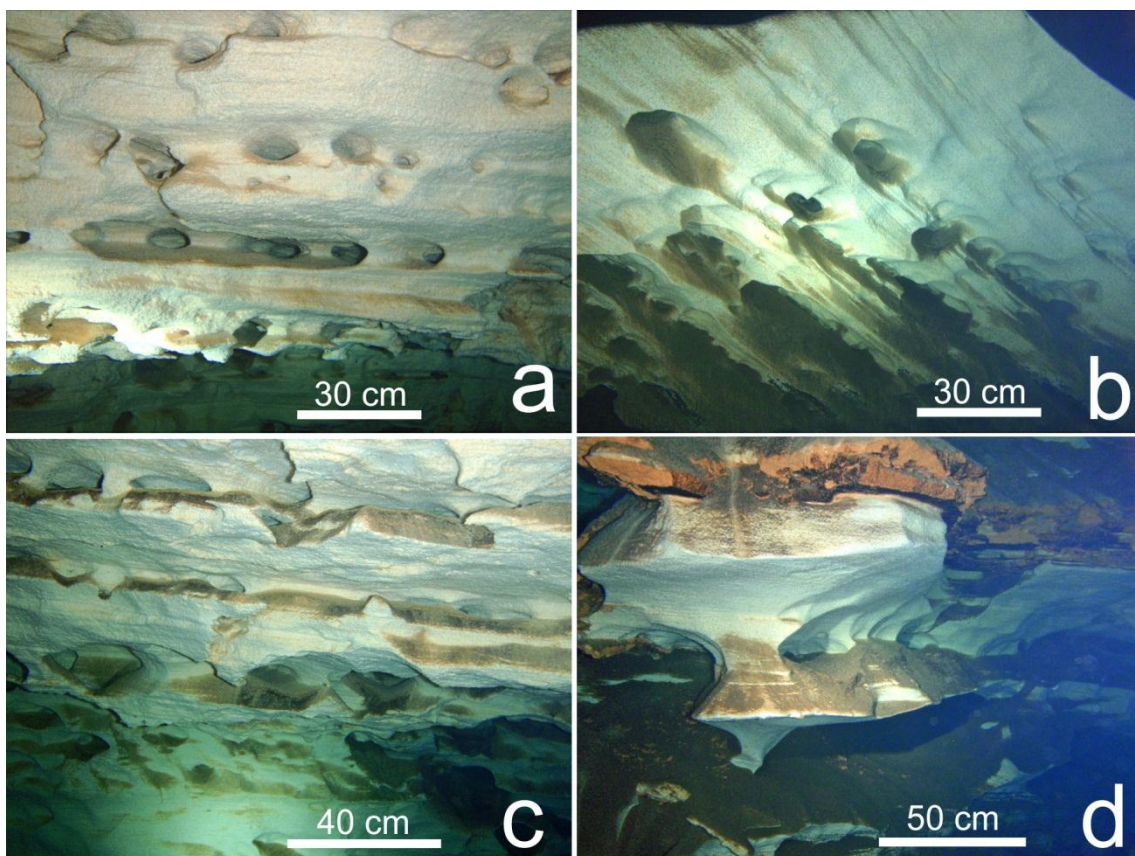


Figura 7.2.34: a), b) Els tupins es distribueixen linealment en funció de la laminació de les eolianites, factor preferent a l'hora de la dissolució dels materials. c) En alguns casos a on es superposen lateralment, poden arribar a formar terrasses horitzontals o inclinades seguint la laminació (d). (Fotos GNM).

Els espeleotemes

La seva absència és, llevat de poques excepcions, un dels trets més distintius de la cavitat, ja que són molts pocs els indrets on hi són presents. Només constitueixen una característica definitiva els pocs, però bells i localitzats, de la sala de l'Estalagmita al Dolç Intern. Encara que no se'n trobin gairebé enlloc d'es Dolç, no és motiu per pensar que en altres èpoques no hi fossin més presents. De fet, hi ha restes de colades estalagmítiques parietals molt descalcificades i destruïdes per la corrosió a diferents localitzacions, com és la galeria de les Lloses (Fig. 7.2.35). També s'han trobat espeleotemes petits, especialment estalagmites i restes de colades a algunes de les galeries Paral·leles, quasi sempre de colors foscos. A les mateixes galeries s'aprecia com han crescut els exigus recobriments parietals i zenitals a partir de la laminació de les eolianites. Al pou Mascarat s'observen algunes estalactites negres. Tot això recorda



Figura 7.2.35: Restes de colades estalagmítiques parietals molt descalcificades i destruïdes per la corrosió, a la galeria de les Lloses (Foto GNM).

al que ocorre a la cova des Coll, a on la corrosió ha fet desaparèixer els espeleotemes i només queden algunes minses evidències de la seva existència.

Les sales d'esfondrament

La presència de grans blocs i lloses caigudes pels processos de reajustament per assolir l'equilibri mecànic de sostres i parets, constitueix una de les característiques més definitòries d'es Dolç (Fig. 7.2.36,37) i ha contribuït a originar caòtiques sales



Figura 7.2.36: Sala dels Blocs; l'aspecte més definitori són els grans blocs irregulars caiguts (Foto GNM).

d'esfondrament o *collapse chambers* (GINÉS, 2000), encara que de dimensions més aviat modestes si les comparam amb altres cavitats clàssiques del Migjorn de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2011b). Les eolianites i materials vermells llimosos quaternaris per on es desenvolupa la cavitat encara afavoreixen més aquests processos, degut a la menor resistència de la roca en comparació amb les calcàries mesozoiques de les serralades o als materials miocènics de les plataformes tabulars del Migjorn i Llevant. Les pròpies entrades al sistema càrstic no són més que esfondraments parcialment reomplerts d'arenes actuals.

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

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

Els sediments

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

Els materials propis de la dinàmica sedimentària de la cavitat consisteixen en nivells arenosos fins, amb grans carbonatats probablement procedents del rentat mecànic i de la desagregació de les eolianites que formen les parets i sòtil de la cova. Els nivells molt llimosos de color vermellós, que a part de minerals de les argiles incorporen elevades quantitats de quars, correspondrien a elements procedents de la infiltració des de la superfície.

Un fet característic de la cavitat són les importants acumulacions de dipòsits obscurs formats per materials fins (llims i argiles), on hi dominen els fil·losilicats com a elements mineralògics principals; també hi ha quars i la composició carbonatada és força variable. L'anàlisi química d'aquests nivells indica la presència d'importants quantitats de ferro i especialment manganès, que pot arribar a valors del 40%. Aquests

sediments es troben al Dolç Intern a la galeria de l'Enfàs, al pou Petit, al pou Mascarat i zones de la galeria Nord, així com a bastants de trams de la galeria de les Lloses, llevat de les zones finals. Al Dolç Extern, als pous Amagats i zones de la galeria del Cràter. Puntualment són visibles alguns cons d'acumulació de cristalls de calcita flotant. Per altra part és freqüent a les parets la presència de nivells amb recobriments testimonials de llims vermells formats per fil·losilicats i elements silícics probablement associats a la introducció de materials fins en moments d'avingudes importants.

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

Restes arqueològiques

S'ha recuperat dins la cavitat una àmfora del tipus MGS V, també denominada grecoitàlica arcaica de la variant LWa. La cronologia d'aquest tipus de produccions oscil·laria entre finals del segle IV i inicis del III aC. (Consultar Capítol 20).

Part faunística

FAUNA MARINA

Invertebrats no artròpodes

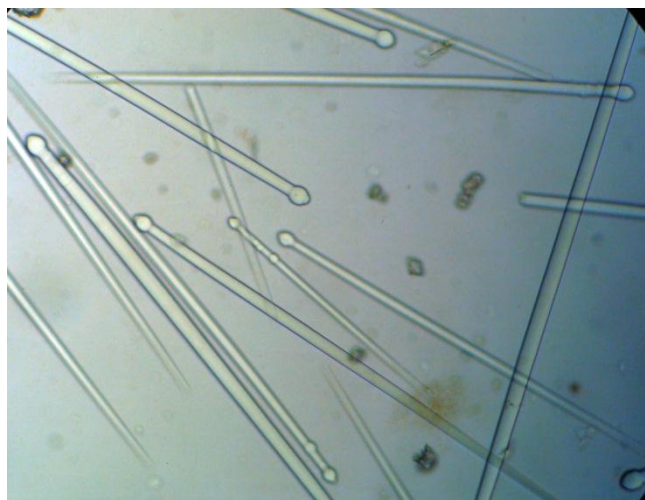
La zona més propera a la mar (Dolç Extern) presenta zones molt influenciades per la mar, com són l'Esfondrat des Dolç, el laminador del Corrent i la galeria del Llop. Espècies marines, però que els hi agrada freqüentar les zones més properes a la mar de les cavitats són habituals al Dolç. Així, dues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

Suberites carnosus incrustans Topsent 1900 és una esponja d'uns 4 x 4 cm de diàmetre, de color blanc en alcohol i groc en viu. Incrustant de fins a 0,5 cm de gruix. La superfície és uniforme, microhispida a la lupa, i reté quelcom de fang fi. La consistència és compacta i es fracciona al ser doblegada. L'òscul és petit i visible (ca. 1 mm de diàmetre) i sobresurt en forma de conus de la superfície. Sense ectosoma

separable, ja que està travessat per multitud de puntes dels tilostils ectosòmics. Les espícules: tilostils de 220-850 x 4,4-15,4 µm de mida. Rectes o molt poc corbats, una mica fusiformes, amb el cap ben marcat, arrodonit o quelcom trilobulat i el coll una mica més estret que la tija (Fig. 7.2.38). Vesícula axial conspícua formada per petits grànuls. La disposició esquelètica: tilostils amb la base avall i la punta cap a munt, formant feixos paral·lels, amb els petits situats pròxims a la perifèria. Feixos d'espícules desordenats a la part basal de l'esponja. La seva distribució coneguda és de les costes meridionals de l'Atlàntic Nord i Mediterrània occidental. Viu en fons rocosos a partir d'una certa fondària (cap als 30 m) fins als 300 m, encara que en condicions particulars es pot trobar des de 5 m. Suporta bé la sedimentació. Es coneixen tres formes de creixement, globular pedunculada (*S. carnosus carnosus*), ramosa (*S. carnosus remous*) i formant incrustacions o recobriments sobre el substrat (*S. carnosus incrustans*). La forma incrustant es troba amb freqüència en coves litorals. A es Dolç penetra uns 300 m i s'ha vist al laminador del Corrent i a la galeria del Llop (Figura 25).

Protosuberites cf. *ectyoninus* (Topsent 1900), de sinonímia: *Laxosuberites ectyoninus* Topsent 1900 és una esponja d'1 cm de diàmetre, incrustant però amb un cert engruiximent a la zona central on se situa l'únic òscul, al final de una protuberància cònica. Color blanc brut (Fig. 7.2.39). Superfície irregularment hispida amb abundant sediment atrapat entre les espícules. Sense ectosoma separable del coanosoma. Un tall longitudinal mostra els canals exhalants que transcorren per la part basal fins arribar a una cavitat central, que desemboca en l'òscul a través d'un canal central exhalant de 1-1,5 mm de diàmetre. Les espícules: tilostils rectes o poc corbats, amb el cap arrodonit, gens fusiformes, amb el major diàmetre de la tija a l'alçada del coll de la espícula. Mesuren 185-670 x 4,5-10 µm. Les espícules de les esponges d'es Dolç són més

Figura 7.2.38: Tilostils grossos i petits amb inflaments secundaris de *Suberites carnosus incrustans* deguts a una alta concentració de silici a l'ambient.



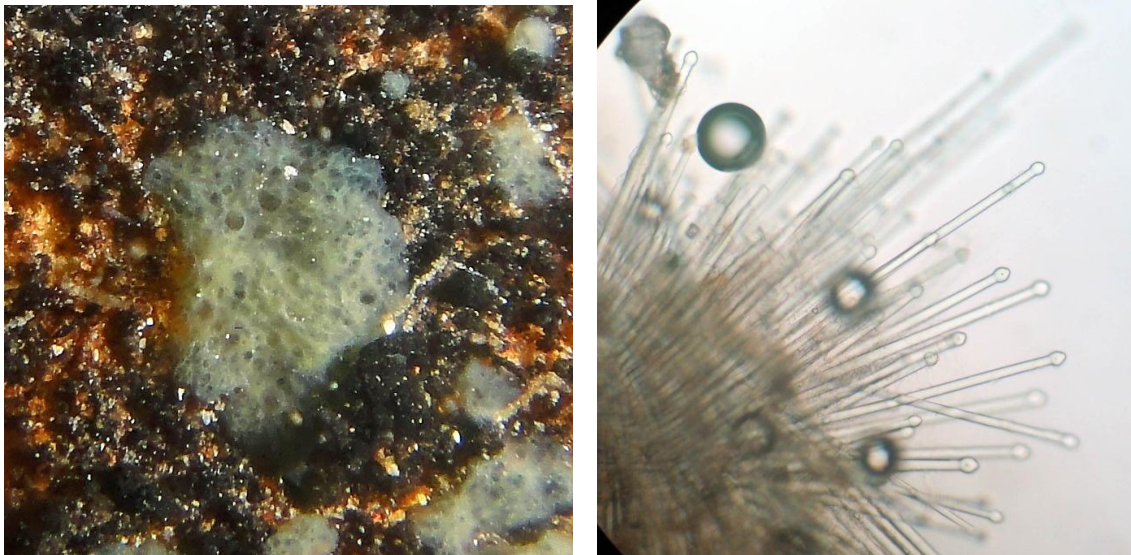


Figura 7.2.39: *Protosuberites* cf. *ectyoninus*, esponja d'1 cm de diàmetre, de color blanc brut. És una espècie incrustant, però amb un cert engruiximent a la zona central on se situa l'únic òscul. Espècie Molt abundant al Dolç. Feix de tilostils amb les espícules divergents. (Foto GNM).

robustes que en els individus d'altres llocs, el que pot ser degut a una major concentració de silici als sediments o bé a l'aigua dolça que envaeix la cova. La disposició esquelètica: tilostils formant feixos amb la base en el substrat que acaben divergents i que travessen la superfície de l'esponja. Els més petits se situen a la zona més superficial. La distribució coneguda: s'ha descrit a tota la Mediterrània occidental i central i a tot el Mar Egeu. A l'Atlàntic Nord s'ha trobat tan sols a les costes de Gran Bretanya i Irlanda. Viu recobrint tiges d'algunes espècies més profundes de l'alga *Cystoseira*, pedres, roques, espècies de l'ascidi *Microcosmus* i qualsevol organisme amb exo-esquelet que sobresurti del sediment. També ha estat citada, encara que ocasionalment, a coves sublitorals. Pot arribar a viure fins a 600 m de fondària, sempre recobrint algun altre organisme. A la cavitat és extraordinàriament abundant al laminador del Corrent i a la galeria del Llop, a on recobreix parets, sostres i el terra i penetra dins la cavitat fins a uns 400 m cap a l'interior (Fig. 7.2.41).

Invertebrats artròpodes

S'ha observat el decàpode *Carcinus aestuarii*, anomenat popularment cama-serrada, cranc d'herba o de fang, a més d'un centenar de metres de l'entrada (Fig. 7.2.41), damunt del sediment del laminador del Corrent. És un endemisme mediterrani que a les Balears forma poblacions molt localitzades. És una espècie característica

d'ambients bentònics de fang a albuferes, ports i desembocadures de rius i torrents. Es tracta d'una espècie molt resistent que viu sense gaire problemes en ambients eutrofitzats (GARCIA, 2007). Un altre decàpode, *Palaemon serratus*, tot i ésser una espècie marina, ha estat observada fins a la galeria de les Anguiles, a més de 800 m de la mar.

Vertebrats

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

FAUNA ANQUIHALINA

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

El descobriment més sorprenent i interessant ha estat la troballa de nombrosos exemplars del crustaci misidaci *Burrimysis palmeri* Jaume & García, 1993, que presenta regressió de l'aparell ocular i amb el cos totalment despigmentat (Fig. 7.2.40). Fins ara l'espècie només es coneixia de la cova des Burrí, cavitat de l'illa de Cabrera, a uns 22 km de distància d'es Dolç, amb presència d'un llac anquihalí, per la qual cosa era considerada gènere i espècie endèmica de Cabrera. L'espècie és molt abundant al Dolç Exterior, especialment a la galeria del Llop i també, encara que amb molt menys freqüència, al Dolç Interior, a la galeria de les Lloses, a la sala dels Blocs i a la sala de l'Estalagmita (Fig 7.2.41). Tots els exemplars han aparegut per davall dels -6 m de fondària, això són, les zones de major salinitat de l'aigua, amb valors propers a l'aigua marina. S'han observat molts exemplars nedant, sempre per davall de l'haloclina i també propers al fons de les galeries..



Figura 7.2.40: Crustaci misidaci *Burrimysis palmeri*, que fins ara només es coneixia de la cova des Burri, cavitat de l'illa de Cabrera (Foto GNM).

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

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

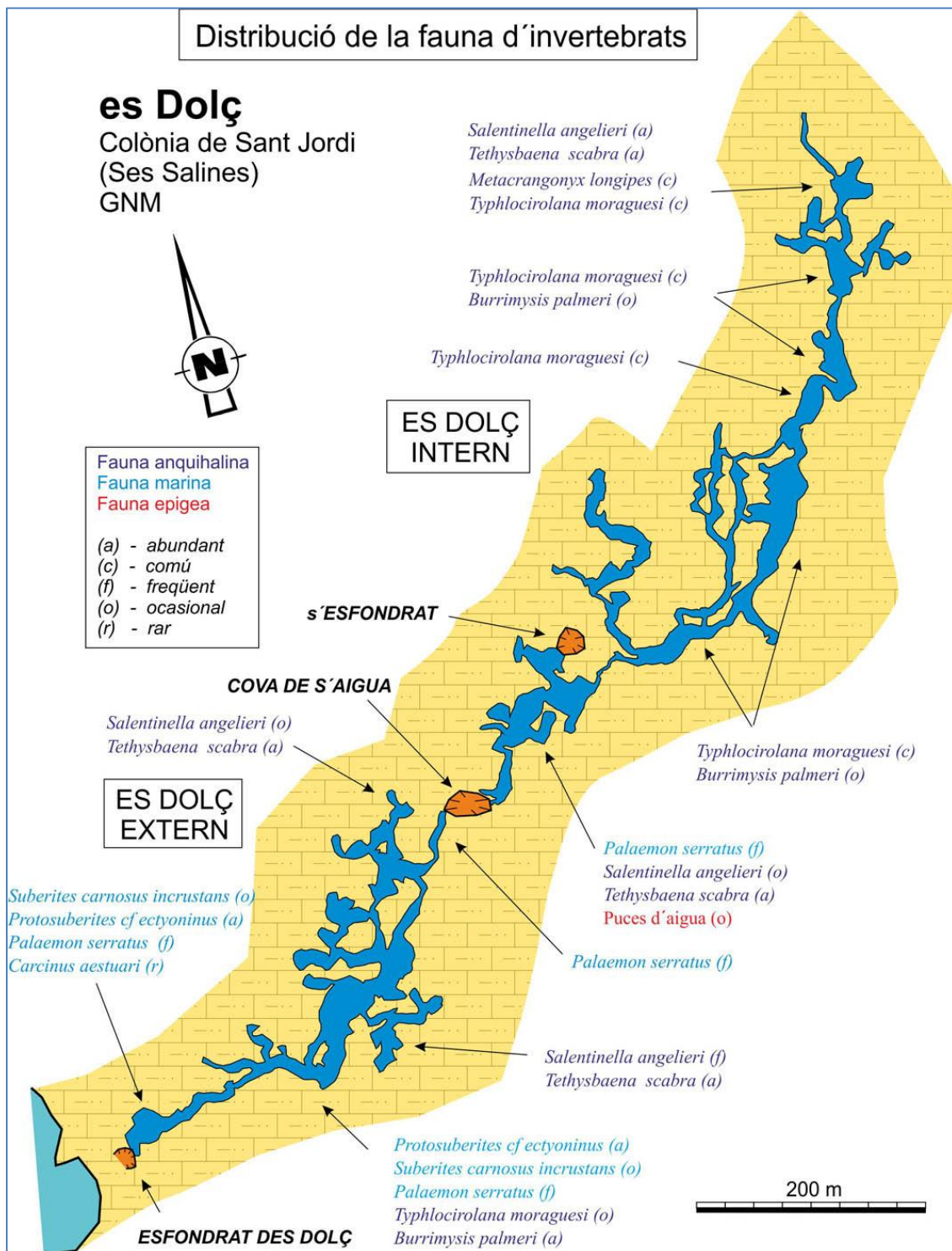


Figura 7.2.41: Distribució dels invertebrats.

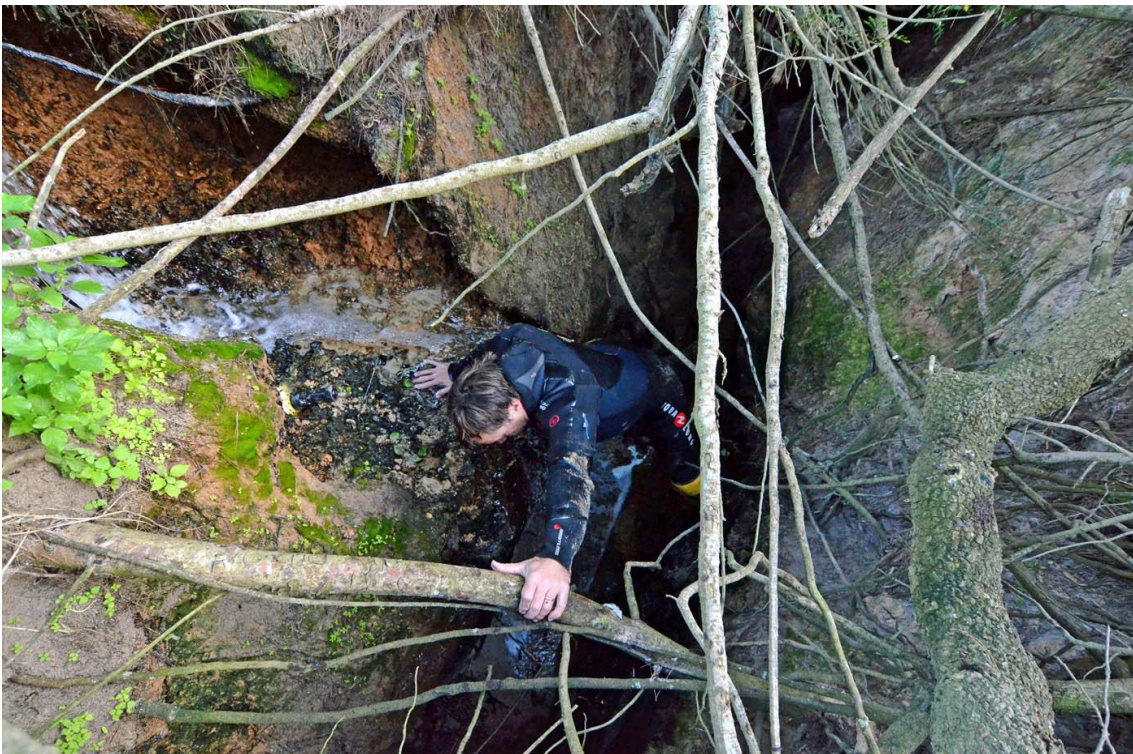


Figura 7.2.42: La depuradora de la Colònia de Sant Jordi aboca les aigües dins la cova de s'Aigua. L'insuficient tractament de depuració de les aigües està provocant la contaminació de la cavitat, que actua com a conducte directe de cap a la platja des Dolç. Fotos GNM.

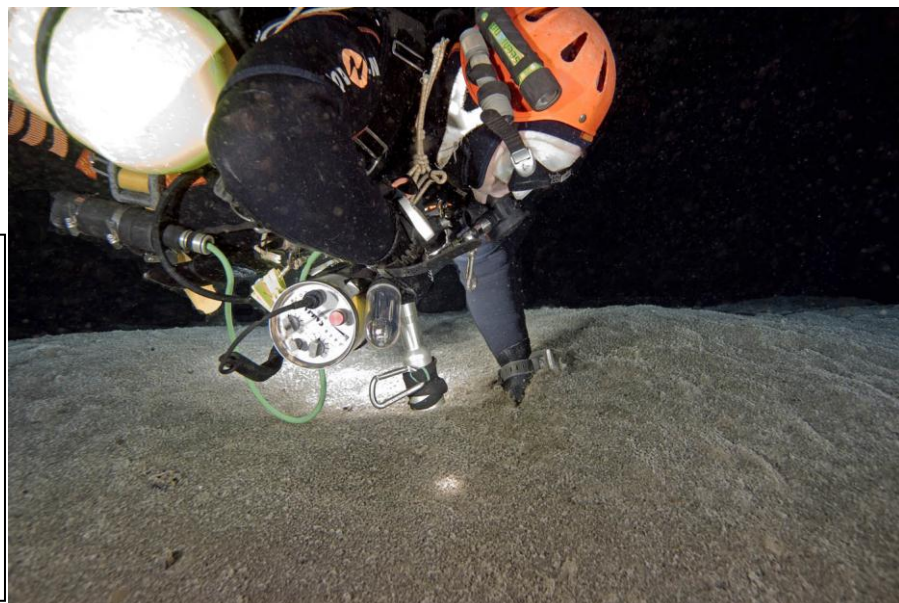
Conservació de la cavitat

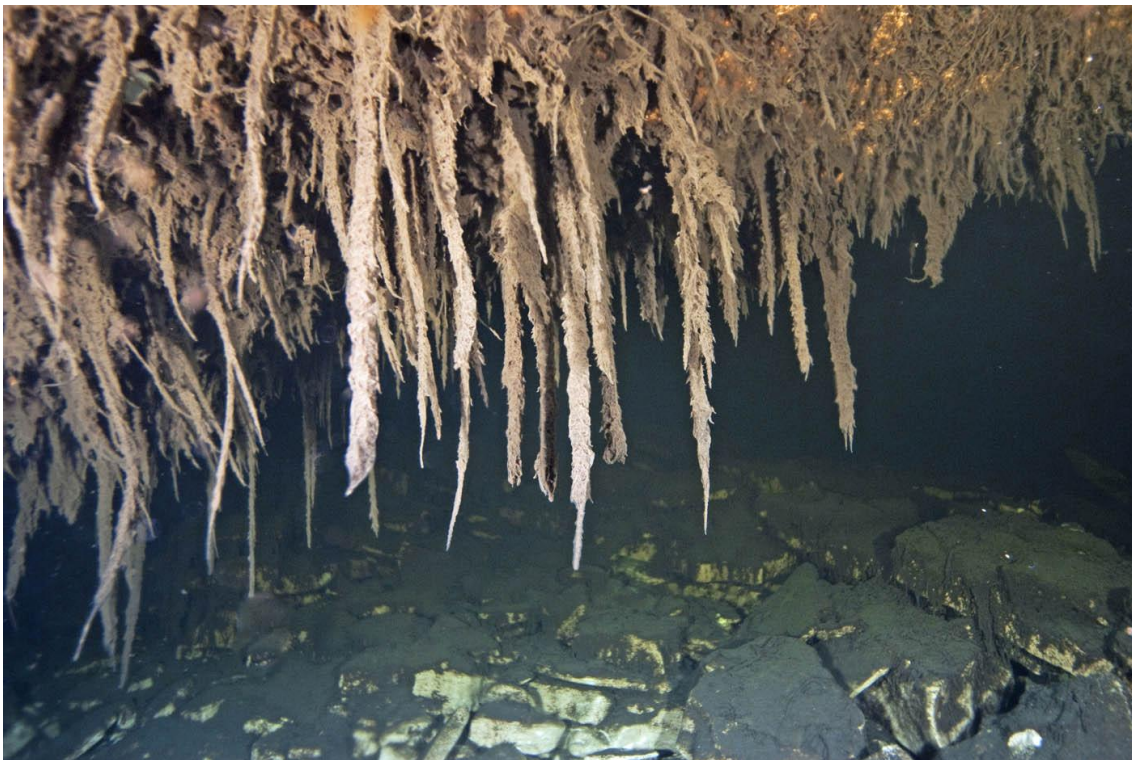
Les aigües de la bassa de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi, llevat dels dies que s'empren per regar els camps, s'introdueixen dins la cova per un dels costats de l'esfondrament que constitueix la cova de s'Aigua (Fig. 7.2.42). L'aigua, els mesos d'hivern, quan la població és escassa, sembla que té una depuració correcta, ja que flueix transparent i inodora. Però, malauradament no ocorre el mateix al llarg de tot l'any. Es Dolç Extern i part d'es Dolç Intern es troben a molts de llocs recorreguts per les aigües mal depurades i recoberts de sediments d'origen fecal. No és aconsellable la immersió dins la cova els mesos d'estiu per la poca visibilitat dins la cova i per motius de salut de l'escafandrista. La gran quantitat de residents que estiuegen al nucli urbà, unit al de turistes que s'allotgen als hotels i apartaments, fa créixer de forma exponencial la població urbana.

El deficient tractament de les aigües per part de la depuradora, segurament per no poder tractar un volum d'aigua residual per damunt de la seva capacitat, és un fet inqüestionable. La contaminació assoleix uns nivells tan elevats el mes d'agost que fins i tot els llacs de la cova de s'Aigua tornen pútrids. L'aigua dolça contaminada, degut a la menor densitat es manté per damunt de la salada i penetra dins es Dolç Intern fins a contaminar també la sala de les Anguiles i el llac de l'Esfondrat. La resta d'es Dolç Intern no es veu afectada per les aigües contaminades per mor del drenatge de les aigües subterrànies que circulen en sentit a la mar, i que impedeixen que entrin més endins.

Les galeries i sales més afectades per la contaminació són el laminador del Corrent, la galeria del Llop, l'accés al pou de Darrera, la galeria Rectal i part de la

Figura 7.2.43: Sediments orgànics d'origen antròpic que superen en alguns indrets el metre i mig de gruix. Galeria del Llop (Foto GNM).





Figures 7.2.44,45: Agregats de bacteris i matèria orgànica que s'aglutina al sostre de la cavitat i que recorden, per la forma, estalactites. Arriben a assolir unes dimensions superiors al 1,5 m de longitud. Galeria del Llop (Foto GNM).

galeria de les Anguiles. A més a més d'una aigua pútrida amb molt poca visibilitat o ben bé nul·la, el recobriment per sediments orgànics supera en alguns indrets el metre i mig de gruix (Fig. 7.2.43). Una pàtina de bacteris i matèria orgànica refereix les parets i sostres i fins i tot s'aglutina en forma de agregats que recorden, per la forma, estalactites que arriben a assolir unes dimensions superiors als 1,5 m de longitud (Figs. 7.2.44,45). També els sediments fecals queden recoberts en molt d'indrets per fongs blancs que entapissen el terra. A més a més, la cova actua com a una gran canonada que emet les aigües directament a la bassa des Dolç, vora la platja des Dolç, situada a pocs centenars de metres de la Colònia de Sant Jordi (Fig. 7.2.1).

Gràcies als estudis que s'han fet a la cavitat el GOB ha interposat una denúncia a la fiscalia per l'abocament de les aigües de la depuradora que han tingut ressò a la premsa. Fets significatius susceptibles d'esser considerats delictes continuats contra el medi ambient i la salut de les persones. La gestió de la depuradora correspon al Govern, a través d'Abaqua. S'ha parlat i mostrat imatges des Dolç, que formen part dels estudis d'aquesta Tesi, en el Parlament Europeu, dins els problemes que afecten a les illes relacionats amb el Pla Hidrològic de les Illes Balears (PHIB) i concretament al de contaminació dels aqüífers.

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

**PART III. CAVITATS LITORALS DEL
LLEVANT I MIGJORN DE MALLORCA
AMB CONTINUACIONS SUBAQUÀ-
TIQUES**

**Capítol 8. CAVITATS LITORALS DEL MIGJORN
ORIENTAL**

8.1. LA COVA DELS ASES (Felanitx)

Situació geogràfica

La boca, situada a uns 18 m snm, es troba a la possessió de Sa Punta, al costat d'un revolt del camí que du de l'Algar cap a cala Murada i està oculta darrera unes mates. Una altra entrada, vertical i molt amagada per la garriga, permet penetrar incòmodament i directa a la sala dels Ossos. A l'altura del Penyal Roig, ubicat a s'Algar, es troba la tercera via d'accés, aquesta vegada per una entrada submarina que constitueix una captura càrstico-marina (Figs. 8.2 i 8.7).

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

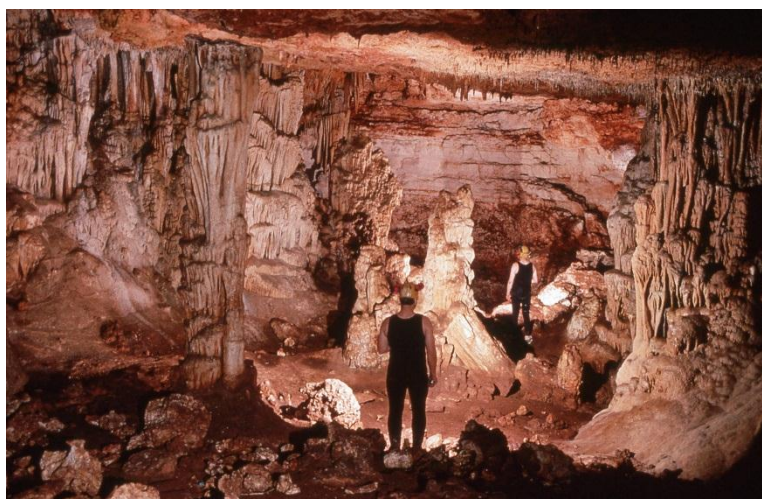
Diferents vestigis trobats a la sala d'Entrada, així com a la veïna cova de ses Figueres, evidencien que ambdues cavitats properes van estar habitades d'ençà del final del període talaiòtic (SALVA, 1997).

1972 - Es va realitzar una topografia parcial fins a la sala del Primer Llac per part del Grup Espeleològic EST (GINÉS & GINÉS, 1987).

1988 - Owen Clark i Ian Williams, membres del club gal·lès CCC creuen el primer sifó de la sala Gran i accedeixen a la sala Final, per després superar el segon sifó i sortir a la mar (CLARKE, 1990-91). Posteriorment s'explora el tercer sifó, de major recorregut, que comunica també la sala Gran i la sala Final (Figs. 8.2 i 8.3).

1994-1996 - Espeleòlegs mallorquins del GEM realitzen entre 1994-96 la topografia dels sectors Antic i dels sectors 1988 (GRÀCIA *et al.*, 1997).

Figura 8.1: Exploracions efectuades l'any 1988 per part dels gal·lesos van permetre trobar importants continuacions i la connexió de la cavitat amb la mar. Foto M. Farr.



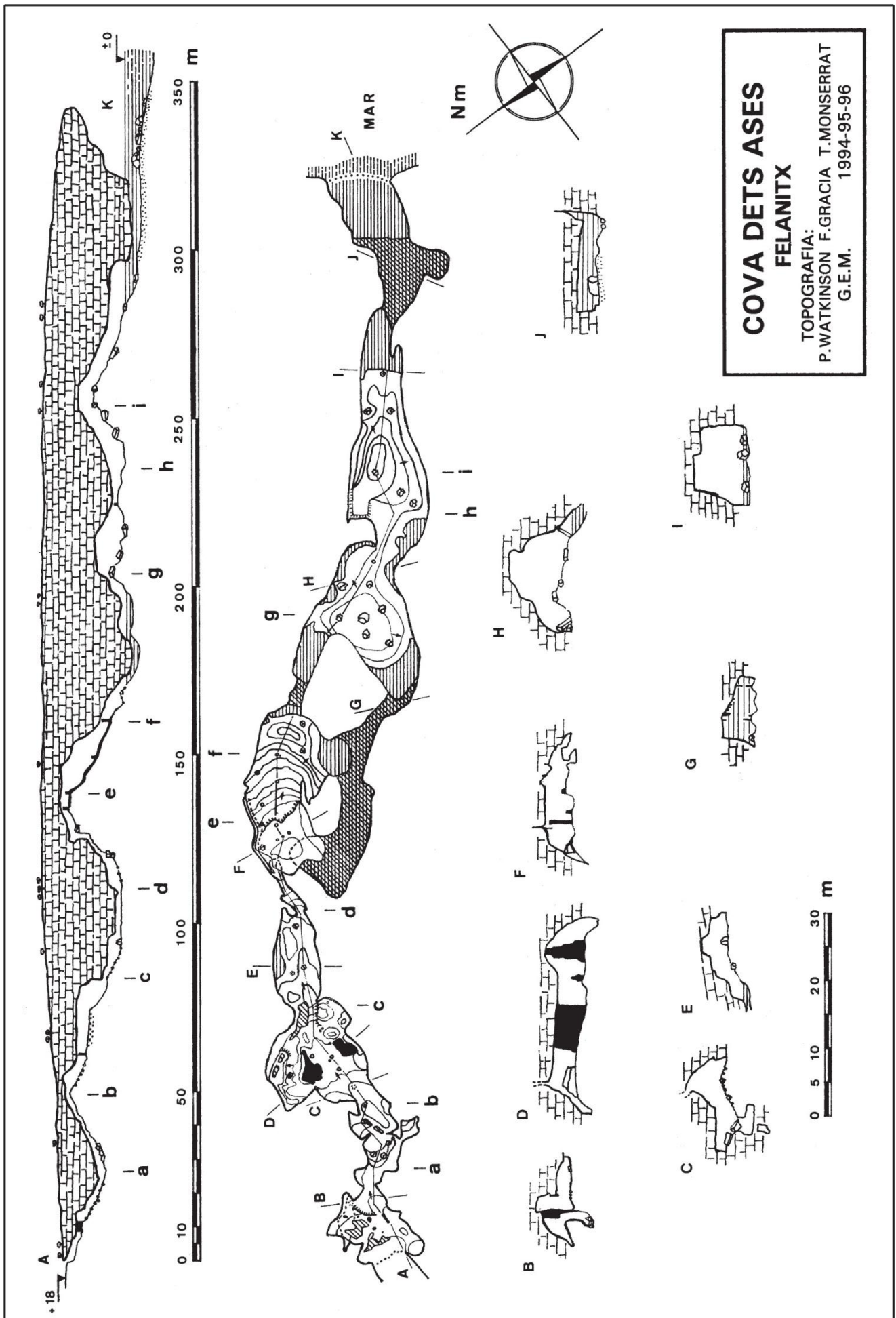


Figura 8.2: Topografia de la cova dels Ases, sense el sector 2014 (GRÀCIA *et al.*, 1997).

Figura 8.3: Els britànics van esser pioners en l'exploració de les cavitats del llevant. Foto M. Farr.



2014 - Dos membres del GELL aconseguiren importants descobriments. Ramon Martínez va estar picant en solitari, amb martell i escarpra, al llarg de diversos dies, molt incòmode i entre blocs, molt a prop de la sala d'entrada (MULET, 2014). A la fi aconseguí desobstruir i superar un interminable calvari d'estretors, arrossegant-se entre blocs que tancaven la continuació de la cavitat en sentit contrari a la part coneguda fins a llavors. Així supera uns 30 m de l'esfondrament que seccionava la cavitat i surt a la sala de na Laura, amb un llac i espeleotemes espectaculars (Figs. 8.3 i 8.4). En dates posteriors torna a la cova amb la companyia de Guillem Mulet. El transport del material subaquàtic és molt dur i penós fins a arribar a la primera sala. La sala de na Laura comunica amb la sala de na Marilén, amb grans espeleotemes freàtics a un metre per sobre del nivell actual. Quan ja es donaven més que satisfets amb el trobat, va aparèixer una tercera sala, la sala de n'Aina, amb un altre tipus de formació dins de l'aigua d'un color blanc neu en els primers 20-30 cm. La immersió per part de Guillem Mulet en el llac de l'extrem més a l'oest de la sala de n'Aina condueix a una gran sala subaquàtica, la sala Posidó, que s'estén per tot arreu. En un extrem d'aquesta sala, en direcció N i a uns 8 metres de profunditat, troba una galeria d'uns dos metres de diàmetre, amb un sòl de fang barrejat amb plaques de calcita a on al poc temps comencen a aparèixer galeries laterals tant a dreta com a esquerra i entra en un veritable laberint de galeries. Les exploracions amb el pas de les setmanes avancen a bon ritme i passat una galeria subaquàtica d'uns 70 m de longitud a l'extrem més occidental de la sala de n'Aina es troba una quarta sala terrestre, la sala de na Malén, amb l'aire molt carregat de diòxid de carboni. Els espeleobussejadors han estat Guillem Mulet i Ramón Martínez.



Figura 8.4: Sector 2014 descobert i explorat per Ramón Martínez i Guillem Mulet. Foto R. Martínez.

Descripció de la cavitat

Amb el sector 2014 incorporat, la poligonal principal de la cavitat assoleix, de forma provisional, uns 600 m de longitud i uns 1.851 m de recorregut total, dels quals 1.010 m són subaquàtics. El desnivell és de 30 m. La cavitat segueix una direcció general de 308°, és a dir pràcticament NO-SE i per conveniència descriptiva la dividim en una sèrie de parts que passam a descriure a continuació.

Sector Antic

L'entrada situada més terra endins, d'uns 9 m d'ample, ens porta a la sala d'Entrada, de pis descendent per després remuntar a través d'un evident procés clàstic que ha subdividit la galeria, i deixat un pas reduït entre el sòtil i el trespol, per on se surt a la part superior de la sala dels Ossos, situada a 17 m respecte del nivell freàtic (Figs. 8.1 i 8.2). Un forat al sostre, de poc més d'un metre de diàmetre, comunica amb l'exterior i és la segona entrada de la cavitat. Aquesta part de la cova s'emprava fins fa relativament poc temps per a tirar-hi el bestiar mort o malalt. Les mides de la sala són 32 x 35 m i la seva alçària màxima de 7,5 m. Dues grans barreres estalagmítiques subdivideixen la sala juntament amb altres formacions (Fig. 8.1). Aquests rebliments litoquímics es disposen damunt del col·lapse clàstic que forma el pis de la sala, el què ens dóna una idea de l'edat mínima d'aquell procés. Al costat N, una davallada entre blocs inestables ens permet traspasar part del col·lapse i arribar al nivell freàtic. De la sala dels Ossos el pendent davalla fins a la sala del primer Llac, de 27 x 13 m, de planta i alçària molt variable, amb evidències de la presència de ratapinyades que també són presents a la següent sala. El llac és de reduïdes dimensions i presenta la superfície coberta per abundants lamines de calcita flotant. Des d'aquesta sala es pot anar en direcció S a través d'un pas estret que ens porta a una regió laberíntica de blocs o bé pujar per entre els estrats i blocs caiguts del sòtil que formen diverses gateres, alguna de mig metre de diàmetre. Una delicada pujada vertical per roca molt descomposta ens situa a la sala Gran. Aquesta comença molt aferrada al sòtil (+19 m), per anar davallant per un pendent molt llenegadís, a mesura que el sostre baixa escalonadament, fins arribar a les cotes més baixes, ocupades pels llacs. Les mides màximes són 50 x 28 m de planta i 8 m d'alçària. És una sala bastant concrecionada, amb columnes i estalagmites grosses, algunes caigudes i on s'aprecien molt clarament els processos de reajustament que han provocat trencaments i desplaçaments de les formacions.

Sector 1988

El primer sifó, de 11 m de llarg i -3,5 m de fondària, va permetre accedir a la sala Final, de 117 m de longitud i una amplària que supera a diversos llocs els 30 m, essent l'alçària de 14 m. El tercer sifó de 70 m de recorregut i uns -8 m de fondària, està subdividit en dues branques, una d'elles connecta també la sala Gran amb la sala Final, mentre l'altra pren un sentit totalment oposat. Aquest sifó és el més decorat amb formacions espectaculars, algunes de gran bellesa (Fig. 8.1 i 8.3). La sala Final és la més extensa i és on s'evidencien més clarament els esfondraments clàstics. El con d'enderrocs segueix la direcció de la sala, sobresurt fins a 9 m per damunt dels llacs. Al final de la sala es troba el segon sifó, de 20 m de longitud, 4 m de fondària i que supera en qualche punt els 25 m d'amplària. Aquest sifó comunica la cavitat amb la mar a un lloc on el fons està recobert de blocs de grans mides i que representa la tercera entrada de la cova. La poligonal principal del sector Antic i del sector 1988 assolien una longitud de 344 m, amb un recorregut total de 626 m. La diferencia de la cota més alta a la més baixa, sota les galeries anegades, és de 28 m.

Sector 2014

S'accedeix a partir de la sala d'entrada més interna, després de davallar un petit pas vertical en forma de pouet entre espeleotemes per seguir en forma de laminador. Aquí és a on s'ha trobat la continuació a força de voler passar. L'esfondrament, d'una cinquantena de metres, que s'ha de superar per la zona angosta, es va haver de desobstruir per estretíssims passos parcialment concrecionats. La falsa galeria angosta que va serpentejant, comunica amb la sala de na Laura, que recompensa els patiments soferts per arribar. Presenta un volum considerable i amb multitud d'estalactites atapeïdes en el sostre. També el terra en rost està recobert per estalagmites i columnes primes, altes i ben actives. Després d'un llarg pendent descendent, apareix un llac amb espeleotemes freàtics molt blancs. La continuació aèria de la cavitat es fa per un pas estret, un poc per damunt del nivell freàtic i flanquejat per recobriments parietals molt marcats. La sala de na Marilén és molt rica en espeleotemes de coloració diversa, que contrasta amb el blanc de la roca mare i el vermell intens dels sediments que es veuen dins els forats zenitals. La part central és un con d'esfondrament a on alguns dels blocs es troben recoberts per colades. Als marges de la sala s'arriba també al nivell freàtic,



Figura 8.5: La troballa del sector 2014 ha suposat una sorpresa inesperada i una important aportació al coneixement i valoració de la cavitat. Fotos R. Martínez.

que caracteritza tot el nou sector. Per prosseguir cal passar per un pas baix i molt decorat, que accedeix a la sala de n'Aina. L'estança és extremadament variada per les tonalitats dels espeleotemes. Un llac envolta gran part de l'àmbit i les roques, voreres i espeleotemes es troben envoltats per cristallitzacions freàtiques d'aragonita d'un blanc immaculat. Al costat W de la sala, un llac ens permet prosseguir per una galeria subaquàtica en sentit ponent d'uns 90 m fins emergir a la sala de na Malén amb abundants columnes i formacions. El recorregut total d'aquest sector, provisionalment és de 1.225 m, dels quals 855 m són subaquàtics (Figs. 8.4 i 8.5).

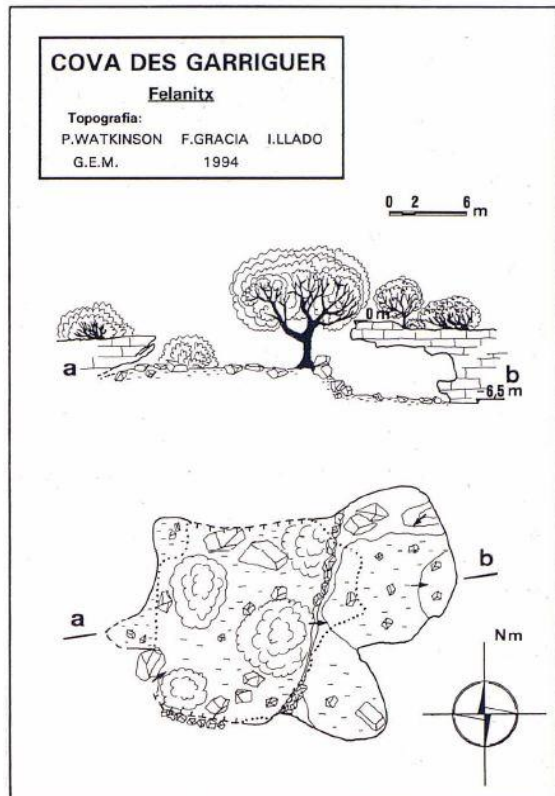
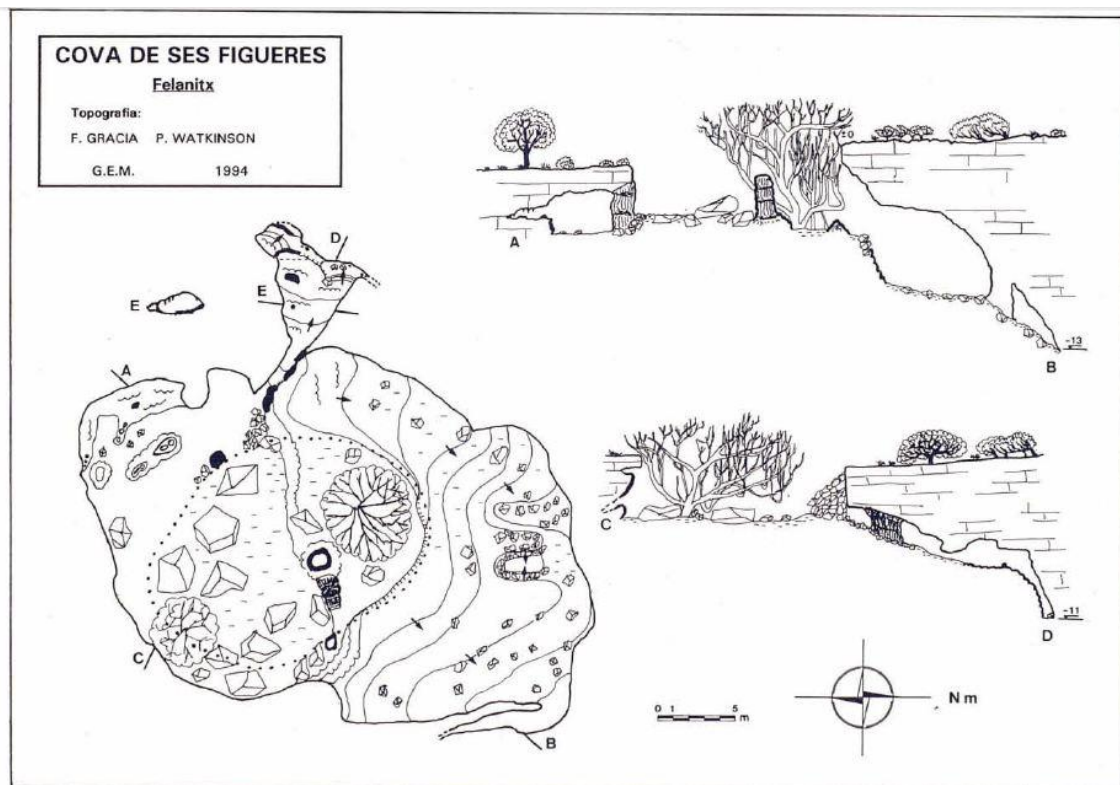


Figura 8.6: La cova des Garriguer i la cova de ses Figueres constitueixen evidències molt desmantellades de l'existència d'importantes cavitats actualment inaccessible relacionades amb la cova dels Ases.



Superposició de la cavitat respecte de la superfície

Tota la cavitat, de direcció general NW-SE, es desenvolupa per sota de la garriga litoral felanitxera, a una cota aproximada propera als 20 m per damunt del nivell de la mar. La propera cova de ses Figueres dista només un centenar de metres des de l'entrada més interna i s'ubica a la cota més elevada de la contrada (Figs. 8.6 i 8.7).



Figura 8.7: Situació de les entrades a les cavitats situades entre Portocolom i s'Algar. 8) cova de ses Figueres; 9) Cova dels Ases; 13) cova des Penyal Roig-bufador des Penyal Roig; 12) cova des Garriguer; 14) cova de sa Sínia; 15) cova des Coll; 16) cova des Carrer de sa Punta.

Espeleogènesi

L'estructura de la caverna està configurada en grans baixades i pujades successives, en funció de la intensitat dels esbucaments. Les cotes més baixes es troben sota el nivell freàtic, formant els llacs i galeries i sales subaquàtiques (Fig. 8.2 i 8.3).

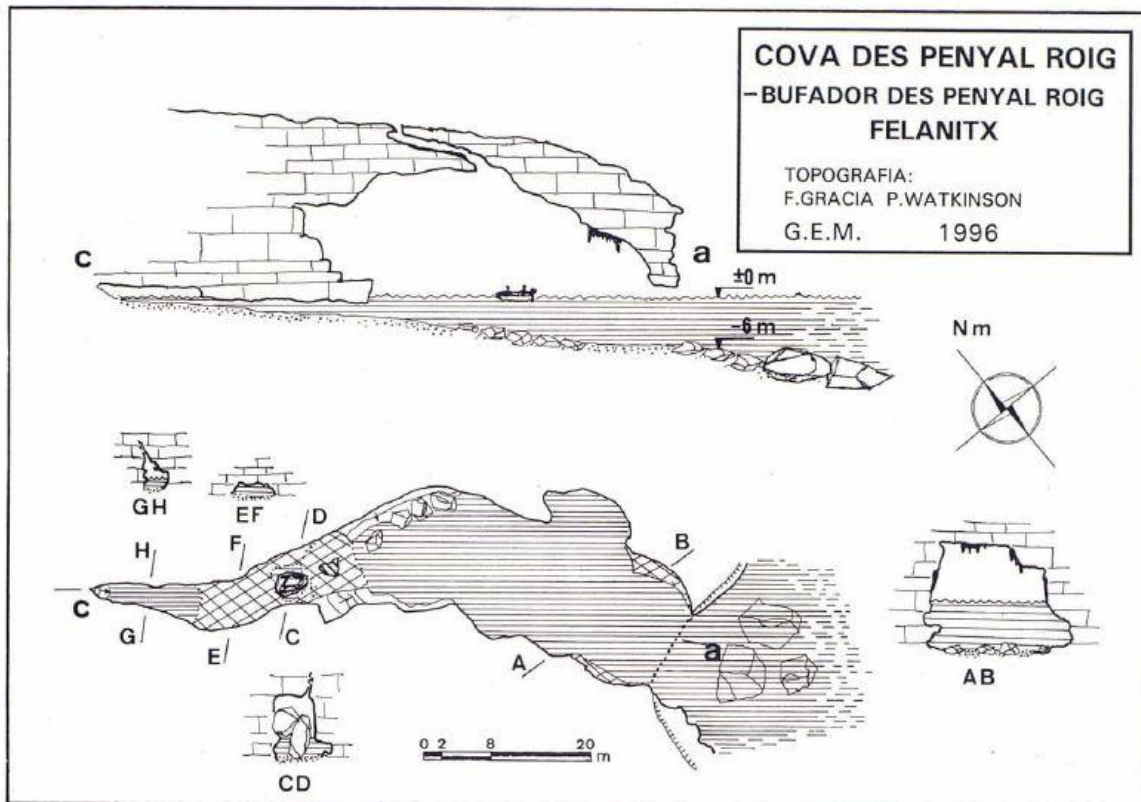


Figura 8.8: Topografia de la cova des Penyal Roig - bufador des Penyal Roig.

Les dues entrades terrestres s'obriren a conseqüència d'aquests processos clàstics, en esfondrar-se el sòtil de les sales i connectar amb la superfície del terreny. L'entrada submarina permet incloure la cavitat dins les captures càrstico-marines de la plataforma miocènica (GINÉS & GINÉS, 2009, 2011a). Molts dels esbaldregalls gravitacionals es troben cimentats per recobriments litoquímics. Sembla que la cavitat segueix una àmplia zona de la fàcies d'escull del Miocè superior, en comparació amb la propera cova des Coll que seguiria unes fàcies més de lagoon, amb qualche petita massa d'escull que formaria algunes de les sales. La cova de ses Figueres (Figs. 8.6 i 8.7) és un altra cova d'abisament o esfondrament relacionat amb la cova dels Ases, però a on els blocs i materials caiguts les han incomunicat per poques desenes de metres. Les seves mides són de 36 x 28 m, amb un desnivell mínim de -14 m. L'abisament pròpiament dit ens ofereix una boca de 18 x 13 m. La cova des Garriguer (Fig. 8.6 i 8.7) també sembla relacionada amb els importants processos càrstics de la contrada i seria una evidència de galeries que es troben situades per sota i que semblen inaccessible actualment.

Un fet molt cridaner és el de la gran diferència de les característiques físico-químiques que presenten els diferents llacs de la cavitat, alguns amb molta quantitat de precipitats freàtics i d'altres a on són totalment absents (Figs. 8.9 i 8.10).

Morfologies de corrosió

No s'aprecien a les sales d'esfondrament, però són visibles a alguns llocs de les galeries sota l'aigua i també afecten alguns espeleotemes del sector 2014. Pendants d'estudi.



Figura 8.9: Llac dels sector 2014, amb revestiments freàtics. Foto R. Martínez.

Els espeleotemes

Del sector Antic, la sala dels Ossos presenta grans massissos estalagmítics i també la sala Gran posseeix abundants espeleotemes de degoteig i de flux. Malauradament aquest sector ha sofert el vandalisme de la gent, amb molts de trencaments de formacions al llarg dels anys. El sector 1989 també és molt ric en formacions, especialment el tercer sífó i els laterals de la sala Final. Amb els nous descobriments del sector 2014, la cavitat és molt més gran i rica en formacions secundàries del que fins ara es coneixia. Els llacs de les sales del sector 2014 presenten



Figura 8.10 : Recobriments freàtics d'aragonita sobre estalactites i parets del sector 2014. Les diferències físico-químiques entre els diferents llacs de la cova dels Ases són notables. Foto R. Martínez.

una gran riquesa de formacions freàtiques (Figs. 8.9, 8.10). Hi ha estalactites, estalagmites i columnes de gran alçada i bellesa i en molt bon estat. Les colades pavimentaries i parietals són també abundants. Però el més destacat són els recobriments freàtics actuals i pretèrits, alguns d'aragonita. Les voreres dels llacs a un nivell de poc més d'un metres per damunt i també a nivell d'aigua presenten recobriments d'una gran bellesa. Parts dels sostres de la sala Posidó, a on són gairebé coincidents amb l'actual nivell freàtic, estan recoberts per espeleotemes globosos d'aragonita, alguns de bon volum i d'un blanc molt cridaner.

Sales d'esfondrament

La cavitat en gran part es pot definir com una successió de sales d'esfondrament situades de forma successiva, llevat de la galeria que comunica amb la sala de na Malén i alguna galeria lateral. Els rosts prossegueixen sota l'aigua dels llacs fins assolir l'horitzontalitat. Dos d'aquests esfondraments (sala d'entrada i sala dels Ossos) han

permès contactar amb l'exterior i un d'ells per molt poc no ha tancar la comunicació amb el sector 2014.

Els sediments

Recobreixen el fons de bona part d'algunes sales terrestres i de les galeries subaquàtiques, especialment del sector Nou.

Restes arqueològiques

A la zona més propera a l'entrada terrestre s'ha trobat ceràmica talaiòtica, púnica i islàmica (SALVÀ, 1997).

Part faunística

Inclou l'amfípode *Salentinella angelieri*; l'isòpode *Typhlocirolana moraguesi* i el copèpode *Troglocyclopina balearica*.

Part paleontològica

La cavitat, per tractar-se de fàcies d'escull, presenta gran abundància de fòssils especialment mol·luscs marins i equinoderms del Miocè superior, a les parets i sostres.

Conservació de la cavitat

La cavitat està situada dins zona ANEI. La cova posseeix la figura LIC ES5310043 Cova dels Ases. Està protegida per la llei de Patrimoni de l'Estat Espanyol 16/1985 i figura a la carta Arqueològica (llei de Patrimoni del Govern Balear).

La cavitat s'emprava antigament per part dels pagesos per tirar-hi el bestiar mort o malalt, especialment ases, mitjançant una entrada superior vertical que comunica amb la cova. És una de les coves més famoses del municipi de Felanitx, molt visitada per la gent del poble que la recorre fins a la sala Gran. Aquestes visites turístiques, no sempre són respectuoses amb el medi, tal com es pot observar per les pintades a les parets i el trencament d'espeleotemes a molts d'indrets.

El nou sector 2014, per raons òbvies de descobriment recent i també per la gran dificultat d'accés, es troba en un estat excel·lent de conservació.

8.2. LA COVA DE SA SÍNIA (Felanitx)

Situació geogràfica

Es troba a Portocolom, molt a prop i a l'E del camp Roig, antic camp rogenic constituït per terres d'al·luvió, que correspondria a una zona envaïda per la mar al llarg de les pulsacions càlides del Pleistocè (GRÀCIA *et al.*, 1997). Aquest fet suposaria un important increment de la superfície de l'antic Portocolom. El dragat del Rivetó i la deposició dels sediments dins el camp Roig va suposar un canvi de cota i d'aspecte d'aquest indret abans molt inundable i que possiblement era un salobrar. De la part més interna del Rivetó (entrant de la mar) dista 320 m i 230 m de la dolina d'esfondrament de la cova des Coll.

Història de les exploracions

La part subaquàtica d'aquesta cavitat va esser explorada per Gareth Hardman, del C.C.C. gal·lès. Aquest espeleobussejador, de constitució física molt prima, es va submergir amb tancs laterals de 3 litres, superant un estretíssim pas i va aconseguir



Figura 8.2.1: Bella sínia que permet l'entrada i dóna nom a la cavitat. Foto: F. Gràcia.

progressar durant uns 30 m de galeria sifonada (Fig. 8.2.2). Una segona immersió per un lloc estretíssim i molt compromès per l'oest, el va portar a una cambra tancada a devers -7 m de fondària respecte a la superfície de l'aigua.

Els anys 2006 es van continuar les recerques per part del GNM, amb en Francesc Gràcia i en Mateu Febrer es van desobstruir alguns indrets de la cavitat després de feixugues feines de picar la roca amb escarpres, perpals i masses.

Descripció de la cavitat

La sínia, molt ben conservada i de gran bellesa, constitueix l'accés a la cova (Fig. 8.2.1). Podria tractar-se d'una ampliació d'una antiga entrada de dimensions més minses, ja que el gruix del sostre al lloc on es troba la sínia és inferior als 2 m. La salinitat de l'aigua, tan propera a la mar, sembla que determinés el seu abandó. La boca de la sínia fa 3,5 x 1,3 m, trobant-se l'aigua a devers 4 m de profunditat (Fig. 8.2.3). A la superfície de l'aigua es formen lamines de calcita surant. La cova es pot considerar constituïda per quatre ramificacions, totes elles aquàtiques, de direcció general NE-SO, amb 40 m de poligonals aeris i 30 m més de subaquàtics. Les galeries aèries presenten el sostre molt baix, amb un poc més d'un metre d'alçària, i amb qualche tram quasi sifonat. La fondària de l'aigua va de pocs centímetres fins a 1 m a la branca de l'E, i és

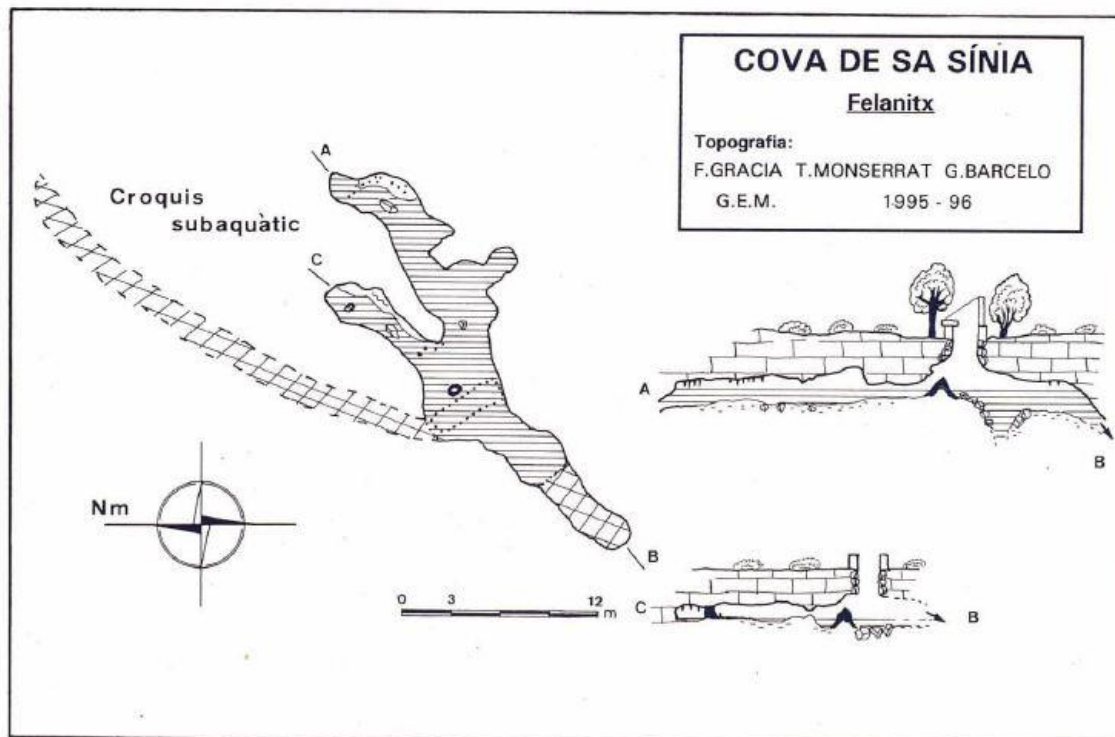


Figura 8.2.2: Topografia de la cova de sa Sínia (Felanitx). Molt propera a la cova des Coll.

un poc més profund cap al S. La zona subaquàtica constitueix la part predominant i arriba a assolir els 7 m de fondària màxima.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

Les galeries de la cova de sa Sínia estan a una quarantena de metres de la cova des Coll, amb la qual segurament connecta a nivell de fractures impenetrables o està separada per espeleotemes que tanquen l'accés antròpic. La part superficial del terreny és una zona de baixa alçada respecte del nivell de la mar, el que fa que la potència del sostre de la cova només sigui d'entre 3 i 9 m, segons la fondària



Figura 8.2.3: Interior de la sínia, a on s'acumulen pedres i blocs. La cavitat es troba a molt poca distància de la cova des Coll. Foto: F. Gràcia.

assolida per les galeries. L'exterior està ocupat per cultiu de secà i de garriga.

Espeleogènesi

Es tracta de la mateixa evolució que ha seguit la cova des Coll: formació de conductes en regim freàtic seguit del procés clàstic habitual. Diverses diàclasis en direcció NE-SO són les responsables de les branques en que està configurada. Tanmateix del punt de vista genètic s'ha format al mateix temps que la cova des Coll i del punt de vista hidrogeològic està del tot relacionada. La seva localització, a uns 40 m de la cova abans mencionada i a poc més dels 120 m de la cova des Garriguer, fa que pensem en una clara relació de les tres cavitats entre si. La comunicació entre la cova des Coll i de sa Sínia es deu trobar entre fractures molt angostes i parcialment tancades per espeleotemes o esfondraments. La cova des Garriguer és una dolina d'esfondrament en un estadi d'evolució molt avançada, encara que per davall de la terra i dels blocs que impedeixen entrar dins les galeries interiors, de ben segur deuen existir buits penetrables que poden assolir el nivell freàtic. La forma és allargada en sentit NE-SO, amb unes

dimensions de 27 m d'eix major i 15 m d'eix menor. Al costat NE es conserva una part del sòtil de la cova, lloc on s'assoleix els - 6,5 m de fondària màxima respecte de la superfície del terreny que l'envolta.

Morfologies de corrosió

Malgrat les petites dimensions d'aquesta forma endocàrstica es troben a les zones sotaiguades.

Els espeleotemes

Poc importants i de dimensions reduïdes, tant a les zones aèries com a les subaquàtiques.

Sales d'esfondrament

El conus de pedres i blocs de la sínia d'entrada sembla l'única sala d'esfondrament de petites dimensions que es troba en aquest tram de galeries accessibles.

Els sediments

El fons es troba recobert per abundants llims vermells procedents de l'entrada exterior dins la cavitat, a més a més de l'acumulació de làmines de calcita flotant al llac d'entrada.

Part faunística

Pescadors del Port ens comentarem que a l'interior antigament s'hi pescaven anguiles. Nosaltres les hem observat en diverses ocasions a la cavitat.

Conservació de la cavitat

No només la cova de sa Sínia, sinó tota l'àrea a on s'ubiquen la cova dels Ases, cova de ses Figueres, cova des Garriguer i cova des Coll és digna de protegir. Els valors com a patrimoni natural i cultural que representen, a nivell paisatgístic, càrstic i històric són de primer ordre.

8.3. LA COVA DES COLL (Portocolom, Felanitx)

Situació geogràfica

Situada a Portocolom, al nucli de sa Capella, a la part més septentrional del port i davall la part urbana d'un entrant anomenat es Rivetó. L'entrada submarina o surgència, es localitza a les barraques de s'Aigo Dolça o s'Esdolç i dista gairebé 1,5 Km del far. L'altra entrada natural, la dolina d'esfondrament, es troba al límit de la zona urbana de sa Capella, al començament del carrer Mossèn Tauler (Fig. 8.3.1,2).

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

La cova des Coll ja era coneguda inclús abans d'existir el nucli de sa Capella. El fet de trobar-hi ceràmica romana a dos llocs diferents, així ens ho demostra. En total han fet falta exploracions i recerques al llarg de 6 anys. Van suposar 53 dies d'immersions la primera campanya, duta a terme els anys 1994, 1995 i 1996 (GRÀCIA *et al.*, 1997). La segona campanya va suposar 65 dies d'immersions al llarg dels anys 2003, 2004 i 2005 (GRÀCIA *et al.*, 2005). Les tasques de busseig efectuades al llarg de tot l'estudi totalitzen 124 dies. El total de temps de busseig supera les 900 hores dins la cavitat, sense tenir en compte les tasques de preparació de l'equip ni de transport del material.

1994 - Topografia de la zona terrestre prop de l'entrada (sector de l'Esfondrament) i troballa de les primeres continuacions subaquàtiques (sector del Descobriment) amb tècniques i equipament del tot insuficients per part de membres del GEM. En aquest primer any, es realitzen 7 dies d'activitats subaquàtiques i 6 dies de tasques terrestres. Els espeleobussejadors són: Francesc Gràcia i Peter Watkinson; col·labora amb tasques terrestres Cristòfol Monserrat i Ignasi Lladó.

1995 - Exploració del sector del Patatús i també s'avança pel sector dels Autèntics. Es troben dos pous artificials per extreure aigua que connecten amb la cavitat. Al llarg d'aquest segon any, es realitzen 18 dies d'activitats subaquàtiques. Els espeleobussejadors són: Francesc Gràcia, Peter Watkinson (ambdós del GEM), Robert Landreth (CCDS) i Owen Clarke (CCDS i CCC).

1996 - Descobriment, entrant per la mar, de les galeries sota el nucli urbà (sector del Poble, Fig. 8.3.3,4) i connexió amb la resta de la cavitat. Continuen les progressions pel sector dels Autèntics i es descobreix el sector Final. Al llarg d'aquest tercer any, es

realitzen 28 dies d'activitats subaquàtiques. El recorregut de la cova el 1996 era de 4.880 m, repartits entre 3.389 m subaquàtics, 765 m aquàtics amb aire i 726 m terrestres. L'extrem més distant es troba a 1200 m de la mar. Els espeleobussejadors són: Francesc Gràcia, Peter Watkinson, Robert Landreth, Owen Clarke, Martyn Farr (CCC) i Tomeu Bordoy que realitza un reportatge fotogràfic.

1999 - Troballa de continuacions al final de la sala Tancada (galeries de Més Enllà), després de superar un tram molt angost.

2003 - Exploració de 710 m a les galeries Laberíntiques, al sector dels Espectres. Connexió de la galeria dels Solitaris amb la sala del Descobriment a la part final del sífó de la Terra Roja (sector del Descobriment). Connexió lateral prop de la sala Tancada amb el sector dels Espectres (175 m de recorregut total). S'aconsegueix connectar, després de 115 m, el sector del Descobriment amb la galeria dels Encomanats a Déu i troballa de petites continuacions a l'Oceà de Fang. Es realitzen obres d'endrecament de l'entrada de la cova (sala dels Porcs) per facilitar l'accés al sífó d'entrada. Exploració de

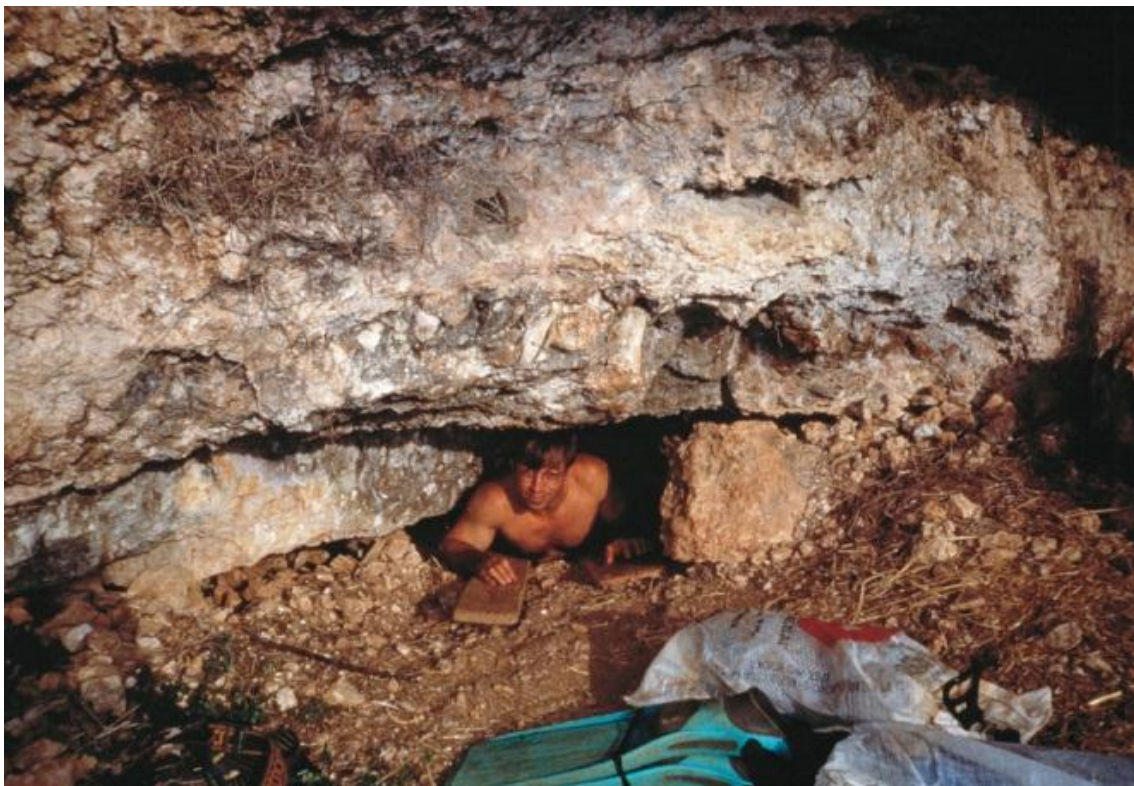


Figura 8.3.1: Entrada a la cova des Coll a l'any 1994, en els inicis dels anys d'exploració. Per molt poc la dolina d'esfondrament no va quedar del tot incomunicada amb les galeries freàtiques.



Figura 8.3.2: Preparatius previs a la immersió a la petita entrada del sífó que s'obri darrera del nucli urbà de Portocolom (Foto G. Santandreu).

320 m de les galeries Corcades, des de la sala de la Panxa fins a connectar amb les galeries del Segon Pou.

2004 - A la sala Benvinguda es descobreix la galeria del Flux, després de forçar un laminador a uns 9 m de fondària (165 m de recorregut). Continuació de les exploracions a les galeries de Més Enllà (total explorat 230 m). Exploració de laminadors a les proximitats del segon Pou, troballa de galeries que connecten amb la sala de la Panxa i altres ramals. Exploració d'uns 185 m de galeries i sales escampades al sector Final. Exploració de 90 m a una nova galeria inferior al sector Final (màxima fondària de la cova, -15 m). Pesques de plàncton, col·locació de trapes i perfils hidrològics. Sessions fotogràfiques i tasques topogràfiques. Recollida de mostres de sediment.

2005 - Topografia, pesques de plàncton, col·locació de trapes i sessions fotogràfiques.

Descripció de la cavitat

És la cova subaquàtica amb entrada submarina de més recorregut de l'Estat Espanyol: 7.020 m dels quals 5.529 m són subaquàtics, 765 m aquàtics amb aire i 726 m terrestres. Compta amb dues entrades naturals i dos pous que connecten amb la cova. Una de les entrades comunica amb la mar i l'altra es localitza darrera del nucli urbà, i s'ha format com a conseqüència de l'esbucament d'una antiga galeria (Fig. 8.3.5). Les dues direccions principals que segueixen les galeries de la cavitat són: 315° al sector de l'Esfondrament i 260° al sector dels Autèntics fins al sector dels Espectres. Un sector de la cavitat està situat sota el nucli urbà de Portocolom. La cova la consideram subdividida en set sectors (GRÀCIA *et al.*, 1997; GRÀCIA *et al.*, 2005) (Fig. 8.3.6):

SECTOR DEL POBLE

Parteix des de la mar, de les barraques de s'Aigo Dolça o s'Esdolç (barraca de Ca l'amo Antoni Vica) fins a la sala del Pou Negre, amb direccions predominants entre 285° i 313°. La màxima profunditat és de -3 m i el sostre normalment està entre 0 i -0,5 m a excepció de les sales. Constitueix el tram menys ramificat de la cavitat. Només presenta, a més de la sala del Pou Negre, la sala del Saurí Santana (31 m de llargària, fins a 13 m d'amplària i entre 3 i 6 m d'alçària), i la cova des Carrer de sa Punta que antigament formaria part del sistema (43 m de llargària, 13 m d'amplària i entre 3 i 7 m d'alçària, Fig. 8.3.7).

SECTOR DE L'ESFONDRAMENT

Comprèn les galeries i sales que envolten la dolina d'esfondrament, amb direccions de 315°, des de la sala del Pou Negre fins a la sala dels Porcs. La màxima fondària sota les aigües és de -4 m i el sostre de les galeries sotaiguades se sol trobar entre 0 i -1 m. Predomina l'aspecte caòtic causat per l'acumulació de blocs i pedres.

SECTOR DEL DESCOBRIMENT

Va del sífó del Misteri i de la Terra Roja a la sala Girada. La direcció predominant és de 315°. La característica més notòria és l'abundància de sales i cambres produïdes per l'esfondrament (sala del Descobriment, sala Girada, sala de la Trencadissa). Al llarg de la darrera campanya es va aconseguir connectar les galeries dels Solitaris amb el sífó de la Terra Roja.

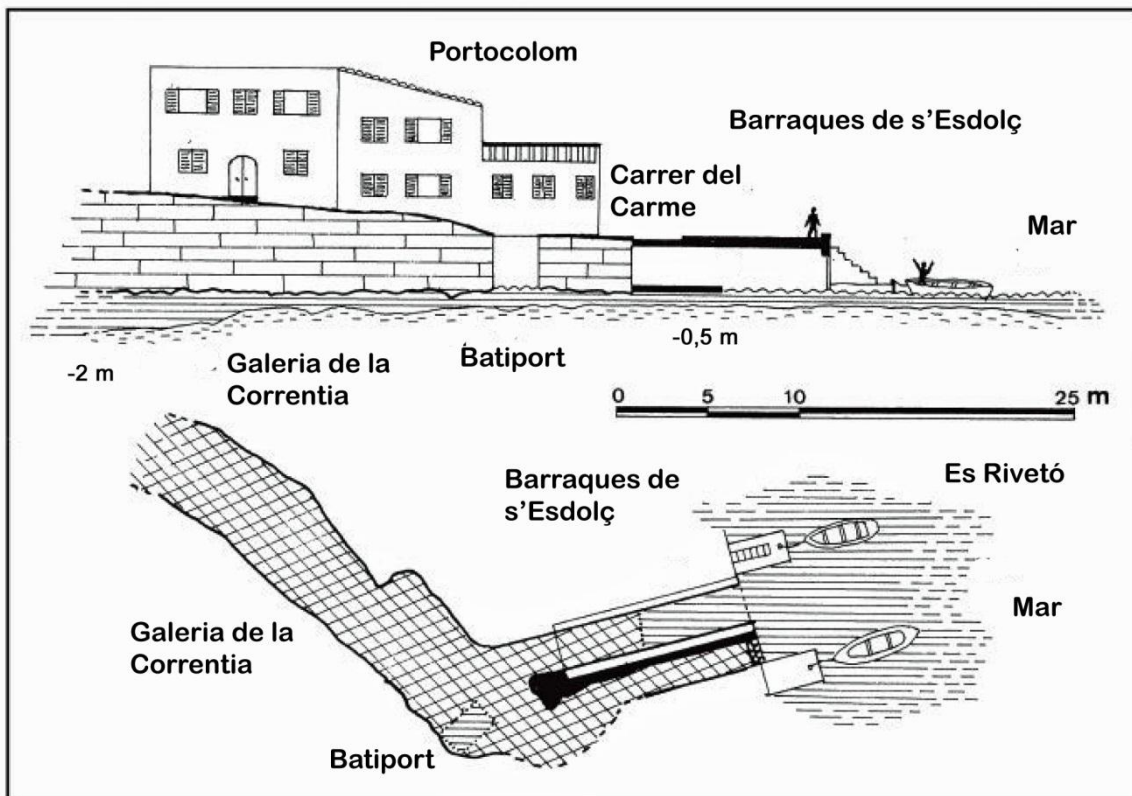


Figura 8.3.3: Topografia detallada de la sortida al mar de la cova des Coll. La casa de planta baixa que abans es trobava a primera línia ha estat substituïda per un edifici de tres plantes. Es va tenir en compte la topografia de la cavitat a l'hora de construir l'edifici per no fer malbé la cova. L'espeleòleg està apunt d'entrar des de la mar (es Rivetó).

Figura 8.3.4: Sortida a la mar, al Rivetó, de la cova des Coll. Els corrents poden ésser espectaculars, a causa de què els canvis baromètrics es tradueixen en corrents de sortida o d'entrada, per compensar la diferència de nivell de la mar amb el nivell freàtic de la cavitat. (Foto P. Watkinson).

SECTOR DEL PATATÚS

Està format per la zona de llevant (galeries del Primer Pou fins a les galeries de Més Enllà). Predomina l'aspecte laberíntic de les galeries, però també presenta dues sales importants: la sala de la Panxa (de 50 x 32 m) i la sala Tancada (47 x 17 m), ambdues amb cambres d'aire. Les darreres exploracions han permès connectar la galeria dels Encomanats a Déu amb el sector del Descobriment i perllongar la sala Tancada amb les galeries de Més Enllà.

SECTOR DELS AUTÈNTICS

Comprèn totes les galeries de la cavitat situades a ponent del sector del Patatús: això és galeries del Segon Pou, la sala Benvinguda, la galeria de les Esponges, la galeria de les Estalagmites Negres i les galeries de la Mare de Déu, totes amb direcció predominant 260°. La sala Benvinguda és la de majors dimensions de la cavitat (45 m de llargària per 30 m d'amplària). Amb les darreres exploracions han aparegut les galeries Corcades que connecten la sala de la Panxa amb les galeries del Segon Pou, la galeria del Flux i la galeria del Perdut.

SECTOR DELS ESPECTRES

La troballa d'importants continuacions al final de la galeria dels Espectres, en forma de xarxa de galeries paral·leles interconnectades (galeries Laberíntiques) ens ha dut a afegir aquest nou sector.

SECTOR FINAL

S'inicia a la sala de la Confusió fins a la sala Pregau per Nosaltres. Les recerques en aquest sector han descobert la galeria Inferior, la sala del Cap Buit i altres continuacions. Es caracteritza per no seguir en general una direcció clara. Està formada per la unió de sales, cambres freàtiques circulars i algunes galeries interconnectades. És la zona amb més presència d'espeleotemes de la cavitat. La fondària màxima és de 15 m, el sostre sempre està per davall dels -5 m.

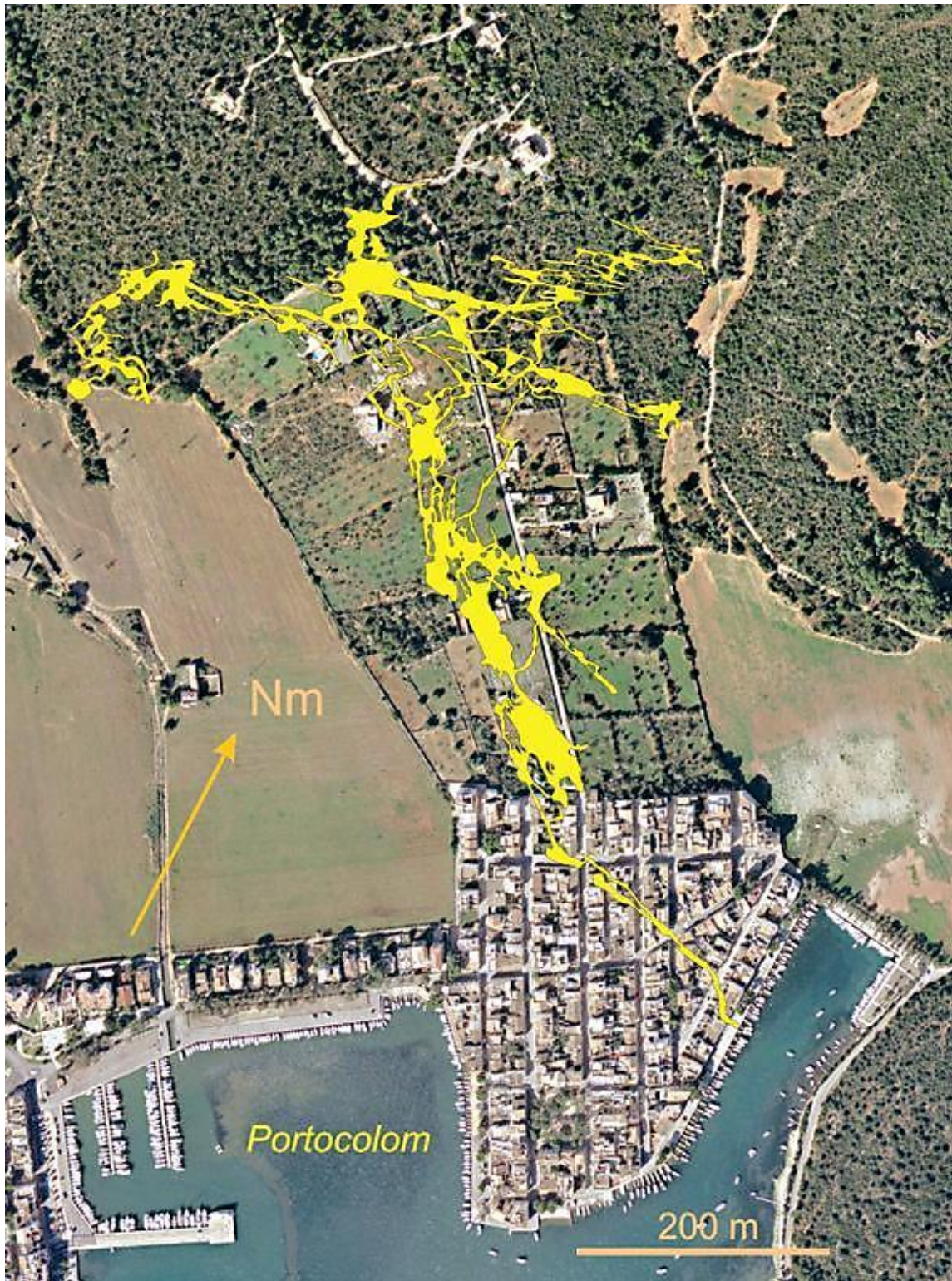


Figura 8.3.5: Fotografia aèria de Portocolom amb la planta de la cova des Coll superposada. La topografia d'una cavitat és l'eina de treball imprescindible per a veure la correspondència amb la superfície. Les cavitats com a megaformes queden representades amb la topografia en planta. La cova des Coll té com una de les seves peculiaritats passar al llarg de més de 300 m per davall del nucli urbà de Portocolom, que travessa gairebé d'est a oest (sector del Poble). La pròpia entrada submarina es troba dins un escar del lloc conegut com es Rivetó.

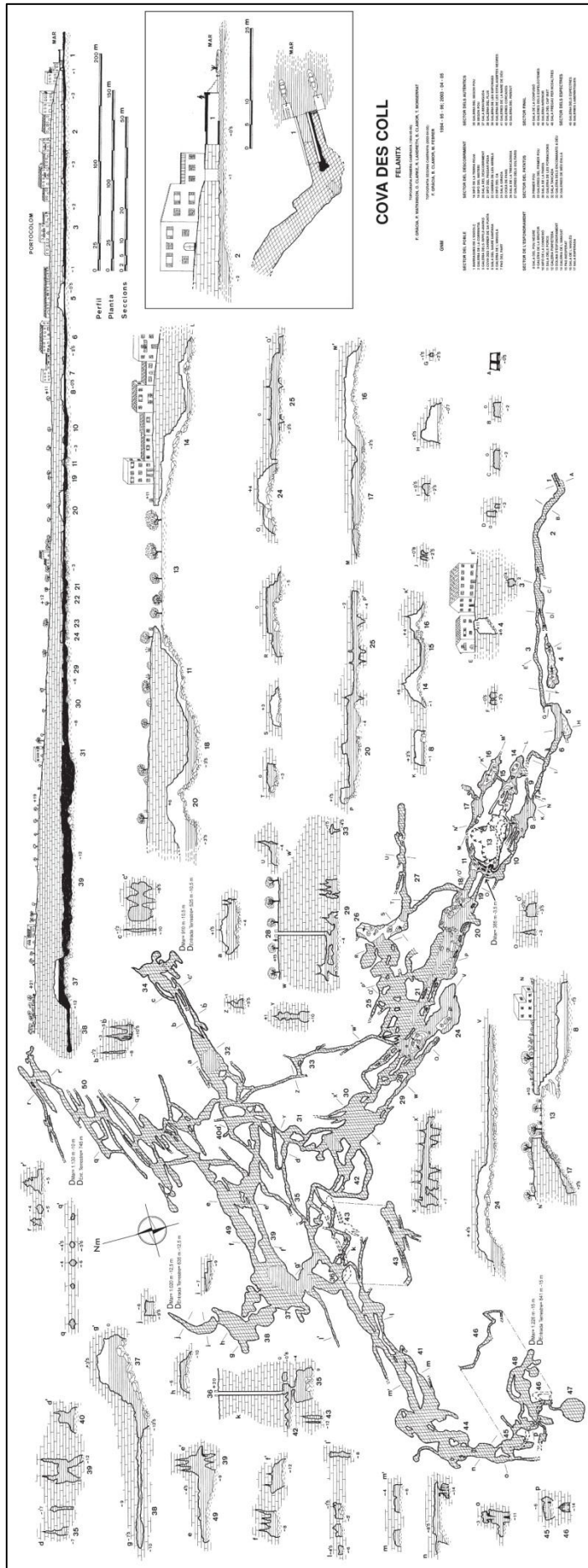


Figura 8.3.6: Topografia de la cova des Coll. En total han fet falta exploracions i recerques al llarg de 6 anys, que han suposat 60 dies d'immersions la primera campanya (1994, 1995 i 1996) i 65 dies d'immersions la segona (2003, 2004 i 2005). Les tasques de busseig efectuades sumen 124 dies. El total de temps de busseig supera les 900 hores dins la cavitat, sense tenir en compte les tasques de preparació de l'equip ni de transport del material.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La cavitat transcorre al llarg de més de 300 m per davall del nucli urbà de Portocolom (Figs. 8.3.5,6), que travessa gairebé d'est a oest (sector del Poble). La pròpia entrada submarina es troba dins un escar del lloc conegut com es Rivetó. Aquest sector està molt poc ramificat, però presenta algunes sales importants, afectades per processos d'esfondraments que han fet créixer la cavitat verticalment i han disminuït el gruix del sostre. Aquests llocs són especialment perillosos per a la seguretat dels edificis que tenen al damunt, ja que la potència de roca, molt descomposta, és poc important (va dels menys de 2 m a les primeres cases fins als 11 m de màxima a la zona situada al límit del poble). El pou negre d'una casa afecta directament a la cova (sala del Pou Negre) i les obres de construcció de nous blocs de pisos fan perillar la cavitat. El sector del Descobriment, el sector del Patatús i el sector dels Autèntics es localitzen a una zona de construccions residencials, però amb una potència de roca més considerable (entre uns 15 i 25 m). El sector dels Espectres, descobert en gran part al llarg d'aquesta darrera campanya (al NE) i el sector Final (al NW) es troben per davall de zones de garriga.

Espeleogènesi

La litologia carbonatada dels materials del Miocè superior, molt porosos i solubles, juntament amb el component estructural de la zona i els processos de dissolució per mescla d'aigües amb les seves migracions glaciostàtiques han generat la cova des Coll, amb una penetració lineal, perpendicular a la línia de costa, de quasi 800 m (Figs. 8.3.5,6). S'han determinat horitzons principals d'espeleogènesi a la cavitat, entre 0 i -1 m (galeries Corcades), entre 0 i -2,5 m (sector del Poble), entre 0 i -12 m (la major part de la cavitat), entre -4 i -5,8 m (galeries Laberíntiques al sector dels Espectres) i entre -11 i -15 m (galeria Inferior al sector Final). La desaparició dels reblits litoquímics fa que les morfologies originàries es vegin molt clarament, exceptuant les zones afectades per intensos processos d'esfondrament. Això és poc freqüent en comparació al que succeeix a la major part de les coves de la comarca del Llevant i Migjorn. L'observació de la topografia evidencia que la cavitat i en especial els sectors més interiors, s'han excavat aprofitant la complicada xarxa de diàclasis existents. Algunes galeries es perllonguen més de 500 m seguint fractures sense

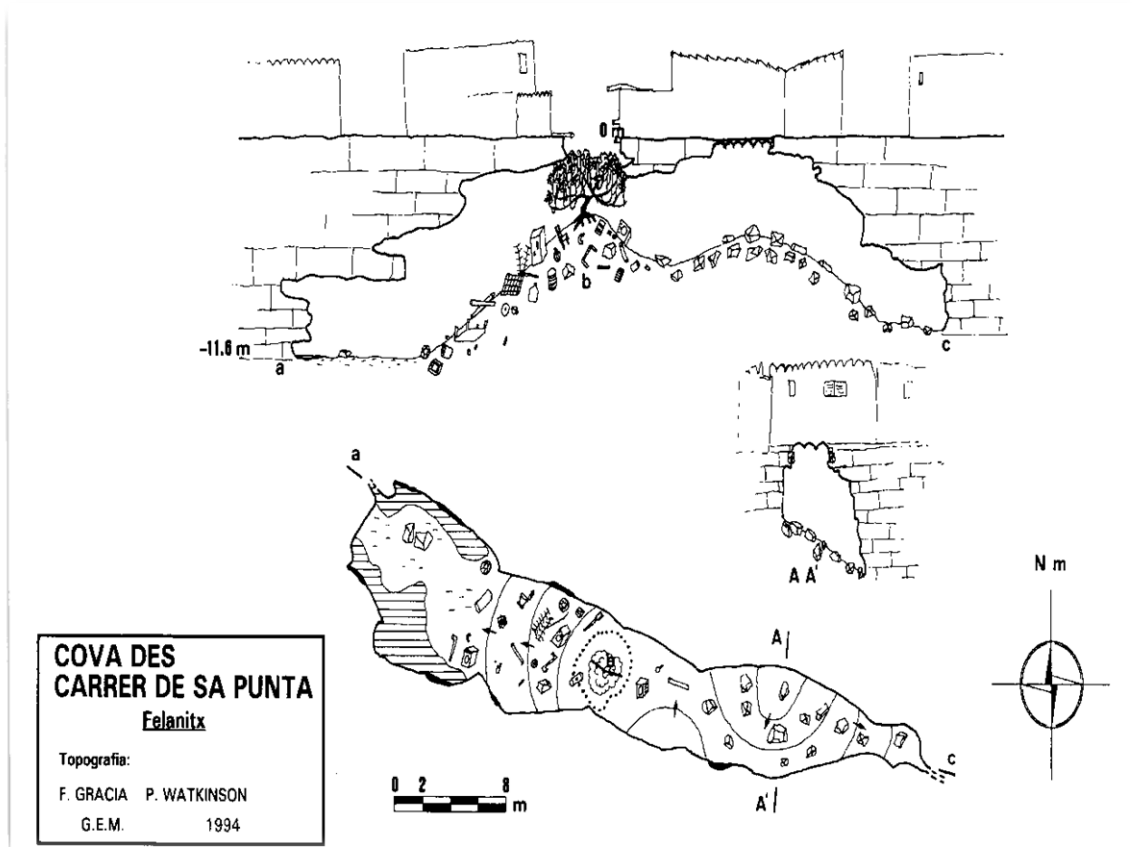


Figura 8.3.7: La cova des Carrer de sa Punta es troba sota el nucli urbà de Portocolom i per accedir-hi cal entrar per una portassa i després despenjar-se amb cordes devers 7 m per una finestra que porta a un claustre, lloc a on s'obre la boca de la cavitat. A la seva entrada hi creix una figuera que sobresurt del caramull de fems de tota casta que oculten el con natural d'enderrocs. Donada la seva proximitat a la cova des Coll, formaria part del mateix sistema de conductes, excavats en regim freàtic. La posterior evolució en regim vadós va produir esfondraments clàstics, donant-li l'aspecte actual i deixant-la incomunicada amb la resta del sistema.

interrupció (per exemple el tram comprès entre les galeries de Més Enllà i la sala de la Confusió al sector Final) i secundàriament els plans d'estratificació (especialment visibles a l'oceà de Fang, a la sala de la Panxa i a l'inici de la galeria del Flux) formant en ambdós casos galeries freàtiques estructurals. Galeries properes entre elles han entrat en coalescència a mesura que la corrosió ha actuat sobre les parets que les separaven. Aquestes fusions han produït les galeries de majors volums, tal com es pot observar a la sala de la Panxa (sector del Descobriment), la galeria de les Esponges, la galeria dels Espectres i la sala de la Confusió (sector Final). La cavitat presenta a més altres galeries i sales de clar domini clàstic (veure apartat de sales d'Esfondrament).

Característiques hidrogràfiques de la cavitat

Els corrents que es produeixen dins la cavitat fan que la columna d'aigua no sigui molt estable mecànicament, excepte a les capes inferiors a on es donen les característiques hidrogràfiques més constants. Aquests corrents, temporalment i en alguns indrets, poden ésser espectaculars, com és en el cas del sector des Poble, a on els canvis baromètrics es tradueixen en corrents de sortida o d'entrada, per compensar la diferència de nivell de la mar amb el nivell freàtic de la cavitat. Es té constància que en produir-se l'arribada dels efectes del terratrèmol d'Argèlia el dia 4 de juny de 2003 a les 18,33 la retirada de l'aigua de la mar va provocar corrents amb velocitats impressionants que sortien de la cova (informador Guillem Mas).

La columna d'aigua presenta a la sala Benvinguda quatre porcions ben diferenciades (Fig. 8.3.8). En primer lloc, una acumulació lenticular d'aigua dessalada superficial molt prima (menys d'un metre de gruix), producte de la percolació i mescla de la escorrentia superficial sobre la massa d'aigua subjacent. Aquesta és una capa salobre (fins a 5 m de fondària) producte directe del flux i reflux de la mar al llarg dels corredors de la cova, i llur mescla amb

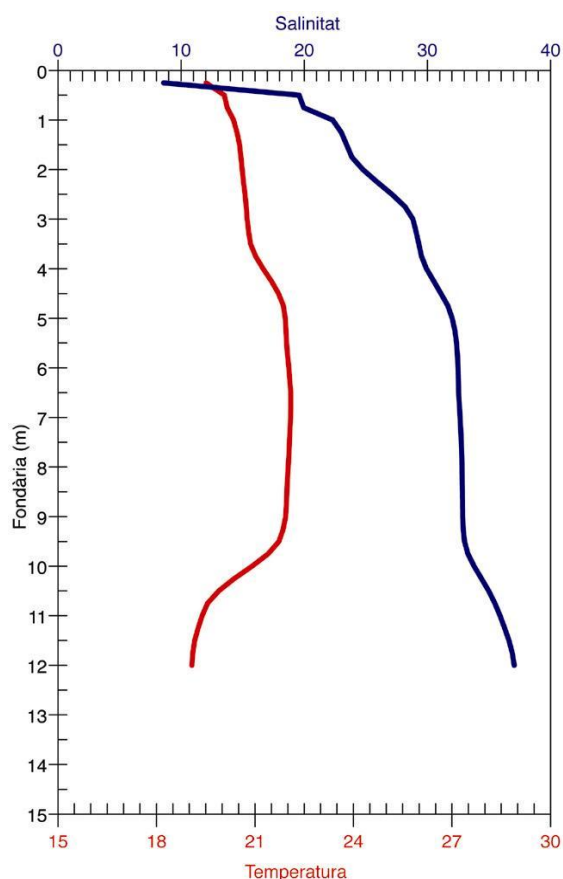


Figura 8.3.8: Perfil de salinitat (‰) i temperatura (°C) a la sala Benvinguda (sector dels Autèntics) el mes d'octubre. Els corrents que es produeixen dins la cavitat fan que la columna d'aigua no sigui molt estable mecànicament, excepte a les capes inferiors a on es donen les característiques hidrogràfiques més constants.

l'aigua dolça infiltrada. Segueixen dues capes: una, entre 5 i 10 m de fondària, pot qualificar-se com aigua marina modificada per dilució amb passats episodis d'intrusió d'aigua dolça i l'altre, de 10 m fins al fons, d'aigua pràcticament marina. La salinitat a la sala Benvinguda (sector dels Autèntics) en superfície és de 8 ‰ i puja progressivament a 20 ‰ només a 0,5 m de profunditat i d'aquí passa gradualment fins a

31 % als 5 m. Dels 5 als 10 m pràcticament es manté constant fins que després augmenta ràpidament fins els 37,5 %.

A la cavitat s'observa un flux d'aigua vertical, especialment els mesos pluviosos, entre la galeria del Flux i la sala Benvinguda. Al llarg d'una bona part de la galeria l'aigua superior, menys densa i estratificada circula per damunt de la capa més salada que queda a baix fins assolir el laminador d'entrada a la galeria i puja de forma espectacular dels -9 m fins a la superfície (cota 0 m), fregant la paret de la sala Benvinguda. El sostre de la galeria actua de trampa hidrogràfica de la massa d'aigua en relació amb la massa de referència situada a les proximitats.

La temperatura de l'aigua a la sala Benvinguda es manté en un mes d'octubre després d'un llarg període de sequera per sobre dels 20°C entre la superfície i 6 m de fondària (a 21,2°C), per davallar bruscament a 18,9°C en pocs metres. Aquests fets reflecteixen clarament la influència marina en la porció superior de la columna d'aigua (el perfil de la figura fou realitzat a començaments d'octubre, quan la temperatura de la mar assoleix aquests valors). L'aigua del fons de la cavitat es manté als voltants dels 18,8°C i 19°C, com altres masses d'aigua marina fòssil conegudes a cavitats anquihalines semblants d'altres indrets de les Balears.

Morfologies de corrosió

MEGAFORMES

Xarxa freàtica amb fort control estructural

La cova des Coll, com a conjunt, és un exemple ben clar d'aquesta categoria. Es tractaria, en aquest cas, d'un subtipus de cova de la zona de mescla litoral, però caracteritzat per un patró planimètric rectilini força diferenciat.

MACROFORMES

Galeries freàtiques de control estructural tectònic

Galeria de les Formacions, galeries de més Enllà (sector del Patatús). Galeria del Segon Pou, galeria de les Estalagmites Negres, galeria de les Esponges (sector dels Autèntics).

Galeries freàtiques de control estructural estratigràfic

En el cas de la cova des Coll formen una part important de les galeries del sector

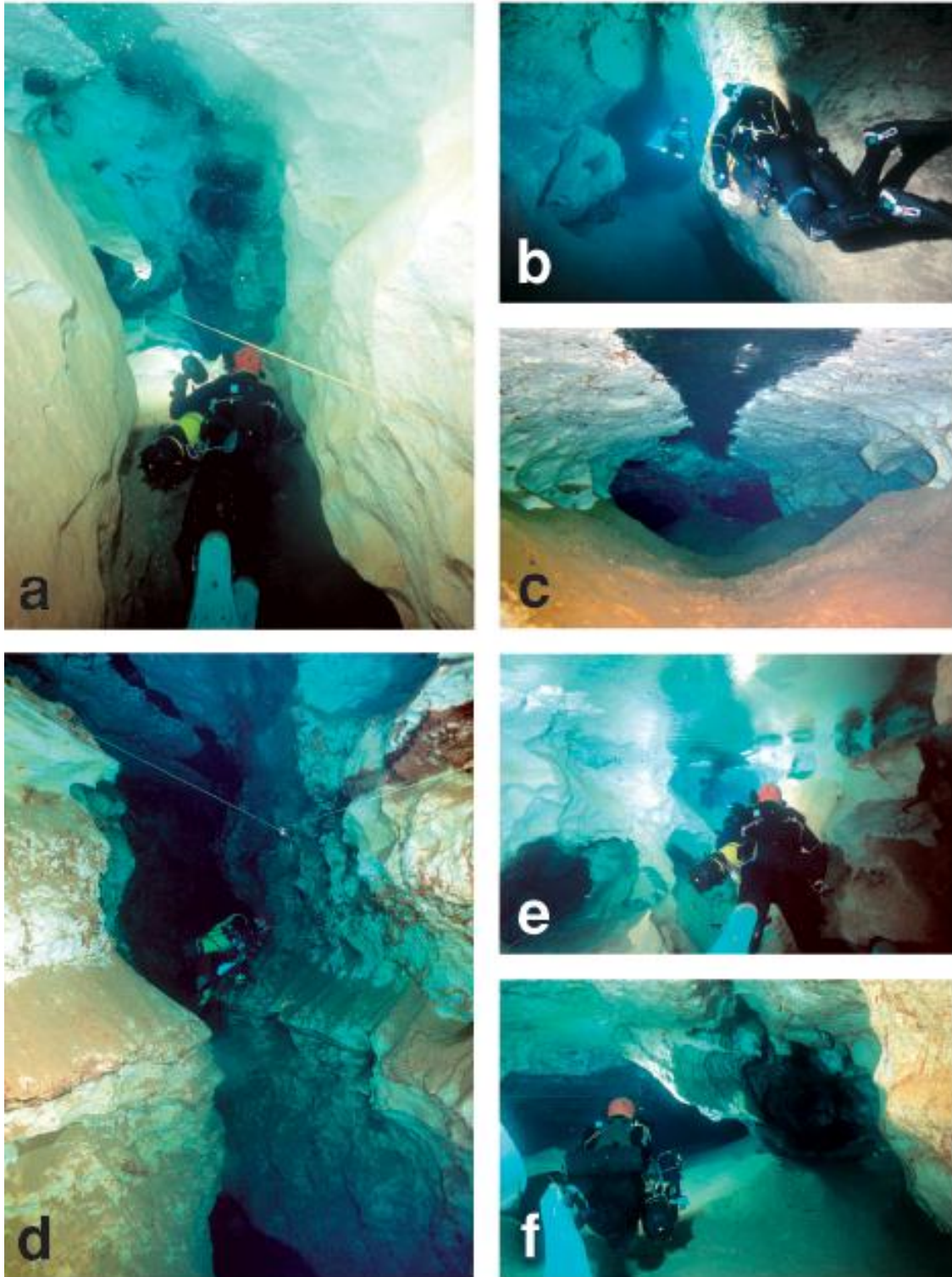


Figura 8.3.9: Morfologies de corrosió d'ordre hectomètric a mètric (macroformes i mesoformes): a- Galeria freàtica de control estructural; b- Galeria freàtica de secció circular; c- Galeria freàtica de secció circular d' 1,5 m d'amplària; d- Facetes amb pentinades de roca d'una galeria freàtica estructural; e- Conductes seminals o iniciadors; f- Envà residual al lloc d'unió de dues galeries freàtiques circulars.

del Poble, sector del Descobriment (sala del Descobriment, oceà de Fang, sífó del Passar Pena), sector del Patatús (sala de la Panxa) i sector dels Autèntics (galeria del Flux). És freqüent que una ampla galeria de control estructural estratigràfic fusioni dues, tres o més galeries de control estructural tectònic. (Fig. 8.3.9).

Galeries freàtiques de secció circular

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. 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 (s'han suprimit els valors de galeries fusionades) (Fig. 8.3.10).

Sales freàtiques circulars

El diàmetre arriba a assolir els 25 m (sala del Cap Buit al sector Final), les descrites en aquesta cova són de sostre baix.

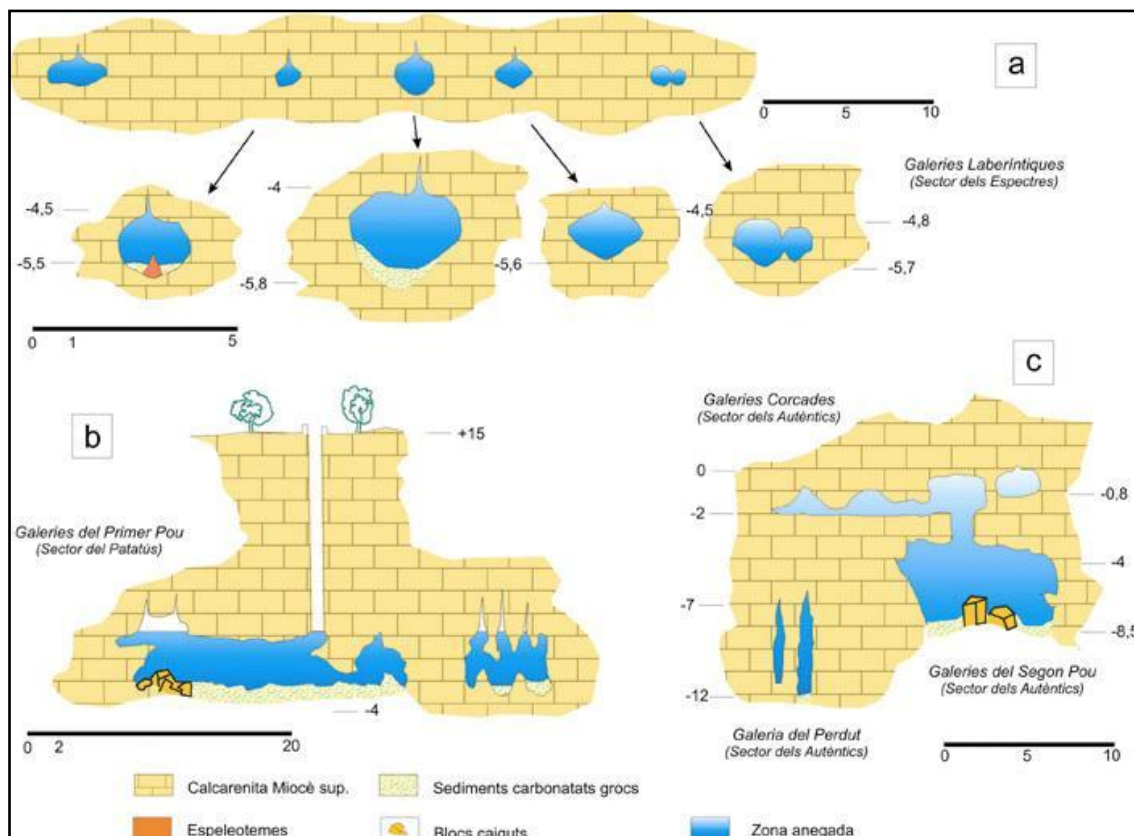


Figura 8.3.10: Seccions de la cavitat: a- Galeries de secció circular situades a una mateixa cota d'espeleogènesi. La part inferior són les seccions ampliades; b- Galeries estructurals paral·leles, algunes d'elles fusionades totalment o parcial entre sí; c- Nivells superposats de galeries de diferent tipologia, algunes fusionades entre sí verticalment i altres horitzontal.

MESOFORMES

Cambres freàtiques circulars

Es troben especialment al sector dels Autèntics i al sector Final.

Conductes seminals o iniciadors

Molt abundants per tot arreu.

Envans de dissolució

La seva presència és molt abundant al sector del Patatús, sector dels Espectres i sector dels Autèntics.

Regates de corrosió

Se n'han trobat 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.

Facetes

La separació de les parets de les galeries on es troben sol estar entre 0'5 i 1'5 m.

Columnes de roca i Ponts

Abundants a diferents sectors de la cavitat.

MICROFORMES

Morfologies espongiformes

A la cova des Coll 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. L'anàlisi química de les mostres recollides ha permès veure que la calcita és el component principal i que la litologia no sembla condicionar les formes resultants i sí les característiques químiques de l'aigua.

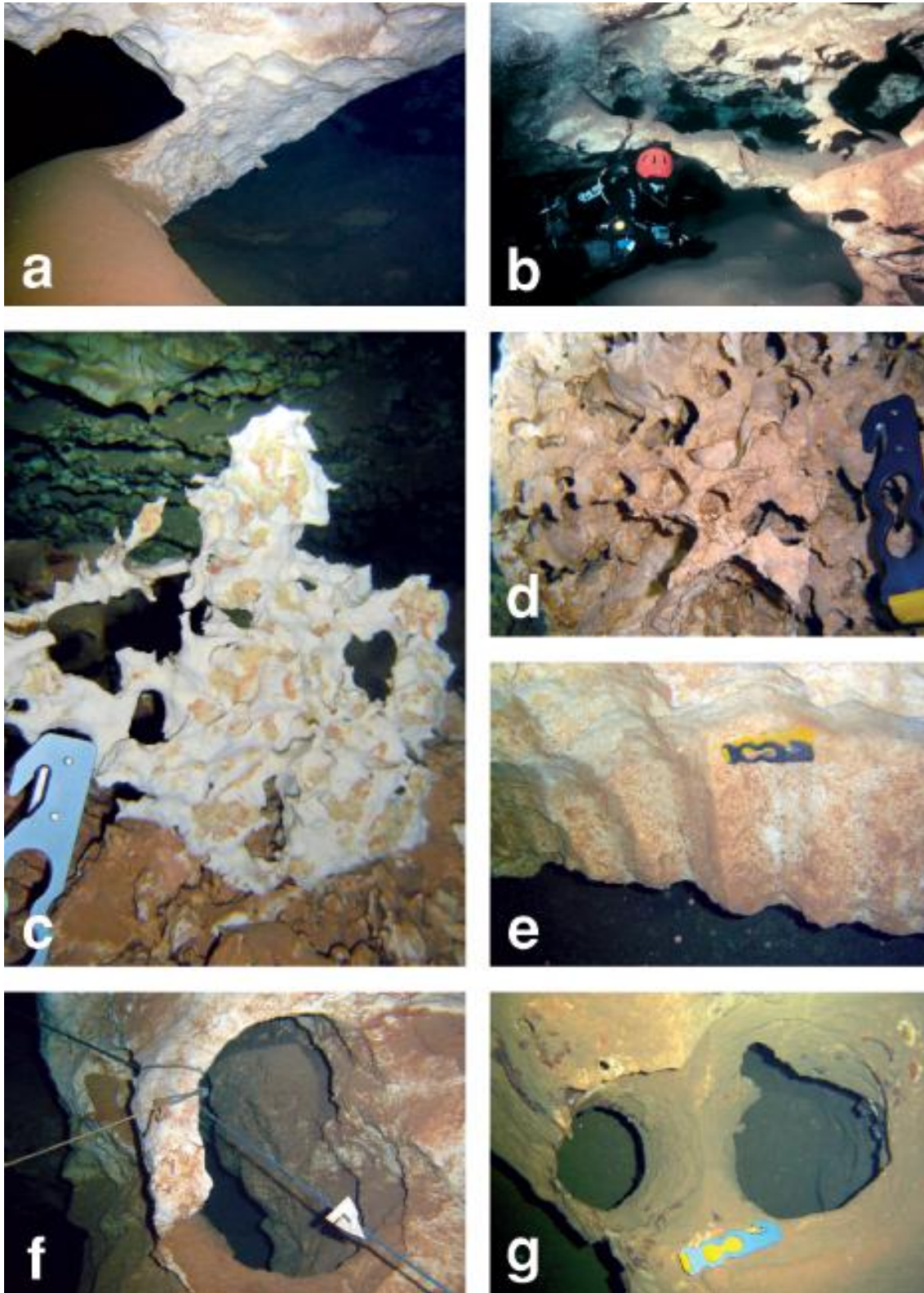


Figura 8.3.11: Morfologies de corrosió d'ordre decamètric a centimètric (mesoformes i microformes): a- Columna de roca (diàmetre 1,5 m); b- Pont (Foto P. Gracia); c i d- Morfologies espongiformes de la galeria del Flux; e- Canals subverticals de dissolució; f i g- arcs.

Canals subverticals de dissolució

Les crestes no superen els 20 cm d'alçària. 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).

Penjants

A la galeria del Flux es localitzen a una zona lateral penjants formats per flux d'aigua de menor salinitat que circula pel sostre de la galeria en direcció a la sala Benvinguda. Tanmateix hi ha penjants repartits per molts d'indrets de la cavitat.

Altres microformes

Els arcs, anells, pinacles, esperons, concavitats poc marcades, nínxols de paret, cúpules de corrosió i tupins de paret, sostre i pis són abundants.

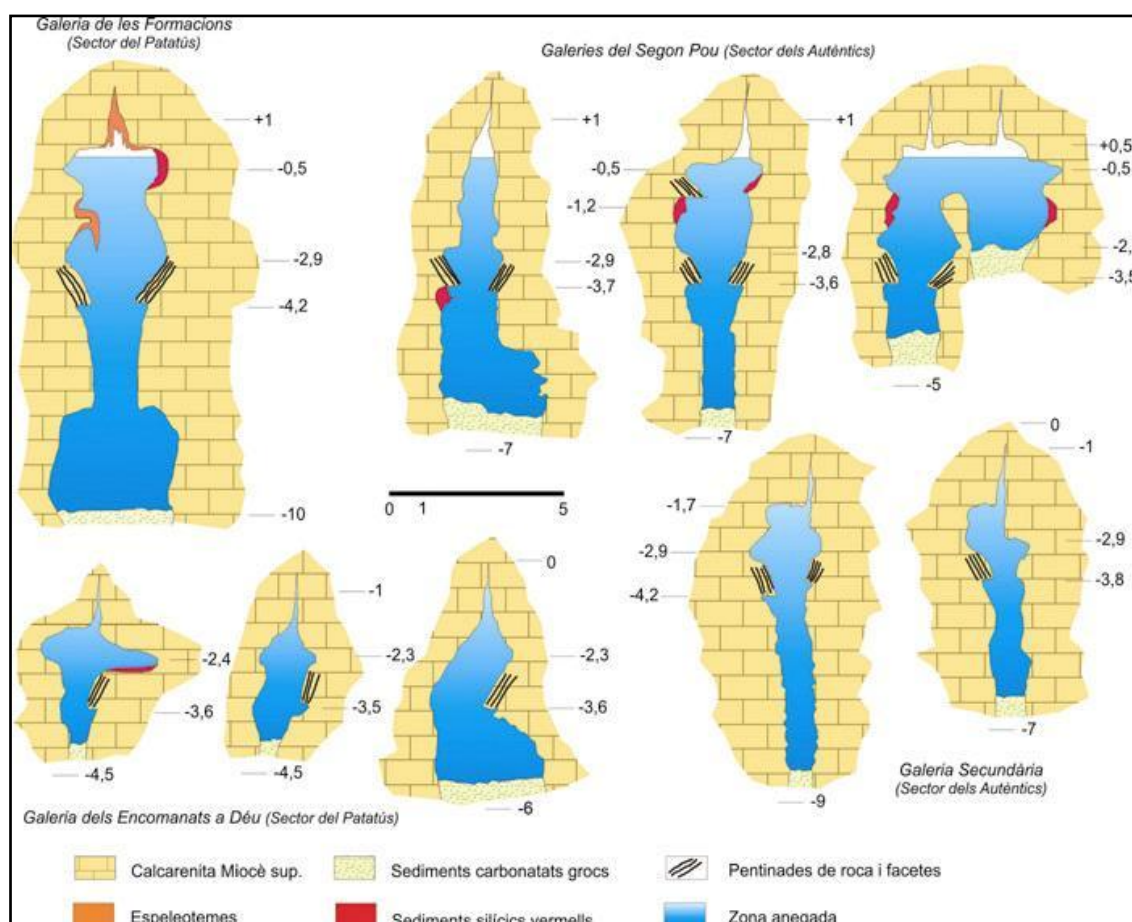


Figura 8.3.12: Seccions de galeries estructurals tectòniques, amb presència de regates de corrosió, facetes i canals subverticals de dissolució associats.

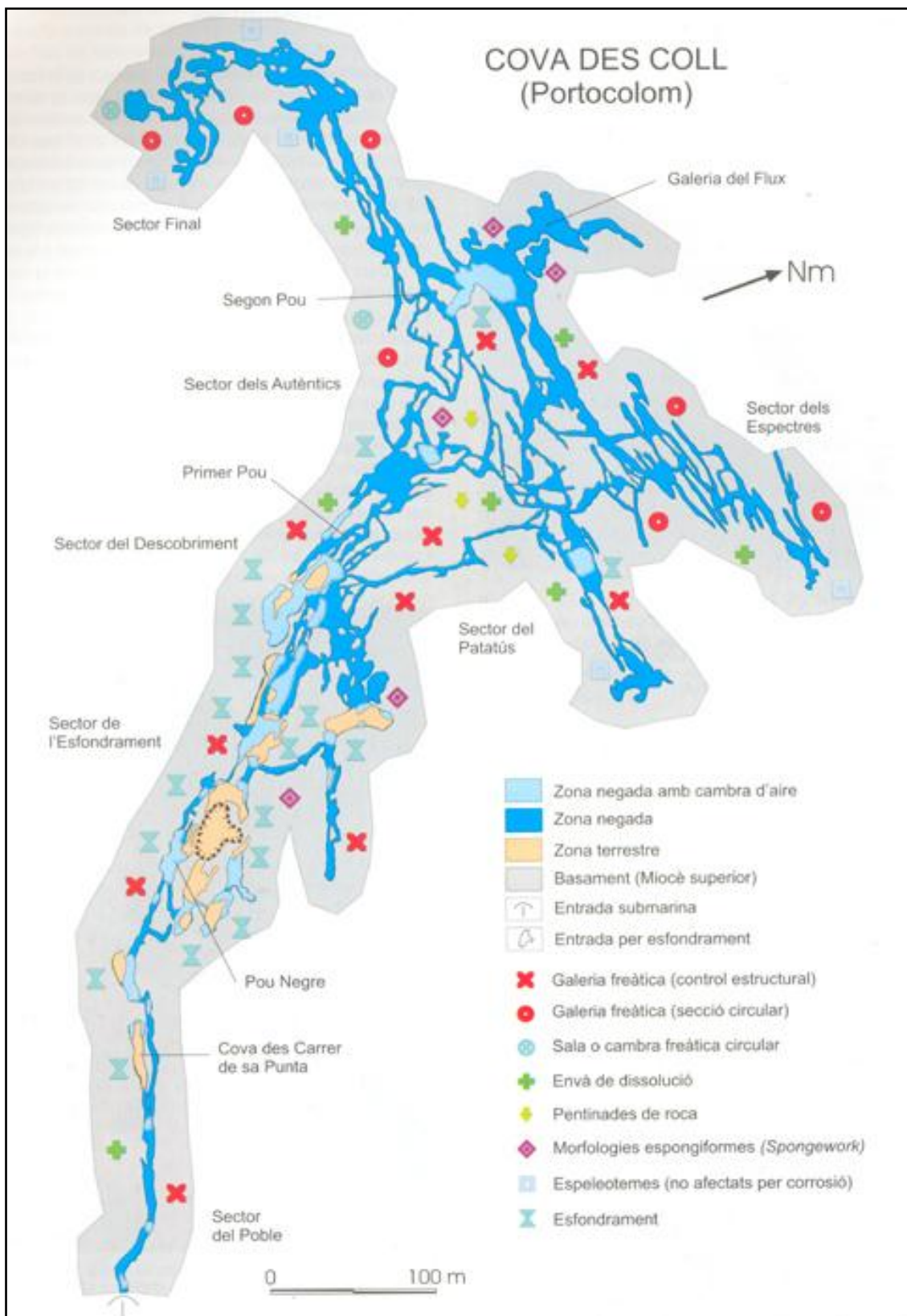


Figura 8.3.13: Distribució de les principals morfologies de corrosió, zones amb presència d'espeleotemes ben conservats i sales d'esfondrament.

Els espeleotemes

La principal característica que destaca de la morfologia de la cavitat és l'absència quasi total de formacions deposicionals secundàries. Emperò sembla que en un moment del passat aquests fets eren ben diferents, ja que la cavitat presenta per tot arreu evidències dels efectes causats per la corrosió de les aigües sobre els espeleotemes. L'efecte de la corrosió ha esborrat totalment o parcial els revestiments i formacions litoquímiques, rejuvenint les galeries i afectant també a la roca de parets i sostres (Fig. 8.3.14). A la major part de la xarxa subterrània no queden gairebé restes de formacions litoquímiques, en tot cas deixalles de la dissolució

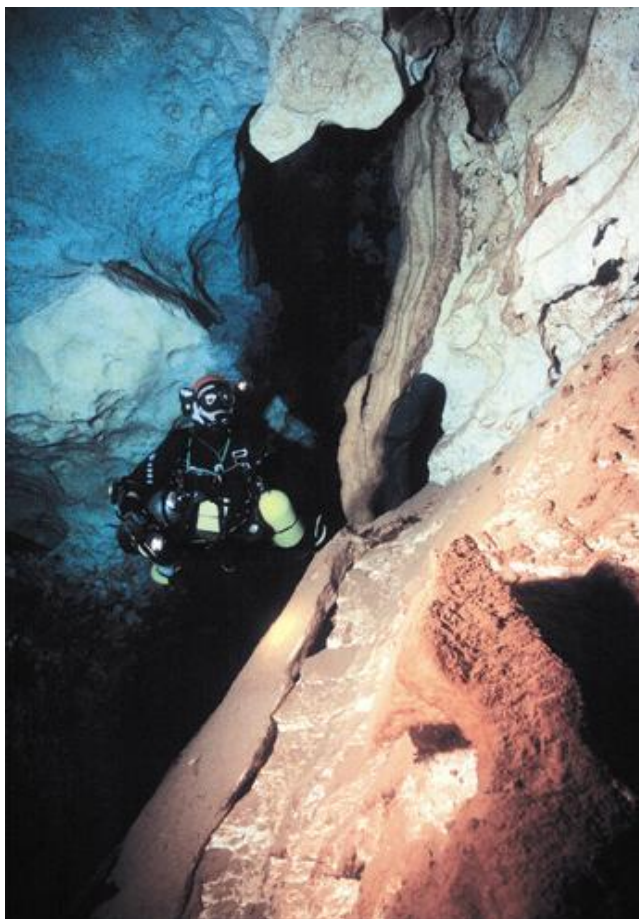


Figura 8.3.14: Restes de colada parietal al sector del Patatús. La cavitat presenta abundants evidències dels efectes causats per la corrosió de les aigües sobre els espeleotemes.

dels espeleotemes molt localitzats i en molt mal estat. Els espeleotemes ben conservats (estalactites, estalagmites, columnes i colades) es troben en els sectors més interiors de la xarxa subterrània i també a les cotes més profundes: localment a les galeries de Més Enllà (sector del Patatús), en alguna zona de les galeries Laberíntiques (sector dels Espectres) i en la galeria Inferior (sector Final). Per la qual cosa creiem que la seva destrucció ha seguit un gradient de transició de la mar cap a l'interior i de dalt a baix. És intrigant el perquè cavitats amb la mateixa gènesi, litologia i aspecte a escala de megaformes (per exemple la cova des Pas de Vallgornera) es troben amb les formacions litoquímiques en un estat de conservació tan diferent. Pensam que al llarg del Quaternari haurà tingut moments que els revestiments litoquímics devien donar un aspecte molt similar a ambdues cavitats i que un canvi en les condicions físico-químiques a la cova des Coll van modificar i reactivar els processos de corrosió. Tal vegada pugui tenir relació la connexió directa amb la mar i l'existència dels corrents actuals?

Sales d'esfondrament

Les zones més afectades pels processos d'esfondrament (consultar capítol 16) són part del sector del Poble (cova des Carrer de sa Punta, sala del Saurí Santana), la major part del sector de l'Esfondrament (sala del Pou Negre, galeria de l'Amagat, dolina d'Esfondrament, sala de l'Anglès, sala Esperada i sala dels Porcs), gran part del sector del Descobriment (sala del Descobriment, sala de la Trencadissa i la sala Girada), algunes zones del sector del Patatús (part final de la sala de la Panxa i la sala Tancada), poques àrees, però importants, del sector dels Autèntics (sala Benvinguda).



Figura 8.3.15: Cambra d'aire a la sala Benvinguda produïda per esfondraments.



Figura 8.3.16: Sala d'esfondrament. Sala Girada (sector del Descobriment). Foto: M. A. Perelló.

Els sediments

Els sediments de la cova des Coll presenten dues clares unitats diferenciades tant per la seva coloració com pel seu contingut mineralògic. Una superior, de composició principalment carbonatada on la calcita és dominant i amb coloracions clares, i una inferior, on la presència dels components silíceus és la característica principal juntament amb la seva tonalitat vermellosa.

A part d'aquestes acumulacions que podem considerar subactuals, a molts indrets de la cavitat s'observen acumulacions argiloses adossades a les parets, amb senyals d'erosió, que representarien etapes anteriors de rebliment (potser colmatació) en condicions ambientals diferents de les actuals (Fig. 8.3.22). Els minerals carbonatats tindrien el seu origen en la descalcificació de la roca en condicions freàtiques. La dissolució

preferent, ja sigui per raons texturals com cristal·logràfiques dels components de les calcarenites, ocasionaria la desintegració de grans de composició calcítica que caurien al terra i s'acumularien formant la capa superior de color clar. Aquests materials els podríem considerar autòctons. La capa inferior, de color vermell, i de major importància en potència, podria correspondre a l'entrada de materials al·lòctons (explicaria la quantitat de quars present) o bé al residu sense poder descalcificar de la capa superior en continuar el procés de dissolució al terra de sales i galeries. La detecció de quars a les

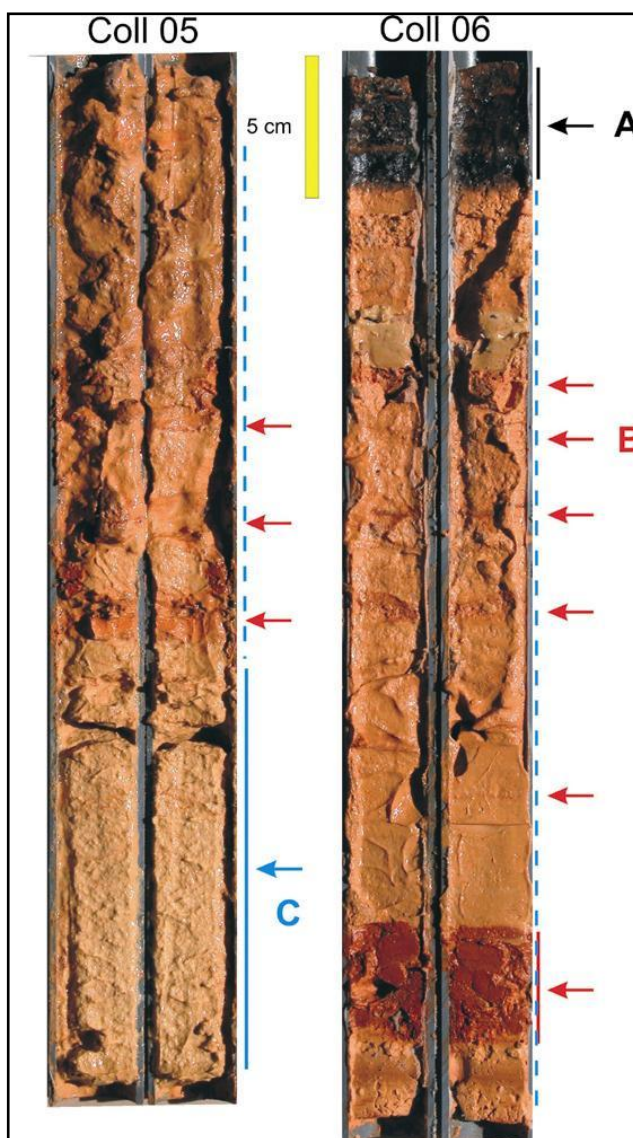


Figura 8.3.17: Secció dels sondatges Coll_05 i Coll_06, amb indicació de la presència de matèria orgànica (A, color negre), fracció carbonatada amb intercalacions de materials llimosos vermells (B, color vermell) i predominança de les arenes carbonatades (C, color blau).

mostres de roca mare del sostre i parets de les galeries permet suposar que per acumulació podrien donar lloc a part dels dipòsits vermells i per tant també serien, encara que en baixa proporció, de procedència autòctona.

METODOLOGIA

En el rebliment sedimentari de la cavitat submergida s'han realitzat, emprant tècniques d'espeleobusseig, 7 microsondatges (Figs. 8.3.17,18) mitjançant la penetració manual de tubs de PVC per tal d'obtenir la columna sedimentària de la base dels conductes i veure l'evolució temporal de la sedimentació. A la vegada de forma manual es va obtenir una mostra de sediment adossada a la paret de la cavitat. En el mostreig dels microsondatges s'han recollit 24 mostres que sumades a l'anterior representen un total de 25 mostres de sediment, que pertanyen a 8 localitzacions repartides per tota la cavitat. S'han estudiat per a cada localització la columna vertical de sediments fins a trobar la roca mare del terra, blocs caiguts o bé colades estalagmítiques que impedeixen perforar més avall. Per a cada localització s'han determinat i analitzat fins a 4 subnivells diferents segons la variabilitat observada.

Per a cada mostra es van determinar el seu color, en humit i sec, es va fer l'estudi granulomètric amb l'anàlisi de la mida de gra mitjançant tècnica làser (Coulter LS), i els paràmetres texturals corresponents. Les anàlisis mineralògiques dels sediments van esser fetes amb un aparell de difracció de R.X Siemens D-5500 seguint la metodologia exposada per AOKI *et al.* (1974) i HARDY i TUCKER (1988). Finalment es va obtenir el percentatge de matèria orgànica.



Figura 8.3.18: Sondatges del registre sedimentari efectuats a la cova des Coll.

RESULTATS

Color

La coloració mostra dues tonalitats: groguenques i vermelloses (Fig. 8.3.19). Els dipòsits presenten a moltes localitzacions una estratigrafia marcada per la diferència entre la capa superior i la inferior sense que hi hagi una zona de transició. Els materials predominantment carbonatats superiors són de colors grocs vermellosos (color en humit i sec és groc vermellós-5YR6/8); vermells groguencs (color en humit 5YR5/6 vermell

groguenc a color en sec 5YR7/6 groc vermellosos) a bru grisenc, groc, vermell groguenc, groc vermell o bru molt dèbil (respectivament). Els de major presència silícica, localitzats principalment a la base, o com a intercalacions molt fines, són de colors vermells a vermells amb altres tonalitats, especialment bruns al sector del Poble.

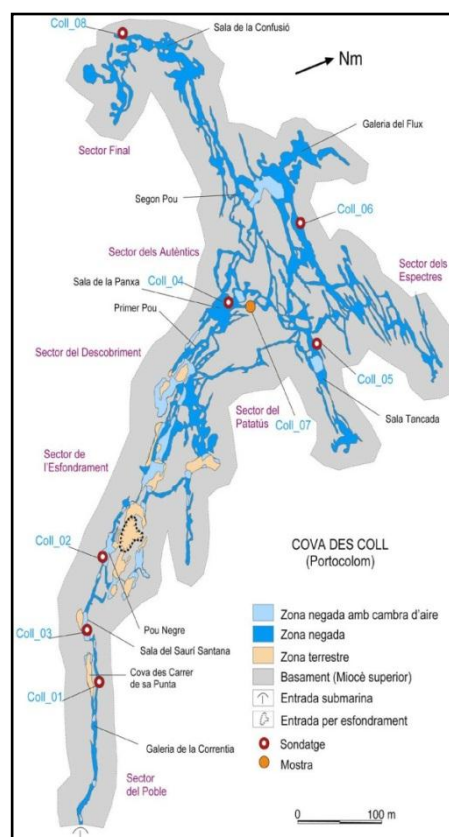
Mida de gra

Formats per llims més o menys arenosos i amb elevades quantitats d'argiles. Així la fracció més important és la que correspon als llims mitjans amb valors que quasi bé sempre superen el 20 % la resta de fraccions llimoses oscil·len entre el 7 i

Mostra	Profunditat (cm)	Color	
		(en humit)	(en sec)
Coll 01			
1	0-4	10YR3/6 marró fosc groguenc	7,5YR6/2 gris rosat
2	6-10	10YR3/1 gris molt fosc	7,5YR6/2 gris rosat
		10YR4/4 marró fosc groguenc	
3	12-14	10YR3/1 gris molt fosc	7,5YR6/1 gris
Coll 02			
4	0-4	10YR3/4 marró fosc groguenc	7,5YR6/1 gris
5	4-8	10YR3/2 marró grisós molt fosc	7,5YR6/2 gris rosat
6	8-13	10YR3/4 marró fosc groguenc	7,5YR6/3 marró clar
	13-16	10YR3/1 gris molt fosc	
7	16-19	10YR3/6 marró fosc groguenc	7,5YR6/2 gris rosat
Coll 03			
8	0-2	10YR3/2 marró grisós molt fosc	7,5YR6/1 gris
9	2-3	7,5YR4/6 marró fort	7,5YR6/1 gris
	3-6	10YR2/1 negre	
10	6-15	10YR3/1 gris molt fosc	7,5YR7/1 gris clar
11	15-25	10YR3/2 marró grisós molt fosc	7,5YR6/1 gris
Coll 04			
12	0-5	2,5YR4/8 vermell fosc	5YR6/6 groc vermellós
13	5-9	2,5YR5/6 vermell	2,5YR6/6 vermell
14	9-12	2,5YR5/8 vermell	2,5YR5/8 vermell
Coll 05			
	0-2	10YR5/2 marró grisós	
15	2-5	10YR7/6 groc	7,5YR7/3 rosa
16	5-13	5YR5/8 vermell groguenc	7,5YR7/6 groc vermellós
17	13-22	5YR6/6 groc vermellós	5YR7/6 groc vermellós
18	22-32	10YR8/3 marró molt pàlid	7,5YR8/4 rosa
Coll 06			
19	0-8	5YR5/6 vermell groguenc	5YR7/6 groc vermellós
20	8-20	5YR5/1 vermell groguenc	2,5YR7/6 vermell clar
	20-23	5YR5/6 vermell groguenc	
21	23-37	5YR6/6 groc vermellós	5YR 6/8 groc vermellós
22	37-41	2,5YR5/8 vermell	2,5YR6/8 vermell
Coll 07			
23	0	10R3/6 vermell fosc	2,5YR5/8 vermell
Coll 08			
24	0-8	5YR6/8 groc vermellós	5YR6/8 groc vermellós
25	8-12	10R3/6 vermell fosc	2,5YR5/8 vermell

Figura 8.3.19: Color, en sec i humit, dels sediments, amb indicació de la profunditat i interval.

Figura 8.3.20: Localització dels sondatges i mostra de sediment recol·lectats a la cova des Coll.



el 26 %. Les argiles amb uns valors mitjans al voltant del 15% oscil·len entre un 8 i un 19 %. Les arenas molt fines, són pràcticament l'única fracció arena present amb valors que rarament superen el 10% i principalment relacionades amb les fàcies d'entrada (marina) de la cavitat i amb les fàcies carbonatades de les que parlarem més endavant. La mediana correspon als llims mitjans o llims gruixats i quasi bé totes les mostres són asimètriques per la dreta i mostren corbes anguloses. La resta dels paràmetres texturals es poden observar a la Fig. 7.26. destacar el fet de la presència dels materials més antics (Coll 07- 23) on la fracció predominant són les argiles. La resta de corbes mostren la interacció dels processos esmentats juntament amb les aportacions de fàcies d'entrada (resta de corbes) i el retreballament dels nivells argilosos més antics. Per exemple a la corba Coll 01-03 es poden identificar les fraccions procedents de la desgranulació carbonatada i les fàcies de llims vermells; o a la Coll 08-25 les aportacions llimoses mesclades amb el retreballament de les argiles.

Mineralogia

Les anàlisis mineralògiques dels sediments mostren la presència de minerals dels grups dels carbonats; minerals de les argiles, quars i feldspats (Fig. 8.3.24). Destacar la caiguda de grans per desintegració granular de la paret (fàcies carbonatada blanca) (Coll 06-21) i la infiltració de sediments llimosos vermells (Coll 02-5). El mineral del grup de les argiles més important observat ha estat la il·lita. La caolinita, sempre és present, i en un percentatge que compren entre 0,4 i 25,8 %; apareixen també hematites i goethita, especialment als sectors més propers a la mar. El quars és el mineral dins del grup dels silicats més important en quant a volum, a totes les anàlisis de subcapes verticals al sector del Poble, sector de l'Esfondrament i sector del Descobriment, és a dir, a tots els sectors més propers a la mar. Per contra, als sectors interiors (sector del Patatús, sector dels Autèntics, sector dels Espectres i sector Final) el patró de distribució segueix el de la cova Genovesa, això és unes capes superiors riques en components carbonatats i capes inferiors riques en quars i argiles. Els minerals del grup del feldspats estan presents com a traces. Dels minerals carbonatats la calcita i la dolomita són els més indicatius. Les capes superiors de sediment, d'elevat contingut carbonatat, estan presents des de la sala de la Panxa (61,5% els 5 primers centímetres), a prop de la sala Tancada (entre 84% i 96% els 32 centímetres de sediment), fins a totes les galeries i sales dels sectors més interiors, galeria dels Espectres (72% els 8 primers centímetres i 66,4% dels 8 als 20 primers); sector Final (78% els primers 8 centímetres).

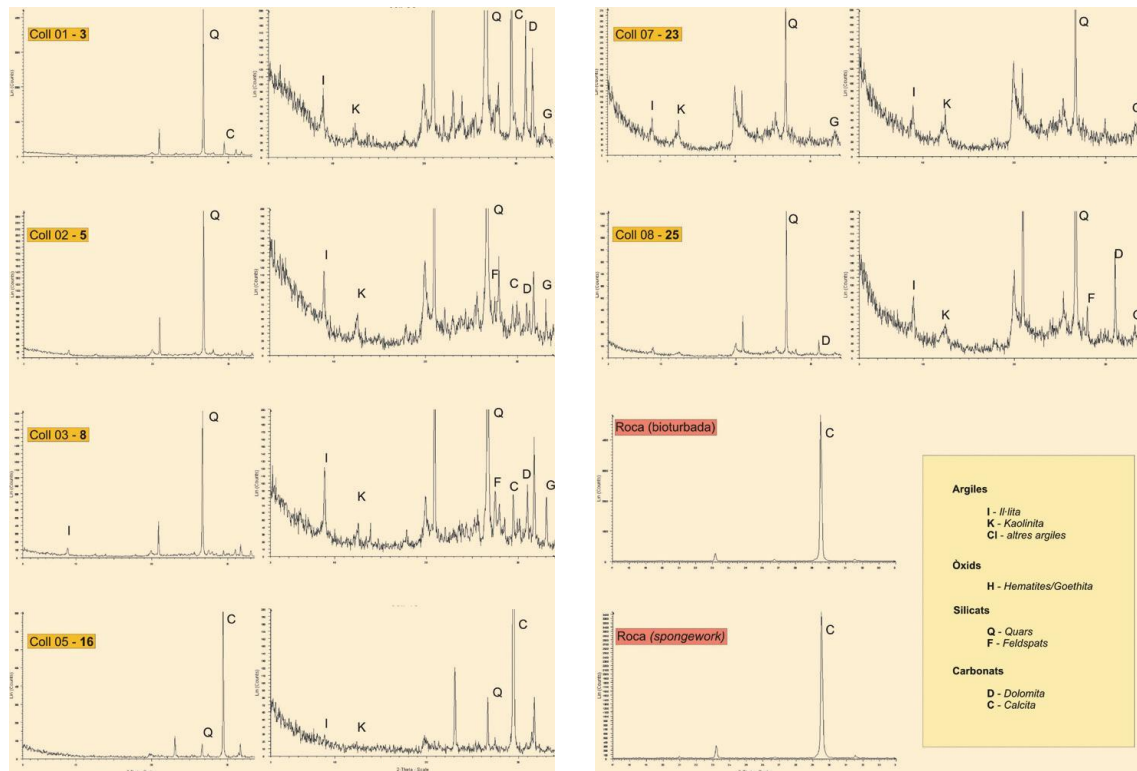


Figura 8.3.21: Difractogrames de RX de mostres representatives dels sediments presents a la cova des Coll, i de la roca encaixant.

Així tenim valors de l'ordre de 57,4-76% (galeria de la Correntia al sector del Poble), 55,7-81,5% (sala del Pou Negre), 63,3-75,8% (sala del Saurí Santana) sense capa superior 58,4% a la sala de la Confusió del sector Final, amb capa superior carbonatada. A una paret de sediments adossats el quars representa el 39,2% (prop de la sala de la Panxa), emperò si sumem els hematites i les argiles totalitzen un valor propers al 90%. Així mateix, la presència de sediments amb una mineralogia i proporcions semblants en els dipòsits



Figura 8.3.22: A molts indrets de la cavitat s'observen acumulacions argiloses adossades a les parets, amb senyals d'erosió, que representarien etapes anteriors de rebliment en condicions ambientals diferents de les actuals. Sector del Patatús (Foto P. Gràcia).

Mostra	Profunditat (m)	Graves (%)	Arenes (%)	Fins (%)	Mitjana μm	Mediana μm	m/M	Moda μm	S.D. μm	Coefficient d'Asimetria	Coefficient d'Angulositat
Coll 01											
1	0-4	0,00	14,60	85,40	27,81	13,97	1,99	24,80	33,00	1,67 r	2,27 l
2	6-10	0,00	0,00	100,00	9,72	5,68	1,71	5,53	10,47	1,76 r	2,90 l
3	12-14	0,00	12,00	88,00	28,41	8,38	3,39	8,49	51,75	2,91 r	8,47 l
Coll 02											
4	0-4	0,00	14,10	85,90	34,21	22,13	1,55	38,08	40,92	2,70 r	9,36 l
5	4-8	0,00	1,90	98,10	21,07	16,60	1,27	38,08	17,52	0,81 r	-0,20 p
6	8-13	0,00	0,00	100,00	9,54	6,06	1,57	8,49	9,85	1,74 r	3,03 l
7	16-19	0,00	5,20	94,80	16,35	7,12	2,30	8,49	28,54	4,05 r	19,68 l
Coll 03											
8	0-2	0,00	9,30	90,70	23,58	10,62	2,22	10,52	34,33	2,87 r	9,65 l
9	2-3	0,00	9,80	90,20	26,86	9,32	2,88	9,45	49,21	3,32 r	11,57 l
10	6-15	0,00	3,10	96,90	11,29	5,47	2,06	7,63	18,43	4,00 r	19,50 l
11	15-25	0,00	0,80	99,20	14,05	8,04	1,75	9,45	14,95	1,44 r	1,49 l
Coll 04											
12	0-5	0,00	0,60	99,40	14,56	9,12	1,60	22,28	14,70	1,35 r	1,26 l
13	5-9	0,00	6,90	93,10	19,19	8,74	2,20	9,45	28,09	3,02 r	11,29 l
14	9-12	0,00	10,60	89,40	24,58	11,88	2,07	27,61	31,97	2,45 r	7,81 l
Coll 05											
15	2-5	0,00	1,20	98,80	14,14	8,17	1,73	9,45	15,26	1,57 r	2,10 l
16	5-13	0,00	0,10	99,90	11,91	7,17	1,66	8,49	12,30	1,45 r	1,52 l
17	13-22	0,00	0,00	100,00	11,79	7,11	1,66	9,45	11,94	1,37 r	1,25 l
18	22-32	0,00	0,00	100,00	11,42	7,76	1,47	10,52	10,78	1,25 r	0,97 l
Coll 06											
19	0-8	0,00	28,20	71,80	45,01	29,05	1,55	72,46	44,45	1,22 r	0,92 l
20	8-20	0,00	44,60	55,40	94,68	51,38	1,84	80,66	127,10	2,66 r	8,82 l
21	23-37	0,00	69,90	30,10	156,70	112,70	1,39	153,40	156,80	1,95 r	4,29 l
22	37-41	0,00	0,90	99,10	16,92	10,79	1,57	30,08	16,19	1,08 r	0,27 l
Coll 07											
23	0	0,00	0,00	100,00	4,27	2,45	1,74	1,53	4,61	2,25 r	5,96 l
Coll 08											
24	0-8										
25	8-12	0,00	4,40	95,60	15,41	6,70	2,30	24,80	20,42	2,23 r	5,65 l

r: asimetric per la dreta; l: leptocurtic (angulós); p: platycurtic (tabular).

Figura 8.3.23: Paràmetres texturals corresponents a les anàlisis granulomètriques dels sediments presents a la cova des Coll.

Mostra	Profunditat (cm)	Argiles				Hematites	Sillicics			Carbonats		2^{θ} calcita/HMC
		Il·lita	Caolinita	Altres	SUMA argiles	Goethita	Quarts	Feldspats	Dolomita	Calcita		
Coll 01												
1	0-4	7,3	3,3	1,8	12,4	4,5	66,8	6,5	3,0	6,8	29,470	
2	6-10	6,7	5,1		11,8	2,8	57,4	3,5	6,8	17,8	29,470	
3	12-14	5,5	3,2		8,7	1,9	76,0	3,4	10,0		29,485	
Coll 02												
4	0-4	7,5	4,8		12,4		63,3	4,9	9,3	10,2	29,610	
5	4-8	6,9	5,1		12,0	3,2	68,8	8,2	2,8	4,9	29,450	
6	8-13	7,7	4,3		12,0	2,3	71,2	9,1	2,9	2,5	(HMC+LMC)	
7	16-19	8,2	4,3		12,5	2,7	75,8	5,0		4,0	(HMC+LMC)	
Coll 03												
8	0-2	9,5	4,4		13,8	3,8	61,2	10,2	5,9	5,1	29,480	
9	2-3	3,6	1,8		5,4	3,1	81,5	4,8	2,4	2,8	(HMC+LMC)	
10	6-15	8,1	3,4		11,6	4,6	65,0	7,8	3,7	7,4	(HMC+LMC)	
11	15-25	1,6	2,3		3,9	3,3	55,7	5,5	8,7	22,7	(HMC+LMC)	
Coll 04												
12	0-5	5,3	4,2		9,6	1,6	21,7		4,3	57,2	29,430	
13	5-9	13,7	10,3		24,0	9,8	42,3		10,6	13,4	29,490	
14	9-12	28,1	15,5		43,6	10,5	45,9					
Coll 05												
15	2-5	3,5	2,4		5,9		8,4			85,8	29,450	
16	5-13	5,0	3,3		8,4		8,2			83,4	29,430	
17	13-22	1,9	1,9		3,8		10,4			85,7	29,490	
18	22-32	0,8	0,4		1,2		3,1			95,7	29,480	
Coll 06												
19	0-8	0,0	1,6		1,6	0,5	7,4	2,3	4,2	84,0	29,480	
20	8-20	2,1	0,0		2,1		8,2		3,6	86,1	29,450	
21	23-37				0,0	0,7	7,9		5,8	85,5	29,510	
22	37-41	12,0	5,4		17,4	4,9	59,4	12,1		6,3	29,430	
Coll 07												
23	0	17,1	25,8		42,9	8,5	39,2			9,4	(HMC+LMC)	
Coll 08												
24	0-8	2,7	1,4		4,1	1,5	14,9	1,5	4,1	73,9	29,450	
25	8-12	10,5	9,4		19,9	5,4	58,4	6,1	10,3			

Figura 8.3.24: Dades percentuals semi-quantitatives de la composició mineralògica dels sediments de la cova des Coll.

càrstics Holocènics i Plistocènics (Es Pouàs, illa d'Eivissa) indica que els materials que reomplen aquestes depressions, cavitats i en general obertures a l'exterior poden ser en gran mesura reomplerts pels materials originats i/o aportats per les pluges de fang (FORNÓS *et al.*, 1997). En el cas eivissenc els sediments llimosos siliciclàstics presenten més de 6 m de potència, i contenen aus fòssils del Plistocè mitjà fins a l'actualitat.

Matèria orgànica

Els continguts en matèria orgànica dels sediments no mostren clares diferències. Els valors oscil·len entre un 3,7 i 9,9 % amb valors mitjans entre un 5 i un 6 %. La presència més important de matèria orgànica es dona en el primer sector d'entrada de la cavitat relacionat amb el poble i amb l'entrada externa. El sediment amb elevats percentatges de matèria orgànica de les zones amb major aportació d'aigües fecals davall del poble és negre (en humit N2,5/ negre i en sec 2,5Y3/2 marró grisós molt fosc).

Restes arqueològiques

Es van recuperar materials arqueològics d'època romana, 3 fragments d'àmfora i un molí de pedra (SALVÀ, 1997), sota les aigües de la sala Esperada (sector de l'Esfondrament). Per arribar-hi s'ha de superar una curta galeria submergida. Això plantejava un problema, ja que la localització en aquest indret de material arqueològic, era del tot il·lògic. Al finalitzar la topografia de la cova es va comprovar que aquesta sala, es trobava molt pròxima a la dolina d'entrada. Això, juntament amb el fet que les restes es localitzessin sota una rampa de terra i pedres, fa pensar que ens trobam davant un antic accés, actualment obstruït (GRÀCIA *et al.*, 1997). (Consultar Capítol 20).

Part faunística

INVERTEBRATS NO ARTRÒPODES

Els organismes suspensívors (esponges, tunicats, poliquets tubícoles i mol·luscs) es desenvolupen bé a la cova per mor de l'elevada renovació de l'aigua i de la disponibilitat de matèria orgànica (Figs. 8.3.32). Ambdues generades pels corrents entre la mar i la cavitat a causa de la comunicació directa i al comportament de la cova com a vasos comunicants en consonància amb els canvis baromètrics, les mareas i la sortida d'aportacions hídriques d'infiltració zenital.

Phylum PORIFERA

Ordre Homosclerophorida

Família Plakinidae

Plakina dilopha Schulze, 1880

Descripció: Exemplars d'entre 0,5 i 1,3 cm de diàmetre (contrets), formant recobriments fins en forma de coixinets arrodonits o lobulats (Fig. 8.3.25). Consistència gomosa i color crema-rossenc en alcohol. Espícules (Fig. 8.3.26): Caltropes microtetractines) d'actines amb puntes romes i en part bífides, de 34-40 µm, de longitud; algunes amb aparença de triactines per tenir una actina avortada. Tetractines molt petites de 7-11,5 µm de diàmetre (poden tractar-se de formes juvenils). Monolofotrienes, dilophotrienes i qualche trilofotriena amb les actines sense dividir de 10-12 µm. Les subactines de l'actina dividida poden dividir-se secundàriament en dues o tres i aquestes, a la vegada, acabar en espines.



Figura 8.3.25: *Plakina dilopha* Schulze, 1880. Exemplars d'entre 0,5 i 1,3 cm de diàmetre, formant recobriments fins en forma de coixinets arrodonits o lobulats. No està present a les zones més properes al mar ni als més allunyats. Aquesta és la primera senyalització de l'espècie en el litoral espanyol.

Hàbitat: S'observa a partir del sector del Descobriment (de 300 m endavant). No està present a les zones més properes al mar (sector del Poble) ni als més allunyats (Fig. 8.3.32).

Distribució: Mediterrània, poc freqüent. Aquesta és la primera senyalització de l'espècie en el litoral espanyol. Els individus de la cavitat coincideixen amb alguns de les costes de França (TOPSENT, 1895) en la raresa de les microdiactines i difereixen per la mida de les lofotrienes, molt més petites que les tetractines, per la divisió dicotòmica de les actines lofades i per l'esbós de bilobulació de les actines de les tetractines.

Classe Demospongiae

Ordre Hadromerida

Família Tethyidae

***Tethya citrina* Sarà & Melone, 1965**

Descripció: Exemplars pseudoesfèrics de 1,5-2,5 cm de diàmetre (Fig. 8.3.27), amb un òscul de 0,5-2,5 mm, a la part superior (exemplars contrets). Superfície coberta per projeccions còniques que li donen aspecte vellós. Còrtex diferenciat, de 1-1,3 mm de grossor. Consistència carnosa. Color blanquinós o crema en alcohol externament, groguenc brut a l'interior. Espícules (Fig. 8.3.28): estrongiloxes de dues mides (les petites situades a la zona més externa de l'esponja) en disposició radial. Amiden 1245 x 27-32 µm, les grans i 420-750 x 11-13,6 µm, les petites. Esferàsters, amb el centrum gros i les actines globoses, com correspon a un ambient ric en silici. Amiden 45-80 µm i es troben en el còrtex. Quiàsters, espinosos d'actines cilíndriques, de 9-15 µm, de diàmetre, abundants al coanosoma. Es freqüent la separació d'una part de l'adult como

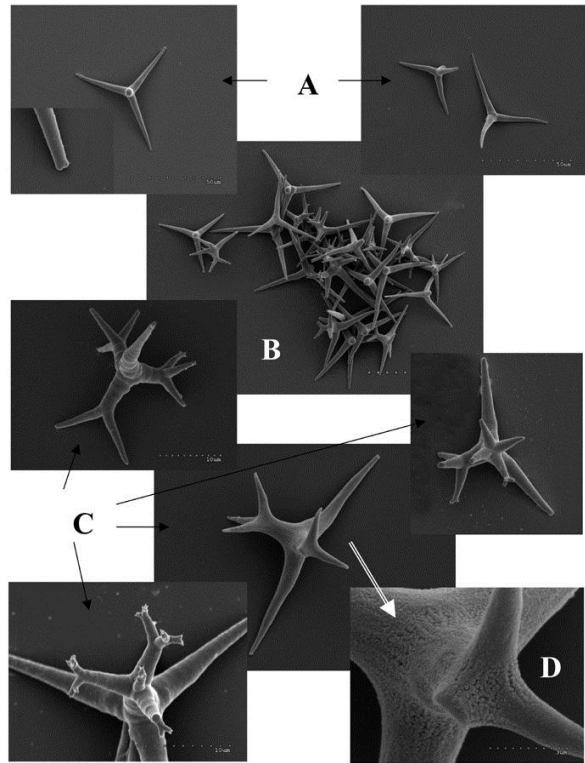


Figura 8.3.26: Espícules de *Plakina dilopha*. A) caltropla perfecta (tetractina) a l'esquerra i dues caltropses amb una actina abortada (aspecte de triactina) a la dreta; B) conjunt d'espícules; C) tetractines dilophades (en el centre una espícula immadura); D) detall de la superfície d'una espícula immadura mostrant les nanosferes de sílice. Microscopi electrònic. (Foto M. J. Uriz).

a propàgul.

Hàbitat: Pròpia d'indrets assossegats, amb sediment fi. A la cavitat es troba en tot el sector del Poble (Fig. 8.3.32).

Distribució: Espècie mediterrània. A la Península Ibèrica ha estat citada amb anterioritat a la Mar Menor (Múrcia) de zones fangoses i en herbeis de *Caulerpa nodosa* (MARTINEZ-INGLÉS, 1991).

Família Suberitidae

Suberites carnosus

(Johnston) var.

flavus Topsent, 1900

Syno.: *Suberites*

flavus (Schmidt)

Topsent

Descripció: Esponja massiva centimètrica, que forma lòbuls, més o manco digitiformes de més de 1cm d'ample, amb òsculs terminals de 1-



Figura 8.3.27: *Tethya citrina*. Exemplars pseudoesfèrics de 1,5-2,5 cm de diàmetre. A la cavitat es troba en tot el sector del Poble.

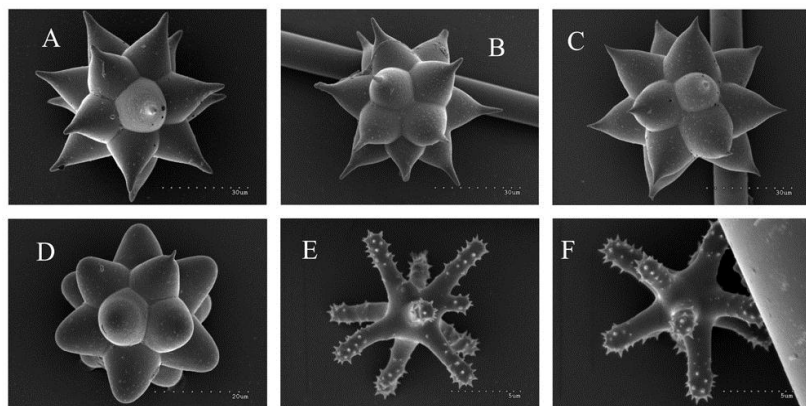


Figura 8.3.28: Microscleres de *Tethya citrina*. A,B,C i D esferàsters en diferents estats de desenvolupament; E i F) Quiàsters espinosos. Microscopia electrònica de scandallatge (Foto M. J. Uriz).

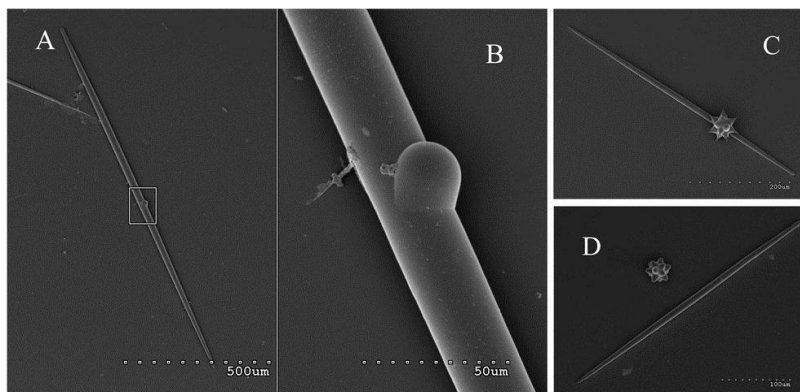


Figura 8.3.29: Estrongiloxes (megascleres) de *Tethya citrina*. A, amb un regruix central (B zona central a major augment); C i D estrongiloxes i esferàsters (Foto M. J. Uriz).

1,5 mm de diàmetre (exemplars contrets). Superfície llisa, còrtex diferenciat però no separable del coanosoma. Consistència carnosa, compacta. Color crema en alcohol. Esquelet irregular interior i amb una disposició en atapeïts feixos plomosos cap a la perifèria. Espícules: Tilòstils rectes, amb el til globulós, ben marcat, i la tija un poc fusiforme (més estret davall del til) i el canal axial visible, acabat en una vesícula en el centre del til. Punta acerada. Amiden 140-575 x 3-9 µm, amb els més petits situats a la zona perifèrica de l'esponja.

Hàbitat: Freqüent fins els 40 m de fondària, especialment als fons arenosos, molt en particular a llacunes. A la cavitat es localitza als primers 100 m del sector del Poble (Fig. 8.3.32).

Distribució: L'espècie s'ha citat de l'Atlàntic Nord i del Mediterrani; la varietat "flavus" és principalment mediterrània i no s'havia citat amb anterioritat en el litoral espanyol.

Família Clionidae

Cliona celata Grant, 1826

Descripció: Exemplar críptic que viu excavant l'interior de la roca calcària, assolint un desenvolupament notable (Fig. 8.3.30,31). Forma petites incrustacions o papil·les de 1-3 mm de longitud que surten separadament del substrat perforat, color groc daurat, de vegades taronja. Només s'han observat les espícules silícies que consisteixen en tilòstils robustos, rectes, lleugerament corbats i, ocasionalment, fortament corbats. Til ben marcat i punta poc esmolada. Amiden 133-355 x 9-13,6 µm. Excavacions uniformes de 30-40 µm de diàmetre (Fig. 8.3.31).

Hàbitat: Freqüent des de la zona de mares fins als 5 m, en roques de zones obscures. A la cova des Coll està present als primers 120 m.

Distribució: Espècie cosmopolita, molt abundant a les Balears.



Figura 8.3.30: *Cliona celata* Grant, 1826. Esponja que viu excavant l'interior de la roca calcària, assolint un desenvolupament notable. A la cova des Coll està present als 120 primers metres.

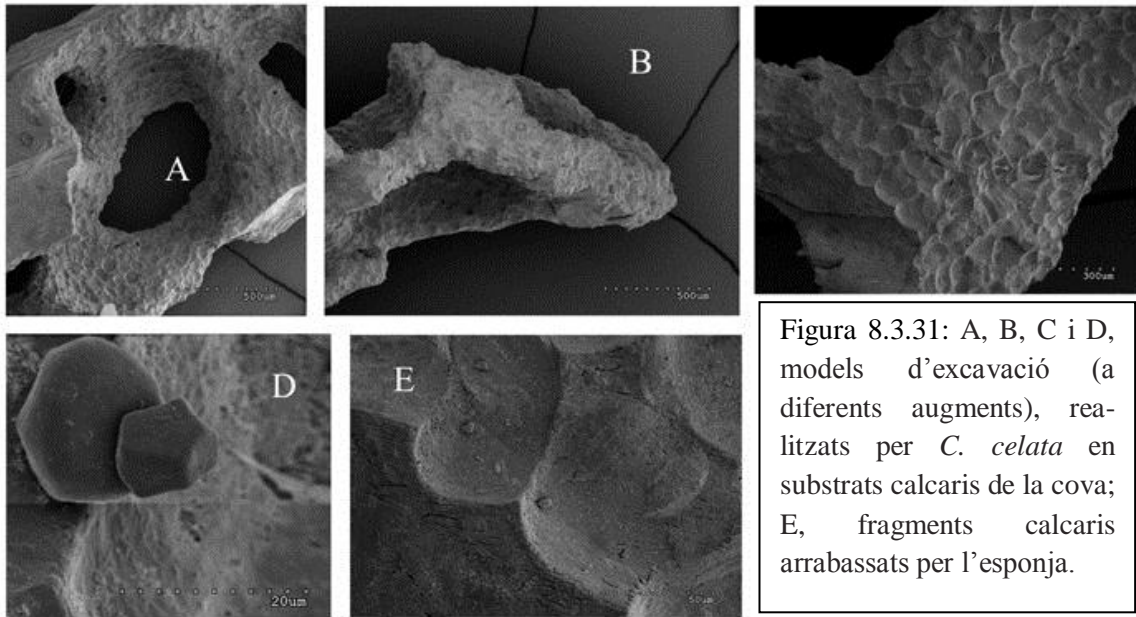


Figura 8.3.31: A, B, C i D, models d'excavació (a diferents augments), realitzats per *C. celata* en substrats calcaris de la cova; E, fragments calcaris arrabassats per l'esponja.

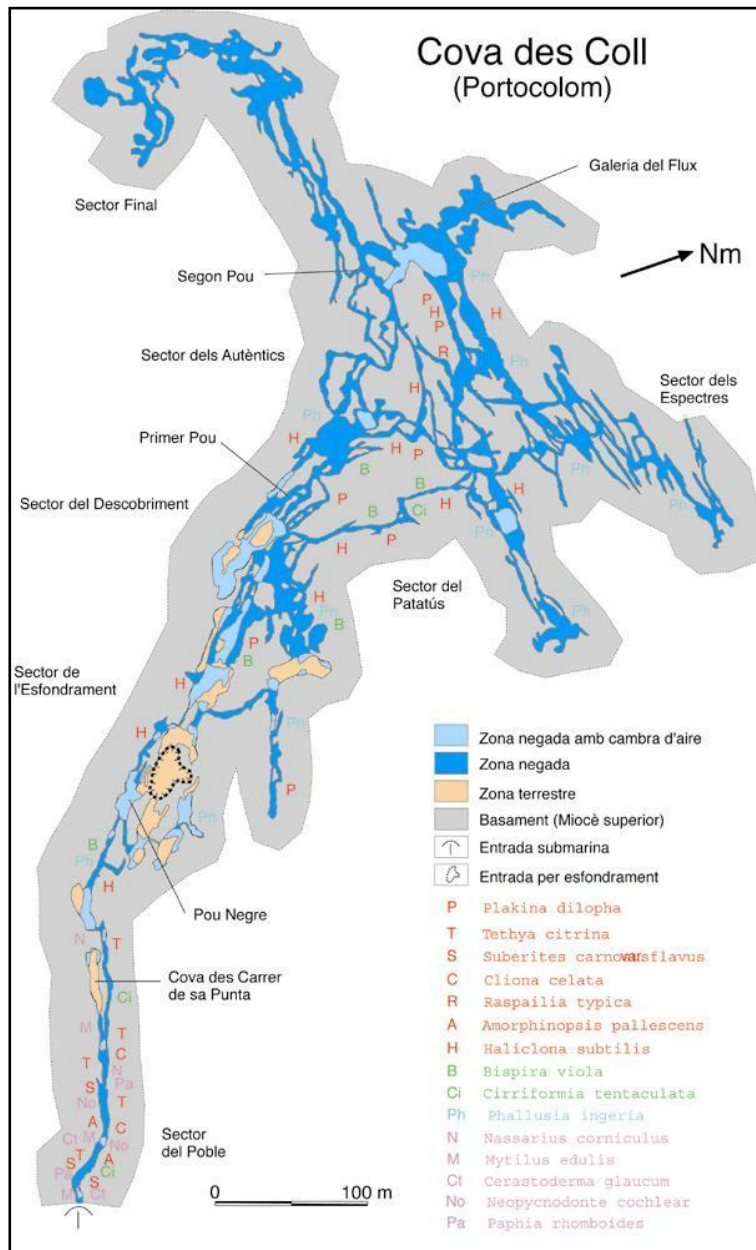


Figura 8.3.32: Distribució dels invertebrats no artròpodes.

Ordre Poecilosclerida

Família Raspailiidae

Raspailia typica Nardo, 1833

Synon.: *R. viminalis* Schmidt 1862

Descripció: Exemplar ramificat, d'uns 3 cm de alçària, amb branques aplanades i irregulars. Consistència flexible i superfície molt híspida. Color bru fosc en alcohol. Esquelet format per feixos centrals poliespiculats de llargs tilòstils, que es disposen divergents a la zona perifèrica fins travessar la superfície de l'esponja provocant la hispidesa. Els acantòstils se situen en el coanosoma perpendiculars als tilòstils. Espícules: Tilòstils llargs i corbats que es van aprimant progressivament des de la base, amb el til ben marcat i la punta roma; amiden 1860-2486 x 18-27 µm. Estiloides, rectes o lleugerament corbats amb un extrem truncat i l'altre molt esmolat; mesuren 595-820 x 4,5-11 µm. Acantòstils robusts, cònics, molt espinosos, amb el til poc marcat i espines que es dirigeixen cap a la base; amiden 62-106 x 11-18 µm.

Hàbitat: Poc freqüent sobre closques i fragments d'algues calcàries en els fons arenosos, més enllà dels 20 o 30 m. A la cova des Coll s'ha observada únicament al sector dels Autèntics a uns 700 m de la mar (Fig. 8.3.32).

Distribució: Atlàntic i Mediterrani, en aigües poc profundes amb sediment.

Ordre Halichondrida

Família Halichondriidae

Amorphinopsis pallescens (Johnston)

Synon: *Halichondria pallescens* Johnston, Ferrer Hernández 1917, 1933;

no *Hymeniacidon pallescens* Topsent, 1892

Descripció: Esponja d'alguns centímetres, amb una base massiva de la qual surten abundants fistules de diferent longitud, llargues i primes (2-3 mm de diàmetre), que s'anastomosen, no es mantenen erectes i solen terminar en un òscul. Consistència blana i superfície vellutada al tacte; microhíspida a la lupa. Ectosoma fàcilment separable del coanosoma, amb espícules tangencials externes, desordenades, travessades per oxes perpendiculars laxament disposades. Les fistules presenten sota la capa d'oxes tangencials, feixos poli-espiculats ascendents que poden anastomosar-se. Color blanquinós en alcohol. Espícules: (1) oxes robustes, fusiformes, amb puntes molt acerades, rectes o lleugerament corbades, de 345-450 x 10-16 µm; (2) estils robusts, un poc més curts i menys abundants que les oxes, en ocasions amb una lleugera dilatació a

la base; molt còncics, rectes, amb la punta més ampla i curta que les oxes. Amiden 240-337 x 11-16 µm.

Hàbitat: A la cavitat (Fig. 8.3.32) abundant en el primer centenar de metres (sector del Poble).

Distribució: El gènere *Amorphinopsis* està principalment representat a l'Índic i Pacífic oriental. Al Mediterrani, s'han citat *A. filigrana* (SCHMIDT, 1862), a l'Adriàtic, i *A. pallescens* (TOPSENT, 1892) en el sud de França. L'espècie de la cova des Coll difereix de les dues anteriors perquè posseeix oxes molt més robustes (345-450 vs. 80-160µm). És similar en forma de creixement, aspecte extern, esquelet i mida espicular a *Halichondria pallescens* Johnston, espècie atlàntica, citada a Màlaga per FERRER HERNÁNDEZ (1917). Malgrat aquesta darrera espècie no presenta estils, podríem pensar que és conespecífica amb la de Balears ja que la transformació d'oxes en estils és un

fenomen relativament freqüent en presència de concentracions elevades de sílice, com és el cas de la cova des Coll. Si no es tracta d'una espècie nova, aquesta és la segona cita de l'espècie en el Mediterrani.

Ordre Haplosclerida

Família Haliclonidae

Haliclona subtilis Griessinger, 1971

Descripció: Exemplar massiu, hemiesfèric, amb superfície molt porosa i l'òscul apical de 5 mm de diàmetre en el que es veuen desembocar conductes exhalants (Fig.

LLISTATS D'INVERTEBRATS NO ARTROPODES
Pyllum PORIFERA
Classe DEMOSPONGIAE
Ordre HOMOSCLEROPHORIDA
<i>Plakina dilopha</i> Schulze, 1880
Ordre HADROMERIDA
<i>Tethya citrina</i> Sarà & Melone, 1965
<i>Suberites carnosus</i> (Johnston) var. <i>flavus</i> Topsent, 1900
<i>Cliona celata</i> Grant, 1826
Ordre POECILOSCLERIDA
<i>Raspailia typica</i> Nardo, 1833
Ordre HALICHONDRIDA
<i>Amorphinopsis pallescens</i> (Johnston)
Ordre HAPLOSCLERIDA
<i>Haliclona subtilis</i> Griessinger, 1971
Pyllum ANNELIDA
Classe POLYCHAETA
<i>Bispira viola</i> (Grube, 1863)
<i>Cirriformia tentaculata</i> (Montagu, 1808)
Pyllum CHORDATA
Classe ASCIDIACEA
Ordre ENTEROGONA
<i>Phallusia ingeria</i> Traustedt, 1883
Pyllum MOLLUSCA
Classe GASTROPODA
<i>Nassarius corniculus</i> (Olivi, 1792)
Classe BIVALVIA
<i>Mytilus edulis</i> Linnaeus, 1758
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Poiret, 1789)
<i>Neopycnodonte cochlear</i> (Poli, 1795)
<i>Paphia rhomboides</i> (Pennant, 1777)

Figura 8.3.33: Invertebrats no artròpodes presents a la cova des Coll.

8.3.34). Consistència fràgil. Ectosoma diferenciat en les zones de la superfície de l'esponja en que està recobrint conductes aquífers, però és difícilment separable del coanosoma; a la lupa apareix travessat laxament per algunes espícules. Color blanquinós en alcohol. Espícules: oxes curtes i relativament robustes, rectes i fusiformes. Tangencials, laxament distribuïdes a l'ectosoma. Amiden 165-182 x 7-10 µm. Les espícules són molt més gruixudes que les típiques de l'espècie, probablement a causa d'una gran disponibilitat de sílice, fet que provoca que algunes es transformin en estils.



Figura 8.3.34: *Haliclona subtilis* Griesinger, 1971. A la cavitat és l'espècie d'esponja més característica, penetrant fins a 800 m en el sector dels Autèntics. Únicament no es localitza a les zones més interiors o de menor salinitat. Les espícules són molt més gruixudes que les típiques de l'espècie, probablement degut a una gran disponibilitat de sílice.

Hàbitat: Espècie de grutes sublitorals i ocasionalment a la biocenosi coral·lígena i als herbeis de fanerògames. A la cavitat és l'espècie d'esponja més característica, penetrant fins a 800 m en el sector dels Autèntics. Únicament no es localitza a les zones més interiors o de menor salinitat (Fig. 8.3.32).

Distribució: Principalment mediterrània. Citat una sola vegada a l'Atlàntic (PRECIADO, 2002). Ha estat trobada amb anterioritat a Mallorca (BIBILONI, 1990).

Classe Polychaeta

Ordre Sedentaria

Família Sabellidae

***Bispira viola* (Grube, 1863)**

Synon.: *Sabella viola* Grube, 1863; *Sabella melanostigma* Gibbs, 1971.

Descripció: Sabèl·lid de petita mida (4,5 mm d'ample per uns 11 mm de llarg, inclosa la corona branquial). Color blanquinós, excepte una sèrie de 2 o 3 taques de color violada fosc o negre en cada radiola, ocasionalment amb un parell d'ulls en 2 o 3 radioles dorsals (Fig. 8.3.35). Un parell de taques oculars dorsals visibles a la regió anterior del cos. Característicament, l'espècie presenta el primer segment llarg, sedes acompanyants en cullera no geniculades i projeccions ventrals corbades cap a l'interior. Tub circular en secció, format per una capa molt fina de material (probablement



Figura 8.3.35: *Bispira viola* (Grube, 1863). Es localitza especialment dins el sediment a on és molt abundant especialment al sector del Poble i al sector del Descobriment. No es troba present a les zones més allunyades de la mar. Les localitzacions obeeixen a les zones de majors corrents, penetrant fins els 700 m de distància. Els exemplars trobats constitueixen la primera cita d'aquesta espècie a les Balears i a la Península Ibèrica (Foto P. Gràcia).

mucopolisacàrids) llisa a l'interior i compacta i barrejada amb sediments fins a l'exterior, a on és de color bru vermellós. Una vegada fixats, resulta extremadament difícil separar el tub del cos. Aquesta espècie es distingeix de *Sabella pavonina* Savigni, 1820 (amb la qual fos sinonimitzada per Fauvel 1927) per la seva menor mida, pigmentació distintiva, primer escut ventral emarginat i la disposició no espiralada de les sedes abdominals. Dintre del gènere *Bispira*, se sembla a *B. Melanostigma* (Schmarda, 1861), si bé aquesta té el primer segment més curt i més d'un parell d'ulls en diverses radioles branquials.

Hàbitat: S'ha citat de roques, parcialment protegida per sponges i nòduls de concrecions calcàries, entre 3 i 13 m de profunditat. A la cova des Coll es localitza especialment dins el sediment a on són molt abundants especialment al sector del Poble i al sector del Descobriment. No estan presents a les zones més allunyades de la mar. Normalment forma agrupacions formades per un gran nombre d'exemplars. Les localitzacions obeeixen a les zones de majors corrents, penetrant fins els 700 m de distància (Fig. 8.3.32).

Distribució: Poc coneguda, tal vegada per haver estat confusa amb *Sabella pavonina*, espècie molt més comuna. Bàsicament present en el Mediterrani, a Croàcia (localitat tipus, GRUBE, 1863), Itàlia (GIAGRANDE, 1990) i Turquia (KNIGHT-JONES *et al.*, 1991; KNIGHTJONES & PERKINSIT, 1998). Encara que es coneixen cites d'Indonèsia (GIBBS, 1971) i de les Illes Salomon (FOSA & NILSEN, 1996), aquestes s'han de revisar per comprovar si pertanyen o no a la mateixa espècie. Els exemplars trobats constitueixen la primera cita d'aquesta espècie a les Balears i a la Península Ibèrica.

Família Cirratulidae

Cirriformia tentaculata

(Montagu, 1808)

Descripció: Cirratúlid amb el cos allargat, esmolat als extrems, i pot tenir més de 300 segments (Fig. 8.3.36). El prostomi és cònic, sense ulls ni apèndixs. Brànquies presents a partir del primer setíger. Cirrus tentaculars dorsals acanalats. L'espècie adquireix el color groc pàl·lid un pic fixada. En viu és de color groc ataronjat, amb les brànquies de color vermell intens.



Figura 8.3.36: *Cirriformia tentaculata*. L'escala representa 4 mm (Foto D. Martin i João Gil).

Hàbitat: Present en tot tipus de fons a on existeix una capa de sediment fi que permeti enterrar el cos, projectant a l'exterior únicament les brànquies i cirrus tentaculars. Viu enterrada en el sediment del sector del Poble i del Patatús, aquests darrers a més de 600 m a l'interior (Fig. 8.3.32).

Distribució: Espècie molt comú.



Figura 8.3.37: *Phallusia ingeria*. Espècie no artròpode que més penetra dins la cavitat (Foto F. Gràcia).

Phylum CHORDATA

Classe Ascidiacea

Ordre Enterogona

Família Ascidiidae

Phallusia ingeria Traustedt, 1883

Descripció: Són solitaris sense tòrax ni abdomen, de colors blancs i translúcids (Fig. 8.3.37).

Hàbitat: A la cova des Coll és l'organisme sèssil que més penetra de cap a l'interior, fins assolir els 800 m respecte de la

mar en el sector dels Autèntics i a més de 700 m en el sector dels Espectres (Fig. 8.3.32). Normalment es troba juntament amb l'esponja *Haliclona subtilis*. Únicament no es localitza en el sector Final, ni tampoc a les zones més interiors del sector dels Autèntics. A les galeries Corcades, més properes a la mar, no hi viuen a causa de la poca salinitat de l'aigua com a conseqüència de les infiltracions zenitals.

Distribució: És tan poc citada que encara no es té una idea de quina és la seva distribució ecològica. Possiblement si es revisen les *Phallusia* mediterrànies es trobaran més espècies de les nominalment descrites, però amb el que hi ha ara els exemplars de la gruta són *Phallusia ingeria*.

Phylum MOLLUSCA

Classe Gastropoda

Ordre Neogastropoda

Família Nassariidae

Nassarius corniculus (Olivi, 1792)

Descripció: Conxa oval cònica, sòlida llisa amb algunes estries espirals a la base de la darrera volta, presentant de vegades plecs gruixats longitudinals, generalment a la base superior de la darrera volta. Obertura oval petita, escotada a la base; columel·la callosa i el labre amb petites dents per la part interna. La mida sol oscil·lar entre els 18 i 20 mm i el diàmetre de 8,5 a 9,5 mm. La coloració és variable des de marró clar uniforme fins a negre. Els exemplars recollits a la cavitat són negrosos amb puntuacions blanquinoses a la línia de sutura.



Figura 8.3.38: Primer centenar de metres del sector des Poble. Les parets estan recobertes per una gran densitat d'invertebrats filtradors que es desenvolupen bé a la cova per mor de l'elevada renovació de l'aigua (Foto P. Gràcia).

Hàbitat: Normalment viu a la regió meso-infralitoral en fons de roca i pot arribar a descendir fins als 120 m de fondària. A la cavitat únicament ha estat localitzada al sector del Poble, fins a uns 200 m de distància de la mar. Sempre damunt del sediment (Fig. 8.3.32).

Distribució geogràfica: Espècie comuna en aigües salobroses de la Mediterrània i zona atlàntica. De vegades és extremadament abundant fins a 1200 exemplars per m².

Classe Bivalvia

Ordre Pteriomorpha

Família Mytilidae

***Mytilus edulis* Linnaeus, 1758**

Descripció: Conxa subtriangular, equivalva i un poc inflada, amb l'extrem apical angulós i un poc incurvat. Els múscols són de color i forma extremadament variable. Les dimensions dels espècimens és molt variable en funció del biòtop en el que viuen. Aigües corrents en les quals hi ha més possibilitat de filtració donen exemplars més grans. Les dimensions a nivell mundial oscil·len entre 30 i 80 mm. Normalment, la

majoria dels individus que es troben a la zona micromareal de les Balears no superen els 30 mm. Els exemplars estudiats a la cova són d'uns 90 mm de longitud, els de mida més gran coneguts de les Balears. Alguns autors han considerat distintes formes, subespècies o varietats de *Mytilus edulis* que han anomenat *Mytilus galloprovincialis*, *M. edulis galloprovincialis*, *M. edulis* forma *galloprovincialis*, que són considerades sinònimes.

Hàbitat: A Europa es troba per totes les costes, sobre substrats durs, adherida a les roques, des de la zona intermareal fins als 40 m de profunditat. Els exemplars de profunditat solen ésser més grans. A la cova des Coll es troba amb una extraordinària abundància recobrint el terra, sostre i parets als primers 120 m de la cavitat. S'ha de tenir present la gran força que pot arribar a assolir l'aigua en aquesta zona (Fig. 8.3.38).

Distribució geogràfica: Per tot l'hemisferi boreal, viu a l'Atlàntic, al Mediterrani i també al Pacífic (Japó).

Ordre Heterodonta

Família Cardiidae

***Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789)**

Descripció: Conxa sòlida equivalva de color blanc brut amb els extrems situats de cap el costat anterior. L'ornamentació consisteix en 25 a 26 costelles més o menys arrodonides, creuades per estries de creixement i separades per espais molt estrets i profunds. Les dimensions no solen sobrepassar els 50 mm de diàmetre anteroposterior.

Hàbitat: Viu enterrada als fons de sediments de la zona meso-infralitoral, a poca profunditat. Generalment en aigües salobroses, ja que és eurihalina. Per aquesta raó a on més abunda és als estuaris, albuferes i llacunes litorals. L'ambient que troba als primers 100 m de la cavitat és molt adequada per a l'espècie, ja que compta amb sediment fangós, forts corrents, salinitat variable i poca fondària (Fig. 8.3.32).

Distribució geogràfica: Viu des de Noruega fins al sud de Mauritània, oest d'Àfrica a la Mediterrània i a la mar Negra.

Ordre Pteriomorpha

Família Ostreidae

***Neopycnodonte cochlear* (Poli, 1795)**

Descripció: Gènere amb la valva inferior molt profunda, sense plecs; valva dreta o superior més petita, còncava o plana i amb rucs al davant. La seva forma és extremadament variable i fa, normalment, entre 40 i 50 mm de longitud.

Hàbitat: Viu fins als 250 m de profunditat, a menor profunditat es localitza a ambients esciòfils. Està citat de corals i grutes. A la cavitat està present al primer centenar de metres, especialment al sostre i parets (Fig. 8.3.32).

Distribució geogràfica: Des del sud d'Islàndia fins a Angola, mar Roja, Madagascar i Pacífic, penetrant dins la Mediterrània.

Ordre Heterodonta

Família Veneridae

***Paphia rhomboides* (Pennant, 1777)**

Descripció: Conxa equivalva, amb els vèrtexs desplaçats cap a la part anterior. Valves convexes, sòlides amb la superfície creuada per cordons concèntrics. Espècie de coloració variable, generalment bruna amb taques i línies més clares i més fosques. La mida és molt variable (25-65 mm de longitud màxima).

Hàbitat: Es troba entre la grava o llims, des de la zona intermareal fins als 180 m. A la cova és molt abundant els 120 primers metres, enterrat al fang (Fig. 8.3.32).

Distribució geogràfica: Atlàntica i mediterrània.

FAUNA CARCINOLÒGICA (Phylum CRUSTACEA)

Les captures s'han efectuat per sectors concrets i a fondàries determinades per poder caracteritzar la fauna de les diferents zones de la cavitat. S'han censat a la cavitat un mínim de 30 espècies (Fig. 8.3.39). Trobam a la cova dos grups de crustacis ben diferenciats: el primer grup el formen les espècies estigobionts (un 61 % de les espècies): el decàpode *Bermudacaris*; els amfípodes *Racovella birramea*, *Maera* sp. nov. i *Salentinella angelieri*; l'isòpode *Typhlocirolana moraguesi*; el termosbenaci *Tethysbaena scabra*; els copèpodes calanoides *Exumella mediterranea*, *Paramisophria* sp. nov., *Stephos margalefi* i *Stephos vivesi* sp. nov.; els copèpodes misofrioides *Speleophriopsis balearicus* i *Speleophria gymnesica* i els copèpodes ciclopoides *Halicyclops troglodytes*, *Protoneocyclops mediterraneus* i *Muceddina multispinosa*.

El segon grup està format per les espècies d'hàbits obscurícoles que utilitzen les coves opcionalment i que poden viure en aigües obertes; la cavitat és per a elles una

prolongació terra endins de la mar. El formen el leptostraci *Nebalia strausi*; el decàpode *Palaemon serratus*; el misidaci *Heteromysis* sp.; els copèpodes calanoides *Pseudocyclops* sp i *Acartia* sp. i els copèpodes cyclopoïdes *Euryte longicauda*, *Cyclopina esilis*, *Pteryropsyllus* sp. i *Oithona* sp. La seva abundància és inversament proporcional a la distància a la mar (Fig.8.3.40).

Espècie	Rang Salinitat	Estigobiont	Endemisme	Espècie nova
LEPTOSTRACA				
<i>Nebalia strausi</i> Risso, 1826	≥ 34 ‰			
DECAPODA				
<i>Palaemon serratus</i> (Pennant, 1777)	≥ 34 ‰			
AMPHIPODA				
<i>Bogidiella</i> sp. nov.	≥ 33 ‰	X	X	X
<i>Maera</i> sp. nov.	≥ 34 ‰	X	X	X
<i>Salentinella angelieri</i> Ruffo & Delamare, 1952	8-25‰	X		
ISOPODA				
<i>Typhlocirolana moraguesi</i> Racovitza, 1905	8-37‰	X	X	
MYSIDACEA				
<i>Heteromysis</i> sp.	25-37‰			
THERMOSBAENACEA				
<i>Tethysbaena scabra</i> Pretus, 1991	8-34‰	X	X	
COPEPODA CALANOIDA				
<i>Pseudocyclops</i> sp.	≥ 34 ‰			
<i>Exumella mediterranea</i> Jaume & Boxshall, 1995	≥ 34 ‰	X		
<i>Paramisophria</i> sp. nov.	≥ 34 ‰	X	X	X
<i>Stephos margalefi</i> Riera, Vives & Gili, 1991	≥ 30 ‰	X	X	
<i>Stephos</i> sp. nov.	8-37‰	X	X	X
<i>Acartia</i> sp.	≥ 34 ‰			
COPEPODA MISOPHROIDA				
<i>Speleophriopsis balearicus</i> Jaume & Boxshall, 1996	8-23‰	X	X	
<i>Speleophria gymnesica</i> Jaume & Boxshall, 1996	≥ 34 ‰	X	X	
COPEPODA CYCLOPOIDA				
<i>Euryte longicauda</i> Philippi, 1843	≥ 34 ‰			
<i>Halicyclops troglodytes</i> Kiefer, 1954	8-23‰	X		
<i>Protoneocyclops mediterraneus</i> (Kiefer, 1960)	≥ 34 ‰	X		
<i>Cyclopina esilis</i> Brian, 1938	≥ 34 ‰			
<i>Muceddina multispinosa</i> Jaume & Boxshall, 1996	≥ 34 ‰	X		
<i>Pteryropsyllus</i> sp.	≥ 34 ‰			
<i>Oithona</i> sp.	≥ 34 ‰			

Figura 8.3.39: Crustacis aquàtics presents a la cova des Coll. S'indica si es tracta d'estigobionts i també si són endemismes balears. A més, s'indica també el seu espectre de tolerància a la salinitat. *Bogidiella* sp. és *Racovella birramea* Jaume, Boxshall & Gràcia, 2007 i *Stephos* sp. nov. és *Stephos vivesi*. Jaume, Boxshall & Gràcia, 2008.

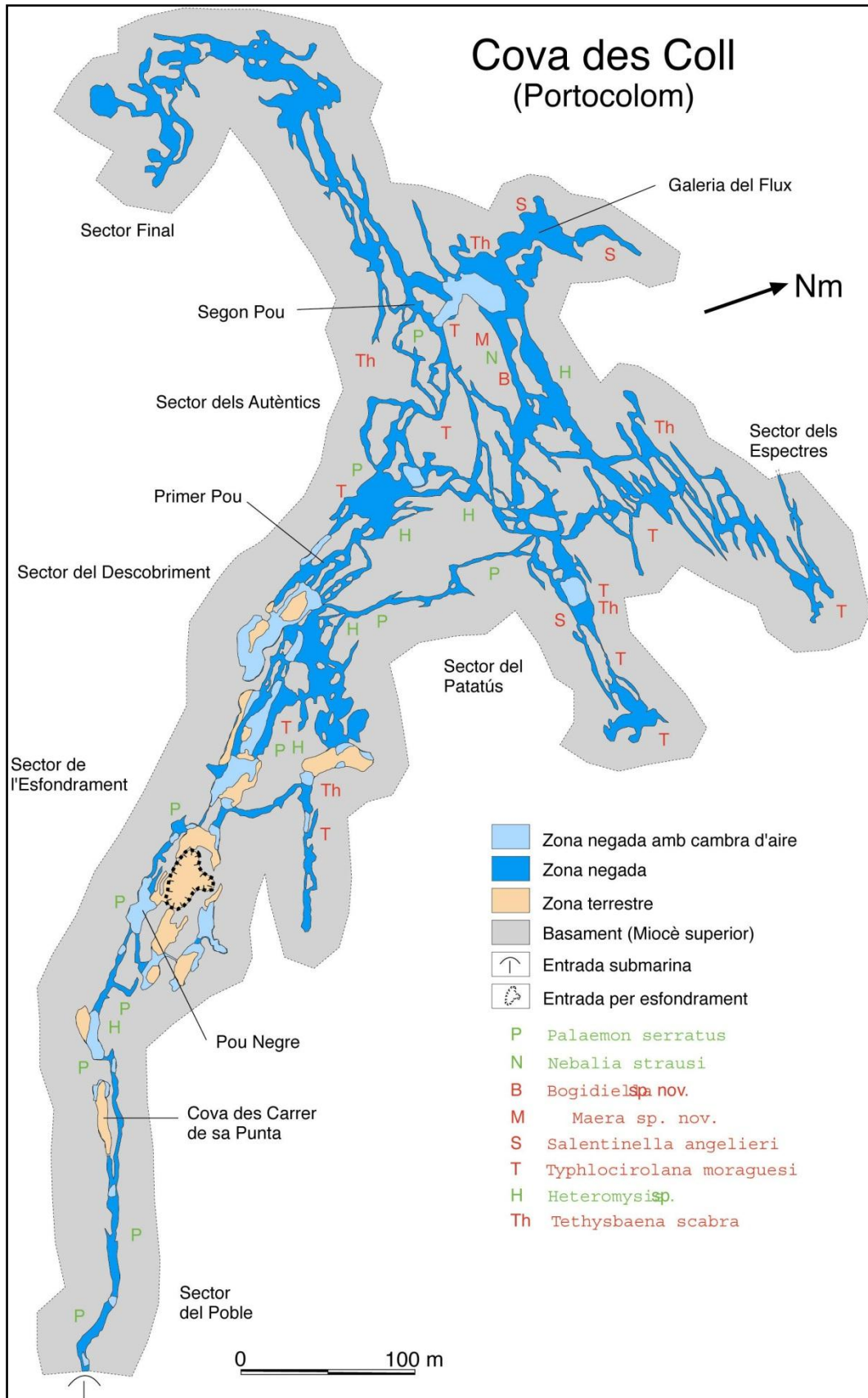


Figura 8.3.40: Distribució dels crustacis Malacostraca.

Espècies de crustacis trobades a la cavitat

Phylum CRUSTACEA

Classe Malacostraca

Ordre Leptostraca Claus, 1880

***Nebalia strausi* Risso, 1826**

Es tracta d'una espècie oculada, detritívora i necròfaga amb una distribució geogràfica general que comprèn el Mediterrani occidental, així com també la costa atlàntica ibèrica. És la primera citació de l'espècie a les Balears. La citació recent de *Nebalia* sp. a la cova Genovesa correspon també a aquesta espècie. A la cova des Coll s'ha pescat a salinitats que superen el 34 ‰.

Ordre Decapoda Latreille, 1803

***Bermudacaris* sp.**

És la segona cavitat a on s'ha trobat després de la cova Genovesa. Recol·lectada del fons de la galeria de les Formacions i de la galeria de les Esponges (sector dels Autèntics) amb posterioritat a la publicació de GRÀCIA *et al.* (2003b).

***Palaemon serratus* (Pennant, 1777)**

Aigües tant marines com salabroses, i penetra freqüentment dins les cavitats amb connexió més o menys directa amb la mar, a on es troba amb freqüència. És una de les gambes més comunes del nostre litoral, ocupant les cavitats submarines de l'Atlàntic i Mediterrani. A l'estudi efectuat en dues coves submarines (Sa Catedral i la cova J-1) del litoral NE de Mallorca (GILI & MACPHERSON, 1987) va esser una de les espècies més habituals, observant-se sempre a les zones més fosques o al límit de la zona fòtica. A la cova des Coll ha estat trobada a diverses galeries i sales, fins i tot esporàdicament localitzada fins a quasi 1 quilòmetre terra endins (GRÀCIA *et al.*, 1997), dins salinitats que superen sempre el 34 ‰.

Ordre Amphipoda Latreille, 1816

***Racovella birramea*. Jaume, Boxshall & Gràcia, 2007**

Gènere i espècie nova per a la Ciència (Fig. 8.3.41). Només s'ha recol·lectat un únic exemplar de 1.47 mm, cec i despigmentat, capturat a uns 400 metres l'interior de la cavitat. El nom específic fa referència a la condició birramea dels pleòpodes, una característica sense precedents fins al present en els bogidièl·lids de les Balears.

Bogidiellidae és una família estrictament estigobiont, que compta a les Balears amb 2 espècies: *Bogidiella balearica* Dancau, 1973, pròpia dels llacs anquihalins de Mallorca i Cabrera i *Bogidiella torrenticola* Pretus & Stock, 1990, del medi intersticial de la de-semboadura del

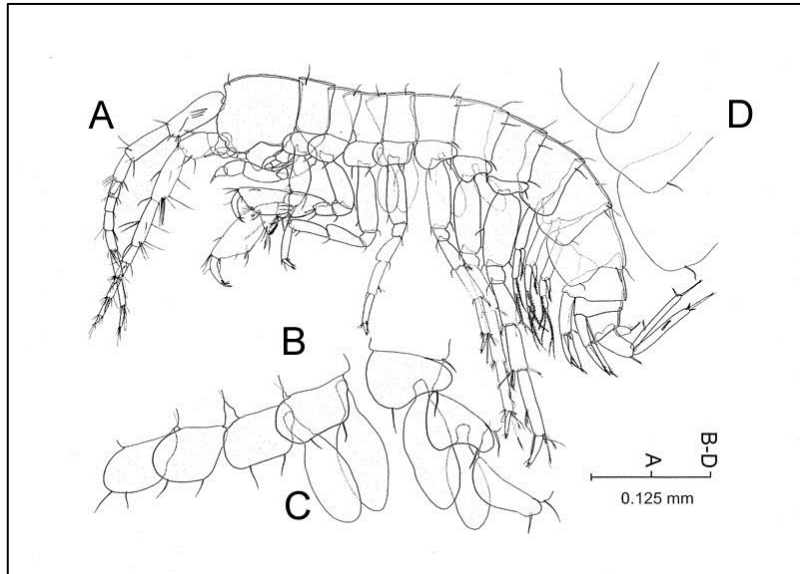


Figura 8.3.41: *Racovella birramea* Jaume, Boxshall & Gràcia, 2007. Gènere i espècie nova per a la Ciència. Únicament trobat a la cova des Coll.



Figura 8.3.42: Les aigües de les zones més profundes és a on ha sortit el nou gènere. Galeria de les Formacions (Foto M. Farr).

torrent de Pareis. Aquest nou gènere estigobiont per a la ciència, ha estat capturada únicament a la galeria de les Esponges, a salinitats superiors al 33 ‰ (GRÀCIA *et al.*, 2005; JAUME *et al.*, 2007). El nom del nou gènere és en honor del zoòleg Racovitza, en record del seu viatge i biospeleològic a Mallorca (1904).

Maera sp.

Espècie nova d'aquest gènere d'amfípodes marins pertanyent a la família Melitidae, ben representat a les aigües costeres del Mediterrani. És micro-oculada i es troba en fase de descripció formal. Ha estat capturada únicament a la galeria de les Esponges a salinitats que superen el 33 ‰.



Figura 8.3.43: Femella ovígera de l'isòpode endèmic estigobiont *Typhlocirolana moraguesi* (Foto: M. Vadell).

Salentinella angelieri

Ruffo & Delamare, 1952

Ateny a la cavitat densitats poblacionals importants localment i estacional, depenent de les zones on flueix aigua de menor salinitat (galeria del Flux i sala Tancada, als sectors dels Autèntics i del Patatús respectivament, Fig. 8.3.39). No ha estat

observada ni capturada quan no circulava aigua de menor salinitat dins la galeria del Flux en direcció a la sala Benvinguda (això és, als mesos secs).

Ordre Isopoda Latreille, 1817

Typhlocirolana moraguesi Racovitza, 1905

Ha estat observada freqüentment a la cova des Coll (Fig. 8.3.43). Els sectors a on és més abundant són el sector del Descobriment, sector del Patatús, sector dels Autèntics i sector dels Espectres. No s'ha localitzat als sector del Poble ni al sector



Figura 8.3.44: *Heteromysis* sp., misidaci abundantíssim a molts sectors de la cavitat (Foto: M. Vadell).

Final (Fig. 7.46). S'ha observat a totes les profunditats, entre 8 i 37 ‰ dessalinitzat.

Ordre Mysidacea Boas, 1883

Heteromysis sp.

Es tracta d'un gènere molt diversificat, amb 74 espècies descrites en aigües tropicals i temperades de tot el Globus, 6 d'elles al Mediterrani. És el primer registre del gènere a les Balears, si bé fa deu anys el vàrem capturar també a

les coves de cala Varques, a Manacor, citació que ha romàs inèdita. Els misidacis oculats de coves submarines solen realitzar migracions diàries que els porten a fora de les cavitats durant la nit per alimentar-se, i tornar de dia als seus refugis subterranis, on atenyen elevades densitats poblacionals. Els sectors més propers a la mar presenten denses poblacions d'un *Heteromysis* encara no determinat a nivell específic (Fig. 8.3.44). La salinitat on s'ha trobat està compresa entre 25 i 37 ‰.

Ordre Thermosbaenacea Monod, 1927

Tethysbaena scabra (Pretus, 1991)

Als sectors més interiors, en salinitats compreses entre el 8 i el 34 ‰ (Fig. 8.3.39).

Classe Maxillopoda

Subclasse Copepoda Milne-Edwards, 1840

Ordre Calanoida

Pseudocyclops sp.

Pseudocyclopidae.

No s'ha classificat a nivell d'espècie, essent un gènere típic del suprabentos litoral. S'han registrat varies espècies al Mediterrani. Trobat en gran part de la cova des Coll, a les cotes de salinitat superiors al 34 ‰ (Fig. 8.3.39).

Exumella mediterranea

Jaume & Boxshall, 1995

Capturat a la galeria de les Esponges, amb salinitats superiors al 34 ‰ .

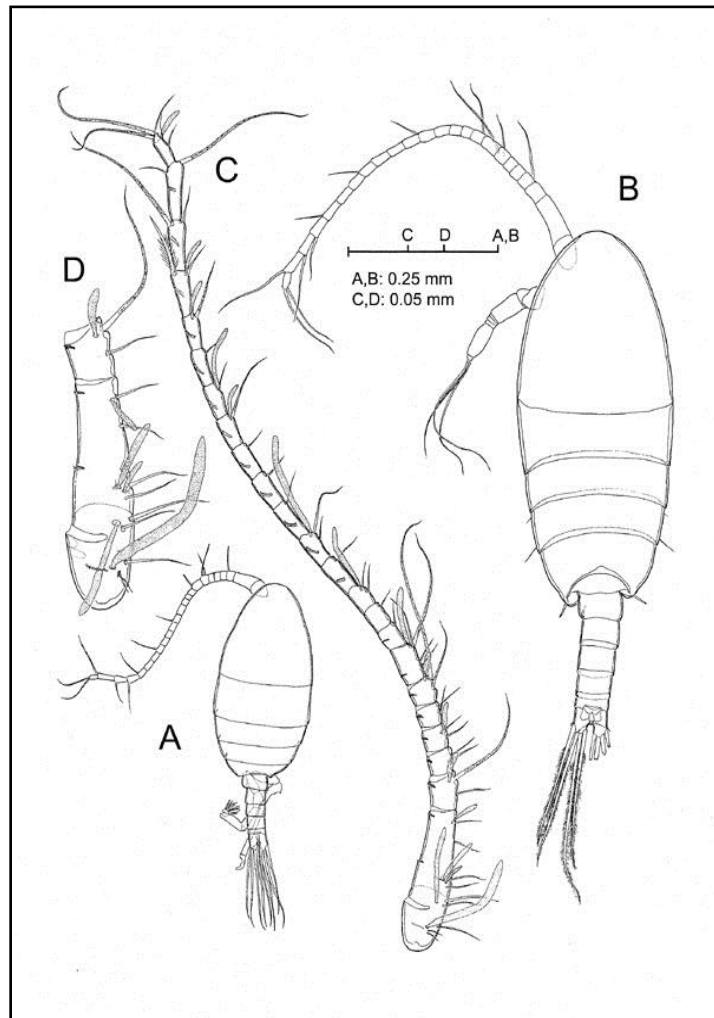


Figura 8.3.45: Espècies endèmiques, A) *Stephos margalefi*, propi de coves submarines i anquihalines de Mallorca i Cabrera i B) *Stephos vivesi* Jaume, Boxshall & Gràcia, 2008.

***Paramisophria* sp.**

Coneguda també d'altres cavitats de la costa sudest de Mallorca i Cabrera. Són copèpodes bentònics depredadors de cos asimètric, consumint principalment altres copèpodes. *Paramisophria mediterranea* Jaume, Cartes & Boxshall, 2000 s'ha descrit d'una única cova submarina mallorquina mentre que la espècie caribenya *Paramisophria ammophila* Fosshagen ha estat identificada a una cova submarina de Menorca. A la cova s'ha capturat als sectors més interiors i salinitats superiors al 34 ‰.

***Stephos margalefi* Riera, Vives & Gili, 1991**

Stephos margalefi (Fig. 8.3.45) ha estat capturada a sectors molt diversos (a la part més interior del sector del Poble, a la galeria dels Espectres del sector dels Espectres i a la galeria del Flux del sector dels Autèntics. Fig. 8.3.46). Ha estat capturada a les pesques des de -2 m fins a -11 m, a salinitats superiors sempre al 30‰.

***Stephos vivesi* Jaume, Boxshall & Gràcia, 2008**

Aquesta nova espècie exhibeix una configuració externa del sistema genital femení que es únic per al gènere *Stephos* i la família Stephidae (Fig. 8.3.45). La resta de les espècies descrites posseeixen un únic opercle genital que cobreix ambdues obertures genitals. L'espècie demostra una distribució prou uniforme a la cavitat, i es troba per igual a les galeries i sales afectades pels corrents de marea i també a les zones d'aigües permanentment estratificades. Sembla ésser relativament eurihalina, ja que no evita les zones de baixa salinitat de la columna d'aigua, i ocupa també les capes explorades més profundes. A la cavitat les dues espècies (*S. vivesi* i *S. margalefi*) coexisteixen a les galeries més dinàmiques hidrològicament, a on els períodes d'intrusió marina alternen amb els períodes de drenatge subterrani cap a la mar. Les galeries més interiors, permanentment estratificades i lliures d'invertebrats filtradors sèssils, semblen estar ocupades només per la nova espècie. Hi ha una notable diferència de mida del cos entre les dues espècies, per la qual cosa podem deduir la repartició dels recursos entre ambdues. La nova espècie apareix simpàtrica amb l'anterior a les sales més properes a la mar, però que s'endinsa en solitud fins als trams més allunyats d'aquesta. Es caracteritza per llur mida diminuta (devers 0.5 mm), així com per la peculiar morfologia del cinquè parell de potes masculines, coneguda fins ara sols a un grup de 5 espècies del gènere acantonades a l'oceà Pacífic. S'ha descrit a partir dels 126 exemplars trobats en aquesta cavitat. S'ha pescat en moltes galeries del sector del Poble, sector de

s'Esfondrament, sector del Descobriment, sector dels Autèntics, sector dels Espectres i sector Final (Fig. 8.3.46). A fondàries de 0 a 11 m que corresponen a salinitats que van dels 8 a 37 ‰. El nom de l'espècie s'ha posat en honor del pioner de l'estudi dels copèpodes, el Dr Francesc Vives Galmés.

Acartia sp.

Acartiidae. No s'ha classificat a nivell d'espècie, essent un gènere típic del plàncton nerític, s'han registrat varies espècies al Mediterrani. Capturat únicament al sector del Poble, dins salinitats similars a la marina.

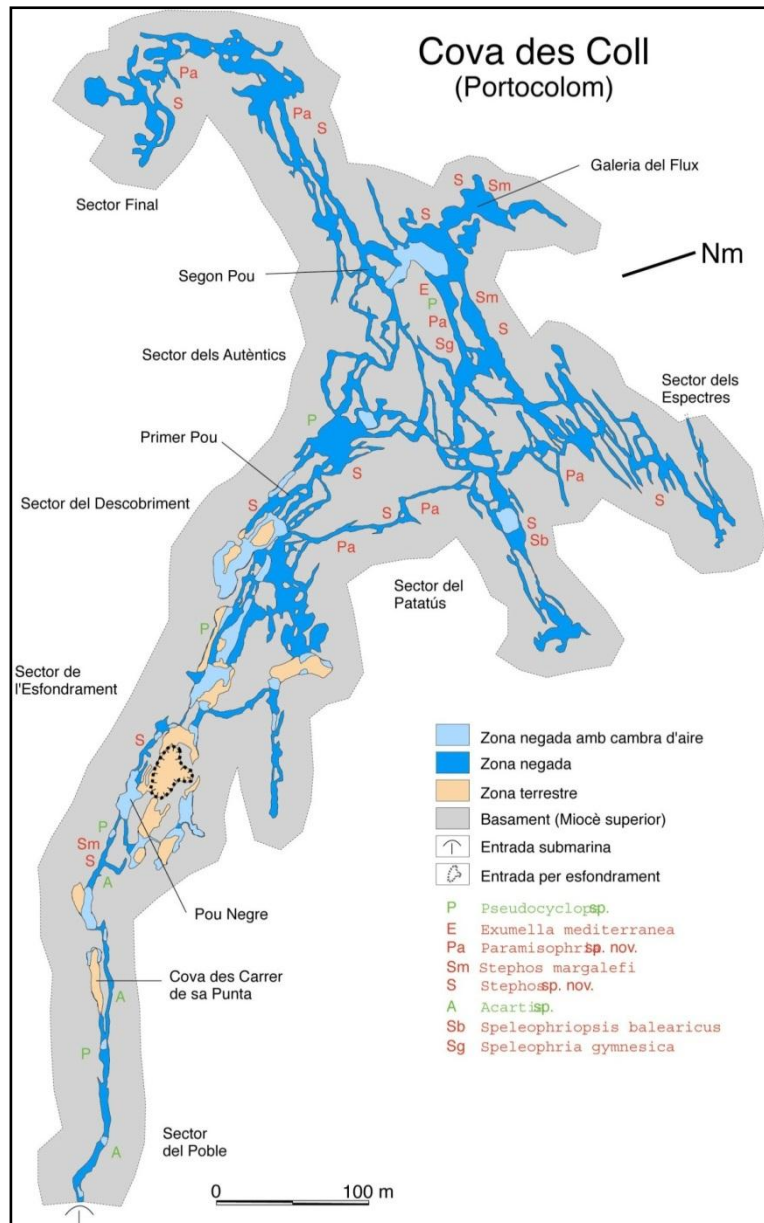


Figura 8.3.46: Distribució dels crustacis copèpodes Calanoida i Misophrioida. *Stephos* sp. nov. és *Stephos vivesi* Jaume, Boxshall & Gràcia, 2008.

Ordre Misophrioida

Speleophriopsis balearicus Jaume & Boxshall, 1996

Capturada a la sala Tancada (sector del Patatús) en aigües superficials i entre 8 i 23 ‰ de salinitat (Fig. 8.3.46).

***Speleophria gymnesica* Jaume & Boxshall, 1996**

Trobada únicament a la galeria de les Esponges a salinitat superior al 34 ‰ (sector dels Autèntics, Fig. 8.3.46).

Ordre Cyclopoida

***Euryte longicauda* Philippi, 1843**

Cyclopidae. (Euryteinae), espècie típicament suprabèntica d'àmplia distribució (tots els mars europeus incloent-hi l'Àrtic i la costa oriental de Groenlàndia), freqüent també a coves submarines mallorquines. A la cova des Coll ha estat capturada només al sector del Poble en salinitat similar a la marina.

***Halicyclops troglodytes* Kiefer, 1935**

A la cova des Coll ha estat capturada només a la sala Tancada (sector del Patatús), en salinitats de l'ordre d'entre 8 i 23 ‰.

***Protoneocyclops mediterraneus* (Kiefer, 1960)**

Recollida només al sector del Poble, a una salinitat similar a la marina.

***Cyclopina esilis* Brian (Jaume i Boxshall, 1996b)**

Ha estat capturada només al sector del Poble dins salinitat similar a la mar.

***Muceddina multispinosa* Jaume & Boxshall, 1996**

Capturada als sectors interiors, a salinitats superiors al 34‰.

***Pterylopsyllus* sp.**

No s'ha determinat a nivell específic, però hi ha al menys un congènere descrit al golf de Nàpols; es troba en estudi. A la cova des Coll s'ha localitzat a la galeria dels Encomanats a Déu (sector del Patatús) a salinitats superiors al 34‰.

***Oithona* sp.**

Gènere típic del plàncton nerític i extremadament diversificat. Es troba especialment a badies i ports. Hi ha nombroses espècies citades al Mediterrani. Ha estat pescada a la cova des Coll a la galeria de les Esponges (sector dels Autèntics) a salinitats superiors al 34‰.

PRESENCIA D'ANGUILES (*Anguilla anguilla*)

Han estat observades al llarg de tot l'any, de mides compreses entre els 10 cm fins als 100 cm. Des de la mar fins al segon Pou (sector dels Autèntics), a uns 900 m a l'interior de la cavitat; també fins a la galeria de les Esponges i la sala Tancada. La major part de les vegades s'han localitzat a les cambres d'aire, als pous o a les proximitats.

Part paleontològica

S'han trobat restes de tortugues terrestres de gran mida (*Geochelone/Cheirogaster* sp), així com restes de tortugues d'aigües salobroses (*Trionyx* sp). La troballa més espectacular ha estat la troballa del maxil·lar i del crani d'un delfí encara en fase d'estudi i de determinació (inèdit). (Consultar Capítol 19).

Conservació de la cavitat

La cavitat té la figura de LIC ES5310044. La localització de l'entrada terrestre de la cova, just al límit del nucli urbà, fa perillar la seva conservació, assimilada pels processos urbanístics que segueixen construint al damunt de la cavitat (Fig. 8.3.5). La

propietat d'un solar, a prop de la dolina d'esfondrament, ens va demanar la col·laboració per evitar que la galeria de les Gambes es ves afectada per les obres d'un bloc de pisos. També la cova, molt a prop de l'entrada



Figura 8.3.47: La sala del Pou Negre es troba al sector del Poble. Les aigües residuals aboquen directament dins la sala per un forat de devers 50 cm que es troba al sostre, uns metres més endavant d'on es troba l'espeleòleg amb el casc vermell (Foto P. Gràcia).

submarina (inici del sector del Poble), ha sofert amenaces urbanístiques per la venda d'un habitatge de planta baixa situada damunt la cavitat. L'objectiu era enderrocar-la i poder-hi fer els fonaments d'una casa de tres altures que afectarien les galeries, amb només 2 m de potència de roca. L'Ajuntament, una vegada assabentat de la problemàtica i la necessitat de protegir la cavitat (figura al llistat de llocs d'interès comunitari de la Comunitat Europea) ha tingut una resposta satisfactòria. Va demanar a la propietat que es posés en contacte amb nosaltres i que construís mitjançant tècniques que evitessin que afectés la cavitat. També es va sol·licitar que es clausurés el pou negre que afecta a la cova (sala del Pou Negre). L'any 2014, el propietari dels terrenys on s'ubica l'entrada terrestre es va posar amb contacte amb nosaltres preocupat per les Normes Subsidiàries del terme municipal de Felanitx que contemplaven la construcció d'una carretera que passaria per damunt de la dolina d'entrada. La protecció LIC que afecta a la cavitat ho fa inviable, tal com ho va recordar la directiva de la Federació Balear d'Espeleologia als responsables d'urbanisme de l'ajuntament de Felanitx (Consultar capítol 21).

8.4. LA COVA D'EN BASSOL (O D'EN PASSOL) (Felanitx)

Situació geogràfica

El nom amb el qual es va topografiar i publicar va esser cova d'en Passol, per mor de que l'informador efectuava una ensordització de "b" per "p" (GRÀCIA *et al.*, 1998a). Situada a les proximitats de cala sa Nau i a poc més de 3,5 km de s'Horta, forma part de la marina de Felanitx.

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

Segons ens van contar persones d'edat de Felanitx, la cova, amb dues entrades artificials, se coneixia de molt de temps enrere. Segurament es va trobar cercant aigua, sense poder precisar la data de la troballa, encara que sembla que va esser al segle XIX. És més lògic pensar que la primera obertura es va fer al lloc on només hi ha 1 m de gruix de roca, amb un desnivell aeri de 8,5 m i que després es degué efectuar la segona entrada per accedir-hi amb més facilitat a un lloc on el desnivell és menor. Però algunes fonts ens informaren que l'entrada de la troballa seria la que es va fer on hi ha major gruix de roca i que posteriorment es va fer l'altra per facilitar l'extracció d'espeleotemes. També ens contaren que les concrecions es varen vendre pel preu de 100 duros d'aquell temps (informació facilitada per D. Joan del Forn) i que un vaixell francès va carregar totes les formacions que pogué dur-se'n. És del tot evident i ben visible la trencadissa de les formacions de petita i mitjana mida, ja que únicament varen

Figura 8.4.1
Preparatiu
d'immersió al
petit llac que
conduïx al
sifó dels Som-
nis. Foto M. A.
Perelló.



deixar les formacions molt grans, no per respecte, sinó per la dificultat de transport. La feina d'exploració, les tasques de topografia i la documentació fotogràfica s'han efectuat els anys 1997 i 1998 per part del GNM i del GEM (GRÀCIA *et al.*, 1998a). Les tasques realitzades han representat 21 dies d'immersions i 7 dies de feina a la sala de sa Nau i per fer el perfil exterior de la cova. El nombre d'immersions ha estat 43. El total d'hores de feina de camp suposa, 139 hores, de les quals 64 han estat subaquàtiques.

1997 - Gràcies a la informació facilitada per pagesos de Calonge, localitzen la cavitat. Primer s'explora i topografia la sala Terrestre (sala de la Nau). Els espeleotopògrafs terrestres són Francesc Gracia, Tòfol Monserrat i Peter Watkinson (GRÀCIA *et al.*, 1998a). Al costat W de la sala s'aconsegueix explorar i topografiar el sífó dels Somnis. A finals d'any, a la banda NE de la sala de la Nau, es localitza un petit llac que permetrà accedir al sífó dels Crancs. Es realitzen 10 dies d'immersions. Els bussejadors de coves són: Francesc Gràcia i Bernat Clamor.

1998 - Al sífó dels Crancs es realitza la planimetria i continuen les tasques al sífó dels Somnis. Després de tasques de desobstrucció terrestres es localitza el sífó Ocult, al lateral S de la sala de la Nau. Els bussejadors de coves són: Francesc Gràcia, Bernat Clamor i Juanjo Lavergne que topografien al llarg d'11 dies.

Descripció de la cavitat

El recorregut total es de 1.491 m, dels quals 1.082 m són subaquàtics (GRÀCIA *et al.*, 2011b). La diferència de la cota més alta, al sostre de la sala de sa Nau (+21,5 m), a la més baixa, sota les galeries inundades del sífó des Somnis (-25 m), és de 46,5 m. La cavitat segueix una direcció general NE-SO i es divideix en quatre sectors, la sala de sa Nau, terrestre, que separa les altres parts subaquàtiques; el sífó des Somnis, el sífó des Crancs i el sífó Ocult (Fig. 8.4.2).

SALA DE LA NAU

És el resultat del creixement ascendent de la cova, produït per l'esbucament del sostre. Els blocs i pedres caiguts compliquen alguns costats de la planta i incrementen molt el recorregut, ja que formen cambres i passadissos que creen un aspecte laberíntic. És aquesta morfologia clàstica la que dona caràcter a la sala (Fig. 8.4.2 i 8.4.4).

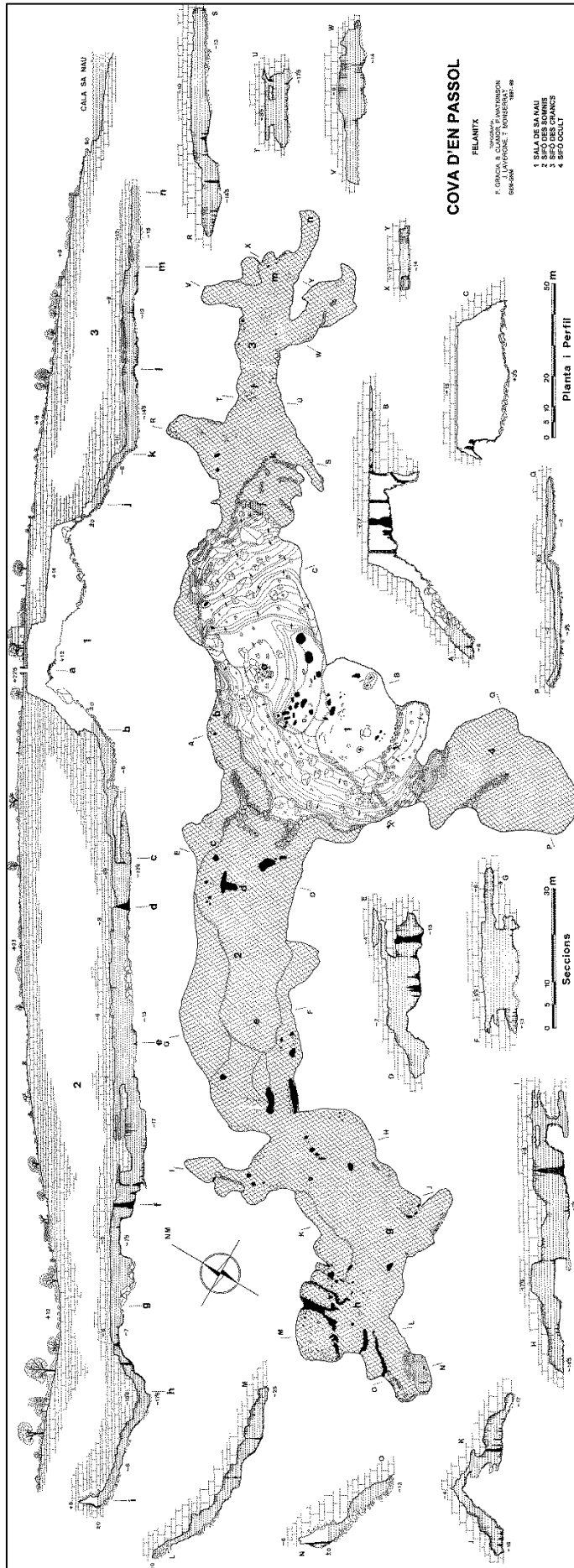


Figura 8.4.2: Topografia de la cova d'en Bassol.



Figura 8.4.3: Base del pou a on es veu el poc gruix de roca que forma el sostre en aquest indret. Foto M. A. Perelló.

L'alçària màxima és de 11 m. Només la part central presenta formes importants de revestiment litoquímic. El procés de creixement gravitacional ha remuntat just a 1 m de l'exterior, on una extensa superfície del terreny perilla d'enfonsar-se. S'aprecia l'intens esfondrament de la sala que ha subdividit, i quasi comunicat, els tres sifons.

SIFÓ DELS SOMNIS

Prop de l'entrada més central de la sala, es davalla pel coster de pedres fins al petit llac (Fig. 8.4.1, 8.4.4). Després de recórrer 20 m per davall l'aigua, vorejant la sala, un pas estret

entre el sostre i els blocs caiguts del con d'enderrocs, permet a 6 m de profunditat, avançar 25 m més per una galeria oberta entre els plans d'estratificació, des d'on un balcó surt a l'ampla galeria. A partir d'aquí la cova segueix cap al SO, amb una amplada mitjana d'uns 36 m. Una primera part s'estén en forma d'amplia galeria fins que passa per davall de plans d'estratificació, que formen un pis superior. La galeria, després d'una zona més estreta, segueix per una àrea densament poblada d'estalactites i altres formacions. Més endavant, un esfondrament del centre de la cavitat, i les abundants concrecions, tornen a complicar i separar diferents parts de la galeria. Posteriorment s'arriba a un altre col·lapse frontal que tanca el pas i desvia lateralment la continuació, per després davallar, pel mateix esbucament, totalment recobert de colades pavimentàries. En direcció N s'obren una sèrie de cambres, d'accés complicat pel fort concrecionament, en les quals es troba un autèntic entramat de paleonivells, especialment a partir dels -14 m fins als -23 m. Hi ha gran quantitat de lamines de calcita flotant sedimentades al terra, de l'època en la qual les aigües únicament cobrien les cotes més baixes de la cova. En una de les saletes, a -25 m s'assoleix la màxima fondària de la cavitat, després d'haver recorregut 224 m de sifó en línia dreta, a partir

del llac. Aquesta darrera zona és la més laberíntica i complicada del sífó des Somnis, pel fet d'estar compartimentada per blocs concrecionats i altres espeleotemes. Remuntant el col·lapse i continuant avançant s'assoleix una petita cambra d'aire, en el lloc més allunyat del llac d'entrada. La distància que separa aquest indret de la cova de cala Mitjana es només de 40 m. La profunditat habitual del sotil oscil·la entre els 5 i 23 m, mentre que el terra ho fa dels -8 m als -25 m. La potència del sostre està compresa entre els 16,5 i els 36 m. El que més destaca del sífó és el volum, la bellesa, la diversitat i el gran nombre d'espeleotemes que conté. Les morfologies de corrosió són presents a diversos llocs, encara que quantitativament són poc importants.

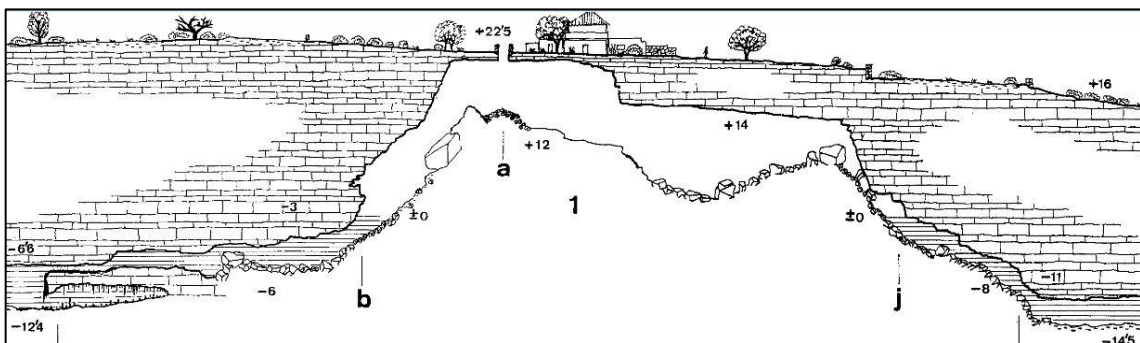


Figura 8.4.4: Sala de sa Nau. Sala d'esfondrament que secciona la cavitat en tres sectors subaquàtics. El sostre, al lloc a on es troba l'espeleòleg que rep l'equip d'immersió del pou superior, només presenta 1 metre de gruix en alguns indrets. Foto M. Perelló.

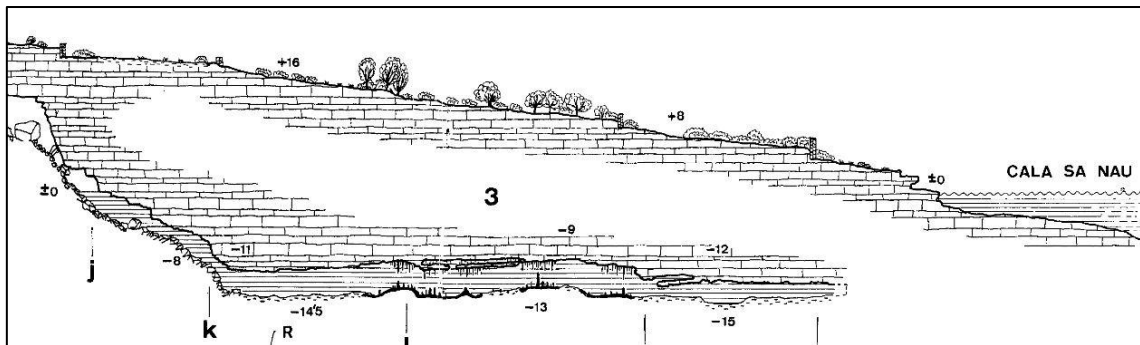


Figura 8.4.5: Perfil del sífó dels Crancs i la seva relació amb la mar.

SIFÓ DELS CRANCS

Per accedir-hi s'ha de passar, seguint rost avall, per dos passos estrets i entre els blocs que formen falses cambres i per poc no tanquen el pas. Una vegada que es deixa de davallar s'ha superat el col·lapse, continuació de l'esfondrament que ha creat la sala de sa Nau. A partir d'aquí el sòtil de la cova s'estabilitza entre els -8,5 i -12,5 m, mentre que el fons de la galeria té una fondària mitja de -14,5 m, amb una profunditat màxima de -16,5 m. El sífó consisteix en una galeria principal de 108 m de longitud, i 48 m d'amplària màxima, amb algunes subdivisions (Figs. 8.4.2, 8.4.5).

És la part de la cova més pròxima a la mar, ja que només dista d'aquesta devers 6 m. La cosa més curiosa és que si la galeria continués passaria per davall del fons de la cala, ja que el sòtil es troba a -12 m, que és una cota més profunda que la de la cala.

Apreciam en alguns llocs separacions d'estrats, així com formes de corrosió del tipus morfologies espongiformes i cúpules de corrosió (*bellholes*). Les formacions litoquímiques són molt abundants i diverses. Destaquen les estalactites, estalagmites, gours i colades estalagmítiques, així com acumulacions d'excèntriques a alguns indrets. Hi ha repartits a diferents llocs espeleotemes freàtics, principalment a -12 m de fondària. El fang cobreix el terra d'algunes zones i al final de la branca SE, una duna de fang tanca la continuació. La potència de roca, entre el sostre de la galeria i la superfície de l'exterior, està compresa entre els 20 i 28 m.

SIFÓ OCULT

Un estret llac de 16 m de llarg dona pas a aquest sifó de direcció gairebé N-S. Consisteix en una zona submergida de 44 x 44 m, subdividida per blocs que ho cobreixen tot, impedit al final del sifó i pels costats seguir avançant, entre un paisatge monòton, sense grans desnivells i pràcticament sense concrecions. Les escasses i petites estalactites i estalagmites ens indiquen que l'esbucament va succeir abans que s'establís l'actual nivell freàtic. Genèticament consisteix en la mateixa prolongació de la sala de la Nau, per davall de l'actual nivell de les aigües, però en cap moment s'aconsegueix superar el col·lapse, que està estabilitzat entorn als 1 i 4,5 m de fondària, amb el sostre entre els 0 i -3 m.

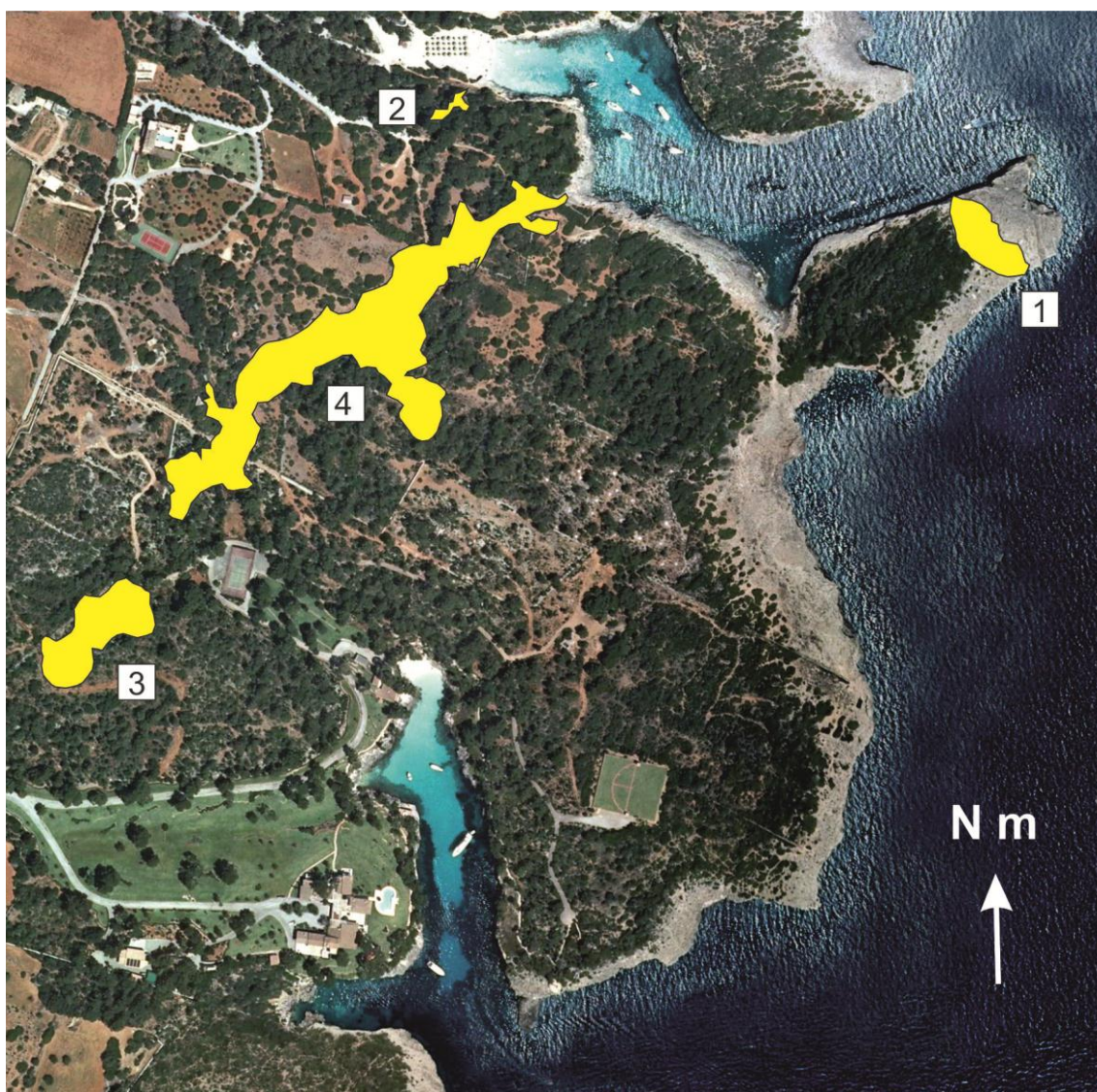


Figura 8.4.6: Cala Sa Nau i cala Mitjana amb la superposició de les cavitats conegudes. 1) cova Submarina de Cala Sa Nau; 2) cova de ses Barraques; 3) cova de Cala Mitjana; 4) cova d'en Bassol.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

Forma part de la marina de Felanitx, constituïda per materials calcaris neògens, que en aquesta zona representa una franja de 4 km d'amplària. És un àrea on el litoral es troba molt estructurat formant multitud de cales i puntes. Cala sa Nau presenta una disposició meandriforme i assoleix una penetració d'uns 500 m (ROSSELLÓ, 1995). La zona en superfície per on transcorre la cavitat es troba recoberta especialment per garriga (Fig. 8.4.6).

Espeleogènesi

La cavitat presenta en planta una disposició ramiforme. Grans esbaldrecs han format la sala de sa Nau i han tancat i separat la cova de cala Mitjana d'aquesta darrera, a on només uns 40 m separen ambdues cavitats. Cal remarcar que els tres sifons han estat ben a punt d'ésser totalment impenetrables per l'home a causa dels processos clàstics. La sala de sa Nau es troba en un estadi previ a la formació d'un abisament, ja que en algun punt el gruix del sostre és de només 1 m (Fig. 8.4.4).

Característiques hidrològiques de la cavitat

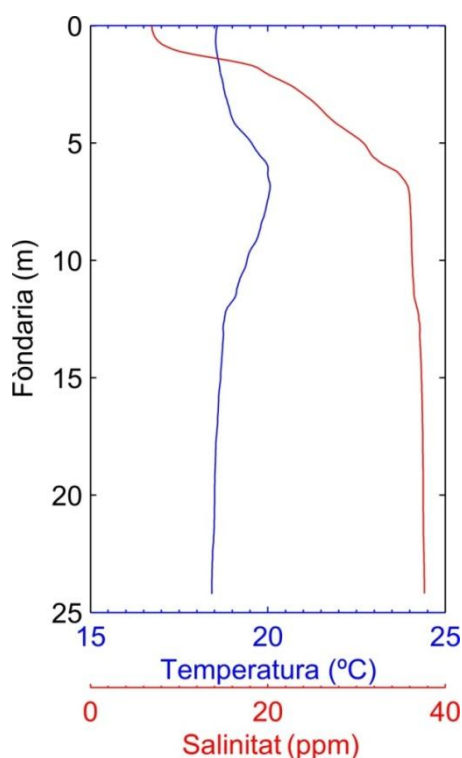


Figura 8.4.7: Característiques hidrològiques del sifó dels Somnis. La proximitat a la mar caracteritza aquesta cavitat litoral.

La cova, per estar situada a poca distància de la mar, presenta l'aigua superficial ja d'entrada salobrosa (salinitat al voltant del 7 ‰). Per davall, passa immediatament a una zona de mescla, desenvolupada entre 1 i 7 m, on l'aigua puja gradualment de salinitat i ateny els 36‰. A partir d'aquesta cota la salinitat de l'aigua es manté estable, augmentant molt lentament fins als 24 m de fondària, a on s'assoleixen els 38‰. Aquesta capa d'aigua situada entre els 7 i els 24 m constitueix la massa d'aigua principal i més estable de la cavitat (Fig. 8.4.7).

La columna d'aigua de la cova presenta valors de 18,5°C en superfície, fins als 5 m, a on puja als 20°C, que es manté a la cota 6,5 m per

després davallar ràpidament fins als 12 m en valors de 18,5°C. La màxima temperatura (20°C) coincideix amb els valors més alts de la picnoclina. L'aigua superficial dels llacs és més freda que la fonda per mor de la pèrdua de calor que pateix cap a l'atmosfera de la sala d'Entrada de la cavitat (sala de la Nau), en connexió amb l'exterior.

Es Rivetó de cala sa Nau, segons la tradició popular (AGUILÓ, 1991), és un broll submarí d'aigua a la part dreta de la cala, situat molt a prop de la platja. Aquest aflorament es produeix segons les condicions baromètriques del moment. L'aigua procedeix de la cova de ses Barraques, molt propera a la cova d'en Bassol i hidrològicament relacionada amb ella.

Morfologies de corrosió

Les formes de corrosió es presenten en diferents indrets de les zones sotaiguades, encara que només són abundants localment (Figs. 8.4.8, 8.4.9). Es presenten especialment a la part final del sífó dels Crancs, on hi ha morfologies espongiformes i cúpules i també a alguns indrets del sífó dels Somnis. A un lateral N d'aquest darrer sífó, a pocs metres del seu inici, s'obri una galeria freàtica de control estructural estratigràfic, amb abundants morfologies de corrosió a menor escala. El fet corrosiu més remarcable es troba al començament del sífó, on a pocs metres del llac. Alguns blocs de la base de la sala de la Nau i fins i tot els seus recobriments litoquímics estan parcialment menjats per l'aigua que ha format morfologies espongiformes (Fig. 8.4.9). Es



Figura 8.4.8: Facetes del sífó dels Somnis. Foto C. Bodi.

tractaria d'una corrosió posterior a la caiguda dels blocs i del seu recobriment per part de les concrecions. Aquesta pèrdua de roca de la base de la sala provocaria processos de reajustament dels blocs i augment del volum buit. A més, el sotil d'aquesta zona, fins arribar al balcó, està menjat per la corrosió química, que afecta a antigues estalactites, menjades fins a la base, i forma fins i tot cúpules.

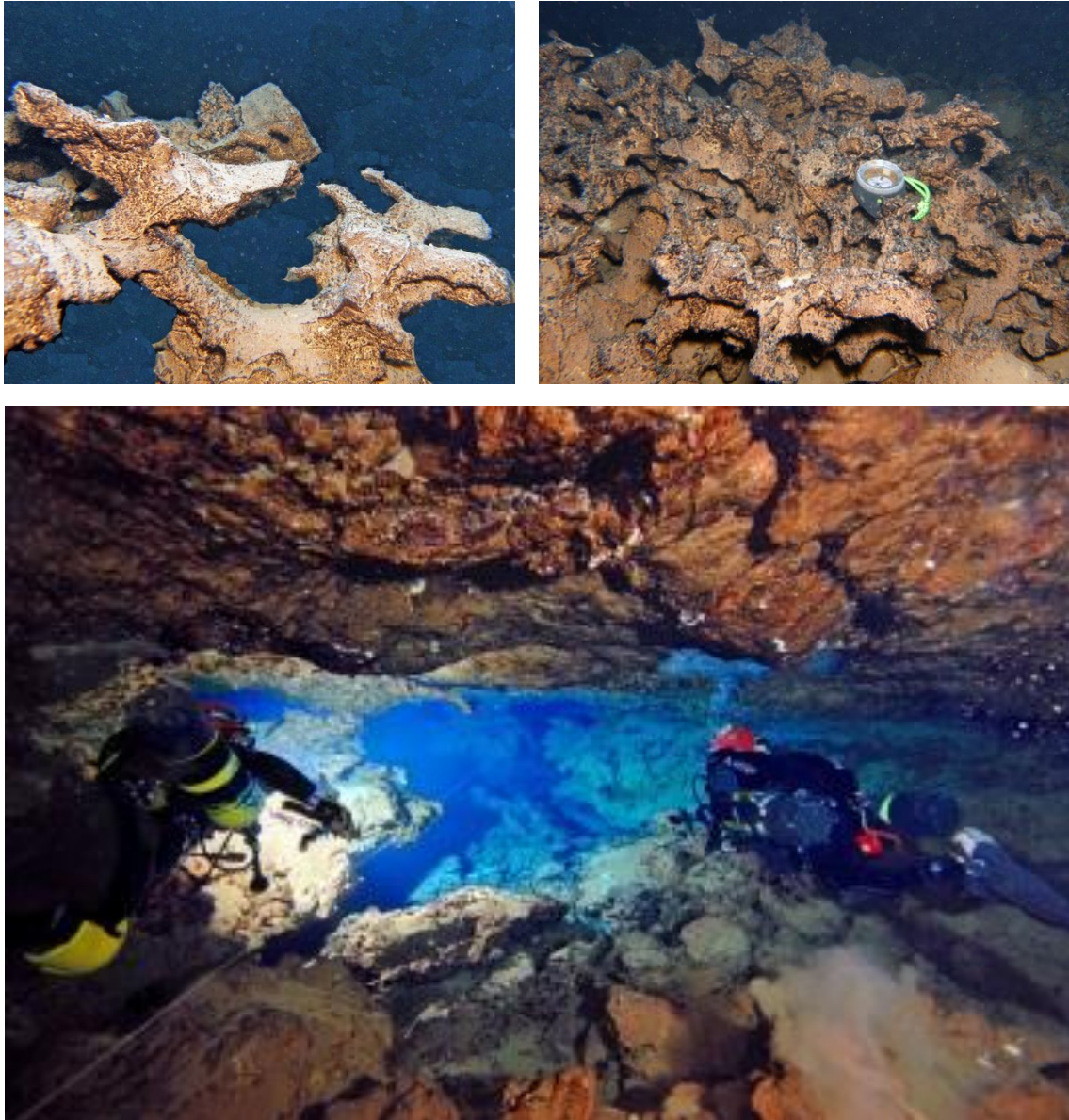


Figura 8.4.9: Morfologies de corrosió a diferents escales: morfologies espongiformes i galeria freàtica estructural estratigràfica. Fotos P. Gracia i M.A. Perelló.

Els espeleotemes

Predominen els espeleotemes de degoteig i de flux, i també hi són presents els espeleotemes de traspuament i en alguns sectors espeleotemes subaquàtics, a més dels espeleotemes freàtics (Figs. 8.4.10, 8.4.11). Els espeleotemes freàtics trobats a la cova són deguts a antics nivells negatius dels llacs, pertanyents per tant a pulsacions fredes, i corresponen a les cotes -8, -10'5, -12, -13'4, -15'6, -18 i -23 m. Alguns d'aquests nivells estan acompanyats d'una gran quantitat de calcita flotant al terra, amb un espessor de diversos centímetres.

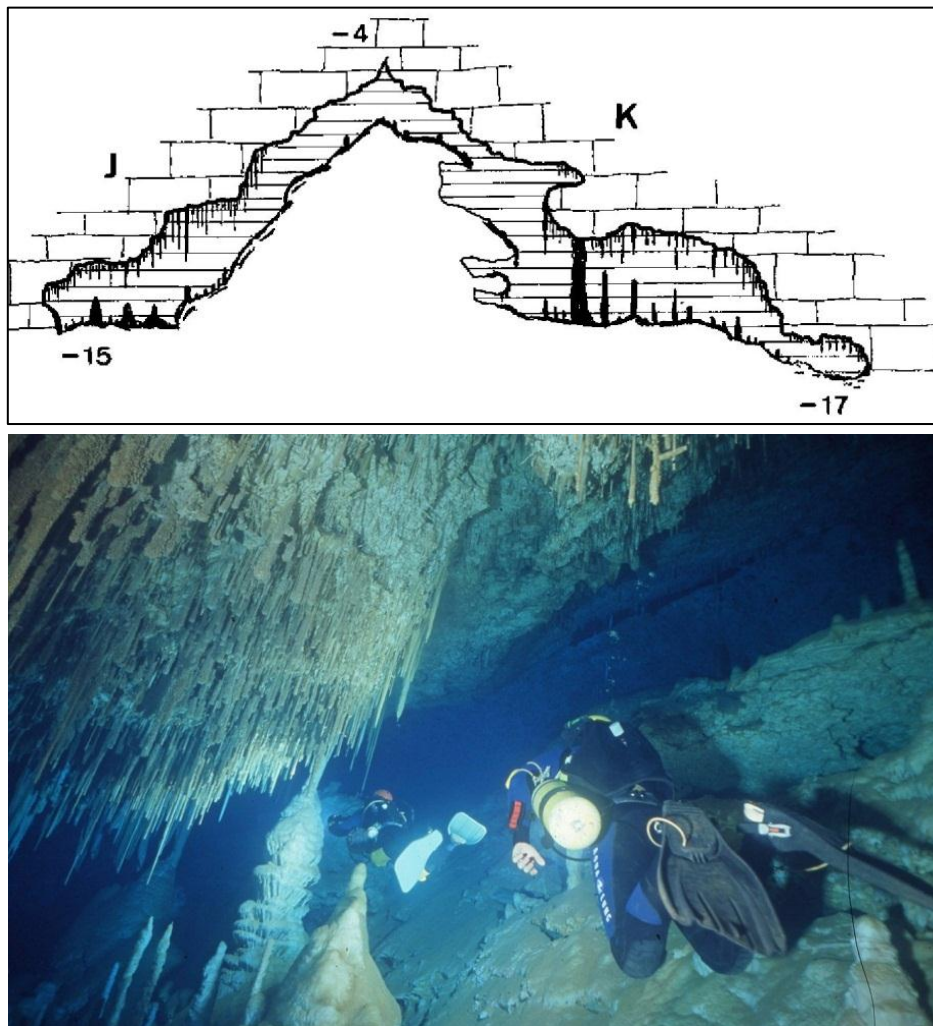


Figura 8.4.10: Part del sífó dels Somnis és una sala d'esfondrament recoberta parcialment per espeleotemes. Foto P. Gracia.



Figura 8.4.11: Espeleotemes del sífó dels Somnis:
 a) Freàtics a -23 m; b) De degoteig; c) Excèntriques; d) recobriments freàtics d'estalactites fistuloses. Fotos M.A. Perelló, F. Brehier i O. Espinasa.

Sales d'esfondrament

Hi ha hagut zones on els esfondraments han estat més intensos, bé per la morfologia de les sales i conductes preexistents, o bé per la litologia que ha influït en la consistència de la roca. De fet, grans col·lapses han format la sala de la Nau i han tancat i separat la cova de Cala Mitjana d'aquesta cavitat. Cal remarcar que els tres sifons han estat ben a punt d'ésser totalment impenetrables per l'home a causa dels processos clàstics. Només que hagués caigut un altre bloc hauria bastat per tancar totalment l'accés (Fig. 8.4.2, 8.4.12). L'estadi més clar d'horitzontalitat pertany a la zona del sifó dels Somnis i el sifó dels Crancs. Per contra, a la sala de la Nau, la cova es troba en un estadi previ a l'esfondrament total del sòtil i a la formació d'un abisament. També el sifó Ocult està del tot dominat per l'acumulació de blocs caiguts de sostres i parets. Al sifó dels Somnis també el darrer tram de la galeria constitueix una sala d'esfondrament, amb un con central allargat recobert d'espeleotemes i als costats es troben les cotes de fondària més elevades. La part final del sifó és tot un rost d'esbucament, que sembla va de SE a NW, amb alguns llocs molt decorats, especialment a les zones més fondes i altres indrets despullats totalment de formacions litoquímiques.



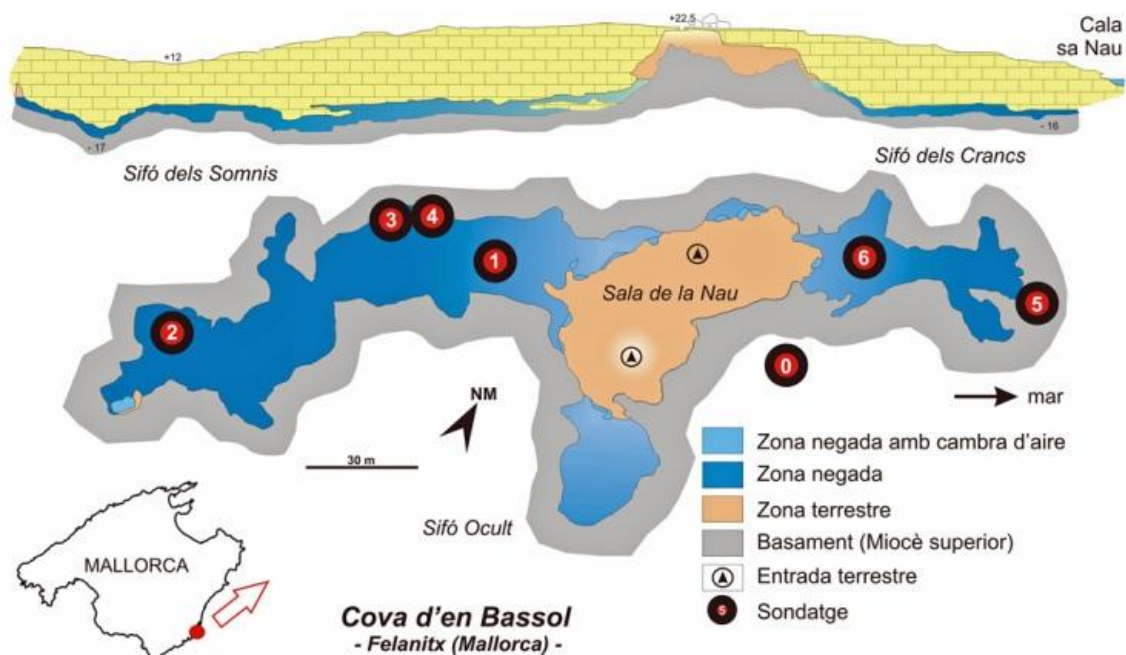
Figura 8.4.12: Superació de l'esfondrament que forma part de la sala de sa Nau i que permet accedir al sifó dels Somnis. Per molt poc el pas no va quedar bloquejat per complet. Foto M. A. Perelló.

Els sediments

Una part de les galeries i sales de la cova presenten una acumulació més o menys potent de sediments en la seva major part de textura fina, de llims argilosos a arenos llimoses molt fines. A la vegada presenten una característica diferencial en funció de la localització dins la cova especialment en relació a l'esfondrament que suposa la sala de la Nau i que subdivideix la cavitat en tres sectors subaquàtics.

Dins del rebliment sedimentari de la cavitat submergida s'han realitzat, mitjançant l'espeleobusseig, 6 microsondatges mitjançant la penetració manual de tubs de PVC per tal d'obtenir la columna sedimentària de la base de les galeries i sales i veure l'evolució temporal de la sedimentació (FORNÓS *et al.*, 2008).

Dels 6 sondatges dos corresponen al sífó dels Crancs i 4 al sífó dels Somnis, dels quals un (BAS 03) va sortir estèril (Fig. 8.4.13). A la vegada de forma manual se va obtenir una mostra de sediment del sòl exterior de la cavitat per a la posterior comparació. En el mostreig dels microsondatges s'han recollit un total de 22 mostres de les quals 15 corresponen als sondatges realitzats al sífó dels Crancs, 6 als sondatges fets al sífó dels Somnis, i una mostra més del sòl exterior obtinguda prop de l'entrada sobre el sector del sífó dels Crancs.



Les mostres obtingudes han servit per a descriure i caracteritzar les diverses fàcies sedimentàries presents. En general a simple vista són visibles diferències molt marcades tant de color com de textura entre els diferents sondatges, especialment en relació als diferents sectors. La columna estratigràfica per a cada sondatge mostra lleugeres diferències. S'han estudiat per a cada localització la columna vertical de sediments fins a trobar la roca mare del terra, blocs caiguts o bé colades estalagmítiques que impedeixen perforar més avall. Per a cada localització s'han determinat i analitzat els diversos subnivells segons la variabilitat observada. Per a cada mostra es van determinar el seu color, en humit i sec, es va fer l'estudi granulomètric amb l'anàlisi de la mida de gra mitjançant tècnica làser (Coulter LS©), i els paràmetres texturals corresponents. Les anàlisis mineralògiques dels sediments van esser fetes amb un aparell de difracció de R.X Siemens D-5500 seguint la metodologia exposada per AOKI *et al.* (1974) i HARDY i TUCKER (1988). Finalment es va obtenir el percentatge de matèria orgànica present en cada mostra per calcinació a 550°C durant 2 hores

EL SIFÓ DELS SOMNIS

En el sector occidental de la cova d'en Bassol, el denominat sifó dels Somnis, la potència de sediments observada en els tres sondatges productius (BAS 01, 02 i 04) ha resultat molt escadussera, en tots els casos inferior als 10 cm, però mostrant cada un d'ells una gran variabilitat sedimentària (Fig. 8.4.14).

Sondatge BAS 01

Es tracta del sondatge realitzat a la part més propera de l'esfondrament d'entrada. Presenta una columna sedimentària de poc més de 9 cm de potència de color marró molt pàl·lid (10YR8/2) arenós que a la superfície esdevé un poc més llimós donant un color vermell groguenc (5YR4/6). Aquest nivell superior de 2 cm de potència presenta un contingut en matèria orgànica proper al 5,5%. La textura del sediment és arenosa amb més d'un 85 % (dominant les arenes mitjanes a molt fines), un poc més d'un 11% de llims i fins a un 2,1% de la fracció argila. La mitjana de la mida de gra es d'arena mitja (512 µm) i la mediana (D50) dóna un valor de 366 µm. El grau de classificació és pobre. A la seva composició mineralògica hi destaquen els carbonats

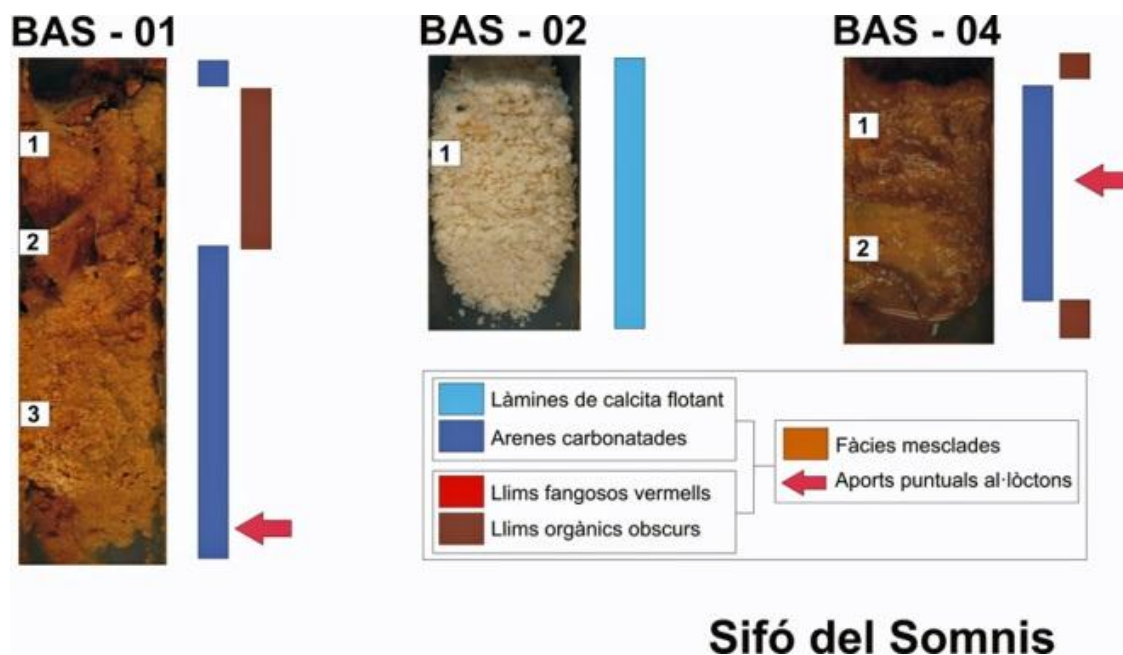


Figura 8.4.14: Sondatges obtinguts al sifó dels Somnis a la cova d'en Bassol. Vegeu-ne la localització a la Fig. 8.4.13.

amb més d'un 90% (calcita amb baix contingut de magnesi), que es tradueix pràcticament en el 100% si no tenim en compte la fracció més fina, a la qual el quars hi arriba a representar poc més del 10% (Taula 2). La presència de minerals de les argiles, il·lita i caolinita és testimonial. La dolomita que pot arribar a superar el 2,5% en la fracció més fina, presenta una mitjana global de poc més del 1,5%. La resta del sondeig, unitat inferior amb 7 cm de potència, presenta un contingut en matèria orgànica entre 3,4% i 4,5%. Des del punt de vista de la textura correspon a arenes gruixades amb una valors mitjans segons els nivells de 628 a 698 μm . La mediana, també segons els nivells oscil·la dins de les arenes mitjanes (entre 431 i 518 μm). El grau de classificació és bo. Mineralògicament es tracta d'arenes carbonatades formades per calcita amb baix contingut en magnesi (Taula 2) amb valors mitjans que oscil·len entre el 92 i el 95%. La dolomita no arriba mai al 2% trobant-se només en la fracció més fina i el quars oscil·la entre un 4 i un 7%, poden arribar a representar més del 11% dins de la fracció fina. El contingut en minerals de les argiles és inapreciable.

La distorsió que ha provocat la realització i posterior obertura del sondatge no permet veure el tipus de contacte entre els dos nivells, que sembla però relativament net. Les característiques mineralògiques i texturals, fan pensar que la major part del

Nom	Localització	Tipus	Mostra (ex: BAS01-01)
BAS00	Sòl edàfic exterior	sòl	01
BAS01	Sala primera Sifó dels Somnis	sondeig	01(F i G), 02 (F i G), 03 (F i G)
BAS02	Zona dels Paleonivells (S. Somnis)	sondeig	01
BAS03	Laminador Superior Nou (S. Somnis)	sondeig	sense mostra
BAS04	Sifó dels Somnis	sondeig	01, 02
BAS05	Sifó dels Crancs (mar)	sondeig	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08
BAS06	Final Esfondrament (Sifó Crancs)	sondeig	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07

Taula 1: Relació dels sondatges i de les mostres recollides amb la seva localització a la cova d'en Bassol (Felanitx). F: fracció fina; G: fracció gruixuda.

sediment que ha quedat enregistrat en aquest sondatge correspon a l'esmicolament granular de les parets de la cavitat per efecte de la corrosió subaquàtica probablement induïda per les zones d'haloclines. Un resum global de les característiques tant de contingut en matèria orgànica com dels paràmetres granulomètrics com de la mineralogia del sondatge es pot observar, respectivament, a les Taules 3, 4 i 5.

El conjunt mostra una disminució progressiva de la mida de gra cap a sostre (seqüència granodecreixent). A destacar però la nul·la presència de feldspats en els sediments cosa que indicaria que aquesta aportació des del sòl edàfic exterior és realment feble.

Sondatge BAS 02

Es tracta d'un sondatge realitzat a la part més interna del sifó dels Somnis a la base d'una zona propera a la zona negada amb cambra d'aire (Fig. 8.4.13). Es tracta d'un sondatge totalment uniforme de només 5 cm de potència (Fig. 8.4.14) format per arenes blanquinoses. Des del punt de vista textural està format al 100% per arenes gruixudes a molt gruixudes amb un grau de classificació molt bo sense gens de matriu. Els grans presenten un hàbit planar i cristal·lí i estan formats en la seva totalitat per calcita amb baix contingut en magnesi (Taula 2). Aquestes làmines, que presenten una cara plana i una altra on s'observa bé el creixement i desenvolupament cristal·lí,

corresponen a calcita flotant (Fig. 8.4.14) formada en la interfície aire-aigua del llac intern que en l'actualitat s'observa al fons del sifó dels Somnis.

Sondatge BAS 04

Aquest sondatge que presenta una potència de només 6 cm (Fig. 8.4.14) es localitza a la zona més propera a l'esfondrament dins del sector del sifó dels Somnis (Fig. 8.4.13). Presenta una alternança de nivells de centímetres de materials fins i altres de més arenosos, encara que poc diferenciats. Els nivells més fins tenen un color marró (7,5YR4/4), amb un contingut de matèria orgànica al voltant del 8%, i estan formats per arenes en un 69%, llims en un 22,5% i la fracció argila representa, aproximadament, el 8,5%. La mida mitjana de gra és d'arena mitjana i la mediana és de 159 µm amb un grau de classificació pobre. La composició mineralògica està formada principalment (Taula 2) per carbonats amb més un 95% de calcita amb baix contingut en magnesi i un poc més del 2% de dolomita. La composició silícica, molt minsa, no arriba al 2,5% en quars, i tan sols hi ha indicis de la presència de minerals de les argiles. Els nivells més arenosos, de tonalitats més groguenques (10YR6/6) presenten un contingut en matèria orgànica lleugerament més elevat (9,5%). Estan formats en un 67,4% per arenes, un 21,6% per llims i un 11% d'argiles. La mitjana de la mida de gra és d'arena mitjana i el valor de la mediana és de 190 µm. També presenta un pobre grau de classificació. La mineralogia està formada per calcita amb baix contingut de magnesi amb quasi un 90%, dolomita amb poc més del 6,5% i la resta per quars. Es tracta en conjunt de l'acumulació de restes granulars procedents de la meteorització de les parets amb una molt feble mescla de materials fins procedents de l'exterior. Els valors mitjans de les característiques del sondatge tant de contingut en matèria orgànica com dels paràmetres granulomètrics com de la mineralogia del sondatge es pot observar a les Taules 3, 4 i 5 respectivament

La sedimentació al sifó dels Somnis

La major part del sifó no presenta zones amb acumulació de sediments. Els dipòsits sedimentaris descrits en aquest sector de la cova d'en Bassol, corresponen a la típica associació de fàcies carbonatades característica de la zona de mescla en zones litorals, on per una banda la presència de llacs salobres amb cambra d'aire permeten la

Mostra	Profunditat	Argiles		Clorurs	Silicis		Carbonats			
Sondatge	(cm)	Il·lita	Caolinita	Halita *	Quartz	Feldspats	Dolomita	Aragonita	Calcita	2θ LMC/HMC (%)
BAS 00										
01	superfície	7,48	3,80	-	78,47	10,25	0,00	0,00	0,00	
BAS 01										
01	0-2	i	i	-	6,25	0,00	1,51	0,00	92,24	
01 F **		i		+++	10,06		2,55			29,377 LMC
01 G		i	i	+++	2,44		0,47			29,405 LMC
02	2-5	0,00	0,00	-	7,15	0,00	0,77	0,00	92,09	
02 F				+	11,23		1,53			29,408 LMC
02 G		i	i	+	3,06					29,408 LMC
03	5-9	0,00	0,00	-	4,17	0,00	0,38	0,00	95,45	
03 F		i		+	4,69		0,77			29,452 LMC
03 G				++	3,65					29,486 LMC
BAS 02										
01	0-5	0,00	0,00	i	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	29,535 LMC
BAS 04										
01	0-2,5	i	i	+++	2,48	0,00	2,11	0,00	95,42	29,423 LMC
02	2,5-5,5	0,00	0,00	+++	4,45	0,00	5,65	0,00	89,89	29,360 LMC
BAS 05										
01	0-3,5	6,70	5,15	++	66,51	0,00	0,00	0,00	21,64	29,455 LMC (9,31)+29,790 HMC (12,32)
02	3,5-7	8,15	4,02	+++	38,57	5,87	3,15	4,60	35,63	29,368 LMC (18,34)+29,710 HMC (17,28)
03	7-8,5	4,75	1,97	++	26,77	0,00	3,17	5,14	58,20	29,427 LMC (21,50)+29,749 HMC (36,70)
04	8,5-12	3,98	2,49	++	12,32	3,33	4,85	4,41	68,61	29,387 LMC (24,91)+29,746 HMC (43,70)
05	12-14,5	6,47	0,00	++	15,67	1,62	4,01	4,74	67,48	29,447 LMC (24,59)+29,758 HMC (42,89)
06	14,5-18	0,00	0,00	++	14,27	2,47	0,00	4,02	79,24	29,422 LMC (29,78)+29,737 HMC (49,45)
07	18-21	4,32	0,00	++	10,43	2,20	2,46	5,94	74,66	29,391 LMC (26,62)+ 29,727 HMC (48,04)
08	21-24,5	0,00	0,00	+++	14,07	0,00	0,00	4,43	74,44	29,394 LMC (28,36)+ 29,710 HMC (48,08)
BAS 06										
01	0-3,5	9,66	4,16	++	33,68	0,00	0,00	0,00	52,51	29,466 LMC (15,29)+ 29,738 HMC (37,22)
02	3,5-7	6,31	4,48	+	71,59	0,00	0,00	0,00	15,22	29,706 HMC
03	7-10	i	0,00	++	7,72	0,00	0,00	0,00	92,28	29,445 LMC
04	10-14	6,45	3,38	++	65,02	8,71	0,00	0,00	16,44	29,428 LMC (10,35)+ 29,778 HMC (6,09)
05	14-17	3,92	2,14	+	37,85	3,57	0,00	0,00	52,52	29,392 LMC (28,63)+ 29,689 HMC (23,89)
06	17-21	11,27	6,94	+	65,76	8,28	0,00	0,00	7,75	29,853 HMC
07	21-23,5	8,94	5,16	+	61,25	9,04	6,26	0,00	9,45	29,380 LMC

* Presència d'Halita: (+++), molta; (++), bastant; (+), poca; (-), gens.

** F - fracció fina; G - fracció gruixuda

Taula 2: Valors percentuals semi-quantitatius de la composició mineralògica en les mostres estudiades (cova d'en Bassol, Felanitx). En color s'ha realçat la fase predominant. En les mostres del sondatge BAS01 s'ha separat la fracció fina (F) de la gruixuda (G).

precipitació epiaquàtica de calcita flotant que acaba finalment acumulant-se al fons de les sales, i per altra la presència d'haloclines afavoreix la corrosió de les parets de la cavitat produint una meteorització selectiva que amolla grans de la roca calcarenítica miocena que es van acumulant en el fons. L'estadi avançat proper a l'abisament per esfondrament de la cavitat, afavoreix puntualment la infiltració de materials fins a través de les parts menys gruixudes del sòtil (en algun punt prop d'un metre) mesclant-se amb els dipòsits autòctons que mostren un clar gradient en percentatge des d'aquests punts fins a les parts més internes de la cavitat. En el cas, però d'aquest sifó dels Somnis, l'aportació externa l'hem de considerar molt reduïda. El fet de que la cavitat no tingués una clara connexió directa amb l'exterior pot haver determinat les seves característiques sedimentàries.

EL SIFÓ DELS CRANCS

En el sector oriental de la cova d'en Bassol, al denominat sifó dels Crancs (Fig. 8.4.13), la potència de sediments observada en els dos sondatges que s'hi ha realitzat ha donat valors propers als 25 cm, tractant-se d'un recobriment molt uniforme al llarg d'aquest sector de la cavitat (Fig. 8.4.16), però mostrant una lleugera variabilitat sedimentària en direcció SW-NE (entrada, per esfondrament – mar).

Sondatge BAS 05

Aquest sondatge es troba localitzat (Fig.8.4.13) a la part més interna del sifó dels Crancs, a la zona més propera a la mar. Es tracta d'un sondatge de 24,5 cm de potència format per dos nivells clarament diferenciats amb un nivell de transició que marca un contacte gradual (Fig. 8.4.16). El nivell superior, de 4 cm de potència, presenta una coloració vermellova (2,5YR4/8), tot mostrant una marcada laminació submil·limètrica horitzontal donada per una petita variació en la mida de gra i en la tonalitat del color. El seu contingut en matèria orgànica supera un poc el 10%. Des del punt de vista textural podem dir que la fracció fina és la majoritària amb un 73% de llims i un 17,9 % d'argiles. La composició mineralògica predominant és silícica (Taula 2) amb el quars com a principal mineral amb poc més del 66,5% de mitjana, i amb més del 13% de minerals de les argiles (il·lita, 6,7% i caolinita 5,1%). El nivell de transició de 5,5 cm de potència presenta una coloració gradual de vermell groguenc a marró (5YR4/6 a 10YR4/3) amb un elevat contingut en matèria orgànica superior de mitjana al 15%. Predominen els materials fins, amb un 79% de llims i un 13% d'argiles. Les arenès estan al voltant del 8% de mitjana. La composició mineral en aquests nivells de transició és clarament mixta silícico-carbonatada (Taula 2). Els carbonats oscil·len entre el 35 i el 58% de la calcita.

Els components silícics estan dominats pel quars amb valors que oscil·len entre un 26,8% i un 38,6%, amb presència de feldspats per poden arribar fins a un 5,9% i les argiles que en total poden superar de mitjana el 12%. La base del sondatge està format per un nivell força uniforme de 16 cm de potència de color predominant groc vermellós (7,5YR6/6) que presenta uns continguts en matèria orgànica al voltant del 12,5% de mitjana. La seva textura també es dominada pels fins amb les següents proporcions: llims entre un 11 i un 20%, argiles entre un 8 i un 21% i les arenès entre un 7 i un 19%.

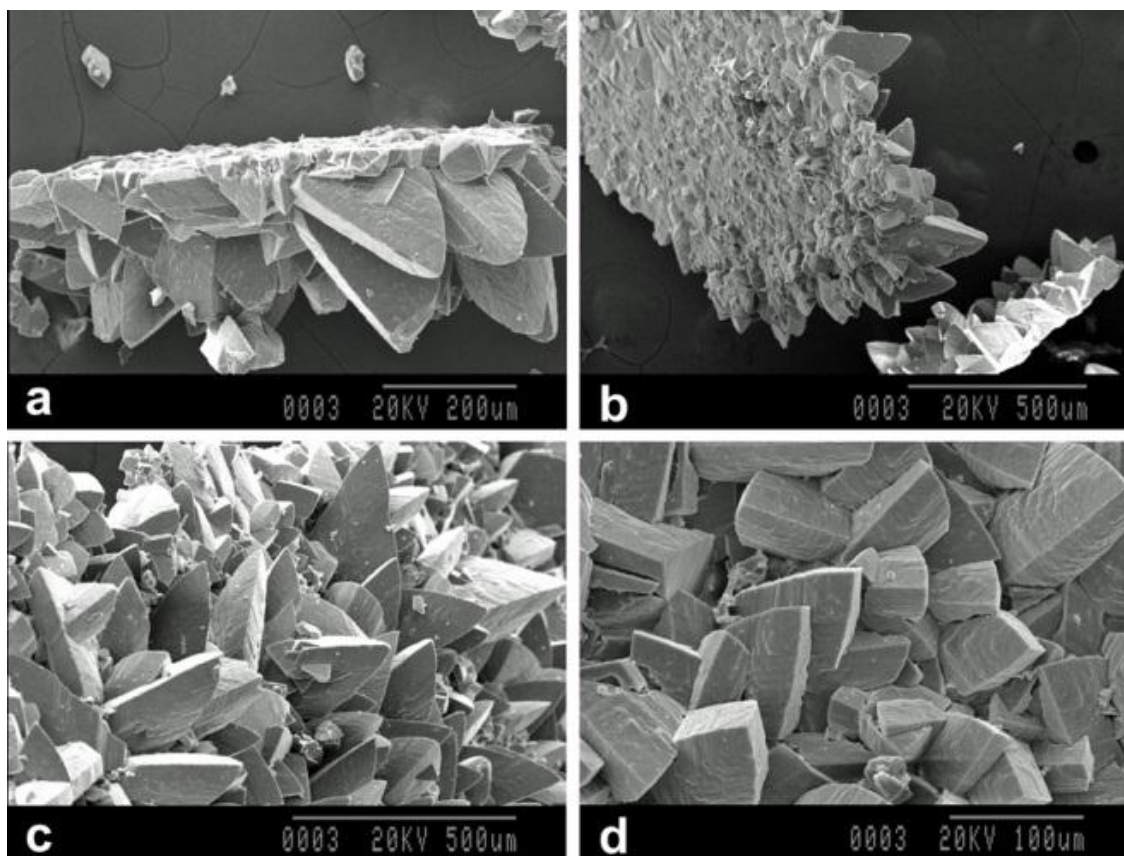


Figura 8.4.15 Fotografies al microscopi electrònic de rastreig (SEM) d'alguns detalls de les làmines de calcita flotant i dels seus hàbits cristal·lins que componen l'acumulació sedimentària enregistrada al sector més distal del sífo dels Somnis a la cova d'en Bassol.

La mineralogia (Taula 2) està clarament dominada pels carbonats, amb valors de la calcita que van de 67 a 79% (amb percentatges lleugerament superiors de calcita magnesiàna que calcita amb baix contingut en magnesi), l'aragonita amb una mitjana al voltant del 4,5% i amb proporcions molt variables de dolomita que van des de 0 fins a quasi un 5%. El quarç oscil·la entre el 10,4 i el 15,7% i els feldspats oscil·len al voltant del 2,5%. El contingut en argiles (il·lita i caolinita) és molt escadusser amb mitjanes que rarament superen el 2%, i que està dominat per la il·lita amb valors que poden arribar al 6,5%. La sedimentació reflectida en aquest sondatge ve marcada en la part basal per l'acumulació de restes granulars carbonatats procedents de la meteorització de les parets. També la presència de l'aragonita, implica, probablement, un punt de contacte i obertura per la banda marina, fet que hauria permès l'entrada de sediment, probablement d'origen eòlic en algun moment del seu desenvolupament. Al sostre, el sondatge incrementa de forma gradual la proporció dels elements silícics procedents de l'exterior fins a fer-se predominants. Un resum global de les característiques tant de

contingut en matèria orgànica com dels paràmetres granulomètrics així com de la mineralogia del sondatge es pot observar a les Taules 3, 4 i 5.

Sondatge BAS 06

A la zona negada més propera a l'esfondrament que dona lloc a l'entrada de la cavitat en el sifó dels Crancs (Fig. 8.4.13) s'ha realitzat aquest sondatge que presenta una potència propera als 23,5 cm. Es tracta d'una acumulació sedimentària molt variable en la vertical i en la que alternen nivells mai superiors als 5 cm de potència més arenosos amb coloracions vermelles groguenques (5YR5/8) amb nivells de composició més fina de tonalitats més vermelles obscures (2,5YR4/8), amb algunes gradacions amb nivells no sempre clarament marcats per contactes nets i que indiquen una clara predominança de les fàcies de mescla.

En aquest sentit poden diferenciar com a membres extrems, per una banda la fàcies més arenosa que vendria representada per la mostra BAS06-03, la qual presenta els continguts mitjans més baixos de matèria orgànica (6%). La seva textura, més arenosa, li dona el contingut superior al 41% de la fracció arena, amb uns percentatges de llims lleugerament majors del 46% i d'argiles superiors al 12%. La mineralogia d'aquests nivells està dominada pels carbonats (Taula 2) amb més d'un 92% de calcita amb baix contingut de magnesi. A l'altre extrem de les fàcies trobaríem les fàcies fines vermelloses que se caracteritzen per uns continguts en matèria rarament supera el 8%.

Nom	Localització	% M.O.			Desv. típica
		mínim	màxim	mitjana	
BAS00	Sòl edàfic exterior			8.65	
BAS01	Sala primera Sifó dels Somnis	3.41	5.45	4.46	1.02
BAS02	Zona dels Paleonivells (S. Somnis)	-	-	-	-
BAS03	Laminador superior nou (S. Somnis)	s.m.	s.m.	s.m.	s.m.
BAS04	Sifó dels Somnis	7.59	9.53	8.56	1.37
BAS05	Sifó dels Crancs (mar)	10.53	16.00	13.18	1.77
BAS06	Final Esfondrament (Sifó Crancs)	6.21	11.96	8.16	1.99

Taula 3: Valors estadístics descriptius per a la totalitat de cada sondatge del contingut en matèria orgànica.

Sondatge	Arenes mitjana	D. típ.	Lims mitjana	D. típ.	Argiles mitjana	D. típ.	Mediana mitjana	D. típ.	Classificac ió	D. típ.
BAS 00	7.66	-	85.32	-	7.02	-	20.7	-	26.5	-
BAS 01	88.2	1.88	10.29	1.36	1.51	0.56	439.	76.16	485.	54.62
BAS 02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BAS 03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BAS 04	68.05	0.91	22.12	0.74	9.84	1.65	174.	21.27	313.	7.28
BAS 05	11.39	4.12	75.10	5.23	13.51	4.11	18.2	5.25	43.0	18.58
BAS 06	11.36	13.64	69.03	10.51	19.62	4.21	12.1	10.89	53.9	53.15

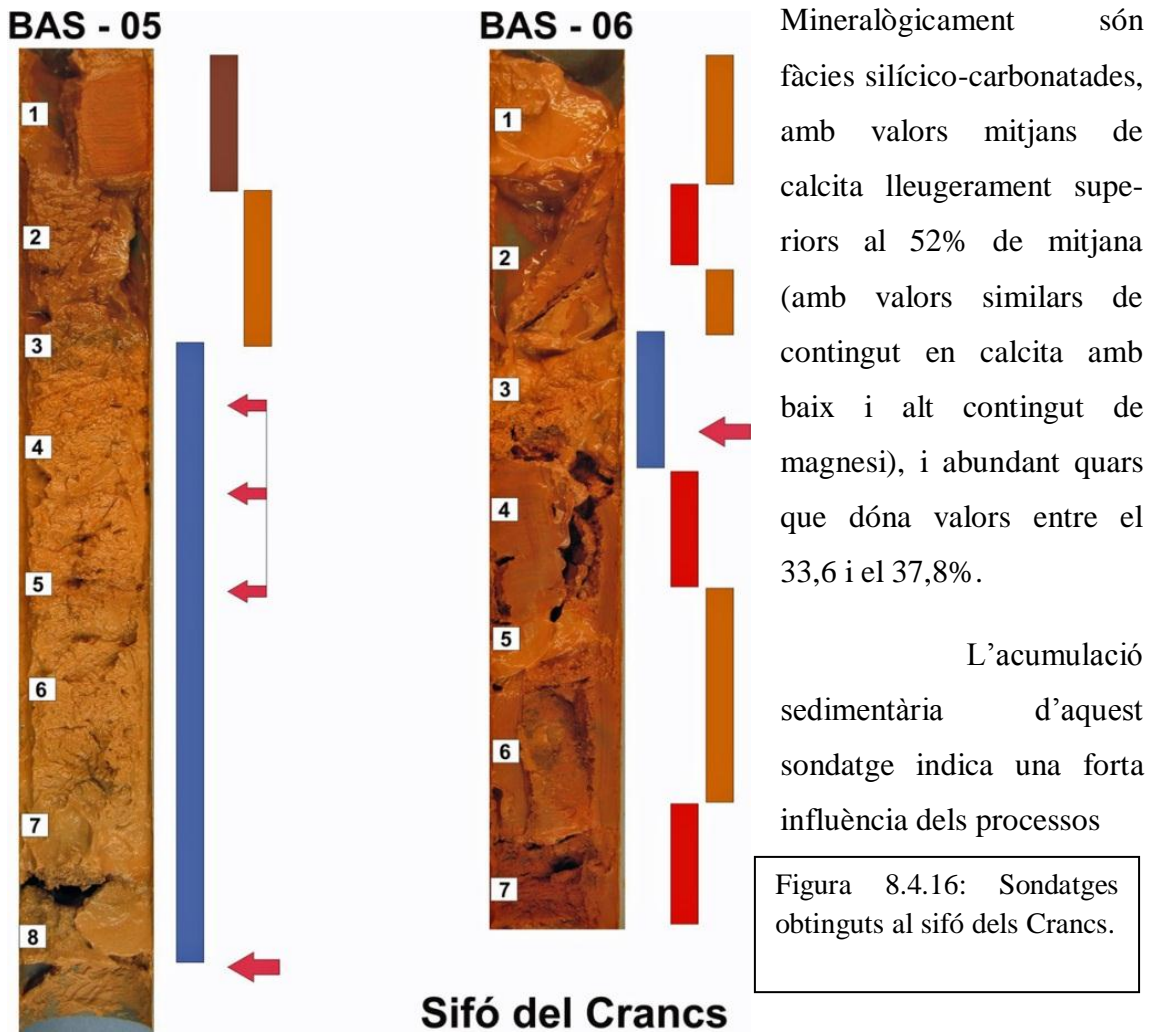
Taula 4: Paràmetres granulomètrics bàsics mitjans per a la totalitat de cada sondatge dels sondatges amb més d'una mostra (excepte BAS00-01).

Sondatge	Argiles		Silicats		Carbonats		
	Il·lita	Caolinita	Quars	Feldspats	Calcita	Aragonita	Dolomita
BAS00	7.48	3.80	78.47	10.25	-	-	-
BAS01	-	-	5.86 (1.53)	-	93.26 (1.90)	-	0.89 (0.57)
BAS02	-	-	-	-	100.00	-	-
BAS03	s.m.	s.m.	s.m.	s.m.	s.m.	s.m.	s.m.
BAS04	-	-	3.47 (1.39)	-	92.66 (3.91)	-	3.88 (2.50)
BAS05	4.30 (2.99)	1.70 (2.05)	24.83 (19.29)	1.93 (2.04)	59.99 (20.68)	4.16 (1.78)	2.20 (1.95)
BAS06	6.65 (3.82)	3.75 (2.22)	48.98 (23.31)	4.22 (4.35)	35.16 (31.68)	-	0.89 (2.37)

Taula 5: Valors mitjans dels principals components mineralògics de la totalitat de les mostres corresponents a cada sondatge de la cova d'en Bassol, Felanitx (entre parèntesi les dades corresponents a la desviació típica).

Els components mineralògics estan dominats pel quars (Taula 2) amb valors que van de 61,2 fins a 71,6%.

Entre aquests dos membres que podríem considerar extrems tenim les fàcies amb composició i textura intermèdia. En aquest cas, les mostres que podem considerar mesclades contenen valors mitjans de matèria orgànica superior al 10% i la seva textura està dominada pels fins, amb valors de la fracció llims superiors al 73% i d'argiles que oscil·len entre un 15 i un 19%, les arenes presenten valors entre el 7 i el 14%.



sedimentaris al·logènics, amb esporàdiques aportacions de materials silícics fins procedents de l'escorrentia superficial i que entren a la cavitat pels punts de major debilitat estructural i que arribarien a les parts més distals de la cavitat on decantaria superposant-se a la que podem considerar sedimentació autògena de la cavitat. En aquest cas aquesta estaria dominada per la disgregació granular de les calcarenites de les

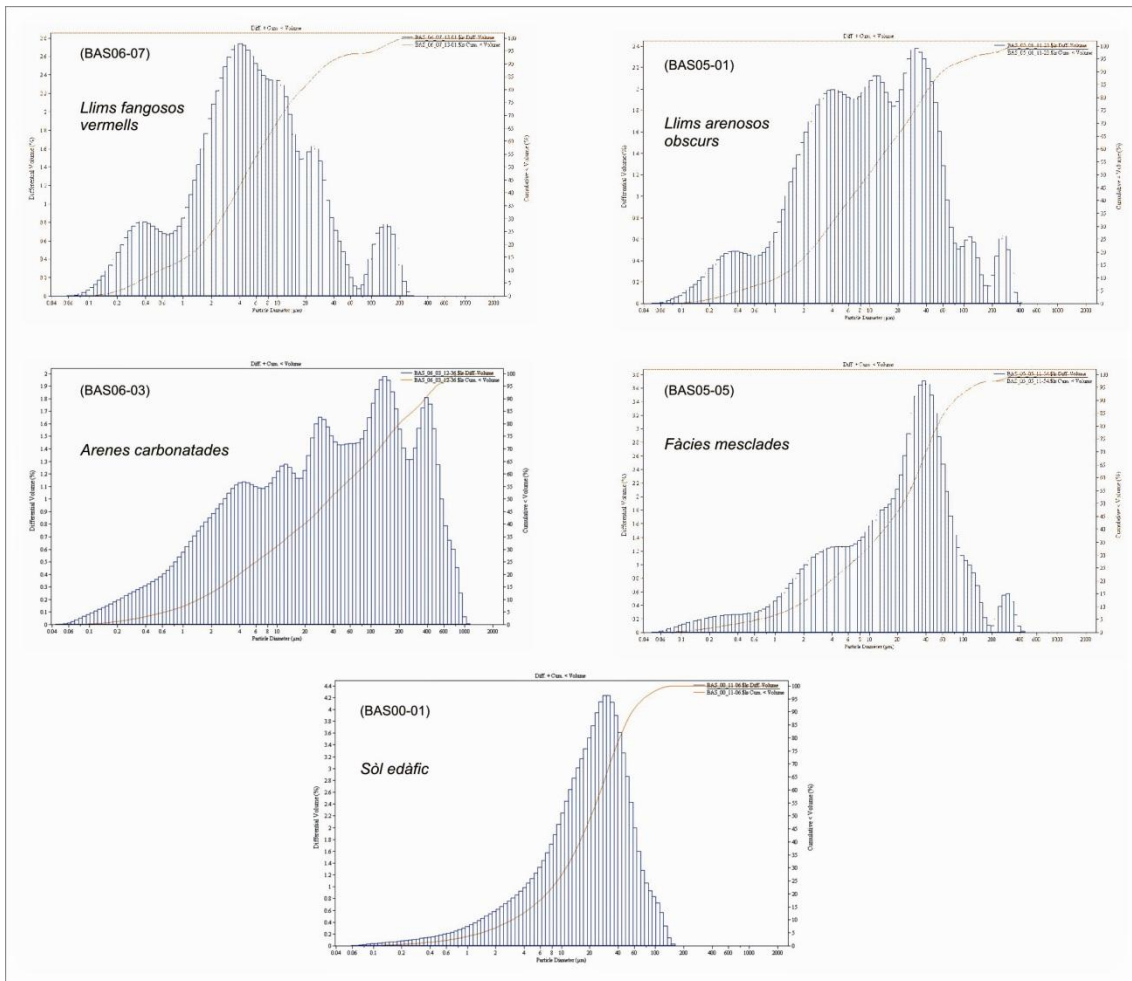


Figura 8.4.17: Resum de les característiques texturals de les principals fàcies presents a la cova d'en Bassol.

parets per la meteorització diferencial induïda per la presència de la zona de mescla (haloclines). El predomini d'un o altre procés marca la variabilitat de fàcies observada al sondatge. Les característiques dels paràmetres es poden observar resumides a les Taules 3, 4 i 5.

La sedimentació al Sifó dels Crancs

És el clar reflex de la conjunció dels processos de sedimentació autogènics i al·logènics que poden afectar a les cavitats en zona de mescla de les zones litorals. Per una banda la presència d'haloclines afavoreix la corrosió de les parets de la cavitat produïnt, com ja hem comentat amb anterioritat, una meteorització selectiva que amolla grans de la roca calcarenítica miocena que es van acumulant en el fons. L'aportació externa l'hem de considerar força important.

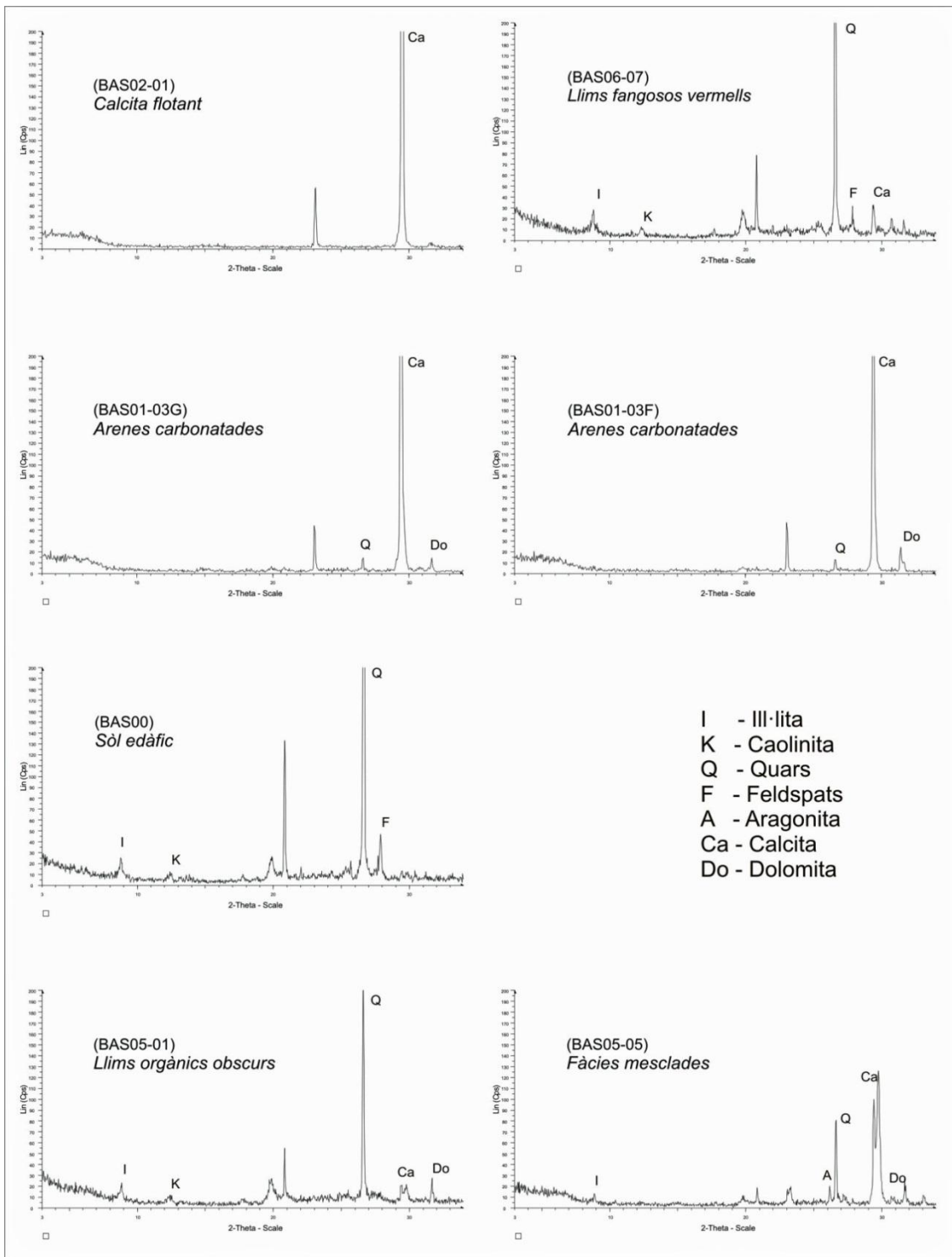


Figura 8.4.18: Resum de les característiques de la composició mineralògica de les principals fàcies presents a la cova d'en Bassol.

Discussió i conclusions

El trespol de la cova d'en Bassol està recobert, localment, per una sedimentació variable fangosa o arenosa resultat dels processos sedimentaris implicats en la seva acumulació. A grans trets s'hi diferencien sediments vermells fangosos (principalment silicicoclàstics) que poden considerar al·lòctons, i per un altre banda arenos i arenos fangoses carbonatades groguenques considerades autòctones. Mescles d'ambdós tipus són molt freqüents, trobant-se en diferents proporcions. La diferència en la sedimentació entre el sífó dels Somnis i el sífó dels Crancs és força clara. La influència al·lòctona externa amb l'entrada de material silícic provinent de l'erosió del sòl i posterior arrossegament per l'escorrentia d'infiltració cap a l'interior de la cova d'en Bassol, es fa evident que està clarament esbiaixada cap al sífó dels Crancs, on hi predomina de forma clara la sedimentació fina i silícia amb un fort gradient negatiu cap a les parts més internes de la cavitat, on puntualment i al llarg de la seva evolució geomorfològica hi ha hagut l'entrada de material arenós, probablement d'origen eòlic (i/o marí) en alguna obertura propera a la mar. En aquest sífó la generalitat de les fàcies són clarament dominades per les mescles silícico-carbonatades. Per contra al sector del sífó dels Somnis, aquesta influència de la sedimentació terrígena és molt feble i arriba a ser pràcticament nul·la a les parts més occidentals del sífó, on a més la presència de llac amb cambra d'aire, propicia la precipitació de làmines de calcita flotant a la seva superfície i dona lloc a acumulacions més o menys importants al trespol.

Part faunística

Les pesques de crustacis no han estat molt fructíferes i en diverses ocasions no es va capturar cap exemplar. Les espècies trobades han estat *Stygocyclopia baleàrica*, *Stephos vivesi* i *Salentinella angelieri* (inèdit). Al sífó dels Crancs han estat localitzades exúvies del decàpode *Dromia personata*, espècie típica de coves submarines, per la qual cosa pensam que hi ha algun tipus de connexió directa amb la mar.

Part paleontològica

Han estat trobats dents fòssils de diverses espècies del Miocè superior (Consultar capítol 19).



Figura 8.4.19: La cavitat forma part del Patrimoni Natural de Mallorca. Foto A. Cirer.

Conservació de la cavitat

Autèntica joia càrstica de Mallorca, per la bellesa i volum de les galeries i formacions subaquàtiques. La sala terrestre d'aquesta cova (sala de la Nau) només conserva els espeleotemes de gran mida, ja que els altres es varen arrabassar i carregar a un vaixell francès el segle passat que va emportar-se'ls per 100 duros. Actualment la cova està tancada per evitar més actes de vandalisme i s'empra per part de la propietat per treure aigua, no apta pel consum, atesa l'elevada concentració de clorurs que conté. Està situada dins zona d'Àrea Natural d'Especial Interès "punta Negra - cala Mitjana" (ANEI). La cavitat posseeix la figura de protecció de Lloc d'Importància Comunitària (LIC).

8.5. LA COVA DE SES BARRAQUES (Felanitx)

Situació geogràfica

L'entrada es troba a l'interior d'una de les dues barraques que hi ha al lloc conegut com es Rivetó, a la cala Sa Nau, a la marina de Felanitx (Fig. 8.5.1, 8.5.2). Pensam que hi devia haver antigament una porteta que tancava la boca de la cavitat, fàcil de dissimular i relacionada amb el contraban. Així l'arribada de la barca a la barraca, amb un amagatall a l'interior, devia ser de molta utilitat.



Figura 8.5.1: La platja avança o retrocedeix en relació amb els escars, de forma que hi ha èpoques en que l'aigua de la mar es troba arran de les barraques i l'arena ha reculat.

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp



Figura 8.5.2: Cala Sa Nau, a on es localitzen la cova de cala Sa Nau, la cova den Bassol i la cova de ses Barraques.

S'han trobat fragments de ceràmica islàmica a l'interior de la cavitat, per la qual cosa ja es coneixia la cova de temps històrics. El 1997 Peter Watkinson i Francesc Gràcia, en aquells moments del GEM, exploren i topografiem la cavitat (GRÀCIA *et al.*, 1998a).

Descripció de la cavitat

S'entra per un forat que hi ha dins la barraca situada més enfora de la platja (Figs. 8.5.1, 8.5.2, 8.5.3), passant i arrossegant-se per una galeria baixa que ens duu a una saleta de fons d'arena. Aquí l'aigua ocupa tot el que es veu, amb la presència d'un corrent, apreciable segons el nivell de la mar, que en la part oriental de la sala es perd per diverses zones impracticables en direcció a la mar, on es produeix un dolç a la part més interna i meridional de la cala, a on la mar només presenta devers 1 m de fondària. La cova segueix en direcció NE-SO, per una galeria baixa inundada amb només 20 cm d'aigua, fins arribar a un altra saleta, produïda per un col·lapse que tanca la continuació. A la sala es veu una fractura al sostre, possiblement relacionada amb la seva gènesi. A una de les parets (assenyalada a la topografia) prop d'aquest esfondrament, s'aprecia el lloc d'on prové el corrent d'aigua. El recorregut total de la cavitat és de 64 m. A la roca es veuen restes de coralls i fòssils de bogamarins, cosa que ens confirma que la cavitat s'obri dins les calcàries esculloses del Miocè superior. Per tot arreu de la gruta hi ha evidències de moments de rebliment per dunes pleistocenes, que reblen gairebé la cavitat.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

S'ubica a poc més d'un centenar de metres de la cova d'en Bassol, amb la qual es relaciona hidrològicament i que pensam que actua com a dolç del conjunt de cavitats localitzades a prop (cova de Cala Mitjana, cova d'en Bassol i la pròpia cova de ses Barraques). (Fig. 8.5.2).

Espeleogènesi

Sembla un fragment de la xarxa endocàrstica que es troba a l'interior i que segurament està incomunicada de la resta per esfondrament i rebliment per sedimentació. La cavitat, en algunes moments al llarg del Pleistocè, devia d'estar en gran part farcida d'arenas marines. Els corrents de drenatge i possiblement els processos de dissolució han tornat a buidar en part la cavitat. El paper de conducte de circulació de les aigües freàtiques pensam que ha tingut gran responsabilitat en la configuració actual de la cova.

Característiques hidrològiques

Es Rivetó de cala sa Nau, segons AGUILÓ (1991): *és un broll submari d'aigua dolça, situat molt prop de la platja. Hom diu que ve de dins d'una cova natural que hi ha a prop de la cala.* També AMENGUAL (1996) ens parla d'un brollador que desemboca a la mar i converteix cala sa Nau en una de les platges més singulars de la zona. A la part dreta de la cala, mirant la mar, i a una vintena de metres de la platja, l'aigua està diversos graus de temperatura per sota de la resta a segons quins dies de l'estiu. Aquest fenomen és, per tant, molt evident i conegut pels banyistes, per la gran proximitat a la platja, la poca fondària de la mar on es produeix la surgència i la baixa temperatura de l'aigua al redol de la seva influència. Després d'anys d'observacions hem detectat que a l'estiu no sempre sorgeix aigua a la mar, especialment després de llargs períodes de sequera. En canvi a l'hivern és produeix un efecte ben curiós, ja que l'aigua, amb molt més cabal, brolla amb una temperatura de 18°C (ben igual que a l'estiu) que contrasta amb la temperatura de la mar que pot estar al voltant de 14°C.

Al llarg de les prospeccions fetes en superfície hem localitzat a uns 40 m i 70 m de la mar dos pous fets a l'antiga, per extreure aigua. Pensam que devien d'intentar capturar la "vena" d'aigua responsable del dolç de la cala.

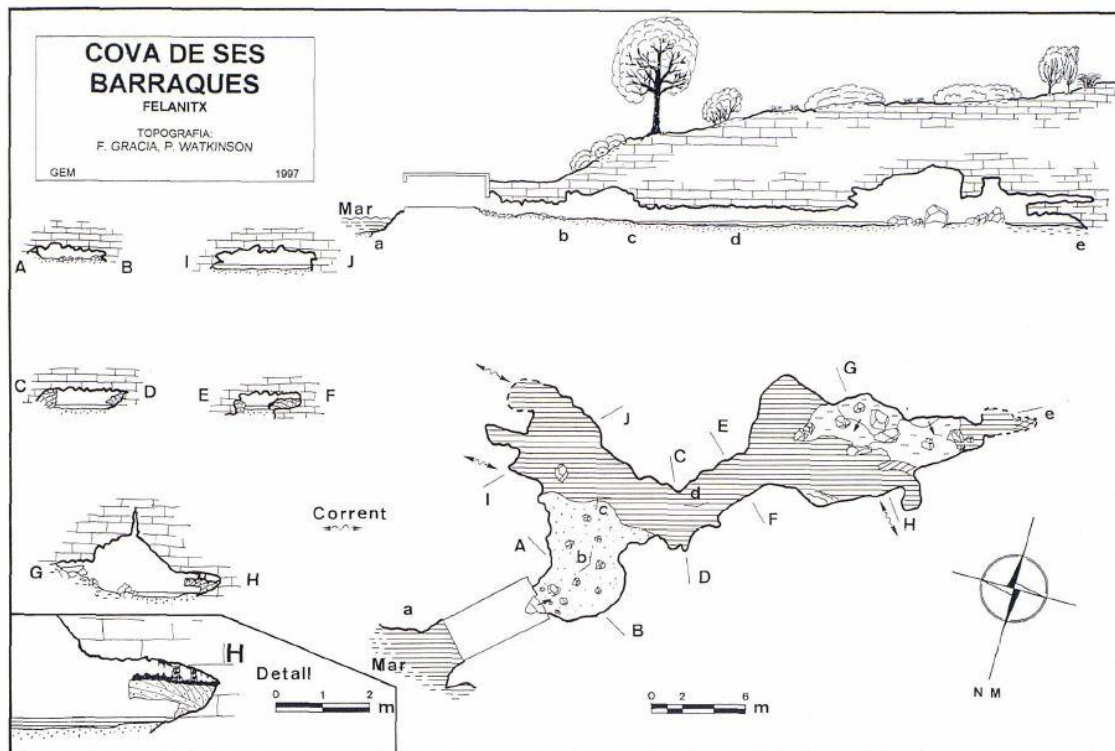


Figura 8.5.3: Topografia de la cova de ses Barraques amb detalls morfològics i litològics.

Morfologies de corrosió

Algunes de les eolianites que es troben dins la cavitat estan afectades per la corrosió freàtica, i formen morfologies de corrosió, cosa que si fos certa ens indicaria que aquest fet s'ha produït durant el darrer interglacial Riss-Würm, tal vegada relacionat amb la plataforma d'abrasió marina situada a +2,5 m prop de l'entrada. Aquest fet ens donaria una idea cronològica de l'acció de la dissolució.

Els espeleotemes

Poc abundants. En alguns indrets recobreixen les eolianites.

Sales d'esfondrament

Malgrat la relativa modèstia de les mides de la cavitat, es troben especialment al final de la cavitat i segurament contribueix a impedir arribar més enfora.

Els sediments

Per la seva relació amb la dinàmica litoral està afectada per l'entrada d'arenes actuals. Tal com succeeix a altres cavitats del Llevant (GRACIA *et al.*, 1997 i GRACIA, *et al.*, 1998b) es formen *ripple-marks* d'arena al fons. També es veuen zones amb acumulació de Posidònia, que entren quan hi ha un canvi de sentit del corrent. A més a més, es troben els típics sediments vermells a les parts més internes de la cova.

Restes arqueològiques

Segons SALVÀ (com. pers.) s'han trobat fragments de ceràmica islàmica al seu interior.

Conservació de la cavitat

La barraca a on es localitza la boca es troba apuntalada i en molt mal estat.

8.6. COVA SUBMARINA DE CALA SA NAU (Felanitx)

Situació geogràfica

Situada a la cala homònima, al lloc anomenat sa pesquera de ses Llisses, on els penya-segats tenen una alçària de 9 m. Només 50 m separen la gruta del cap més meridional que tanca la cala. L'espaiosa entrada, de 10 m d'amplària i 8 d'alçària, amb diverses morfologies d'erosió marina, es troba per davall de la mar. La fondària del sostre, just a la boca, és gairebé coincident amb el nivell de la mar, encara que davalla de poc a poc fins a uns -3 m per després tornar a ascendir (Fig. 8.6.1). Coordenades UTM: 521 77014360550-(-1).

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

La gruta és molt coneguda per bussejadors d'arreu de Mallorca i estrangers. L'amplària de l'entrada, la simplicitat de l'única sala que forma la cova, el volum i la poca fondària, així com la presència de les bombolles la fan recomanable per iniciar-se en busseig de cavitats. Va ésser topografiada l'any 1997 per F. Gràcia i B. Clamor, amb l'ajut logístic de P. Watkinson.

Descripció de la cavitat

Consisteix en una gran sala de direcció SE, de 76 m de longitud i 36 m d'amplària màxima (Fig. 8.6.1). El recorregut de la cova, segons el mètode de càlcul que vam fer a GRÀCIA *et al.* (2009d) per homogeneïtzar els recorreguts de les cavitats, és d'uns 150 m. La profunditat de la sala està compresa entre els 5 i 6,5 m, i arriba als -8 m de màxima. L'alçada del sostre normalment està compresa entre els -4 m als costats i +1 m al centre per damunt del nivell de la mar, creant així una cambra d'aire llarga i baixa que segueix l'eix central de la cavitat. La cambra d'aire és d'uns 45 m de llarg i entre 10 i 7 d'amplària i subdividida per una zona de sostre més baix que per poc no la parteix en dues parts. La primera bombolla és d'uns 15 m i la segona d'uns 27 m.

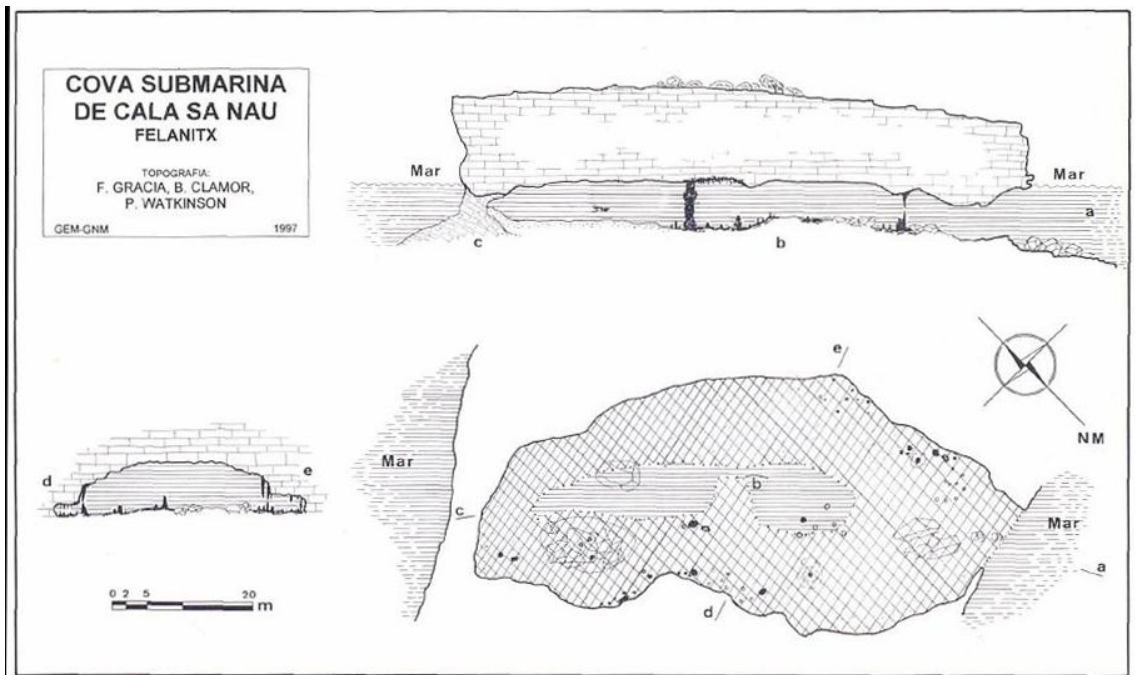


Figura 8.6.1: Topografia de la cova Submarina de Cala Sa Nau.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

Es troba al cap de la península que tanca cala sa Nau i per molt poc no la travessa de banda a banda. Feta la topografia de la superfície, per damunt del lloc on hi ha la cova, hem calculat que el gruix de roca del sostre és de 14 m.

Espeleogènesi

A GRÀCIA *et al.* (1998a) afirmàvem, ara pensam que erròniament, que aquesta era una cavitat de gènesi marina. En horitzontal, la distància que falta a la cavitat per travessar la península és mínima, cosa que ens va duu a creure (GRÀCIA *et al.*, 1998a) que la gruta devia formar un túnel, cavitat d'abrasió marina que comunicava de banda a banda una punta geogràfica (GRACIA *et al.*, 1997 i GRACIA i VICENS, 1998) i que a una època glacial, durant una reculada de la mar es degueren adossar cordons dunars que tancaren una de les boques. També es van produir els esfondraments dels blocs del sostre i la formació dels espeleotemes. Un posterior canvi climàtic va submergir la cavitat per davall del nivell marí.

Característiques hidrogràfiques de la cavitat

Es comporta com una cova submarina sense aportacions importants d'aigua dolça. El fet de trobar-se a la part més terminal d'un cap geogràfic, molt aïllat de la resta, fa que la infiltració meteòrica procedent del sostre sigui mínima.

Morfologies de corrosió

No s'observen morfologies de corrosió destacables, en part possiblement per l'erosió marina.

Els espeleotemes

Hi ha abundants formacions litoquímiques (estalactites, estalagmites, columnes i gurs amb formacions subaquàtiques a l'interior), i destaca una columna al centre de la cavitat (Fig. 8.6.2). Cal indicar la presència d'estalagmites que recobreixen alguns dels col·lapses, cosa que demostra que els esfondraments es van produir, com a mínim, abans de la darrera regressió marina.

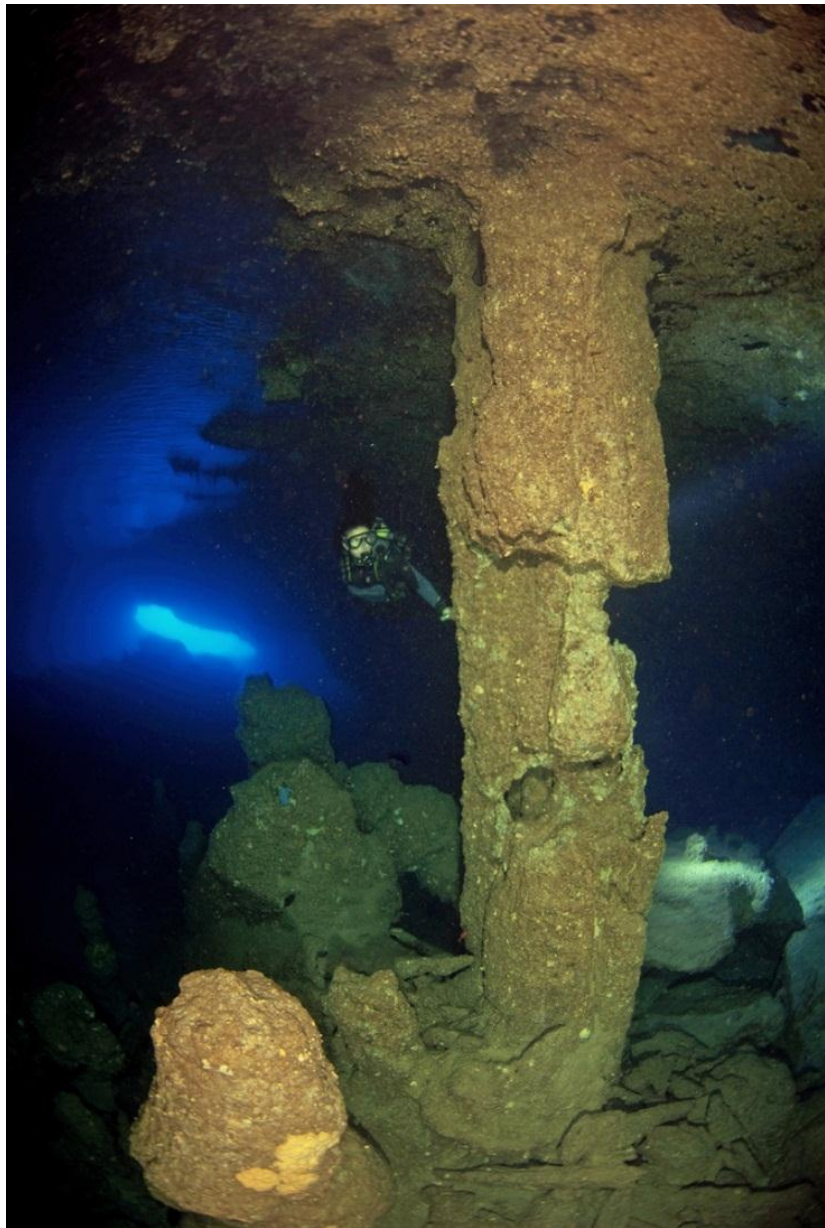


Figura 8.6.2: Columna de mida considerable molt alterada pels processos erosius del litorals. Foto: A. Cirer.

Sales d'esfondrament

És bastant evident el procés d'esfondrament de sostres i parets, ja que es troben grans blocs i pedres repartides per diferents indrets de la cova, especialment al SE de la sala i prop de l'entrada. Les seccions de la sala denoten l'equilibri de la volta. La presència de cambres d'aire al centre també obeeixen a aquest fenomen per l'ascensió de la cova a mesura que es produeixen despreniments de la volta.

Els sediments

El fons és arenós amb *ripple-marks* al llarg de bona part de la cova. En dos llocs del final, adossades a les parets de la cavitat, es troben acumulacions d'arena. També abunden les roques, amb zones de blocs caiguts del sostre pels processos d'equilibri gravitatori de la volta.

Part faunística

La gruta conté abundant fauna marina: esponges, anfossos, escorballs, molls reials, holotúries, anèl·lids, mol·luscs, etc. No és tracta d'una cavitat anquihalina del punt de vista ecològic.

Conservació de la cavitat

És una cavitat molt freqüentada per bussejadors, tant és així que apareix als llibres d'itineraris de busseig (POYATOS i ALONSO, 1996).

8.7. COVA DE CALA MITJANA (Felanitx)

Situació geogràfica

És una cova que s'obri a cala Mitjana (Felanitx), a poc més de 200 m de la mar. Es troba dins terrenys de la família Fierro, i no es pot visitar sense l'obtenció dels oportuns permisos. L'aigua s'empra per regar una ampla extensió de terreny sembrat de gespa, superior als 50.000 m², prop de la mar. Aquesta taca de verdor a l'àrid litoral del llevant, entre d'altres coses, caracteritza actualment cala Mitjana (Fig. 8.7.1).

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

La cavitat es va trobar gracies a les recerques d'aigua, en fer un pou a l'antiga, emprant barrobins, que va dur una setmana de feina (com. pers. Miquel Devertit). El GNM i GEM l'any 1.997 exploren i topografien la cavitat. Concretament: Francesc Gràcia, Peter Watkinson, Bernat Clamor i Moisès Bonnín.



Figura 8.7.1: Cala Mitjana. A uns 200 m de la mar es troba l'entrada artificial a la cavitat. La verdor de la contrada en ple estiu es deu a l'aigua superficial que es treu de la cova.

Descripció de la cavitat

Hi ha una caseta de dos pisos damunt de l'entrada del pou (Fig. 8.7.2). Per accedir a la cova, es pot fer mitjançant una escala de ferro. També hi ha un ascensor elèctric a l'interior per a gent no tan agosarada. Ambdós mitjans serveixen per superar un desnivell de 13 m. Sota el pou hi ha una plataforma artificial, feta de sacs de ciment, ja que l'obertura artificial donava directament damunt l'aigua. Aquesta plataforma serveix de base per a l'ascensor i l'escala, així com de mollet per a una barca de rem, per visitar la cova (Fig. 8.7.3). La part del sòtil que és prop de la plataforma es va picar per augmentar l'alçària i fer més còmoda l'estada. Fa més de quatre dècades, segons ens



Figura 8.7.2: Caseta d'entrada a la cova de Cala Mitjana, a on es troba el pou, amb un ascensor i una escala vertical que permeten davallar fins la cavitat. Foto: F. Gràcia.

varen informar, la propietat hi va fer instal·lar amb l'ajut de bussejadors, tot un sistema d'enllumenat subaquàtic per ressaltar la bellesa de les formacions. Per les dates de l'exploració i topografia (1997) es trobava en desús degut a l'acció corrosiva de l'aigua.

La cova consisteix en una gran sala de direcció NE-SO. La longitud és de 104 m i 46 m l'amplària màxima. La part aèria i practicable sense material d'immersió és de 87 m de llarg i 28 m d'amplària màxima (Fig. 8.7.4). Gairebé tota la cavitat a excepció del costat NE esta envoltada de prolongacions subaquàtiques que n'incrementen considerablement les dimensions reals. El pou esta construït a poca distancia de la part terrestre, zona més col·lapsada, que es pot recórrer a peu pla, molt incomoda de transitar, pel fet de

ser de sostre baix i amb



Figura 8.7.3: Plataforma artificial feta al llac, a la base del pou i de l'ascensor per accedir més còmodament al llac. Foto R. Landreth.

molta terra roja de descalcificació. Tota la resta de la cavitat és aquàtica, tret d'alguns massissos estalagmítics que surten de l'aigua (Fig. 8.7.5). A poca distancia de la plataforma, un pas sotaiguat entre blocs, no representat a la topografia, permet

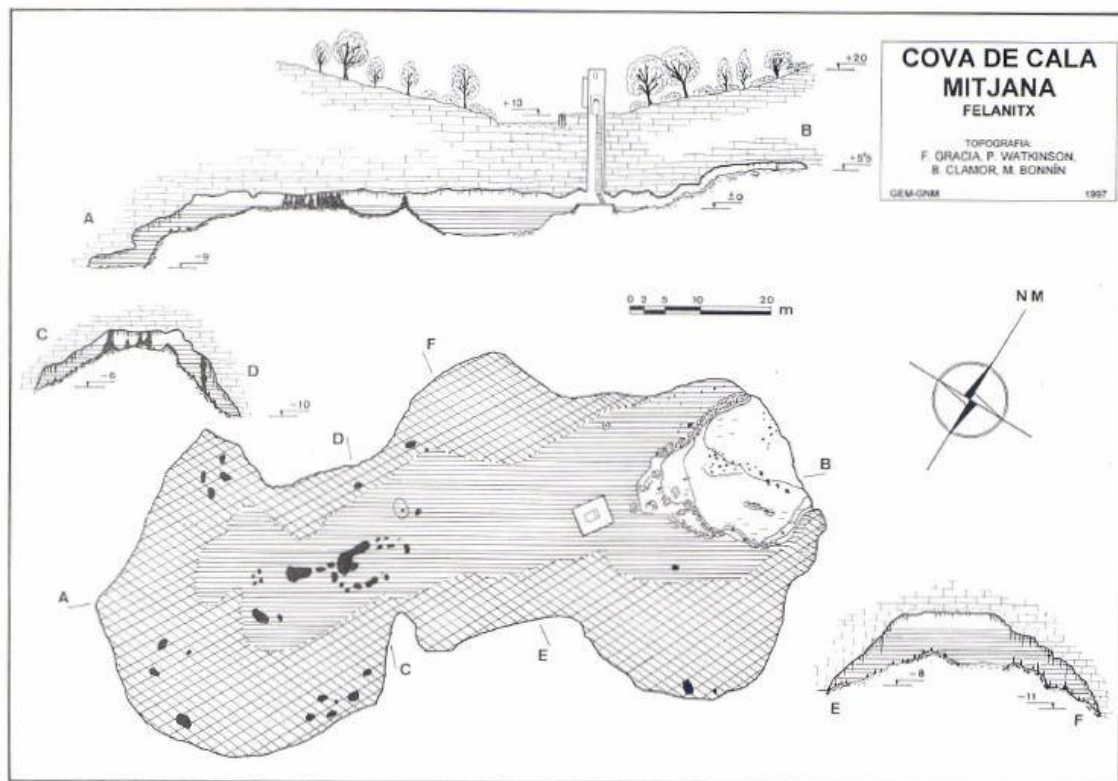


Figura 8.7.4: Topografia de la cova de Cala Mitjana a on s'aprecia la situació del pou d'entrada artificial i la caseta que el cobreix.

davallar una dotzena de metres. L'eix central de la sala és el més afectat pels esbaldregats i sobresurt per defora del nivell freàtic actual al costat NE, amb els laterals menys esfondrats. L'alçària del sostre per damunt del nivell freàtic no supera els 2 m, per total de l'àrea del llac, i puja per entre els enderrocs als +5,5 m. El recorregut total de la cova és de 340 m, dels quals uns 140 m són subaquàtics.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La situació respecte de la cova d'en Bassol sembla fer suposar que ambdues cavitats formen part d'un mateix sistema i que grans esbaldrecs no deixen cap pas penetrable que permeti passar d'una a l'altra malgrat que es troben a només uns 40 m.

Espeleogènesi

Es veu perfectament l'estadi evolutiu en que es troba, causat pels reajustaments mecànics de la sala. Els esfondraments i la posició actual del nivell freàtic determinen que una part de la gruta sigui terrestre, un altra aquàtica i aèria, i la resta sota les aigües.

La cavitat, conjuntament amb la cova d'en Bassol, també de direcció predominant NE-SW presenten en planta una disposició ramiforme.

Morfologies de corrosió

Són poc importants, ja que les morfologies que predominen són les d'esfondrament i els recobriments litoquímics que han destruït o sepultat les que es devien trobar en estadis evolutius previs.

Els espeleotemes

Els revestiments litoquímics recobreixen una bona part de la sala, en alguns llocs en forma de potents massissos estalagmítics. La part més decorada és la situada al SW. Grans i gruixudes columnes, estalactites i estalagmites són les més abundants (Fig. 8.7.5). També les colades pavimentaries són molt freqüents.

Conservació de la cavitat

Degut a l'accés restringit a la cavitat per part de la propietat no està sotmesa a una pressió de visites elevada.



Figura 8.7.5: Abundants concrecions parcialment cobertes per les aigües freàtiques. Foto Robert Landreth.

8.8. LA COVA DES DRAC DE CALA SANTANYÍ (Santanyí)

Situació geogràfica

La marina de Santanyí s'estén des de la costa fins a devers 3,5 km terra endins i està caracteritzada per l'horitzontalitat, només trencada per alguns barrancs. Cala Santanyí es troba situada entre cala Figuera i cala Llombards i constitueix la desembocadura del torrent d'en Romeguera de 31,8 km² de conca hidrogràfica.

Al principi del decenni de 1920, la zona era ocupada per cases i barraques de pescadors, i començava a ésser freqüentada per famílies benestants que hi anaven a passar l'estiu. Al final del decenni de 1960, es va iniciar el procés d'urbanització de la cala. Deu ésser una de les poques coves que tenen dedicat un carrer, ja que es troba al carrer de la cova des Drac, devora diversos establiments hotelers, just al marge del carrer que davalla fins a la platja.

Aproximació al topònim de la cova des Drac

El llatí DRACO, DRACONIS, ha deixat dos tipus de descendents en català: per una banda tenim *dragó*, provinent de l'acusatiu DRACONEM, que designa diverses espècies de rèptils gecònids i per l'altra *drac*, semicultisme continuador del nominatiu DRACO, que té el significat de "bèstia fabulosa", "serp fantàstica alada". Un altre rastre deixat pel cas recte el trobam en el santanyiner *adrago* (AGUILO, 1997), amb què



Figura 8.8.1: Les cavitats subterrànies són el lloc més comú d'habitatge d'aquestes bèsties de la imaginació popular.

alguns parlants de la generació més vella es refereixen al mateix saure (al costat del més freqüent *adragó*). Creiem que es pot explicar com a una pervivència del parlar mossàrab. El topònim de la possessió porrerenca de *Son Drago* deu tenir per base algun malnom de la mateixa procedència. Tant el DCVB com el diccionari etimològic de Coromines mostren l'ús de la paraula a partir del segle XIII en autors com Lull, Eiximenis, Sant Vicent Ferrer, etc.

No hi ha cap dubte que els topònims en què apareix el nom d'aquest animal designen els caus on la gent creia que habitava i són residus de creences i religions anteriors al cristianisme. Així ho expressen investigadors com ROSSELLÓ VERGER (1961-62) i MOREU-REY (1982). D'aquesta gruta coneixem uns versos que fan referència a l'historiador Joaquim Maria Bover, vers 1837 (VIDAL & TOMÀS, 1965). Del 1900 és la citació de la *cueva del Drach*, als llibres d'actes municipals de l'ajuntament de Santanyí.

Tanmateix són les cavitats subterrànies el lloc més comú d'habitatge d'aquestes bèsties de la imaginació (Fig. 8.8.1), cosa testimoniada amb insistència pels noms de lloc. COROMINES (1982) cita un *forat del Drac* a Malmercat, prop de Sort. A Sant Llorenç Savall hi ha una *cova del Drac*. A Mallorca, a més d'un *rafalet Drac* (Manacor), tenim un *pou des Drac* (Muro) i *ses coves del Drac* (Manacor). L'article literari d'aquest darrer lloc deu ser normal tractant-se d'un ésser fabulós (cf. La dona d'aigua). En singular, *sa cova des Drac* es repeteix almenys tres vegades: n'hi ha una a la falda del castell de Santueri, una altra en es rafal des Porcs i la que ens ocupa, prop de l'arenal de cala Santanyí.

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

La troballa de material arqueològic a la zona d'entrada de la cavitat demostra que ja es coneixia des de temps prehistòrics i històrics. Hi ha el testimoni epigràfic d'uns "turistes primerencs" a l'entrada de la cova, on sobre una gran pedra, hi ha gravats els noms de Leonie, Louise, Charles i la data de 1909.

L'any 1968, el Grup d'Exploracions Subterrànies (GES) de Barcelona va procedir a realitzar un croquis de la cova, el que correspon a la sala d'Entrada i a fer un estudi espeleomorfològic i genètic (MONTORIOL, 1970).

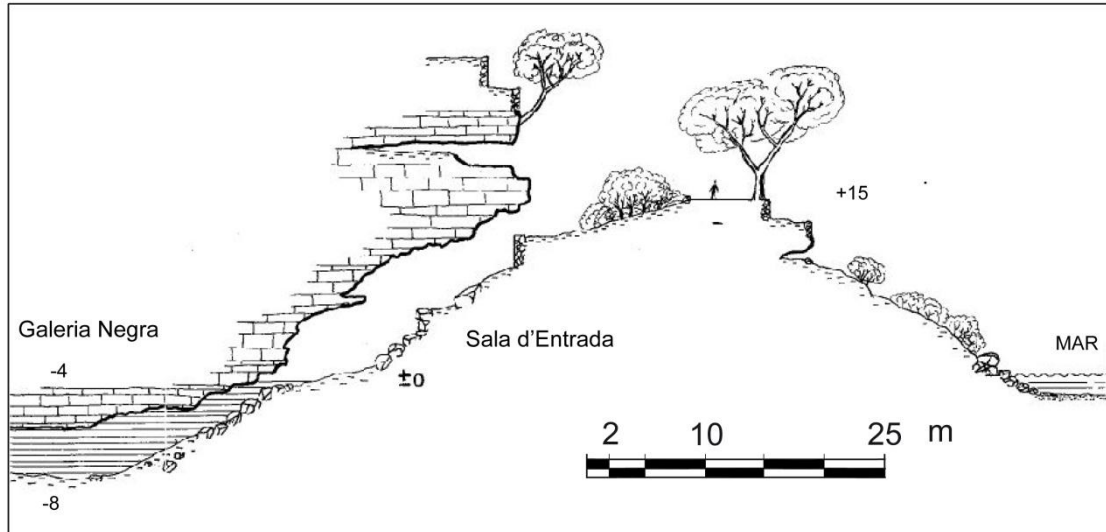


Figura 8.8.2: Continuació del rost de la sala d'Entrada sota l'aigua. Foto A. Cirer.

L'any 1969 Juan José Egozcue del grup EST realitzà un altre croquis de la cavitat, que va restar inèdit (GINÉS, 1993). És un precedent, de l'anomenada quarta etapa històrica del coneixement espeleotopogràfic de les cavitats de les Balears (GINÉS, 1993).

L'exploració i documentació subaquàtica es va efectuar per membres del GNM i del GEM; van suposar 20 dies d'immersions al llarg dels anys 1997 i 1998 (GRÀCIA *et al.*, 1998b) (Fig. 8.8.2).

1997 - Francesc Gràcia i Bernat Clamor a partir del llac d'entrada (Fig. 8.8.2) descobreixen la galeria Negra i dies després la galeria dels Paleonivells que condueix a la sala de la Bèstia Fabulosa (Figs. 8.8.3, 8.8.9). En dates posteriors aconseguixen superar el laminador del Purgatori, al final de la galeria Negra i accedir a la sala del Cavaller (Fig. 8.8.10). Més endavant forcen un pas estret ascendent, al revisar un lateral de la galeria Negra i troben a prop del sòtil, una sala aèria (sala de la Bella Fadrina), de dimensions considerables. També s'explora i topografia el broll d'aquest sistema càrstic dins la mar, al lloc conegut com la cova des Riu, que forma un entrant dins la pròpia cala Santanyí. Les darreres continuacions es troben al final de la galeria del Cavaller en un intent de forçar aquest esfondrament que barra el pas al que possiblement hi ha més enllà del blocs caiguts. Es realitzen 17 dies d'immersions. Peter Watkinson col·labora amb les tasques topogràfiques terrestres.

1998 - Es finalitzen al llarg de 3 dies les tasques de topografia i fotografia de la cavitat

Descripció de la cavitat

La cova en conjunt té un recorregut de 803 m (191 m aeris i 612 m subaquàtics). S'obri a l'exterior per un abisament de 20 m d'ample que permet accedir a través d'un rost a la sala d'Entrada, de 100 x 40 m de dimensions màximes. El con d'enderrocs forma un pendent cap als llacs i es perllonga sota l'aigua (Figs. 8.8.2, 8.8.3). La cavitat prossegueix per una galeria de 185 m de longitud (galeria Negra), desenvolupada al llarg de pujades i baixades, producte dels esfondraments. L'amplada oscil·la entre els 23 m de màxima i els 4 m de mínima. En una de les parets s'obre la galeria dels Paleonivells, entre els -15 i -19 m, amb abundants registres d'una antiga pulsació freda a -15 m (Fig. 8.8.9, 8.8.11). La galeria pren la direcció NE i s'obre a una sala voluminosa (sala de la Bèstia Fabulosa), amb blocs, sovint de mides descomunals que formen galeries i falsos pisos i que arriba a assolir els -23 m. A prop del final de la galeria Negra, en direcció NE, se supera un angost pas i s'accedeix a una sala aèria, gran esbaldrec de roca molt blanca i descomposta i perillosa de transitar (sala de la Bella Fadrina). A l'extrem de la galeria Negra, per entre els blocs caiguts, s'obre el laminador del Purgatori d'uns 10 m de longitud, i menys de 50 cm d'alçària (Fig. 8.8.3, 8.8.10), que miraculosament permet el pas i condueix a la galeria són visibles,

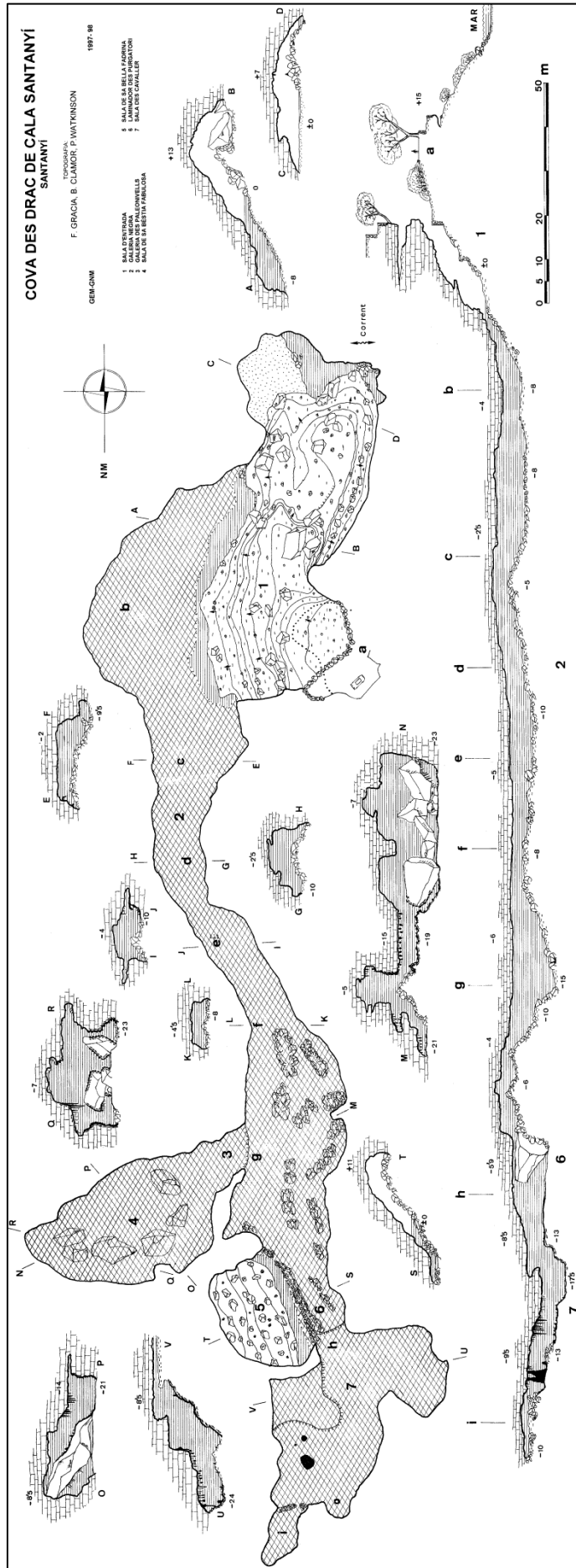


Figura 8.8.3: Topografia de la cova des Drac de Cala Santanyí.

especialment, a la paret E de la sala d'Entrada, per davall de l'aigua, on destaquen les morfologies espongiformes. Els espeleotemes són més abundants a la sala de la Bèstia Fabulosa i a la sala des Cavaller. Els espeleotemes indicadors de paleonivells freàtics són de destacar.

SALA D'ENTRADA

La cova s'obre a l'exterior per un bell exemplar d'abisament de 20 m d'ample, amb una important obertura entre els estrats a la part superior de la boca que s'enfonya devers una desena de metres a l'interior (Fig. 8.8.2). L'entrada permet accedir a través d'una rampa a una sala de 100 x 40 m, de dimensions màximes, allargassada en direcció N 60 E. L'amplada de les seccions laterals, tenint en compte la part submergida, arriba als 55 m de màxima i els 25 m de mínima. L'alçària màxima del sostre és de 7 m, però normalment està comprès entre els 4 i els 6 m. El centre de la sala està ocupat per un con d'enderrocs, que forma un rost cap als llacs i es perllonga sota l'aigua. La sala està ocupada a les cotes baixes per dos llacs; un és llarg i estret (55 x 3 m) al costat E, i està separat de l'altre per blocs esbaldregats. El llac del S, és més curt i d'aigües poc profundes, amb una superfície molt variable, segons el nivell de la mar. El fons està cobert d'arena i a la part S-SE de la sala forma una bella platja. En direcció al SO, les aigües es prolonguen cap a la mar, a través d'un laminador impracticable. Aquest és el punt d'entrada de *Posidonia oceanica*, i s'hi aprecien els efectes de l'onatge marí. Sota l'aigua, la sala d'entrada es perllonga i representa un percentatge important del total d'aquesta. Les parets i el sostre de la sala aèria estan desproveïts de formacions litoquímiques; la part de la sala que es troba per davall del nivell freàtic sí que presenta espeleotemes a alguns indrets.

GALERIA NEGRA

El nom, de nova creació, com tots els de la zona submergida, prové del color fosc que té una bona part de la galeria. Té aquesta 185 m de longitud i pren una direcció N per després canviar a NO i tornar més endavant a N. L'amplària oscil·la entre els 23 m de màxima i els 4 m de mínima. El sòtil pren valors entre -1 i -6 m, però els valors normals estan compresos entre -4 i -6 m. La fondària mínima del terra és de 5 m i la

màxima, 20 m. A alguns llocs dels costats de la galeria, hi ha blocs que subdivideixen, compliquen i incrementen el recorregut. Tota la galeria es desenvolupa al llarg de pujades i baixades, producte dels esfondraments, un dels quals és a punt de tancar la galeria. El terra, a més de blocs i pedres, està cobert de fang. Davant el pas que condueix a la sala de la Bella Fadrina hi ha al sostre una gran concentració de bogamarins fòssils, pertanyents a la unitat d'escull. Per tota la galeria Negra, igual que a la sala d'Entrada, aferrada a les parets hi ha exemplars d'esponges blanques de l'espècie *Raphisia speleaea*, d'entre 1 i 4 cm (det. Maria Jesús Uriz i Enric Ballesteros del Centre d'Estudis Avançats de Blanes).

SALA DE LA BÈSTIA FABULOSA

Es davalla verticalment, per una zona on es veu que la galeria agafa fondària i les parets estan recobertes de formacions litoquímiques negres. A una de les parets s'obre la galeria dels Paleonivells, entre els -15 i -19 m, amb abundants registres d'un antic nivell lacustre a -15 m i amb les parets també recobertes de formacions subaquàtiques (Fig. 8.8.4). Aquí l'aspecte dels espeleotemes és completament diferent:



Figura 8.8.4: Colades parietals a la sala de la Bèstia Fabulosa. Contrasta el color de les formacions amb les que es troben a la galeria Negra. Foto A. Cirer.

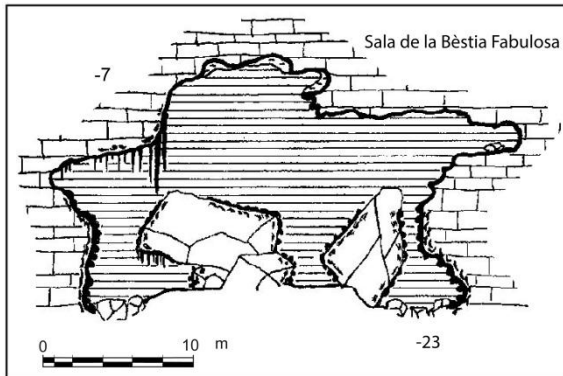
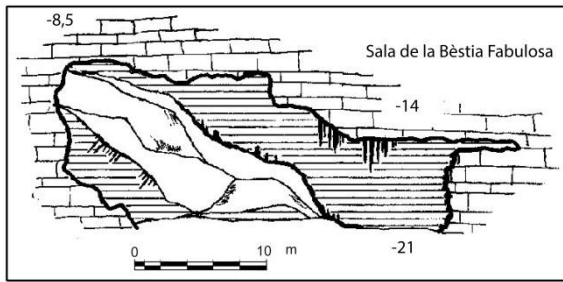


Figura 8.8.5: Els processos d'esfondrament són ben visibles a la sala de la Bèstia Fabulosa. Foto: A. Cirer.



estan ben conservats i de colors clars i endemés no hi ha fang al fons. La galeria pren la direcció NE i s'obre a una sala de grans dimensions (38 x 22 m), la sala de la Bèstia Fabulosa, amb blocs, sovint de mides descomunals que formen galeries i falsos pisos (Fig. 8.8.5). S'arriben a assolir els 23 m, màxima profunditat de la sala. Les cotes de fondària del sostre van dels -7 m als -13 m, essent la mitjana de -10 m. Per algunes parts penegen estalactites, però el que més crida l'atenció és el revestiment litoquímic per davall dels -15 m, que afecta també els blocs caiguts, cosa que ens dóna una idea de l'antiguitat del procés clàstic.

SALA DE LA BELLA FADRINA

Una vegada passada la sala de la Bèstia Fabulosa, molt a prop del final de la galeria Negra, en direcció NE, pujant entre el rost de pedres, s'ha de superar un angost pas que permet accedir a una sala àeria (27 x 17 m). Un llac llarg i estret comunica fora de l'aigua amb el gran col·lapse de roca blanca i descomposta i perillosa de transitar.



Figura 8.8.6: Superposició de la cova des Riu (1) i de la cova des Drac de Cala Santanyí (2).

SALA DEL CAVALLER

A l'extrem de la galeria Negra, per entre els blocs caiguts s'obre el laminador del Purgatori de 10 m de longitud, i menys de 50 cm d'alçària (Fig. 8.8.10), que miraculosament permet el pas i condueix a un balcó des d'on es contempla la galeria del Cavaller. A partir d'aquest punt es torna a produir un canvi d'aspecte, ja que constitueix la part més decorada de tota la gruta. S'han pogut observar diferents paleonivells freàtics, especialment al costat SO de la sala. La fondària màxima que s'assoleix són els 24 m. La continuació es tanca per un altre col·lapse.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

Al NE de cala Santanyí, a uns 150 m de l'arenal de la cala, es localitza un entrant de la cala que forma l'anomenada cova des Riu (Fig. 8.8.6, 8.8.8). Aquest entrant presenta unes mides de 27 m d'amplària i 31 m de llargària i forma l'inici de la cova des Riu, que forma part de la cova des Drac de Cala Santanyí des del punt de vista genètic i hidrològic. La cavitat penetra de cap a l'interior, de S a N, per davall del bosc i també de construccions de la urbanització. Algunes de les construïdes con posterioritat a les tasques d'exploració i topografia, això és posteriorment a l'any 1998, han afectat la cavitat amb vessament d'aigües residuals.

Espeleogènesi

Els nivells responsables de la formació de la cavitat corresponen a la Unitat d'escull, formada per calcarenites bioclàstiques amb una gran acumulació de restes esquelètiques, principalment mol·luscs, que presenten un baix grau de fracturació. L'opinió expressada per MONTORIOL (1970) assignava una gènesi marina, produïda per l'erosió de les ones durant un antic nivell del Mediterrani i que posteriorment patiria els processos anomenats quimioclàstics. També parla del possible efecte salí provocat per les aportacions de clorur sòdic que efectuarien un paper actiu en els fenòmens de descalcificació, així com en la localització dels processos quimioclàstics.

Figura 8.8.7: Morfologies espongiformes al començament de la galeria Negra. A la cavitat són molt poc abundants les formacions primàries en comparació amb les d'esfondrament i les de precipitació. Foto R. Landreth.



Es formarien els buits originals per dissolució freàtica, després seguiria l'eixamplament tridimensional de la cavitat, especialment per mor del descens del nivell freàtic, amb desprendiments del sostre. El progressiu enfonsament provocaria l'obertura de la cova a l'exterior, fins assolir formes d'equilibri, amb l'acumulació dels fragments de la volta a la planta, formant el con d'enderrocs que tendeix a créixer amb els aports exteriors. Es tracta d'una forma subterrània fragmentada de l'antic sistema espeleològic evolucionat en el temps. Aquesta cavitat, amb una morfologia predominantment clàstica, ha sofert durant el Pleistocè successius esfondraments de les parets i voltes, els quals s'alternen i coexisteixen al llarg del temps amb fases intenses d'estalagmitització. La gran rellevància dels processos clàstics condiciona totalment l'aparença d'aquesta cova, essent també responsable de la seva obertura a l'exterior. L'actual nivell de la mar determina la presència dels llacs i de tota la zona ara anegada de la cova. A diferencia de MONTORIOL (1970), creiem que l'erosió marina únicament va contribuir a l'obertura de la boca a l'exterior o a una erosió parcial d'aquesta i de la sala d'entrada. Es pot apreciar, partint del nivell de la mar, diverses formes d'erosió marina que remunten el penyal fins arribar a la cova.

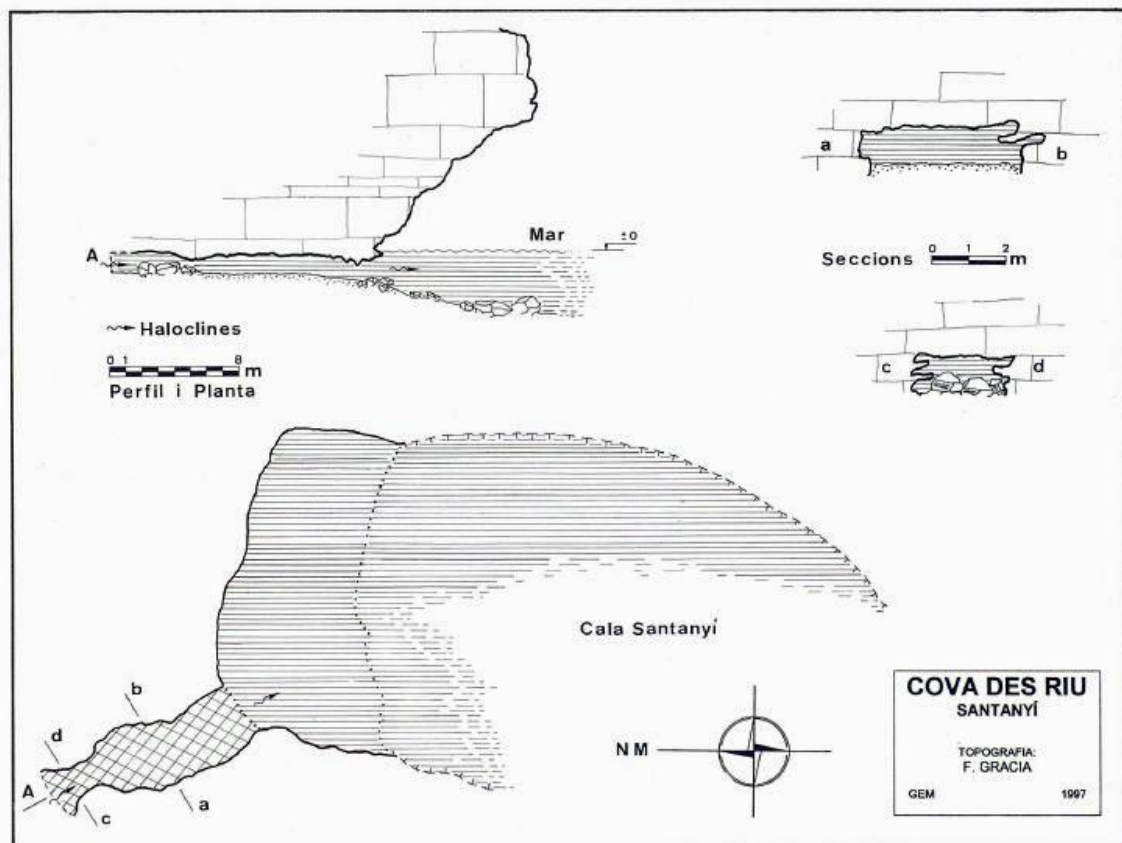


Figura 8.8.8: Topografia de la cova des Riu, surgència de la cova des Drac de Cala Santanyí.

Característiques hidrogràfiques de la cavitat

A la part més S de la gruta, devora la paret del llac som, s'aprecia el corrent que connecta les aigües amb la mar. La cova des Riu constitueix la comunicació impracticable amb la mar de la cova des Drac i és la surgència submarina de la cavitat. L'haloclina es troba entre -5 i -6 m de fondària.

Morfologies de corrosió

Són especialment visibles, a la paret E de la sala d'Entrada, per davall de l'aigua, on destaquen les morfologies espongiformes (Fig. 8.8.7).

Els espeleotemes

No manquen bons exemplars de processos litogènics arreu de la cova, essent especialment importants a la galeria dels Paleonivells, la sala de la Bèstia Fabulosa i la sala del Cavaller. La galeria Negra presenta pocs revestiments d'espeleotemes, ja que està molt afectada pels processos clàstics han produït l'esfondrament sota els blocs de moltes de les primitives formacions litoquímiques. Estalagmites còniques, algunes de considerables dimensions, es troben a les cotes més baixes de la sala de la Bèstia

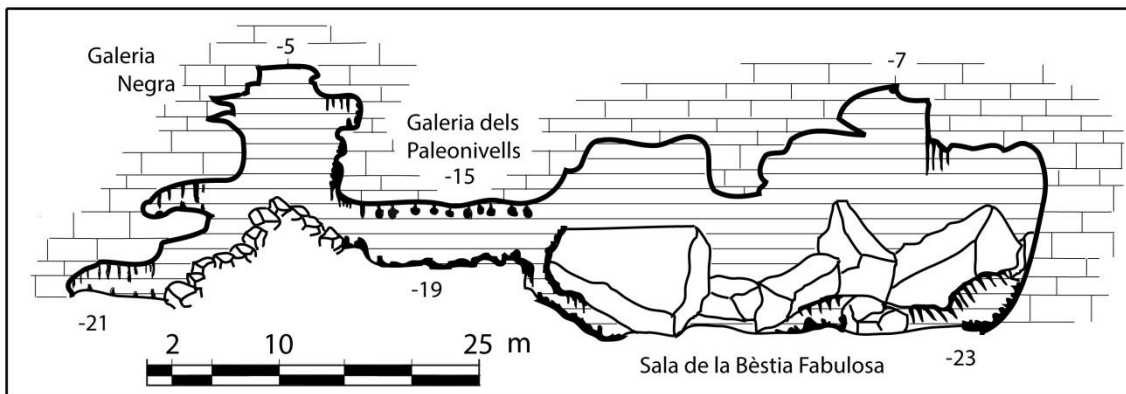


Figura 8.8.9: Galeria dels Paleonivells, entre -15 i -19 m de fondària. El sostre està recobert d'espeleotemes freàtics de gran bellesa que corresponen a un nivell d'estabilització de la Mediterrània a -15 m. Va esser la primera cavitat subaquàtica a on es van localitzar. Foto: A. Cirer.

Fabulosa. Serien indicadores de la presència d'un antic llac format al llarg d'una pulsació freda, possiblement en correspondència amb el nivell -19'3 m.

Els espeleotemes freàtics trobats a la cova des Drac de Cala Santanyí, són deguts a les estabilitzacions negatives del nivell freàtic i corresponen a les cotes -13,5, -15, -17 i -19,3 (Fig. 8.8.11). A la galeria dels Paleonivells el sostre es troba completament recobert d'espeleotemes freàtics que corresponen a la cota -19,3 m que caracteritzen aquest indret. S'ha procedit a recollir diverses mostres per a realitzar les datacions absolutes que serviran per precisar amb major detall, els avatars experimentats pel nivell marí durant els episodis glacials del Pleistocè.

Sales d'esfondrament

Tota la cavitat es pot definir com una successió de sales d'esfondrament en alguns indrets més o menys ocultes per processos de precipitació litoquímica. Les grans unitats d'esfondrament que es poden establir clarament són la sala d'Entrada, la sala de la Bèstia Fabulosa i la sala del Cavaller juntament amb la sala de la Bella Fadrina; aquestes dues darreres serien part de la mateixa unitat d'esfondrament. La sala d'Entrada és una unitat d'esfondrament que superar el centenar de metres de longitud i una seixantena de metres d'amplària màxima. La sala de la Bèstia Fabulosa correspon a una unitat d'esfondrament d'uns 50 x 25 m, mentre que la sala del Cavaller juntament amb la sala de la Bella Fadrina presenta unes dimensions d'uns 50 m d'eixos majors. Hi ha abundants blocs de mides considerables que superen àmpliament els 10 m de

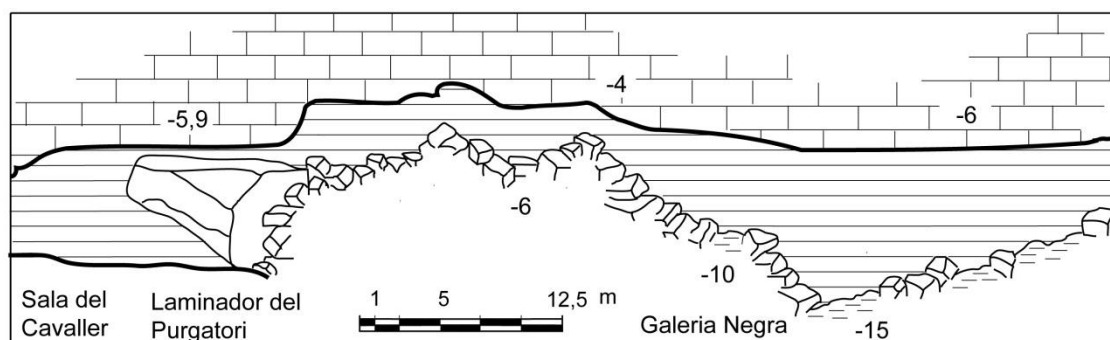


Figura 8.8.10: El laminador del Purgatori forma part de l'esfondrament de blocs caiguts del sostre que per molt poc no ha tancat l'accés a la sala del Cavaller. La part terminal de la cova coneguda fins ara és un altra obstrucció que no permet conèixer el que hi ha més enllà.

diàmetre. La part més interior de la cova, a més a més de blocs caiguts, també hi ha abundants fragments de columnes i altres espeleotemes trencats entremesclats. A la sala de la Bèstia Fabulosa els grans blocs caiguts, alguns amb estalactites, formen fins i tot falses cambres i galeries.

Els sediments

A la zona S de la cavitat, en direcció a la mar, es produeix l'acumulació d'arenes marines que es troben ocupant una àrea aproximada de 150 m², en part submergides. És el lloc on es veu més clarament la influència marina. Sediments vermells recobreixen diverses parts del terra de la cova, especialment el rost que davalla la sala d'Entrada per davall l'aigua i altres indrets de la galeria Negra i de la sala del Cavaller. La sala de la Bèstia Fabulosa llevat d'acumulació de calcita flotant en forma d'estalagmites còniques està desproveïda d'acumulació de sediments fins.

Restes arqueològiques

La cova des Drac de Cala Santanyí ja era utilitzada com a mínim d'ençà dels temps pretalaiòtics. Anys enrere s'havia recollit a la sala abundant material arqueològic, que encara no s'ha publicat. De fet, els autors del present treball, durant una de les immersions efectuades a la cavitat, recuperaren una peça pretalaiòtica sota l'aigua del llac. La troballa es va efectuar a uns 6 m de fondària. Possiblement hi va caure accidentalment i degué rodolar, rost avall, fins aturar-se al lloc on es va localitzar. Es va fer donació de la peça al servei de Patrimoni del Consell Insular de Mallorca per procedir al seu estudi i conservació. També es va recuperar un morter medieval de pedra picada. En temps més recents la cova degué de tenir un ús continuat, un indicatiu n'és la presència al rost del llac d'una gran quantitat d'ossos de someres i d'altres animals, entremesclats amb les pedres.

Part faunística

S'ha observat l'esponja *Raphisia speleaea*. Hi ha 3 espècies citades de crustacis estigobionts.



Figura 8.8.11: Els paleonivells a -15 m van ser els primers en observar-se per davall del nivell freàtic. Foto A. Cirer.

Conservació de la cavitat

L'any 1968 Montoriol ja parla de les obres de construcció que es donen als voltants de la cova, per les quals expressa el temor que puguin afectar la cavitat. La cavitat malgrat estar ubicada a un lloc tan urbà, es trobava en bastant bon estat. Posteriorment a l'exploració i topografia de la cova l'any 1998, en fer-se construccions residencials a la zona superior, es va produir la contaminació de part de la cavitat ja que es produeix la filtració d'aigües residuals. La zona més afectada és la que es troba prop del laminador del Purgatori, a on la capa superior d'aigua pren una coloració molt groga. Aquesta zona s'inicia a uns 250 m des del final de l'entrant on s'ubica la cova des Riu. En Cosme Aguiló, propietari de la zona on s'obri la cavitat fa feines periòdiques de neteja de la boca i en dates recents (2014) ha tancat amb un reixat l'accés a la cavitat. La cavitat posseeix la figura de protecció LIC.

**PART III. CAVITATS LITORALS DEL
LLEVANT I MIGJORN DE MALLORCA
AMB CONTINUACIONS SUBAQUÀ-
TIQUES**

Capítol 9. CAVITATS LITORALS DEL LLEVANT

9.1. LA COVA DE S'ABISAMENT (Sant Llorenç des Cardassar)

Situació geogràfica

L'intens procés urbanitzador transformà l'antic paisatge de garriga de la marina i va fer desaparèixer també les fites per accedir a la cova, que va restar bastants anys perduda per a "l'espeleologia oficial". Es pensava que molt possiblement havia estat destruïda sota els edificis de la urbanització de sa Coma, que pertany al terme municipal de Sant Llorenç des Cardassar (Fig. 9.1.1). Actualment es troba en un solar sense construir, al final del carrer Oms, prop d'una caseta on es troben les bombes de l'aigua de la urbanització. La cavitat es localitza a 7 m per damunt del nivell de la mar i a una distància mínima de la mar de 575 m.



Figura 9.1.1: Fotografia aèria de s'Illot amb la situació de la cova (Foto cortesia dels Serveis d'Informació Territorial de les Illes Balears, S.A. -SITIBSA).



Figura 9.1.2: Accés a la cova (Foto F. Gràcia).

Història resumida de les exploracions

1971 - El Grup Espeleològic EST realitza la topografia de la sala d'Entrada.

2005 i 2006 - Retrobada de la cova per part d'en Mateu Febrer i Francesc Gràcia, després d'una intensa recerca per la urbanització i gràcies a les orientacions donades per informadors. El GNM al llarg de 15 dies dels anys 2005 i 2006 va fer l'exploració subaquàtica, la topografia íntegra i la documentació de la gruta (GRÀCIA *et al.*, 2006b). El relatiu elevat nombre de dies de

feina emprats per investigar aquesta cavitat, de modestes dimensions, es deu a l'existència de passos subaquàtics molts angostos o obstruïts que van dificultar enormement l'avanç. Així va esser necessari forçar, fins i tot amb maça i escarpra, diverses restriccions: el pas de la Colada, el pas de l'Haloclina i el pas Picat.

Descripció de la cavitat

La direcció general de la cova és NE-SW, amb un recorregut de 234 m, dels quals 42 m són aquàtics aeris i 132 m subaquàtics. La distància màxima lineal que separa la boca de l'extrem més allunyat és de 75 m. El desnivell màxim entre la boca (+ 7 m) i la fondària màxima sota les aigües (-13 m) és de 20 m. La caverna, malgrat esser de petites dimensions, presenta una certa complexitat topogràfica. La boca, de només 0,5 m de diàmetre, s'obri dins una depressió d'uns 3 m de desnivell, tapada d'ullastres i mates (Fig. 9.1.2). Després de passar uns primers metres estrets, s'accedeix a la sala d'Entrada, amb el fons ocupat per les aigües del llac (Fig. 9.1.3, 9.1.4). A partir d'aquí

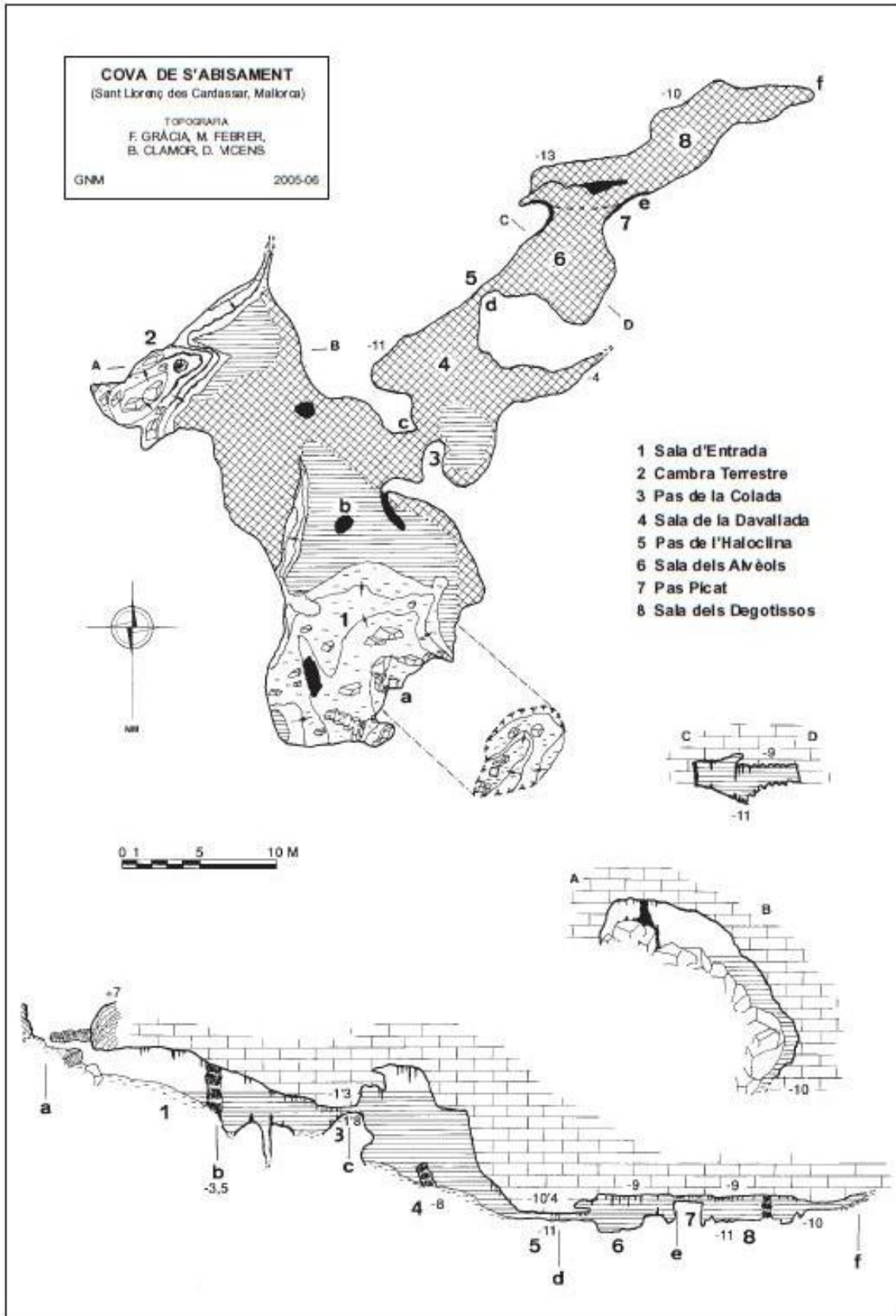


Figura 9.1.3: Topografia de la cova de s'Abisament.



Figura 9.1.4: El llac de la sala d'Entrada (Foto A. Merino).

la cavitat es bifurca. Pel costat SE i després de 15 m de sífó, s'obri la cambra Terrestre de 18 m x 7 m, que puja entre blocs concrecionats fins a estar molt a prop de l'exterior. Pel que fa a la banda del SW, se succeeixen 3 passos angosts que separen tres sales. El pas de la Colada

permet accedir a la sala de la Davallada, d'uns 13 m de desnivell total i 18 m x 15 m de dimensions màximes. És la sala de més volum de la cavitat i presenta un aspecte clàstic i parcialment recoberta per formacions estalagmítiques i colades principalment. Una segona estretor (pas de l'Haloclina) porta a la sala dels Alvèols, de 12 m x 8 m i 3 m d'alçària. Aquí l'aspecte de la cova canvia molt, ja que destaquen els espeleotemes i les morfologies de corrosió (Figs. 9.1.6, 9.1.7). El pas Picat permet comunicar amb la sala dels Degotissos, que descendeix fins els -13 m amb un aspecte general molt similar al que presenta la roca del sostre està compresa entre 2,5 m a la cambra Terrestre i 16 m al sostre de la sala dels Alvèols i la sala dels Degotissos.

Espeleogènesi

Dins una enclotada, que dóna nom a la gruta (abisament), s'obri la petita boca de la cavitat, que va esser modificada pel seu tancament. L'entrada a la cavitat està recoberta per bretxes quaternàries i dunes fòssils, les quals a més de l'exterior, s'observen als primers metres del sostre. Constitueix un exemple més de la importància que tenen les oscil·lacions glacioeustàtiques en l'evolució de les cavitats litorals. Al rost de la sala d'entrada han aparegut ossos de *Myotragus balearicus* (BOVER, 2004) i estan citats també de *Hypnomys morpheus* (ALCOVER & ROCA, 1975). La gènesi de la cova ha seguit un model evolutiu similar a la resta de cavitats excavades en els materials escullosos del Miocè superior del Llevant de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 1992). L'evolució progressiva l'ha convertida en una típica sala d'esfondrament

(GINÉS, 2000) la qual ha sofert reajustaments dels blocs del pis, fet que es pot deduir dels fenòmens de solifluxió que afecten els espeleotemes. Els contorns de la cova estan delimitats per productes dels enderroc. Les morfologies de corrosió, situades per davall del començament de l'haloclina, han afectat part dels blocs caiguts.

El pendent del rost, exceptuant a la cambra Terrestre, va del NW cap al SE i determina la topografia general de la gruta.

Característiques hidrològiques de la cavitat

El perfil de salinitat i temperatura de la columna d'aigua es va registrar el 29 d'agost de 2006 mitjançant la sonda oceanogràfica CTD Seabird SBE19. La columna hídrica presenta dues masses d'aigua molt diferenciades (Fig. 9.1.5). Una primera capa d'aigua va dels 0 als 7 m, amb una salinitat baixa, del ordre del 2‰ al 4‰, s'ha de tenir present que són dades del mes d'agost, en principi poc plujós. Dels 7 m als 12 m la salinitat puja contínuament fins assolir valors de 31‰ a la cota assequible més profunda. Aquests valors contrasten amb cavitats litorals situades a distàncies similars, tal és el cas de la cova Genovesa (GRÀCIA *et al.*, 2003b) i el sistema de coves Pirata-Pont-Piqueta (GRÀCIA *et al.*, 2006a), ja que a ambdues cavitats els perfils hídrics consten de 4 masses d'aigua, de les quals 2 corresponen a franges de mescla.

Pel que fa a la cova de s'Abisament, com ja s'ha esmentat abans, únicament es localitzen 2 masses d'aigua. En el cas de que la cavitat hagués estat més fonda presentaria també la zona d'aigua més salada; per aquest motiu, el realment destacable és la presència d'una única zona de mescla així com la major potència de la massa d'aigua més dolça. Això creiem que pot ésser causat bé per la menor permeabilitat de la roca, o bé per l'aportació d'aigües residuals o de rec de la urbanització on es troba

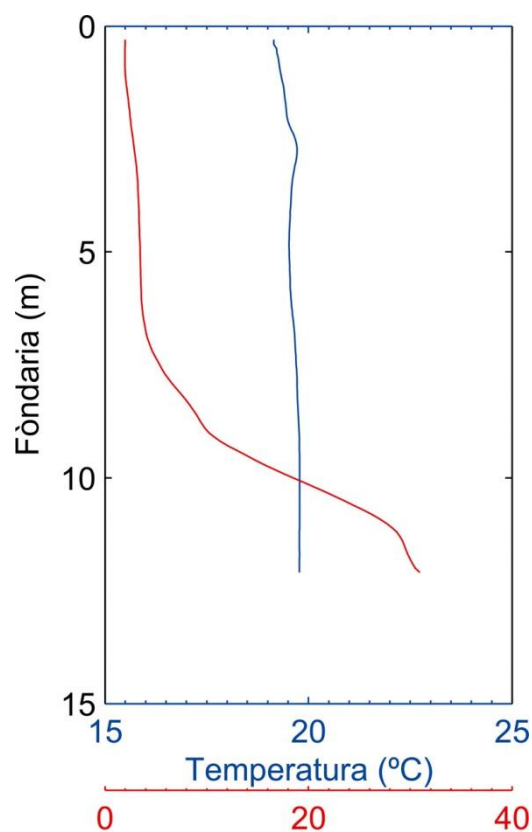


Figura 9.1.5: Perfil de salinitat (‰) i de temperatura (°C) de l'aigua de la cavitat mesurat el mes d'agost.

ubicada. Aquest perfil se semblaria així al que presenta la cova Genovesa a les galeries i sales properes al pou negre que l'afecta (GRÀCIA *et al.*, 2003b). Els valors de la temperatura dins la massa hídrica, segueixen la pauta habitual en aquestes cavitats, això és una temperatura gairebé constant entre els 19,5 i els 20°C. Les mesures del pH d'algunes mostres d'aigua denoten aigües lleugerament àcides (entre 6,4 i 6,9), el que indicaria que els processos de corrosió de les aigües són actius actualment. Per contra, en superfície, són evidents els fenòmens de precipitació del carbonat càlcic amb la formació de calcita flotant.

Morfologies de corrosió

Les morfologies espongiformes són les formes de corrosió més característiques de la sala dels Alvèols i de la sala dels Degotissos i únicament es troben un cop passat el pas de l'Haloclina (Fig. 9.1.6).

Els espeleotemes

Els espeleotemes es troben repartits per tot arreu, així a la sala d'Entrada es localitza una columna, parcialment sota l'aigua, que presideix la sala. La cambra Terrestre també conté abundants recobriments de colades pavimentaries i parietals, així com altres espeleotemes de degoteig, especialment estalagmites, columnes i estalactites. També la sala de la Davallada conté especialment formacions estalagmítiques dignes a tenir en compte. Les més destacades des del punt de vista de precipitacions litoquímiques són la sala dels Alvèols i la sala dels Degotissos. En ambdues sales predominen els espeleotemes de degoteig (estalactites, estalagmites i columnes), els de flux (colades parietals i pavimentaries) i els espeleotemes freàtics. Aquests darrers es troben ubicats a la cota de -11,5 m i són indicadors d'una pulsació climàtica freda ocorreguda al llarg del Pleistocè superior (Fig. 9.1.7). Algunes de les formacions litoquímiques es troben afectades per processos de solifluxió que han trencat columnes i colades.

Sales d'esfondrament

La cavitat es pot considerar, llevat de les zones més pregones, com a vàries sales d'esfondrament pròximes.



Figura 9.1.6: Morfologies espongiformes que afecten al sostre, parets i trespol de la sala dels Alvèols (Foto C. Bodi).



Figura 9.1.7: Espeleotemes freàtics situats a -11,5 m, una vegada superat el pas de l'Haloclina (Foto C. Bodi).

Part faunística

S'han enregistrat sis espècies de crustacis estigobionts, que pertanyen a cinc ordres diferents (isòpodes, termosbenacis, amfípodes, copèpodes ciclopoïdes i copèpodes harpacticoides (GINÉS i GINÉS, 1977; LESCHER-MOUTOUÉ, 1978-79) (Fig. 9.1.8). Les característiques topogràfiques de la gruta han determinat que les pesques únicament s'han pogut realitzar a fondàries compreses entre els 0 m fins als 9 m. Aquest fet determina que la salinitat de la capa d'aigua mostrejada vagi dels 2‰ al 9‰, és a dir, la capa més dolça de la gruta. Les espècies capturades corresponen perfectament a aquestes característiques hidrològiques, és a dir crustacis que tenen el seu preferent, o bé que toleren, les zones d'aigües més dolces. El termosbenaci *Tethysbaena scabra* i la presència d'harpacticoides no s'havien citat a la cavitat abans de les tasques subaquàtiques. D'altra banda, tots els taxons identificats a nivell d'espècie es coneixen d'altres indrets balears. Cal remarcar no obstant que el *Diacyclops* de la cova es troba en estudi, doncs la seva assignació inicial per part de LESCHER-MOUTOUÉ (1978-79) a *D. clandestinus* Kiefer, 1926 no concorda amb les seves característiques: les femelles presenten 12 segments antenulars en front de 11 a *D. clandestinus*. Els únics *Diacyclops* amb 12 segments a aigües europees són *D. crassicaudis* (Sars, 1863), *D. antricola* Kiefer, 1967, i *D. ruffoi* Kiefer, 1981, però els exemplars de la cavitat difereixen d'aquestes espècies en altres trets. No s'han observat anguiles al llarg de totes les tasques efectuades a la cavitat.

Espècies	Rang de Salinitat	Estigobiont	Endemisme
AMPHIPODA			
<i>Salentinella angelieri</i> Ruffo & Delamare-Deboutville, 1952	2 - 9 ‰	X	
ISOPODA			
<i>Typhlocirolana moraguesi</i> Racovitza, 1905	2 - 30 ‰	X	X
TERMOSBAENACEA			
<i>Tethysbaena scabra</i> Pretus, 1991	2 - 9 ‰	X	X
COPEPODA CYCLOPOIDA			
<i>Halicyclops troglodytes</i> Kiefer, 1954	2 - 9 ‰	X	
<i>Diacyclops</i> cf. <i>crassicaudis</i> (Sars, 1863)	2 - 9 ‰	X	
<i>D. clandestinus</i> Kiefer, 1926 (o <i>D. languidoides clandestinus</i>)	2 - 9 ‰	X	X
COPEPODA HARPACTICOIDA			
sp. indet.	2 - 9 ‰	X	

Figura 9.1.8: Llista dels crustacis aquàtics presents a la cova de s'Abisament. S'indica el rang de salinitat en la qual s'han capturat, si es tracta d'animals cavernícoles (estigobionts) i si són endemismes balears.

Conservació de la cavitat

La localització de l'entrada dins un solar envoltat per xalets fa perillar la seva supervivència (veure capítol 21).

9.2. LA COVA NOVELLA DE NA LLEBRONA (Manacor)

Situació geogràfica

La construcció d'una nova carretera que voreja Portocristo cap al sud (Fig. 9.2.4), permeté descobrir la cavitat, en el talús d'un promontori situat entre el torrent de na Llebrona i les instal·lacions de les coves des Hams. La zona de Ca n'Olesa és un territori ric en cavitats naturals, les quals són conegudes almanco des de començaments del segle XX. Les coves més rellevants són les turístiques coves des Hams, encara que altres cavitats com la cova de s'Ònix presenten un elevat valor patrimonial que cal preservar (GINÉS *et al.*, 2007a).

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

Les tasques de control arqueològic de les obres per a la construcció de la nova carretera permeteren detectar una petita obertura de poc més de 30 cm d'altura i uns 2 m d'amplada (Fig. 9.2.2). Després d'un primer reconeixement del seu interior, els arqueòlegs responsables ho posaren en coneixement dels tècnics de Patrimoni, de *Medi Ambient* i dels espeleòlegs de la FBE que signen l'article TRIAS *et al.* (2014). D'acord amb els tècnics de les Direccions Insulars de Patrimoni, Mediambient, i Carreteres i la UTE Vias-S'Horta, s'acordà realitzar el seu reconeixement espeleològic, biospeleològic i la realització de la topografia de la cavitat, així com l'excavació arqueològica de l'entrada i una prospecció superficial que permeté recuperar restes de *Myotragus balearicus* i fragments de ceràmica d'època posttalaiòtica. Els espeleòlegs Miquel Trias, Pere Bover, Francesc Ruiz, Joaquín Ginés, Helena Inglada i Francesc Gràcia, dels SCM, GNM i EST realitzen la topografia de la cova l'any 2011.

El llac més allunyat de l'entrada de la cavitat, d'unes dimensions molt reduïdes, va esser revisat mitjançant tècniques d'espeleologia subaquàtica utilitzant equipament d'immersió minimitzat i adaptat per forçar passos molt estrets (Figs. 9.2.1, 9.2.3). Res més iniciar la immersió ja es va veure, a menys de 2 m de fondària, que el fons del llac estava tancat per grans pedres del propi rost d'esfondrament. Una revisió detallada de la paret de blocs que tancava el pas deixava una petita possibilitat de moure'n qualcun per intentar passar. Així es va fer, empenyent i fent rodolar blocs rost avall, entre un núvol de sediment que s'alçava al seu pas.

Descripció de la cavitat

La cova presenta unes dimensions més aviat modestes (Fig. 9.2.1): un recorregut horitzontal de devers 250 m de sales descendents, de sòtil no massa elevat, i una fondària màxima de -20 m. La cova consta de dues parts a bastament diferenciades, les quals arriben a sengles petits llacs d'aigües salabroses. Per una part, l'orifici principal d'accés (eixamplat pels arqueòlegs responsables del seguiment tècnic de les obres) dona pas a una sala que davalla en direcció W-SW al llarg d'uns 25 m fins a assolir el nivell freàtic (a una fondària de -13 m), on es troba un llac poc profund de més de 5 m de diàmetre major; aquesta part de la cavitat presenta una alçada màxima del sòtil de 2-3 m. Per altra banda, dos estrets passos, situats en la paret meridional de la primera sala abans descrita, connecten amb una segona cambra de majors dimensions planimètriques que s'estén cap al S, al temps que es va desenvolupant també en direcció E formant una mena de ventall descendent; cap a la seva part superior, la sala s'obre a la superfície mitjançant un foradí molt estret, que ha estat recentment eixamplat. L'alçada mitjana d'aquesta segona sala se situa entre 1 i 1,5 m. Diverses estretors localitzades a l'extrem SE de la sala permeten assolir un estret llac, designat com a Llac Fondo, en el que s'han trobat continuacions subaquàtiques. Un pic passada la desobstrucció del fons del llac, la davallada prossegueix sota les aigües fins als -6 m, on la cavitat s'estabilitza i prossegueix un descens molt més suau. L'amplària està compresa entre els 7 i els 13 m. Al llarg de la major part del tram sotaiguat, l'alçària es troba compresa entre 1 i 2 m, encara que són més habituals els 1,5 m. Enlloc l'estança es tanca per complet, sinó que segueix en davallada. La fondària màxima assolida al terra és de 7 m per sota la superfície del llac.

Espeleogènesi

La cavitat es troba excavada en la seva totalitat en els materials calcarenítics del Miocè superior que formen la franja litoral de la Marina de Manacor. La cova no arriba als materials mesozoics del basament plegat, fet que sí que succeeix a la cova de s'Ònix (GINÉS *et al.*, 2007a) localitzada devers 1 km cap al NW. L'estructura de les dues sales

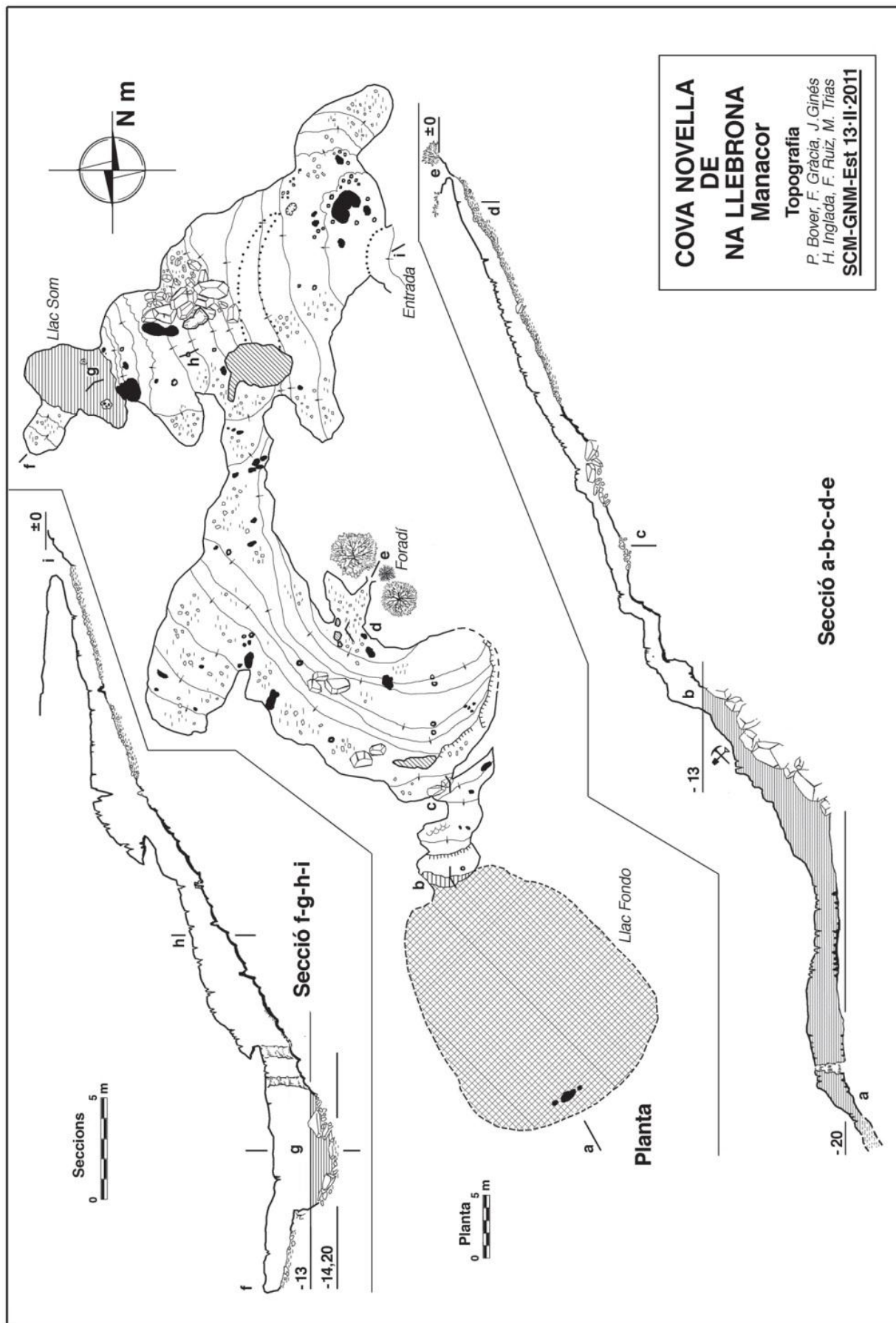


Figura 9.2.1: Topografia de la cova Novella de na Llebrona.



Figura 9.2.2: Les obres de la variant van destapar l'entrada a la cavitat. En aquestes dues imatges es veu al començament i després en fer-se del tot evident l'existència de la cova.

que integren la cova és la d'un dom o volta d'esfondrament de prop de 50 m de radi màxim que s'estén en direcció W des de les boques de la cavitat, formant una mena de ventall descendent que abraça en planta més de 180°; és a dir, es desenvolupa des d'una orientació S-SE, corresponent a la continuació subaquàtica, fins a una direcció N a l'extrem septentrional de la primera sala, configurant d'aquesta manera les dues sales juxtaposades que a mode de ventall van davallant cap al W. Aquest tipus de cavitat

d'esfondrament correspondria a una sala de col·lapse de volta baixa (GINÉS & GINÉS, 2009), conseqüència del reajustament mecànic de la massa rocosa degut a l'existència de buits càrstics desenvolupats en profunditat. Les morfologies de corrosió de tipus esponjiforme, que penetren poc dins la roca, són freqüents al sostre del sector subaquàtic.

Els espeleotemes

Els dipòsits cristal·lins estan presents arreu de la cova, encara que la riquesa de formes no assoleix nivells dignes de menció; bona part dels precipitats calcaris presenten una acusada degradació natural, que els dóna una consistència pastosa i/o pulverulenta. Són freqüents els casos de solifluxió que afecten diverses columnes. Els

espeleotemes sota l'aigua adquireixen més protagonisme de cap a la zona final practicable per a l'home.



Figura 9.2.3: Detall de l'estreta entrada al Llac Fondo. Foto:J. Ginés.

Sales d'esfondrament

Pel que fa a la morfologia de detall de la cova, predominen les acumulacions de

materials rocosos relacionats amb el col·lapse i reajustament mecànic de les voltes de la cavitat, així com els sediments terrosos relacionats amb les obertures a l'exterior.

Restes arqueològiques

Les restes paleontològiques com arqueològiques es concentraven a la segona sala que dona accés al Llac Fondo, sent la primera sala estèril. El material trobat fou escàs però indicatiu de presència humana en època post-talaiòtica, més concretament entre els segles III i I abans de la nostra era. Es tracta de part d'una olleta de ceràmica mà amb dues nanses i un fragment informe d'àmfora púnico-ebusitana. La troballa no permet determinar la naturalesa de l'ocupació, si es tractà d'un habitatge o simplement si s'hi feien visites ocasionals, on la recerca d'aigua podria haver estat clau.

Part faunística

S'han observat abundants exemplars de l'espècie *T. moraguesi*.

Part paleontològica

S'hi han localitzat diversos restes de fauna fòssil del Plio-Quaternari balear. En concret s'han trobat 58 ossos de *Myotragus balearicus* i 3 ossos d'*Hypnomys morpheus*.

Conservació de la cavitat

Les activitats espeleològiques efectuades a la cavitat han permès la preservació de la cova, de tal manera que no ha resultat afectada per les obres de la nova carretera (Fig. 9.2.4). En un principi, i sense els estudis i informes pertinents, hagués estat destruïda. El fet de trobar un important volum d'aigua subterrània ha estat un factor clau en la seva protecció. S'ha de destacar la bona feina i professionalitat de l'arqueòloga Beatriz Palomares. Per no afectar la cova, es va desviar lleugerament la carretera i el seu accés es va tancar per una comporta metàl·lica.



9.3. LES COVES DEL DRAC (Manacor)

Situació geogràfica

Les coves del Drac, situades en el municipi de Manacor, entre Portocristo i cala Murta, a una cota aproximada de 27 m snm constitueix una de les coves més importants de Mallorca. Va esser la cova de major recorregut de Balears fins a l'any 1997, en què es publiquen les troballes efectuades a la cova des Coll. Les



Figura 9.3.1: Pas artificial entre un massís estalagmític a prop de l'inici del sector Turístic, per l'entrada natural. Per l'home prehistòric les coves del Drac constituïen dues cavitats independents, amb entrades individualitzades. Foto P. Bover.

exploracions pioneres de finals del segle XIX van contribuir a donar-li renom internacional (GINÉS & GINÉS, 1992). La bellesa dels seus espeleotemes i especialment la grandiositat del llac Martel ha contribuït al fet que actualment aculli al voltant d'1.000.000 de visitants anuals, xifra que situa les coves del Drac entre les cavitats turístiques més importants a nivell mundial, essent amb tota seguretat la més visitada de l'Estat Espanyol (GINÉS & GINÉS, 2011b).

Història resumida de les exploracions i de fets destacats

Diverses evidències arqueològiques demostren que les coves eren conegudes durant el Bronze mig (c. 1700/1600-1300/1200) (Figs. 9.3.1, 9.3.2).

1878 - Es té constància documentada d'una accidentada visita turística a la cavitat. Constitueix la primera referència literària de la cova. Dos barcelonins acompanyats per un guia local, s'extravien per les sales de la cova Blanca i romanen perduts per espai de més de 16 hores. Aquest succés dramàtic es veu recollit en gairebé tota la literatura posterior sobre les coves del Drac, contribuint a la fama d'aquesta caverna.

1889 - Es publica la primera topografia de la gruta per l'alemany F. Will. TOBELLA & ARGILA (1880), aquest mateix any publiquen una descripció de la cavitat.



Figura 9.3.2: Final del corredor de l'època de les navetes que accedia a les coves del Drac, concretament a la cova Lluís Salvador. Actualment està tancat l'accés. Foto A. Cirer.

1896 - L'arxiduc Lluís Salvador descriu la part coneguda de la cova a la seva documentada i extensa obra (HABSBURG-LOTHRINGEN, 1869-1891). Aquest erudit serà responsable d'organitzar les exploracions de l'espeleòleg francès E. A. Martel l'any 1896 (Fig. 9.3.3), que són dutes a terme juntament amb Louis Armand, Pedro Bonet de los

Herreros i Fernando Moragues. La recerca suposa el descobriment de grans sales localitzades més enllà d'un extens llac (llac Miramar o llac Martel), situat al final de la zona coneguda amb el nom de cova de Lluís Salvador. Durant aquesta campanya, es realitza un extens estudi de la caverna així com una topografia que recull les zones conegudes amb anterioritat juntament amb les sales recentment descobertes (MARTEL, 1896). L'any 1901 aquest autor realitzarà una nova expedició a Mallorca (MARTEL, 1903) en la qual, a més d'explorar diverses cavitats inèdites, visita novament les coves del Drac subministrant dades addicionals sobre ella i nombroses fotografies.

1904 - Durant el viatge del 15 de juliol de 1904, a la illa de Mallorca, l'eminent zoòleg rumà E.G. Racovitza va explorar les coves. Durant tres dies, va estudiar els organismes adaptats a la vida de les cavernes i va descobrir als llacs la *Thyphlocirolana moraguesi*, crustaci endèmic i troglòbi. Això va determinar que es consagrés a l'estudi dels organismes de les coves, i va néixer una nova ciència coneguda com bioespeleologia.

1922 - Algunes de les sales de la cova són adaptades per a la seva visita turística més o menys massiva.

1926 - Publicació per part de FAURA i SANS (1926) d'una guia de les coves de Mallorca, en ocasió de les excursions realitzades amb motiu del XIV Congrés Geològic Internacional. En aquest llibret es descriuen les coves d'Artà, dels Hams i del Drac,

donant diverses anotacions sobre la seva morfologia i gènesi; de totes les coves esmentades s'adjunten nous aixecaments topogràfics detallats, així com un plànol general de les coves properes a Portocristo efectuat per Rodrigo Varó.

1934 - L'enginyer català Carlos Buïgas realitza la instal·lació de la il·luminació elèctrica de les coves.

1990-1991 - Espeleobussejadors gal·lesos del CCC se submergeixen a diversos llacs de la cavitat i descobreixen més de 600 m de galeries subaquàtiques (CLARKE, 1991; 1991-1992). Amb aquestes troballes, les coves del Drac encara es reafirmen com la caverna més extensa de les Balears, amb un desenvolupament horitzontal proper als 2.400 metres (GINÉS & GINÉS, 1992).

1992 - GINÉS & GINÉS (1992) publiquen un complet estudi que aplega les diferents teories espeleogenètiques i topografies prèvies sobre les coves al llarg dels temps i també exposen la teoria més actualitzada, tenint en compte les informacions disponibles de l'època.

2010 - El GNM, realitza aquest any dues immersions. La motivació és molt gran per aquests espeleobussejadors per tot el que representen les coves del Drac, tot un símbol de les coves de Mallorca. Són les coves turístiques més visitades i que tothom coneix, i els exploradors del GNM des de ben petits (Fig. 9.3.5). Han tingut una interessantíssima trajectòria històrica d'exploracions, especialment per part d'Édouard-Alfred Martel, espeleòleg francès considerat el pare de l'espeleologia moderna. Posseeixen una gran bellesa emblemàtica i a on l'aigua és el principal atractiu. Són el bressol del naixement de la bioespeleologia per part d'Émile Racovitza el 1904. També a començaments del anys 90 és explorada pels espeleobussejadors britànics (Fig. 9.3.4).

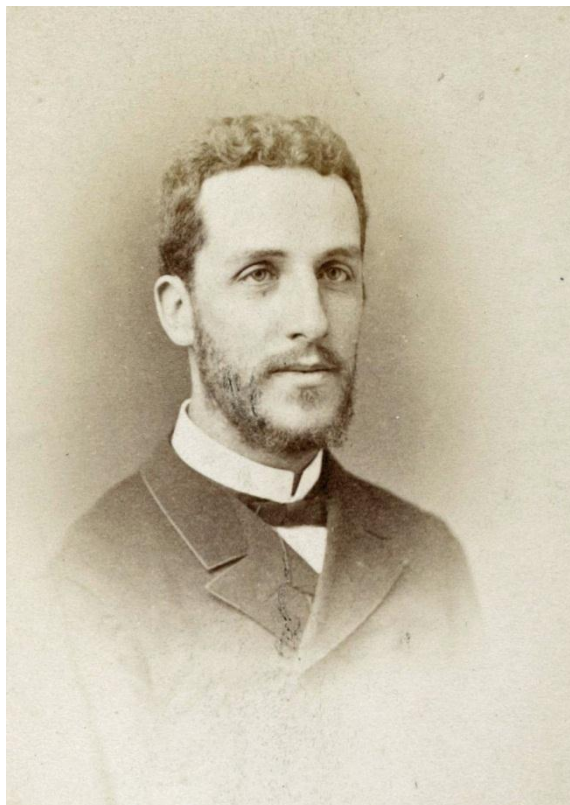


Figura 9.3.3: L'any 1.896 l'espeleòleg francès E. A. Martel explora, juntament amb Louis Armand, Pedro Bonet de los Herreros i Fernando Moragues les coves del Drac.

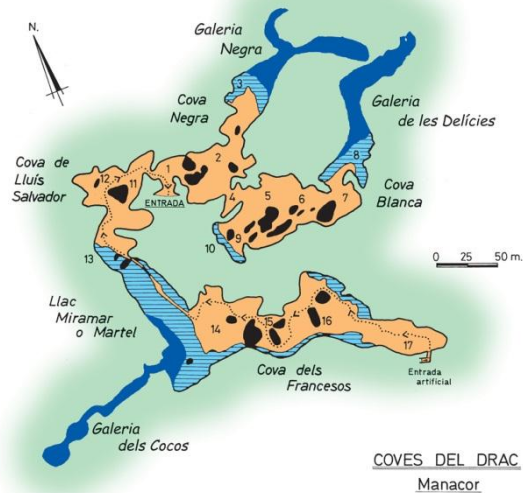


Figura 9.3.4: Mapa de la cavitat, a on apareixen en blau marí, les zones subaquàtiques explorades els anys 1990 i 1991 pels espeleobussejadors gal·lesos del CCC. El recorregut conegut de la cavitat era de 2.400 m.

El poder dur a terme una revisió topogràfica, estudiar les morfologies que presenta, recollir mostres dels espeleotemes freàtics, la fauna i els sediments i documentar-la fotogràficament i amb filmacions constituïa per a nosaltres tot un privilegi.

Es realitzen les dues immersions al llac de la cova Negra i al llac de les Delícies respectivament. La primera missió és un reconeixement general d'aquestes galeries subaquàtiques i la realització de fotografies per tenir imatges de les zones sotaiguades de la cova. Es retiren algunes de les guies dels gal·lesos i se substitueixen per guies ben marcades i instal·lades per realitzar una

topografia més acurada. Els bussejadors són F. Gràcia, B. Clamor, P. Gamundí i M. A. Perelló. No es troben noves continuacions, encara que P. Gamundí ja detecta al final de la guia instal·lada pels britànics, un possible pas entre columnes que sembla que continua al darrera (pas de les Columnes).

2013 - El mes de febrer en Freddy Fernández revisa el que Pere Gamundí ja intuïa al final de la guia instal·lada pels gal·lesos 22 anys abans. Aconsegueix forçar el pas de les Columnes i accedir a un volum considerable situat al darrera d'aquest massís estalagmític (Fig. 9.3.10). A partir d'aquest lloc la cavitat s'expandeix exponencialment. Antoni Cirer connecta la galeria Negra amb la galeria de les Delícies mitjançant les galeries de la Connexió. P. G. inicia les recerques a les galeries de la Sultana, força un pas baix i angost que possibilita accedir a una xarxa laberíntica amb algunes sales molt decorades i voluminoses. F.F. localitza i explora la galeria de l'Arxiduc i descobreix la sala de la Bella Mort. Bernat Clamor avança i explora la galeria Despallada. El mes de Març es busseja per primera vegada per al GNM el llac Martel, a on s'avança 40 m al final de la galeria dels Cocos. F.G. observa per primera vegada i interpreta morfologies hipogèniques a una de les parets. A partir d'aquest moment reinterpreta i comença a visualitzar aquestes morfologies per tot arreu. Sembla mentida tants de bussejos i fins



Figura 9.3.5: Concert a la cova dels Francesos i el llac Martel al fons. Les coves del Drac constitueixen les coves turístiques més importants de l'Estat Espanyol.

aquesta ocasió no esser conscient. Miquel Àngel Perelló explora algunes continuacions a un sector subaquàtic a la galeria dels Francesos. Es troben per part de P.G. altres galeries que formen part de la xarxa de les galeries de la Sultana. El desembre, al llarg d'una visita de documentació de morfologies, F.G. localitza un laminador al final de les galeries Hipòstiles. Maldament portar dos tancs de 20 l aconseguix forçar el laminador i accedir a les galeries dels Domassos.

Aquest any es realitzen 33 dies d'immersions. Els espeleobussejadors que han efectuat feines a la cavitat de forma intensiva han estat: Francesc Gràcia, Pere Gamundí, Freddy Fernández, Antoni Cirer, Bernat Clamor, Nicolás Betton, Miquel Àngel Vives, Miquel Àngel Perelló i Maria Martínez. Han intervingut de forma puntual: Sergio Jiménez, Jaume Pocoví i Joan Montfort.

2014 - A.C. explora un centenar de metres a la galeria de la Corrosió. Prossegueixen les tasques topogràfiques, de documentació fotogràfica i de filmació, així com de recollida de mostres. S'han efectuat 35 dies d'immersions. A més a més dels bussejadors que fan feina el 2013 s'afegeix com a membre actiu Juan Carlos Lázaro.

2015 - Continuen les tasques a la cavitat, especialment per part dels espeleòlegs terrestres de l'SCM que retopografien les sales terrestres de la cavitat. Els espeleobussejadors realitzen 3 dies d'immersions. Les feines es preveu que finalitzaran l'estiu del 2015. S'incorporen al llarg d'aquest any Guillem Mascaró i Joan Pérez.

L'equip d'espeleòlegs terrestres està format per Telm Ginard, Damià Vicens, Pere Bover, Miquel Trias, Miquel Àngel Gual, Xavier Bascuñana, Vicens Pla, Joan Josep

En resum, s'han fet recerques i exploracions al llarg dels anys 2013, 2014 i 2015, que han suposat 71 dies d'immersions. Les tasques de busseig efectuades sumen un total de 532 hores sota l'aigua dins la cavitat. Si consideram els dies d'immersions i el nombre de bussejadors que han participat en feines a cada immersió sumen 213 immersions individuals, que representen una mitjana de 3 bussejadors per jornada de feina, encara que alguns dies s'han efectuat tasques en solitari i d'altres fins i tot han participat 8 bussejadors repartits per diferents indrets de la cavitat. La mitjana de temps de busseig ha estat de 2,5 hores per immersió, encara que aquestes han oscil·lat normalment entre 1 i 3 hores.



Figura 9.3.6: Avenç per la galeria dels Cocos. Les darreres troballes per part dels espeleobussejadors del GNM han suposat una autèntica sorpresa i tot un privilegi a una cavitat que representa un símbol de Mallorca i un referent de les cavitats litorals de la Mediterrània. Foto A. Cirer.

Descripció de la cavitat

Amb les darreres exploracions, podem considerar la cova com una successió de sales i galeries d'un desenvolupament aproximat de 6.538 m, dels quals 4.704 són subaquàtics i 1.834 m són aeris (Fig. 9.3.8). La fondària màxima és de 21 m sota les aigües. La cavitat s'ha subdividit en quatre sectors per facilitar la ubicació dels àmbits.

Les cinc unitats principals conegudes d'abans (GINÉS & GINÉS, 1992) (Fig. 9.3.4), les hem agrupat en dos sectors, per criteris d'espai i funcionals. Així la **cova Negra** i la **cova Blanca**, situades a l'est de l'entrada natural i actualment no obertes al públic constitueixen el **sector Antic** (721 m) i la **cova de Lluís Salvador**, el **llac Martel** i la **cova dels Francesos** el **sector Turístic** (1.220 m), per raons obvies i també per trobar-se a l'oest en accedir per l'entrada natural. S'ha de tenir present que la **cova dels Francesos**, **cova Negra** i **cova Blanca** representen la zona coneguda des d'antic; per altra banda, la **cova dels Francesos**, el **llac Martel** i la **cova de Lluís Salvador** formen el recorregut turístic, essent les dues darreres esmentades la zona de la cavitat descobert per Martel a les seves exploracions de l'any 1896.

Per altra banda s'han creat dos sectors subaquàtics situats a llocs oposats. Així, el **sector Subaquàtic Martel** (1.010 m) aglutina les **galeries de les Meravelles**, la **galeria de la Gran Duquessa de Toscana**, la **galeria dels Cocos** i les **galeries del Canal**. L'altre és el **sector Subaquàtic de Llevant** (3.587 m), el més important des del punt de vista mètric, que agrupa les **galeries del Sultà**, la **galeria Negra**, les **galeries de la Connexió**, la **galeria de les Delícies**, la **galeria de la Corrosió**, les **galeries Hipòstiles**, la **galeria Despüllada**, les **galeries dels Domassos**, la **galeria de l'Arxiduc** i la **sala de la Bella Mort**, aquesta darrera és l'única terrestre.

Les profunditats màximes es troben repartides per galeries que envolten la cova, sempre associades amb galeries i morfologies amb marcades característiques hipogèniques. Les fondàries de valors més importants són d'entre -16 i -18 m a les galeries del Sultà (llevat de -21 m en un lloc concret); a la galeria Despüllada -16 m, a les galeries dels Domassos -14 m a la Forca i -16 m al laminador Final. Les fondàries a la galeria de la Gran Duquessa de Toscana està entre -7 i -9 m; a la galeria dels Cocos entre -3 i -15 m; a les galeries del Canal entre -10 i -11 m.



Figura 9.3.7: Llac Negre, a la cova homònima. Amb les darreres troballes, és el llac més còmode per accedir a tot el sector de Llevant. Foto M. A. Perelló.

SECTOR ANTIC

Cova Negra

Es troba compresa entre l'entrada natural, el llac Negre (Fig. 9.3.7) i la cova Negra. El seu recorregut és de 264 m. Es tracta de part d'una unitat d'esfondrament que davalla fins al nivell freàtic al llac Negre i el bany del Sultà. Grans massissos estalagmítics, colades i altres formacions decoren i atorguen, juntament amb el volum que presenta, un aspecte majestuós a la cova. A més a més, es troben pretèrits nivells freàtics situats per damunt de l'actual, a les proximitats del llac Negre. L'amplària en algun lloc és de 40 m i després de recórrer uns 120 m s'assoleix el llac Negre. Els espeleotemes tenen una coloració molt fosca, suposam que pels antic sistemes d'il·luminació a base de torxes i llums productors de fums.

Cova Blanca

S'inicia a partir del pas baix i estret que la separa de la cova Negra i va ascendint entre el pis format per blocs caiguts. Imponents massissos estalagmítics subdivideixen

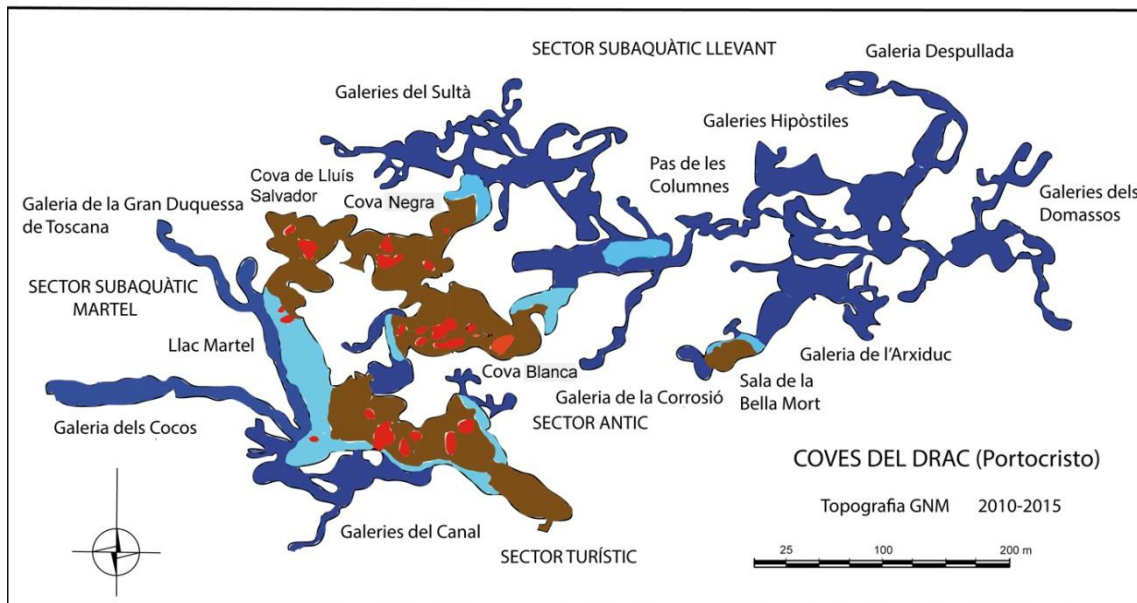


Figura 9.3.8: Topografia provisional de les coves del Drac (encara realitzam tasques topogràfiques a la cavitat). L'actual recorregut és de 6.538 m.

l'espai creant un aspecte laberíntic a un àmbit realment molt simple. Als 115 m d'ençà del pas baix s'assoleix el llac de les Delícies, a 200 m d'ençà de l'entrada a la cova. Aquest llac, com bé indica el seu nom posseeix una rica i delicada decoració estalactítica (Fig. 9.3.9), a més d'una extensa superfície i transparència. Per anar al llac de les Meravelles s'ha de tornar enrere, a la part central de la cova Blanca, i pujar en direcció oest, fins a les cotes més altes. Aquí, a prop es veu que el camí ascendeix per una escala fins a una antiga sortida tancada, abans de l'escala, a la dreta es davalla verticalment per colades pavimentàries i columnes paral·leles a antigues canalitzacions d'aigua, emprant en algun tram velles escales de ferro fins assolir el llac de les Meravelles. El llac és una franja allargada amb alguns indrets amb concrecions freàtiques subactuals molt desenvolupades.

SECTOR SUBAQUÀTIC DE LLEVANT

Galeries del Sultà

És la xarxa laberíntica que es troba al nord del llac Negre, amb un recorregut total de 550 m. A l'inici parteix un poc de cap al nord-oest fins enllaçar amb el llac anomenat bany del Sultà. Una vintena de metres abans d'arribar al llac un pas baix, sota l'aigua,

permet accedir a una voluminosa i decorada sala. D'ella parteix un imbricat laberint de galeries de diferents dimensions, fondàries i aspecte, gairebé sempre de tipus freàtic circular, especialment les situades al sud de la sala. En direcció nord-est es passa per galeries baixes que en ocasions segueixen plans d'estratificació per després continuar com a galeries freàtiques circulars. Algunes enllacen amb la galeria Negra o amb d'altres relacionades. La decoració és molt diversa, algunes zones es troben atapeïdes d'espeleotemes, especialment estalagmites i estalactites, i d'altres són hermes. Per avançar en alguns indrets s'han fet desobstruccions que han permès interconnectar entre sí algunes galeries. A l'extrem nord s'assoleix la màxima fondària, 21 m, maldament el més freqüent és aconseguir els -16, -17 i -18 m.

Galeria Negra

Arranca amb un volum considerable, amb el sostre totalment pla, i el terra recobert amb blocs producte de l'esfondrament, emperò no forma el típic con central, sinó que els blocs es troben disposats gairebé horitzontalment. La longitud de la galeria és de devers 90 m i l'amplària entre 15 i 22 m, juntament amb altres galeries secundàries totalitza 233 m. Les parets posseeixen molts de canals ascendants de paret, res més entrar dins l'aigua i gairebé a ran d'aigua, encara que són molt abundants a la paret extraplomada, entre -2,3 m i -1 m. Sorgeixen generalment de foradets, però també de petites fractures. El més destacat és el gran canal meandriforme del sostre, que profunditza molt dins la roca mare. Presenta un color ataronjat amb franges horitzontals superposades, primes i paral·leles. En alguns llocs, com és al començament de la galeria, els espeleotemes en forma de llargues estalactites i columnes han aprofitat algun tram de la fractura per formar-se.

Els espeleotemes freàtics estan disposats en un horitzó molt ben marcat a -5,3 m, molt potent, especialment a la paret de l'esquerra de la galeria. Des d'aquí de cap al terra els recobriments freàtics continuen per sobre d'altres espeleotemes vadosos. Es poden observar al sostre, fòssils de boga-marins entre -4,3 i -5 m.

Galeria de la Connexió

S'inicia a als 40 m des del començament de la galeria Negra, al costat sud-est. A la paret dreta es veu roca mare i a l'esquerra és espai buit amb grans massissos estalagmítics que tanquen en ocasions el pas. La longitud és de 65 m, el recorregut total de 153 m, amb fondàries compreses entre -9 i -14 m. La paret de roca presenta a -9 m

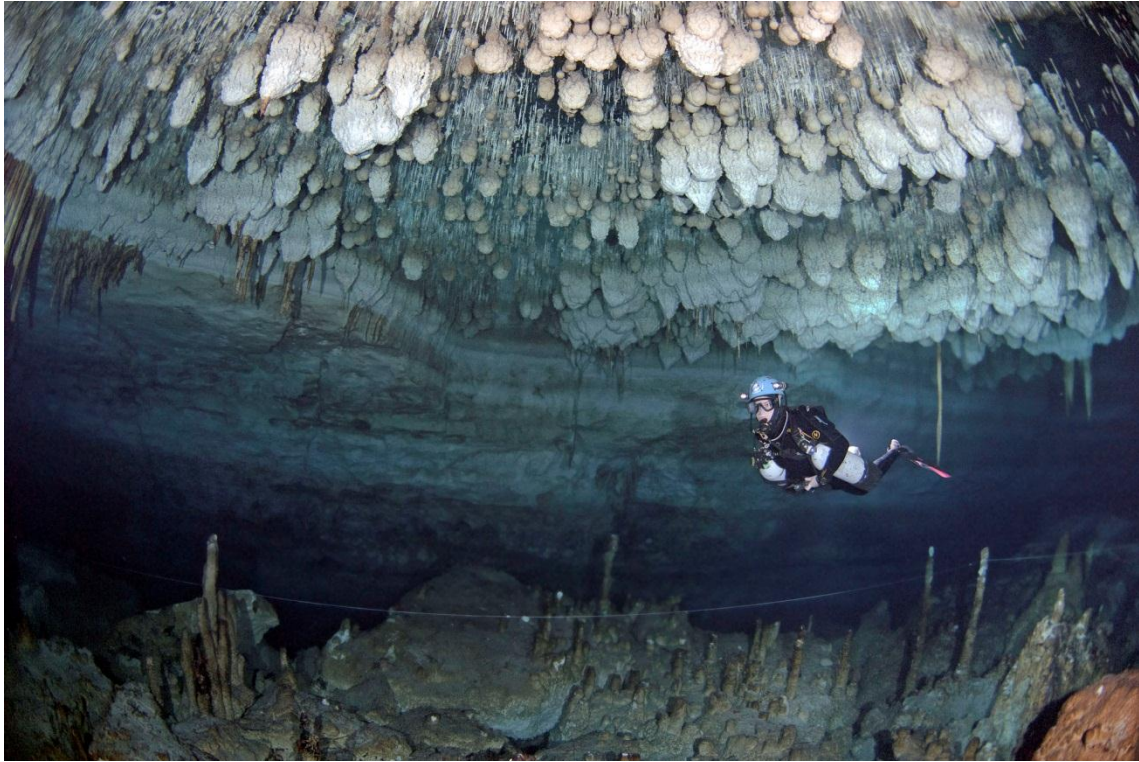


Figura 9.3.9: Galeria de les Delícies, continuació del mateix llac, en direcció al pas de les Columnes. És una de les zones sotaiguades de més volum de la cavitat. Foto A. Cirer.

una regata i facetes. Blocs al terra i sostre pla ple de fistuloses i moltes estalagmites de bona mida. Els recobriments freàtics són freqüents entre -5,4 i -9,1 m, sense discontinuïtat, sobre parets i formacions. Els canals verticals ascendents es troben compresos entre -7,5 i -8,4 m.

Galeria de les Delícies

La galeria posseeix un nom que li fa justícia, ja que pensam és una de les zones més belles i majestoses de la cavitat. La longitud és de 170 m, 27 m d'amplària amb alçades d'entre 5 i 8 m. Les fondàries més habituals van dels 4 als 10 m. El recorregut total és de 330 m. La part de la galeria més distant del llac de les Delícies presenta al sostre una cambra d'aire de considerable superfície. El més característic és un gran massís estalagmític central que compartimenta la galeria, i que parteix des de la base fins enllaçar amb el sostre dins la cambra d'aire. Els recobriments freàtics subactuals són molt nombrosos i importants, tan a la cambra a on recobreixen fistuloses, com al sostre de bona part de la galeria a on formen un fals sostre d'aspecte globós (Fig. 9.3.9).

A -5,3 m, hi ha el mateix recobriment d'espeleotemes freàtics que l'existent a la galeria Negra. Algunes banderes i estalactites són espectaculars per les dimensions i bellesa. Abans de la saleta que condueix al pas de les Columnes, al sostre, hi ha un canal meandriforme de considerable longitud i a les parets properes al llac homònim facetes ben marcades.

Galeria de la Corrosió

Galeria longitudinal de 126 m, amb una direcció de 215° que s'inicia a una de les parets de la galeria de les Delícies. L'amplària de la galeria compren entre 3 i 9 m, encara que normalment els valors d'amplària són de devers 5 i 6. L'alçària és normalment baixa, amb valors compresos entre 0,4 i 2,6 m, encara que els més



Figura 9.3.10: Pas de les Columnes, que permet accedir a la major part de noves continuacions del sector de Llevant.
Foto A. Cirer.

freqüents es troben entre 0,7 i 1,7 m. La fondària del terra de la galeria va dels 8,2 als 9,2 m, llevat als 6,5 m d'un esfondrament que quasi barra el pas a on disminueix a 7 m. Els primers 20 m de la galeria són més alts, ja que superen els 2 m d'alçària i les parets, sostre i terra es troben molt recobertes d'espeleotemes.

Es poden apreciar canals ascendents hipogènics a les parets, molt abundants, i canals meandriformes al sostre. Un pic passat l'esfondrament de 8 m de longitud, que impedia la progressió fins que es va forçar, els trets característics són totalment diferents al primer tram. Només les morfologies hipogèniques de paret són comunes, també hi ha cúpules de diferents mides, que sembla han actuat com a llocs de descàrrega. La quantitat de sediment present al terra és molt elevat.



Figura 9.3.11: Gran riquesa de formacions estalactítiques a les galeries Hipòstiles (sector de Llevant) Foto A. Cirer.

Galeries Hipòstiles

El recorregut total és de 894 m, encara que la zona més espectacular i representativa és una àmplia galeria de 180 m de longitud, entre 9 i 11 m de fondària i una alçada compresa entre 3 i 5 m. S'inicien en el **pas de les Columnes**, aquí grans columnes, massissos estalagmítics i colades parietals subdivideixen l'espai i formen dues falses sales, totalment envoltades. Va esser necessari trencar formacions per poder forçar el pas i indagar la negror que s'albirava al darrera (Fig. 9.3.10). Un pic superat el pas, s'accedeix dins un àmbit voluminós que pren fondària, **el vestíbul**, i en el qual hi ha grans columnes i estalactites molt atapeïdes i que proporcionen un aspecte barroc a la sala. A la paret nord, allà a on no estan recobertes d'espeleotemes la roca mare està plena de canals ascendents, a -11,8 m i de devers 10 cm d'alçària.

Del vestíbul, en sentit ascendent es pot assolir una galeria freàtica circular, amb una roca mare molt blanca que constitueixen un nivell superior, de 5 m de profunditat (Fig. 9.3.17). A una de les parets s'ha localitzat l'esquelet d'un peix ossi amb l'esquelet en connexió anatòmica (Fig. 9.3.19). Hi ha un altre conducte inferior, **el túnel Negre**, a

-10 m de fondària, més ample i amb el terra recobert de colades i sediment negre amb presència de manganès (Fig. 9.3.18). Les parets es troben recobertes de canals ascendents, alguns amb una longitud vertical de 1,5 m, en alguns casos els solcs es converteixen en canals meandriformes de sostre. El final del túnel presenta al sostre cúpules i al terra un gran gour, amb un regruix de paret de devers 14 cm d'alçària i sediment vermell consolidat tipus varves. El túnel accedeix a una barrera de columnes i formacions que per poc no barren el pas, aquí s'arriba pròpiament a les **galeries Hipòstiles**. A pocs indrets es pot observar la roca mare, ja que es troba recoberta normalment de revestiments estalagmítics. En alguns d'aquests pocs llocs on es deixa veure la roca, s'observen canals ascendents parietals. Una franja horitzontal fosca, compresa entre -5,2 i -5,7 m afecta als espeleotemes del sostre de la galeria, que semblen descalcificats localment. El terra té blocs molt concrecionats i recoberts de precipitats litoquímics. El sostre és pla i recobert de fistuloses d'uns 20 cm o de més grans a alguns redols, algunes estalactites superen els 5 m de longitud, amb excèntriques per damunt (Fig. 9.3.11).

El més destacable de tot aquest àmbit és la presència de grans columnes i barreres de columnes que subdivideixen i compliquen molt l'espai. Hi ha un paleonivell freàtic molt evident a -9,2 m, encara que el recobriment per revestiment freàtic sobre parets i formacions és molt abundant per tot arreu. Abundants excèntriques sobresurten perpendicularment de les estalactites. En arribar al encreuament final, al terra hi ha abundants polígons de retracció també conductes verticals (*feeders*) d'aspecte caòtic i mals de reconèixer, a més a més d'algunes cúpules, canals al sostre.

Altres galeries paral·leles les agrupam amb aquest topònim, algunes amb passos estrets, entre massissos estalagmítics i formacions per tot arreu que en molts de casos són les que compartimenten l'espai. Gairebé sempre el terra és pla amb colades pavimentaries.

Galeria Despullada

S'inicia al creuament de les galeries Hipòstiles. La galeria, de 215 m de longitud, pren una direcció estranya, ja que s'inicia de cap al nord-est per després voltar a l'oest. El recorregut total és de 323 m i els valors d'amplària molt variables entre 12 i 30 m al primer tram, per després passar per zones angostes; les fondàries més comunes són de

-8 a -16 m i les alçàries entre 1,3 i 3 m. S'han observat a les parets, alguns canals ascendents que sorgeixen d'entre colades estalagmítiques. Abunden localment polígons de retracció a -8.8 m de fondària. Conductes verticals al terra han actuat com a punts de descàrrega, una mica anàrquics i desordenats i no massa evidents. Abans del pas estret es presenten paleonivells a -14,3 m i sembla que a -15,1 m n'hi ha un altre, amb el terra recobert de làmines de calcita flotant. A l'extrem final de la galeria, la distància subaquàtica que la separa del llac d'entrada és de 631 m.

Galeries dels Domassos

S'accedeix des de l'encreuament, a 44 m de distància mitjançant el **pas del Laminador**. El recorregut total és de 536 m, amb unes dimensions molt variables. Les fondàries a les galeries més al nord que semblen una forca, -14 m, mentre que al laminador final del sud-est els -16 m. Les distàncies lineals recorregudes són de 168 m en el primer cas i 204 en el segon, que totalitzen des de l'inici del llac els 628 i 664 m respectivament (Fig. 9.3.12).



Figura 9.3.12: Galeries dels Domassos. Important zona de la cavitat trobada un pic forçat un estret laminador al sector de Llevant. Foto A. Cirer.

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

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

Els espeleotemes a la part superior estan afectats pels processos hipogènics i han tornat negres i tendeixen a tornar més fràgils. Els gour, alguns de mides considerables, són molt abundants i recobreixen colades pavimentaries.

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

Galeria de l'Arxiduc

El recorregut total és de 389 m, la longitud de la galeria és de 135 m fins connectar amb la sala de la Bella Mort, a l'extrem de la qual la distància lineal assolida és de 238 m (de 644 m des de l'inici del llac Negre). L'amplària màxima és de 23 m i els valors de fondària normalment entre -8 i -9 m. Un nivell de corrosió està reflectit per una regata de corrosió entre -4.7 i -5.5, també hi ha canals ascendents parietals, entre -5,5 i -6,7 m, alguns surten d'entre colades parietals. En alguns indrets el sostre està folrat d'estalactites gruixudes, referides de cristal·litzacions freàtiques. Paleonivells freàtics a -9,3 m. A mitjans galeria, al lloc on es creua amb altres galeries, una en direcció nord que connecta amb galeries Hipòstiles, es troba un gran esfondrament, amb blocs de grans dimensions, sense recobriments d'estalactites, per la qual cosa sembla que s'ha produït en dates relativament recents. En direcció a la sala de la Bella Mort, la galeria davalla, un pic superat el con de blocs, i pengen estalactites d'un blanc immaculat i longituds considerables. La continuació de la galeria està farcida d'espeleotemes, amb una aparença fosca, que recorda un bosc petri de columnes, estalactites i estalagmites. El terra està recobert de blocs molt ocults pels recobriments posteriors. Aquí torna a aparèixer el nivell d'espeleotemes freàtics a uns -9,3 m.



Figura 9.3.13: Sala de la Bella Mort. Sala d'esfondrament recoberta per abundants espeleotemes i amb elevada concentració de CO₂ (5,8%, respecte a 0,03% de l'exterior). Es localitza al final de la galeria de l'Arxiduc i és dels pocs llocs de les coves del Drac que es tanca per processos d'esfondrament. Foto M. A. Perelló.

Sala de la Bella Mort

Tanca la galeria de l'Arxiduc i constitueix en certa manera la seva culminació. La sala en sí es un esfondrament d'una quarantena de metres de longitud i uns 3,5 m d'alçària a les zones més elevades. Les colades recobreixen el terra i presenta grans massissos, columnes i estalagmites, de forma que no es veuen els blocs despresos sobre els quals es depositen. El sostre és llis i amb zones sense formacions. Estalagmites grans i arrodonides sobresurten de les colades pavimentaries, també recobertes per estalactites fistuloses i excèntriques, en molt bon estat i d'un blanc intens. Tota la sala presenta, per damunt i també sota l'aigua, envoltant la sala, massissos i colades i multitud d'espeleotemes ben conservats delicats i de gran bellesa (Fig. 9.3.13). S'han mesurat a la sala els nivells de CO₂ i d'O₂, amb uns valors de 5,8 % i 15,2 % respectivament. Per poder avançar i sortir fóra de l'aigua i revisar el sífó que es troba més enllà de la sala es va haver de respirar de reguladors, ja que qualsevol esforç en aquesta atmosfera era esgotador, d'aquí prové el poètic nom de la sala.

SECTOR TURÍSTIC

Cova Lluís Salvador

Forma part de la cavitat coneguda des d'antic, i del sector turístic actual. Es troba al costat oest de l'entrada natural i es pot apreciar que a l'època de les navetes estava separada de la resta del sector Turístic per un massís estalagmític que impedia l'accés, això explica la presència del corredor ciclopi que seria l'accés antic a esta part de la cavitat (Figs. 9.3.1, 9.3.2). Es va haver de retirar gran part del rebliment per habilitar el recorregut turístic i passar el camí de les visites turístiques. La tendència és sempre de davallada fins arribar al nivell freàtic, concretament el llac de la Gran Duquesa de Toscana, que no és més que la continuació del llac Martel. Molt decorat per espeleotemes, el recorregut total és de 298 m.

Llac Martel

El podem considerar tota la massa d'aigua des de la part terminal anteriorment comentada fins a la cova dels Francesos. Constitueix la peça central com a atracció turística, amb una longitud aproximada de 140 m, una amplària d'una trentena de metres i un recorregut total de 243 m. El llac presenta un fons molt irregular, amb zones

de poca fondària a causa de que són blocs caiguts i d'altres indrets que superen els 8 m. Es va construir un corredor, al costat est del llac, fet damunt de sacs de ciment, a mode de pont, que forma part integrada del recorregut turístic. L'alçada del sostre, molt pla, és de devers 4 m. Els espeleotemes es troben als laterals del llac, alguns dels quals formen conjunts molt atapeïts. El llac a la part d'enfront de l'amfiteatre s'allunya de la cova dels Francesos una quarantena de metres. Grans columnes i massissos emergeixen de les aigües i contacten amb el sostre. Al nivell de les aigües es troba un recobriment subactual que forma un regruix important.

Cova dels Francesos

Zona trobada per les exploracions de Martel i continuació del llac Martel. Es tracta de dues grans sales d'esfondrament recobertes d'espeleotemes (Fig. 9.3.14). Damunt el mapa, en línia recta mesura 212 m, i l'amplària màxima és propera als 50 m a diferents llocs. Al punt més distal, s'arriba a l'entrada artificial actual, que supera el con d'esfondrament per un petit pont dissimulat. El recorregut total és de 572 m. És la part terrestre de més bellesa, especialment pel volum considerable i les grans columnes i massissos estalagmítics.



Figura 9.3.14: Cova dels Francesos, trobada per E. A. Martel i acompanyants l'any 1.896 un pic navegat el Llac Miramar o llac Martel. Forma part del recorregut turístic. Són unitats d'esfondrament recobertes per espeleotemes. Foto M. A. Gual.

Galeries de Diana, seria una petita zona subaquàtica que per la seva minsa importància l'hem englobada dins la cova dels Francesos sense donar-li entitat pròpia. Parteix del llac homònim i transcorre de forma molt anàrquica, sortejant blocs, uns 107 m de recorregut, i poca fondària, entre 0 i -5 m. Les parets presenten canals ascendents, alguns de fins a 1,5 m de llargària. La branca est, posseeix sediment amb òxids de ferro i al sostre gran quantitat de cúpules i canals meandriformes. Espeleotemes freàtics a -5 m molt abundant a la galeria est. Sostre i terra pla.

SECTOR SUBAQUÀTIC MARTEL

Galeria de la Gran Duquessa de Toscana

De 120 m de longitud i entre 7 i 3 m d'amplària i sostre baix (alçada entre 0,4 i 2 m); la fondària està compresa entre -7 i -9m. La galeria supera qualche petit esfondrament i transcorre per entre espeleotemes de dimensions reduïdes.

Galeria dels Cocos

Galeria que arranca prop del gran massís estalagmític que es troba dins el llac Martel. És la galeria subaquàtica de major bellesa del sector Subaquàtic Martel, amb 210 m de longitud, valors d'amplària entre 3 i 15 m, alçades entre 3 i 8 m i fondàries entre -6 i -9 m, llevat d'algun pas entre bloc que assoleix fondàries més importants (Fig. 9.3.6). Al començament, la galeria avança entre grans massissos estalagmítics per després arribar a àmbits voluminosos amb una ingent profusió d'espeleotemes de colors molt clars i de delicadesa extrema. De cap al final de la galeria s'arriba a un esfondrament a on les formacions desapareixen. Als laterals de la paret nord s'aprecien dos nivells superposats de regates de corrosió i de facetes. Les regates es troben als -4,7 m i als -5,2 m. Les facetes estan compreses entre -4,7 i -5,2 m i entre -5,2 i -5,6 m; és a dir uns 0,5 m en vertical. Hem observat a -5,6 i -6 m punts d'alimentació hipogènics amb canals ascendents.

Galeries del Canal

Constitueixen una petita xarxa que enllaça galeries subaquàtiques localitzades al sud del llac Martel i el canal que es troba a la cova dels Francesos. Són galeries molt heterogènies d'aspecte i dimensions amb clars indicis de gènesi hipogènica. El

recorregut total és de 418 m i les fondàries més freqüents entre -10 i -11 m. Les principals tenen aspecte de galeries freàtiques de secció circular, encara que presentin el sostre pla, amb inici de facetes als costats. Algunes galeries cegues, molt angostes i d'una vintena de metres de longitud, amb conductes verticals d'alimentació al pis de les galeries i abundants sediments associats es localitzen al començament. Abunden els polígons de retracció, amb molts de conductes verticals d'alimentació i sediments de colors vermells-groguencs. Totes les ramificacions acaben en llocs estrets o culs de sac i no en esfondraments que tanquin el pas.

Galeria de les Meravelles

S'ha d'accedir al llac de les Meravelles per una davallada molt vertical, de més de 30 m, entre colades pavimentàries i draperies de gran bellesa. Tota la zona terrestre és molt concrecionada, amb massissos estalagmítics molt bells i columnes, algunes d'elles ben actives. Un tub davalla ancorat a la paret fins al llac, amb una escala de ferro per facilitar l'accés. El llac és allargat i recobert a les voreres d'espectaculars sobrecreixements parietals que també afecten a columnes i altres espeleotemes, formant



Figura 9.3.15: Llac de les Meravelles. Parteix de la cova Blanca (sector Antic) i enllaça amb la cova dels Francesos (sector Turístic). Foto M.A. Perelló.

un regruix ben considerable (Fig. 9.3.15). Crida l'atenció la gran quantitat de làmines de calcita flotant que formen el recobriment. Constitueixen un enllaç entre el sector Turístic i el sector Antic. El recorregut total és de 203 m, amb dues branques, la més meridional fa una distància lineal de 58 m i és molt estreta; la branca sud, de 82 m de longitud assoleix mitjançant un angost pas, un petit llac de la cova dels Francesos. La galeria subaquàtica omple un espai que es troba completament encerclat entre la sortida actual de la cavitat o entrada d'esfondrament, la cova Negra, la cova de Lluís Salvador, el llac Martel i la cova dels Francesos.

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

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La cavitat es localitza sota la península que es troba entre Portocristo i cala Murta i es veu clarament que el sistema endocàrstic drena al sud de cala Murta mitjançant el Dolç de Cala Murta, galeries que formen part de la pròpia cavitat, i al nord-est, ja dins Portocristo, a on s'Enterrossall seria una antiga sortida esfondrada (Fig. 9.3.16). Les dimensions de la cavitat, de banda a banda i en línia recta en superfície suposen 800 m i les amplàries són molt variables, generalment entre 300 i 400 m. Les galeries més occidentals no superen la carretera d'accés a Portocristo i una part considerable de la cova es troba per davall de la urbanització. Tot el sector Antic i el sector Turístic, així com el sector Martel i sector ubaquàtic de Llevant estan situats per davall de la urbanització. Així la part final de la galeria Negra ja es troba per davall les construccions i a partir del pas de les Columnes. Per contra, la galeria de l'Arxiduc i la sala de la Bella Mort també es localitzen dins la zona no urbana.

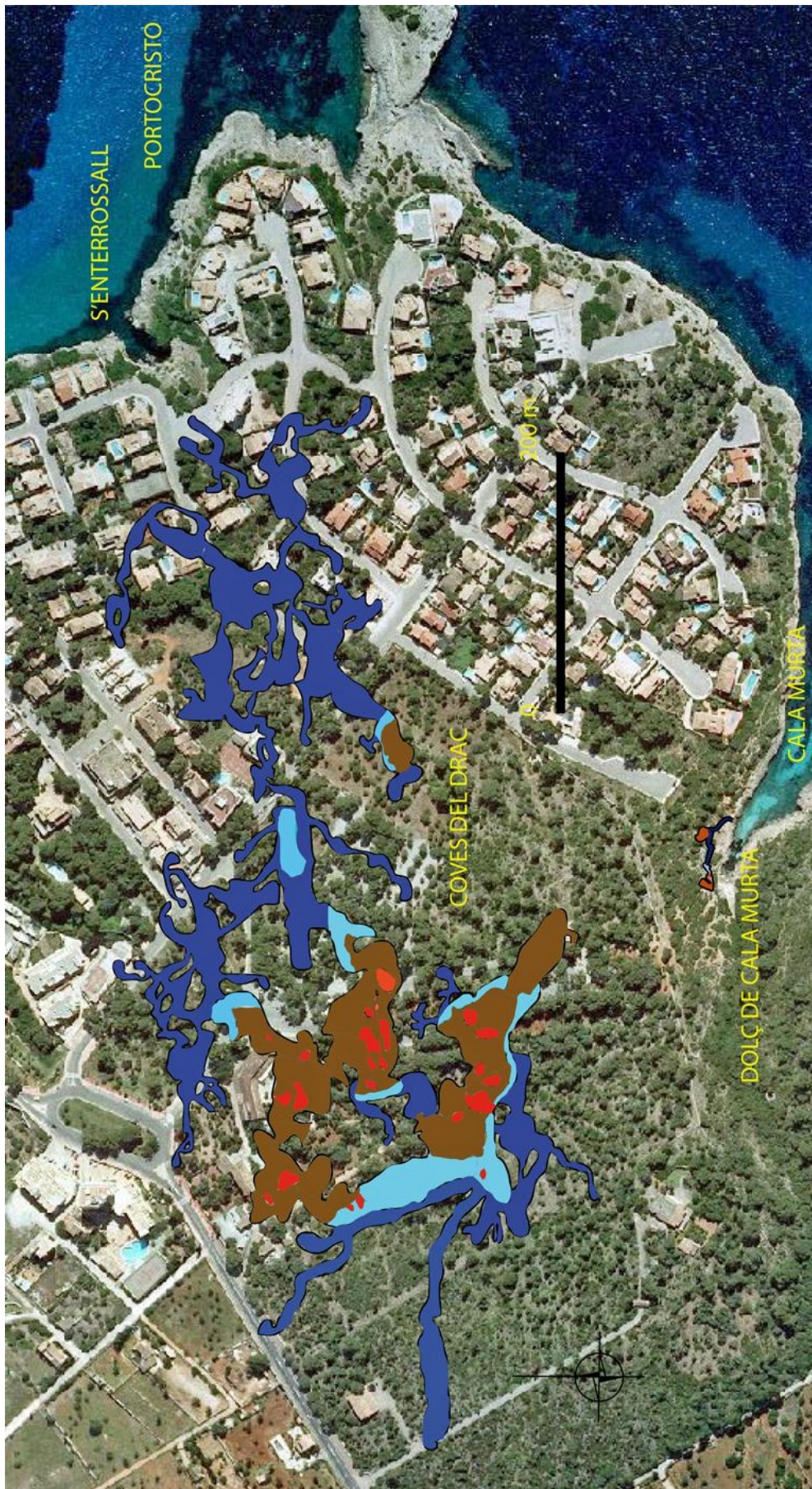


Figura 9.3.16: Les topografies de les coves del Drac i del dolç de Cala Murta superposats a la fotografia aèria. S'aprecia la relació genètica amb s'Enterrossall, esfondrament de part de la cavitat, ja dins Portocristo i també amb Cala Murta, on drenen actualment les aigües subterrànies.

Espeleogènesi

És interessant passar revista cronològicament a les principals teories espeleogenètiques proposades per a les coves com documenten de forma impecable GINÉS & GINÉS (1992): 1. Gènesi a causa de l'abrasió marina de les ones; 2. Erosió mecànica a causa de l'acció d'un riu subterrani; 3. Formació de conductes freàtics per dissolució; 4. Excavació de cavitats freàtiques a la zona de mescla entre l'aigua dolça i la salada. Nosaltres, a partir de les recerques efectuades aquests anys suggerim afegir una cinquena: 5. Contribució important dels processos hipogènics en la formació de la cova, juntament amb l'acció de mescla d'aigües i el possible paper que pugui tenir el drenatge de les aigües subterrànies de cap a la mar (inèdit).

Excavada dins els materials escullosos del Miocè superior, les coves del Drac estan formades per una successió de sales d'esfondraments juxtaposades i comunicades entre si de forma més bé aleatòria que adquireixen una disposició en planta de caràcter ramiforme (GINÉS & GINÉS, 2007, 2011a). La pròpia entrada natural de la cavitat obeeix a l'enfonsament del sostre d'una sala subjacent.

GINÉS & GINÉS (2011a), en parlar dels mecanismes espeleogenètic de la categoria sistemàtica de coves de la franja litoral, concretament de la tipologia de coves de la zona de mescla costanera, de les quals fins ara, les coves del Drac eren l'exemple paradigmàtic, descriu el següent: Al llarg de les darreres dècades, s'ha anat suggerint per a aquestes coves un model genètic que contempla la formació d'uns buits primigenis, originats per dissolució en la zona freàtica litoral (GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS, 2000; GINÉS *et al.*, 2008; GINÉS & GINÉS, 2011a) a causa de l'agressivitat que es deriva de la mescla entre aigües continentals dolces i aigües marines, dins d'un context hidrogeològic d'elevada permeabilitat per mor d'una important porositat primària. Les cavitats freàtiques inicials experimentaren al llarg del Pleistocè esfondraments extensius de les voltes i parets (GINÉS & GINÉS, 2007), especialment durant les davallades glacioeustàtiques del nivell marí; mentre que intenses fases de deposició d'espeleotemes varen contribuir després a emascarar les característiques dels buits primigenis. Cal remarcar, en aquest sentit, que la magnitud dels processos de col·lapse i reajustament mecànic de la massa rocosa condiciona gairebé del tot l'aparença actual d'aquest tipus de coves, al mateix temps que és responsable de la seva obertura al exterior per mitjà d'enfonsaments en superfície, o abisaments, de vegades

ben espectaculars. El patró planimètric de les coves d'aquesta tipologia denota la coalescència, un tant aleatòria, d'unitats d'esfondrament més o manco independents, que han anat creixent en tres dimensions i connectant unes amb les altres (GINÉS & GINÉS, 2007; GINÉS & GINÉS, 2011a; GRÀCIA *et al.*, 2007), fins a donar lloc a una disposició en planta de caràcter *ramiforme* 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, 2009b), 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. A més a més afirmen el següent (GINÉS & GINÉS, 2011a): ... emperò, sens dubte l'exemple clàssic i gairebé paradigmàtic està constituït per les coves del Drac, famosa cova turística que compta amb una extensa bibliografia que en fa referència (GINÉS & GINÉS, 1992, 2007).

Un altra característica important és la clara orientació de la cavitat en funció del drenatge cap a la mar, que es produiria, almenys en el passat, en dos punts. Per una banda a través del dolç de Cala Murta i per altra banda a l'esfondrament, ja dins Portocristo que es forma al lloc conegut com s'Enterrossall (inèdit). Així les coves segueixen la mateixa pauta que altres formacions endocàrstiques importants del Migjorn i Llevant de Mallorca com són es Dolç, la cova des Coll i la cova Genovesa, per no parlar de les grans xarxes inundades de Yucatán com són Ox Bel Ha i Sac Actún (consultar capítol 6) a on la important pluviositat a causa del clima i la major superfície de la plana calcària es tradueix en corrents i xarxes de conductes més importants.

Les noves troballes exploratòries han permès descobrir tot una ventall de morfologies relacionades amb la gènesi de la cavitat que modifiquen notablement la concepció que es tenia de les coves fins ara. Així, les afirmacions de GINÉS & GINÉS (1992): *“A pesar de que la cantidad de superficie rocosa aflorante, por rotura y hundimiento, en techos y paredes de la cueva es muy considerable, sorprende la falta de conductos (phreatic tubes) o de cúpulas de corrosión (bell-holes) o incluso de huecos esponjosos (spongework) que pudieran denotar condiciones de disolución intensa en régimen freático”*.



Figura 9.3.17: Galeria freàtica de tendència circular, situada a un nivell superior i just per damunt de la de la figura inferior. Les morfologies de corrosió són clarament dominants. S'aprecien fòssils de bogamarins a les parets. Foto A. Cirer.



Figura 9.3.18: Galeria freàtica amb forta influència genètica hipogènica que permet accedir a les galeries Hipòstiles. Foto A. Cirer.



Figura 9.3.19: Fòssil de peix en connexió anatòmica localitzat a les parets de la galeria de la figura 8.17. La corrosió diferencial acaba per netejar els ossos i separar-los de la roca mare. Foto F. Gràcia.

Els comentaris que fan aquests autors queden ara aclarits gràcies a les noves troballes exploratòries.

Altres afirmacions dels mateixos autors són clarament premonitòries del que ara s'ha aconseguit documentar:

“Quizás las cavidades primitivas no fueron ajenas a un movimiento de circulación de las aguas subterráneas encaminado divergentemente hacia ambos barrancos” (abans fan referència a Portocristo i cala Murta).

“Es probable que una combinación de factores hidrológicos y litológicos hayan sido los responsables de que comenzaran a engendrarse, en tiempos muy remotos, pequeñas protocavidades en las inmediaciones de la desembocadura de ciertos flujos de aguas subterráneas dirigidos hacia la costa, en la que varios barrancos (como los ya mencionados) han practicado profundas incisiones.”

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. A més a més pensam que, proporcionalment en comparació amb es Dolç o la cova des Pas de Vallgornera, és la cavitat a on més es podem observar aquestes morfologies i en alguns casos són espectaculars. És cert que gairebé no s'observen a les zones terrestres del sector Antic o del sector Turístic, que no són més que sales d'esfondrament. Però són molt abundants a moltes de les galeries freàtiques del sector Subaquàtic Martel, especialment la galeria dels Cocos, les galeries de les Meravelles i les galeries del Canal. Al sector Subaquàtic Llevant n'hi ha per tot arreu, per la qual cosa no ho especificam. Fins i tot, n'hi ha fóra de l'aigua, ja què en revisar el llac Martel, a la paret oposada a les passeres dels turistes i també de l'amfiteatre, a diferents indrets hi ha solcs ascendents.

MACROFORMES (d'ordre hectomètric a decamètric)

Galeries cegues. A les coves del Drac es troben galeries que semblen clarament hipogèniques com és el cas d'algunes de les desenvolupades a les galeries dels Domassos o a les galeries del Canal, a les proximitats del llac Martel, amb abundants punts d'alimentació i de descàrrega, canals de sostre, així com moltes altres evidències.

MESOFORMES (d'ordre decamètric a mètric)

Crulls o fractures d'alimentació (*feeders slots*). Només s'han localitzats alguns exemplars.

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 les formes són molt regulars i fins i tot difícils d'identificar.

Canals de sostre (*ceiling channels*). Les coves del Drac presenten importants canals de sostre, de formes, mida i aspecte molt divers. Es localitzen gairebé per tots els sectors subaquàtics de la cavitat. És la cova subaquàtica a on hem observat aquestes

morfologies més ben representades i abundants. A la galeria Negra n'hi ha un canal meandriforme 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. 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 troba un altre important canal de sostre meandriforme a les galeries dels Domassos, encara que no presenta

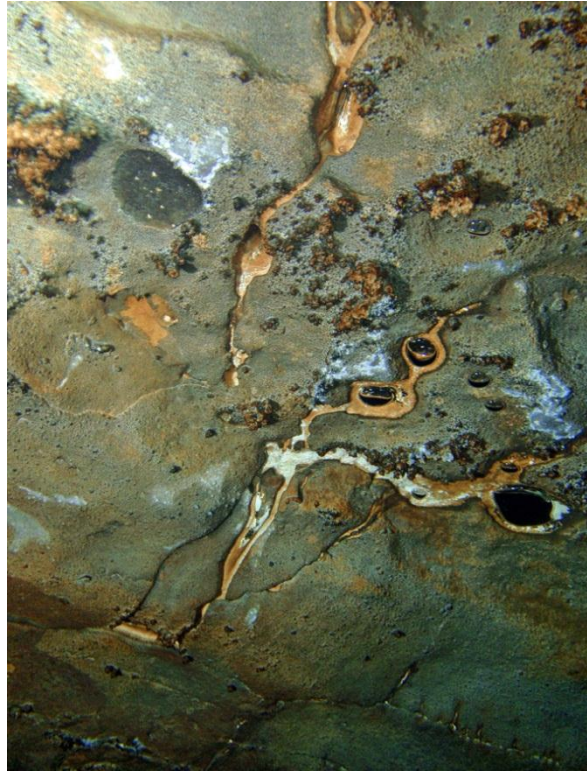


Figura 9.3.20: Canals ascendents de paret que es converteixen en Canals meandriformes al sostre. S'aprecia les bombolles de l'escafandrista que segueixen el camí traçat. Mida de la fotografia uns 2,5 m d'alçada. Foto F. Gràcia.

coloració. Alguns canals de sostre menys penetrants assoleixen una gran complexitat per l'elevada quantitat de canals més petits que es van afegint de punts d'alimentació localitzats al mateix sostre, normalment a les voreres, o bé 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 amplies clapes. En alguns casos també s'aprecien fenòmens d'anastomosi. És interessant com les bombolles del bussejador es concentren i transcorren per aquests canals, fet que es pot apreciar a alguna de les fotografies que documenten aquestes planes (Fig. 9.3.20).

Cúpules. A les coves del Drac és a on es troben més ben representades numèricament i de dimensions. 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. Actuarien en alguns casos com a formes de descàrrega ascendent (*outlets*).

MICROFORMES (d'ordre mètric a centimètric)

Punts d'alimentació laterals (*side feeders*). Es localitzen a tots els sectors subaquàtics, fins i tot guaiten fóra de l'aigua a llocs tan emblemàtics com el llac Martel i el llac Negre.

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 individuals o bé col·lectives que sovint s'imbriquen entre si (Fig. 9.3.20). Hi ha indrets a on es converteixen en canals de sostre 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.

Punts de descàrrega (*outlets*). Morfologies en forma de forats, cilindres, porus, fractures 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. En molts de casos d'aquesta cavitat, els punts d'alimentació i de descàrrega es troben ambdós al sostre.

Morfologies de la zona de mescla litoral

Nosaltres pensam que algunes de les morfologies que sovint s'associen com a hipogèniques o a 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. Així, els envans de roca (*partitions*), regates de corrosió (*wall notches*) i facetes (*solution facets*), concavitats de sostre (*ceiling pockets*), ponts de roca (*rock bridges*), així com altres morfologies de corrosió no les podem atribuir únicament a aquesta gènesi, ja que es troben també a cavitats a on els processos hipogènics no han intervingut. Fins i tot, és possible que les darreres morfologies anomenades siguin poligèniques i que la seva

formació estigui lligada a més d'un procés, depenent de cada situació particular (OSBORNE, 2004).

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 la galeria de la Gran Duquessa de Toscana, algunes galeries del Canal, i part de les galeries del laberint del Sultà. Pensam que els processos hipogènics han contribuït en gran mesura a la seva gènesi.

Galeries freàtiques de secció circular (*tubular passages*). Algunes de les galeries del Canal, moltes galeries del laberint del Sultà, la galeria del Conducte i algunes de les galeries dels Domassos podrien entrar en aquesta tipologia, encara que pensam que a la



Figura 9.3.21: Regata de corrosió i facetes associades a les parets de la galeria de les Delícies. Encara que habitualment les associam a la zona de mescla d'aigües, l'elevada predominança de morfologies hipogèniques a les coves del Drac ens fa pensar que també poden tenir un origen poligènic. Foto A. Cirer.

cova, els processos hipogènics han tingut un paper cabdal en la gènesis de les mencionades galeries.

MESOFORMES (morfologies de corrosió d'ordre decaamètric a mètric)

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 (Fig. 9.3.21). A la cavitat n'hi ha de molt marcades en alguns trams de paret de la galeria dels Cocos, formarien part de les parets d'algunes importants galeries del Canal, de les galeries de la Connexió i una àrea reduïda de les galeries Hipòstiles.

Els espeleotemes

Els espeleotemes de degoteig són extraordinàriament abundants a la major part d'àmbits de la cavitat. Els principals boscos d'estalactites fistuloses submergides es localitzen a les galeries Hipòstiles, galeries dels Domassos, galeria de l'Arxiduc, galeria dels Cocos (Figs. 9.3.6, 9.3.11)). Tanmateix, les estalactites de tota mida i dimensions es troben atapeïdes per tot arreu, llevat de llocs molt concrets. En algunes zones, com són les galeries dels Domassos, estan recobertes per altres espeleotemes, com són els capil·laritat o excèntriques que les atorguen un aspecte molt carregat i barroc (Fig. 9.3.12). Algunes estalactites assoleixen longituds importants, com les que es troben a la sala més voluminosa del laberint del Sultà, a les galeries Hipòstiles i a la galeria de l'Arxiduc. Les estalagmites posseeixen també per elles mateixes gran importància, especialment a indrets de les galeries del Sultà, galeria de l'Arxiduc i galeries Hipòstiles. Els massissos estalagmítics actuen en ocasions d'envans que compartimenten o tanquen els àmbits. Grans massissos estalagmítics es troben a la



Figura 9.3.22: Gran massís estalagmíctic que compartimenta l'espai a la galeria de les Delícies. La riquesa en espeleotemes de gran bellesa a les zones subaquàtiques de les coves del Drac és una de les facetes que caracteritzen la cavitat. Foto A. Cirer.

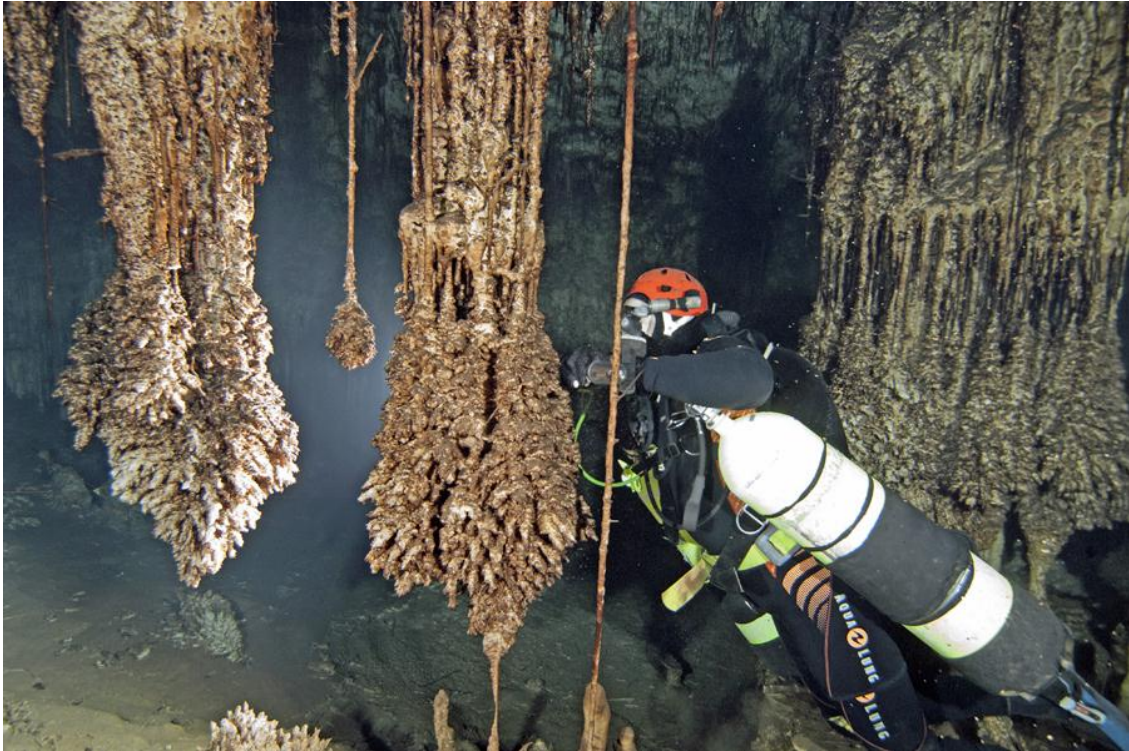


Figura 9.3.23: Espeleotemes freàtics de les galeries dels Domassos. Corresponen a una pulsació climàtica freda situada a -13 m que va deixar paleonivell freàtic molt marcat i ben present a diferents zones de la cavitat. Foto A. Cirer.

galeria de les Delícies, pas de les Columnes, les galeries Hipòstiles, les galeries de les Meravelles, final del llac Martel i galeria dels Cocos. El situat ben enmig de la galeria de les Delícies presideix majestuosament tot l'espai, des de la cota +2 m fins a més de 8 m (Fig. 9.3.22). Algunes banderes molt espectaculars es troben a les parets de la mateixa galeria de les Delícies.

Els espeleotemes de flux més destacats són les colades estalagmítiques, especialment a la galeria de les Delícies, galeries Hipòstiles i alguns indrets de les galeries dels Domassos i de la galeria de l'Arxiduc. La galeria dels Domassos pren el nom inspirada en una espectacular colada parietal i pavimentaria. Algunes colades pavimentaries són molt extenses, encara que la més particular, de color crema, que recorda moltes de les que es troben a la cova des Pas de Vallgornera, està situada més enllà de la sala de la Bella Mort. Les que es troben a l'inici de la sala abans anomenada recobreixen i oculten els blocs caiguts que constitueixen la base de l'àmbit.

Dels espeleotemes produïts per capil·laritat, les estalactites excèntriques es troben a les galeries dels Domassos de formes molt arrodonides, protuberants i colors bruns o foscos, mentre que a la sala de la Bella Mort, a pocs metres sota l'aigua són d'una exquisida fragilitat i bellesa i d'un blanc intens. Els espeleotemes subaquàtics d'origen vadós tenen bons representants repartits per pràcticament tots els llocs de les coves. N'hi ha de molt bells a un nivell superior situat a l'inici de les galeries del Canal, molt a prop del llac Martel. Del sector de Llevant, les galeries del Sultà tenen zones a on el terra es troba recobert per complet, amb motx d'espeleotemes subaquàtics associats. A la galeria del Conducte també es troben alguns de mides considerables, a prop de les galeries Hipòstiles, en aquestes també n'hi ha repartits de forma discreta.

Els espeleotemes subaquàtics d'origen freàtic costaner de les coves del Drac són molt espectaculars i determinen clarament alguns espais. Han estat localitzats sis nivells d'espeleotemes freàtics positius, amb altures que oscil·len entre els +7,5 metres i l'actual nivell del mar (GINÉS & GINÉS, 1992). Les concrecions subactuals són extraordinàriament abundants i desenvolupades. N'hi ha de gran bellesa, com són les que es troben a tots els llacs, però especialment al llac de les Delícies i al de les Meravelles. A la cambra Celestial de la galeria de les Delícies assoleixen un grau bellesa sublim. Són recobriments macrocristal·lins crescuts a partir d'estalactites fistuloses que els fan especialment delicats, encara que també creixen i recobreixen massissos, altres espeleotemes i parets. Al llac de les Delícies formen recobriments en forma globosa i d'aspecte massiu sobre les estalactites del sostre que decoren i caracteritzen bona part de la galeria Homònima. Als sectors subaquàtics hem trobat nivells molt clars a -5,2 m (galeria Negra, galeria de les Delícies), -9,3 m (galeries Hipòstiles, galeria dels Domassos i galeria de l'Arxiduc), a -13 m (galeries dels Domassos i galeries del Canal, Fig. 9.3.23), i a -14 m (galeria Despullada). S'ha de fer constar que hi ha un ampli interval a on abunden els revestiments subaquàtics damunt d'espeleotemes vadosos sense que hi hagi nivells clars horitzontals, per la qual cosa hem optat per no recollir-los per la seva datació i posterior estudi, això passa especialment en gran part de les galeries Hipòstiles. El nivell de -13 també es troba representat al sector Martel, al començament de les galeries del Canal.

Alguns dels espeleotemes situats a diferents llocs sembla que es troben afectats per processos hipogènics, bé solcs ascendents o coloracions fosques i descalcificació

causada per l'agressivitat de fluids de recàrrega profunds, que representaria pel que sembla que alguns d'aquests processos s'han produït dins l'Holocè, és a dir, posteriorment a la darrera glaciació Würm.

Sales d'esfondrament

Podem individualitzar 11 grans unitats d'esfondrament que conformen una bona part de la cavitat, a més a més de diverses galeries freàtiques connectades, d'algunes de les quals procedeixen les unitats abans esmentades (Figs. 9.3.24, 9.3.25). Les sales d'esfondrament són: la sala d'Entrada (unitat 1), la cova dels Francesos (unitat 2), el llac Martel (unitat 3), la cova Lluís Salvador-cova Negra (unitat 4), l'esfondrament dels Cocos (unitat 5), la sala del Sultà (unitat 6), la cova Blanca (unitat 7), la galeria de les Delícies (unitat 8), l'esfondrament de la galeria de l'Arxiduc (unitat 9), la sala de la Bella Mort (unitat 10) i part de la galeria Despüllada (unitat 11). La primera unitat suposa un 2.000 m² d'esfondrament i és la responsable de la separació de la cavitat amb



Figura 9.3.24: Cambra aèria de grans dimensions al final de la galeria de les Delícies, sense part terrestre. S'ha format, de la mateixa manera que la resta de zones d'esfondrament, a mesura que la caiguda de materials del sostre ha provocat l'ascensió de les sales i la seva disposició per damunt de l'actual nivell freàtic. Foto A. Cirer.

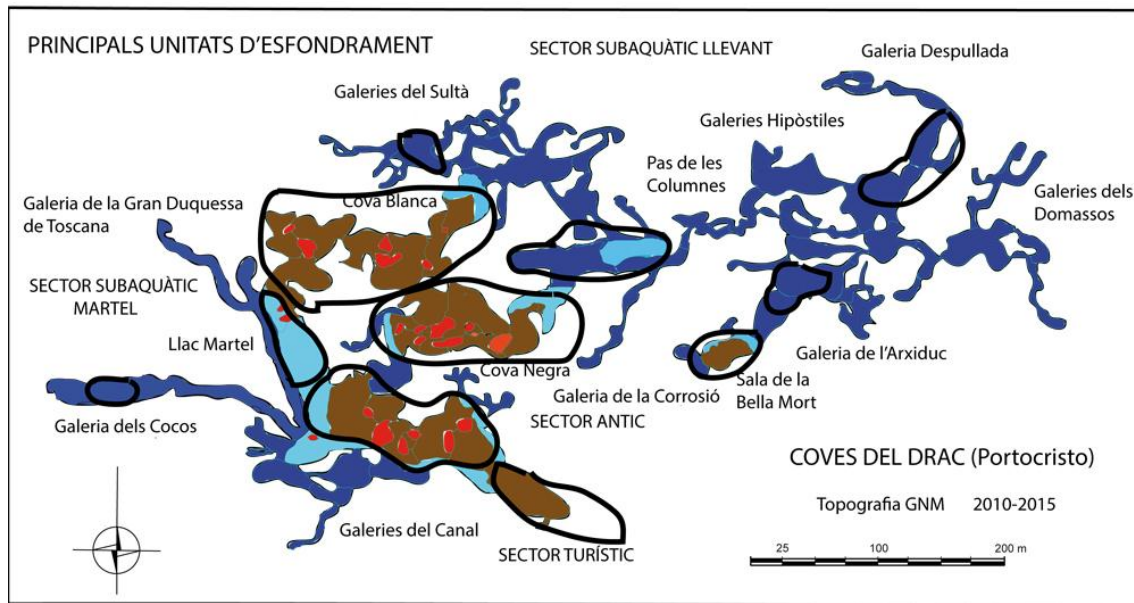


Figura 9.3.25: Principals unitats d'esfondrament de les coves del Drac. Totes les sales terrestres i algunes de les subaquàtiques ho són. L'entrada natural, com passa sovint a les cavitats del carst eogenètic, s'ha format per l'evolució ascendent d'una sala d'esfondrament fins a connectar amb la superfície.

es Dolç de Cala Murta per unes desenes de metres. Aquesta mateixa separació per l'esfondrament també es pot visualitzar des de l'altra part, al final del Dolç de Cala Murta, a una sala aèria amb abundants blocs que barren el pas. La cova dels Francesos (unitat 2), té una longitud com a unitat d'uns 140 m i una amplària en alguns indrets que supera els 40 m, això representa uns 7.000 m² d'unitat. La unitat llac Martel suposa 3.600 m². La unitat formada per la cova Lluís Salvador i la cova Negra (unitat 4) és la de més superfície de tota la cavitat (12.000 m²), amb unes mides que superen els 200 m de longitud i amplàries d'una cinquantena de metres. L'esfondrament dels Cocos (unitat 5) només té uns 800 m². La sala del Sultà (unitat 6), uns 600 m². La cova Blanca (unitat 7) de 130 m de longitud i fins 50 m d'amplària totalitza 6.500 m². La galeria de les Delícies (unitat 8), 5.200 m². L'esfondrament de la galeria de l'Arxiduc (unitat 9) 7.000 m². La sala de la Bella Mort (unitat 10), 2.500 m². L'esfondrament de la galeria Despullada (unitat 11) representa 2.400 m². La totalitat de superfície ocupada per sales d'esfondrament suma 47.800 m². És interessant fer constar que la totalitat de la visita turística i també de les sales aèries, turístiques o no, transcorren per sales d'esfondrament, que també afecten una part de les subaquàtiques. Algunes de les sales d'esfondrament es troben recobertes d'espeleotemes i d'altres no, segons l'antiguitat

dels esfondraments. Així, per posar els dos extrems més oposats, són pràcticament absents a la unitat de la galeria de l'Arxiduc, la unitat dels Cocos i molt abundants a la cova Blanca, la unitat dels Francesos o la sala de la Bella Mort.

Els sediments

Les coves del Drac es caracteritzen precisament per tenir poca quantitat de sediments, fet que permet un busseig molt còmode i atractiu al combinar-se amb la bellesa dels espeleotemes. Tanmateix aquesta afirmació no és del tot certa, ja que algunes de les galeries si que presenten abundants sediments, és el cas de la major part del sector Martel i zones de les galeries dels Domassos, a llocs a on es troben abundants morfologies hipogèniques, com són conductes verticals d'alimentació, punts d'alimentació laterals, canals ascendents de paret i canals de sostre principalment. Alguns trams de la galeria Despullada posseeixen importants paquets de sediments consolidats amb polígons de retracció. Els sediments presents a la cova són molt variats de coloració i aspecte, així a la galeria del Conducte es troba damunt de la colada pavimentaria una fina capa de sediment negre. A molts d'indrets hi ha polígons de retracció. Altres sediments, al sector Martel presenten coloracions groc-taronja. A la galeria dels Cocos, del mateix sector a més a més n'hi ha de blancs producte de la descalcificació de la roca.

S'han mostrejat totes les zones sota l'aigua i estan en fase d'estudi. La major part dels sediments es troben vinculats amb fàcies relacionades genèticament amb fluxos hipogènics, provinents d'aigües profundes amb un color normalment negre o groc marronós, amb tonalitats més o menys vermelloses. Aquests materials presenten elevats continguts de Mn i Fe (com. pers. Joan J. Fornós), elements que són moderadament solubles en les aigües anòxiques profundes i que, en assolir els aquífers oxigenats més superficials, precipiten en forma d'hidròxids i òxids.

Restes arqueològiques

Presenta un corredor ciclopi cobert situat a l'interior de la cavitat, prop de l'entrada natural (Fig. 9.3.2). S'evidencia una gran inversió de treball que no es

relaciona amb pràctiques habitacionals o funeràries i es pot plantejar el seu significat ideològic per a les comunitats de la zona durant la segona meitat del II mil·lenni cal BC Bronze mig i seria assimilable a grans trets al denominat Pretalaiòtic d'Apogeu i Final, també anomenat Naviforme o Cultura de les Navetes (RAMIS & SANTANDREU, 2011). Pensam que la cavitat tindria caràcter ritual.

S'ha d'especificar que en aquells moments un massís estalagmític, que se situava a poc metres de la sortida actual, barrava la comunicació de la cova de Lluís Salvador i la zona descoberta posteriorment per Martel de la cova Negra i la cova Blanca (Fig. 9.3.1). És a dir, pels homes de les navetes que van construir el corredor ciclopi, les coves del Drac eren dues coves separades entre si. Per habilitar al turisme la cavitat es va procedir a eliminar el massís que impedia l'accés directe i poder entrar a ambdues coves mitjançant l'entrada àmplia (sortida actual) i no l'incòmode i reduït corredor ciclopi.. D'aquesta manera, els pretalaiòtics devien emprar la cova amb l'únic accés a través del corredor per ritus iniciàtics o màgics. A més a més, s'han trobat restes de ceràmiques prehistòriques, romana i islàmica. Al llac de la cova Negra es localitzen abundants fragments de ceràmica d'èpoques molt diverses, entre les quals predominen restes de gerres del darrers segles.

Part faunística

El zoòleg rumà E. G. Racovitza descriu el 1905 l'isòpode *Typhlocirolana moraguesi*, recol·lectat en aquesta cavitat. Per a molts aquest fet marca el naixement de la bioespeleologia moderna. *Bogidiella balearica* es va descriure per D. Dancau (1973) a partir d'exemplars de les coves del Drac i de la cova des Pont (STOCK & ILIFFE, 1987). GINÉS & GINÉS (1977) van mostrejar també els llacs. Les espècies citades a la cavitat eren: *Bogidiella baleàrica*, *Salentinella angelieri*, *Metacrangonyx longipes* i *Typhlocirolana moraguesi*. Les pesques efectuades per nosaltres al sector subaquàtic de Llevant han descobert altres crustacis: *Tethysbaena scabra*, *Salentinella angelieri*, *Speleophriopsis balearicus* i *Halicyclops troglodytes*. L'estudi de la fauna de la cavitat s'està realitzat i tenim pendent altres pesques per completar l'inventari faunístic.

Conservació de la cavitat

S'han de vigilar les obres que es realitzen a la zona urbanitzable damunt de la cavitat perquè no la puguin danyar, especialment els fonaments de cases i la construcció de pàrquings de cotxes. S'han de prohibir completament els pous negres a l'àrea que afecta la cavitat.

9.4. DOLÇ DE CALA MURTA (Manacor)

Situació geogràfica

El Dolç de Cala Murta es troba a pocs metres del final de la cala homònima situada al sud de Portocristo (Fig. 9.3.16). La cala, presenta unes dimensions de 250 m lineals des de la bocana fins al fons, i entre 80 a 90 m d'amplària a l'inici i poc més d'una trentena a mitjan cala. La surgència es localitza entre 20 i 30 del fons de la cala, al costat nord i brolla per entre uns forats de la tenassa i el terra, a devers 1,5 m de profunditat.

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

1990-1991 - Espeleobussejadors gal·lesos del CCC que exploren les coves del Drac se submergeixen en diverses ocasions a la cavitat, anomenada per ells Nazil, per intentar superar el sífó i connectar amb les coves del Drac, situades a molt poca distància. Al llarg d'aquestes exploracions Ian Williams pateix seriosament en quedar encaixat a un pas molt angost i surt amb el neoprè destrossat i multitud de petit talls i ferides (CLARKE, 1991; 1991-1992).

2010-2014 - Bernat Clamor i Francesc Gràcia del GNM, realitzen molts d'intents d'entrar. En alguns casos aconseguen arribar fins a la sala de la Platja, però la continuació resta tancada per arenes marines i es veu la guia sepultada per complet



Figura 9.4.1: Bernat Clamor superant el conducte del Dolç de Cala Murta. És una de les cavitats subaquàtiques més claustrofòbiques de Mallorca. S'aprecien els còdols que formen el pis de la galeria. Foto F. Gràcia.

dins l'arena. En altres ocasions la rissaga causada per les onades impossibiliten del tot entrar-hi, ja que l'escafandrista es desplaça sense control pels corrents i xoca contra les roques. A més a més del fort corrent d'avanç i retrocés que es produeix dins la cavitat. En només tres dies la guia és arrabassada per la força dels corrents o de les ones els primers metres de la cova. Un indicatiu de la possibilitat d'entrar és, a més a més de l'estat

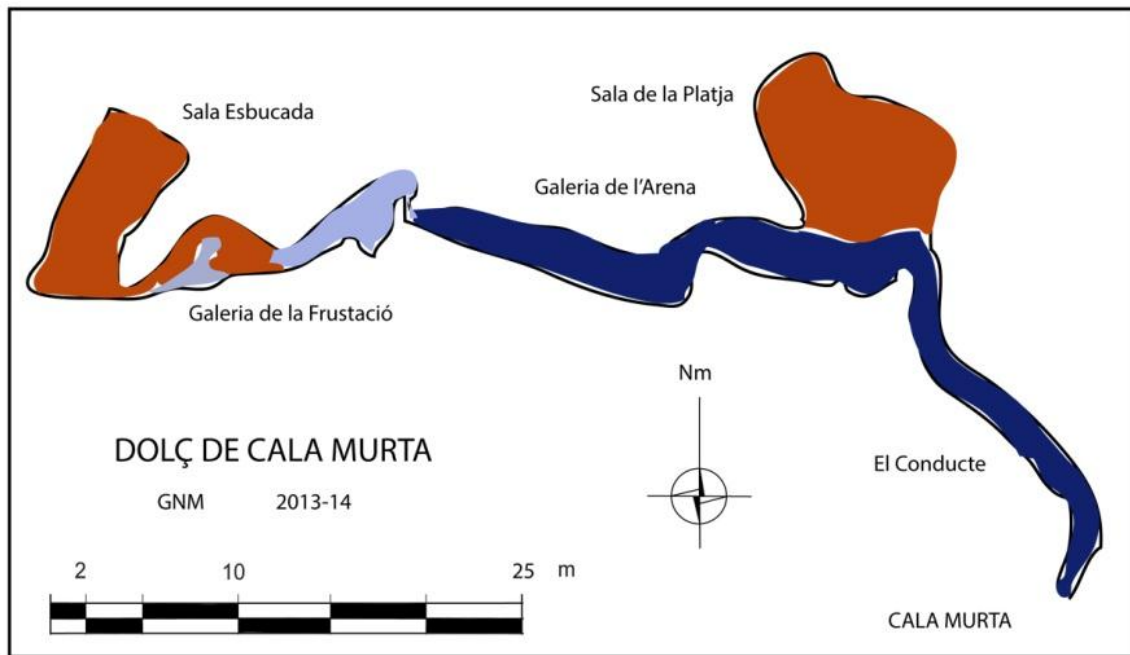


Figura 9.4.2: Topografia del Dolç de Cala Murta.

de la mar, el trobar la petita platja lliure de restes de *Posidonia*, ja que implica que l'entrada no estarà obstruïda.

A la fi, després de realitzar un seguiment al llarg de mesos s'aconsegueix entrar fins al final i es reprenen les tasques de topografia. Al final de la cavitat s'intenta forçar sense èxit l'esfondrament final que barra el pas de cap a les coves del Drac.

Descripció de la cavitat

La cavitat té una distància lineal des de l'entrada de 85 m, amb un recorregut total de 93 m (Fig. 9.4.2). L'entrada, extremadament angosta, es troba a -1,7 m amb una alçada de 0,4 m i una amplària de devers 1 m, es troba habitualment taponada de còdols marins, arenes o restes de *Posidonia oceanica* (Fig. 9.4.1). Les tempestes afecten especialment a la cavitat, ja que la poca fondària fa que l'energia de les ones i corrents sigui molt alta. Els primers metres de la cavitat es poden descriure com un conducte submergit de 25 m de longitud (**el Conducte**) i uns 0,5 m de diàmetre de mitjana que emergeix a la **sala de la Platja** (Fig. 9.4.3). La direcció al començament és de 30° per ràpidament voltar i prendre una direcció de 321° La sala és un àmbit de 11 m de longitud i la mateixa direcció que la galeria per la qual s'accedeix. Les mides són d'entre 5 i 8 m d'amplària i d'entre 4 i 7 m d'alçària, amb el terra recobert d'arenes

marines, bé a pocs centímetres per davall de l'aigua, amb les parets lleugerament per defora, especialment al costat nord-est, a on també hi ha estalagmites i altres espeleotemes, com són les colades parietals. El sostre es troba ple de cúpules ascendents tipus conducte, a més d'estalactites i banderes i algunes arrels que pengen del sostre. L'atmosfera de la sala sembla no estar viciada per



Figura 9.4.3: Sala de la Platja. Presenta abundants espeleotemes i acumulació d'arenes marines actuals. Foto F. Gràcia.

CO₂. Grans poals de fems negres i xarxes de pesca es trobaven soterrats parcialment sota l'arena de la sala, arrossegats des de la cala dies de forts corrents d'entrada. L'arena de la platja té *ripple-marks* a les zones aquàtiques, amb una fondària d'entre uns 0,2 a 0,5 m. El marge sud-oest de la sala està subdividit per columnes que va des de d'alt de la sala fins per davall de l'aigua, a la continuació de la galeria sotaiguada.

La continuació de la cavitat és en forma de galeria d'uns 3,5 m d'amplària i direcció 284°, és a dir pràcticament oest (**galeria de l'Arena**). La gran acumulació d'arenes amb *ripple-marks*, fa que prengui forma de laminador amb algunes columnes de color fosc enmig a mode d'obstacles. El sostre es troba a 0 m i el terra a -1,3 m. Hi ha una majoria d'espai a on l'alçada és de 0.9 m. S'arriba a un altre canvi de direcció, aquesta vegada sud-oest, després de superar una



Figura 9.4.4: Inici de la galeria de la Frustració. Maldament es tracti d'una cavitat de dimensions relativament reduïdes, requereix una gran preparació tècnica i psicològica per les dificultats que presenta. Foto F. Gràcia.



Figura 9.4.5: Arenes consolidades amb laminació evident i arenes actuals a la galeria de l'Arena. S'aprecien a l'esquerra de la imatge acumulació de *Posidonea oceanica*. Escala de la fotografia 1,5 m. Foto F. Gràcia.

estretor i s'accedeix a una zona amb aire respirable, parcialment aquàtica (**galeria de la Frustració**, Fig. 9.4.4). Se continua per una galeria molt angosta, què es va haver de desobstruir en part, per permetre el pas. Tot aquest tram es fa sense tancs, ja que no hi ha més tram sifonat i a més a més no es podria passar amb els tancs per qüestió d'espai. La galeria connecta amb una zona terrestre que acaba en un petit llac, lloc a on es veu l'aigua que procedeix d'un forat de devers 30 cm de diàmetre, entre colades que recobreixen un possible esfondrament. Sembla mentida que la força de l'aigua que brolla a la cala provingui d'aquest forat. La galeria es fa terrestre, entre formacions estalagmítiques fins superar un altre angostura i desembocar dins una baixa sala d'esfondrament, d'uns 9 m de longitud, entre blocs que bloqueja la continuació de cap a les coves del Drac (**sala Esbucada**).

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La cavitat transcorre en direcció a les coves del Drac, de les quals dista només unes desenes de metres. La part més propera a el dolç de cala Murta seria la cova dels Francesos, prop de l'entrada artificial (Fig. 9.3.16).

Característiques hidrogràfiques de la cavitat

A l'estiu, al mes d'agost, la temperatura a la cala, a -1,8 m, a prop de la surgència era de 26°C mentre l'aigua brollava a 18°C, és a dir un contrast tèrmic de 8°C. Està clar que constitueix la continuació i concentra les aigües subterrànies que provenen de les coves del Drac.

Morfologies de corrosió

. A la barrera estalagmítica que es troba entre la sala de la Platja i la continuació sota l'aigua de la cova es veuen arenes marines consolidades gairebé desmantellades per l'erosió, no només física, sinó també química. En alguna zona de la cova es troben abundants morfologies de corrosió (Figs. 9.4.5, 9.4.6).

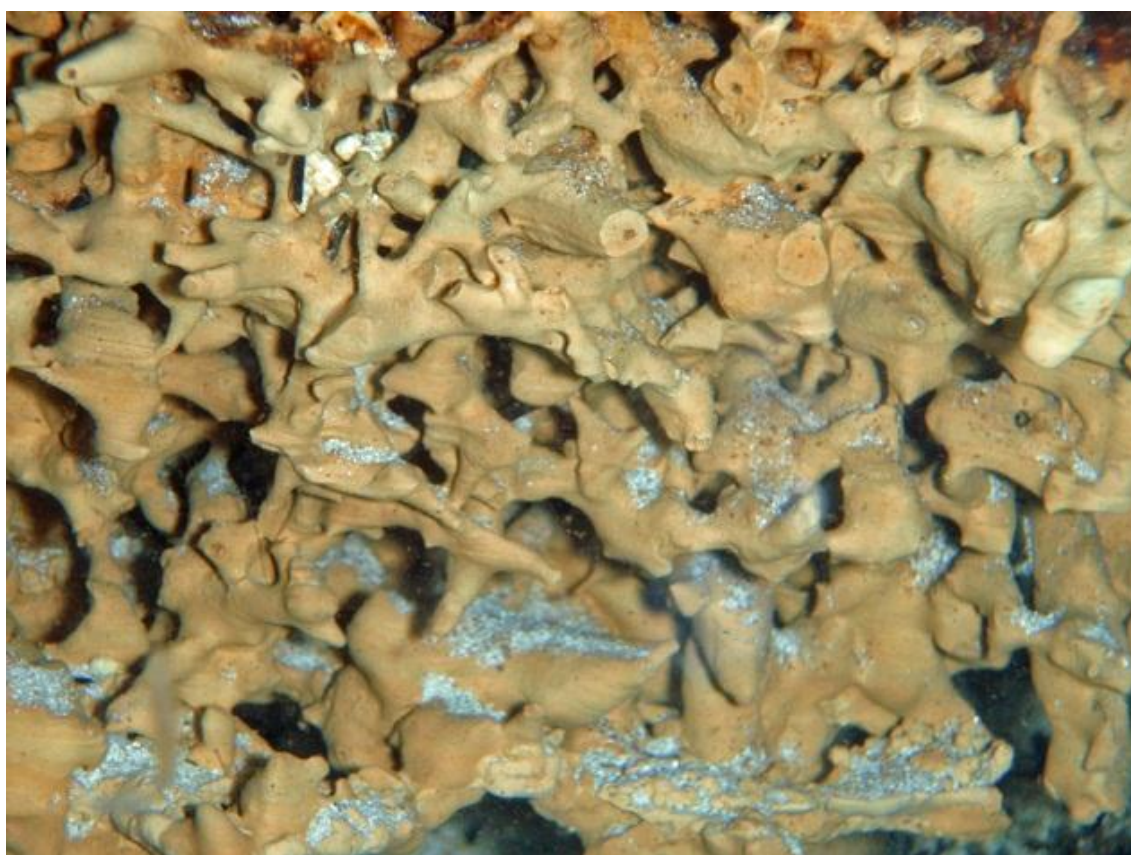


Figura 9.4.6: Bioturbacions a partir de sediments marins consolidats a la galeria de l'Arena. Escala aproximada 0,5 m. Foto F. Gràcia.

9.5. COVA DES COLOMS (Cala Anguila, Manacor)

Situació geogràfica

La gruta està situada a l'extrem SE del cap que flanqueja cala Anguila, a uns 150 m de la platja (GRÀCIA *et al.*, 2003a).

Descripció de la cavitat

Es tracta d'una gran balma que fa uns 90 m d'amplitud, i que s'endinsa una vintena de metres cap a l'interior (Fig. 9.5.1). A l'extrem E, aferrada a la paret interna de la balma, neix una galeria submarina de 39 m de llarg, flanquejada inicialment per dos túnels de 12,5 i 10 m de longitud. La galeria, al començament, és d'una mida considerable, però es va reduint de diàmetre i fondària fins que arriba a fer-se impracticable. La fondària màxima de la balma és de 8 m, minvant cap a l'interior fins els 0'5 m. La direcció general de la galeria submarina és NNE, exceptuant la part terminal, i pràcticament impracticable que gira a NNW.

Les morfologies d'abrasió consisteixen en algunes rases d'abrasió als -5 m i especialment als dos túnels que flanquegen l'inici de la galeria submarina. Aquests de 15 i 12,5 m de longitud tenen seccions entre 3 i 5 m de diàmetre, i unes cotes de sostre i terra de 5'3 i 3'4 m pel primer túnel i 7'6 i 5'8 m pel segon.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

Per damunt de la balma i de la galeria està construït per xalets que es troben a primera línia de la costa, edificats als penya-segats.

Morfologies de corrosió

Està ben dotada de morfologies de corrosió que recorden a les morfologies espongiformes a nivell de microformes, on s'aprecien fòssils de mol·luscs. Pensam que genèticament tal vegada estan relacionades amb la presència de les picnoclines.

Els espeleotemes

Els espeleotemes estan presents en forma de colades parietals i columnes a les parets aèries de la balma i també al sostre en forma d'estalactites.

Els sediments

El fons de la balma està ocupat principalment d'arena, de blocs caiguts del sostre i d'algunes taques de *Posidonia oceanica*. A l'interior de la galeria submarina s'acumulen importants quantitats de fulles de *Posidonia*.

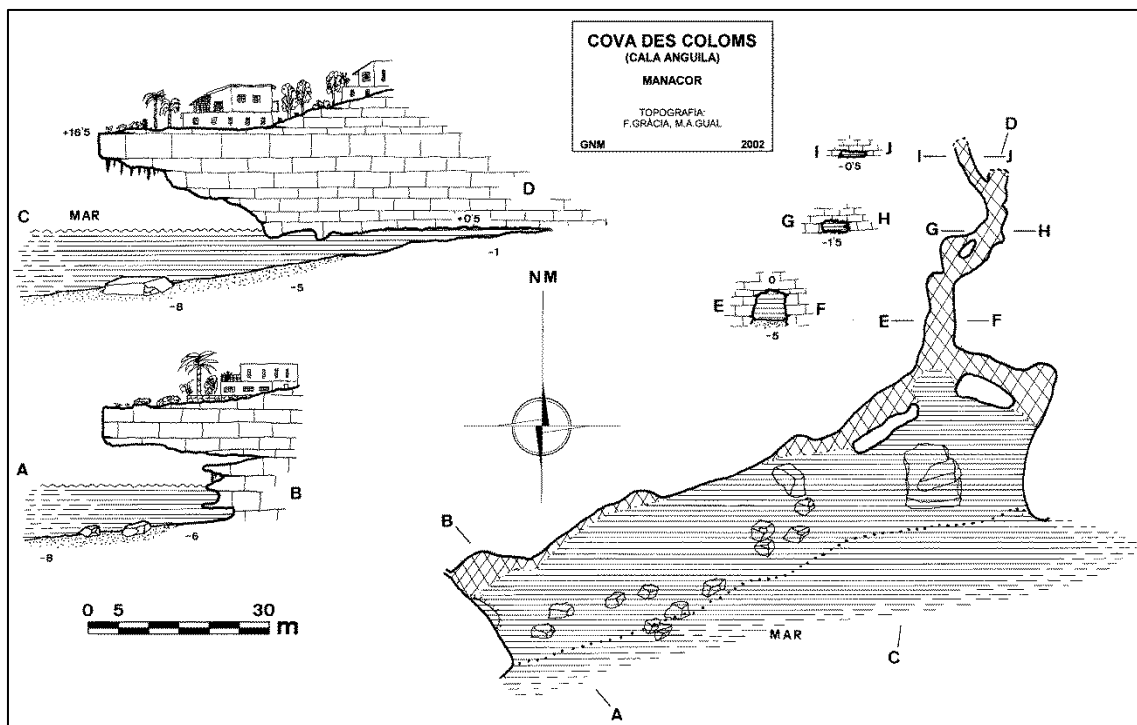


Figura 9.5.1: Topografia de la cova des Coloms de Cala Anguila.

9.6. LA COVA GENOVESA O COVA D'EN BESSÓ (Manacor)

Situació geogràfica i consideracions toponímiques

La cova es troba al carrer Leonardo da Vinci, de la urbanització de cala Anguila. La primera referència escrita és del pare Cristòfol Veny (VENY, 1968) que narra: *En la región de Manacor, monseñor Joan Aguiló, en correspondencia con V. Furió, recorre la comarca, visitando y excavando numerosas cuevas, que han quedado consignadas en sus fichas manuscritas. De algunas llegó a levantar un borrador de plano hecho a ojo, en el cual inserta las mediciones aproximadas y la orientación. En una serie de fichas escritas a lápiz encontramos en Son Moro la cova de Can Bessó.* Així figura a l'inventari espeleològic: cova d'en Bessó (ENCINAS *et al.*, 1974; TRIAS *et al.*, 1979; ENCINAS, 1997). Però cal remarcar que la gent de la contrada la coneixen amb el nom de cova Genovesa. Molts van ésser els veïnats de la zona, que assabentats pels medis de comunicació (premsa escrita i noticiaris televisius estatals i autonòmics) de la tasca que efectuàvem a la cavitat, ens parlaven de l'error comès. Per tant decidírem, després de no

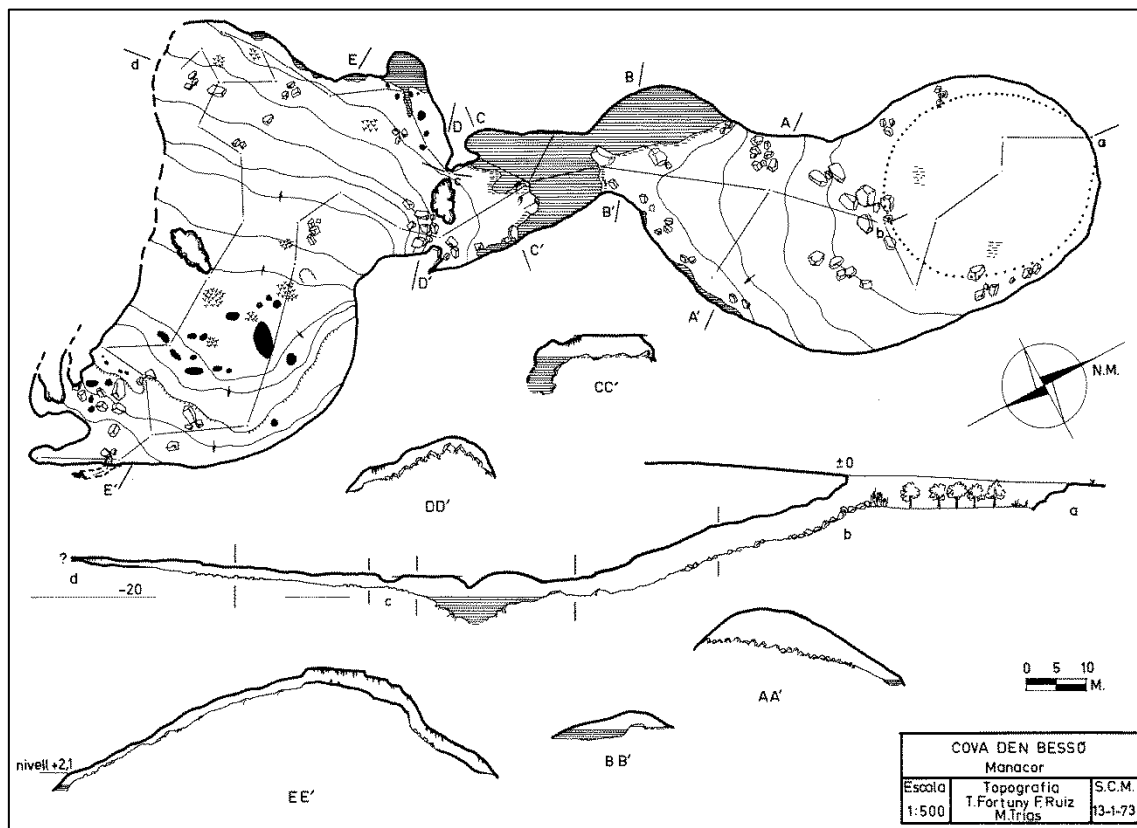


Figura 9.6.1: La cova va ésser topografiada per primera vegada l'any 1973.



Figura 9.6.2: Vista parcial de la dolina d'esfondrament que permet l'accés a la cavitat. Foto R. Landreth.

pocs dubtes i reflexions, que tingués l'autèntic nom popular: cova Genovesa. El problema és més complex del que sembla, ja que amb aquest nom ja figura una altra cavitat, tant al treball de VENY (1968) com a l'inventari espeleològic més recent (ENCINAS, 1997). Segons VENY la cova Genovesa es troba a Rafal Pudent i és un forat en forma de peu de dos metres de fondo on es van trobar restes humanes. ENCINAS (1997) extreu la informació de la cova Genovesa del Corpus de Toponímia de Mallorca, entre cala Mendia, el torrent de sa Marina i Son Mas Nou. Nosaltres en vista de les explicacions de persones assabentades, algunes de més de 90 anys, entre elles en Pere "Bessó", hem optat per rectificar el nom de la cavitat a cova Genovesa i que consti a continuació la sinonímia (GRÀCIA *et al.*, 2013a) .

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

1973 - La cova, coneguda i visitada per la gent de Manacor, va ésser topografiada per primera vegada l'any 1973 (Fig. 9.6.1). Els espeleòlegs autors de la planimetria van ésser M. Trias, T. Fortuny i F. Ruiz, membres de l'Speleoclub Mallorca

(SCM). El recorregut de la zona coneguda llavors, únicament aèria, era d'uns 430 m i ja figurava a l'inventari espeleològic de Mallorca de l'any 1974 (ENCINAS *et al.*, 1974) i al llistat de cavitats de major recorregut de Mallorca, ocupant el lloc 18e (GINÉS, 1975).

1988 - Els espeleobussejadors gal·lesos Steve Ainley i Owen Clarke del *Cwmbran Caving Club* (CCC), realitzen la immersió a la cavitat (AINLEY, 1988). Se submergeixen al llac d'entrada i volten, una seixantena de metres cap a l'oest, la sala de les Ratespinyades (galeria dels Gal·lesos), però sense aconseguir sortir de la sala (Fig. 9.6.4).

2000 i 2001 - L'any 2000 es va iniciar per part nostra (GNM) l'estudi d'aquesta interessant cavitat (GRÀCIA *et al.*, 2001a). Per fer l'estudi i la documentació de la cavitat han estat necessaris, al llarg dels anys 2000 al 2002, 67 dies de busseig i molts dies de feina terrestre. El nombre total d'immersions ha estat de 134 (pràcticament 2 cabussadors per dia), amb una mitjana per immersió de 120 minuts. El total de la tasca de camp sota l'aigua, sumant les hores realitzades per tots els membres de l'equip ha suposat 268 hores (sense comptar el temps de feines terrestres, ni el transport o preparatius dins la cavitat). Els exploradors i topògrafs han estat: Francesc Gràcia,



Figura 9.6.3: Espeleòleg que supera l'estret pas, entre blocs caiguts, que permet accedir a la sala GNM. Foto R. Landreth.

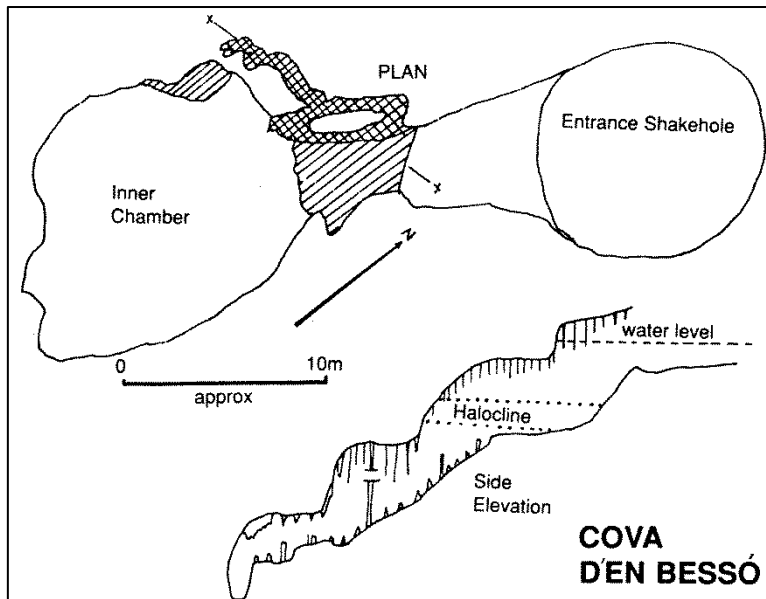


Figura 9.6.4: Els espeleobussejadors gal·lesos del *Cwmbran Caving Club*, realitzen l'any 1988 la primera immersió a la cavitat. Se submergeixen al llac d'entrada i voltren una seixantena de metres cap a l'oest la sala de les Ratapinyades (zona quadriculada), però sense sortir de la sala. La galeria dels Gal·lesos era l'única part subaquàtica coneguda de la gruta.

Bernat Clamor, Juan José Lavergne i Miquel Àngel Gual. S'ha comptat amb la col·laboració a les tasques de topografia terrestre de Peter Watkinson i Miquel Alexandre Dot.

2000. A les darreries d'aquest any Juan José Lavergne, Francesc Gràcia i Bernat Clamor, passat el llac principal, a la sala de les Ratapinyades, revisen un petit llac a la vorera de la paret i aconsegueixen forçar sota l'aigua un angost pas entre blocs (pas Amagat) i trobar la sala GNM (Fig. 9.6.3). D'ençà d'aquest descobriment es van succeint les troballes, primer de la galeria dels *Myotragus* i posteriorment la sala Esfondrada, la galeria dels Poliquets i la sala *Bermudacaris*.

2001. S'explora el laminador de la Correntia i continua la recerca per la sala de les *Bonellia viridis* i la sala del pou Negre. Al final de la sala de l'Esfondrament es desobstrueix el pas dels Gladiadors i s'accedeix a les galeries Fondes.

Descripció de la cova

La cova, a gran trets, se li pot assignar una direcció predominant NW-SE i un recorregut projectat total de 2447 m (1845 m subaquàtics, 100 m de llacs i cambres aquàtiques amb aire i 502 m terrestres, amb una fondària subaquàtica màxima de 22 m a les galeries Fondes). La distància lineal màxima des de la sala d'Entrada fins a la sala

Figura 9.6.5: Sala de les Ratapinyades. Els espeleotemes recobreixen els enderrocs caiguts del sostre. L'esfondrament de les voltes ha fet créixer la cavitat en sentit ascendent, fins a situar-se el sostre en alguns punts a pocs metres de l'exterior. (Foto R. Landreth).



Final és de 617 m (102 m terrestres i 515 m subaquàtics). L'altre traçat principal des del pas Amagat fins al final de les galeries Fondes és de 422 m (102 m terrestres i 320 m subaquàtics). La diferència entre la cota més alta (l'entrada) i més profunda (sales Fondes) és de 45 m (des del punt més elevat, a +23 m, al més fondo a -22 m) (Fig. 9.6.6). Per tenir una visió de conjunt, podem dir que es tracta d'un abisament de 35 m de diàmetre des d'on surt una espaiosa galeria descendent que comunica amb un llac. A l'altre extrem de l'aigua, després d'una obstrucció de blocs i barreres estalagmítiques prossegueix una sala de total domini clàstic, que per les dues parts arriba al nivell freàtic. La zona W segueix sota l'aigua voltant parcialment aquesta sala. Pel costat E es localitzen importants continuacions subaquàtiques.

SALA D'ENTRADA

A 23 m sobre el nivell de la mar s'obri l'esfondrament de quasi 35 m de diàmetre que ha permès accedir a l'interior de la cavitat. Un exuberant ullastrar, amb algunes figueres, afavorit pel microclima humit de l'entrada està flanquejat pels restes de sostre de l'antiga sala (Fig. 9.6.2). Es va seguint la volta, entre diverses modificacions antròpiques per accedir a l'inici d'un camí empedrat que facilita l'accés a l'interior de la cova. Una quarantena de metres d'ample i una alçada d'uns 5 m, juntament amb el pendent en descens, que permet tenir una vista panoràmica, causen una impressió de volum considerable. El llac més evident es troba al final de la rampa descendent, d'uns 40 m de longitud. Al costat E de la sala s'obri un altre llac, allargat, però de sostre molt baix, per la qual cosa passa quasi bé desapercebut. L'acumulació de blocs i el fang a les proximitats dels llacs és el tret més destacat. Els únics espeleotemes d'interès es troben

al llac i a una franja de cristal·lització freàtica a +2 m, a la paret que separa els dos llacs. Un fet curiós és la baixa temperatura de l'aire de la sala, en comparació amb la sala de les Ratapinyades (actua com a trampa d'aire fred, a l'estiu).

SALA DE LES RATAPINYADES

Uns 15 m de llac, al lloc més proper, separen ambdós costats de la vorera, aïllant la sala de les Ratapinyades de la resta. Es tracta d'una gran sala subdividida en alguns trams per barreres de blocs i massissos estalagmítics (Fig. 9.6.5, 9.6.6). El recorregut total és de 330 m, amb uns eixos de dimensions màximes de 90 x 70 m. A la part més elevada s'assoleix al terra la cota 19 m i el sostre els + 21,5 m. Aquestes dades representen que en aquests llocs només hi ha de 1'5 a 3 m de roca que separen la cova de l'exterior. L'alçària del sostre es redueix de forma dràstica i fa que gran part de la sala sigui molt incòmoda de transitar, ja que cal anar ajupit i en ocasions de grapes, especialment a tots els costats del S de la sala. Les formacions de precipitació són especialment abundants poc després dels llac i a la zona més alta de la sala, on hi ha algunes gruixudes columnes. El pis d'una part important de la sala està recobert de les dejeccions dels quiròpters que es refugien al seu interior. Quasi sepultat pels blocs i pedres es troba un minúscul llac marginal recobert de cristal·litzacions epiaquàtiques que comunica amb la sala GNM, ja sota les aigües. És ben present una altra franja de cristal·lització fòssil a uns +2 m per damunt del nivell de les aigües actuals que també és visible al costat E.

GALERIA DELS GAL·LESOS

No és una autèntica galeria, ja que es tracta únicament de la continuació subaquàtica del costat O del llac i de la sala de les Ratapinyades (Fig. 9.6.4). La longitud d'aquest tram és de 110 m, amb una amplada entre 5 i 12 m. Són de remarcar les formacions litoquímiques, molt abundants, que en ocasions impedeixen la sortida a la sala de les Ratapinyades. Al llarg del recorregut s'aprecia el pendent que augmenta d'esquerra a dreta, seguint l'esfondrament de la sala.

SALA GRUP NORD DE MALLORCA

Després de recórrer un centenar de metres aeris des de l'entrada es troba a la vorera E del llac, sota l'aigua, el pas Amagat (9.6.3). Entre blocs que gairebé tanquen per complet el pas, possibilita l'accés a la sala GNM, ja totalment subaquàtica (Fig. 9.6.7), de 125 m de recorregut. Aquesta, caracteritzada pel seu sostre pla, comunica

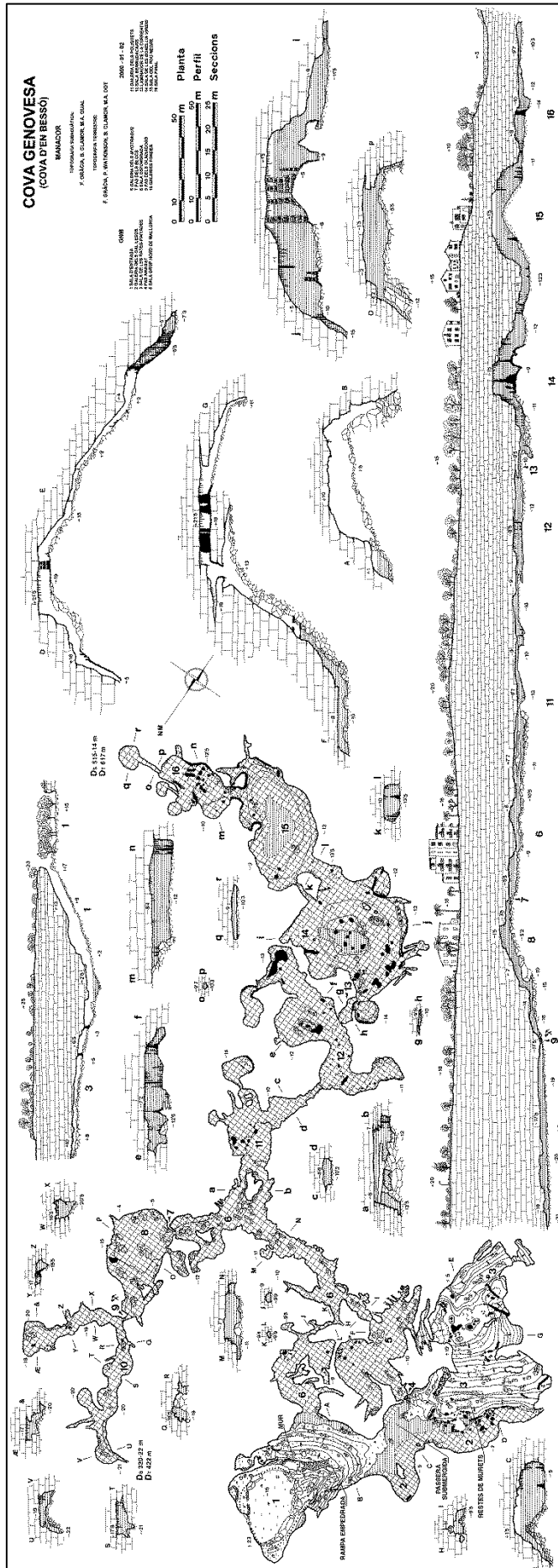


Figura 9.6.6: Topografia de la cova Genovesa.



Figura 9.6.7: Sostre pla de la sala GNM, per haver-se esfondrat els blocs del sòtil aprofitant els plans d'estratificació, llocs de major debilitat de la roca. (Foto: R. Landreth).

als 90 m de distància sota l'aigua amb un rost de blocs. Si s'ascendeix seguint el pendent de l'esbaldrec connecta mitjançant un estretíssim forat, quasi tancat per concrecions epiaquàtiques, amb la part posterior de la sala de les Ratapinyades. La sala GNM està localment decorada per grups de columnes i altres formacions, estant també presents morfologies de corrosió parietals.

GALERIA DELS *MYOTRAGUS*

La galeria parteix des de dos llocs diferents. La primera possibilitat és, als 60 m d'iniciat el busseig per la sala GNM, progressar per una galeria iniciadora amb altres de secundàries paral·leles de poca importància visibles en alguns llocs. La direcció és de 90° (W-E) els primers 80 m, per girar després a 45° (SW-NE) i continuar 40 m més fins que topa amb un esfondrament que sembla impedir la progressió. Un petit espai (pas dels Blocs) permet passar a l'altra sala. L'altra branca d'accés s'inicia als llacs de sostre baix i poc visibles de la sala d'Entrada, progressant 75 m fins que connecta amb la galeria principal. Bona part de les galeries estan recobertes de sediment o de blocs caiguts de sostres i parets. En general la galeria està poc dotada d'espeleotemes, exceptuant localitzacions molt concretes.

SALA ESFONDRADA

Superat el pas dels Blocs s'accedeix a una sala de 50 x 27 m de dimensions màximes (Figs. 9.6.8, 9.6.21), de poca fondària, ja que el terra està en alguns llocs només a -5 m

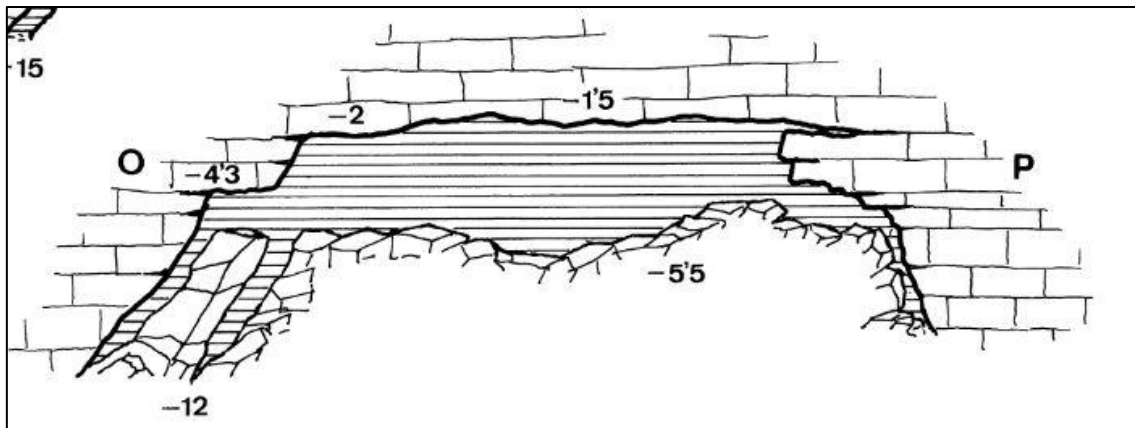


Figura 9.6.8: Secció de la sala Esfondrada. Els blocs acumulats al terra i l'absència d'espeleotemes són els trets més definitoris de l'àmbit.

de fondària i el sostre a -1,5 m. La continuació de la sala, a 260 m des de l'inici de la immersió, es troba al pas dels Gladiadors que possibilita prosseguir de cap a les galeries Fondes.

GALERIES FONDES

Una vegada superat l'estretor (pas dels Gladiadors), a 19 m de fondària, s'obrin dues galeries (Fig. 9.6.12). La que segueix en direcció 45° (SW-NE) presenta bona part de la paret esquerra molt llisa, sense morfologies de corrosió, mentre que hi són presents a la paret dreta. Algunes columnes subdivideixen la galeria i tanquen possibles continuacions als 50 m. La branca que gira a l'W segueix 80 m. Les morfologies esponjiformes són abundants i els espeleotemes són més bé escassos. Destaca una franja de concreció freàtica, poc espectacular, a -19 m. Tot aquest sector oscil·la entre unes fondàries que van dels 18 als 22 m.

GALERIA DELS POLIQUETS

Tornant a la galeria dels *Myotragus* parteixen dues bifurcacions que, a través d'un caos de grans blocs, pedres i formacions, porten a una sala molt decorada. Tota aquesta zona és molt laberíntica, amb nivells superiors i inferiors entre els blocs que subdivideixen la galeria. Aferrats a les parets i blocs s'aprecia algun tub de poliquest calcari, que ens indica la presència de corrents. La continuació de la sala és una galeria de secció semicircular que porta, als 110 m des de l'inici del pas Amagat, fins un balcó que permet contemplar el volum i la decoració que caracteritza la sala següent.

SALA BERMUDACARIS

Els espeleotemes són especialment abundants per tot arreu (Fig. 9.6.20). Les formacions i massissos estalagmítics subdivideixen la sala. Part de la paret S presenta una regata de corrosió amb pentinades de roca associades. També són freqüents algunes galeries iniciadores i cúpules de corrosió parietals. Un detall interessant és la presència de polígons de retracció, alguns recoberts de colada estalagmítica en diversos llocs de la sala. Els poliquets són més abundants que abans. Als 35 m des del balcó (285 des del principi de la zona submergida) un laminador permet continuar la progressió.

SALA DE LES *BONELLIA VIRIDIS*

El laminador de la Correntia, d'uns 15 m de llarg i 0'5 m d'alçària permet accedir a una zona de blocs superposats i formacions que compliquen i gairebé tanquen l'avanc en diversos llocs. Després del laminador, un nivell inferior ens permet situar-nos en una saleta de 14 m de fondària. Aquí són abundants els paleonivells freàtics corresponents al nivell -13,1 m. La continuació es fa entre blocs i espeleotemes que dificulten la progressió fins a comunicar amb aquesta sala, la més espectacular de la cavitat, tant pel volum com per la mida de les formacions secundàries (Figs. 9.6.9, 9.6.10). Les dimensions són 57 x 60 m, amb una cambra central d'aire de 27 x 12 m. La fondària a les voreres de la sala és d'uns 11 m, disminuint progressivament la profunditat cap al centre. El fang, parets i concrecions estan recobertes per gran nombre d'exemplars de l'equiür *Bonellia viridis* el qual mostra les probòscides negro-verdoses d'un metre i mig de llarg. L'accés a la sala (laminador de la Correntia) es fa entre els -9'5 i -10 m de fondària i prossegueix a una profunditat lleugerament major a la sala.

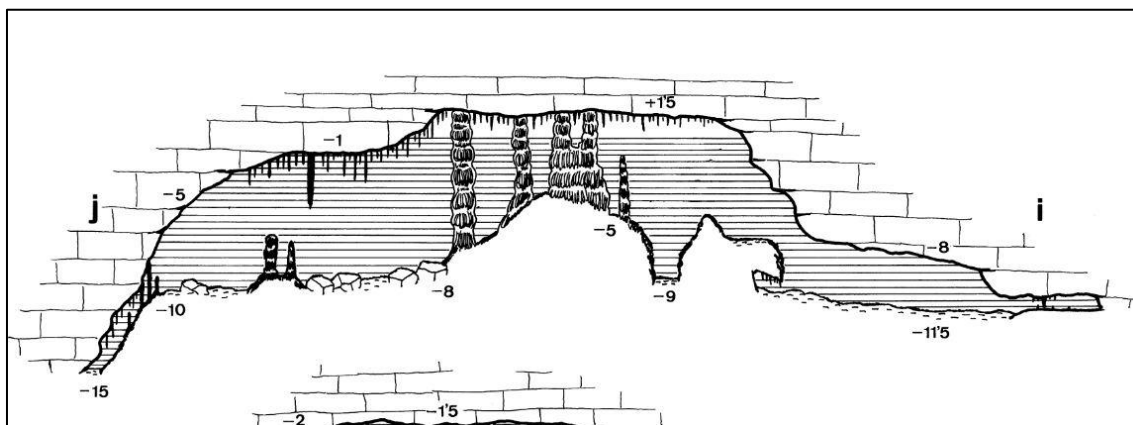


Figura 9.6.9: Secció de la sala de les *Bonellia viridis*. Constitueix l'àmbit de més volum de la cavitat.

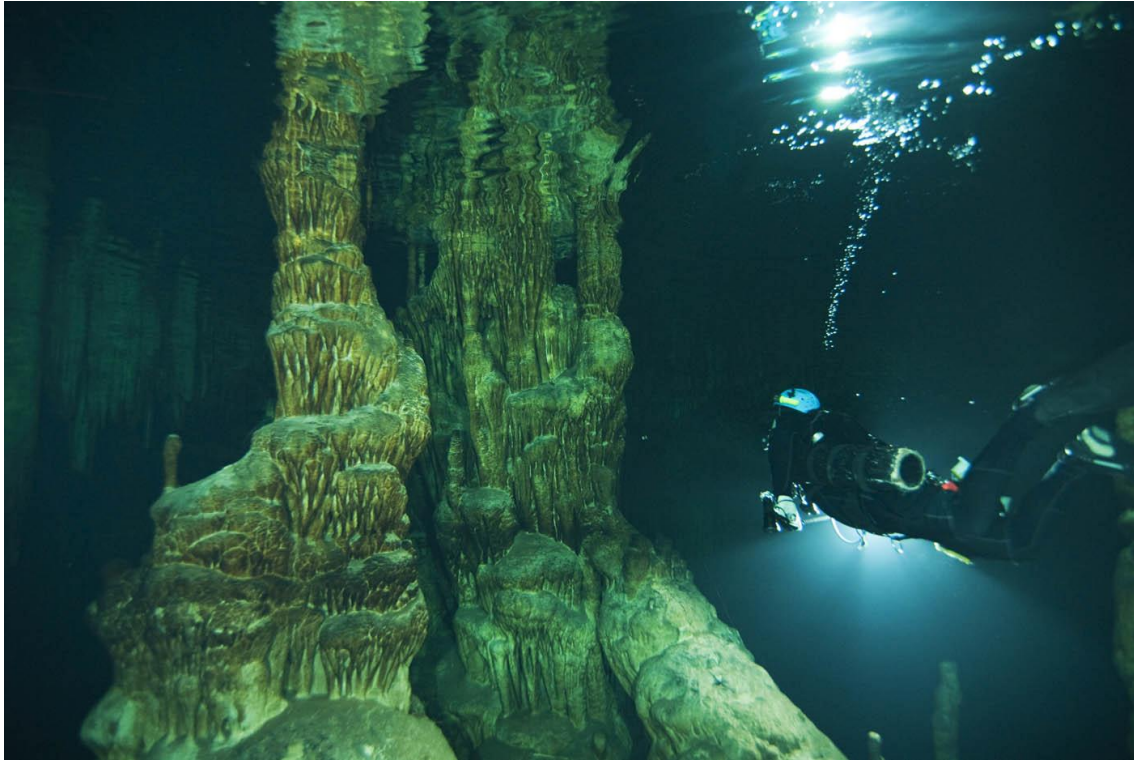


Figura 9.6.10: Sala de les *Bonellia viridis*. Grans columnes que sobresurten fora de l'aigua.
Foto A. Cirer.

La capa d'aigua que es divisa per damunt del bussejador és d'un color verdós fosc que impossibilita als 7-8 m la visió del que hi ha al damunt. Sembla que una capa de núvols cobreix la sala. Els sediments que recobreixen el terra i formacions a molts d'indrets són de color negre. La direcció predominant a partir d'ara és W-E (90°). Si se supera la desagradable picnoclina, on s'acumulen les aigües brutes de pous negres, s'accedeix a la zona més decorada de la sala, ja que tant el sostre com el terra estan dotats de formacions espectaculars de tota mida. La franja de mescla d'aigües presenta abundants crustacis planctònics de petita mida que semblen alimentar-se dels bacteris o restes de matèria orgànica que s'acumula en aquesta franja. A la capa superior, qualque preservatiu a mitges aigües ha estat vist entre els bells degotissos i juntament amb el fang negre ens confirma la infiltració d'aigües residuals dins la cavitat. Una àmplia galeria entre els -10 i -13'5 m de profunditat, amb presència d'una elevada densitat de poliquets, i alguna compresa al terra, permet accedir a la següent sala.

SALA DEL POU NEGRE

La galeria comunica per baix amb una gran sala, que per la brutícia de les seves aigües, especialment a la zona de la picnoclina, impossibilita apreciar les seves

dimensions reals. Aquí la presència d'aigües brutes és del tot evident: restes de compreses i altres deixalles al terra, fang negre recobert en gran part pels micelis d'un fong blanc. Les formacions de parets i sostres estan recobertes de filaments. S'aprecia sobre el sediment la presència de gran quantitat de crustacis que, juntament amb els organismes sèssils filtradors i detritívors, es deuen alimentar de les restes orgàniques. Les dimensions màximes de la sala són de 45 x 35 m, amb una cambra central d'aire d'uns 30 x 13 m. Superar la picnoclina, amb les aigües de color negre intens i amb una visibilitat de pocs centímetres de distància, és un acte extraordinàriament desagradable, fatigós i perillós. La cambra d'aire, de baixa altura, està recoberta parcialment d'arrels d'arbres i mancada de concrecions. La sala està presidida pel gran conus de sediment central, amb els laterals amb espeleotemes.

SALA FINAL

Aquí s'assoleixen els 515 m des del començament de la immersió i els 617 m en cas d'agregar la part terrestre de l'entrada. Un pas entre formacions, que per poc no tanca l'accés, permet entrar a la sala. Al començament de la sala han estat vistes gambes vermelles *Palaemon serratus*, clars indicadors de la influència marina. Els massissos estalagmítics i la gran riquesa d'espeleotemes subdivideixen l'espai formant falses galeries i cambres. Als costats N i E es troben abundants morfologies de corrosió tipus *spongework* i cambres circulars de dissolució (*phreatic chambers*) connectades per petits laminadors. Una d'aquestes cambres constitueix el punt més allunyat de la cavitat.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La zona terrestre de la cova (sala d'Entrada i sala de les Ratapinyades) té per damunt, en superfície, l'ileta compresa entre el carrer Leonardo da Vinci i els altres dos carrers que l'envolten (Fig. 9.6.11). La cota exterior situada al damunt és de 22 a 27 m per sobre del nivell marí i el gruix de roca va des dels 1'5 m als més de 30 m en alguns indrets de la galeria dels Gal·lesos. L'extrem de la sala de les Ratapinyades per poc no arriba a estar situada per davall de l'avinguda principal. La galeria dels Myotragus travessa la garriga i el carrer, en direcció E. Les galeries Fondes comencen després del carrer Leonardo da Vinci i van paral·leles al torrent de cap al S. La sala Esfondrada, part de la galeria dels Myotragus i part de la galeria dels Poliquets se situen per davall de

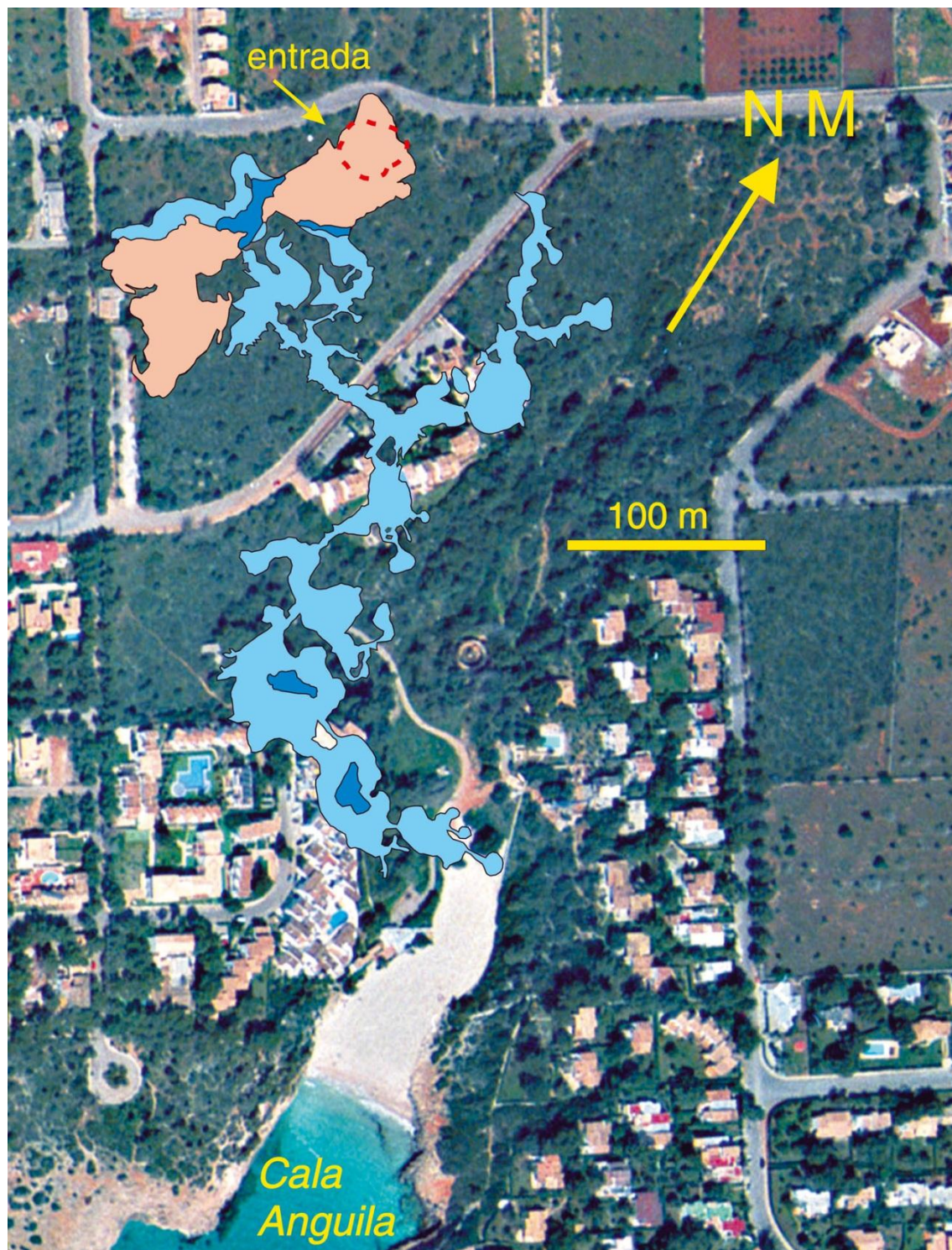


Figura 9.6.11: Topografia de la cavitat superposada a la fotografia aèria. En color marró està representada la part terrestre, en color blau cel les galeries i sales subaquàtiques i en color blau marí els llacs i les cambres aquàtiques amb aire al damunt.

dos complexes d'apartaments, amb un gruix de roca que va dels 40 m a les galeries Fondes fins a uns 16 m a la sala Esfondrada. Després de passar per davall d'una zona de garriga, sense construccions, la cavitat gira de cap a l'E. En aquest lloc, la sala de les Bonellia viridis i la sala del Pou Negre tenen parcialment al damunt les construccions del vessant W de cala Anguila. La potència de roca va dels 26 m als 8 m aproximadament. La sala Final es troba a poc més d'un centenar de metres de la mar, per davall de la platja de cala Anguila.

Espeleogènesi

La litologia de la zona és bàsica alhora d'explicar i interpretar els mecanismes espeleogenètics. Els materials escullosos del Miocè superior, on està integrada la cavitat, són molt porosos i solubles. També creiem que l'aportació d'aigua al·lòctona procedent de les serres de Llevant provoca un increment del flux que drena de cap a la mar, ja que les plataformes tabulars postorogèniques miocenes es troben just al costat de les elevacions muntanyoses. Aquests fets impliquen un major afavoriment de la xarxa de dissolució càrstica que aprofita fractures preexistents i masses de roques de diferents característiques litològiques.

El color de la roca és blanca, una mica marró (10YR8/3 marró molt pàl·lid). Les anàlisi semi-quantitatives per difracció de RX efectuades a la roca han donat valors normals d'entre 100% de calcita en 6 mostres a 98,09% de calcita i 1,91% de quars en una localització. Des del punt de vista morfogenètic s'han detectat diferències

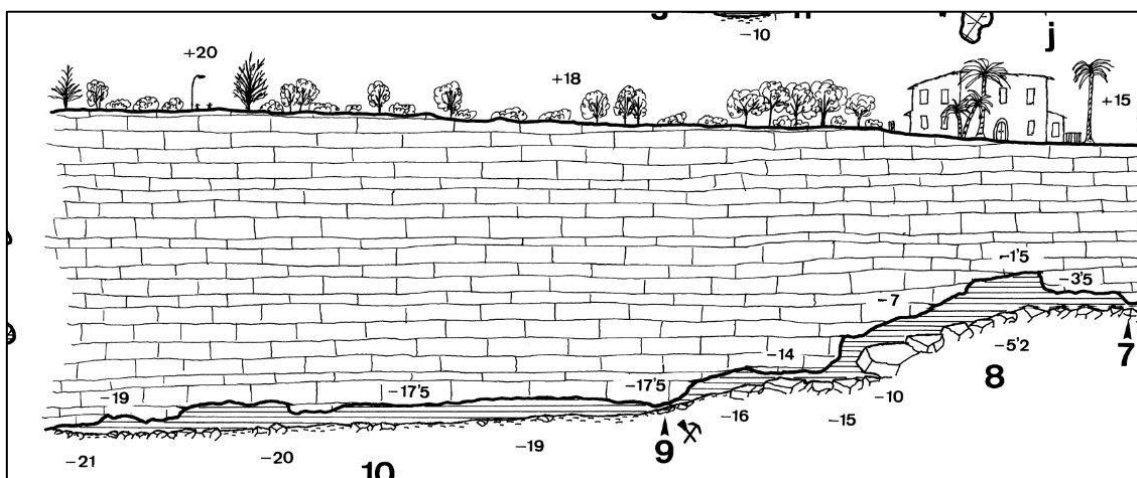


Figura 9.6.12: Perfil de part de les galeries Fondes. Correspon a un nivell d'espeleogènesi més baix que la majoria de la cavitat.

litològiques puntuals que condicionen les morfologies resultants. S'han documentat i analitzat parets de galeria sense morfologies de corrosió amb valors de 2,82% de quars i 98,05% de dolomita a les galeries Fondes, just a la vora d'altres amb valors de calcita de 99,25% i quars 0,75%, amb presència d'abundants morfologies de corrosió parietals.

L'espeleogènesi correspon a la típica de les cavitats freàtiques litorals. S'han determinat dos horitzons principals d'espeleogènesi a la cavitat, un d'ells entre -8,8 i -10,2 m i l'altre entre -17,5 i -21 m (Figs. 9.6.12, 9.4.14). Les cavitats presenten galeries en diferents estadis evolutius: els conductes iniciadors estan poc modificats verticalment respecte a l'horitzó d'inici dels processos corrosius. Algunes tenen morfologies de corrosió predominants amb pocs indicis d'esfondraments i es veu com galeries properes s'uneixen i els envans i parets separadores es dissolen i cauen. La predominança en algunes zones de processos corrosius deguts a l'agressivitat química de l'aigua és del tot evident i és la característica definitòria de les formes resultants. En altres galeries predominen els esfondraments, formant caos de blocs i d'espeleotemes caiguts, molt sovint recoberts per formacions estalagmítiques, que amaguen i desdibuixen l'origen freàtic de les galeries i sales, i que en moltes ocasions tanquen l'accés a les continuacions de la cova. En tota la zona terrestre predominen els processos clàstics, i no s'observen morfologies de corrosió representatives. Aquesta caracterització es pot extrapolar a la formació de l'entrada, per esfondrament d'una part de la galeria terrestre, fins a connectar amb la superfície.

Anàlisi morfomètrica de la cavitat

L'anàlisi s'ha centrat en l'avaluació estadística de dos paràmetres espacials molt concrets: per una part la determinació de la dimensió de les amplades de les galeries i sales de la cova i, per altra banda, la quantificació de la distribució en vertical (o sigui, la fondària) del desenvolupament dels buits que componen la cavitat. Aquesta informació pot ser fàcilment obtinguda a partir de la topografia de la cavitat, de la qual es pot aprofitar la informació subministrada, mitjançant tractament estadístic. La publicació de GINÉS *et al.* (2013) va ésser la primera que es va ocupar de l'anàlisi morfomètrica detallada d'una cova de la regió càrstica del Migjorn, en concret de la cova Genovesa.

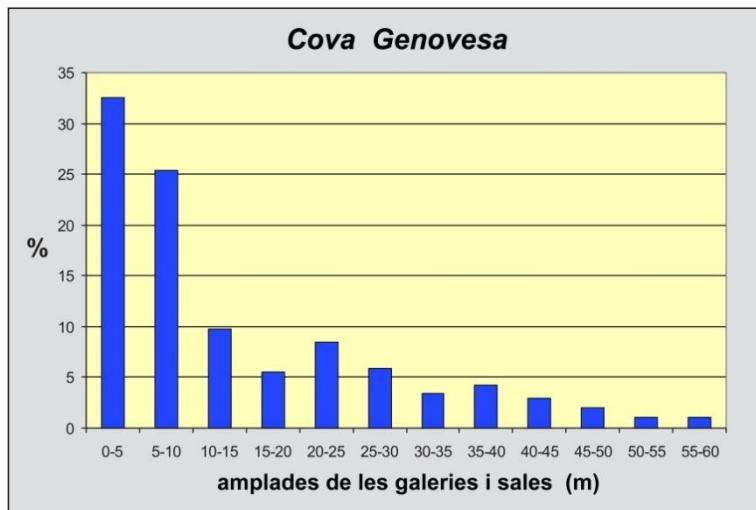


Figura 9.6.13: Distribució de freqüències de les amplades de les galeries. Segons GINÉS *et al.* (2013).

Els resultats obtinguts demostren que el 58% de la cova és més ampla de 5 m, i més d'un 27% superiors a 20 m d'amplària. La distribució de freqüències assenyalava dos pics significatius per a l'amplària de les classes de 20 a 25 m i 35 a 40 m, que estan clarament relacionades amb l'important esfondrament que afecta a gran part de la cova (Fig. 9.6.13).

Considerem molt important, a l'hora d'estudiar una cavitat de certes dimensions, ubicar els diferents nivells horitzontals de la cavitat, per esbrinar els horitzons espeleogenètics associats a l'evolució de la cova.

Amb aquest propòsit, un mètode útil ha consistit senzillament en traçar un conjunt horitzontal de línies paral·leles i equidistants a través de la totalitat del perfil estès de la cova, i mesurar quanta longitud de galeries i sales ha estat interceptada per cada línia anivellada. Aquestes distribucions de freqüència corresponen a la quantitat d'espai buit interceptat a cada nivell, i indicaria presumiblement la ubicació d'horitzons preferents, on l'erosió càrstica ha generat més cova.

En el cas de la cova Genovesa dues freqüències complementàries d'anàlisi de distribució han estat efectuats. El primer, ha resultat més senzill de mesurar, a partir dels perfils publicats a GRÀCIA *et al.* (2003a). S'ha quantificat la quantitat total de la cova interceptada a intervals d'alçat de 2 m. Els resultats obtinguts mostren un màxim excepcional de buits de cova col·locats a 10 m per sota del nivell de la mar, així com un altre nivell entre -18 i -18,8 m (Fig. 9.6.14). Alhora, demostra que aproximadament el 40 % del total topografiat dels passatges i les cambres estan compresos entre 6 i 10 m sota el nivell del mar actual. D'altra banda, s'ha efectuat una segona estadística per considerar també mesurables els espais buits de l'espai ocupat presumiblement pels

Cova Genovesa

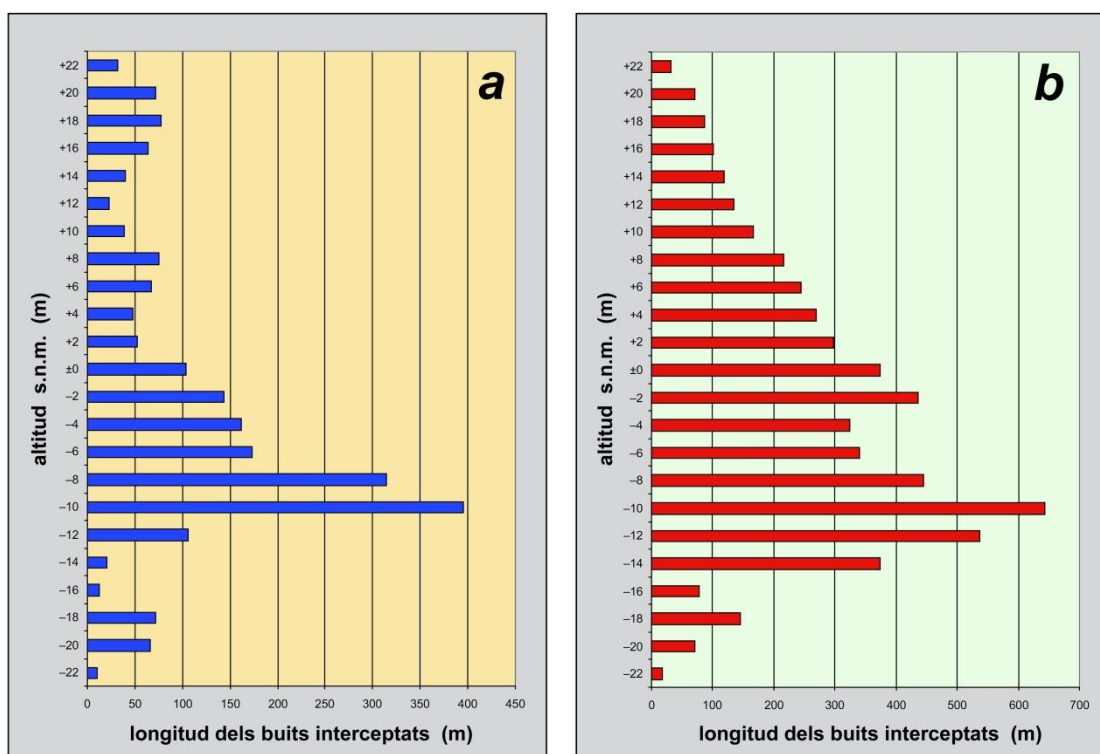


Figura 9.6.14: Distribució de freqüències corresponent al desenvolupament vertical. Longitud dels passatges de la cova quantificats a intervals de 2 m de fondària. a) Estadística feta únicament a partir dels espais buits. b) Estadística a on s'han mesurat també els espais ocupats presumiblement pels gran blocs que constitueixen el pis de les cambres d'esfondrament. Segons GINÉS *et al.* (2013).

gran blocs que constitueixen el pis de les cambres d'esfondrament. El processament del buit total de la cova, espai buit a més a més del volum ocupat pels blocs caiguts, mostren una freqüència més suavitzada de distribució, però les cotes més abundants de buit segueixen essent al voltant dels 10 m per sota del nivell del mar. També es detecten dos nivells menors a 2 i 18 m s.n.m. Les dades estadístiques obtingudes mitjançant ambdós procediments suggereixen 10 m s.n.m com a important horitzó d'espeleogènesi a la cova Genovesa, així com indicar l'existència d'un segon horitzó a -18 m.

Característiques hidrogràfiques de la cavitat

El règim tèrmic i de salinitat de les aigües de la cova Genovesa ha estat estudiat mitjançant una sonda oceanogràfica AANDERAA pertanyent a l'IMEDEA. A la cavitat es dona un cas de presència de picnoclines múltiples, l'aigua superficial és ja d'entrada salobrosa (salinitat al voltant del 4 ‰), i ens trobem immediatament una

picnoclina superficial desenvolupada entre 1 i 3'5 m (Fig. 9.6.16) on l'aigua ateny els 13'5 ‰ de salinitat (Fig. 9.6.15). Per davall d'aquesta cota la salinitat de l'aigua es manté estable fins als 9 m de fondària. Aquesta capa d'aigua situada entre els 3'5 i els 9 m constitueix una de les dues masses d'aigua caracteritzables a la cavitat. Dels 9 m fins als 13 m es desenvolupa una segona picnoclina, fins que l'aigua ateny salinitats pràcticament marines (36 ‰). Aquesta segona massa d'aigua marina ocupa la resta de la columna d'aigua, fins els 20 m de fondària màxima de la cavitat.

La comparació dels perfils de salinitat de la columna d'aigua als diferents sectors de la cova Genovesa ha permès detectar una distorsió important de la columna a la zona propera al pou negre, on el gruix de la lens superficial d'aigua dolça és apreciable (als 2 m superficials l'aigua té una salinitat inferior a 1 ‰, i no ateny els 5 ‰ fins als 6 m). Això s'explica per la intensitat dels abocaments d'aigües residuals en l'esmentada sala, i a l'aparent dificultat que aquesta aigua dolça contaminada ("aigües brutes") té per difondre's horitzontalment cap a la resta de sectors de la cavitat. La connexió d'aquestes sales amb la resta de la cavitat es fa pel laminador de la correntia situat entre -9'5 i -10 m de fondària, fet que dificulta la comunicació de l'aigua de les capes superficials (GRÀCIA *et al.*, 2003a).

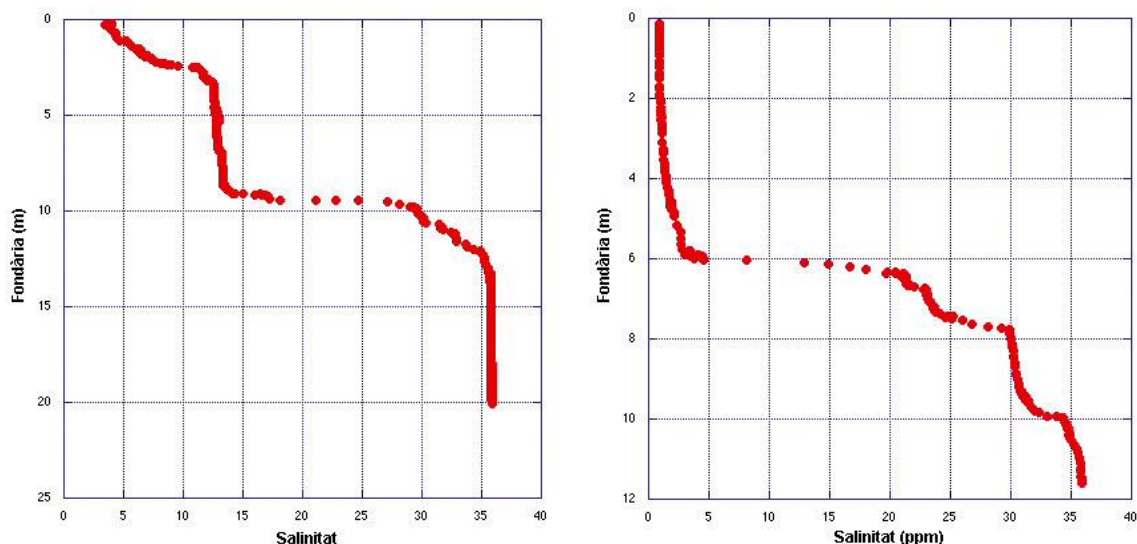


Figura 9.6.15: Esquerra. Perfil de Salinitat (‰) integrat de la sala d'entrada i la galeria Esfondrada. Poden distingir-se clarament dues masses d'aigua ben diferenciades, una entre els 3 i els 9 m, i l'altra entre 13 i el fons de la cavitat (20 m).

Dreta. Distorsió del perfil de Salinitat (‰) a la sala del Pou Negre resultant de l'abocament incontrolat i continu de volums considerables d'aigües residuals. El gruix d'aigua dessalada és considerable (fins a 6 m, amb els 2 m més superficials amb salinitat inferior a l'1‰).



Figura 9.6.16: Primers metres d'aigua del llac d'entrada, amb un grau de salinitat de l'ordre de 4 per mil. La temperatura de l'aigua superficial és de 14° i als -3 m s'assoleix els 19° C. S'observa una franja horitzontal clara a -1,2 m de profunditat que està present per gairebé tot el llac d'entrada. (Foto: R. Landreth).

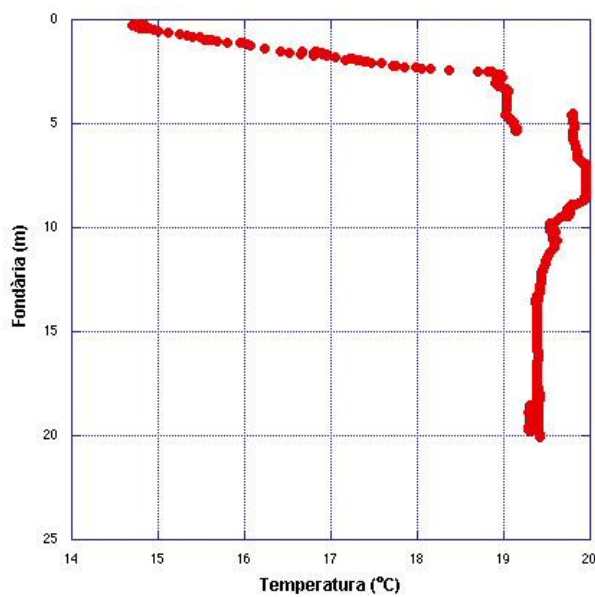


Figura 9.6.17: Perfil integrat de temperatura de l'aigua corresponent a la sala d'Entrada i la galeria Esfondrada. Es distingeix una termoclina acusada entre la superfície i els 3 m de fondària, quan la temperatura de l'aigua s'estabilitza i es manté entre 19 i 20° C fins el fons de la cavitat. Es produeix una estratificació inversa, amb l'aigua més calenta ocupant les capes fones i la freda les superficials, tan característica dels llacs anquihalins.

El règim tèrmic de les aigües de la cova Genovesa és també peculiar (Fig. 9.6.17). La columna d'aigua presenta una acusada estratificació tèrmica, si bé aquesta és inversa: l'aigua més calenta (entre 19 i 20 °C) ocupa les capes més fondes de la cavitat (des de 3 m per avall), en lloc de trobar-se en superfície. Per sobre trobem una massa d'aigua en la que es desenvolupa una acusada termoclina (des dels 14'8 °C de la superfície als esmentats 19 °C a 3 m de fondària). Aquesta estratificació inversa s'explica per la salinitat més elevada de l'aigua marina, que la fa més densa que l'aigua dolça o salobre per molt freda que aquesta sigui. L'aigua superficial dels llacs és per altra banda més freda que la fonda per mor de la pèrdua de calor que pateix cap a l'atmosfera de la sala d'Entrada de la cavitat, en connexió amb l'exterior. Aquest fet no passa a les cambres d'aire interiors, sense connexió directa amb l'exterior (sala del Pou Negre i sala de les Bonellia viridis).

Els corrents són especialment apreciables a la cova Genovesa al laminador de la Correntia.

Morfologies de corrosió

MEGAFORMES

Sistemes de cavitats ramiformes (*ramiform caves*)

La cavitat és un exemple ben representatiu d'aquesta megaforma. Està formada per una sèrie d'unitats d'esfondrament que s'han anat connectant i creixent tridimensionalment (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2007a, 2010a), fins a donar lloc a una disposició en planta de caràcter *ramiforme* 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, 2009), 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.

Galeries freàtiques de secció circular (*tubular passages*)

Són abundants per tot arreu de la cavitat, però en formes i estats evolutius diferents. A la galeria dels Myotragus formen galeries paral·leles, que en alguns casos

s'han fusionat amb la principal. Aquest cas és molt visible al començament de la galeria, accedint des de la sala GNM. Alguns d'aquests conductes paral·lels tenen diàmetres de 1,5; 0,6 i 0,3 m respectivament. També hi ha una galeria freàtica de secció semicircular que forma una galeria estreta que ve des dels llacs situats a l'E. A les sales Fondes, totes les galeries en sí ho són. Per tant, per a la cova Genovesa tenim clarament diversos horitzons d'espeleogènesi: un molt clar que comprèn entre -8,8 i -10,2 m (als tubs freàtics de la galeria dels Myotragus entre -9 i -9,9 m; al tub freàtic de la galeria dels Poliquets entre -8,8 i -10,2 m) i l'altre a les galeries Fondes entre -17,5 i -21 m.

MESOFORMES

(morfologies de corrosió d'ordre deca mètric a mètric)

Cambres freàtiques circulars (*phreatic chambers, globular chambers*)

Són unitats de dissolució semi-independents de forma circular i de sostre generalment baix, 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 comprès entre 6 i 11 m. Algunes de les cambres estan connectades amb la resta de la cavitat mitjançant estrets tubs freàtics. Es troben presents als laterals de la galeria Myotragus i a la sala Final. Algunes de les cambres estan connectades amb la resta de la cavitat mitjançant estrets corredors freàtics (GRÀCIA *et al.*, 2003a).

Columnes de roca (*rock pillars*) i **Envans** (*partitions, rock spans*)

Les primeres són poc abundants, però els envans es troben presents en diferents indrets i estadis evolutius.

Facetes (*solution facets*) i **Regates de corrosió** (*corrosion notches*)

A la cova Genovesa se n'han observat al començament de la galeria dels Myotragus, associades a galeries freàtiques laterals, de les quals constitueixen els flancs (Fig. 9.6.18). La cota de les regates de corrosió és als -7,8 m, que té continuació inferior amb les facetes entre -7,8 i -8,7 m. Les regates més visibles es troben a la paret de la sala Bermudacaris, als -10,5 m, que tenen continuació inferior facetes localitzades entre -10,5 i -11,1 m.



Figura 9.6.18: Espeleobus-sejador col·locat lateralment devora una regata de corrosió amb morfologies associades de la sala *Bermudacaris*. (Foto: O. Espinasa).

Morfologies espongiformes (*spongework*)

Són abundants al final de la sala Esfondrada, a les galeries Fondes i en part de la sala Final.

Conductes seminals o iniciadors

Així a qualche racó de la sala GNM es troben cruïses difícilment penetrables que es van fent estrets de cap a l'interior.

MICROFORMES (morfologies de corrosió d'ordre mètric a centimètric)

Cúpules (*cupolas* o *bellholles*)

Són freqüents a la sala de les *Bonellia viridis*.

Franges fosques horitzontals

Es tracta de franges horitzontals, normalment de colors foscos, que estan presents a les parets d'algunes cavitats (GRÀCIA *et al.*, 2000, 2001a, 2001b). Semblen impregnacions de fang sobre les parets i espeleotemes que formen una marca nítida horitzontal per diferència de coloració (Fig. 9.6.39). En principi podrien haver-se format, tant a la zona epifreàtica, assenyalant un antic nivell del llac, com a la zona de mescla, indicant en aquest cas un nivell de picnolina. En aquesta darrera hipòtesi el

fang en suspensió que du l'aigua es dipositaria al costat de la franja de mescla que serveix de superfície de repòs de les fines partícules de sediment. A la sala del Pou Negre es poden observar franges fosques horitzontals formades per acumulació de restes orgàniques de les aigües fecals a la zona de picnoclina. Aquest fet podria demostrar la gènesi d'aquestes franges fosques per aquest procés. Pensam que la gènesi de la franja clara a -1,2 m de la superfície del llac obeeix més bé a un nivell pretèrit del llac. Les cotes a les quals s'observen franges horitzontals de coloració són: al llac d'entrada: una de color blanc a -1,2 m, que coincideix amb la passera submergida a la qual també afecta; i també a -1'7 m i -2'4 m, aquestes de color fosc. Una franja fosca a -8'4 m, és visible a diversos llocs de la galeria dels Myotragus i de la galeria dels Poliquets.

Els espeleotemes

Estan presents quantitativament de forma molt diferent segons els sectors de la cavitat. Són especialment freqüents a la galeria dels Gal·lesos, la sala Bermudacarís, la sala de les *Bonellia viridis* i la sala Final en forma de massissos estalagmítics,



Figura 9.6.19: Alguns indrets de la cavitat formen autèntics boscos d'espeleotemes per on és complicat avançar. Foto A. Cirer.

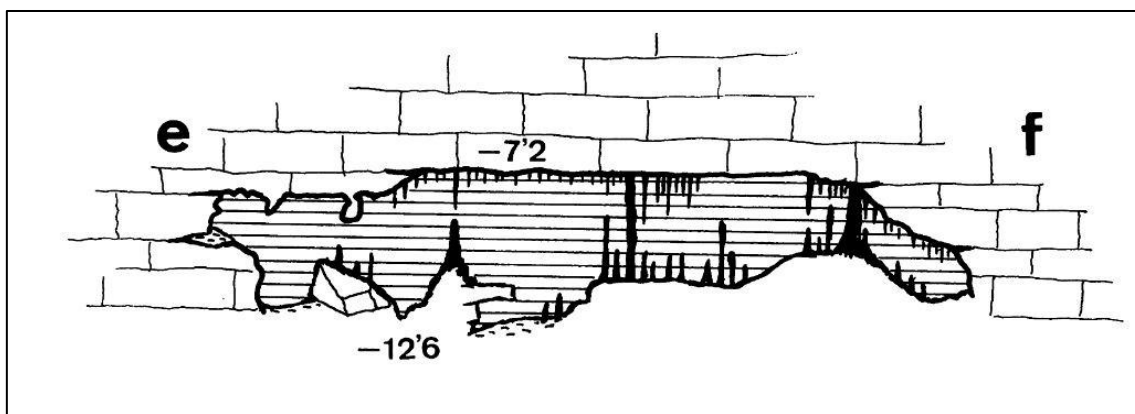


Figura 9.6.20: Secció de la sala *Bermudacarís*, una de les zones més decorada de la cavitat.

columnes, colades estalagmítiques, estalagmites i boscos d'estalactites (Figs.9.6.19, 9.6.20). En alguns d'aquests llocs actuen compartimentant l'espai. Altres zones de la gruta tenen abundància de formacions secundàries, però localitzades a llocs més reduïts: a la cota més alta de la sala de les Ratapinyades, alguna sala i laterals de la galeria dels Poliquets, sala GNM, entre d'altres. L'estat de conservació dels espeleotemes és variable segons els llocs. Les formacions en millor estat de conservació són les de la sala de les Bonellia viridis i la sala Final. És ben patent, especialment a la galeria dels Myotragus, la descalcificació que ha afectat les formacions, que gairebé han desaparegut a molts llocs.

ESPELEOTEMES FREÀTICS

Al llac d'entrada i a diversos indrets de la sala de les Ratapinyades s'observa una franja de sobrecreixement a + 2 m per damunt del nivell freàtic actual. També són freqüents els espeleotemes freàtics subactuals. La tònica actual observada a les aigües superficials del llac d'entrada de la cavitat és la sobresaturació, responsable de la continuïtat en l'engrossiment característic i en la formació de làmines de calcita flotant. S'han recollit mostres de paleonivells d'espeleotemes freàtics per sota del nivell freàtic a -13,1 m (després del laminador de la Correntia) i -19,3 m (part terminal de les galeries Fondes) per a la seva datació per mitjans radiomètrics.

Sales d'esfondrament

Hi ha 6 grans unitats d'esfondrament que conformen la cavitat, a més a més de diverses galeries freàtiques connectades (consultar capítol 16); les sales d'esfondrament són: la sala d'Entrada, la sala de les Ratapinyades, el començament de la galeria dels Poliquets, la sala Esfondrada (Fig. 9.6.21), la sala de les *Bonellia viridis* i la sala del Pou Negre (Fig. 9.6.28). La sala d'Entrada presenta una longitud que supera el centenar de metres, si es comptabilitza les zones noves documentades per BERMEJO *et al.* (2014) i una amplària d'una cinquantena de metres, la qual cosa representa 5000 m² de superfície. La sala de les Rates-Pinyades inclou també la galeria dels Gal·lesos i part de la sala Grup Nord de Mallorca. Aquesta supera els 100 m de longitud i els 80 m d'amplària i suposa 8000 m². La zona que afecta a la galeria dels Poliquets, prop de la galeria dels *Myotragus*, és de 50 x 20 m, amb una àrea de 1000 m². La sala Esfondrada presenta unes dimensions de 60 x 30 m, amb 1800 m² d'àrea. La sala de les *Bonellia viridis* 60 x 60 m, amb una superfície de 3600 m². La sala del Pou Negre és de 60 x 35 m i una superfície total de 2100 m². A més a més d'altres petites unitats d'esfondrament no anomenades. La superfície compren així d'entre 8000 m² i 1000 m². Algunes de les



Figura 9.6.21: Lateral de la sala Esfondrada, en direcció a les galeries Fondes. Els blocs caiguts no es troben recoberts per cap mena d'espeleotema, el que ens informa de la relativa poca antiguitat dels esfondraments. Foto A. Cirer.

sales es troben recobertes d'espeleotemes i d'altres no, segons l'antiguitat dels esfondraments. Així, per posar els dos extrems més oposats, són pràcticament absents a la sala Esfondrada i molt abundants a la sala de les *Bonellia viridis*.

Els sediments

S'han recollit 42 mostres de sediment de la cavitat, que han servit per a descriure i caracteritzar les diverses fàcies sedimentàries presents. La intenció era fer per primera vegada a Mallorca, l'estudi mineralògic dels sediments d'una cavitat subaquàtica i constatar l'efecte de la contaminació fecal de les aigües als sediments. Es van recollir una sèrie de mostres repartides al llarg de la gruta, normalment recuperant, per a cada localització, una mostra del sediment més superficial i un altra uns centímetres per davall de l'anterior (Fig. 9.6.23). Són visibles a simple vista diferències molt marcades de color entre els primers centímetres dels dipòsits i els situats per davall d'ells. S'han estudiat no només dipòsits sedimentaris que recobreixen el terra, sinó també materials pavimentaris consolidats (de tipus aparentment varvat) i rebliments parietals. Primer es van determinar els percentatges de matèria orgànica presents per calcinació a 500°C durant 2 hores.

Figura 9.6.22: Diffractograms de raigs X de mostres representatives dels materials de la cavitat. A) Mostres del tipus de roca (calcària - BROCA 3- i dolomia - BROCA 2-); B) Mostres de sediment (capa superior -B16- i capa inferior - B26-).

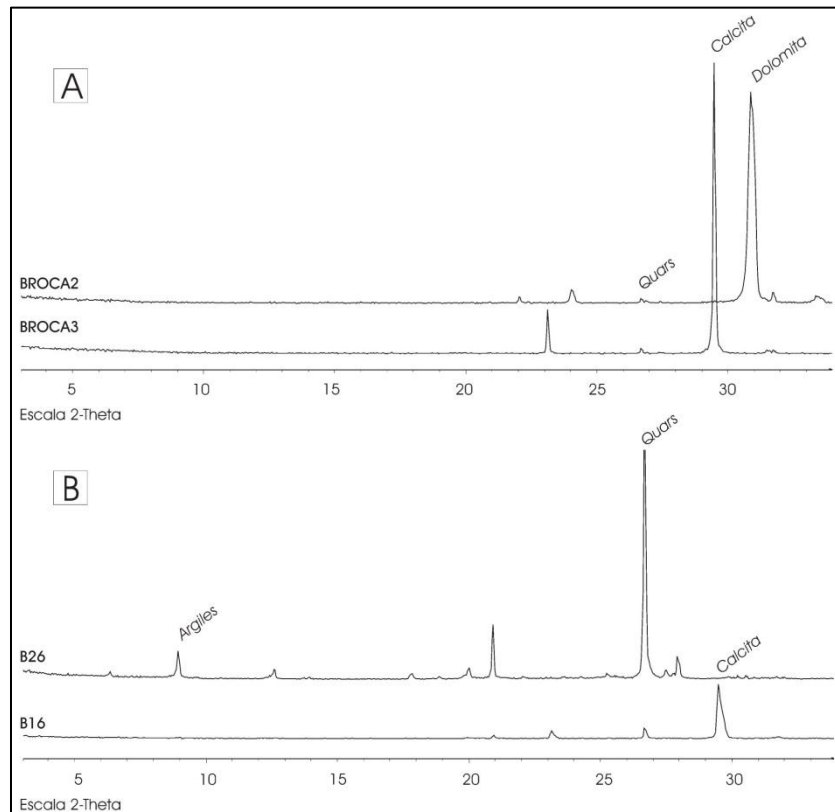
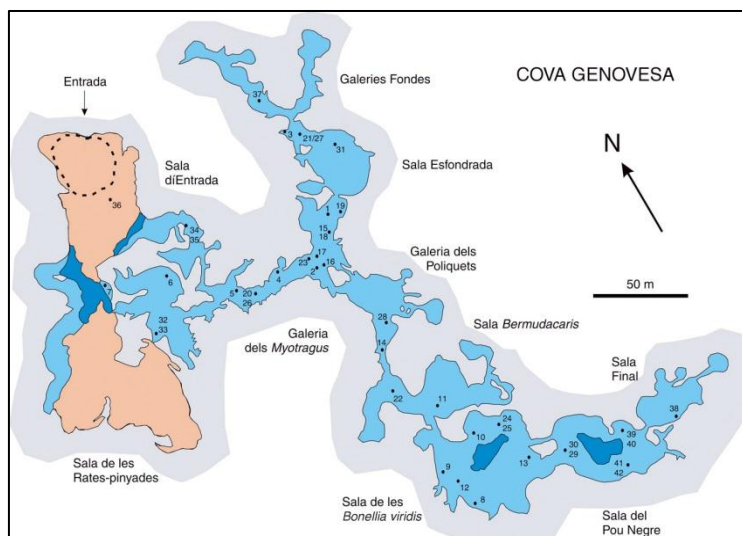


Figura 9.6.23: Esquema topogràfic de la cova Genovesa amb la representació del nivell freàtic i situació de les mostres de sediment recollides.



Les anàlisis mineralògiques de les mostres de sediment mostren la presència de minerals dels grups dels carbonats; minerals de les argiles, quars i feldspats (Fig. 9.6.22). El mineral del grup de les argiles més important observat ha estat la illita, encara que també ha estat detectada la clorita i la palygorskita. La caolinita en un percentatge de 4,09 %, està present només a una mostra de sediments parietals consolidats de les galeries Fondes, a -18,5 m de fondària.

El quars és el mineral dins del grup dels silicats més important en quant a volum, a les capes inferiors. Els minerals del grup del feldspats estan presents com a indicis. Dels minerals evaporítics l'halita és present en algunes mostres. Dels minerals carbonatats la calcita i la dolomita són els més indicatius. El quars i la caolinita són els minerals més característics presents en les pluges de fang (FORNÓS *et al.*, 1997). Aquests es consideren materials de procedència al·lòctona. En el cas dels dipòsits de la cavitat només a una localitat s'ha detectat caolinita. La font al·lòctona sembla ser la més probable, o al menys en una elevada proporció, doncs les anàlisis del contingut residual no calcari de les roques presenten proporcions molt petites, pràcticament testimoniales (al voltant del 1%).

Els dipòsits presenten a moltes localitzacions una estratigrafia marcada per la diferència entre la capa superior de molt pocs centímetres i els sediments inferiors, de molta més potència, sense que hi hagi una zona de transició gradual. Aquest contrast és molt marcat degut a la diferència de color entre els dipòsits. Els materials predominantment carbonatats superiors són de colors grocs (color en humit 10YR7/6

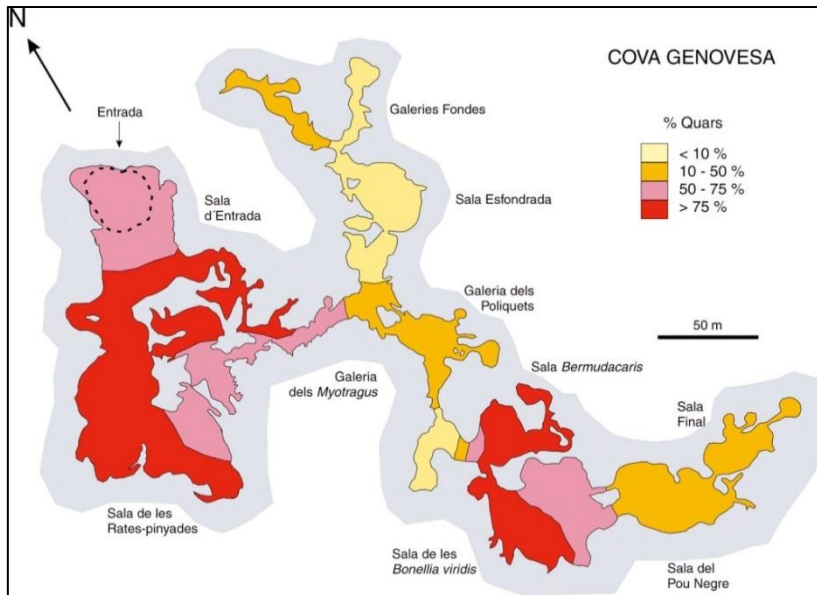


Figura 9.6.24: Distribució del contingut en quars en els sediments de la cova.

groc a color en sec 10YR8/4 marró molt pàl·lid) a grocs vermellosos (color en humit 7.5YR7/8 groc vermell a color en sec 7.5YR8/4 rosa). Els de major presència silícica són de colors vermells (color en humit 2.5YR5/6 vermell a color en sec 5YR6/6 groc vermell) a vermells foscos (color en humit 2.5YR4/6 vermell fosc a color en sec 5YR6/6 groc vermell).

La dissolució preferent dels components de les calcarenites ocasionaria la desintegració de grans de calcita que caurien al terra i s'acumularien formant la capa superior de color clar, i en conseqüència es poden considerar autòctons. La capa inferior, de color vermell, i de major importància en potència, podria correspondre a

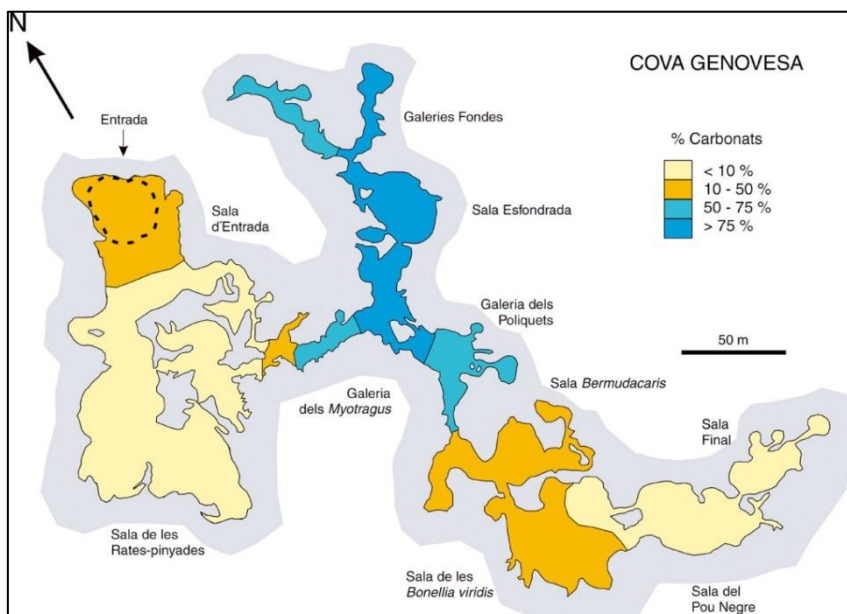


Figura 9.6.25: Esquema topogràfic de la cova Genovesa amb la representació del percentatge de carbonats al sediment.

l'entrada de materials al·lòctons (explicaria la quantitat de quars present) o bé al residu sense poder-se descalcificar de la capa superior en continuar el procés de dissolució al terra de sales i galeries.

La capa superior de sediment, d'elevat contingut carbonatat (Fig. 9.6.25), està present des de la sala GNM, el començament de la galeria dels Myotragus en connexió amb la sala GNM (80,96% de calcita -punt 32-), part de la galeria dels Myotragus (85,52% -punt 15-), la galeria dels Poliquets (68,82% -punt 28-), la sala Bermudacaris (94,12% -punt 22-) i les cambres circulars de dissolució i galeries primigènies (77,34% -punt 19-). Als dos darrers sectors la procedència sembla ésser de desclocament i descalcificació de les formacions secundàries i forma un gra més gruixut que a la resta.

D'ençà de les sales més contaminades el percentatge de calcita davalla de forma considerable (21,49% -punt 39-), però augmenta molt el percentatge de dolomita (fins al 31% -punt 41-). També la zona d'influència de l'entrada (32,34% -punt 36-), llac d'Entrada (0% -punt 7-), començament galeria dels Myotragus pels llacs de l'E (5,75% -punt 34-) i una cinquantena de metres més endavant (52,88% -punt 20-) presenten valors baixos en calcita segurament per la influència d'entrada de sediments al·lòctons.



Figura 9.6.26: Acumulació de sediments antròpics orgànics recoberts de fongs a la sala del Pou Negre. Segurament recobreixen un con de materials naturals de blocs que correspon a una sala d'esfondrament. Foto A. Cirer.

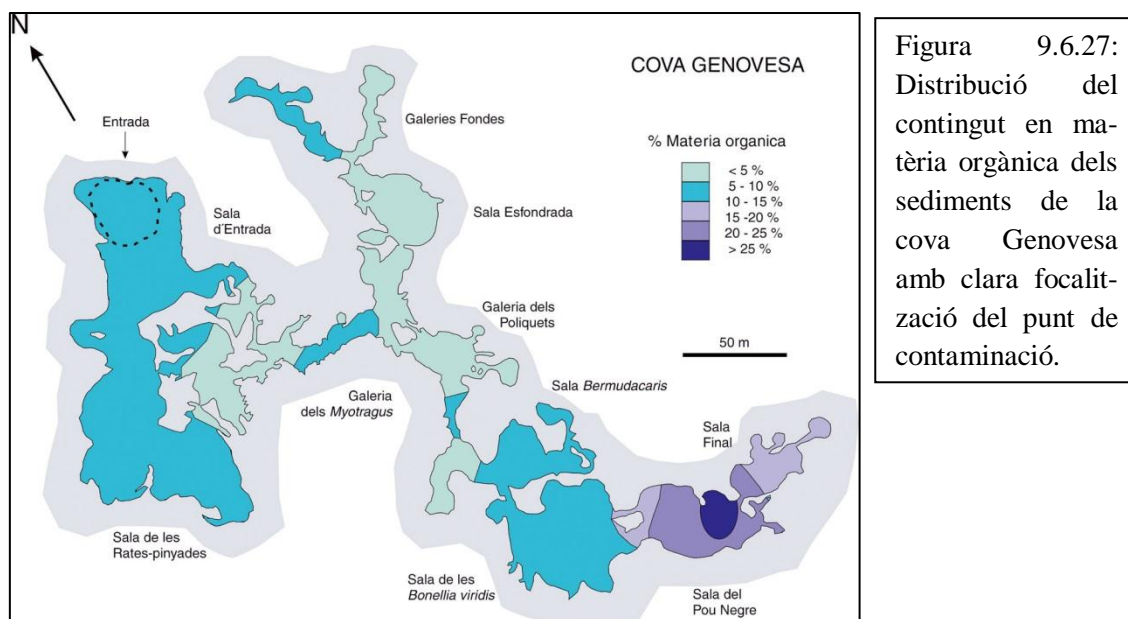


Figura 9.6.27: Distribució del contingut en matèria orgànica dels sediments de la cova Genovesa amb clara focalització del punt de contaminació.

El quars és el mineral més característic de la capa vermella. Aquesta es presenta per molts d'indrets (Fig. 9.6.24), però en ocasions amagada per davall de la prima capa carbonatada. Així tenim valors de l'ordre de 89% (llac d'entrada -punt 7-), 61,07% (inici galeria dels Myotragus -punt 35-), 77,5% (més endavant -punt 26-), 82,80% (sala de les Bonellia viridis -punt 12-). A una paret de sediments consolidats el quars representa el 83,74% (galeries Fondes -broca4-). També els sediments varvats i cimentats estan formats principalment per quars amb valors de 83,89% (sala Bermudacarís - punt 11-) i 91,42% (sala de les Bonellia viridis -punt 9-).

Els feldspats estan distribuïts de forma similar a la dolomita, i presents a les zones d'aportació d'aigües residuals i també associada a les fàcies d'entrada. Els valors més alts es donen a la sala GNM (16,62% -punt 33-) i també són considerables al primer tram de la galeria dels Myotragus (7,13%; 6,38% i 9,81% -punts 34, 35 i 26 respectivament-). A la sala del Pou Negre arribava un 11,65% (punt 40). De la família de les argiles la illita es troba present a quasi tots els punts i repartida per moltes localitzacions, però associada a l'aportació d'aigües residuals i a la zona d'entrada principalment (sala de les Bonellia viridis 13,92% -punt 25-; sediments parietals consolidats galeries Fondes 12,16% -punt broca4-; recobriment columna sala GNM 11,28 -punt 6-). Tant la palygorskita com els feldspats, sense representació litològica a Mallorca, indicarien ben segur una procedència externa i per tant la trobem preferentment lligada a les fàcies d'entrada (-punts 36 i 34-).

Els sediments consolidats estratificats (tipus varves), són presents per molts de llocs de la cavitat: sala Bermudacarís (en aquest indret moltes es troben formant

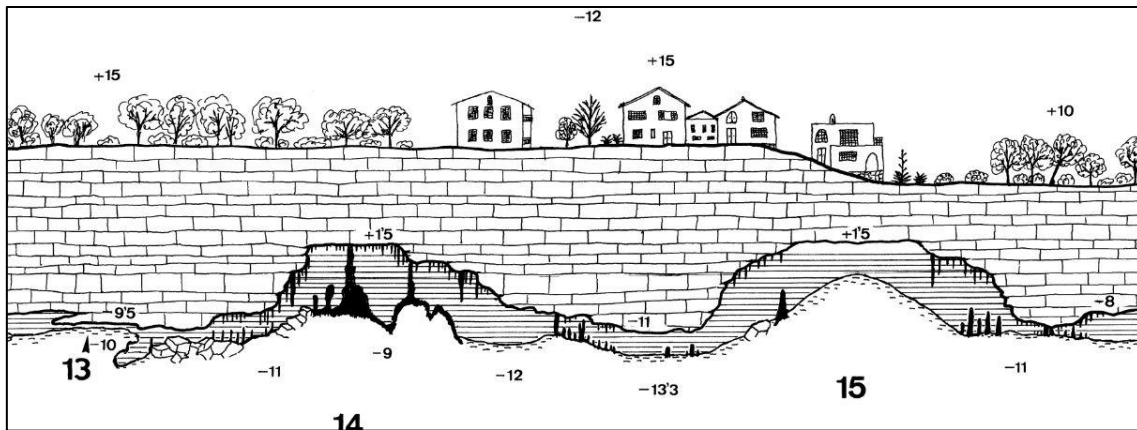


Figura 9.6.28: Perfil de la sala de les *Bonellia viridis* i de la sala del Pou Negre. En aquesta darrera s'observa l'acumulació de sediments relacionats amb les aigües residuals.

polígons de retracció i algunes recobertes per precipitats litoquímics), sala de les *Bonellia viridis*, etc. Presenten el mateix color vermell fosc (en humit 2.5YR3/6 vermell fosc i en sec 2.5YR6/8 vermell -mostra 9- i en humit 2.5YR5/8 vermell fosc i en sec 2.5YR5/8 vermell -mostra 11-). Gairebé no tenen calcita (0,88% i 0% les dues mostres respectivament) i valors molt elevats de quars (91,42% i 83,89% respectivament).

En quant al contingut en matèria orgànica dels sediments es dona un gradient molt marcat, entre les sales fortament contaminades (sala del Pou Negre 37,25% -punt 40- i sala de les *Bonellia viridis* 14,49% -punt 24-, sala Final 14,49% -punt 38-) de cap a la resta de la gruta (per exemple 1,97% a la sala Esfondrada - punt 31-) (Figs. 9.6.26,27,28). També es produeix gradient, però molt menys acusat, d'entre les zones sota la influència de l'entrada (7,44% a l'inici de la galeria dels *Myotragus* i 5,67% al llac d'Entrada) i l'interior (3,10% al punt 19). El sediments amb elevats percentatges de matèria orgànica de les zones amb aportació d'aigües fecals és de color negre (en humit N2,5/ negre i en sec 2,5Y3/2 marró grisós molt fosc) i també recobreixen formacions estalagmítiques.

També els valors en contingut de matèria orgànica dels sediments són diferents entre les capes superiors i les inferiors. Així, al mostreig 41 (capa superior) de la sala del Pou Negre és de 20,99% mentre que 15 cm per sota és de 10,53%. A la sala de les *Bonellia viridis*, a les localitats 24 i 25 es donen valors de les capes superiors i inferiors de 14,49% i 10,34% respectivament. Entre 3,57% i 2,34% de la part final de la galeria dels *Myotragus* (localitats 15 i 18) i 6'84% i 5,67% a la zona d'enmig (localitats 20 i 26) i 7,44% i 3,5% (localitats 34 i 35) a les proximitats del llac.

Part arqueològica

Pel que fa als elements arquitectònics, han estat documentades una sèrie d'estructures constructives. Els elements constructius (rampa empedrada, mur ciclopi paral·lel a la rampa i passera ciclòpia subaquàtica) semblen estar relacionats entre si, segons es desprèn de la seva disposició, malgrat l'absència d'una clara relació física. Els materials ceràmics recuperats (107 fragments d'època prehistòrica) suggereixen que les construccions ciclòpies de la cova Genovesa s'han de situar a la fase final de l'època de les navetes i podem situar aquest període d'ús prehistòric de la cova Genovesa a dins un interval cronològic que pot incloure gran part de la segona meitat del II mil·lenni cal BC i els dos primers segles del I mil·lenni cal BC (consultar capítol 20).

Part faunística

ORGANISMES SÈSSILS FILTRADORS O DETRITÍVORS

Els animals d'aquestes característiques presents a la cova pertanyen principalment a tres grups d'animals: tunicats, poliquets tubícoles i equiürs. Tots ells es localitzen fixats als sostres, parets, formacions litoquímiques, pedres i en alguns casos dins el sediment del fons de moltes galeries i sales. D'ençà de la descoberta de les galeries subaquàtiques els tunicats també s'han instal·lat als fils-guies que es deixen permanentment a les galeries per indicar el camí de tornada dels espeleobussejadors. Llur distribució a la cova indica zones amb un cert hidrodinamisme, relacionat amb l'oscil·lació del nivell de les aigües dels llacs sincronitzada amb les mareas. La distribució d'aquests organismes està condicionada especialment per l'abocament d'aigües fecals per part de pous negres en alguns sectors de la cova que escampa restes orgàniques produint una zona d'influència (Fig. 9.6.29). Segons el tipus d'organismes macroscòpics i la seva densitat podem saber el grau de contaminació de les aigües subterrànies i la distància a que es troben del focus d'alteració antròpica. La presència dels poliquets i equiürs està determinada totalment pel vessament d'aigües residuals dins la cavitat. De fet a les galeries més allunyades del pou o pous negres no hi viuen, creant un gran contrast entre les galeries d'aigües netes i les contaminades.

Phylum Annelida. Classe Polychaeta

El gènere *Protula* és un anè·lid que pertany als Serpulidae, són poliquets sèssils que presenten un tub cilíndric calcari de color blanc, de vegades molt entorçit (Fig. 9.6.30). S'han citat fins ara quatre espècies diferents en aigües ibèriques, i resta per

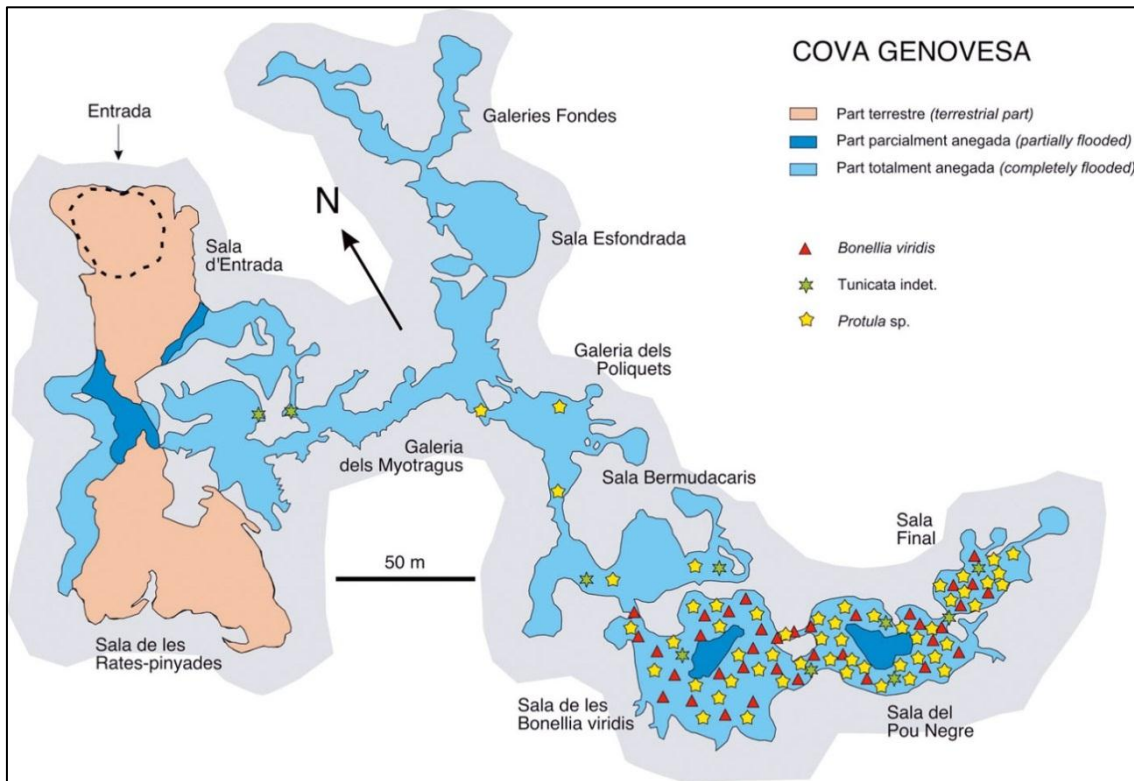


Figura 9.6.29: Invertebrats no-artròpodes presents a la cova Genovesa. Es tracta d'espècies genuïnament marines que han trobat a la cova una extensió terra endins del seu hàbitat natural. L'atapeïment de símbols és proporcional a la densitat poblacional atesa per les distintes espècies.

identificar a nivell específic els exemplars de la cavitat. La llargària pot superar els 20 cm, molt en relació amb la forma que adquireixi el tub. L'extrem anterior posseeix un aparell filtrador format per fileres de sedes especials que creen remolins que

Figura 9.6.30: Poliquets del gènere *Protula* que recobreixen formacions secundàries i parets a la galeria que accedeix a la sala del Pou Negre. La major presència d'aquests organismes filtradors i detritívors és indicadora d'un augment de contaminació de les aigües per la major proximitat al punt emissor (Foto: R. Landreth)



serveixen per la presa d'aliment. Dins la cova s'enregistren molts de poliquets per metre quadrat de superfície, sempre en relació a la proximitat al focus de contaminació, augmentant enormement la presència prop del pou negre. Es localitza sobre parets, formacions estalagmítiques, sobre el fang o pedres. Aquests animals tenen vida tubícola sedentària. No abandonen mai el tub calcari que ells mateixos han fabricat i que creix amb ells. S'alimenten dels detritus de l'aigua i d'altres organismes planctònics recollits pels penacles de tentacles, recoberts de mucus que permeten capturar l'aliment i portar-los a la boca. Degut a que l'aliment es renova de forma contínua gràcies als corrents d'aigua, no han de menester canviar de lloc. El seu moviment es limita a realitzar moviments d'extensió i retracció a l'interior del tub. Tenen gran tigmotactisme als tentacles i són capaços de retirar-se bruscament a l'interior, degut a músculs longitudinals extraordinàriament potents. En aproximar-se el bussejador s'amaguen dins del tub. Són de sexes separats i produeixen cèl·lules sexuals que s'alliberen a l'aigua. Desenvolupen una larva planctònica trocòfora que s'escampa per l'aigua fins trobar un lloc adient per fixar-se. El gènere *Protula* sp. ha estat citat a Mallorca en la comunitat esciòfila a coves marines semi-fosques i en esclertes i a zones poc il·luminades de 2 m fins a 20 m de fondària (BARCELÓ *et al.*, 1999).

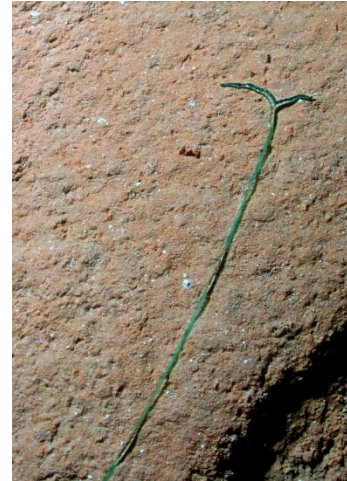
Phylum Echiurida

Bonellia viridis Rolando, 1821. Els equiürs són uns petits cucs marins semblants als anèl·lids, que estan dotats d'una trompa o probòscide característica (Fig. 9.6.31). Aquesta trompa ha influït molt en la seva forma de vida i, per tant, ha jugat un paper determinant en les adaptacions evolutives que presenten les altres parts del cos. La probòscide no té més de 7 cm en repòs, però pot assolir una longitud de 150 cm; quan està estirada al màxim. La trompa presenta un lòbul cefàlic bifurcat i acanalat a l'extrem anterior. La probòscide és extremadament sensible al tacte; detecten la proximitat dels espeleobussejadors i contreuen ràpidament la probòscide dins del fang. Aquesta és probablement quimiorreceptora, i segrega una capa mucosa on s'aferren partícules i petits organismes. La mida de la resta del cos és de 8-15 cm.

Són de sexes separats amb gran dimorfisme sexual, es diferencien per un gran nombre de particularitats tant morfològiques com fisiològiques, a part de la desproporció de mida. Les femelles són animals molt grans (cos de 8-15 cm) respecte

dels mascles que són nans (cos de 1-3 mm). Les larves, sexualment indiferenciades, després d'un període de vida lliure es converteixen en femella, però qualsevol larva que es desenvolupi a prop o en contacte amb una femella, es converteix en mascle. Sembla

Figura 9.6.31: Probòscide de 1,5 m de longitud de femella de *Bonellia viridis* que sobresurt del fang, on viu enterrat el cos de l'equiür. La probòscide recorre el fons a la recerca d'aliment (Foto R. Landreth).



que els factors que determinen el desenvolupament de la larva vers una forma femenina o masculina depèn de secrecions hormonals de la femella. En aquest cas, el seu desenvolupament es fa més lent i dóna lloc a un petit organisme ciliat que presenta nombrosos caràcters juvenils. No té trompa i adopta forma de planària. Hom pensa que els mascles han sofert una regressió total o parcial de la majoria dels òrgans, i que només tenen el sistema nerviós i l'aparell genital més o menys ben representat (MEGLITSCH, 1978; PALOMO, 1991). Se subjecta a la trompa de la femella durant un cert temps i finalment acaba per esllavissar-se per la boca, anant a instal·lar-se en un replec dels seus nefridis, on passarà la resta de la seva vida com a paràsit intern. Els òvuls són fecundats en els nefridis i posteriorment es desenvoluparà una larva trocòfora.

Els exemplars de mar oberta es troben en esclètxes i orificis dels fons durs, entre colònies d'animals resistents i coral·lines; només els lòbuls sorgeixen del fons. Al llarg de la nit es passegen d'un lloc a un altre. Viuen de 1 m a més de 100 m de fondària, aïllats, però no són escassos (RIEDL, 1986). A la cavitat són més abundants enterrats dins el fang del fons i parets, però també es veuen probòscides sorgint d'entre estalactites, colades estalagmítiques i esclètxes. Es concentren a la sala de les *Bonellia viridis*, sala del pou Negre, i sala Final, totes fortament eutrofitzades per l'abocament de pous negres (Fig. 9.6.29). El trespol d'aquestes sales es troba literalment entapissat per les característiques probòscides bífides de les femelles d'aquesta espècie, amb les quals col·lecten l'aliment. La presència de *Bonellia viridis* comença a partir del laminador de la Correntia fins a la sala Final; sense que hagi una transició d'exemplars aïllats a grans densitats. Per la distribució que presenten a la cova s'interpreta que han de menester una major aportació de matèria orgànica que els poliquets i aquests que no pas els tunicats.



Figura 9.6.32: Alguns exemples de tunicats presents a les proximitats de zones contaminades, damunt espeleotemes i fins i tot sobre els fils-guies instal·lats pels espeleobussejadors. *Ascidia* sp. (det. Xavier Turón, fotos A. Cirer).

L'equiür *Bonellia viridis* ha estat citat a Mallorca en ambient marí de la comunitat esciòfila a coves marines semi-fosques i en escletxes i a zones poc il·luminades de 2 m fins a 20 m de fondària (BARCELÓ *et al.*, 1999). URIZ *et al.*, (1993) cita aquesta espècie com a

present a les entrades de les coves submarines de l'arxipèlag de Cabrera, però no a les coves semi fosques ni a les coves fosques.

Superclasse Tunicata. Classe Ascidiacea.

S'han localitzat abundants ascidiacis sèssils. Normalment exemplars aïllats, que a falta d'una determinació específica pertanyen als gèneres *Ascidia*, *Ciona* i *Diplosoma*

(Fig. 9.6.32). El cos està recobert d'una túnica blana o resistent, i està adherida a una base permanent. L'aspecte de tots els exemplars és translúcid, d'una mida d'entre 1 i 7 cm. El moviment és mínim i està limitat a contraccions del cos i de les obertures corporals. Tenen obertures inhalants i exhalants (sifons). Hermafrodites, s'alimenten exclusivament per filtració; alguns ascidis filtren en un dia una quantitat d'aigua igual a varis milers de vegades el volum del seu cos. Els ascidis solitaris no es divideixen asexualment. Presenten estat larvari planctònic de poca duració, per després fixar-se i arribar a la forma adulta. La larva mòbil és el complement quasi indispensable pels costums sedentaris, especialment en un ambient tan extrem com aquest.

FAUNA CARCINOLÒGICA

S'han censat un total de 20 espècies de crustacis que pertanyen a dos blocs ben diferenciats: per una banda, un grup d'espècies genuïnament cavernícoles, cegues i despigmentades, o amb els ulls molt reduïts, que no s'aventuren mai a l'exterior. Aquest grup l'integren el decàpode *Bermudacaris* n. sp., l'isòpode *Typhlocirolana moraguesi*, els amfípodes *Salentinella angelieri* i *Metacrangonyx longipes*, el termosbenaci *Tethysbaena scabra*, i els copèpodes *Exumella mediterranea*, *Stygocyclopina balearica*, *Stephos margalefi*, *Troglocyclopina balearica*, *Halicyclops troglodytes* i *Diacyclops* cf. *clandestinus*. Cap d'elles, amb la excepció d'*Exumella mediterranea*, ateny a la cova densitats poblacionals importants, aquesta darrera concentrant-se a les zones on vessen

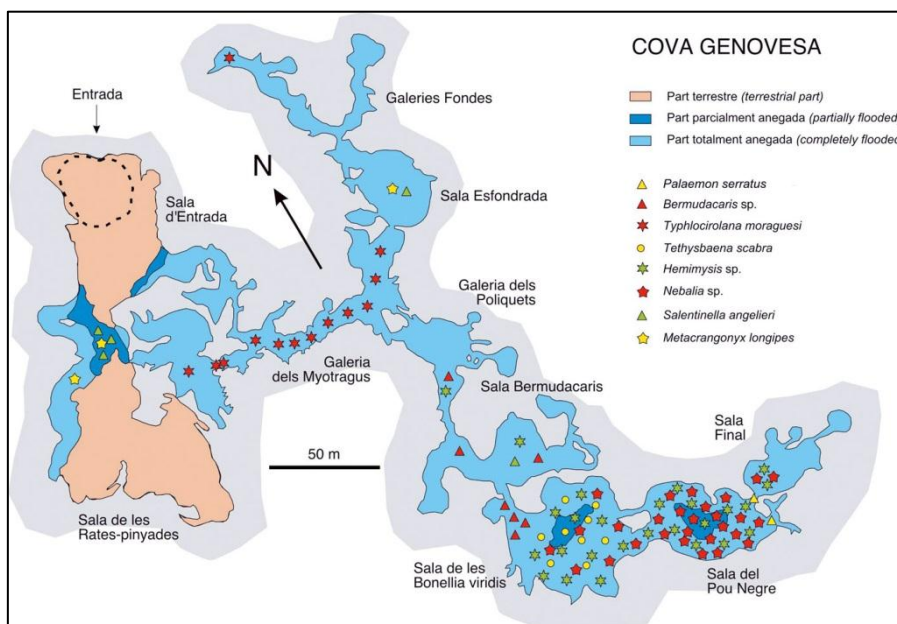


Figura 9.6.33: Distribució de les espècies de crustacis mala-costracis a la cova Geno-vesa.

L'atapeïment de símbols és proporcional a la densitat poblacional atesa per les distintes espècies.

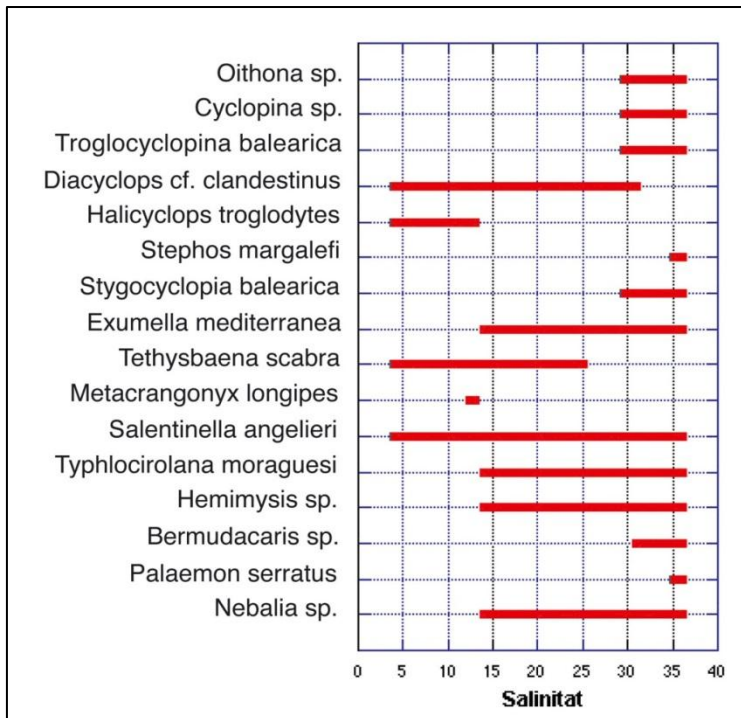


Figura 9.6.34: Espectre de tolerància a la salinitat de les aigües (‰) dels crustacis presents a la cova Genovesa.

els pous negres, o molt influenciades per aquests.

Per altra banda, trobam un grup d'espècies d'hàbits obscurícoles, si bé amb ulls desenvolupats i cos més o menys pigmentat, que es refugien de dia a les coves i escletxes marines i que poden sortir de nit cap a aigües obertes per alimentar-se. Aquestes espècies troben a la cova Genovesa una extensió

natural terra endins del seu hàbitat marí, i llur presència demostra l'existència de connexions directes de la cavitat amb la mar, si bé de mida massa petita com per a ésser practicables pels bussejadors. Es tracta del decàpode *Palaemon serratus*, el leptostraci *Nebalia* sp., el misidaci *Hemimysis* sp., i els copèpodes *Oithona* sp. i *Cyclopina* sp. Tant *Nebalia* com *Hemimysis* atenyen a la cavitat densitats poblacionals elevadíssimes, concentrant-se a les sales més eutrofitzades, on vessen els pous negres. Tots aquests animals marins es localitzen invariablement a les sales de la cavitat més properes a la mar, si bé alguns exemplars aïllats d'*Hemimysis* s'aventuren una mica més terra endins.

Pel que fa a preferències de salinitat, podem també separar les espècies de la cova en dos grups (Fig. 9.6.34). D'una banda, aquelles que semblen trobar el seu òptim dins aigües salabroses, amb salinitats inferiors al 14 ‰. Es tracta de l'isòpode *Typhlocirolana moraguesi*, dels amfípodes *Metacrangonyx longipes* i *Salentinella angelieri*, del termosbenaci *Tethysbaena scabra*, i dels copèpodes *Halicyclops troglodytes* i *Diacyclops* cf. *clandestinus*. Cal dir però que algunes d'aquestes espècies semblen bastant eurihalines, aventurant-se eventualment també en aigües de salinitat pràcticament marina (p.e., *Typhlocirolana* i *Salentinella* en aigües de fins a 36 ‰ al fons de les galeries Fondes i la sala Bermudacaris, respectivament; *Tethysbaena* a 26 ‰ i *Diacyclops* a 31 ‰ a la sala de les *Bonellia viridis*).

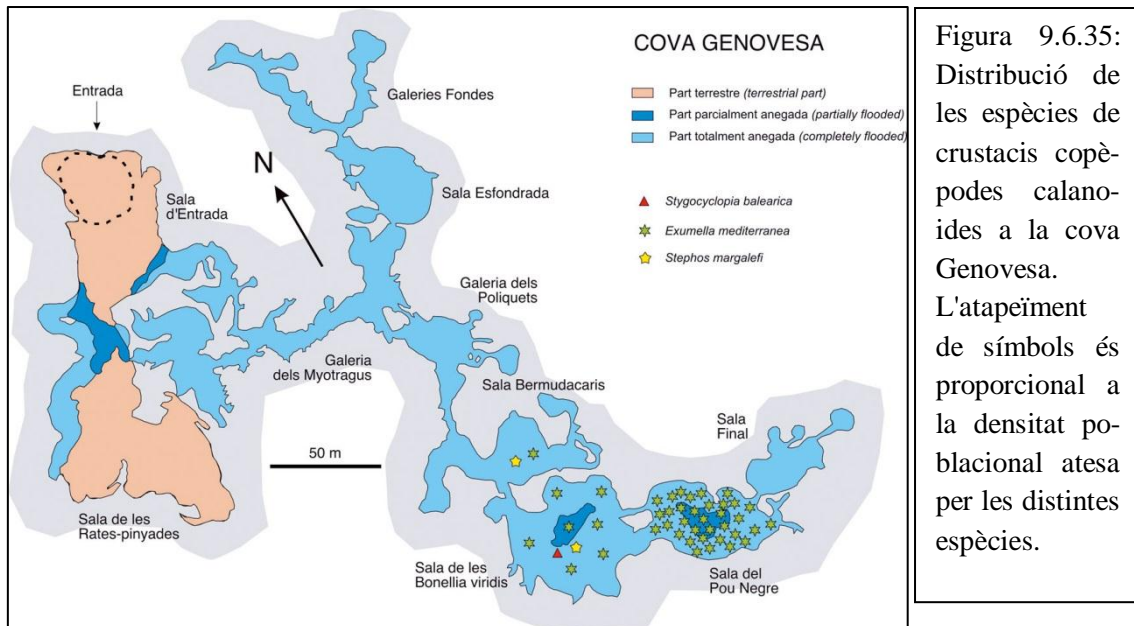


Figura 9.6.35: Distribució de les espècies de crustacis copèpodes calanoides a la cova Genovesa. L'atapeïment de símbols és proporcional a la densitat poblacional atesa per les distintes espècies.

Un altre grup d'espècies es mantenen sempre a dins salinitats marines, i inclou tant espècies marines epigees (*Oithona* sp., *Cyclopina* sp., *Hemimysis* sp., *Palaemon serratus* i *Nebalia* sp.) com genuïns talassoestigobionts (p.e. *Troglocyclopina balearica*, *Stephos margalefi*, *Stygocyclopina balearica*, *Exumella mediterranea* i *Bermudacarís* n.sp.). Aquests semblen patir d'algun tipus de limitació fisiològica per a penetrar en les aigües més dessalades de les cavitats costaneres, si bé es mantenen a les aigües subterrànies marines permanentment. Almenys 7 de les 23 espècies d'invertebrats registrades fins ara a la cova Genovesa són endèmiques de les Balears. La troballa més remarcable realitzada a la cavitat és sens dubte una nova espècie de gamba de la família Alpheidae pertanyent al gènere *Bermudacarís*. Fins aleshores aquest gènere, integrat per

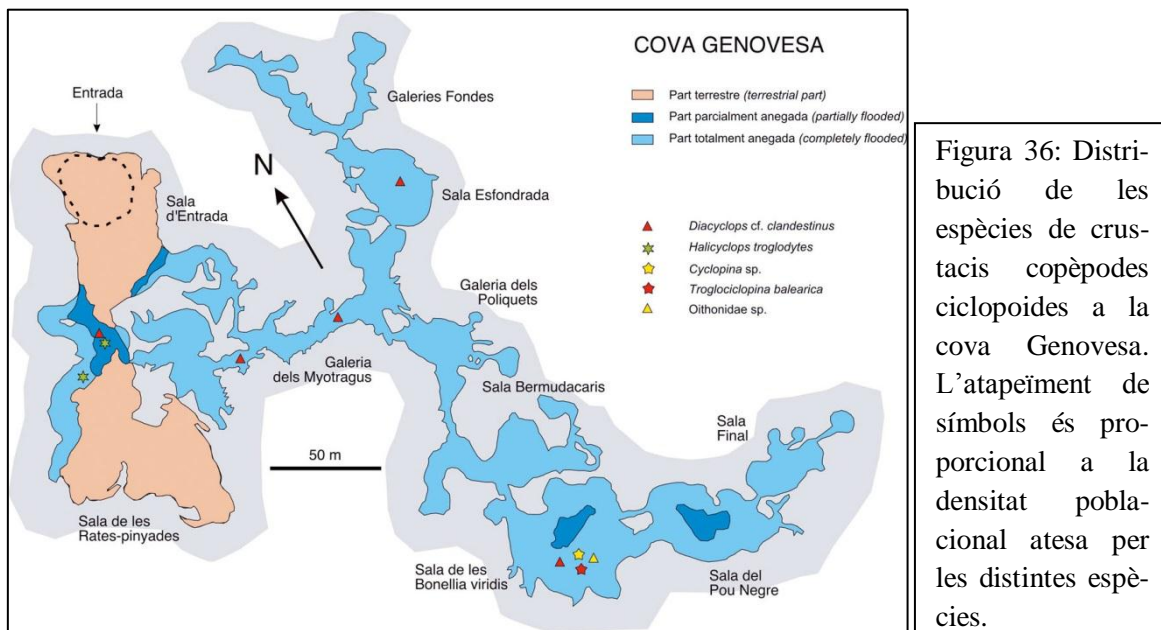


Figura 36: Distribució de les espècies de crustacis copèpodes ciclopoïdes a la cova Genovesa. L'atapeïment de símbols és proporcional a la densitat poblacional atesa per les distintes espècies.

una única espècie, era considerat endèmic de l'illa de Bermuda (Atlàntic NW), on viu exclusivament en coves del tot comparables a la cova Genovesa (ANKER i ILIFFE, 2000). Posteriorment, s'ha localitzat una altra espècie del gènere també a Austràlia. Es tracta de gambes sense pigmentació corporal, d'uns 15 mm de mida corporal, i que retenen encara vestigis d'ulls. La nova espècie de la cova Genovesa, en curs de descripció formal, viu a la part més fonda de la cavitat, en aigües de salinitat pràcticament marina i totalment inaccessibles des de l'exterior, no penetrant a les sales més contaminades alhora que també més ben connectades amb la mar. Aquesta troballa és, juntament amb *Typhlocirolana moraguesi*, el crustaci aquàtic cavernícola de major mida de les Balears.

Espècies de crustacis trobades a la cavitat

Classe MALACOSTRACA

Ordre Leptostraca Claus, 1880

Nebalia sp.

Espècie oculada extremadament abundant a la sala del Pou Negre i sala de les Bonellia viridis. Es tracta d'un animal detritívor i necròfag, previst de closca bivalva, i probablement conespecífic de *N. bipes* (O. Fabricius 1780), espècie comuna en aigües europees i anteriorment registrada a les Balears al port de Sóller i (extremadament abundant) sota les gàbies de peix de la piscifactoria del port d'Andratx, on s'alimenta dels residus i pinsos utilitzats per l'engreix de les dorades.

Ordre Decapoda Latreille, 1803

Bermudacaris sp. nov.

Distribució (Figs. 9.6.33, 9.6.37). Consultar capítol 18.

Palaemon serratus (Pennant, 1777)

Ha aparegut a diferents indrets de la cavitat, especialment a les zones més contaminades i properes a la mar.

Ordre Mysidacea Boas, 1883

Figura 9.6.37: Espècie de gamba micro-oculada que pertany al gènere *Bermudacaris* (Alpheidae), trobada al Mediterrani per primera vegada en aquesta cavitat.



Hemimysis sp.

Poblacions extremadament denses d'un misidaci oculat pertanyent al gènere *Hemimysis* es troben a les sales amb presència d'aigües residuals, si bé exemplars aïllats s'han trobat a d'altres indrets de la cova. Probablement es tracti de l'espècie *Hemimysis margalefi* (Alcaraz, Riera & Gili, 1986), descrita originalment de coves mallorquines, però que ulteriors exploracions han descobert també a coves marines de Catalunya i del Sud de França.

Ordre Thermosbaenacea Monod, 1927

Tethysbaena scabra (Pretus, 1991)

Es concentra en abundància a la picnoclina de la sala de les *Bonellia viridis*, on probablement s'alimenta dels flòculs de bacteris en suspensió que enllà es desenvolupen (Fig. 9.6.33).

Ordre Isopoda Latreille, 1817

Typhlocirolana moraguesi Racovitza, 1905

Comú a la galeria dels *Myotragus*, on sovint es veuen desplaçant-se en aigües obertes.

Ordre Amphipoda Latreille, 1816

Metacrangonyx longipes Chevreux, 1909

Tres exemplars han estat capturats en zones de la cova properes a l'entrada.

Taula 1: Composició taxonòmica de la comunitat de crustacis aquàtics de la cova Genovesa.

	Espècie estigobiont	Endemisme Balear	Espècie nova
Ordre LEPTOSTRACA			
<i>Nebalia</i> sp.			
Ordre DECAPODA			
<i>Palaemon serratus</i>			
<i>Bermudacaris</i> n.sp	+	+	+
Ordre MYSIDACEA			
<i>Hemimysis</i> sp.			
Ordre ISOPODA			
<i>Typhlocirolana moraguesi</i>	+	+	
Ordre AMPHIPODA			
<i>Salentinella angelieri</i>	+		
<i>Metacrangonyx longipes</i>	+	+	
Ordre THERMOSBAENACEA			
<i>Tethysbaena scabra</i>	+	+	
COPEPODA			
Ordre CALANOIDA			
<i>Exumella mediterranea</i>	+		
<i>Stygocyclopia balearica</i>	+		
<i>Stephos margalefi</i>	+	+	
Ordre CYCLOPOIDA			
<i>Halicyclops troglodytes</i>	+		
<i>Diacyclops</i> cf. <i>clandestinus</i>	+	+	+
<i>Troglocyclopina balearica</i>	+	+	
<i>Cyclopina</i> sp.			
<i>Oithona</i> sp.			

Salentinella angelieri Ruffo & Delamare, 1952

Relativament freqüent al llac d'Entrada, i esporàdicament capturat a d'altres indrets de la cavitat (Fig. 9.6.33).

Classe MAXILLOPODA Subclasse Copepoda Milne-Edwards, 1840

Ordre Calanoida (distribució, Fig. 9.6.35)

Exumella mediterranea Jaume & Boxshall, 1995

Stygocyclopia balearica Jaume & Boxshall, 1995

Stephos margalefi Riera, Vives & Gili, 1991

Ordre Cyclopoida (distribució Fig. 9.6.36)

Halicyclops troglodytes Kiefer, 1935

Diacyclops cf. *clandestinus* (Kiefer, 1936)

Els exemplars de la cova Genovesa són molt semblants a *D. clandestinus*, però presenten una sèrie de trets morfològics, així com una autoecologia (habiten aigües pràcticament marines), indicadora d'una probable diferenciació específica. El material es troba en estudi. La població de la cova de s'Abissament esmentada per PRETUS (1991) probablement és conespecífica amb la nova espècie.

Oithona sp.

Gènere marí típicament planctònic i extremadament diversificat. És molt freqüent als llacs d'entrada de coves anquihalines del Carib i les Bahames. No s'ha escomès la seva identificació específica.

Cyclopina sp.

Gènere marí bentònic litoral, molt diversificat. A coves marines de Mallorca s'ha citat el seu congènere *Cyclopina esilis* Brian (JAUME i BOXSHALL, 1996b), però els exemplars de la cova Genovesa no corresponen a aquesta espècie. Resta per identificar.

Troglocyclopina balearica Jaume & Boxshall, 1996

PRESENÇA D'ANGUILES

L'anguila (*Anguilla anguilla*) ha estat observada al llac d'entrada i a la sala del Pou Negre, a on és molt abundant. S'han observat a tots els mesos de l'any exemplars de tota mida, entre uns 10 i 80 cm de longitud.

Part paleontològica

S'ha fet l'estudi de la distribució espacial d'una gran quantitat d'exemplars del caprí *Myotragus balearicus* en diferents llocs de la cavitat, alguns situats a punts molts distants des de l'entrada fet que ocasiona paradoxes males d'explicar en el cas de que la cova només tingués les entrades actuals. Provenen d'un cicle climàtic fred, possiblement dels darrers moments de la darrera glaciació, en el qual el nivell de la mar i de les aigües subterrànies varen estar molt més baixes que les actuals i la cova estaria en sec, total o parcialment (consultar capítol 19).

Conservació de la cavitat

La cova ha estat molt afectada pel creixement urbanístic de Cala Anguila. El carrer on s'obri la cova, Leonardo da Vinci, es va haver de fer en revolt (Fig. 9.6.11), seguint la vorera de l'esfondrament per evitar la cavitat (GRÀCIA *et al.*, 2003b). La dolina d'entrada, situada gairebé arran de la carretera, va ésser utilitzada a començament dels anys 70 per abocar tota classe d'electrodomèstics (calefactors d'aigua, geleres, rentadores, cuines), així com lavabos, llits i matalassos, cadires, para-sols, possiblement d'algun "ressort" d'apartaments del voltant. També bigues de formigó, rajoles, ferros, cotxets, etc. En efectuar les recerques a la cova vam procedir a la retirada dels residus, tasca que ha estat molt pesada i laboriosa, ja que són molt voluminosos i feixucs. Aquests fems reblien la zona de la cova més propera al carrer i havien estat abocats mitjançant camions. La seva acumulació gairebé anivellava un petit salt d'uns 3-4 m.



Figura 9.6.38: El perill de que la urbanització afectés la cavitat va ésser un dels temors principals. Tanmateix l'ajuntament de Manacor ha estat especialment conscienciat amb la conservació de la cavitat. Foto J. Borrazás.



Figura 9.6.39: Estratificació de l'aigua de la sala de les *Bonellia viridis* que ha afectat a les formacions que presenta. La franja superior és la d'aigua dolça, i la inferior marró la d'aigua salada. Foto A. Cirer.



Figura 9.6.40: Sala del Pou Negre, a on es pot observar la sedimentació de restes fecals i tot tipus de restes deixalles humanes associades.

Per retirar-los calia superar el desnivell de l'entrada i per mor de l'elevat pes de la majoria d'electrodomèstics, va esser necessari emprar cordes i guants i la participació de fins a quatre persones per cada calefactor d'aigua dels més grans i feixucs. En total van fer falta emprar tres dies de feina i 15 jornals per retirar 5 contenidors plens de gran capacitat, que suposen uns 14 a 19 tones de ferralla i escombraries.

Al llarg de les tasques d'exploració, es localitzà a la part terminal, tres gran sales subaquàtiques, amb un gran focus de contaminació produït almenys per un pou negre que aboca directament les aigües residuals a l'interior de la cavitat, contaminant les aigües i alterant l'ecosistema que representa (Fig. 9.6.26, 9.6.27,9.6.40). S'ha intentat en diverses ocasions esbrinar la procedència dels vessaments sense èxit. S'ha demanat a les autoritats municipals i autonòmiques la clausura dels pous negres que afecten la cavitat.

A més a més, la sala de les Ratapinyades presenta en alguns indrets un gruix de roca al sostre d'entre 1,5 a 3 m, cosa que, en cas de construir al damunt provocaria la destrucció de part de la cavitat o faria perillar l'estructura dels edificis. És molt important vigilar el pla urbanístic de la zona (Fig. 9.6.38). Gràcies a la documentació i estudi de la cavitat l'ajuntament de Manacor va expropiar el solar on s'ubica l'entrada i té cura d'aquest espai. La inclusió de la cova com a LIC també li suposa un grau de protecció elevat, però els principals problemes d'abocaments d'aigües residuals són molt difícils de solucionar. La zona posterior al llac ha vist minvada, fins quasi l'extinció, la presència de ratapinyades, que devien d'esser molt nombroses vista la gran quantitat d'excrements presents. Així i tot en algunes ocasions el grup de feina ha vist 25 exemplars.

9.7. EL SISTEMA PIRATA - PONT - PIQUETA (Manacor)

Situació geogràfica

Les coves del Pirata, la cova des Pont i la cova de sa Piqueta estan situades a la possessió de Can Frasquet, a la marina de Manacor, prop de cala Falcó i allunyades de nuclis habitats. Les dues primeres van esser condicionades parcialment per poder rebre visites turístiques a finals del segle XIX, tot i que un grafit documenta la data de 1614 (PASQUAL i NICOLAU, 2006). Molts són els treballs que fan referència a aquestes cavitats i que han suposat aportacions al seu coneixement, entre ells cal destacar, per ordre cronològic MARTEL (1903), GINÉS & GINÉS (1976), TRIAS & MIR (1977), GARCIA *et al.* (1986) i CLARKE (1990-91). Les cavitats són molt conegudes, tant per la gent de Manacor, com per part dels espeleòlegs, que han fet d'aquestes coves unes "clàssiques".

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

1897 - Les coves del Pirata són agençades per poder-se visitar, amb motiu de l'Exposició Agrícola i les Fires i Festes de Manacor; fent-se un camí per recórrer la cavitat oferint varis itineraris als visitants.

1901 - Les coves del Pirata i la cova des Pont són visitades per l'explorador francès Edouard Alfred Martel el qual publicà els croquis esquemàtics d'ambdues coves (MARTEL, 1903).

1971 - El Grup Espeleològic EST realitza la topografia de les coves del Pirata (GINÉS & GINÉS, 1976).

1972 - Primera cabussada al llac Gran de les coves del Pirata (Fig. 9.7.3).

1971-77 - Topografia detallada de la cova des Pont per part de l'Speleo Club Mallorca (SCM). Amb anterioritat a la topografia es van trobar considerables continuacions, la qual cosa demostra la superficialitat de les exploracions històriques de la cova, que s'aturaren davant l'aigua, deixant verges zones tan importants com el llac Nou, la galeria Myotis i la sala del Tanga. La cova, amb les darreres exploracions,



Figura 9.7.1: Galeries molt concrecionades descobertes amb les recerques efectuades a la cavitat. Galeria Corcada. Foto A. Cirer.

arriba a tenir un desenvolupament de 1075 m, essent així la sisena més llarga de Mallorca (TRIAS & MIR, 1977).

1982 - El dia 6 de març cinc aficionats a l'espeleologia entren a les coves del Pirata per a explorar llocs desconeguts. Dos d'ells resulten ferits greus en produir-se un desplaçament de blocs.

1986 - Membres de l'Espeleo Club de Gràcia (ECG) de Barcelona, publiquen el descobriment i topografia a les coves del Pirata d'una nova zona descoberta anys abans: la sala *Ignorada* (GARCIA *et al.*, 1986).

1988 - Troballa a la sala del Tanga de la galeria Tancada i la sala Dàmocles per part dels escafandristes gal·lesos del Cwmbran Caving Club (CCC).

1989 - El replantejament de la planta de les cavitats damunt la fotografia aèria promou l'exploració subaquàtica per part de membres del CCC, que permet, mitjançant el forçament d'una estreta galeria inundada, comunicar aquesta cova amb les properes

coves del Pirata (CLARKE, 1990-91). Així aquest sistema càrstic totalitza un desenvolupament subterrani que supera els 2025 m (Fig. 9.7.2).

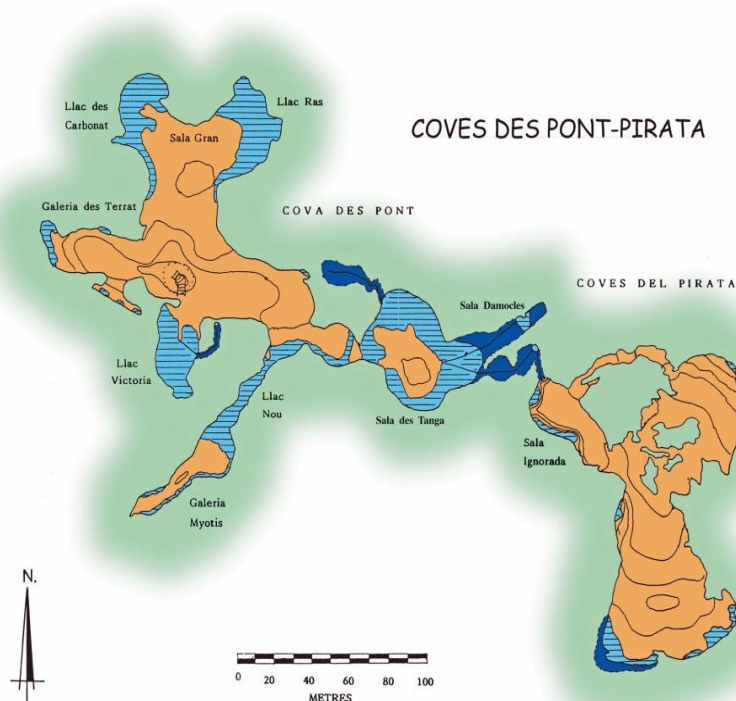
2002 - Intent frustrat de localització del llac de la cova de sa Piqueta (sala Obstruïda) per poder cabussar, per part de membres del Grup Nord de Mallorca (GNM).

2003 - Segon intent d'accedir al llac de la cova de sa Piqueta per part de vuit espeleòlegs del GNM, EST i GEM. Al llarg de tot un dia es revisa minuciosament tota la cavitat sense èxit.

2005 - 2006 - El Grup Nord de Mallorca al llarg dels anys 2005 i 2006 va fer una revisió de les zones inundades, aportant nous descobriments (Figs. 9.7.1, 9.7.4). Les darreres recerques han suposat 25 dies d'immersions. Es va poder realitzar l'estudi interdisciplinari del sistema gràcies al projecte d'investigació sufragat per l'Obra Social i Cultural de la Caixa d'Estalvis de les Balears "Sa Nostra", dins la convocatòria d'ajuts per a projectes de Conservació de la Biodiversitat 2006. Els espeleobussejadors exploradors i topògrafs han estat Francesc Gràcia, Mateu Febrer i Bernat Clamor.

2005 - Immersió al llac Victòria (cova des Pont) a on es descobreix una angosta

Figura 9.7.2: L'any 1988 els escafan dristes gal·lesos del Cwmbran Caving Club (CCC) troben a la sala del Tanga la galeria Tancada i la sala Dàmocles. El 1989 el replantejament de la planta de les cavitats damunt la fotografia aèria permet, mitjançant el forçament d'una estreta galeria inundada, comunicar la cova des Pont amb les properes coves del Pirata (CLARKE, 1990-91).



galeria que prossegueix en direcció W (galeria Corcada) que en direcció SW travessa una gran sala aèria (sala dels Caramells), molt engalanada i amb continuacions terrestres i finalitza en un altre esfondrament. Una galeria d'una trentena de metres connecta amb el llac Nou. Des del punt de vista exploratori aquesta descoberta curta és molt engrescadora perquè permet anar des del llac Victòria (d'accés còmode) a d'altres zones aquàtiques de la cavitat sense haver de sortir fora de l'aigua. S'aconsegueix superar el laminador i accedir així, des de la galeria Migpunt fins a la sala del Tanga. Una àmplia àrea inundada és accessible entrant pel llac Victòria, sense menester sortir fóra de l'aigua. També al llac Ras s'avança 175 m per una àmplia galeria de trespol planer i estibada de formacions litoquímiques. A la sala del Tanga es força una estretor i s'accedeix a la galeria Decorada.

2006 - Tot l'any prossegueixen les feines de topografia, estudi i documentació de la cavitat.



Figura 9.7.3: El llac Gran de les coves del Pirata va ésser el primer on es va realitzar una immersió l'any 1972 per part d'espeleòlegs catalans. Tot i la seva espectacularitat, no presenta continuacions d'importància (Foto A. Merino).

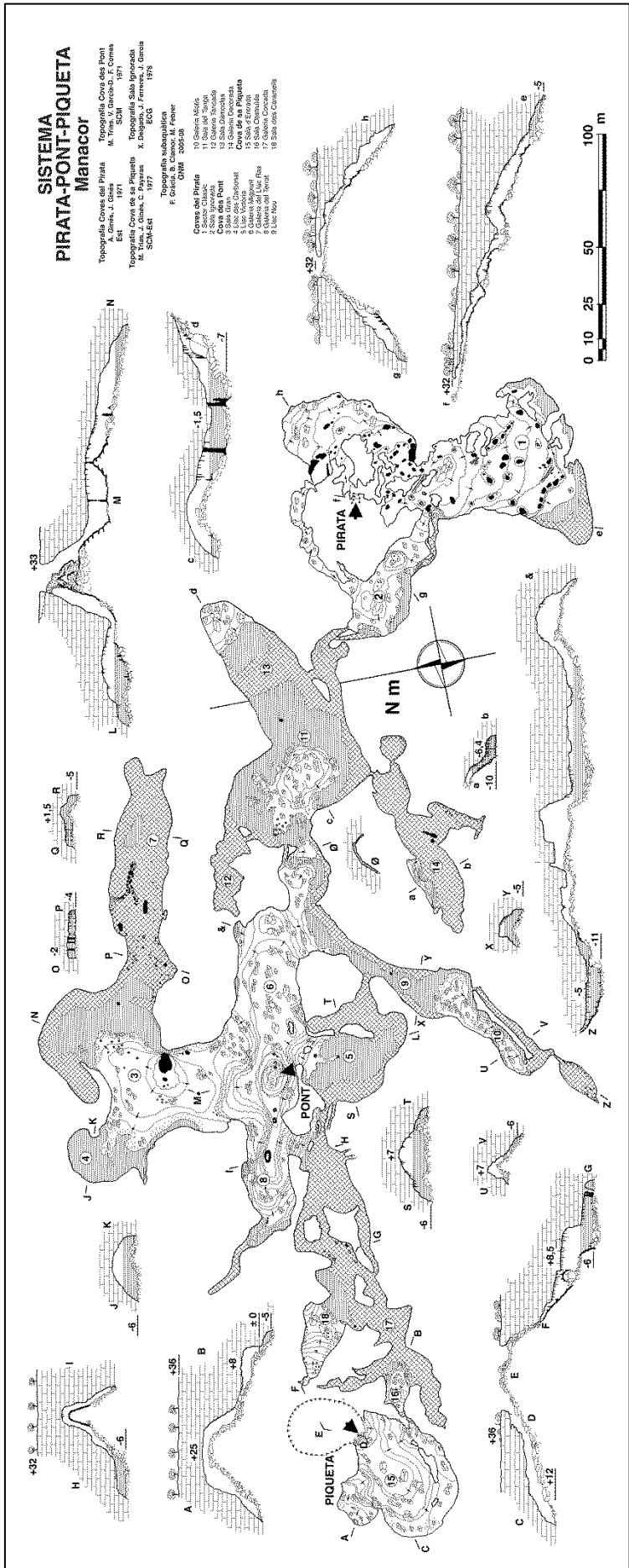


Figura 9.7.4: Topografía del sistema Pirata-Pont-Piqueta

Descripció de la cavitat

El recorregut actual del sistema de cavitats és de 3020 m, dels quals 600 m són aquàtics aeris i 1190 m subaquàtics (Fig. 9.7.4). La distància màxima en línia recta que separa els extrems entre la cova de sa Piqueta i les coves del Pirata és de 512 m. La direcció general del conjunt de cavitats sembla ésser aproximadament SE-NW, encara que la coalescència d'esfondraments li han conferit un aspecte caòtic. Hi ha 13 llacs principals a més d'altres molts de marginals que suposen una superfície total estimada de 5000 m². El desnivell màxim entre la boca superior (+ 36 m) i la fondària màxima sota les aigües (-11 m) és de 47 m.

COVES DEL PIRATA

Empram aquest nom per designar el conjunt de sales que integren la part clàssica d'aquestes coves i la sala Ignorada.

Sector Clàssic

El topònim de la cavitat al·ludeix a una llegenda que fa referència a un pirata ferit que trobà refugi en aquesta cova, tot esperant de poder-se reunir amb els seus

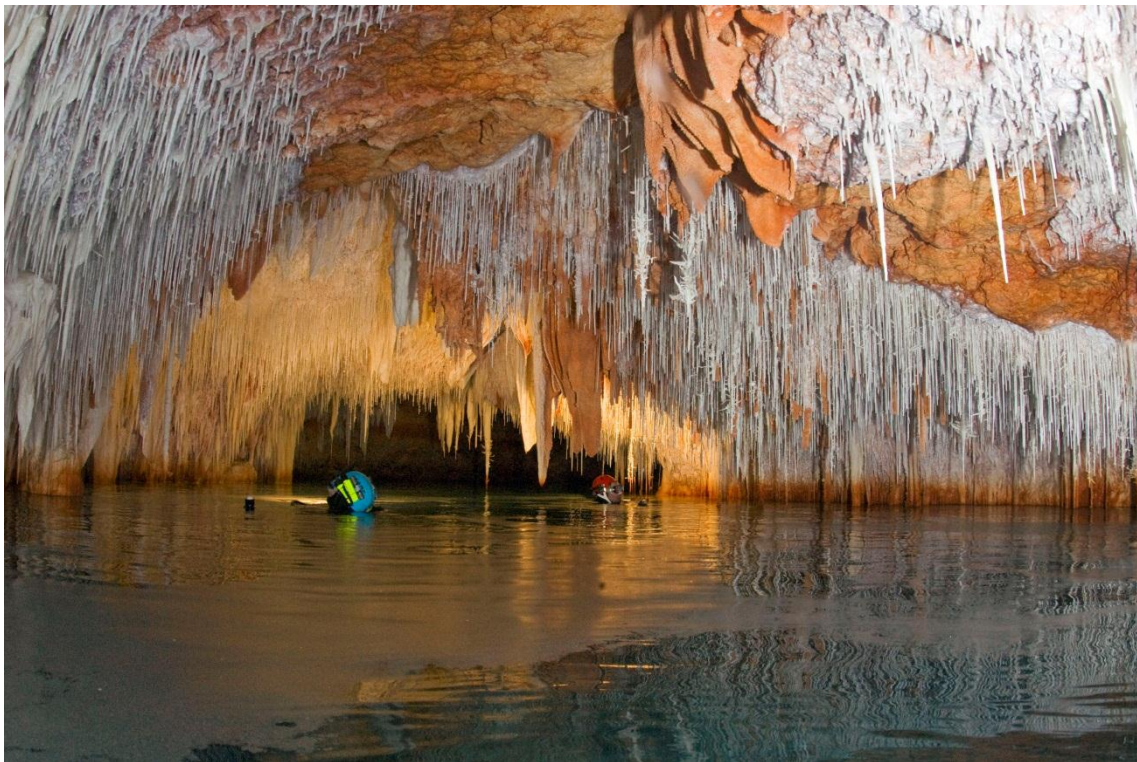


Figura 9.7.5: Llac de la sala dels Caramells, amb abundant calcita flotant i decoració zenital.
Foto A. Cirer.

companys. Persones de molta edat de Manacor coneixen la cavitat amb el nom de cova de ses Vistes (com. pers. Toni Pascual). En realitat és una gran sala, de 140 m de longitud i amplada màxima que supera els 70 m, escindida per columnes, massissos estalagmítics i blocs que li confereixen una gran complexitat topogràfica. La caverna es divideix en dues porcions ben diferenciades, que s'estenen en direccions N i S, amb pendents descendents oposats. Presenta diversos llacs a les cotes situades per davall del nivell freàtic, a -32 m respecte de la boca d'entrada. La zona N, de major pendís, disposa d'abundants acumulacions de blocs i espeleotemes i el sostre assoleix els 7 m d'alçada. La zona S, de coster menys acusat, és de majors dimensions i ornamentació. Són ben notables els imponents massissos estalagmítics i les columnes que engalanen bona part de l'estança. El recorregut de la cova és d'aproximadament uns 800 m (GINÉS i GINÉS, 1976).

Sala Ignorada

Es troba al ponent del sector Clàssic. Consisteix en un rost de grans blocs, molts d'ells inestables que assoleix la zona freàtica. Correspon a la zona posterior de l'esfondrament que ha format les sales de les coves del Pirata condicionades per a la visita. Als llacs de la sala Ignorada s'hi pot arribar també des d'un petit llac, de difícil accés, situat al costat W de les coves del Pirata, capbussant uns 25 m. La sala amida 65 x 20 m i tot el sector té un recorregut de 200 m. Al costat NW es troba la connexió subaquàtica amb la cova des Pont.

COVA DES PONT

Està formada, a efectes pràctics i de forma arbitrària, per la major part de galeries i sales del sistema. S'obri a l'exterior per una boca d'esfondrament, amb 7 m de desnivell fins al cim del con d'enderrocs, que se salven amb el pont que dóna nom a la cavitat (TRIAS i MIR, 1977).

Sala Gran

Des de la boca d'entrada, en direcció N es desenvolupa la sala Gran, de 70 m de llarg i 40 m d'amplària, fins que s'arriba al llac des Carbonat situat al NW (de 575 m²) i al llac Ras al NE (de 725 m²). Aquí la distància de la part aèria, entre els extrems dels dos llacs supera els 80 m, amb una alçada del sostre entre els 7 i 9 m. Les colades pavimentàries i estalagmites recobreixen gran part del pis de la sala.



Figura 9.7.6: Espeleotemes freàtics subactuals a la sala del Tanga. . Foto A. Cirer.

Llac Victòria

Amb una superfície de 575 m², de gran vistositat i decorada. Es va tancar antigament amb un mur de marès i una reixa de ferro per evitar el deteriorament dels espeleotemes per part de visitants desaprensius, però a hores d'ara la reixa és oberta. Genèticament és la prolongació de l'esfondrament que ha generat l'entrada a la cavitat, que arriba fins al llac, 33 m per davall del nivell del terreny. A l'E del llac s'obri la connexió subaquàtica d'uns 30 m fins al llac Nou i a l'W prossegueix de cap a la cova de sa Piqueta. A les parets de l'W del llac, sota les aigües, hi són presents nombroses morfologies de corrosió, en forma de penjants, pinacles, tupins, galeries iniciadores i envans. Els espeleotemes són abundants en forma d'estalactites amb helictites superposades, estalagmites que recobreixen els blocs del fons del llac, així com recobriments freàtics subactuals i paleonivells situats a +2,1m.

Galeria Migpunt

Un centenar de metres separa la boca d'entrada de la cova fins la connexió amb la sala del Tanga. L'amplària és de 30 m i l'alçada màxima 10 m. La

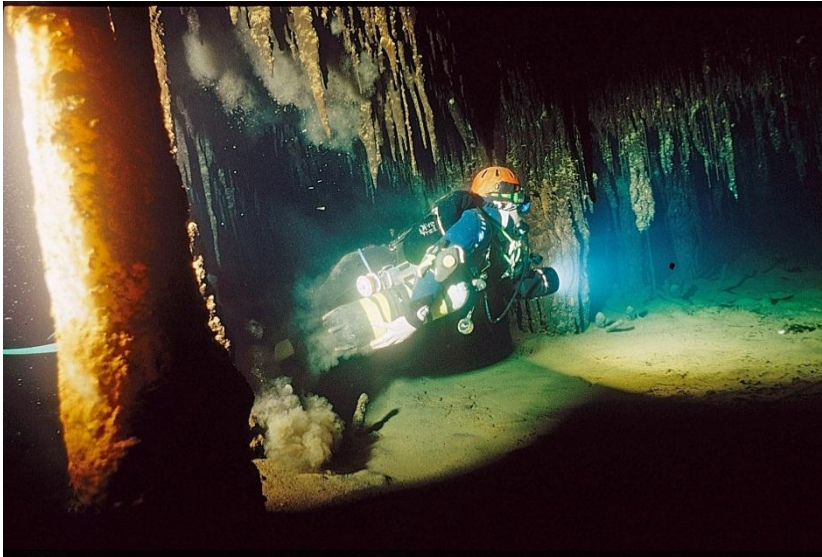
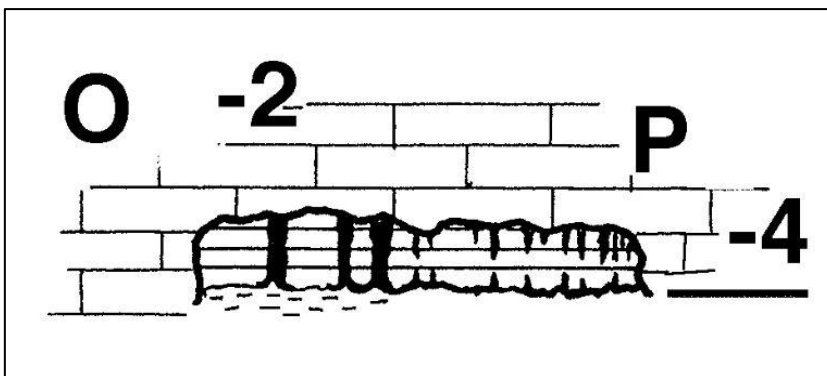


Figura 9.7.7: Pas entre formacions al llac Ras, que ha permès descobrir una nova galeria sota les aigües que finalitza poc abans d'apropar-se a la dolina on s'obre la cova des Xots (Foto B. Clamor). Secció de la galeria del Llac Ras on es van trobar els nous descobriments.



galeria presenta en secció una volta quasi perfecta, amb el pis totalment ocupat per grans blocs.

Galeria del Llac Ras

Galeria subaquàtica de més de 100 m de longitud, uns 20 m d'amplària i 4 m de fondària. Presenta una cambra d'aire de 15 x 7 m, que correspon a la part central d'un esfondrament. És una de les zones més decorades de la cavitat, amb la peculiaritat que les formacions són de colors molt foscos, exceptuant les estalactites situades a la zona superior que presenten un color totalment blanc (Fig. 9.7.7). El trespol planer de gran part de la galeria està recobert de polígons de retracció dels sediments argilosos.

Galeria del Terrat

És la mateixa galeria Migpunt, però en sentit oposat. El fort rost és el més característic dels 70 m lineals de l'estança, per després seguir una trentena de metres més sota les aigües. L'amplada està compresa entre uns 18 i 30 m, exceptuant la part terminal a on s'estreny.

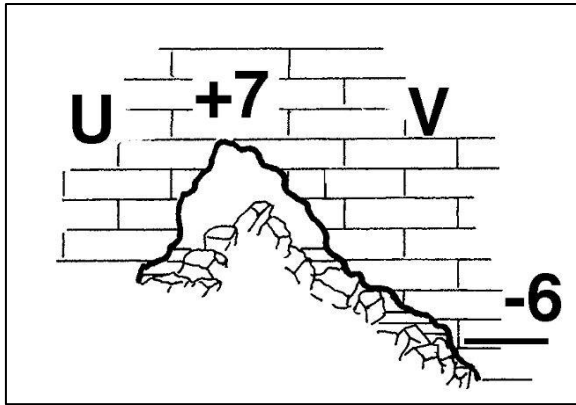


Figura 9.7.8: Secció de la galeria Myotis. S'aprecia el component de sala d'esfondrament que configura per complet aquest àmbit de la cavitat.

Llac Nou - Galeria Myotis

El llac Nou, de 60 m de longitud i amb un domini de les morfologies d'esfondrament (Fig. 9.7.8), permet assolir la galeria Myotis, el final de la qual ha estat forçat per tècniques de busseig espeleològic. Un pas molt angost a la zona sotaiguada es va haver de desobstruir, entre el rost concrecionat i la paret frontal. La nova zona subaquàtica és de modestes dimensions i

molt decorada per formacions litoquímiques. La totalitat de la galeria, juntament amb les noves descobertes té un traçat lineal de 175 m. El total de superfície del llac és de 600 m². L'amplària real de la galeria, una vegada incorporades les zones subaquàtiques està compresa entre els 7 m de mínima i els 25 m de màxima.

Sala del Tanga

S'hi pot accedir des de la cova des Pont per tres llocs. El més "clàssic" és l'accés aeri pel laminador que hi ha al final de la galeria Migpunt. Una segona manera és per la prolongació sota l'aigua del mateix laminador; uns 10 m de sifó molt estret, però que permet passar sense haver de sortir fóra de l'aigua. La tercera possibilitat parteix només a 13 m al N de l'anterior, de dins un petit llac aïllat per blocs. És un sifó ample i fàcil de capbussar de 7 m de longitud. La sala del Tanga, de 70 x 60 m, és una important sala d'esfondrament que sobresurt envoltada d'aigua, la qual representa més de les 2/3 parts de superfície. És el llac més extens de tot el sistema, ja que s'ha estimat en 1500 m². Els enderrocs que formen el pis de la sala es troben en alguns llocs recoberts de revestiments litoquímics i abunden també les acumulacions de guano. L'alçària màxima és d'uns 5 m i 10 m el desnivell total fins als llacs.

Galeria Tancada

Situada al N de la sala del Tanga, és una galeria subaquàtica de 50 m de longitud, 10 m d'amplària i 5 m de profunditat que finalitza en un coster d'enderrocs

que tanca el pas a la galeria Migpunt. Presenta al començament abundants penjants, per després predominar els espeleotemes.

Sala Dàmocles

A l'E de la sala del Tanga, després de recórrer 25 m de llac des del final de la part terrestre més propera, 15 m d'espaiós sífó aïllen la sala Dàmocles de la resta de la cavitat. Es tracta d'un rost tancat de blocs i pedres. Destaquen les dimensions de 35 m d'amplària i les columnes i espeleotemes freàtics subactuals (Figs. 9.7.6, 9.7.9). Al S de la sala es troba la connexió amb les coves del Pirata.

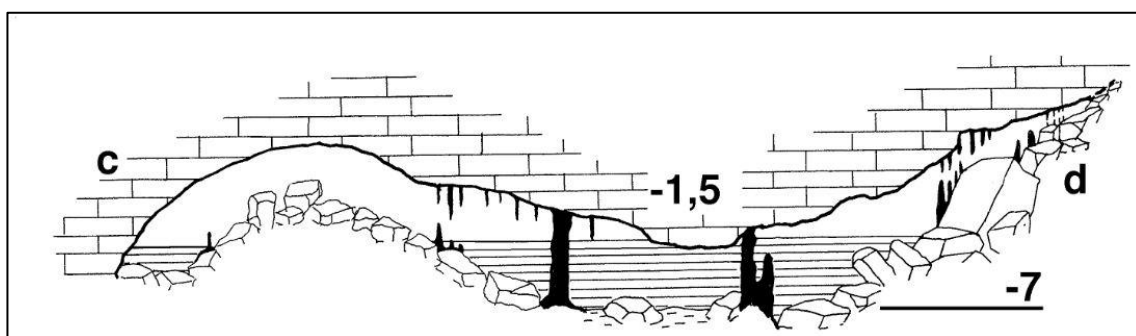


Figura 9.7.9: Connexió entre la sala del Tanga i la sala Dàmocles per una galeria que gairebé no sifona l'espai.

Galeria Decorada

S'inicia al S de la sala del Tanga per un angost rost subaquàtic, continuació de l'esfondrament de la sala. És una galeria d'uns 100 m de longitud i 10 m de fondària màxima. Els espeleotemes són extraordinàriament abundants, especialment en forma boscos de llargues estalactites fistuloses, colades pavimentàries i columnes. A la part final ascendeix per un coster fins a sortir a un llac cobert de làmines de calcita flotant que delimita una allargada cambra terrestre. Presenta paleonivells freàtics a -3,6 m i importants precipitats de cristalls que envolten el llac.

COVA DE SA PIQUETA

S'inclouen aquí totes les galeries i sales més occidentals del sistema, separades de la cova des Pont per la galeria Corcada.

Cova de sa Piqueta

L'entrada es troba al fons d'una dolina d'esfondrament de 36 x 26 m. Està constituïda per una gran sala de 54 x 48 m, que baixa en suau pendent, menys a la part NW on la davallada es fa per un fort rost de blocs, fins que s'assoleix el nivell freàtic als 36 m de desnivell (TRIAS & MIR, 1977).

Sala Obstruïda

És l'antiga sala del Llac (TRIAS &

MIR, 1977), de 22 x 12 m i 6 m d'alçada. En la qual es fa ben palesa la morfologia clàstica de l'estança. Es tracta del coster d'un con d'enderrocs que davalla fins al llac, subdividit per blocs, amb les zones properes a l'aigua especialment inestables. Al llac abunda la calcita flotant.

Galeria Corcada

L'accés des de la cova des Pont és una estreta galeria freàtica de secció semicircular amb abundants formes de dissolució. S'aprecia un lleuger corrent a l'entrada que és capaç d'endur-se'n el sediment en suspensió. Aquest túnel comunica



Figura 9.7.10: Galeria Corcada, afectada per processos de corrosió, encara que són abundants els espeleotemes. Foto A. Cirer.

amb una primera sala voluminosa, amb la presència a tot el costat N de grans blocs que provenen de la galeria del Terrat i en pendent descendeixen sota les aigües. També destaca el trespol planer i recobert de fang. Són abundants els espeleotemes, especialment columnes i estalagmites, parcialment descalcificats. Després de travessar una zona caòtica i estreta se surt a una segona sala molt concrecionada, especialment per estalactites gruixudes, columnes i estalagmites. Més endavant i a dalt, s'obri el llac de la sala dels Caramells d'uns 175 m², passat el qual tornen a proliferar les morfologies de corrosió (Fig. 9.7.10).

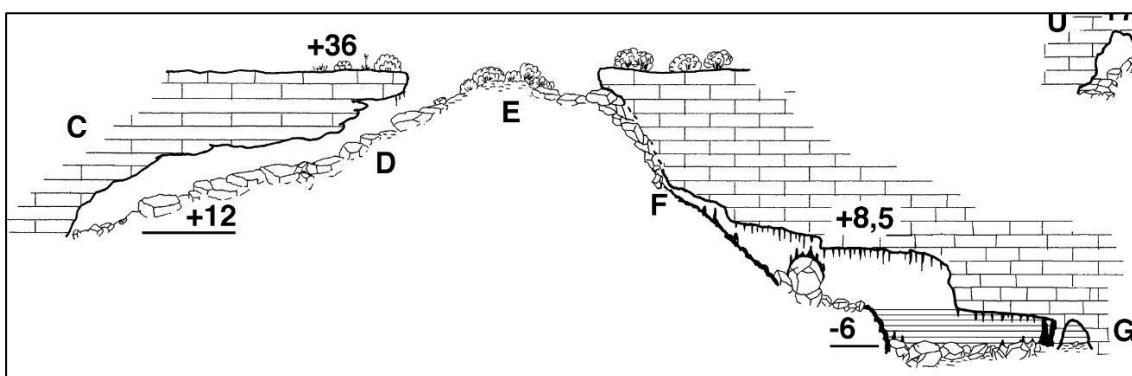


Figura 9.7.11: Secció a on s'aprecia la sala dels Caramells, actualment només accessible mitjançant tècniques d'espeleologia subaquàtica.

Sala dels Caramells

Accessible únicament a través de la galeria Corcada. Està situada a l'E de la cova de sa Piqueta, amb la qual comparteix el mateix origen (Fig. 9.7.11). Malgrat la poca distància que separa ambdues sales, la riquesa en espeleotemes és molt desigual. El llac està recobert per un tel de calcita flotant i les parets i formacions presenten recobriments freàtics subactuals de color bru. També hi ha un paleonivell freàtic situat a uns +2 m de color molt blanc. A les parets es destrien perfectament els plans d'estratificació i el sostre està folrat de estalactites fistuloses i altres formacions, algunes excèntriques creant boscos d'estalactites de calcita molt blanca, molt contrastats en comparació als freàtics subactuals, de colors bruns (Fig. 9.7.5). La sortida fóra de l'aigua és per un gran rost de blocs concrecionat, que s'allarga 50 m des de la paret del llac fins a fer-se impracticable a poca distància de la dolina d'esfondrament que forma l'entrada de la cova de sa Piqueta. L'amplària màxima és de 20 m. Destaca per la bellesa i delicadesa de les formacions litoquímiques que la recobreixen: blanques colades estalagmítiques i estalactites amb helictites de gran bellesa.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La penetració lineal del sistema de coves, perpendicular a la línia de costa, és d'uns 700 m. Mereix especial atenció que la distància que separa les coves del Pirata de les properes cova des Moro i cova de Cala Falcó és de menys de 200 m (Fig. 9.7.12). Les cavitats esmentades són també sales d'esfondrament, segurament capturades per la mar en retrocedir els penya-segats litorals (GINÉS, 2000). Nosaltres pensam que tenen relació amb el sistema Pirata-Pont-Piqueta, i que col·lapses actualment infranquejables, barren el pas entre elles, fet similar al que passa en relació a la cova des Xots, on s'aprecia una gran dolina al lloc ensorrat. Si aquesta suposició fos certa, l'antic sistema presentaria una clara orientació de drenatge cap a la mar i coincidiria amb el traçat d'altres importants cavitats del llevant mallorquí.

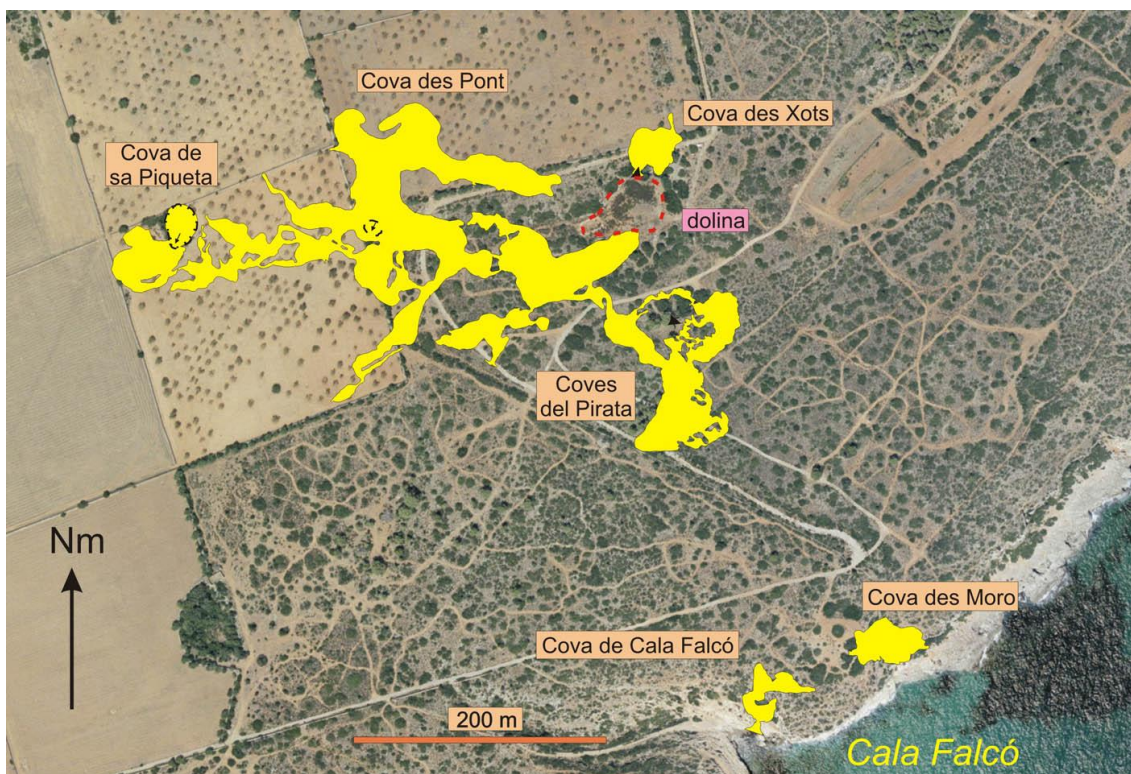


Figura 9.7.12: Localització del sistema Pirata-Pont-Piqueta i d'altres cavitats properes, com la cova des Xots i la dolina d'esfondrament que les separa. S'aprecia la presència d'un altre esfondrament anomenat clot de sa Clova Rodona de ben segur relacionat genèticament amb el sistema de cavitats.

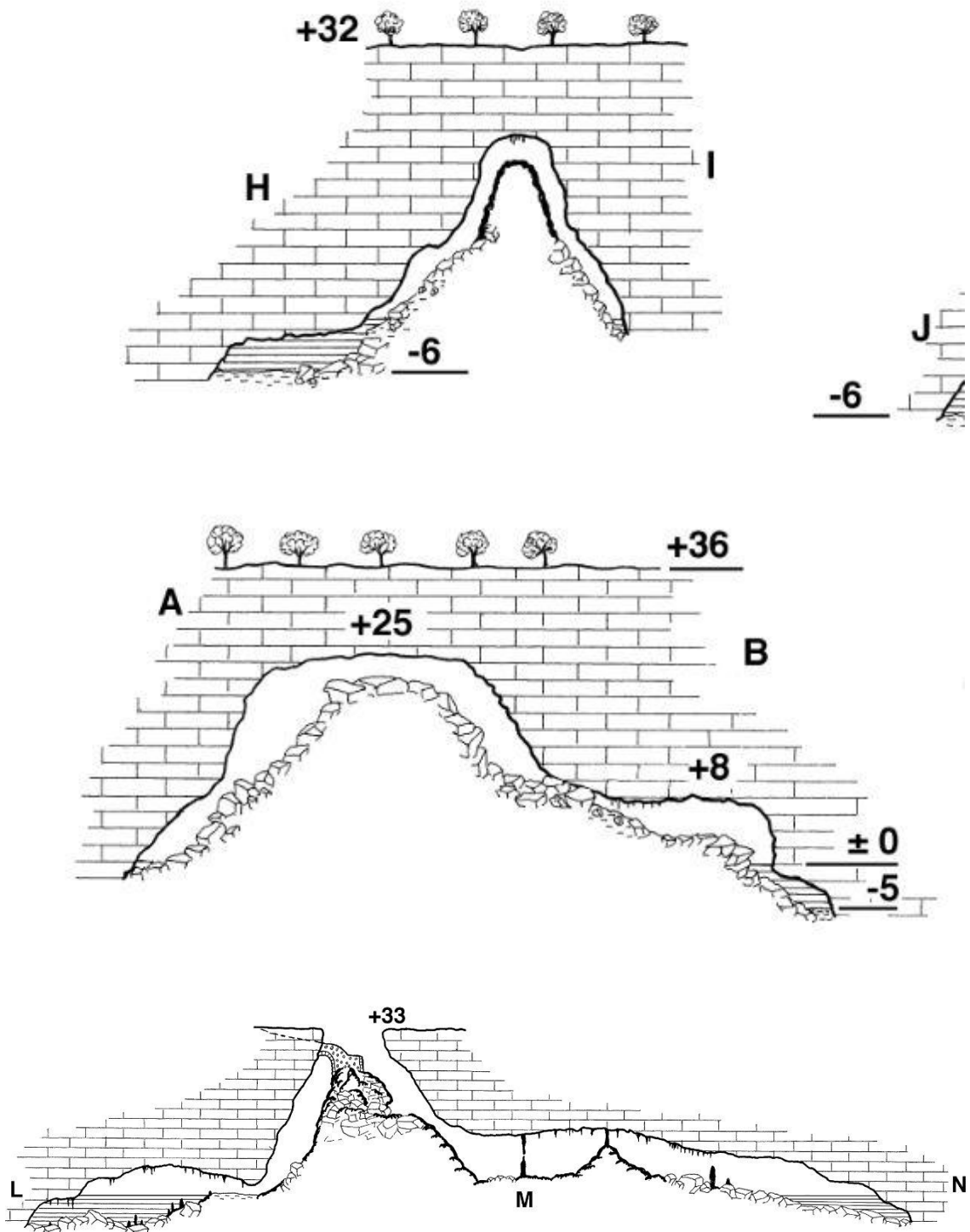


Figura 9.7.13: Seccions de dos indrets de la cavitat que es troben molt propers a la superfície del terreny i l'entrada de la cova des Pont. Les dues primeres seccions es troben en un estadi previ a generar una dolina d'abisament o esfondrament cas de la tercera secció.

La superfície exterior de la plataforma miocènica on es localitza el sistema de cavitats està a una alçària respecte al nivell de la mar d'uns 35 m, excepte a la depressió de l'entrada a la cova des Xots, que assoleix els 25 m. Les dimensions de la dolina abans esmentada, de forma ovalada, són de 112 x 60 m. La potència de roca al llac de les coves del Pirata està compresa entre 13 i 20 m, essent la màxima de poc més de 30 m, ja sota les aigües. A la cova des Pont les potències de roca van dels 20 m a la sala Gran, als 25 m al llac Ras i més de 36 m en alguns llocs sotaiguats de la galeria. Els 30 m del llac Nou es redueixen als 16-18 m a la galeria Myotis i la galeria Migpunt. A la sala del Tanga és d'uns 24 m, mentre que només assoleix els 10 m a la galeria des Terrat. Els 28 m al llac Victòria i a la sala Obstruïda de la cova de sa Piqueta i els 36 m d'alguns llocs de la galeria Corcada.

Espeleogènesi

El sistema de coves Pirata-Pont-Piqueta correspon a cavitats formades a la zona de mescla, a on els processos d'esfondrament, amb grans acumulacions de blocs, i els recobriments litogenètics posteriors configuren gairebé totalment el seu aspecte actual i oculten quasi per complet les morfologies de corrosió (Fig. 9.7.13). Aquestes morfologies són visibles a pocs llocs i sempre a cotes actualment sota les aigües.

Característiques hidrogràfiques de la cavitat

La cavitat es comporta, en casos de fortes precipitacions, d'engolidor de les aigües dels voltants. Així, les intenses pluges arrossegueu aigua amb fang dins el llac Ras i llac Victòria, de forma que la visibilitat es torna gairebé nul·la a les zones més properes. El perfil de salinitat i temperatura de la columna d'aigua ha estat registrat el mes d'agost de 2006 mitjançant una sonda oceanogràfica CTD Seabird SBE19 que pertany a l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (Fig. 9.7.14). L'aparell realitza lectures automàtiques cada segon d'ambdós paràmetres a més de la fondària, mentre es desplaçat molt lentament per un cabussador. Les dades posteriorment són transferides a un ordinador.

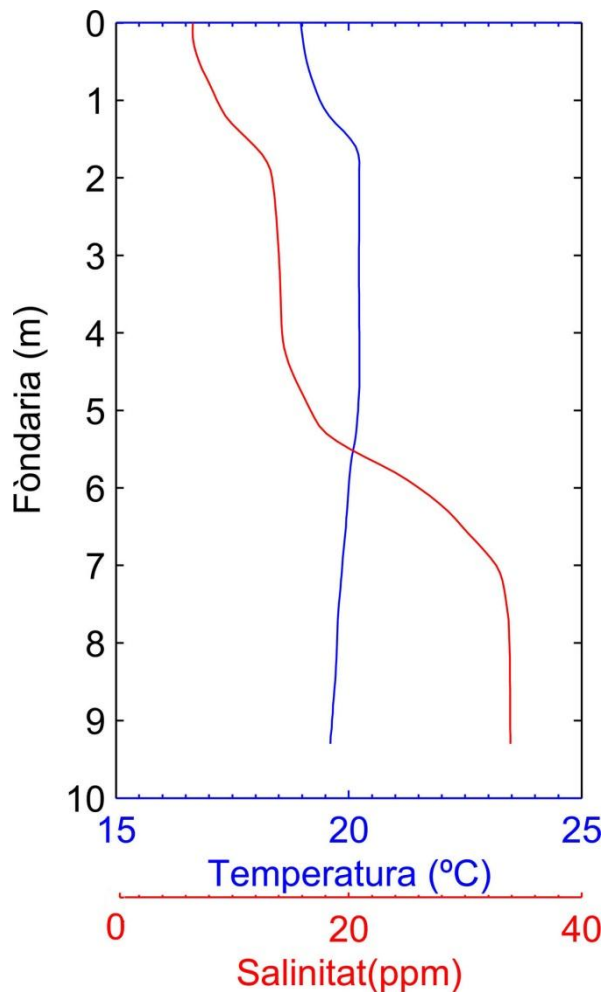


Figura 9.7.14: Perfil de salinitat (ppm) i de temperatura (°C) a la galeria Decorada (cova des Pont).

La columna d'aigua presenta quatre masses d'aigua amb característiques ben diferenciades. En primer lloc, una capa d'aigua que va dels 0 als 1,8 m amb una salinitat que augmenta de 6 ‰ als 14 ‰. Dels 1,8 m als 4,5 m pràcticament es manté constant en 14 ‰ per després augmentar dels 4,5 m als 7 m, entre 14 ‰ i 33 ‰ fins que després es manté constant pràcticament al voltant dels 34 ‰.

Les mesures del pH de diferents mostres d'aigua denoten aigües lleugerament àcides (entre 6,4 i 6,9), el que indicaria que els processos de corrosió de les aigües són actius actualment.

Morfologies de corrosió

A la cavitat, només es troben de manera significativa a la galeria Corcada, algunes zones parietals del llac Victòria i sostres de la galeria Tancada (Fig. 9.7.15). Aquest fet segurament es deu als fenòmens d'esfondrament que han fet desaparèixer les morfologies en ésser desmantellades i sepultades.

MEGAFORMES (morfologies de corrosió d'ordre quilomètric a hectomètric)

Sistemes de cavitats ramiformes (*ramiform caves*)

El sistema Pirata-Pont-Piqueta es pot considerar un sistema de cavitats ramiformes, ja que aquest tipus de cavitats laberíntiques estarien formades per la fusió



Figura 9.7.15: Les morfologies de corrosió es troben en alguns llocs de les zones sotaigüades del sistema endocàrstic. Foto C. Bodi.

de sales i galeries en les que no s'observa una direcció clara.

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

Galeries freàtiques de secció circular (*tubular passages*)

De forma clara, només es pot atribuir a aquest tipus de morfologia la que es roba a l'inici de la galeria Corcada, amb un diàmetre d'uns 1,5 m.

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

Els conductes seminals o iniciadors, envans, columnes de roca, ponts i morfologies espongiformes s'aprecien sota l'aigua en indrets del llac Victòria, llac Nou i també a la galeria Corcada.

MICROFORMES (morfologies de corrosió d'ordre mètric a centimètric)

Els arcs, penjants, pinacles, esperons, concavitats poc marcades, cúpules i tupins són abundants a la galeria Corcada i també a les parets subaquàtiques del llac Victòria i a l'inici de la galeria Tancada.

Els espeleotemes

Les formes reconstructives són abundants i dignes d'esment, especialment a les coves del Pirata i en menor mesura a la cova des Pont. Per contra, la cova de sa Piqueta és molt més minsa en espeleotemes. Els més abundants són els de degoteig (estalactites, estalagmites i columnes), així com els de flux (colades pavimentàries i parietals), mentre que els de percolació es presenten en forma d'helictites. Els espeleotemes freàtics estan també presents en forma d'estalagmites còniques formades per l'acumulació de làmines de calcita flotant i cristallitzacions freàtiques indicadores dels nivells dels llacs. Algunes zones amb formacions secundàries presenten descalcificacions intenses o processos de reajustaments gravitatoris (solifluxions).

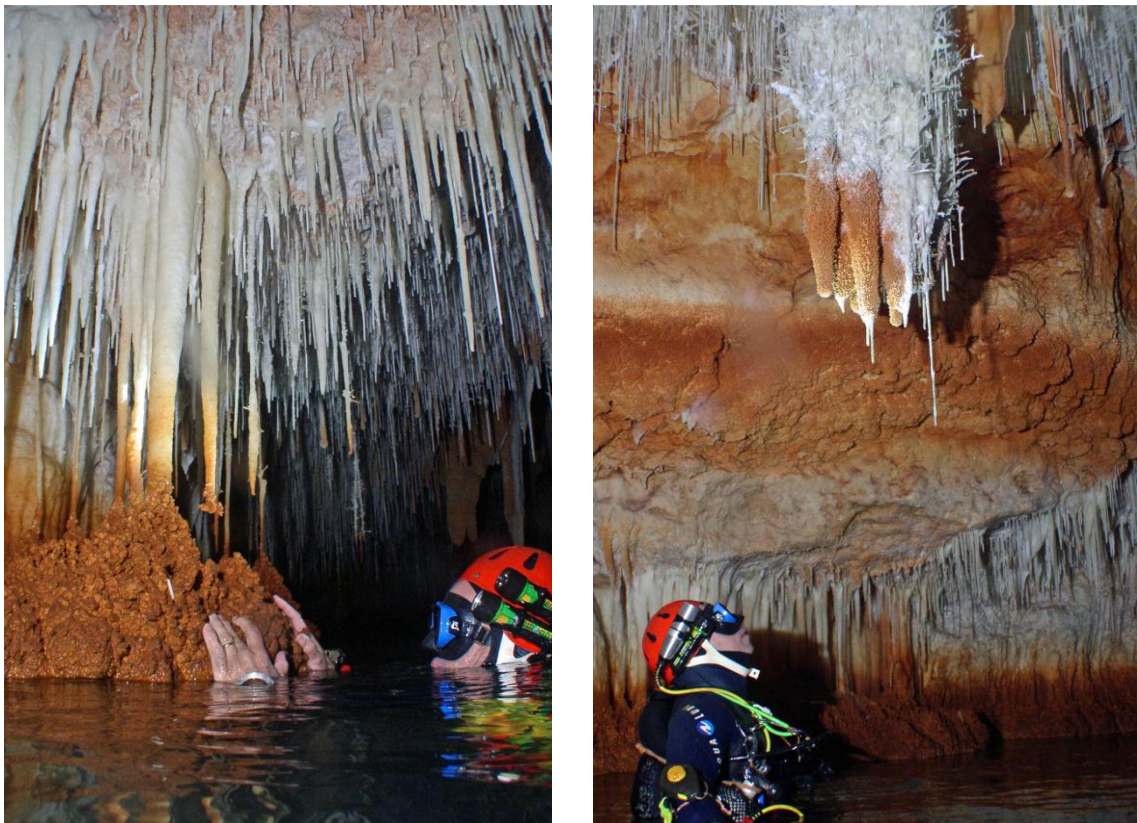


Figura 9.7.16: Els espeleotemes freàtics subactuals o pretèrits són molt representatius de la cavitat. Alguns estan afectats per una coloració vermellosa molt característica. Fotos C. Bodi.

Els importants processos de precipitació litoquímica de les coves del Pirata (especialment columnes i massissos estalagmítics) han determinat la compartimentació de la cova. Les formacions litoquímiques apareixen profusament distribuïdes i

confereixen a la cavitat, a més d'una elevada complicació topogràfica, una gran bellesa (GINÉS & GINÉS, 1976).

A la cova des Pont alternen zones de pis cobert majoritàriament per blocs caiguts, amb altres indrets amb importants recobriments de formes de precipitació. Destaquen colades pavimentàries, estalagmites, columnes i petites estalactites fistuloses al sòtil. Si bé s'hi troben concrecions per tot arreu, arriben a tenir importància davall la boca i a la galeria des Terrat, on recobreixen quasi totalment el con clàstic i prenen formes espectaculars, així com també, sota les aigües, a la galeria del Llac Ras i la galeria Decorada. A la sala dels Caramells els blocs es troben recoberts per importants recobriments litoquímics que han consolidat i decorat l'esfondrament.

Els espeleotemes freàtics són també destacats. Els subactuals, que es troben arran de la superfície dels llacs són molt vistosos i freqüents a les voreres de llacs de les coves del Pirata i a la cova des Pont (galeria Decorada, sala del Tanga, sala dels Caramells, llac Victòria, llac Ras i llac del Carbonat) recobrint parets i estalactites.

Els corresponents als nivells de + 2,1 m per damunt el nivell freàtic es localitzen al W de la sala Gran, llac Ras, sala del Tanga, sala dels Caramells i a les coves del Pirata (Fig. 9.7.16). La datació d'aquests revestiments freàtics ens informen d'una edat de $133 \pm 1,9$ ka per les coves del Pirata i $122,7 \pm 1,9$ ka per la cova des Pont (TUCCIMEI *et al.*, 2006), corresponent per tant ambdues dates amb els màxims transgressius del darrer interglacial. Els trobats a cotes negatives corresponen als següents nivells: -3 m al llac del Carbonat, -3,6 m a la galeria Decorada i -7 m a la galeria Myotis.

Els mecanismes de reajustament gravitacional del substrat inestable de la cavitat han provocat la presència d'importants fenòmens de solifluxió, especialment cridaners a les coves del Pirata. Molts massissos estalagmítics, columnes i colades pavimentàries es troben trencades per aquest motiu, presentant desplaçaments de fins a 4 m. També són abundants les estalagmites basculades respecte a la primitiva disposició vertical. Algunes escletxes de desferrament al terra de les zones superiors de la cova, superen els 6 m de fondària. Aquests trencaments del pis, paral·lels a les alineacions dels basculaments constitueixen una morfologia que obeeix al lent flux dels materials clàstics i al grau de rigidesa del conjunt (GINÉS & GINÉS, 1976). També s'observen a les zones situades per davall del nivell freàtic, espeleotemes afectats per intensos processos de corrosió que els han destruït en gran part.

Les sales d'esfondrament

El sistema Pirata-Pont-Piqueta el podem definir com a un conjunt de sales d'esfondrament interconnectades en les quals, de ben segur, aquests mateixos esbucaments aïllen altres cavitats ara per ara inaccessibles a l'home. S'ha de tenir present que, llevat d'algunes zones de la galeria Corcada, gairebé tots els contorns del sistema estan tancats per productes dels enderrocs, revestiments litoquímics o rebliments sedimentaris fins. També els espais actualment negats per les aigües presenten com a morfologia predominant les acumulacions de blocs caiguts. Els processos d'esfondrament (*breakdown processes*) són el tret principal d'aquest sistema càrstic originant voluminoses i caòtiques sales (Fig. 9.7.17,18). El col·lapse dels sostres i parets per inestabilitat i falta de sustentació dona lloc a voltes i sales de seccions arrodonides per intentar assolir l'equilibri mecànic. Els blocs caiguts s'acumulen en el

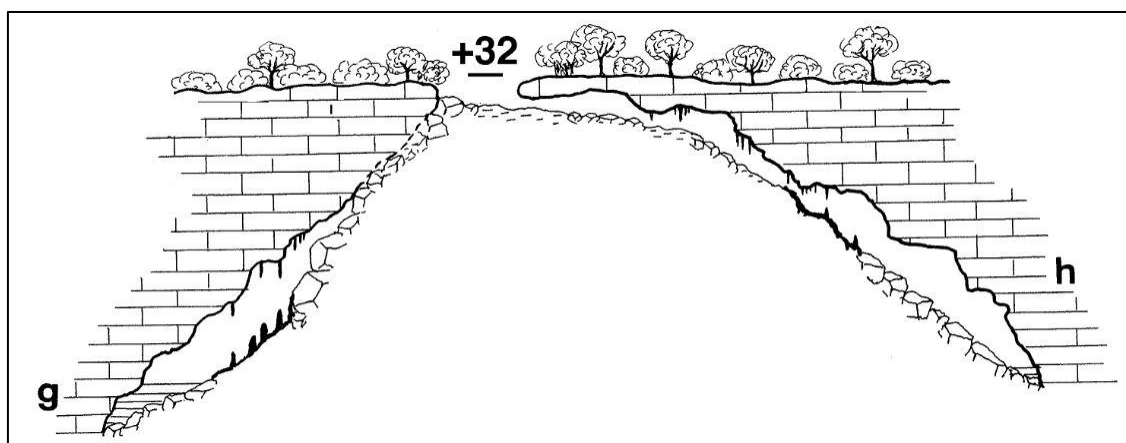


Figura 9.7.17: Secció a les coves del Pirata, que passa per l'entrada. Del punt de vista morfològic es tracta d'una gran unitat d'esfondrament que ha assolit la superfície.

centre de les cambres per formar caramulls cònics d'enderrocs o per produir rosts de blocs si els esfondraments són asimètrics. El fet de que els sostres actuals i els grans volums de materials despresos estiguin coberts d'espeleotemes depèn principalment de l'antiguitat dels darrers esbucaments, del regim freàtic o vadós al qual ha estat sotmès el buit i de la velocitat de formació dels espeleotemes.

Al sistema podem reconèixer la fusió de diverses unitats d'esfondraments independents. L'observació de les corbes de nivell és una eina ben útil per intentar delimitar les diferents unitats (Fig. 9.7.19). Així sembla que la cova de sa Piqueta (amb

la sala Obstruïda inclosa) i la sala dels Caramells formen part d'una mateixa unitat d'esfondrament (unitat 1) que antigament devien d'estar unides per l'actual dolina que constitueix l'entrada a la cova de sa Piqueta. A la cova des Pont, si es parteix de la boca i es ressegueixen les corbes de nivell, sembla que es pot individualitzar una altra zona (unitat 4, aquesta unitat es pot subdividir en dues més petites: 2 i 3). Està formada pel llac Victòria, la sala Gran fins als llacs del Carbonat i el llac Ras, la galeria del Terrat i la galeria Migpunt. La sala del Tanga formaria una altra unitat ben diferenciada de la resta (unitat 8). Les coves del Pirata constitueixen la unitat 9, connectada amb la cova des Pont per la part més occidental de la unitat: la sala Ignorada. La galeria del Llac Ras (unitat 5), la galeria Myotis i el llac Nou (unitat 6) i la galeria Decorada (unitat 7) formarien unitats que envolten l'eix principal. La sala Dàmocles constituïria part de l'esfondrament situat al S o SSW d'una unitat d'esfondrament (unitat 10) que inclouria la cova des Xots i la dolina on aquesta s'obre (Fig. 9.7.20,21). En total es poden delimitar 8 unitats principals d'esfondrament, d'aquestes, 4 han format entrades a les cavitats (cova de sa Piqueta, unitat 1; cova des Pont, unitat 4; coves del Pirata, unitat 9 i cova des Xots, unitat 10), mentre que la darrera unitat endemés de formar la boca d'accés a la cova des Xots ha ocasionat una gran depressió.

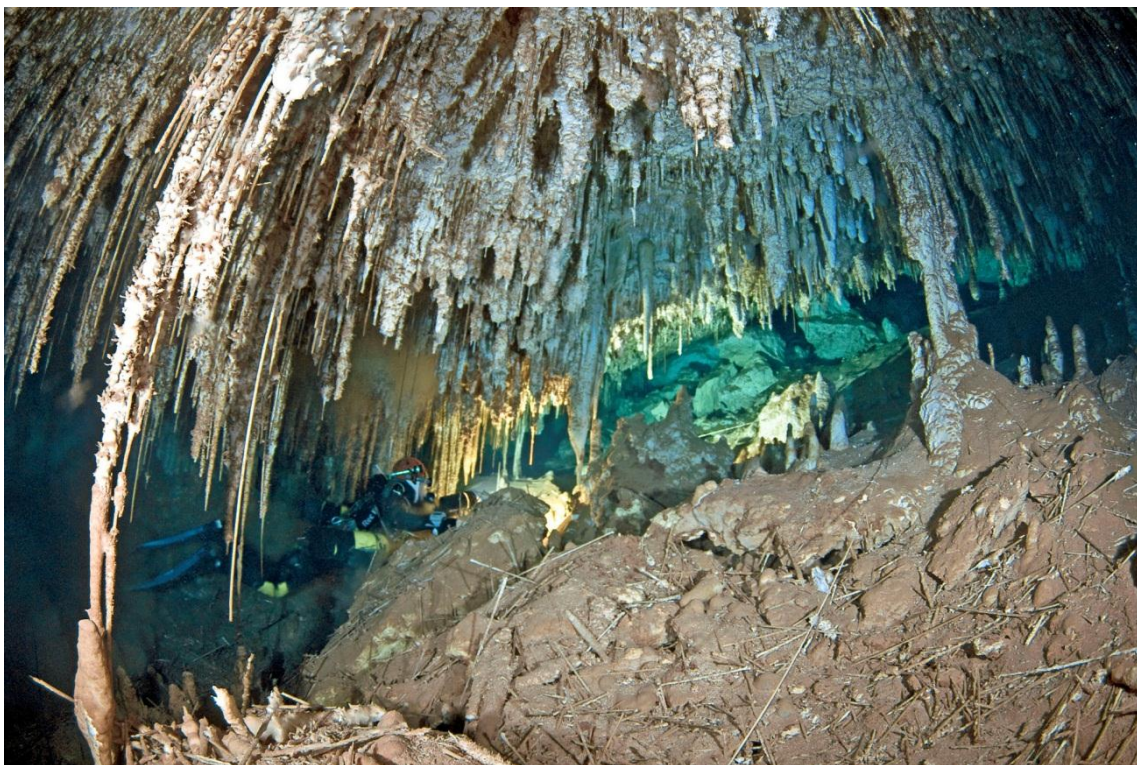


Figura 9.7.18: Ascensió per un rost d'esfondrament que sobrepassa el nivell freàtic. Galeria Decorada. Foto A. Cirer.

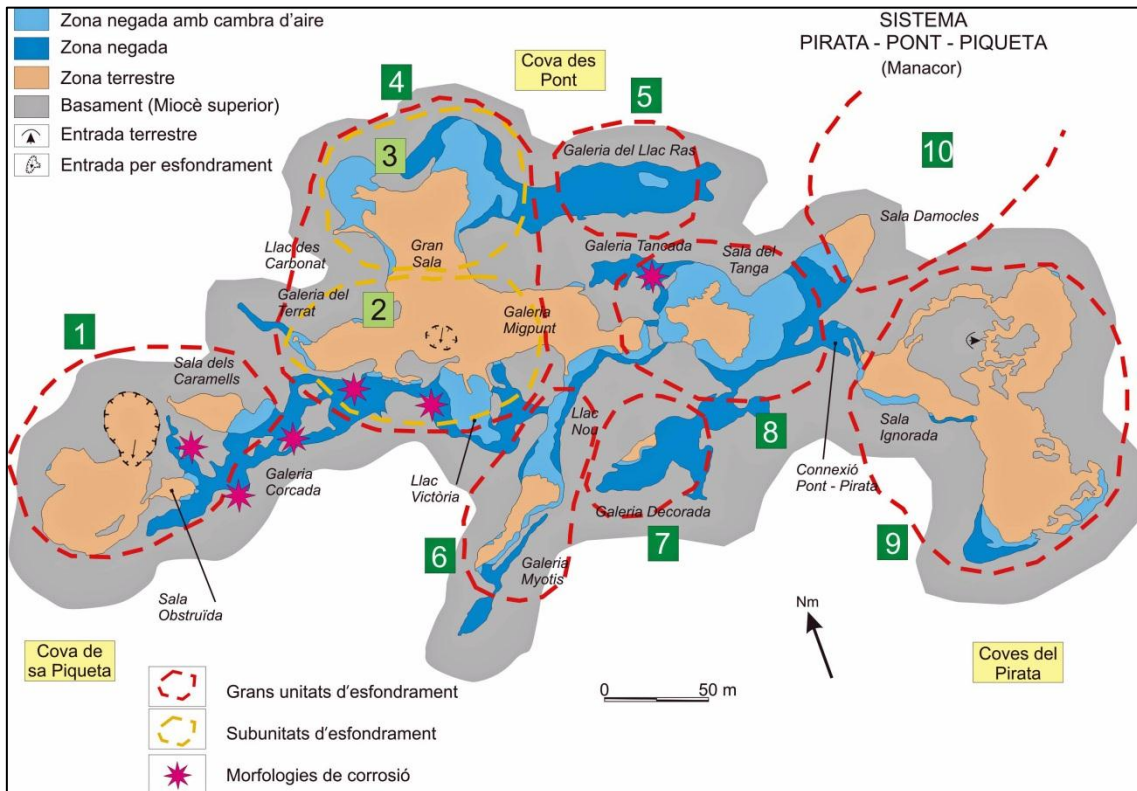


Figura 9.7.19: Localització de les grans unitats d'esfondraments i zones amb abundància de morfologies de corrosió.

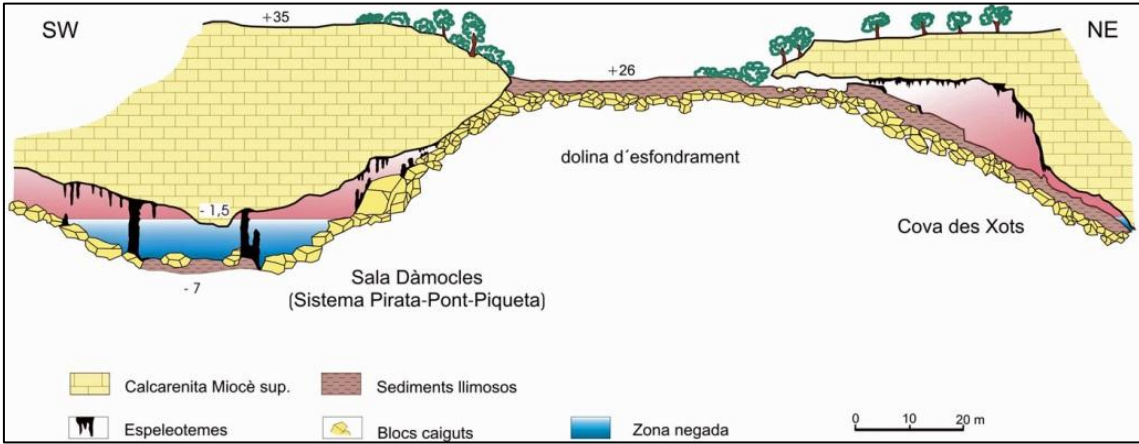


Figura 9.7.20: Secció que comprèn la sala Dàmocles, la cova des Xots i la seva dolina d'accés

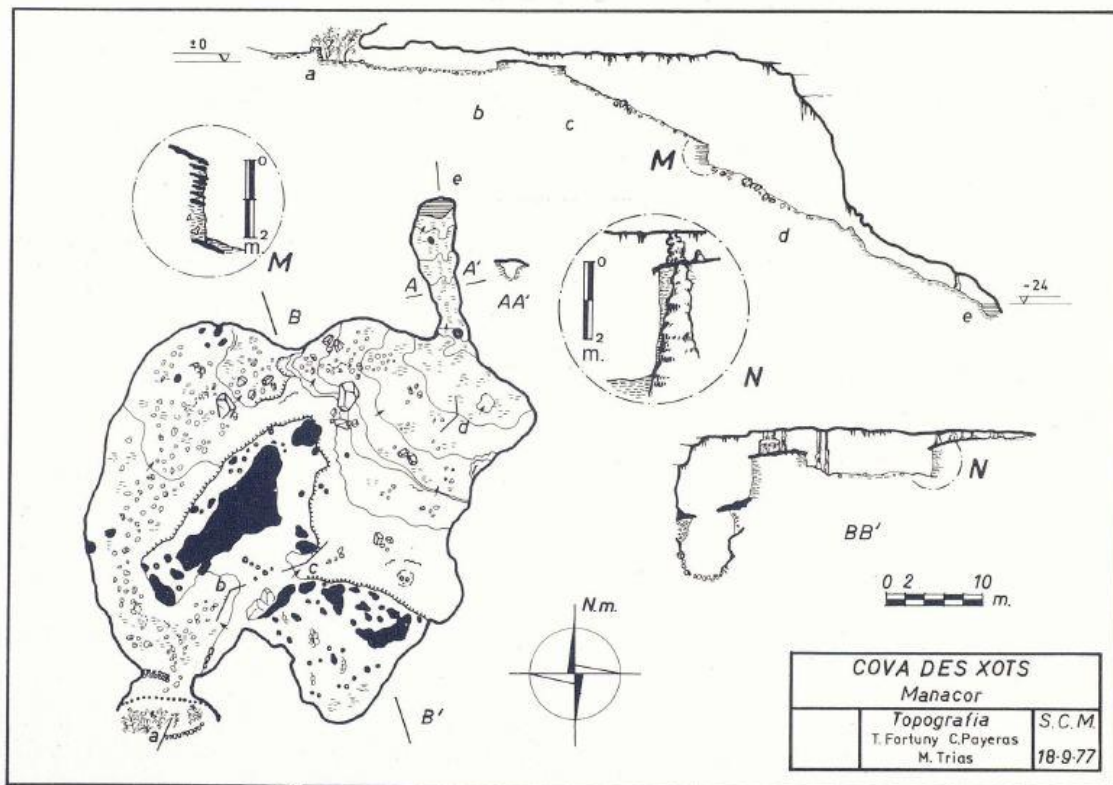


Figura 9.7.21: Topografia de la cova des Xots. Es tracta d'una cavitat que ha quedat incomunicada de la resta del sistema endocàrstic Pirata-Pont-Piqueta a causa del gran esfondrament que suposa la dolina que es troba a prop de la boca de la cavitat.

Els sediments

METODOLOGIA

El mostreig dels sediments es va realitzar a dos nivells. Primer en cada un dels llacs principals es van realitzar una sèrie de sondatges mitjançant la penetració vertical a pressió dins del rebliment sedimentari de tubs de PVC de 2 polzades de diàmetre i de longitud aproximada d'uns 50 cm, que varen ser clavats a mà fent espeleobusseig fins a trobar resistència total i extrets també manualment, tapats i numerats per la seva posterior obertura i anàlisi en el laboratori (Fig. 9.7.22). El total de sondatges realitzats va ser de 10 (PP00, PP01, PP02, PP03, PP04, PP05, PP06, PP07, PP08, PP012). En un

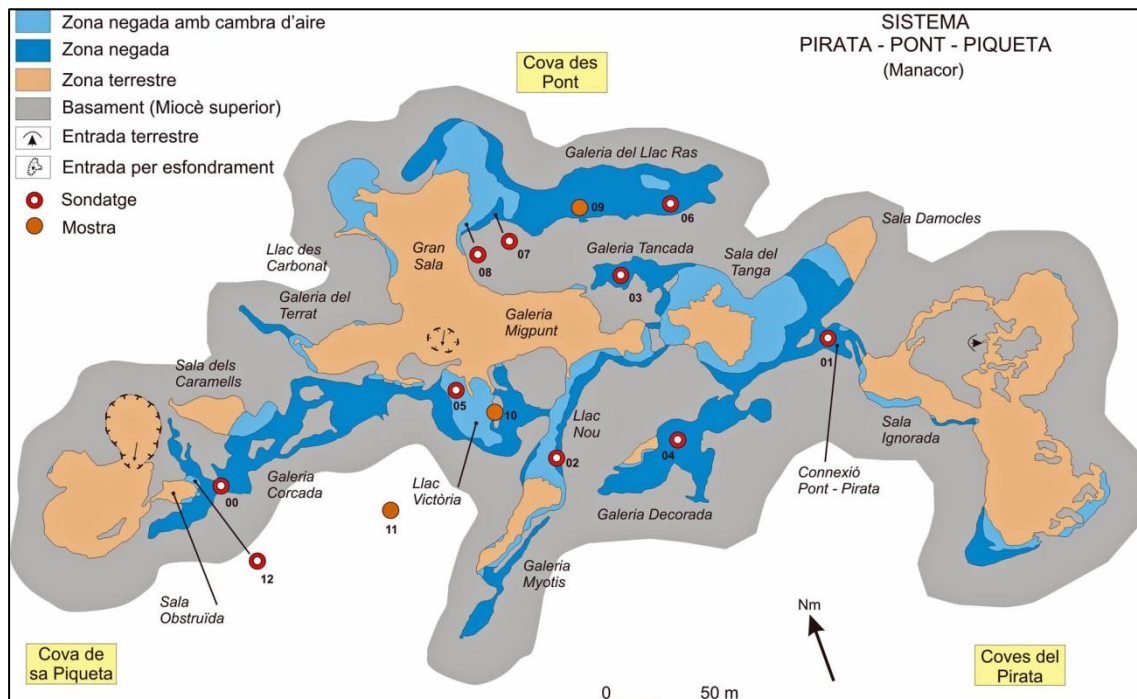


Figura 9.7.22: Localització de les mostres i sondatges en el sistema Pirata-Pont-Piqueta.

cas (PP08), es va tenir que repetir el sondatge degut a que la potència del rebliment sedimentari superava la longitud del tub utilitzat per així poder accedir a nivells més profunds (PP08bis). A part dels sondeigs es va agafar una mostra superficial del llac Ras (PP09) una mostra de roca de la paret del llac Victòria (PP10) i una mostra del sòl edàfic (PP11) localitzada aproximadament entre la cova des Pont i la de sa Piqueta.

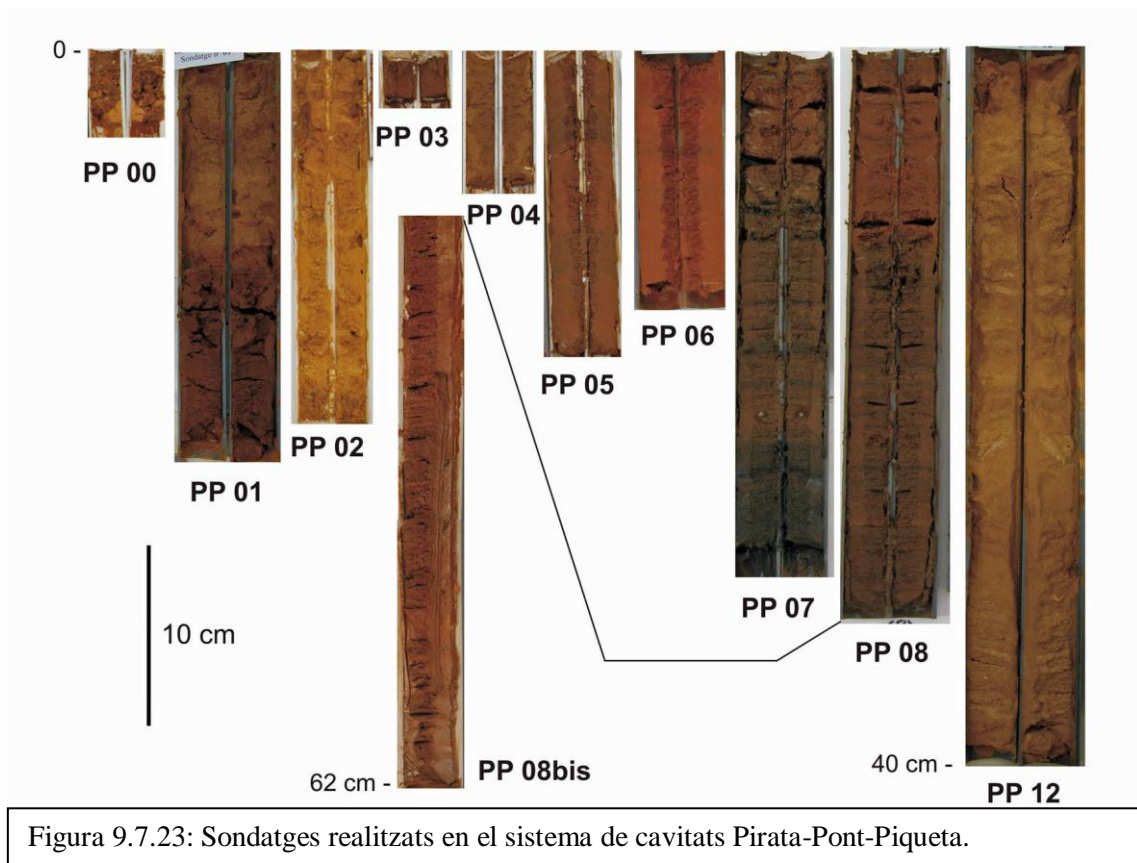
Un cop al laboratori els sondeigs van ser oberts longitudinalment mitjançant una serra de disc, separats en dues meitats, una de les quals va ser etiquetada i guardada, i l'altra, després de fotografiar-la va ser descrita i mostrejada, agafant una mostra (entre

cada 3 i 10 cm) en funció de les diferents unitats diferenciades en una primera observació visual a cada sondatge (Fig. 9.7.23). El total de mostres va ser de 50 (Taula 1) a les quals se li va seguir el següent protocol: en primer lloc es va descriure el color en humit utilitzant una taula de colors MUNSELL®, després les mostres varen ser col·locades a la estufa i secades durant 24 h a 105 °C. Un cop seques es va descriure altre cop el color en sec, i es va fraccionar cada una de les mostres per a les diferents anàlisis posteriors que van ser matèria orgànica, mida de gra i textura i mineralogia, utilitzant per això la totalitat de la mostra, sense separació per fraccions texturals, al ser la fracció fina la predominant. Per a l'anàlisi granulomètrica i de mida de gra es va utilitzar un COULTER® LS 100 (Laser Particle Size Analyser) que determina un rang de partícules entre 0,4 i 1.000 µm. A partir dels valors obtinguts es van calcular els percentatges en pes per a cada una de les fraccions d'arenas (>63 µm), llims (63-2 µm) i argiles (<2µm) així com els paràmetres texturals i estadístics simples (McMANUS, 1988). La composició mineralògica de la mostra total es va realitzar utilitzant un difractòmetre Siemens D-5000 amb un ànode de Cu obtenint l'espectre entre 3 i 34° de 2 theta a un pas de 0,03° amb un temps de 3 s per pas a una temperatura ambient de 25°C. Un cop identificades les principals fases minerals es va realitzar l'anàlisi semiquantitativa mitjançant la integració de l'àrea dels pics principals (BISCAYE, 1965) per tal d'analitzar la variació mineralògica al llarg de l'acumulació sedimentària.

RESULTATS

Color dels sediments

En línies generals predominen els colors que van des de grocs vermellosos a marrons obscurs, es pot observar però una gran variabilitat entre els sondatges (Taula 2). Encara que al llarg de cada un d'ells es mostren variacions, podem diferenciar tres tipologies diferents, sondatges amb colors grocs vermellosos (PP00, PP02, PP12), colors vermells groguencs i foscos (PP06, PP09) i, finalment coloracions amb diferents tonalitats de marró (PP01, PP03, PP04, PP05, PP07, PP08). En els del primer tipus de coloracions més clares, els sondatges són força uniformes presentant algunes bandes més vermellores que es fan més abundants a sostre especialment en els sondatges PP02 i PP12. El segon tipus on predomina el vermell la uniformitat és la característica principal.



Contingut en matèria orgànica dels sediments

El contingut en matèria orgànica de les mostres de sediment, que podem observar a la Taula 3, té uns valors que oscil·len des d'un mínim de 1,09 fins a un màxim de 12,50 % amb un valor mitjà de 4,11 %. La distribució però és molt desigual dins els sondatges. Així, els valors mínims corresponen a les mostres dels sondatges PP12 amb un valor mitjà de 1,29 %, al PP04 amb un 1,83 %, valors relativament propers a l'error del mètode, i al PP06 amb un 2,66 %. La resta de sondatges presenten valors mitjans al voltant del 4 %. La mostra de sòl edàfic dona valors per sobre del 12 %. Encara que la variació dins els sondatges és relativament petita, podem destacar la disminució amb la profunditat dels sondatges PP01, PP02 i PP05; i la tendència al increment en els PP06, PP07 i, especialment, en el PP08; en cap cas, però les diferències superen el 3%. El màxims valors es donen en els sondatges PP08 i PP07, essent el primer el que registra valors mitjans més alts de tots els sondatges, amb un 5,45 %.

La distribució de la matèria orgànica sembla clarament relacionada amb les entrades per esfondrament de les cavitats, de manera que la seva presència estaria

clarament relacionada amb la procedència exterior, com així ho demostra la presència dins del sondatge PP08 de la galeria del llac Ras de nombroses llavors i altres restes vegetals. S'observa també clarament una disminució d'aquest percentatge amb la distància a l'obertura exterior. Els valors menors es trobarien a les zones més allunyades de les entrades, com ara a la galeria Decorada, a la galeria Corcada i a la sala Obstruïda.

Nom	Localització	Tipus	Mostra (ex: PP01-01)
PP00	Galeria Corcada (Cova de sa Piqueta)	sondeig	01, 02
PP01	Connexió Cova des Pont - Pirata	sondeig	01, 02, 03, 04, 05
PP02	Llac Nou (Cova des Pont)	sondeig	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07
PP03	Galeria Tancada (Cova des Pont)	sondeig	01
PP04	Galeria Decorada (Cova des Pont)	sondeig	01, 02
PP05	Llac Victòria (Cova des Pont)	sondeig	01, 02, 03, 04
PP06	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	sondeig	01, 02, 03, 04, 05
PP07	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	sondeig	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10
PP08	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	sondeig	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11
PP09	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	mostra	01
PP10	Llac Victòria (Cova des Pont)	roca	01
PP11	Superfície (Cova de sa Piqueta – Pont)	sòl	01
PP12	Sala Obstruïda (Cova de sa Piqueta)	sondeig	01, 02, 03, 04

Taula 1: Relació dels sondatges i de les mostres recollides dins el sistema Pirata-Pont-Piqueta.

Anàlisi de la mida de gra dels sediments

L'anàlisi granulomètrica dels sediments es caracteritzen per una elevada variabilitat en les proporcions del contingut en arenes, llims i argiles, dins d'una predominança dels materials fins (Taula 4). La variabilitat en el contingut en argiles va d'un mínim de 2,63 a un màxim de 60,10 % amb una mitjana de 17,43 %. La variabilitat en el contingut en llims va d'un mínim de 18,57 a un màxim de 87,20 %

Mostra	Profunditat (cm)	Color humit		Color sec		Passades mitjàs/negres (7.5YR2.5/1)
Sondatge 00						
01	0-2.5	5YR4/6	vermell groguenc	-	-	
02	2.5-4	7.5YR6/8	groc vermellós	-	-	
Sondatge 01						
01	0-3	2.5YR5/8	vermell	7.5YR6/6	groc vermellós	
02	3-9	7.5YR5/8	marro fort	7.5YR7/6	groc vermellós	
03	9-15	7.5YR5/8	marro fort	7.5YR7/6	groc vermellós	
04	15-20	2.5YR3/6	vermell fosc	7.5YR5/8	marro fort	
05	20-28	2.5YR3/6	vermell fosc	7.5YR5/8	marro fort	
Sondatge 02						
01	0-3	7.5YR5/8	marro fort	7.5YR7/6	groc vermellós	
02	3-3.5	5YR4/6	vermell groguenc	7.5YR6/6	groc vermellós	
03	3.5-7	7.5YR5/8	marro fort	7.5YR7/6	groc vermellós	
04	7-13.5	7.5YR6/8	groc vermellós	7.5YR8/4	rosa	
05	13.5-21	7.5YR6/6	groc vermellós	10YR7/6	groc	
06	21-23	7.5YR7/6	groc vermellós	7.5YR8/4	rosa	
07	23-25	7.5YR6/6	groc vermellós	-	-	
Sondatge 03						
01	0-3	2.5YR3/3	vermell obscur	7.5YR5/6	marro fort	
Sondatge 04						
01	0-4	5YR4/6	vermell groguenc	7.5YR6/6	groc vermellós	
02	4-9	5YR4/6	vermell groguenc	7.5YR6/6	groc vermellós	
Sondatge 05						
01	0-7	2.5YR4/6	vermell groguenc	7.5YR5/6	marro fort	x
02	7-13	2.5YR4/6	vermell groguenc	7.5YR5/6	marro fort	
03	13-18	2.5YR4/6	vermell groguenc	7.5YR6/6	marro fort	x
04	18-21	2.5YR4/6	vermell groguenc	7.5YR6/6	marro fort	
Sondatge 06						
01	0-3	2.5YR4/6	vermell groguenc	5YR5/8	vermell groguenc	x
02	3-5	2.5YR4/8	vermell fosc	5YR5/8	vermell groguenc	
03	5-7.5	2.5YR4/6	vermell groguenc	5YR5/6	vermell groguenc	
04	7.5-11	2.5YR4/8	vermell fosc	5YR5/6	vermell groguenc	
05	11-18	2.5YR4/8	vermell fosc	5YR5/6	vermell groguenc	
Sondatge 07						
01	0-3	2.5YR3/6	vermell fosc	7.5YR5/6	marro fort	
02	3-7	2.5YR3/6	vermell fosc	7.5YR5/6	marro fort	
03	7-9.5	2.5YR3/4	vermell obscur	7.5YR6/6	groc vermellós	
04	9.5-12.5	5YR3/3	marro vermellós fosc	7.5YR6/6	groc vermellós	xx
05	12.5-18.5	5YR3/4	marro vermellós fosc	7.5YR6/6	groc vermellós	x
06	18.5-19.5	5YR3/4	marro vermellós fosc	7.5YR6/6	groc vermellós	x
07	19.5-20.5	5YR3/4	marro vermellós fosc	7.5YR6/6	groc vermellós	xx
08	20.5-22.5	5YR3/3	marro vermellós fosc	7.5YR5/4	marro	x
09	22.5-28	5YR2.5/2	marro vermellós fosc	7.5YR5/4	marro	x
10	28-34	5YR2.5/1	negre	7.5YR6/4	marro clar	xx
Sondatge 08						
01	0-3.5	2.5YR4/4	vermell obscur	5YR5/6	vermell groguenc	x
02	3.5-8	2.5YR4/6	vermell fosc	7.5YR5/6	marro fort	x
03	8-12.5	2.5YR4/6	vermell fosc	5YR5/8	vermell groguenc	x
04	12.5-17.5	5YR3/4	marro vermellós fosc	7.5YR5/6	marro fort	xx
05	17.5-25.5	5YR3/4	marro vermellós fosc	7.5YR5/6	marro fort	xx
06	25.5-27.5	5YR3/4	marro vermellós fosc	7.5YR5/6	marro fort	xx
07	27.5-32	5YR3/4	marro vermellós fosc	7.5YR5/6	marro fort	xx
08	32-37	5YR3/3	marro vermellós fosc	7.5YR5/6	marro fort	xx
Sondatge 08be						
09	37-45	7.5YR3/2	marro fosc	7.5YR5/6	marro fort	xx
10	45-53	10YR3/3	marro fosc	7.5YR5/4	marro	xx
11	53-82	10YR3/3	marro fosc	7.5YR6/4	marro clar	xx
Mostra 09						
01	0-10	2.5YR4/8	vermell fosc	5YR5/8	vermell groguenc	
Mostra 11						
01	superfície	7.5YR4/6	marro fort	5YR4/6	vermell groguenc	
Sondatge 12						
01	0-10	7.5YR7/8	groc vermellós	7.5YR7/6	groc vermellós	
02	10-20	7.5YR7/8	groc vermellós	7.5YR7/4	rosa	
03	20-30	7.5YR7/8	groc vermellós	7.5YR7/6	groc vermellós	
04	30-40	7.5YR7/8	groc vermellós	7.5YR8/4	rosa	

Taula 2: Descripció del color de les mostres en sec i humit. A la darrera columna s'indiquen la presència de intercalacions de làmines negres segons la seva abundància (x: poc, xx: molt).

amb una mitjana de 60,44 %. Les proporcions d'arenes mostren encara una major variabilitat, anant des d'una proporció del 0 % a un màxim del 78,50 %, amb una mitjana del 16,55 %. La presència de grava és testimonial; en realitat només s'ha constatat en el sondatge PP00 (i correspondrien a fragments de roques). Dins dels paràmetres texturals la mitjana oscil·la de 2,2 µm a 272,9 µm amb una mitjana de 52,04 µm; la mediana va de 1,6 a 250,6 µm amb un valor mitjà de 26,32 µm; i el grau de classificació dels sediments (desviació estàndard) va de 1,6 µm de valor mínim (molt ben classificat) fins a un màxim de 343,8 µm (mal classificat) amb un valor mitjà de 68,59 µm (Figs. 9.7.24, 9.7.25).

Nom	Localització	% M.O.			Desv. típica
		mínim	màxim	mitjana	
PP00	Galeria Corcada (Cova de sa Piqueta)			-	
PP01	Connexió Cova des Pont - Pirata	2.37	6.60	4.69	1.88
PP02	Llac Nou (Cova des Pont)	2.52	7.63	3.83	1.92
PP03	Galeria Tancada (Cova des Pont)			4.34	
PP04	Galeria Decorada (Cova des Pont)	1.76	1.90	1.83	0.10
PP05	Llac Victòria (Cova des Pont)	3.07	4.07	3.49	0.42
PP06	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	2.07	3.49	2.66	0.59
PP07	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	2.80	5.17	4.16	0.71
PP08	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)	4.20	7.59	5.45	1.15
PP09	Galeria del Llac Ras (Cova des Pont)			4.45	
PP10	Llac Victòria (Cova des Pont)			-	
PP11	Superfície (Cova de sa Piqueta – Pont)			12.50	
PP12	Sala Obstruïda (Cova de sa Piqueta)	1.09	1.53	1.29	0.19

Taula 3: Valors estadístics descriptius del contingut en matèria orgànica.

La dades més concretes corresponents a les mitjanes texturals i granulomètriques per a cada sondatge es poden observar a la Figura 9.7.25. De l'observació detallada de les taules se'n poden diferenciar, a nivell general, tres grups de sediments: a) els que indicarien les mostres dels sondatges PP12 com a més característic, però que també inclouria els sondatges PP01 i PP02, on la fracció arena assoleix prop del 50 % amb medianes que corresponen a arenas de fines a mitjanes i amb uns graus de classificació en general força baixos; b) el que caracteritza el sondatge PP06, format quasi exclusivament per fins amb un percentatge d'argiles proper al 50 %, amb una mediana al límit de la mida de gra entre argila i llim i amb una molt bona classificació; i

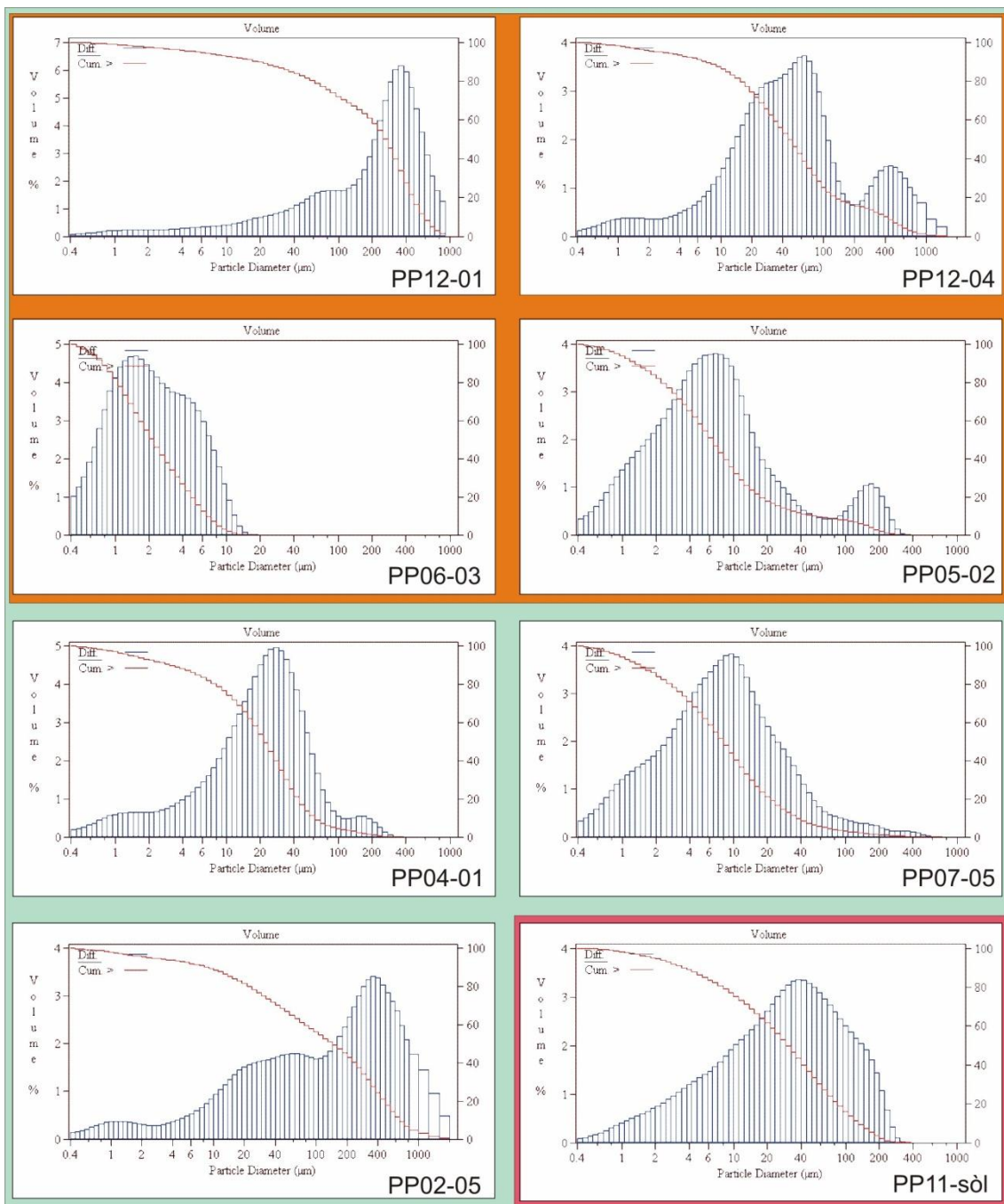


Figura 9.7.24: Histograma de freqüències i corba acumulativa típiques dels diferents tipus de sediments presents.

finalment, c) la resta de sondatges que venen a representar termes mitjans, amb una predominança dels elements fins, amb una mediana sempre dins de l'interval de mida de gra del llms però amb proporcions diferents de la fracció arena, que en cap cas superen de mitjana el 10 % i amb uns graus de classificació intermedis.

Detalladament a nivell de mostres s'han diferenciat diversos tipus texturals, els exemples més característics dels quals es poden observar a la Fig. 9.7.24. Així tenim una corba (PP12-01) amb una angulositat negativa (platicúrtica) i un esbiaixament cap a la dreta, amb una mediana corresponent a la mida de gra de les arenes mitjanes amb una moderada granoclassificació i formada des d'un punt de vista de la composició sedimentària per una sola població amb molt poca proporció d'altres components. El cas de la corba granulomètrica corresponent a la mostra PP12-04, és un clar exemple de bimodalitat degut a la mescla de dues subpoblacions amb diferents mitjanes (que poden tenir diverses proporcions segons les mostres de les quals el sondatge PP12 n'és un bon exemple), una corresponent a la mida de gra d'arenes mitjanes i l'altre als llims molt gruixats; és una corba moderadament granoclassificada, leptocúrtica i esbiaixada cap a la dreta. El cas de la corba PP6-03 (molt característic de tot el sondatge) correspon a una sola població amb un grau de classificació molt bo amb una mediana de la mida de gra en el trànsit de llims a argiles i format en la seva totalitat pels components texturals més fins. El tipus corresponent a la mostra PP05-02, com el cas de la PP12-04, és clarament bimodal, per tant el sediment correspondria a dues subpoblacions diferents. La diferència bàsica està en els valors mitjans de les dues poblacions; en aquest cas es tractaria d'arenes fines, sempre en una proporció molt menor i de llims fins que correspondrien a la població principal. El grau de classificació és de mig a bo i les corbes sempre són leptocúrtiques i esbiaixades cap a la dreta. La resta de corbes que s'observen a la Fig. 22 són varietats de les anteriors que difereixen en alguns aspectes. Per exemple la PP04-01 és lleugerament bimodal però amb una elevada angulositat la qual cosa implica la mescla de dues poblacions amb graus de classificació molt diferents; la PP07-05 també amb una lleugera bimodalitat, implica una mescla de dues poblacions amb mitjanes i graus de classificació diferents. La PP02-05 és una varietat de la PP12-04, bimodal però amb una inversió de la mida de gra predominant i que es caracteritza, a més a més, per un grau de classificació molt baix, i potser, l'aparició d'una tercera població. El cas de la mostra PP11-sòl, correspon a una mostra de fora la cavitat, concretament a la seva cobertora edàfica; és també una corba amb molt poca angulositat leptocúrtica i esbiaixada cap a la dreta, amb un grau de classificació mitjà amb una mediana corresponent a la fracció de mida de gra de llims gruixats, i que presenta proporcions elevades tant dels components més gruixuts (arenes) com dels més fins (argiles).

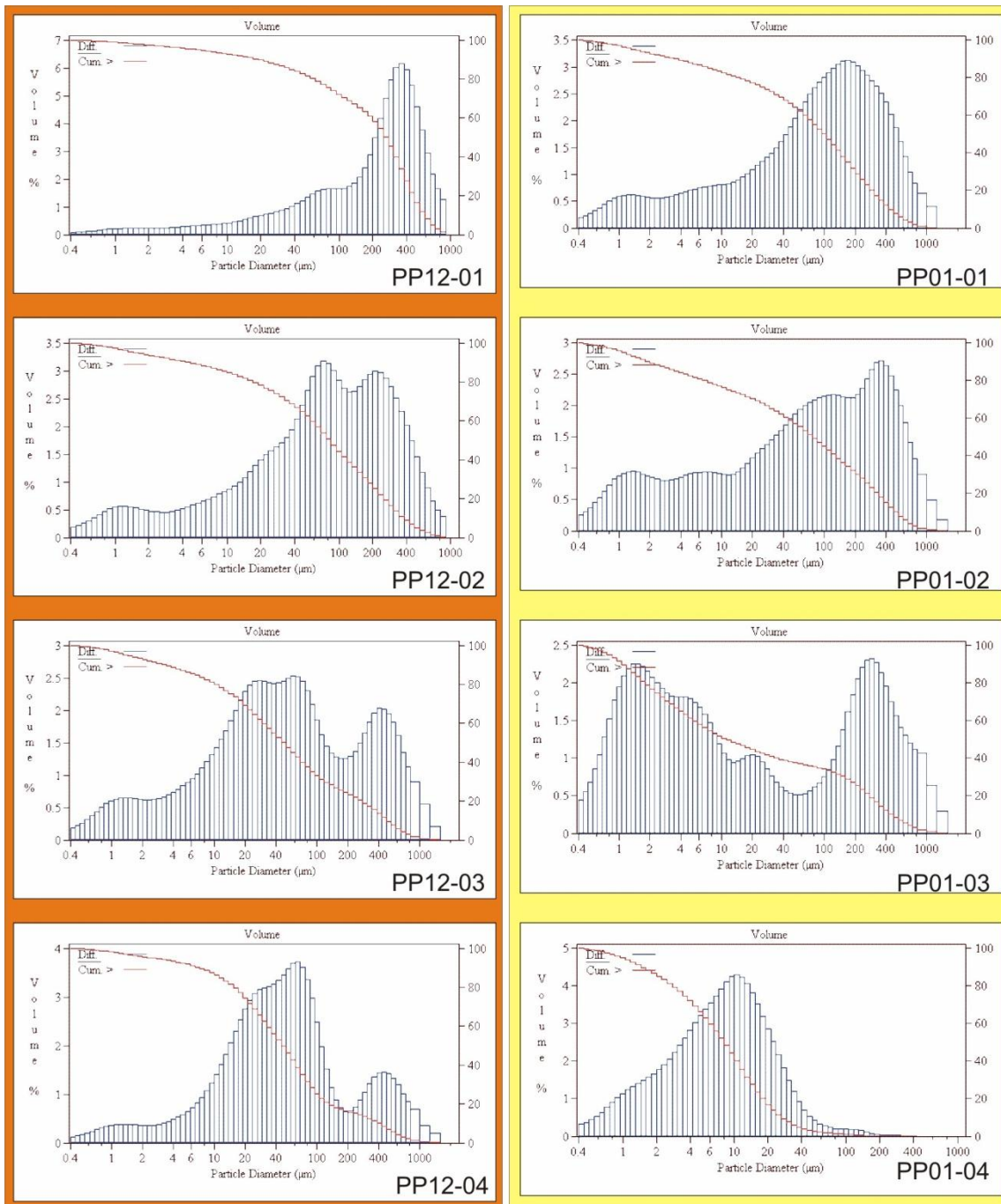


Figura 9.7.25: Evolució textural dels sediments de la cova de sa Piqueta (PP12) i de la connexió Pont-Pirata (PP01).

Encara que dins cada sondatge la majoria de les mostres presenten el mateix tipus de corba granulomètrica, en alguns casos s'observen diferències al llarg del sondatge, la qual cosa reflexa variacions en la dinàmica sedimentària en alguns dels llacs de la cavitat (Fig. 9.7.24,25). Així per exemple el cas dels sondatges PP12 i PP01 (a la cova de sa Piqueta i a la connexió Pont-Pirata, respectivament), mostren una evolució paral·lela. A sobre es tracta pràcticament d'una única població textural

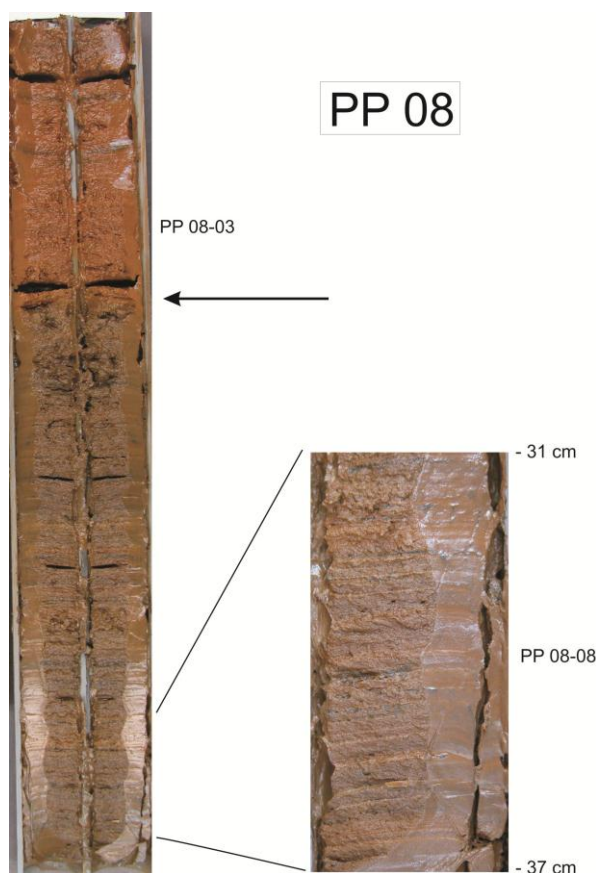
formada per arenes mitjanes, mentre que a la base del sondatge estan clarament diferenciades dues poblacions amb un predomini de la fracció granulomètrica corresponent als llims molt gruixuts. Les mostres intermèdies mostren una transició gradual en la importància de les dues poblacions, a la vegada que la fracció més fina esdevé més important i més fina. Fins i tot s'hi arriba a observar una nova població amb una mitjana de gra molt més fina, correspon a la mida de gra argila, que és especialment evident a la mostra PP01-03. Aquesta evolució ens indicaria dos processos sedimentaris diferents que es van substituint de forma gradual l'un a l'altre. L'evolució del sondatge PP02 (llac Nou) presenta una tendència a una evolució similar, però manté el tipus de corba bastant constant en la que sempre hi predomina la fracció arena.

Deixant de banda el sondatge PP06 i la mostra PP09, que mostren una uniformitat pràcticament total, la resta de sondatges mostren una major variabilitat però sempre dins d'uns marges relativament estrets, com és el cas de la galeria Tancada (PP03) o el llac Victòria (PP05). El primer, format principalment per la fracció de llims gruixuts, amb una bona classificació, i el segon bimodal amb predomini de la fracció de llims fins, però a proporció variable i petita de la fracció d'arenes fines o molt fines al llarg de tots els sondatges. Comentari a part mereixen els sondatges PP07 i PP08 del llac Ras en els quals hi ha un canvi brusc (Fig. 9.7.24) a la part superior dels sondatges. En aquesta part superior presenten una corba granulomètrica quasi unimodal amb predomini de la fracció corresponent als llims fins; a la part inferior s'observa una certa bimodalitat amb una presència variable de la fracció corresponent a les arenes molt fines. Correspon aquest canvi també amb la presència d'una sedimentació varvada, amb làmines inferiors al mil·límetre de gruixa (cosa que ens ha impedit d'analitzar la composició varva a varva per manca de mostra) que sembla ser a causa d'una variació en la textura del sediment i que possiblement va acompanyada del contingut en matèria orgànica (bandejat negre).

Composició mineralògica dels sediments

L'anàlisi de la composició mineralògica dels sediments que componen el rebliment dels llacs del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta (Taula 4), mostren variacions força importants dins dels que podríem considerar tres components principals. Per una banda els carbonats (amb clar predomini de la calcita), per altre els

Figura 9.7.26: Rebliment sedimentari de l'entrada de la galeria del Llac Ras (PP08) amb canvi important del comportament sedimentari (fletxa) i detall de l'estructura varvada característica de la base.



tectosilicats (quars principalment) i finalment els minerals que pertanyen al grup de les argiles (generalment il·lita i caolinita). Així, en referència a la globalitat dels sediments del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta tenim que dins del grup dels carbonats la calcita presenta valors mitjans del 24,27 % amb una elevadíssima desviació típica (34,08) amb valors que oscil·len entre el 0 % i el 97,92 %; mentre que la dolomita es pràcticament testimonial amb un 1,37 % de mitjana i una desviació típica de 2,21. En el cas dels minerals silícics, el quars és el predominant, amb valors que oscil·len entre un 2,28 i un 78,73 % amb una mitjana de 50,99 % i una desviació típica de 25,71; mentre que els feldspats (gairebé sempre plagiòclasis) presenten un valor mitjà de 8,82 % (desviació típica del 4,79 %) amb valors que oscil·len del 0 % al 15,91%. En el cas de les argiles, pràcticament només podem parlar de la il·lita i la caolinita. La primera té una mitjana de 9,21 % amb una desviació típica de 6,33 % i uns valors que oscil·len entre 0 i els 26,9 %; la segona presenta un valor mitjà de 3,93 % (desviació típica 2,75)

amb un valor màxim de 11,03 % i un mínim de 0%. Hi ha algun altre mineral de l'argila present, encara que en proporcions molt baixes que podem considerar testimonials (la montmoril·lonita amb una mitja de 0,25; la clorita/montmoril·lonita amb un 1,05 % i la vermiculita, amb 0,09 % de mitjana).

La forta variabilitat que es reflecteix en els valors globals queda clarament eliminada quan analitzem sondatge a sondatge, essent en aquest cas la mineralogia composta de manera predominant per algun dels grups minerals esmentats; la desviació típica dóna idea de la variabilitat dins de cada un dels sondatges. Així, hi domina la composició carbonatada, per ordre d'importància, en els sondatges PP12, PP02 i PP01 (sala Obstruïda, llac Nou i connexió Pont-Pirata respectivament). A la resta dels sondatges domina la sedimentació silícico-clàstica dominada pel quars, essent especialment important la presència del grup de les argiles en els sondatges PP05, PP07 i PP08. Menció especial mereix el sondatge PP06 que juntament amb la mostra PP09 ambdues de la galeria del Llac Ras arriben a un valor mitjà d'argiles que supera el 30% amb més d'un 20 % de il·lita.

EL REBLIMENT SEDIMENTARI DEL SISTEMA PIRATA-PONT-PIQUETA

Els sediments del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta presenten tres fàcies o tipus sedimentaris força diferenciats tant per la seva coloració com pel seu contingut mineralògic i textural i, probablement, d'edat de deposició. De forma general, un de composició principalment carbonatada on la calcita és dominant i amb coloracions clares i la textura mida arena, un de textura llimosa on el predomini dels components silícics és la característica principal juntament amb la seva tonalitat marronosa, i un de coloració vermellova i composició textural molt fina i ben classificada amb elevada proporció de les argiles.

Les potències del sediment obtingudes no superen en línies generals el mig metre acumulant-se en el fons dels conductes i sales submergides amb una distribució més o menys uniforme; tan sols en la galeria del Llac Ras prop de la sala Gran s'hi dóna una acumulació en forma de ventall amb una potència que supera el metre i amb un clar decrement d'aquest cap als nivells més interiors.

Amb totes les dades obtingudes en l'anàlisi de les mostres individuals, tant de matèria orgànica com de textura i mineralogia, s'ha fet una anàlisi de components

Sondatge	Argiles		Silicats		Carbonats	
	Il·lita	Caolinita	Quars	Feldspats	Calcita	Dolomita
PP01	4,54 (2,61)	2,77 (2,28)	38,57 (27,65)	4,80 (4,73)	40,86 (33,93)	4,83 (4,19)
PP02	3,57 (2,38)	1,30 (1,11)	10,93 (6,13)	2,21 (2,09)	80,51 (9,77)	1,71 (0,91)
PP04	5,48 (0,71)	2,94 (0,32)	68,98 (6,41)	12,42 (1,16)	5,6 (0,71)	2,94 (4,15)
PP05	14,21 (2,93)	5,19 (0,93)	61,66 (4,54)	11,37 (0,97)	5,59 (0,98)	0,93 (1,08)
PP06	20,96 (4,71)	9,77 (1,23)	41,71 (3,57)	12,72 (1,63)	8,56 (3,75)	1,79 (2,56)
PP07	8,18 (1,67)	3,56 (1,17)	70,15 (4,03)	11,53 (2,31)	4,64 (1,27)	0,13 (0,41)
PP08	10,89 (3,81)	4,30 (1,03)	70,24 (4,41)	11,22 (1,22)	2,52 (2,07)	0,49 (1,09)
PP12	0,49 (0,58)	0,42 (0,84)	6,37 (4,72)	0,00 (0,00)	90,71 (5,89)	2,00 (1,61)

Taula 4: Valors mitjans dels principals components mineralògics de la totalitat de les mostres corresponents a cada sondatge (entre parèntesi les dades corresponents a la desviació típica).

principals per tal d'agrupar i veure les diferents poblacions dels sediments presents.

Un dels punts principals va ser el d'esbrinar el perquè de la composició més, o gairebé totalment, carbonatada dels sediments de la sala Obstruïda, connexió Pont-Pirata i llac Nou. S'ha observat una clara i elevada correlació entre les mostres amb aquesta composició carbonatada i les d'elevada presència en el contingut en grans de mida arena. Per aquest motiu es van agafar mostres per tal de ser observades al microscopi electrònic. De la seva observació acurada es dedueix que aquesta composició carbonatada es deu en la seva major part a cristalls de calcita que s'han format com a precipitats de calcita flotant (Fig. 27) a la superfície dels llacs. Aquest fenomen es força evident, en l'actualitat, tant a la sala Obstruïda (galeria Corcada), llac Nou i a la sala del Tanga (connexió Pont-Pirata) i també s'ha observat a la galeria del Llac Ras. Aquests agregats cristal·lins de calcita flotant mostren un grau de corrosió força elevat, la qual cosa implica que probablement els condicionants geoquímics del fons dels llacs són força diferents dels que es donen a la superfície; segurament ens trobarem dins la zona de mescla en els quals la corrosió de la composició carbonatada seria el fenomen predominant, la qual cosa explicaria el perquè en alguns llacs aquesta composició carbonatada és tan poc important dins del registre superficial. També la diferent evolució sedimentària enregistrada dins del sondatge podria ser l'explicació (un clar exemple en podria ser el sondatge PP01). S'ha de tenir present també que la importància en la proporció dels carbonats pot venir donada per les taxes d'acumulació

de sediments al·lòctons que arriben al fons dels llacs. La calcita flotant als sediments es també present (per exemple PP07-05) a llacs en els quals la sedimentació predominant és clarament silicicoclàstica però que per una major producció de calcita flotant, o bé per una menor aportació temporal de material detrític, la proporció de carbonats esdevé puntualment més important. En qualsevol cas s'ha de relacionar amb la presència de cambres d'aire.

L'observació al microscopi electrònic de rastreig posa també en evidència la procedència externa de bona part de la sedimentació en alguns dels llacs amb la presència de restes vegetals. Seria el cas dels sediments més propers a la sala Gran de la cova des Pont en la galeria del Llac Ras o fins i tot a la galeria Decorada.

En aquest sentit és interessant constatar la presència de sediments varvats (Fig. 9.7.26) especialment importants en els sediments del llac Ras que ens indicarien una clara estacionalitat en la sedimentació d'aquest punt proper a la sala Gran. Aquestes varves (diferenciables per les làmines de diferent color) venen clarament marcades per una variació en la textura i en la composició orgànica del sediment. S'aprecia clarament, a més a més, que a partir d'un determinat moment (entre les mostres PP08-03 i 04) es dona un canvi en l'aportació externa molt més detrítica i amb una presència de les làmines varvades molt escadussera.

En el cas de la galeria del Llac Ras hi ha una clara diferència entre els sondatges PP07 i PP08, situats just a la vorera del col·lapse que correspon a la sala Gran de la cova des Pont, i la mostra PP09 i el sondatge PP06 (Fig. 9.7.26). Aquests dos darrers, mostren una sedimentació de materials molt fins (amb més d'un 50 % d'argiles) i composició mineralògica també dominada pels minerals de les argiles i el quars amb un característic color vermell (Taula 2). La darrera mostra del sondatge PP08 (PP08-11) en té una composició similar. Es tracta clarament d'un rebliment antic de la cavitat. En aquest sentit s'ha de constatar que la superfície on s'han recollit aquestes mostres s'hi observen polígons de retracció (Fig. 9.7.28) símptoma evident d'una antiga situació molt inferior del nivell freàtic. L'acumulació enregistrada en els sondatges PP07 i PP08 correspondrien a les "fàcies d'entrada" procedents de l'exterior (com es pot observar a la figura 9.7.27 hi ha una abundant presència de restes vegetals) al produir-se l'obertura de la cavitat tot formant un cos sedimentari que disminuiria de potència cap a l'interior (és a dir, cap a l'Est).

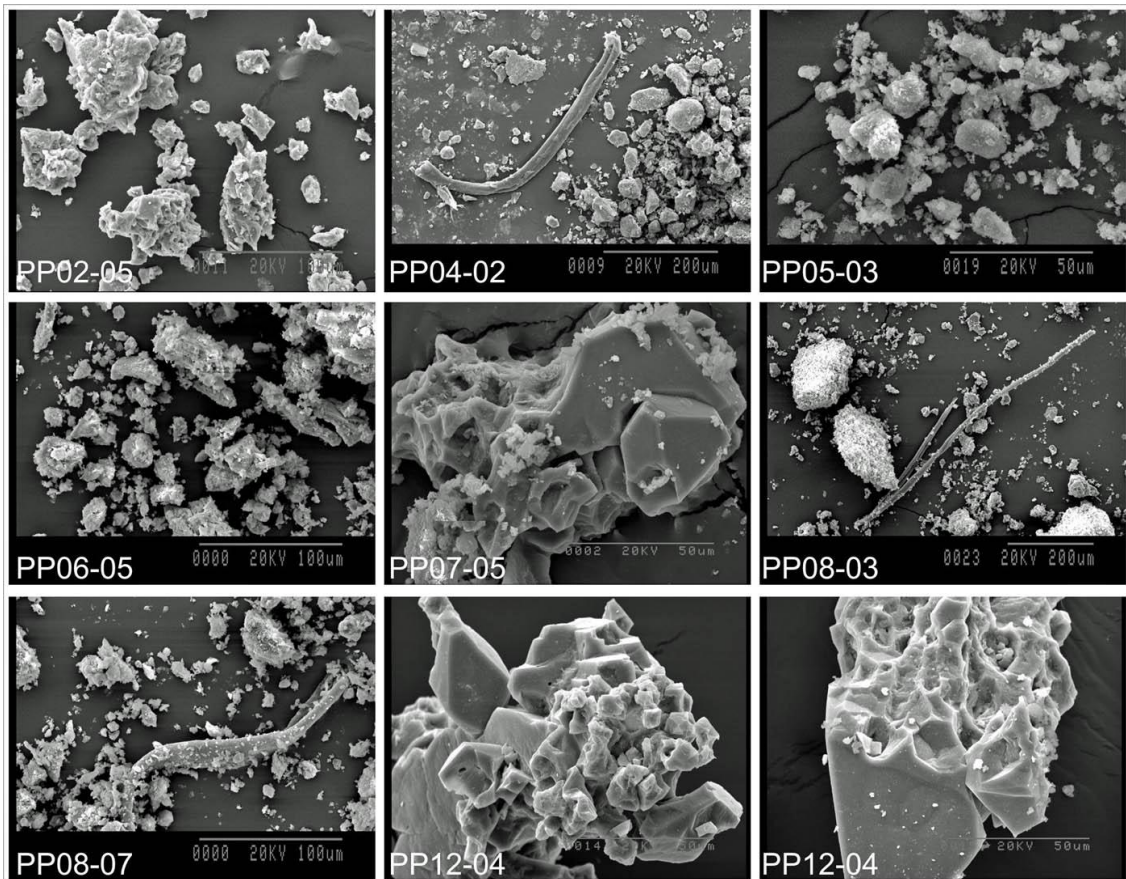


Figura 9.7.27: Fotografies al microscopi electrònic de rastreig de la fracció arena de mostres seleccionades dels sediments del sistema de cavitats Pirata-Pont-Piqueta. PP02-05, grans de calcita flotant amb forta corrosió; PP04-02, grans de quars i feldspats amb restes vegetals; PP05-03, grans de quars i minerals agregats del grup de les argiles; PP06-05, agregats d'argiles amb grans de quars; PP07-05, agregat cristal·lí de calcita flotant amb símptomes de forta corrosió; PP08-03 i PP08-07, grans de quars i agregats dels minerals de les argiles amb restes vegetals; PP12-04, agregats cristal·lins de calcita flotant amb forta corrosió.

Així, en el cas que ens ocupa del sistema Pirata-Pont-Piqueta podem dir per resumir que tenim bàsicament tres tipus de sediments: un antic i dos de subactuals. El primer, antic, estaria format per argiles vermelles en el qual els processos de descalcificació de la roca hi poden tenir molt a veure en la seva gènesi. Dels dos de subactuals, un que considerariem autòcton en el qual la sedimentació és majoritàriament carbonatada relacionada amb els processos de precipitació a la superfície dels llacs (calcita flotant); i l'altre, que podríem considerar al·lòcton, en la que la major part del sediment té un origen extern al sistema i s'introdueix per escorrentia superficial aprofitant les obertures (principalment esfondraments) que afecten al sistema de cavitats.

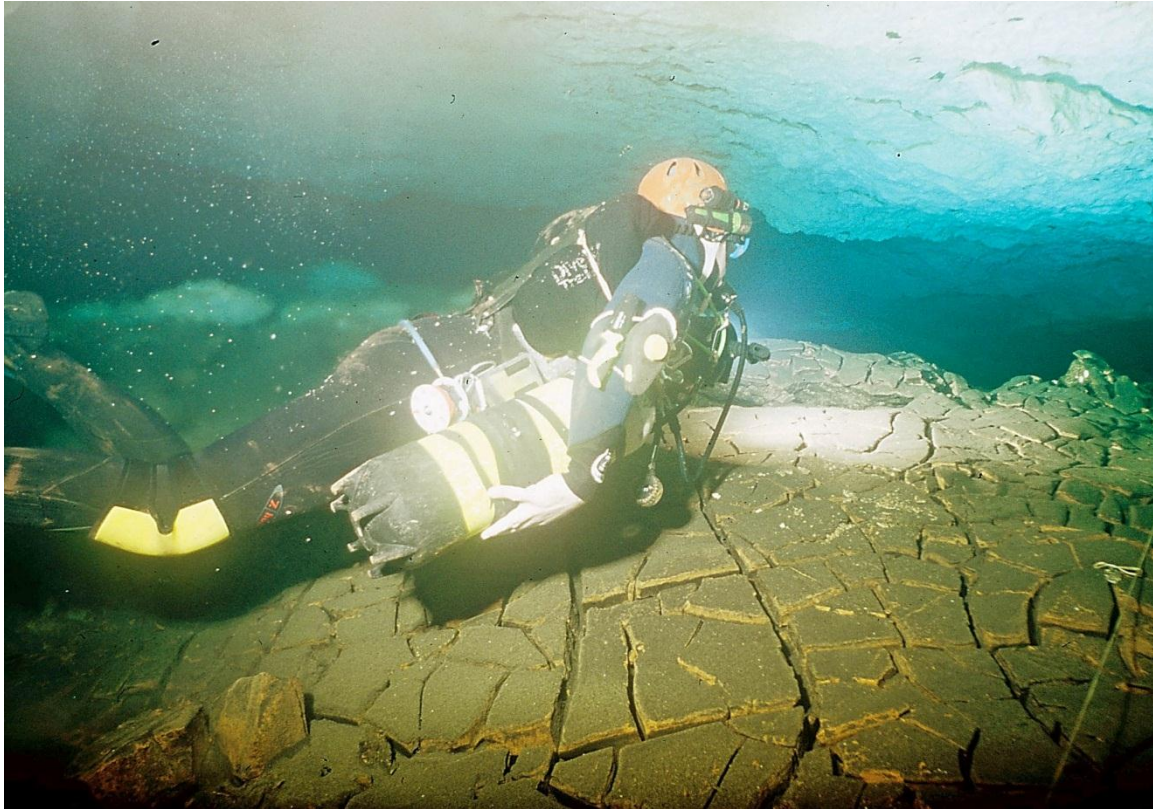


Figura 9.7.28: Polígons de retracció a -4 m que recobreixen una àrea de 500 m² de la galeria del Llac Ras (Foto B. Clamor).

Valors Arqueològics

La cova des Pont rep aquest nom pel pont que facilita l'entrada, el qual presenta la volta feta de marès tallat i la resta de pedra seca, atribuït al segle XVII (consultar capítol 20).

Part faunística

S'han enregistrat un total de 9 espècies de crustacis estigobionts, totes elles, excepte les dues indeterminades a nivell específic, endèmiques de les Gimnèsies (Taula 5). Destaquen el gènere monotípic de copèpode ciclopoid *Troglocyclopina balearica*, distribuït al llarg del carst costaner del SE de Mallorca, des de Capdepera fins a l'arxipèlag de Cabrera (JAUME & BOXSHALL, 1996b). També es remarcable la captura de molts d'exemplars (incloent-hi mascles, copepodits i nauplis) del copèpode de la cova ACD de Cala Varques (Manacor), i també de la cova des Coll, a Portocolom (Felanitx) (GRÀCIA *et al.*, 2005).

En referència al ciclopid *Halicyclops* sp., no ha pogut esser determinat a nivell específic ja que els exemplars capturats no eren adults; això no obstant, l'espècie d'aquest gènere habitual al medi anquihalí del litoral SE de Mallorca és *H. troglodytes*, estesa per gran part del carst litoral del Mediterrani occidental.

Espècies	Rang de salinitat	Estigobiont	Endemisme
AMPHIPODA			
<i>Metacrangonyx longipes</i> Chevreux, 1909	6 - 34 ‰	X	X
<i>Bogidiella balearica</i> (Dancau, 1973)	17 – 26 ‰	X	X
<i>Salentinella angelieri</i> Ruffo & Delamare, 1952	6 – 29 ‰	X	
ISOPODA			
<i>Typhlocirolana moraguesi</i> Racovitza, 1905	6 – 34 ‰	X	X
TERMOSBAENACEA			
<i>Tethysbaena scabra</i> (Pretus, 1991)	6 – 29	X	X
COPEPODA MISOPHRIOIDA			
<i>Speleophria gymnesica</i> Jaume & Boxshall, 1996	14 – 34%	X	X
COPEPODA CALANOIDA			
<i>Stygocyclopia balearica</i> Jaume & Boxshall, 1995	17 – 26%	X	
COPEPODA CYCLOPOIDA			
<i>Halicyclops</i> sp. Kiefer, 1935	14 – 34%	X	
<i>Troglocyclopina balearica</i> Jaume & Boxshall, 1996	17 – 26	X	X
<i>Metacyclops subdolus</i> Kiefer, 1927	6 – 8%	X	
COPEPODA HARPACTICOIDA			

Taula 5: Crustacis aquàtics presents al sistema Pirata-Pont-Piqueta. S'indica si es tracta d'animals típicament cavernícoles (estigobionts) i si són endemismes Balears.

A les pesques efectuades entre 0 i 1 m de fondària, que corresponen a salinitats d'entre 6 - 8 ‰, s'han capturat l'isòpode *Typhlocirolana moraguesi*, els amfípodes *Salentinella angelieri* i *Metacrangonyx longipes*, el termosbenaci *Tethysbaena scabra* i el copèpode *Metacyclops subdolus*. S'ha de puntualitzar que la major part d'aquestes espècies són bastant eurihalines, ja que se solen trobar també a les aigües de major salinitat. Un altre grup d'espècies, *Troglocyclopina balearica*, *Stygocyclopia balearica* i *Speleophria gymnesica*, es mantenen sempre a dins salinitats marines, a profunditats compreses entre -3,5 m i -7 m, que corresponen a salinitats que van de 28 ‰ a 34 ‰. Almenys 6 de les 10 espècies d'invertebrats registrades fins ara al sistema són endèmiques de les Balears.

Troballes paleontològiques

S'han localitzat ossos fossilitzats de cetacis aquàtics de gran mida, especialment costelles i vèrtebres. Pertanyen a espècies del Miocè superior. S'han localitzat a poca fondària, a indrets que no anomenam per raons de seguretat (consultar Capítol 19).

Conservació de la cavitat

La propietat manté un control estricte de les visites, havent-hi barrat les entrades de les coves del Pirata i de la cova des Pont. És del tot necessari per poder visitar la zona i les seves cavitats demanar permís a la propietat i a la Conselleria de Medi Ambient. Les cavitats estan situades dins zona ANEI (Àrea Natural d'Especial Interès) ("*Cales de Manacor*") i tenen la consideració de LIC (Lloc d'Importància Comunitària). La cova des Pont a més a més, presenta la figura de protecció BIC (Bé d'Interès Cultural).

Capítol 9.8. LA COVA DES COLOMS DE CALA FALCÓ O COVA DES COLOMS1 (Manacor)

Situació geogràfica

La cavitat s'obre als penya-segats meridionals de cala Falcó, essent el seu accés per la mar. La boca és un gran arc ben visible des de lluny i que es troba al costat d'una cova d'abrasió marina anomenada cova des Barrufau, localitzada uns metres més enllà en direcció de cap a la mar gran (Fig. 9.8.1).

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

1977 - Els espeleòlegs de l'Speleo Club Mallorca (SCM), Miquel Trias, C. Payeras i J. Metola topografiaren l'àmplia entrada marina de la cavitat, fins a uns 50 m cap a l'interior, a on el sostre, les parets i el terra convergeixen fins que no és possible continuar, ja que les ones impedeixen seguir més enllà. Al treball sobre les coves de la



Figura 9.8.1: Penya-segats meridionals de cala Falcó, a on destaca la gran entrada marina de la cova des Coloms (Foto M. L. Redondo).



Figura 9.8.2: Preparatiu d'immersió al llac interior de la cova des Coloms de Cala Falcó. S'aprecien franges horitzontals d'antics nivells de la mar (Foto P. Plomer).

zona de Can Frasquet - Cala Varques (TRIAS & MIR, 1977) apareixen descrites 16 cavitats; una de les considerades menys importants era la cova des Coloms 1, ja que una visita amb presses i l'estat no gaire bo de la mar, feren que no s'adonassin del pas baix que dona accés a la part principal de la caverna, deixant-la reduïda a la topografia publicada el 1977, al gran porxo d'entrada.

1990 - Tomeu Mestre, un dels propietaris de la zona, informà de l'existència d'una gran cova amb accés marí a Cala Falcó, que no podia ésser d'altra que la cova des Coloms 1. M. Trias i J. Castelló, de la secció d'Espeleologia del Grup Excursionista de Mallorca (GEM) efectuaren la topografia de les galeries aèries de la cavitat. La fondària dels llacs a la vora de les parets de la sala final, feu pensar en la possible existència de continuacions importants per davall l'aigua. A TRIAS (1992), ja s'esmentà que l'article hauria de servir d'estímul per a la revisió topogràfica de les cavitats de la zona, després de les novetats que es produïren en el camp exploratori, i que s'apuntaven en el noticiari d'aquesta publicació.

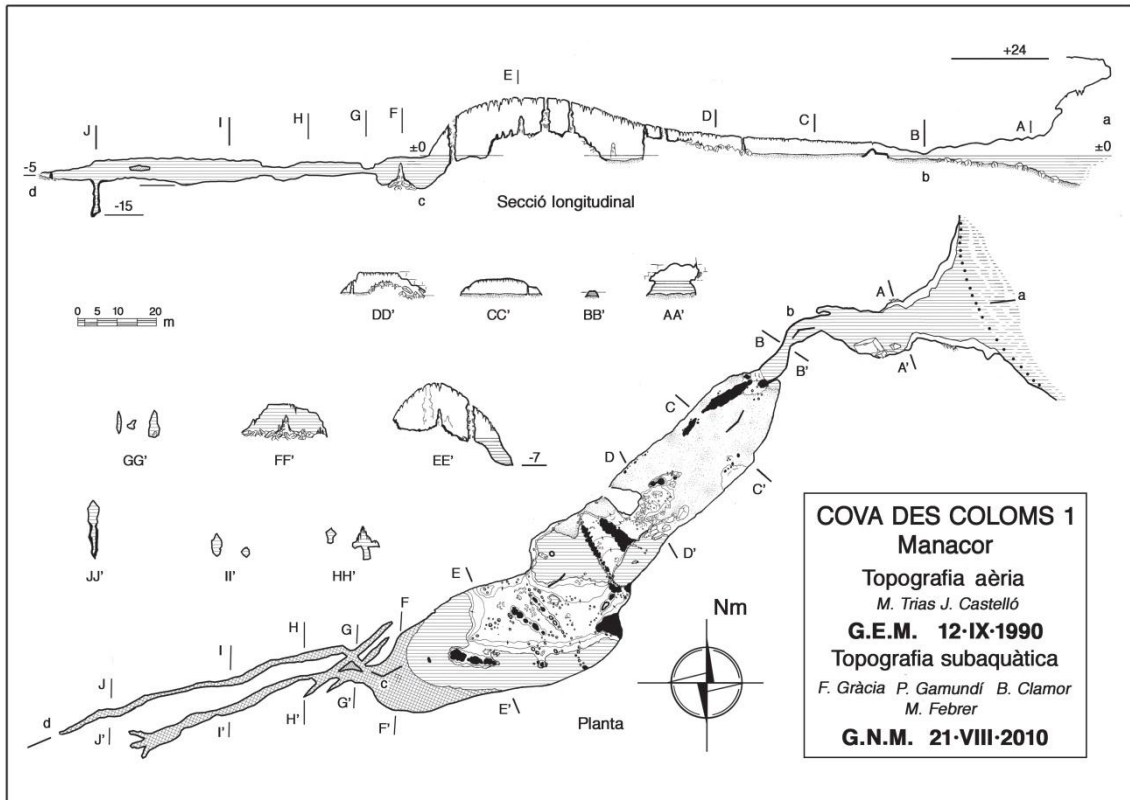


Figura 9.8.3: Topografia de la cova dels Coloms de Cala Falcó o cova dels Coloms I.

1990-1996 - A la dècada dels 90 la cavitat fou explorada per grups de bussos de coves britànics, sense aconseguir trobar continuacions.

1999 - Aquest any es realitzà una visita a la cavitat amb material d'immersió per part de Bernat Clamor i Francesc Gràcia (GNM) amb tancs de petita capacitat (2 x 5 l). La sorpresa fou majúscula en trobar, després d'uns metres de volum important sota les aigües del darrer llac, dues galeries paral·leles que prossegueixen més enllà.

2010 - Es reactiven les tasques topogràfiques encara inacabades i es procedeix a documentar fotogràficament la cavitat per a la seva publicació. Els espeleobussejadors són Francesc Gràcia, Pere Gamundí, Bernat Clamor i Mateu Febrer (GRÀCIA *et al.*, 2010b).

Descripció de la cavitat

La cova està constituïda per una sola galeria de 180 m de llargària que prossegueix i es bifurca de forma subaquàtica al final, fins als 274 m lineals (Fig. 9.8.3). L'amplària és molt variable, entre els 3 i els 30 m a les zones aèries, i al voltant de 17 m

a l'inici de la part subaquàtica i entre 0,5 i 4 m a les galeries sotaiguades. El recorregut total projectat és de 575 m, dels quals 214 m són de galeries subaquàtiques i 361 m corresponen a zones aèries. Per conveniència descriptiva la podem considerar dividida en quatre parts.

La primera és el porxo d'entrada, voluminós àmbit totalment envaït per la mar, amb el paladar a 20 m d'alçària que davalla a mesura que les parets s'atraquen, de la mateixa manera que ho fan les parets. Té forma vagament triangular i amb uns 50 m tant d'amplària com de llargària. Aquesta zona d'influència marina està estructurada damunt d'una diàclasi E-W, ben visible en alguns llocs (TRIAS, 1992). Un pas molt baix marca el límit d'aquesta primera part, que no arriba a sifonar; entre la superfície de la mar i el paladar queda un espai d'aproximadament 20 cm, però d'unes dimensions tan reduïdes fan que no sigui gens aconsellable d'intentar-hi entrar amb la mar moguda.

Més enllà del pas s'obre una petita saleta aquàtica, continuació de la mateixa galeria, mitjançant la qual s'accedeix a la segona part de la cova. A la vorera de l'aigua se surt per damunt d'una colada estalagmítica pavimentària afectada per l'erosió de les ones i que en moltes ocasions es troba recoberta per fulles de *Posidonia oceanica*. D'aquí connecta amb una ampla galeria horitzontal amb el pis cobert d'arena arrossegada per la mar. Seguint una direcció NE-SW, aquesta galeria té una llargària de 60 m i una amplada de 20 m. El seu límit ve marcat per una important acumulació de blocs, producte d'un esfondrament, a on l'amplària queda reduïda a un terç. A l'inici de l'estança, en direcció N, uns massissos estalagmítics creen una falsa galeria. El sostre d'aquesta part, està decorat per abundants espeleotemes i el terra, a més a més de l'arena, presenta localment, i a prop de les parets, estalagmites i algunes petites columnes.

Per accedir a la zona més interior aèria, podem passar pel centre de la galeria, entre els enderrocs, per voltar després a la dreta, o per l'esquerra travessant un petit llac; per l'eix de la galeria no s'hi pot passar ja que hi ha una doble barrera estalagmítica disposada transversalment. Aquesta tercera part és una continuació de la galeria descrita en segon lloc, emperò és molt diferent des del punt de vista morfològic: aquí el predomini del concrecionament és absolut, tot el que no està cobert per l'aigua dels llacs, ho està per espeleotemes que presenten tot tipus de formes. Els més destacats són les columnes, alineades seguint diàclasis de direcció NW-SE i E-W i que constitueixen

massissos estalagmítics que subdivideixen la sala. La conjunció de la bellesa ornamental calcària amb els extensos llacs li atorga un gran atractiu. A més d'èsser la més decorada, aquesta tercera part, és també la que ofereix més volum, la seva llargària és de 70 m, l'amplària de 30 m i l'alçària arriba als 14 m. Fins aquí, en conjunt la llargària total de l'eix de la cova aèria és de 180 m, mentre que la poligonal projectada assoleix els 361 m (segons dades de GRÀCIA *et al.*, 2009d).



Des del llac terminal de la zona

Figura 9.8.4: Columnes i estalactites sota les aigües del llac més interior de la cova (Foto A. Cirer).

aèria ja s'intueix la continuació subaquàtica de la cova, la quarta zona de la cavitat (Fig. 9.5.2). Des d'aquesta part, només els primers 15 m són voluminosos (Fig. 9.5.3), ja que pocs metres després, la galeria es redueix de forma dràstica i prossegueix en forma de galeries més estretes. Aquesta primera zona espaiosa presenta el pis ocupat per blocs caiguts i per sediment carbonatat de color clar, excepte les parets on els espeleotemes i algunes morfologies de corrosió són abundants. El sostre, molt pla al centre, només està situat a la cota -0,2 m i el pis a -6,5 m. Destaca una gran estalagmita situada damunt blocs caiguts, que serveix d'inici d'ancoratge del fil-guia. Dues galeries parteixen des d'aquest indret, amb una direcció predominant de 255°. La galeria de més al nord, de 79

m lineals, juntament amb el recorregut previ, totalitza 94 m des de l'inici de la immersió. La galeria parteix en forma de forat circular a l'inici, i poc després agafa la forma definitiva de galeria vertical (que corresponen a una galeria freàtica de control estructural tectònic, Fig. 9.5.4). De seguida connecta amb dues galeries esbiaixades que de cap al NE es tanquen aviat i de cap al SW connecten amb la galeria Sud. Les cotes de fondària del sostre solen estar compreses entre els -1 m i -3,3 m, i el pis entre -4,3 m i -7 m. A una desena de metres abans del final de la galeria, es pot accedir, per un angost forat al terra flanquejat per colades parietals, fins als -15 m, que constitueix, en diferència, el lloc més baix de tota la cavitat. Les amplàries estan compreses entre poc menys d'un metre i uns 3 m en llocs molt determinats, encara que la major part del temps, els valors oscil·len entre 1 m i 2 m. La galeria sud, menys espectacular que la galeria nord, prossegueix uns 62 m que representen 77 m linealment. Les cotes de fondària estan compreses entre els -2,1 m i -7,1 m al sostre, i entre -6,7 m i -8,1 m al terra. L'amplària generalment oscil·la entre 1 i 3 m.

Espeleogènesi

La boca de la cavitat, totalment d'influència marina, està estructurada damunt d'una diàclasi E-W uns 50 m, per després, a la segona i tercera zona, seguir 130 m en direcció NE-SW (TRIAS, 1992). La darrera part de la cova, totalment subaquàtica, de direcció intermèdia entre les dues anteriors (255°), afegeix linealment 94 m més i totalitza així els 274 m de penetració lineal (GRÀCIA *et al.*, 2010b).

A diferents indrets de les parets de la zona d'influència marina directa, s'observen llims vermells consolidats, sediments que han estat posteriorment buidats per l'acció de la mar i són les restes d'una antiga fase de reblit. Les galeries terminals es desenvolupen sobre litologies d'edat miocena que corresponen a ambients sedimentaris de lagoon, amb poca porositat i amb una permeabilitat associada especialment a la fracturació. La litologia correspon a materials calcarenítics i calcisiltítics.

La cavitat, excavada a la zona de mescla litoral, ha estat després envaïda per la mar que n'ha modificat l'aspecte de diferents maneres: destruint les parts directament obertes a ella, arrossegant-hi gran quantitat d'arena i negant les zones més enclotades, formant els llacs. Molt abans d'aquesta invasió marina, la cova formava part d'un

sistema de conductes excavats en regim freàtic, dels quals encara resten com a evidència les galeries subaquàtiques terminals, que són galeries freàtiques de control estructural tectònic. Segons GINÉS (2000), la gènesi d'aquestes galeries i de la resta de buits freàtics primigenis s'ha de situar al Pliocè (fins i tot finals del Miocè) o Pleistocè inferior (6000-1500 ka BP.). Aquestes cavitats inicials van experimentar al llarg del Pleistocè inferior i mig (1500-135 ka BP.) una important transformació en condicions vadoses (despreniments rocosos, deposició d'espeleotemes aeris), de caràcter polifàsic per mor de les interferències que les oscil·lacions del nivell de la mar exerceixen en l'evolució del carst costaner. En aquest sentit, les fluctuacions positives de la Mediterrània inhibirien el creixement d'espeleotemes aeris, mentre que les davallades del nivell de la mar potenciarrien el desenvolupament d'ajustaments mecànics de les



Figura 9.8.5: Galeria freàtica de control estructural tectònic. Al terç inferior de la imatge es poden apreciar facetes a ambdós costats de la galeria associades als canals subverticals de dissolució (Foto A. Cirer).

voltes, i permetrien alhora la deposició de tot tipus de formacions estalactíiques i estalagmíiques convencionals (GINÉS & GINÉS, 1992; GINES, 2000). Així s'arriba al Pleistocè superior amb la cova configurada en la seva aparença actual, excepció feta de certs retocs morfològics posteriors. L'existència d'una franja d'espeleotemes freàtics, disposada a una cota de +2 m a la sala intermèdia de la gruta, registra un episodi transgressiu ocorregut forçosament amb anterioritat a la captura marina de la cova. Per justificar aquesta afirmació GINÉS (2000) afirma que la precipitació dels espeleotemes freàtics no es podria produir en un ambient geoquímic i dinàmic com l'actual vigent a la sala, a causa de l'actual connexió directa amb la mar. L'edat atribuïble a aquesta alineació d'espeleotemes freàtics es correspon amb l'estadi isotòpic cinquè (MIS 5), és a dir, el darrer interglacial, en base a abundants paleonivells freàtics datats a altituds similars a les localitats properes a la que ens ocupa; en concret, la veïna cova de Cala Falcó, posseeix una franja de nivell localitzada a +1,9 m d'altitud, i datada en 83,9 ka B.P., que correspon amb tota seguretat al subestadi 5a. La cronologia proposada per a aquests espeleotemes freàtics ens marca un límit temporal a la captura de la cavitat càrstica preexistent per l'erosió marina: s'ha d'haver produït l'esdeveniment al llarg d'un període transgressiu, necessàriament més modern que l'estadi isotòpic 5 o, el que és el mateix, la captura ha d'ésser postglacial (5-10 ka BP.). A l'actualitat cal recalcar la formació d'espeleotemes freàtics en el present marge de fluctuació dels llacs més interiors, en els quals els paràmetres hidrodinàmics i geoquímic encara són favorables al desenvolupament d'aquests processos. Per contra, a la sala intermèdia les condicions ja no són les propícies per a la deposició d'aquests dipòsits cristal·lins subaquàtics, sinó que té lloc la penetració d'arenas marines als instants d'onatge acusat; aquests darrers esdeveniments tenen una cronologia clarament subactual (GINÉS, 2000).

Morfologies de corrosió

Les galeries subaquàtiques semblen galeries poc modificades evolutivament, on les morfologies de corrosió són abundants. A nivell de macroformes ho són les pròpies galeries freàtiques de control estructural (Fig. 9.5.4); a llocs concrets veiem verticalment la galeria subdividida en dos nivells. A nivell de mesoformes, les morfologies més representatives són els envans, separadors de galeries i els ponts de roca, les facetes, a



Figura 9.8.6:
Zona recoberta d'espeleotemes de la galeria Nord (Foto A. Cirer).

ambdós costats de la galeria, essent molt característiques en alguns trams i van associades a les regates de corrosió. A escala de microformes hi trobam conductes seminals o iniciadors, en algunes parts de les galeries i especialment a la zona subaquàtica més espaiosa de l'inici.

Els espeleotemes

Els blocs resultants del processos d'esfondrament estan distribuïts molt irregularment; en alguns llocs manquen completament, a d'altres són ben visibles i finalment en trobam de recoberts per colades estalagmítiques. També és molt irregular la distribució de les formes litoquímiques: manquen quasi completament en el porxo d'entrada, cosa no gens estranya degut a l'acció directa de la mar damunt les que hi hagués pogut haver antigament; estan reduïdes a fines estalactites i a unes poques columnes de bon gruix a la zona central i són molt abundants a la part més interior. Els espeleotemes de la tercera zona són de grans mides i importància, constituint el caràcter de l'estança, a més a més de la presència dels llacs. Les formacions litoquímiques de les galeries subaquàtiques, o quarta zona de la cova, són molt abundants en alguns trams i falten completament en altres (Fig. 9.5.5). En aquesta zona són abundants per redols i en cas de trobar-se, són de color fosc, ja que sembla que han sofert qualche tipus de procés geoquímic que, de la mateixa manera que a d'altres cavitats, han acabat alterant les formacions.

Conservació de la cavitat

Al treball de TRIAS (1992) ja es fa referència al fet que és molt coneguda per gent no gens relacionada amb el món de l'espeleologia i que fins i tot es realitzen visites turístiques més o menys organitzades. Actualment es fan constants visites organitzades i guiades pels centres de busseig, entre d'altres empreses d'aventura, a més a més de nombroses visites de gent que hi va pel seu compte. En algunes ocasions hem comptabilitzat fins a cinc embarcacions carregades de visitants endemés de la gent que accedeix des de cala Falcó o que davalla amb cordes per la boca d'accés directament fins a la mar. Les cavitats han aparegut com a oferta de sortides als catàlegs comercials



Figura 9.8.7: Les visites organitzades per empreses són molt nombroses. A nivell pràctic es tracta d'una cavitat turística.

(Fig. 9.5.6). Afortunadament la cavitat no sembla trobar-se espanyada per causes antròpiques, ja que els espeleotemes no es troben fragmentats o danyats. L'antic costum de col·locar espelmes sembla que s'ha anat esvaint, ja que no se'n veuen tantes com a la dècada dels anys 90, fins i tot sabem que hi ha campanyes de neteja, per part d'alguna de les empreses, de la cera acumulada a la cavitat.

9.9. EL SISTEMA GLEDA-CAMP DES POU (Manacor)

Situació geogràfica

L'avenc des Camp des Pou és conegut també, de forma popular, com a cova de Can Llunes (com. pers. Antoni Pasqual). La cavitat està situada a la marina de Manacor, a la possessió de Son Josep Nou, a 36 m sobre el nivell del mar l'entrada de sa Gleda i 45,5 m l'avenc des Camp des Pou i a una distància aproximada del litoral de 1,7 km. L'entrada de la gruta està ubicada enmig d'una torrentera que drena les aigües de cap a cala Magraner.

La cova de sa Gleda ha generat fins a la data un cert nombre de publicacions (FORNÓS *et al.*, 1989; GRÀCIA & CLAMOR, 2001a; GRÀCIA & CLAMOR, 2006a; GRÀCIA *et al.*, 2007a, 2010a; GINÉS *et al.*, 2008). L'avenc des Camp des Pou apareix amb aquest nom a l'aplec recopilat per Estelric de les cavitats de la zona (VENY, 1968); a TRIAS & MIR (1977) es publica i descriu l'avenc, juntament amb les altres cavitats conegudes de Can Frasquet i cala Varques. La connexió efectuada pel GNM permet acostar el carst de Son Josep Nou a les coves de la zona de Can Frasquet i cala Varques.

Història resumida de les exploracions

Els treballs efectuats pel Grup Nord de Mallorca (GNM) a la cova de sa Gleda es varen iniciar l'any 1997 i fins el 2010 van suposar 14 anys de feines i 400 dies d'immersions espeleològiques; amb un temps total de busseig que supera les 2.000 hores dins la cavitat, sense tenir en compte les tasques de preparació dels equips ni del transport del material.

1974 - S'efectua la topografia de la sala d'Entrada per part d'espeleòlegs de l'Speleo Club Mallorca (SCM), G. Pulido, L. Roca i M. Trias, l'any 1974 (FORNÓS *et al.*, 1989). En aquesta primera fase, el mallorquí Francesc Ripoll, també de l'SCM, realitzà la primera immersió al llac d'entrada, descobrint la sala que porta el seu nom amb la cambra d'aire central (Figs. 9.9.1, 9.9.2).

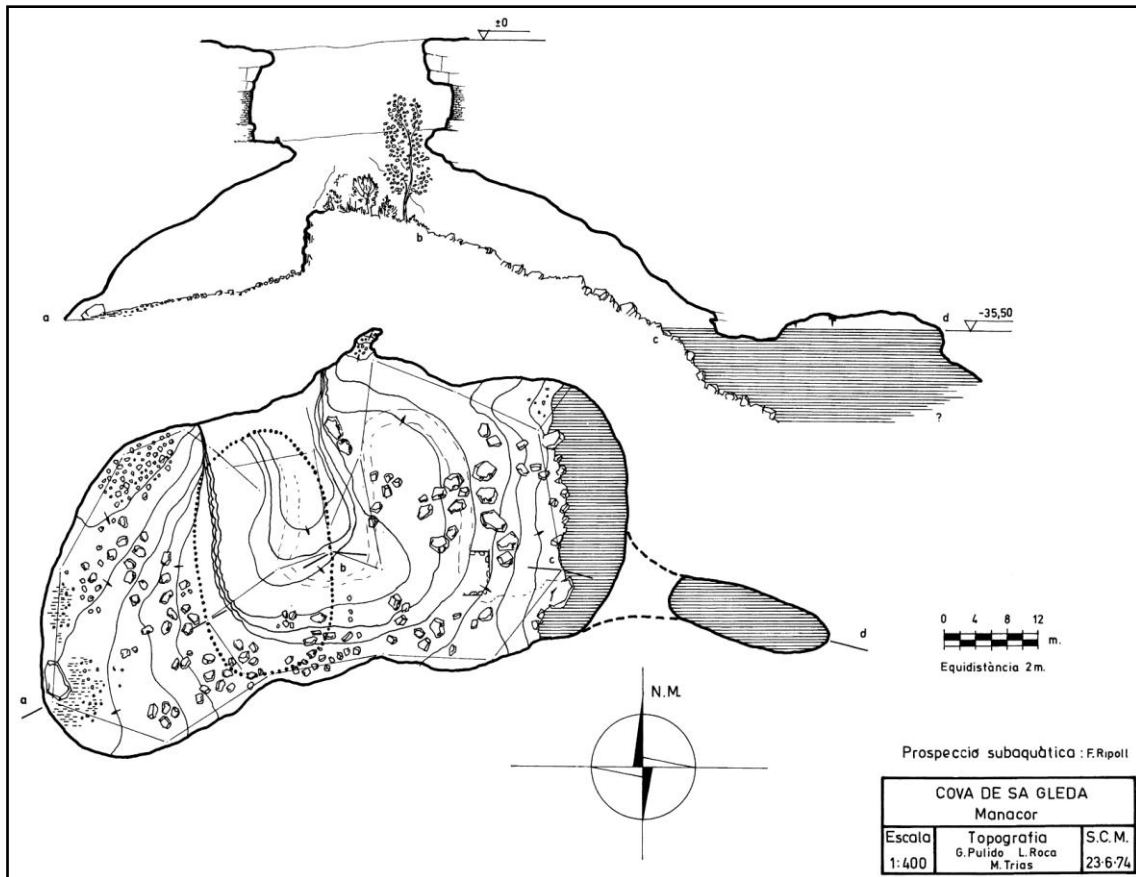


Figura 9.9.1: Zona d'entrada de la cova de sa Gleda, a on l'SCM va representar la cambra d'aire trobada per en Francesc Ripoll.



Figura 9.9.2: El mallorquí Francesc Ripoll (a la dreta de la fotografia), realitza l'any 1974 la primera immersió al llac d'entrada i descobreix la sala que porta el seu nom i la cambra d'aire central (Foto M. Trias).

1976 - L'SCM explora i topografia l'avenc des Camp des Pou, localitzat a Can Llunes. Els espeleotopògrafs són F. Mir, T. Fortuny i M. Trias (TRIAS & MIR, 1977).

1990-1996 - Un equip d'escafandristes gal·lesos del *Cwmbran Caving Club* (CCC), dirigits per Owen Clarke, explora a la cova de sa Gleda la sala Francesc Ripoll (CLARKE, 1991-92). El llegendari espeleobussejador Martyn Farr realitza un croquis del que es coneix de la cova, uns 250 m de recorregut subaquàtic (FARR, 1997-98). També al llarg d'aquestes campanyes s'efectua una immersió a l'avenc des Camp des Pou. S'explora el llac de la cavitat, completament clos per blocs i pedres, sense poder davallar més que uns pocs metres.



Figura 9.9.3: Entre els anys 1998 i 2001 els espeleobussejadors que fan feina a la cavitat són Bernat Clamor, Juan José Lavergne i Francesc Gràcia (Foto R. Landreth).

1997 - S'inicien els treballs d'exploració i topografia per part del GNM (Bernat Clamor i Francesc Gràcia). Escafandristes gal·lesos exploren 250 m per una galeria que, fent un gran rodeig (Circuit dels Pirates), es dirigeix de tornada de cap a la sala Francesc Ripoll.

1998 - El GNM explora algunes galeries laterals del circuit dels Pirates (com ara la sala del Cendrar); també es descobreixen les galeries dels Gemecs i s'aconsegueix forçar el pas de la Corrosió.

1999 - Aquest any les exploracions i noves descobertes a la cova de sa Gleda s'incrementen de forma exponencial. Es descobreix la sala dels Dos Llacs, la galeria dels Degotissos, les galeries de les Haloclines (sector de Ponent) i la sala dels Paleonivells (sector de la Unió). La troballa i superació del pas d'en Judes, permet penetrar en el sector Cinc-Cents; exploració de la galeria Cinc-Cents i de la galeria de les Còniques. Superació del pas de l'Apocalipsi, que possibilita accedir al sector de la Unió des del sector de Ponent. Exploració del sector de la Unió des del sector Cinc-Cents.



Figura 9.9.4: La sala Francesc Ripoll, amb el volum que presenta i la gran quantitat de columnes i formacions va esser des de l'any 1973 fins el 1996 pràcticament l'única zona coneguda de la cavitat. Foto A. Cirer.

2000 - Troballa del sector de Gregal, a partir del descobriment de la galeria de les Plomes. Connexió de galeries en el sector de la Unió. Realització de multitud d'exploracions en aquest sector. El GNM es planteja un canvi d'estratègia, ja que les grans distàncies a recórrer per realitzar les tasques a la cova i la major fondària d'algunes zones fa que es comenci a emprar nítrix com a gas per reduir els temps de descompressió, que en molts de casos supera els 35 minuts. També per rendibilitzar el temps d'immersió es comencen a emprar propulsors.

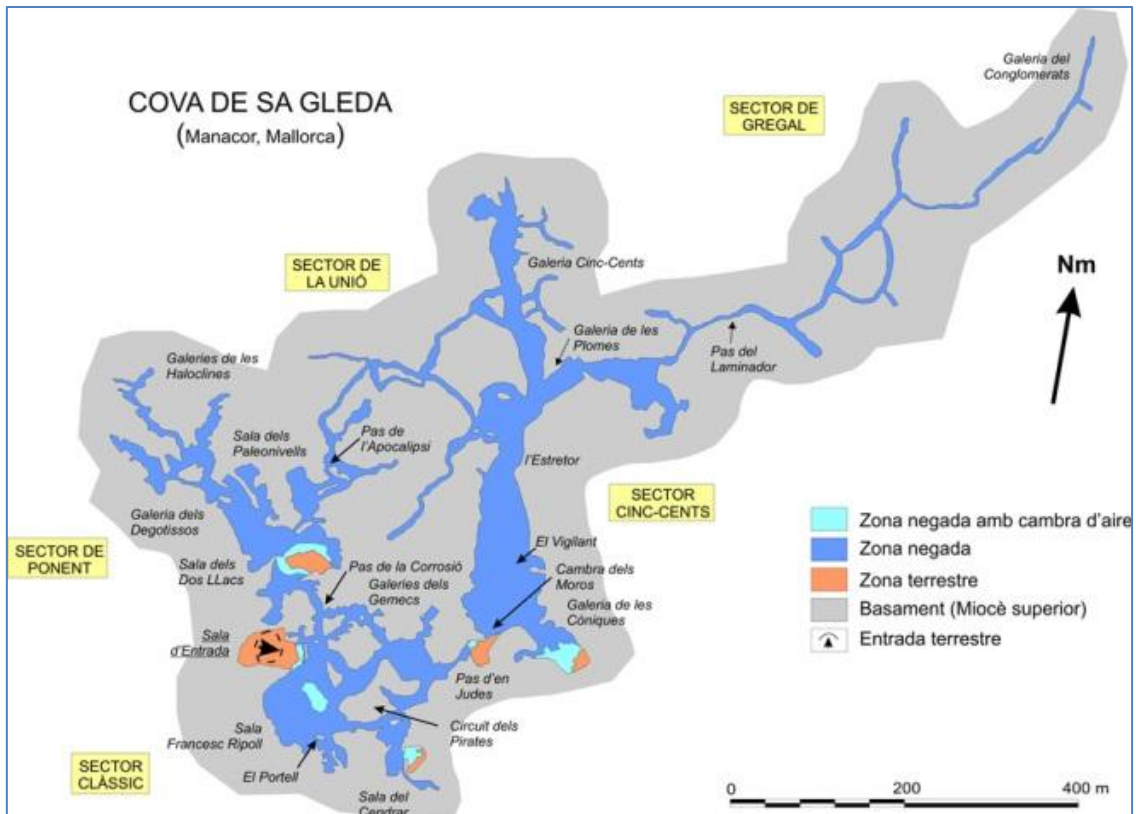


Figura 9.9.5: Topografia de la cavitat publicada a GRÀCIA *et al.* (2007a). El sector de Gregal encara estava molt poc explorat, no es coneixia el sector del Fènix ni tampoc el sector Lluynà.

2001 - Al sector de Gregal s'assoleix, a la punta més extrema d'exploració, els 1700 m/-19 m, repartits entre 234 m/-19 m i 1466 m/-17 m. Els espeleobussejadors del GNM que han participat a les tasques entre 1997 i 2001 han estat Bernat Clamor, Francesc Gràcia i Juan José Lavergne (s'incorpora el 2008, Figs. 9.9.3, 9.3.5).

2002 - 2007 - Es realitza l'estudi del perfil hídric, morfològic, sedimentari i de recollida de paleonivells freàtics al llarg d'una primera fase de recerca, al llarg de 140 dies d'immersions, gràcies al projecte de Conservació de la Biodiversitat 2007 (GRÀCIA *et al.*, 2007a). El recorregut de la cavitat és de 10.500 m.

2009 - Es descobreix al sector de Gregal, poc després de passar el Laminador i a uns 1.000 m de l'entrada de la cavitat, el sector del Fènix. Al sector de la Unió, també s'afegeixen algunes galeries que avancen en direcció N. A l'avenc des Camp des Pou s'inspeccionen els petitíssims llacs occidentals de la cavitat. S'aconsegueix superar l'esfondrament de blocs i s'assoleixen galeries subaquàtiques horitzontals que permeten sospitar una connexió directa amb la cova de sa Gleda.

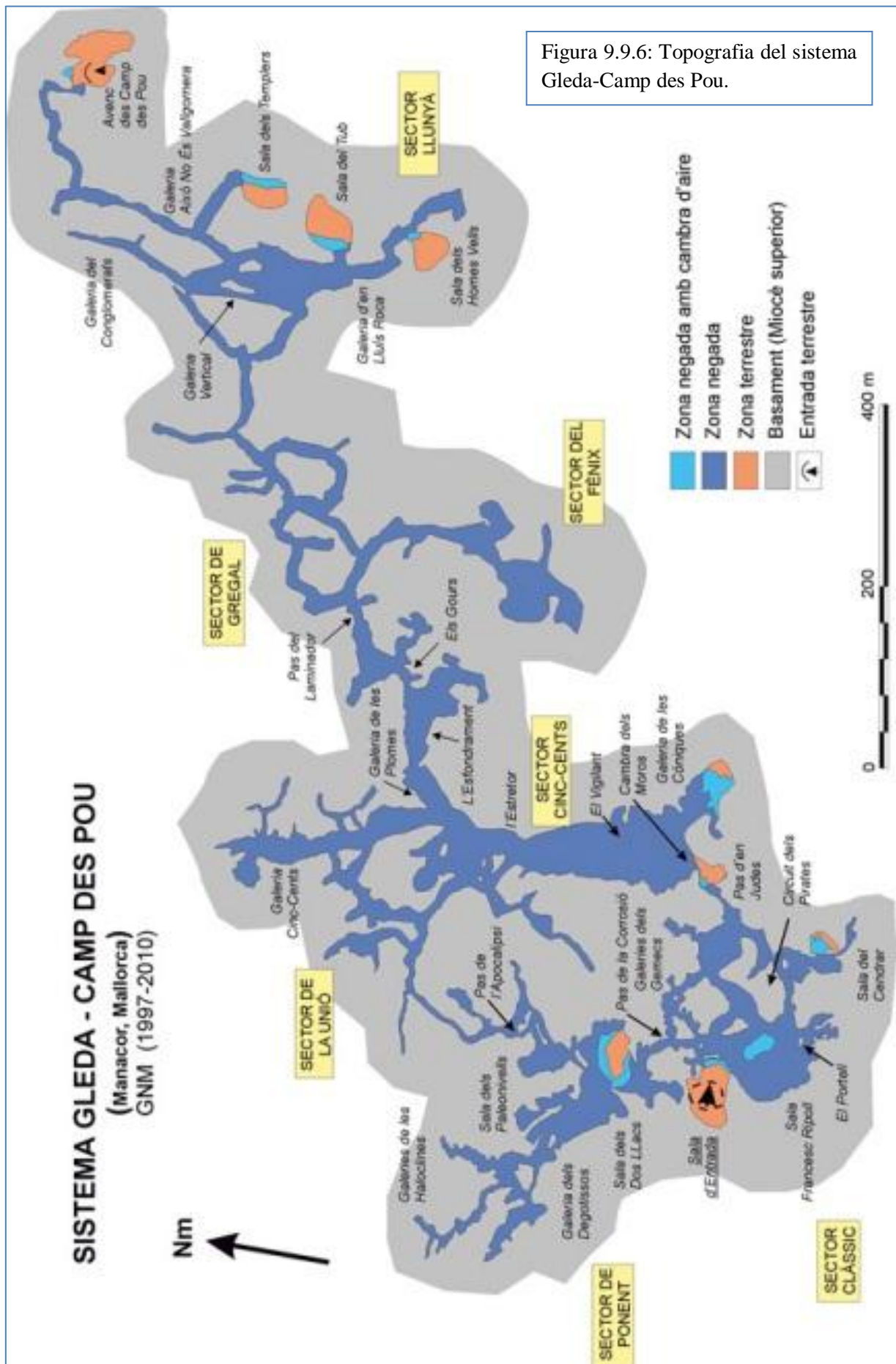


Figura 9.9.6: Topografia del sistema Gleda-Camp des Pou.

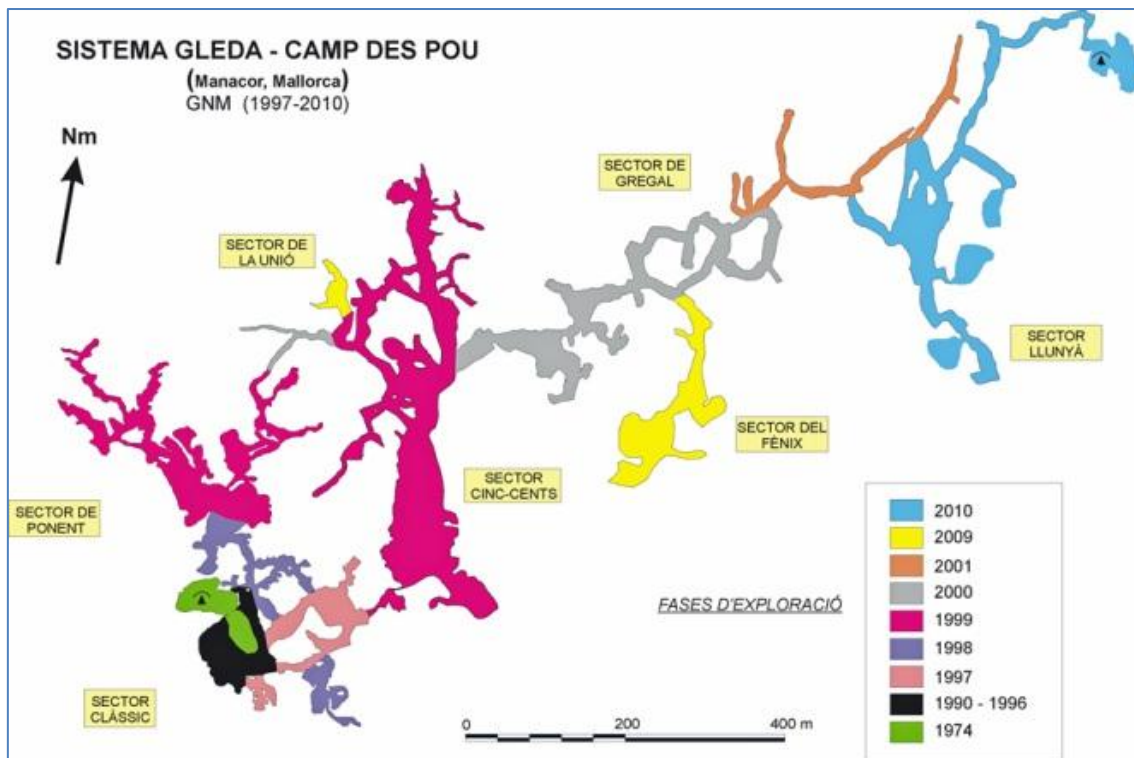


Figura 9.9.7: Fases d'exploració i topografia al llarg dels anys del sistema Gleda-Camp des Pou.

2010 - S'explora la galeria d'en Lluís Roca que avança uns 400 m en direcció SE. A devers 200 m del seu inici, al costat E, la galeria emergeix en la sala del Tub. La galeria prossegueix fins a la sala dels Homes Vells, també terrestre, per després continuar de forma subaquàtica. La galeria Això No És Vallgornera prossegueix de cap al NE fins als 1.625 m i als 48 m, una continuació en direcció SE permet comunicar amb una gran sala aèria i terrestre, la sala dels Templers, de gran bellesa. A l'avenc des Camp des Pou, s'efectuen diverses immersions, i s'aconsegueix connectar amb les guies de la cova de sa Gleda; la cavitat s'ha convertit en el sistema Gleda-Camp des Pou i assoleix els 13.500 m topografiats (GRÀCIA *et al.*, 2010a). La distància entre les dues boques és de 1.715 m. Durant els anys 1997-2010, el GNM efectuà més de 400 dies d'immersions. Els espeleobussejadors participants entre 2002 i 2010 són: Bernat Clamor, Francesc Gràcia, Mateu Febrer (s'incorporà el 2004), Pere Gamundí (s'incorporà el 2006) i Antoni Cirer (s'incorporà el 2009). (Fig. 9.9.7).

Descripció de la cavitat

El recorregut actual projectat topografiat és de 13.500 m i la profunditat màxima és de 25 m sota el nivell de l'aigua. La direcció predominant de la cova és de SW-NE, encara que moltes de les galeries es prolonguen en direccions diferents. La cavitat s'obre a l'exterior, a uns 36 m sobre el nivell de la mar, per un espectacular abisament que comunica amb una sala amb la zona E ocupada per un llac (Figs. 9.9.1, 9.9.7, 9.9.8). La cavitat es compon d'un conjunt de sales i galeries de molt diverses dimensions i direccions que agrupam en set sectors, que en ordre cronològic pel que fa als descobriments són: sector Clàssic, sector de Ponent, sector Cinc-Cents, sector de la Unió, sector de Gregal, sector del Fènix i sector Llunyà (Fig. 9.9.7). El sector Clàssic està situat al S, el sector de Ponent al NW, el sector Cinc-Cents parteix des del costat oriental del sector Clàssic i es desenvolupa gairebé en direcció general N. El sector de la Unió enllaça el sector Cinc-Cents per diferents indrets amb el sector de Ponent. El sector de Gregal avança en clara direcció NE i d'ell parteix, gairebé a la meitat i al migjorn, el sector del Fènix. El darrer sector és el Llunyà, que enllaça amb l'avenc des Camp des Pou a l'extrem més NE.



Figura 9.9.8: Entrada de la cova de sa Gleda vista des de l'exterior. Hi ha dos espeleòlegs que serveixen d'escala. Foto C. Bodi.



Figura 9.9.9: L'entrada a la cova de sa Gleda vista des de l'interior. Una colada alterada i recoberta per cianofícies, a més a més del petit bosquet de figueres caracteritza l'obertura.

SECTOR CLÀSSIC

El sector Clàssic, està format per tres sales importants (sala d'Entrada, sala Francesc Ripoll i sala del Cendrar) i diverses galeries (circuit dels Pirates i galeries dels Gemecs) que les comuniquen entre sí i amb altres sectors. El recorregut subaquàtic és d'uns 2.000 m. La sala d'Entrada de 72 x 44 m de dimensions màximes, està presidida pel gran esfondrament central de 30 x 18 m que la comunica amb l'exterior i a la vegada la subdivideix en dues zones. La zona E del llac, és de major superfície i presenta diferents modificacions antròpiques i estructures realitzades per facilitar l'aprofitament de l'aigua. La situada en direcció oposada, al vessant W del con de materials, està recoberta d'una colada estalagmítica, revestida a la vegada per abundants cianobacteris que la tenyeixen amb un color blau-verdós, el mateix que succeeix amb les parets i sostres de gairebé tota la sala d'Entrada. En aquest darrer lloc, un pas molt estret entre blocs permet accedir també al nivell freàtic. Al terra són visibles senyals en forma de solcs molt marcats que evidencien que esporàdicament l'aigua corre amb força.



Figura 9.9.10: Començament del Circuit dels Pirates, que s'inicia a la sala Francesc Ripoll (Foto F. Ripoll).

La sala Francesc Ripoll es caracteritza pel seu volum (100 x 80 m) i decoració, ja que són abundants els grans massissos estalagmítics i altres espeleotemes que aporten una gran majestuositat, excepte a la part central (Fig. 9.9.4, 9.9.11). L'alçària del sostre oscil·la entre valors positius de 2 m a la cambra central d'aire fins a -18 m als costats de la sala. Els valors més freqüents del sostre estan compresos entre -1,2 i -6 m. El pis de la sala presenta una certa regularitat, ja que la fondària sembla que està entorn dels -12,5 m, llevat dels costats, com ara el S on la fondària assoleix els -20 m. Ens resulta una alçària mitjana de 10 m i màxima de 12,5 m, sense comptar la cúpula d'aire situada en posició gairebé central que representaria 14,5 m d'alçada. La meitat occidental de la sala està tancada per parets o revestiments litoquímics, mentre que just a peu del llac d'entrada s'obrin els accessos a les galeries dels Gemecs. La sala del Cendrar constitueix la tercera sala en importància del sector. Parteix del circuit dels Pirates en direcció SE i comunica amb ell per dos llocs que disten entre sí uns 20 m. Als 20 m d'entrar s'aprecia que es tracta d'una sala d'esfondrament amb el rost de l'esbaldregall d'E a W. Les seves mides màximes aproximades són 60 m de llargària per 40 m d'amplària.



Figura 9.9.11: La sala Francesc Ripoll es troba farcida de grans columnes i altres formacions que fan de l'àmbit un lloc únic. Foto A. Cirer.

Una tercera part de la sala (el costat E) és aèria, sobresortint per defora de l'aigua, amb la seva part N recoberta de colades estalagmítiques, que es perllonga sota les aigües. Un passatge submergit entre blocs caiguts, d'una vintena de metres, permet progressar més enllà de la sala devers seixanta metres en un ambient molt caòtic i irregular.

El circuit dels Pirates és una circumval·lació de galeries d'uns 300 m de llargària que parteix de dos llocs, relativament propers de la sala Francesc Ripoll, una mica dissimulats per massissos estalagmítics i columnes (Fig. 9.9.10). Al llarg del seu recorregut, en forma el·líptica i de direcció NE, talla per dos llocs, distants entre sí una cinquantena de metres, les galeries dels Gemecs. Enfront de la segona galeria dels Gemecs (al costat dret del circuit) s'obre una galeria totalment adornada d'espeleotemes freàtics que porta a una sala molt decorada. Uns trenta metres després parteix una galeria de -12 m de fondària que en direcció N avança uns 45 m fins que es fa massa baixa per poder progressar més. Als 200 m de l'entrada del llac arrenca el pas d'en Judes, de devers 34 m, que permet passar al següent sector. Si se segueix 70 m més de galeria pel circuit dels Pirates, ara en direcció S, trobarem al costat SE l'accés a la sala del Cendrar. Uns 85 m més endavant es troben alguns passos angostos, tal com el Portell, que indica que s'està a poca distància de la sala Francesc Ripoll.

Les galeries dels Gemecs parteixen de la base N del rost del llac d'entrada i enllacen amb el circuit dels Pirates a dos llocs diferents i totalitzen gairebé 400 m de recorregut. La fondària del terra generalment és d'uns 14 a 15 m. Predominen les morfologies de corrosió que afecten també als espeleotemes segons la fondària a la qual es troben. La roca en molts d'indrets està molt descomposta, afectada pels processos de dissolució de la zona de mescla d'aigües. En alguns àmbits hi ha dos nivells diferents de galeries que localment estan fusionades parcialment o total. Les amplades generalment estan compreses entre els 4 i 8 m, encara que localment es troben llocs que s'estrenyen a menys de 1,5 m.

SECTOR DE PONENT

El sector de Ponent, de direcció W-NW, únicament està comunicat amb la resta de la cova per dos accessos molt dificultosos: el pas de la Corrosió i el pas de

l'Apocalipsi. La sala dels Dos Llacs, conseqüència d'un pretèrit esfondrament, configura una part important del sector. L'àmplia i decorada galeria dels Degotissos continua en les galeries de les Haloclines, en les quals predominen les morfologies de corrosió. De la sala dels Dos Llacs parteix com a continuació natural la sala dels Paleonivells.

Una vegada superat el pas de la Corrosió, abans d'arribar a la sala dels Dos Llacs, que és genèticament continuació d'aquesta, es localitza una galeria en alguns llocs molt ornamentada que assoleix més de 20 m de fondària i es dirigeix cap a la sala d'Entrada, sense que es pugui passar directament, encara que la presència de troncs d'arbres i l'observació topogràfica demostren la relació entre ambdues zones. Dues grans columnes presideixen aquest àmbit, juntament amb espeleotemes associats a gours.

La sala dels Dos Llacs, única part terrestre de tot el sector, fa 54 m de llargària per 40 m d'amplària. Es tracta d'una sala d'esfondrament, amb la part central relativament recent, ja que no presenta cap tipus d'espeleotema. Únicament s'observen blocs molt blancs caiguts de parets i sostre. És possible superar l'esfondrament pel costat W, mitjançant dos passos situats a cotes -1,5 i -3,5 m, entre blocs i lloses



Figura 9.9.12: El sector de Ponent, és molt variat, amb zones molt concrecionades i d'altres a on les morfologies de corrosió són predominants. Foto A. Cirer.

caigudes, que per molt poc no tanquen completament l'accés subaquàtic. Aquests angosts connecten els dos llacs de la sala: el que es localitza primer al SW, una vegada passades les galeries dels Gemecs, amb el que presenta al N. Des d'aquest darrer es davalla progressivament cap a la galeria dels Degotissos, molt decorada per espeleotemes (Fig. 9.9.12).

La sala dels Paleonivells s'inicia amb la continuació, rost avall, de la pròpia sala dels Dos Llacs, que per molt poc no obstrueix totalment l'accés. Una vegada que se superen les dificultats d'aproximació s'assoleix una sala de pis i sostre plans, de dimensions màximes 58 x 26 m. El sostre es troba a -13,4 m de fondària i el pis a -15,8 m. El més assenyalat és la presència d'abundants espeleotemes freàtics corresponents a la cota de -15 m, molts d'ells formats al voltant d'estalactites fistuloses que s'han dissolt amb posterioritat a la part superior. A poc més de la meitat de la sala i en direcció NE s'obre un laminador que comunica amb el sector de la Unió.

La galeria dels Degotissos parteix de l'W de la sala dels Dos Llacs i es pot considerar com a subdividida en dues parts per la diferent fondària i, especialment, per la presència de massissos estalagmítics. Al primer àmbit, zona de menys fondària i més voluminosa, destaquen els massissos estalagmítics i les impressionants colades parietals que descendeixen fins a les zones més pregones. Les colades estan combinades amb estalactites i espeleotemes freàtics que li atorguen una gran bellesa. Algunes morfologies espongiformes de gran intensitat es troben al pis de la galeria. La distància lineal és d'uns 135 m i 56 m l'amplària màxima. La zona més concrecionada i més fonda, fins a -25 m, està localitzada al costat NE, a on els espeleotemes freàtics són molt abundants, així com altres formes de precipitació, especialment les estalactites fistuloses i les excèntriques. Aquestes arriben a formar boscos de formacions que subdivideixen l'espai.

Les galeries de les Haloclines s'inicien al NW de la galeria dels Degotissos en forma de dues galeries gairebé paral·leles situades a diferent cota, que connecten amb tres galeries més que li confereixen topogràficament l'aspecte d'una forca. De les dues galeries de partida, la més occidental, d'uns 65 m de llargària és la que presenta menor fondària, entre -10,2 m i -11,5 m i una amplada entre 2 m i 13 m. Les haloclines actuals l'afecten plenament i sembla que existeixen processos actius de dissolució, ja que la roca està molt descomposta per la corrosió associada a la zona de mescla. Abunden les morfologies espongiformes a nivell de mesoformes, formades especialment per penjants, esperons i pinacles. S'ajunta amb la galeria inferior mitjançant un balcó a on

assoleix els 17 m de fondària. La galeria inferior, paral·lela a aquesta, arrenca de la galeria dels Degotissos mitjançant una zona amb abundants formacions litoquímiques que tanquen quasi l'accés. Es troba en un nivell inferior amb el pis a -18,3 m de fondària, i una amplada considerable de fins a 14 m, que després de recórrer 65 m assoleix unes mides de 40 m x 25 m. Les colades parietals, massissos estalagmítics, estalactites, estalagmites i els espeleotemes freàtics caracteritzen aquest tram. Des d'aquí parteixen dos ramals importants i 25 m més endavant sorgeix la tercera branca, al lloc on conflueix l'anterior galeria de nivell superior. La galeria situada més a ponent, de 100 m de longitud, entre -14 i -16,5 m de fondària i 19 m d'amplària màxima, s'inicia amb sales freàtiques circulars i amb les morfologies similars a la galeria superior de la qual s'origina. La zona terminal i més fonda canvia totalment d'aspecte, predominant els espeleotemes, entre els quals abunden els freàtics. La galeria central de la forca, la de més llargària de les tres (150 m de longitud), 18,5 m de profunditat del terra i amb valors d'amplària entre 5 i 17 m, és la més interessant per les morfologies de corrosió que presenta. Al llarg de més de 150 m les parets estan marcades per una regata de corrosió a -13,5 m de cota que afecta a la roca mare, a massissos estalagmítics i als recobriments litoquímics parietals. El nivell de corrosió està molt marcat i forma un solc perfecte, associat en alguns llocs a facetes, galeries iniciadores, cambres freàtiques circulars i altres morfologies de corrosió. La roca, de gran duresa, només presenta aquestes formacions primàries i contrasta totalment amb les altres zones de les galeries de les Haloclines, de roca descomposta i predomini de morfologies espongiformes a nivell de mesoformes. La distància lineal màxima des del llac d'entrada és de 507 m, dels quals 329 m corresponen a la distància des de la sala dels Dos Llacs. La tercera i més oriental galeria, de 65 m de longitud, fondària del terra d'uns -17,2 m i amplades compreses entre els 5 i els 16 m, se sembla més a la galeria occidental, ja que la roca està molt desfeta pels processos corrosius.

SECTOR CINQ-CENTS

El sector Cinc-Cents s'inicia a mitjan recorregut del circuit dels Pirates (uns 225 m), en aproximar-se a un gran esfondrament sotaiguat que destaca a distància. Els blocs i pedres, de tota mida, per molt poc no tanquen la comunicació; és el pas d'en Judes, d'uns 25 m de llargària, que des del sector Clàssic permet l'accés a la impressionant galeria Cinc-Cents, de 350° de direcció. El pendent d'enderrocs de l'esfondrament ha

generat una petita cambra d'aire abans del pas i també la cambra dels Moros, just passat l'estretor. El perímetre d'aquest gran col·lapse supera el centenar de metres. Un pic passat el pas, el protagonista és la gran foscor que no és mitigada amb els llums dels focus. Es tracta d'una extraordinària galeria de més de Cinc-Cents metres de longitud, amb una amplada que assoleix en alguns llocs els 80 m i l'alçària els 12 m (Fig. 9.9.13).

La galeria de les Còniques es localitza en direcció E, després de recórrer 80 m, des de la sortida del pas d'en Judes, flanquejant els blocs de l'esfondrament. El seu recorregut és d'uns 72 m lineals i 14 m de profunditat del terra, que després de superar diverses columnes centrals de gran bellesa, finalitza en una important sala d'aire terminal. En el fons del llac, les estalagmites còniques són les morfologies amb més rellevància i donen nom a la galeria i a la sala. Les dimensions màximes són de 45 x 28 m. Presenta una zona planera de fang i pedres, amb petit pendent, a on són visibles solcs provocats per l'aigua que procedeix de la zona superior i que penetra per l'antic esbucament, actualment incomunicat amb l'exterior. La presència de fragments de ceràmica i ossos de vertebrats recolzen aquesta hipòtesi. El costat situat més a ponent té un acusat pendent, que ascendeix gairebé una quinzena de metres entre els grans blocs caiguts. La totalitat del col·lapse supera el centenar de metres de perímetre.

La galeria Cinc-Cents, d'una llargària lleugerament superior al seu nom, representa la galeria de major volum de les que es coneixen actualment a les Balears. Amb 80 m d'amplària en alguns llocs del començament i amb valors mitjans de 45 m d'amplada, disminueix lleugerament les dimensions fins els 20 i 30 m als darrers 200 m. L'alçària de l'espectacular galeria assoleix valors que superen els 12 m, encara que són més freqüents els compresos entre 8 i 10 m. Al començament està bastant concrecionada per estalagmites i algunes zones d'estalactites al sostre. A on més destaquen les morfologies litoquímiques és al costat occidental. Als 125 m de l'inici, una espectacular estalagmita, de 8 m d'alçada destaca entre la foscor del buit immens, és el Vigilant, que serveix com a primera fita clara dins la galeria, sempre i quan es disposi de llum suficientment potent per il·luminar-la. Als 115 m des del Vigilant (240 m del començament del sector), la galeria perd altura i sembla que es tanca; és l'Estretor. Aquí, un envà de roca mare, de 7 m de llargària i 3 m d'amplària, juntament amb la reducció de l'alçada de la galeria produeix la sensació d'estretor, sempre en comparació amb el volum de la resta de l'àmbit. Aquesta zona, molt afectada per la corrosió, es pot passar pels dos costats de l'envà. Superat aquest, la galeria torna a



Figura 9.9.13: La galeria Cinc-Cents constitueix el lloc de major volum de la cavitat. Aquesta imatge està presa poc abans de connectar amb el sector de Gregal (Foto C. Bodi).

adquirir volum, especialment a l'esquerra a on es localitzen accessos al sector de la Unió. Als 304 m (538 m de l'inici del llac d'entrada) en arribar al costat esquerre de la galeria destaca una gran estalagmita i a prop parteix cap a la dreta el sector de Gregal.

Tota aquesta zona, llevat la part del sostre, està molt concrecionada per colades, potents massissos estalagmítics i espeleotemes en general, entre els quals destaquen els freàtics. Si es prossegueix endavant per la galeria, uns 50 m, es passa per davall d'uns impressionants penjants "les Urpes de l'Arpello". Poc després es veuen a l'esquerra nous accessos al sector de la Unió i a la dreta uns 130 m de galeries freàtiques d'uns 5 m d'amplària. Gairebé un centenar de metres separen aquest lloc de l'entreforc de galeries que, a distintes fondàries i de forma complexa, s'esbranquen en diverses direccions. La situada més al llevant s'inicia com una potent i bella galeria que als 35 m es bifurca de bell nou i després de 25 i 45 m, respectivament, es fan massa estretes per prosseguir. Si tornem a l'entreforc principal, en direcció N és possible prosseguir uns quaranta metres més per una zona delicada per l'estat de la roca i l'estretor d'alguns passos; aquí ens situem als 535 m de la galeria (769 m totals des de l'entrada). En direcció W hi ha una zona complexa i caòtica.

SECTOR DE LA UNIÓ

Des de dos llocs de la galeria Cinc-Cents parteixen diverses galeries que formen el sector de la Unió, les quals de NE a SW comuniquen la galeria Cinc-Cents amb el sector de Ponent. La longitud de la galeria més llarga, que s'inicia a 658 m del llac d'entrada, fins al pas de l'Apocalipsi és de 328 m i constitueix l'únic accés al sector de Ponent des del sector Cinc-Cents. La fondària d'aquest sector està compresa generalment entre els -17 a -25 m, fet que suposa que sigui el que té més fondària de tota la cavitat. Si es fa el circuit entrant pel sector Clàssic, galeria Cinc-Cents, sector de la Unió, sector de Ponent i sortint per les galeries dels Gemecs s'efectua un recorregut de 1.320 m sense repetir cap galeria. Als 300 m i 350 m des de l'inici de la galeria Cinc-Cents s'obren a l'W dues amplies galeries freàtiques de control estructural estratigràfic que s'entrellacen entre si. La dissolució de les aigües ha aprofitat els plans d'estratificació, i generat seccions horitzontals, en ocasions d'amplades importants i amb abundants columnes i massissos estalagmítics entremig. El terra d'aquesta zona es troba entre -16 i -18 m (gairebé sempre amb valors de -16 i -16,8 m), mentre que el sostre es troba als -12,1 i -14,6 m, encara que gairebé és constant al voltant de -14,2 i -14,6 m. L'alçària d'aquest tram és gairebé sempre d'uns 2 m (oscil·lant entre 4,6 i 1,5 m). D'ençà de la coalescència de les dues galeries, tota la galeria (en direcció primer SW, després S, per al final voltar a W) va a una fondària constant d'uns -16 i -17 m (oscil·lant entre -15,4 fins -17,2 m). El sostre està entre -13,8 i -15,7 m, habitualment a uns -14,2 i -14,8 m. L'alçària del sostre d'aquest tram és d'uns 2 m (comprès entre 0,7 m i 2,5 m). Per la qual cosa aquests dos primers trams es poden unificar a efectes pràctics, ja que presenten les mateixes característiques. Aquest primer tram, de sostre extraordinàriament pla, presenta a més a més, abundants espeleotemes freàtics en forma de macrocristalls, que creixen a partir de les estalactites que caracteritzen aquest tram. Més endavant, al terra apareixen de tant en tant espeleotemes subaquàtics vadosos, això és, gours amb columnes i altres formacions envoltades d'espeleotemes subaquàtics en forma de palmatoris. Una capa de sediment groc i prim recobreix el terra. Algunes estalactites grans es troben escampades i com a forma de corrosió, alguns penjants de gran mida.

Finalment, el sector, després del darrer tram W, va agafant fondària al terra d'entre -18,1 m fins a -21,4 m. La fondària habitual és de 20 m. El sostre està comprès entre -14,7 i -19,6 m. L'alçària està compresa entre els 4,8 i 1,1 m, essent habitualment

de prop de 3 m. La galeria, en el tram final W i després N-NW agafa més volum i fondària. La galeria presenta una continuació en direcció W, amb colades parietals i espeleotemes de degoteig sovint de bones mides (Fig. 9.9.14), per prosseguir amb volum considerable fins a uns laminadors de roca descomposta que tanquen la continuació.

A mitjans galeria Cinc-Cents, aquesta connecta amb el sector de la Unió mitjançant una galeria estructural estratigràfica que descendeix de forma acusada des de pocs metres de fondària (-8 m) fins a -19,5 m. A l'inici té un volum molt important, plena d'estalagmites curtes recobertes de cristalls freàtics. Més endavant, la paret de la dreta està plena de belles estalactites amb cristal·litzacions freàtiques que decoren la paret. L'amplària va d'uns 6,5 m al començament fins a uns 14 m, per fer-se d'uns 7 m a la zona a on connecta amb la galeria que prové del final de la Cinc-Cents. L'alçada de la galeria és normalment d'uns 1,5 m, amb un sostre totalment pla. Si seguim per aquesta galeria anam de cap al sector de Ponent. La major part del terra és de tendència clarament horitzontal, encara que amb irregularitats i espeleotemes freàtics que adquireixen forma de coixinet, amb cristalls molt fins. Una vegada superada la zona de creuament amb els conductes que procedeixen del final del sector Cinc-Cents, la galeria,



Figura 9.9.14: El sector de la Unió és desenvolupa a fondàries al voltant de la vintena de metres de fondària.

de principi estreta ja que supera una zona d'amplària reduïda, torna ampla i bellament decorada. Els espeleotemes freàtics són una constant i també les colades pavimentàries amb gours i algunes colades parietals a ambdós costats de la galeria. Els massissos estalagmítics estan en molt bon estat i són de gran bellesa.

SECTOR DE GREGAL

Al costat E del sector Cinc-Cents, a poc més de 300 m de l'inici de la galeria Cinc-Cents (uns 600 m des del llac d'entrada), s'inicia el sector de Gregal, el qual en direcció NE arriba fins als 1.150 m a on enllaça amb el sector Llunyà. El sector comença amb la galeria de les Plomes, bella i voluminosa estança decorada profusament per espeleotemes freàtics que caracteritzen per complet l'àmbit. Es tracta d'una galeria de control estructural estratigràfic situada a una profunditat que supera els 18 m, per després d'uns 60 m, ascendir per un rost de blocs i pedres, l'Esfondrament, que remunta fins a valors propers als 10 m per tornar a davallar. A partir d'aquí, l'aspecte canvia, i pot seguir després de cap al SE en forma d'una àmplia galeria d'uns 112 m de longitud i uns 17 m de fondària, que es va reduint de dimensions i que es caracteritza per la decoració d'espeleotemes, molts d'ells subaquàtics vadosos, especialment gours i espeleotemes associats, gens afectats pels fenòmens corrosius. Si tornem enrere, des de la baixada de l'Esfondrament, la ruta principal segueix per una àmplia galeria que passa successivament per diversos gours de gran mida (els Gours), dels quals són especialment visibles les repeses què, a les èpoques de pulsacions climàtiques fredes contenien l'aigua dolça. Aquests espeleotemes caracteritzen la galeria en aquest tram. El sector de Gregal per aquesta zona té uns 15 m de fondària (Fig. 9.9.15). A uns 100 m de distància s'arriba al Laminador, que constitueix l'única zona estreta, a 14 m de fondària, localitzada entre l'entrada de la cova de sa Gleda i les proximitats de l'avenc des Camp des Pou, llevat del Pas d'en Judes que és un esfondrament. El Laminador és un bon lloc de referència i es troba a uns 900 m des de l'entrada de la cova de sa Gleda. El seu fons pla, recobert de colada pavimentària, facilita el trànsit a través seu. Des d'aquí, el sector de Gregal presenta dos circuits successius que s'obrin primer al NW i després a l'E, i que confereixen, juntament amb les moltes petites galeries que s'acaben aturant, un aspecte laberíntic al sector. La galeria principal avança a una fondària compresa entre 11 i 14 m, similar a les que formen els circuits laterals. Als 1.150 m enllaça amb el sector Llunyà.



Figura 9.9.15: El sector de Gregal és paral·lel a la línia de costa. Foto A. Cirer.

SECTOR DEL FÈNIX

És un sector important de la cova, que parteix d'uns 100 m passat el laminador del sector de Gregal, és a dir a uns 1.000 m de l'entrada de la cova. La seva direcció és SE al començament, per després passar a S i finalment acaba lleugerament SW. La distància lineal màxima, des del sector de Gregal a on comença, és d'uns 276 m, i la distància des del llac d'entrada fins a l'extrem del sector és de 1.276 m. La fondària del terra està comprés entre els 11 i 13 m. L'aspecte dels primers metres és d'una galeria baixa, sense espeleotemes i amb una abundant quantitat de sediment que recobreix per complet el terra de la galeria. L'acumulació de sediments adopta la forma de monticles d'entre 1 i 2 m que ofereixen un aspecte caòtic a l'àmbit. Les parets i el sostre estan afectats per la corrosió i l'ascensió de les bombolles provoca la caiguda d'un núvol de partícules. La galeria presenta poques bifurcacions i va prenent volum a mesura que s'avança, de forma que l'alçària i l'amplària es fan molt importants i superen àmpliament els 30 m (Fig. 9.9.16). Es tracta de gairebé un únic àmbit que acaba en cul de sac. Els espeleotemes estan presents als costats de la galeria, especialment a la banda W. Les haloclines són molt marcades i afecten en gran mesura la visibilitat de tot el sector.

SECTOR LLUNYÀ

Per raons pràctiques s'ha incorporat el darrer tram de l'antic sector de Gregal en aquest nou sector. És a on la cavitat ha canviat més de fisonomia per les importants continuacions trobades (Fig. 9.9.17). Parteix del sector de Gregal, a 1.150 m, i enllaça fins a l'avenc des Camp des Pou situat a 1.715 m. El sector es pot definir com una sèrie d'àmplies galeries majoritàriament de direcció NE i 4 grans sales d'esfondrament que sobresurten del nivell freàtic i que ofereixen zones terrestres. Les sales aèries són de S a N, la sala dels Homes Vells, la sala del Tub, la sala dels Templers i l'avenc des Camp des Pou. La sala del Tub i la sala dels Templers es troben a molt poca distància entre elles i segurament pertanyen al mateix esfondrament. Algunes galeries convergeixen entre si a la galeria d'en Lluís Roca, a on s'assoleix un gran volum i un aspecte molt laberíntic, ja que hi ha moltes connexions. La profunditat mitjana de la galeria està compresa entre 9 i 14 m. La galeria d'en Lluís Roca avança en direcció S per emergir al costat E a la sala del Tub. Després segueix en direcció SE per remuntar a la sala dels Homes Vells a 1.630 m. Un pas estret entre els blocs caiguts permet continuar fins a una galeria en cul de sac, d'uns 8 m de fondària, que finalitza a uns 1.700 m des del llac d'entrada. Si se segueix la galeria d'en Lluís Roca en direcció N, arranca la galeria Això



Figura 9.9.17: El sector Llunyà presenta menys fondària i abundància de morfologies de corrosió i sales d'esfondrament. Foto A. Cirer.

No És Vallgornera, d'uns 200 m lineals i d'uns 9 a 12 m de fondària. Als 189 m, al costat E, parteix la galeria que connecta amb l'avenc des Camp des Pou, a 1.715 m del llac de la cova de sa Gleda. La galeria Això No És Vallgornera té una galeria paral·lela més occidental que és la galeria dels Conglomerats, coneguda ja a la primera fase d'estudi de la cavitat. La fondària de tot el sector està comprès entre els 8 i 10 m generalment, llevat de zones molt puntuals. Aquest sector està encara en fase d'exploració i topografia.

Avenc des Camp des Pou

L'avenc des Camp des Pou, amb una boca d'uns 7 m d'amplària (Fig. 9.9.18), és un rost de blocs, pedres i sediments, de 52 x 72 m, amb una alçària d'entre 1,3 i 4 m, encara que hi ha zones amb alçàries molt reduïdes, a on l'esfondrament està poc separat del sostre. El pis presenta un fort pendent, entre un 20° i 45°, encara que la zona més de cap a l'W, que ve directe de l'entrada, el pendent supera en alguns llocs els 70°. El costat E, per contra, és de menys inclinació. S'assoleix el nivell freàtic als 45,5 m de fondària, en forma d'un petit llac, d'uns 3 m d'amplària i uns 12 m de longitud, a on es veu molt bé els blocs que es localitzen sota les aigües i que a pocs metres de fondària tanquen el pas. El llacs més interessants, són els que s'ubiquen a la part W, amagats pel mateix rost de blocs i terra. Per arribar-hi s'ha d'anar vorejant el costat del primer llac,



Figura 9.9.18: Entrada de l'avenc des Camp des Pou. Entrada situada a l'altre extrem de la cova de sa Gleda. Foto F. Gràcia.

uns metres per damunt de l'aigua, primer uns 15 m en ascensió, per després d'un pas estret, recórrer uns 11 m. És a on l'avenc des Camp des Pou connecta amb les galeries horitzontals subaquàtiques de la cova de sa Gleda. El llac, d'uns 1,5 m d'amplària, presenta una part vertical a on s'assoleix la zona no afectada per esfondraments a uns 10 m de fondària, entre blocs extremadament inestables. Els espeleotemes únicament es troben al sector E, a on el pendent és poc acusat; es tracta de colades pavimentàries i estalagmites.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La distància lineal del sistema Gleda-Camp des Pou a la mar és de 1.700 m. La cavitat es desenvolupa en general paral·lela a la línia de costa i la distància lineal entre els extrems més allunyats de l'aparell endocàrstic és de 1.332 m (Fig. 9.9.19). La separació de la cavitat respecte del sistema Pirata-Pont-Piqueta és de 883 m, en direcció NE. Concretament entre l'avenc des Camp des Pou i la cova de sa Piqueta, que són els llocs més propers d'ambdós sistemes. Per altra banda la cova de Cala Varques B, situada al E-NE, només dista 850 m de la continuació subaquàtica que hi ha passada la sala dels Homes Vells del sistema Gleda-Camp des Pou. Mereix especial atenció que la distància que separa les coves del Pirata de les properes cova des Moro i cova de Cala Falcó és de menys de 200 m. Les cavitats esmentades són també sales d'esfondrament, segurament capturades per la mar en retrocedir els penya-segats litorals (GRÀCIA *et al.*, 2006a). Nosaltres pensam que el sistema Gleda-Camp des Pou i el sistema Pirata-Pont-Piqueta, així com la cova des Moro i la cova de Cala Falcó tenien una antiga connexió i que col·lapses actualment infranquejables, barren el pas entre elles, fet similar al que passa en relació a la cova des Xots, on s'aprecia una gran dolina al lloc ensorrat (GRÀCIA *et al.*, 2006a).

La superfície exterior de la plataforma miocènica on es localitza el sistema de cavitats està a una alçària respecte al nivell de la mar de 45,5 m a on s'obre l'entrada a l'avenc des Camp de Pou i 35,5 m a prop de la boca de la cova de sa Gleda. La potència de roca existent per damunt les galeries i sales del sistema està compresa entre 33 m a la sala Francesc Ripoll (sector Clàssic), 53 m a la galeria Cinc-Cents (sector Cinc-Cents), 55 m a les galeries de les Haloclines (sector de Ponent), 58 m al sector de Gregal i 63 m al sector de la Unió.

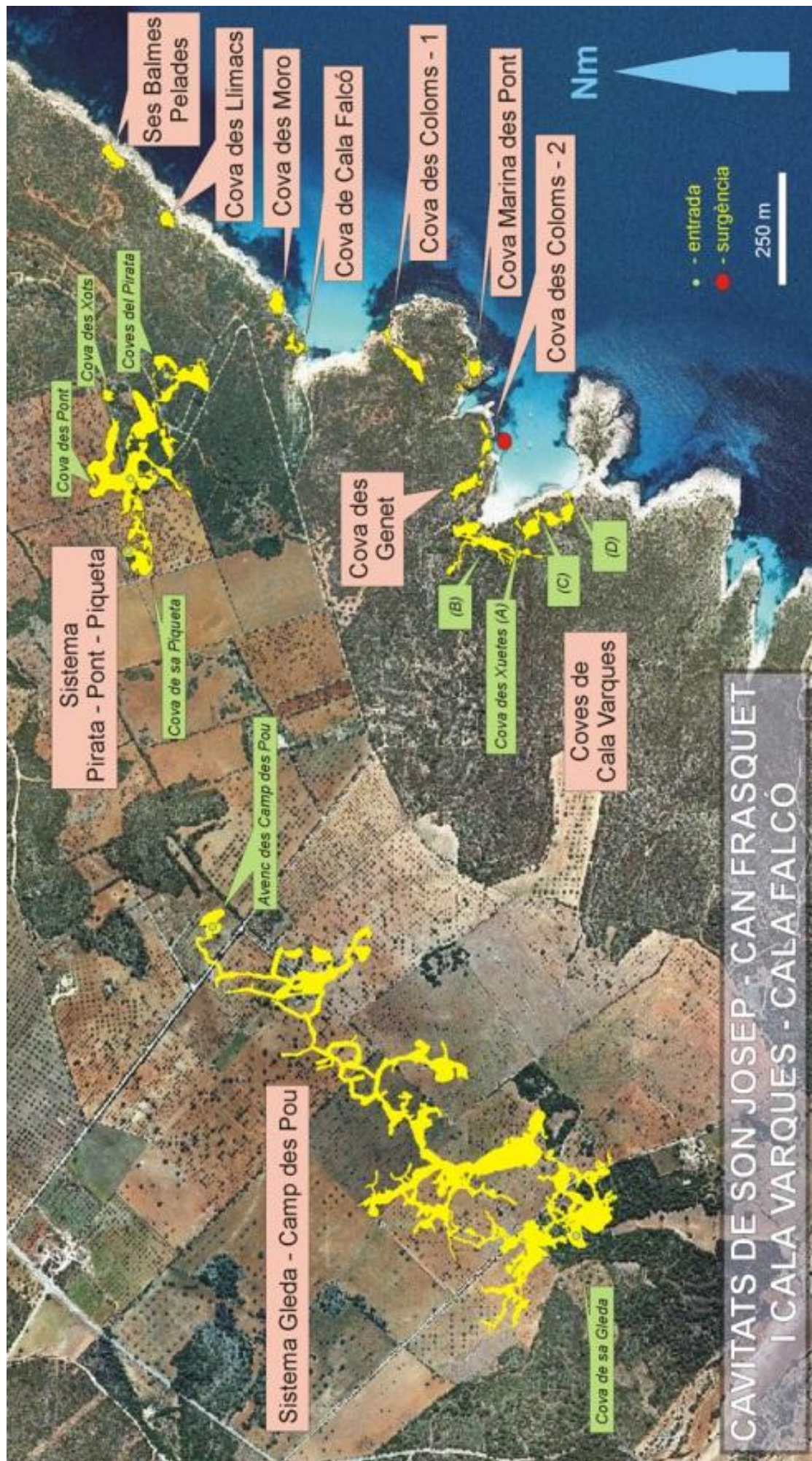


Figura 9.9.19: Topografia del sistema Gleda-Camp des pou i d'altres cavitats properes superposades a la fotografia aèria.

Espeleogènesi

Considerada en el seu conjunt, la cova de sa Gleda és una xarxa de sales d'esfondrament i de galeries freàtiques poc modificades, amb una disposició més aviat ramiforme (en el sentit usat per PALMER, 2000, 2007) i amb morfologies de dissolució espongiformes a petita i mitjana escala. Fins i tot en algunes sales d'esfondrament, com és la sala Francesc Ripoll, existeixen evidències clares de dissolució activa lligada aparentment a les haloclines actuals, situades devers -11 m.

La relació entre els trets morfològics de la cova i la litologia de detall no presenta pautes molt definitòries, donat que tota la xarxa subterrània es troba excavada en el Complex d'Esculls del Tortonià, sense que s'observin variacions litològiques molt marcades entre els distints subambients deposicionals. Estan representats els mudstone microesparítics i els grainstone bioclàstics, si bé és en els rudstone i framestone amb coralls –dotats d'una alta porositat primària– on es desenvolupen les grans unitats d'esfondrament. En suma, sembla tractar-se d'una cavitat relacionada, pel que fa a la seva excavació, amb la zona de mescla costanera (Fig. 9.9.20), sense que hagi indicis de la participació d'altres modalitats espeleogenètiques. Els buits inicials de dissolució freàtica litoral s'han excavat preferencialment en les zones de major permeabilitat, representades pels subambients deposicionals amb presència de coralls, Fig. 9.9.20; per altra banda, és en aquests ambients amb abundants bioconstruccions coral·lines on han tingut lloc els esfondraments i col·lapses generalitzats, que desorganitzen els buits freàtics inicials. De fet, la planimetria de la cova té un cert patró laberíntic ramiforme (PALMER, 2007), però el qual és en bona mesura conseqüència no tant de les formes primàries d'excavació, com de la coalescència de les grans unitats volumètriques generades pels successius col·lapses (GINÉS & GINÉS, 2007).

Hi ha zones amb morfologies de corrosió predominants i amb pocs indicis d'esfondraments (galeria de les Haloclines al sector de Ponent; galeries dels Gemecs al sector Clàssic; gran part del sector de la Unió; diverses galeries del sector de Gregal i part del sector Llunyà). Els processos d'esfondrament són també molt abundants: sala d'Entrada, sala Francesc Ripoll, sala del Cendrar al sector Clàssic; cambra dels Moros, galeria de les Còniques, galeria Cinc-Cents al sector Cinc-Cents; sala dels Dos Llacs, galeria dels Degotissos al sector de Ponent; l'Esfondrament al sector de Gregal; part del sector del Fènix; sala dels Homes Vells, sala del tub, sala dels Templers i avenc des

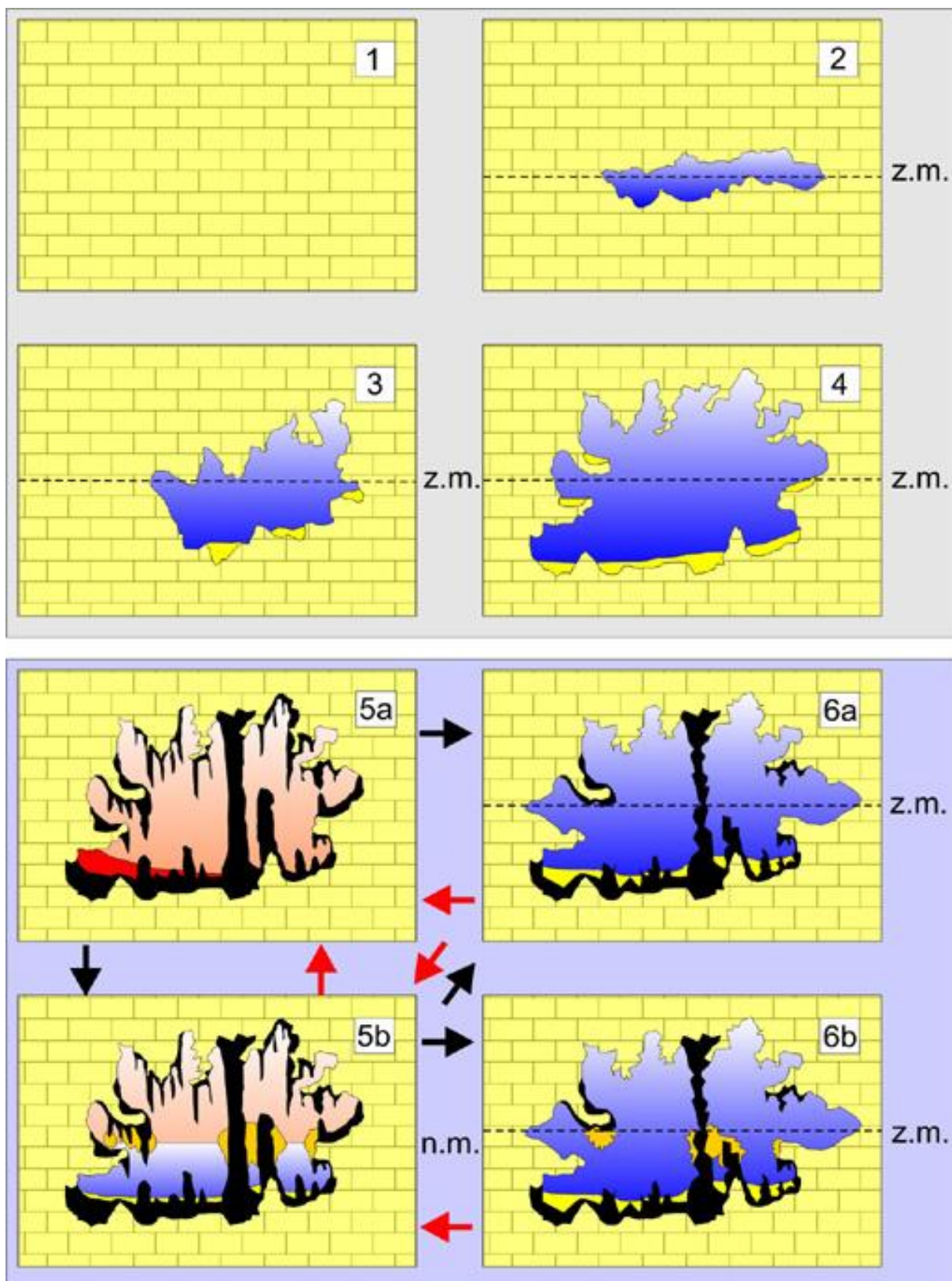


Figura 9.9.20: Simplificació dels estadis evolutius d'una galeria freàtica. 1- Acció de la zona de mescla d'aigües sobre la roca calcària. 2-Formació dels primers espais buits i galeries iniciadores. 3-Increment del volum i de les morfologies de corrosió en avançar els processos de dissolució. 4-Acumulació de sediments autòctons carbonatats al terra de la galeria. 5-Davallada del nivell freàtic i evolució de la galeria en condicions vadoses amb la formació d'espeleotemes. 6-Pujada glacioeustàtica del nivell freàtic. Reactivació dels processos de dissolució de la roca i dels espeleotemes, amb la superposició de noves formes primàries.

Camp des Pou al sector llunyà. Aquests esdeveniments són un factor natural en l'evolució d'aquestes cavitats, ja que permeten augmentar en volum i ascendir progressivament de cap a l'exterior, arribant en ocasions a connectar amb la superfície, tal i com ha ocorregut amb la sala d'Entrada de la cova i amb tres antigues entrades actualment reblides (la galeria de les Còniques, la cambra dels Moros i la sala del Cendrar). S'ha de tenir present que el fet de trobar-se enmig d'una torrentera és probable que hagi contribuït a la formació de l'abisament que forma l'entrada de la cova de sa Gleda.

La distribució de zones de col·lapses i la relació amb dolines d'esfondrament superficials és de gran interès. Es pot comprovar en superposar la part final d'aquestes galeries, tancades per blocs, amb la ubicació geogràfica de les dolines d'esfondrament (clot des Cendrar I, clot des Cendrar II i clot dels Ullastres), que coincideixen respectivament amb la sala del Cendrar (clot dels Ullastres), galeria de les Còniques i la cambra dels Moros (clot des Cendrar). Aquests esbaldregalls, juntament amb altres, tanquen o compartimenten moltes zones i impedeixen l'avanç en diversos fronts (GRÀCIA & CLAMOR, 2001a).

Curiosament, els límits de la cavitat cap al N no es veuen aturats per les esbaldregades de blocs i pedres que obstrueixen el pas, sinó per galeries que es fan de cada cop més estretes fins fer-se impracticables o bé per galeries que s'aturen en sec en cul de sac. També és molt interessant el fet de que al N del sistema és on les galeries tenen un component més estructural de tipus tectònic. Aquest fet és especialment evident als extrems més septentrionals de les galeries de les Haloclines (sector de Ponent), galeries del sector de la Unió i tot el sector de Gregal i sector Llunyà. Pensam que serien els conductes que alimenten el sistema endocàrstic, que prové de les serres de Llevant.

Les litofàcies corresponents als subambients del complex escullós, que corresponen al *lagoon* (amb materials més fins i uniformes), en les seves parts més externes o obertes i les més internes o restringides determinen un altre tipus de galeries, de menys volum i més lineals. Aquestes fàcies de *lagoon extern* presenten baixa porositat primària però assoleixen una elevada permeabilitat mitjançant la fracturació (GINÉS *et al.*, 2008). Sembla, per les mostres estudiades del sector de Ponent, que les galeries de les Haloclines corresponen a aquesta litologia. En aquest cas la roca és més

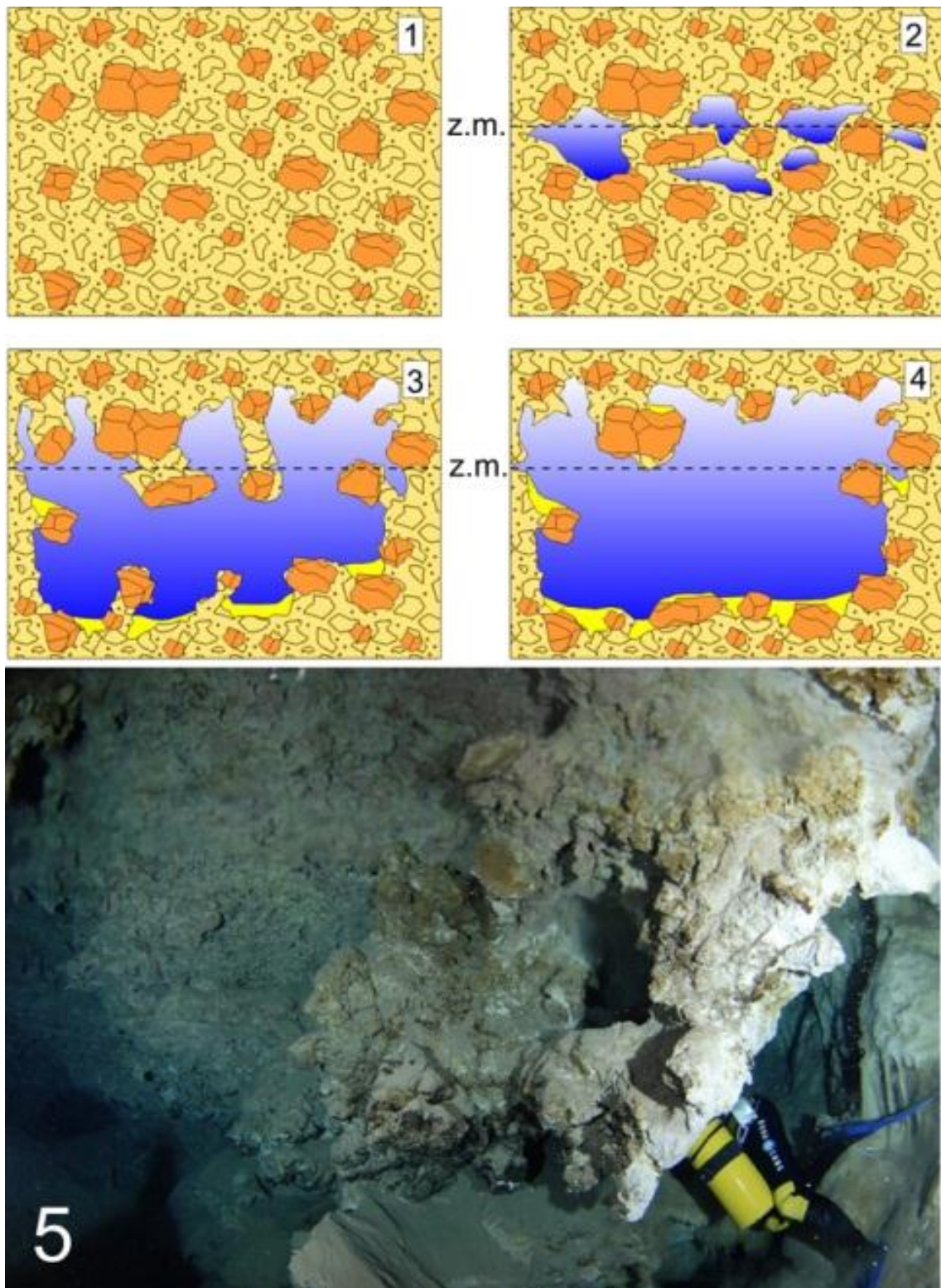


Figura 9.9.21: Model de formació d'algunes morfologies de corrosió condicionades per la influència d'una litologia bretxada. Aquestes determinen una corrosió diferencial i sobresurten més que la resta de roca, ja dissolta.

massiva i dura i fins i tot alguns aspectes de la corrosió que han sofert han quedat molt ben marcats a les galeries, com són les regates de corrosió que han afectat a parets i espeleotemes. Al sector de Gregal i al sector Llunyà, un fet morfològicament destacat és la presència en situació vertical de zones de roca mare massiva i compacta i, més al sostre, de roca formada per l'acumulació de clasts cimentats de mides molt diverses. Aquests clasts, en ocasions semblen còdols de menys de 1 cm de diàmetre i a altres llocs superen els 20 cm (Fig. 9.9.21).

La roca encaixant

L'abisament que forma l'entrada de la cova de sa Gleda s'obri dins la unitat Oolítica, bastant uniforme i superior als 10 m de potència, per davall es troba el nivell del complex de manglars, que presenta una potència aproximada d'uns 6 m. Ambdues pertanyen al Complex Terminal o calcàries de Santanyí (FORNÓS *et al.*, 1989). Aquesta seqüència es disposa sempre per damunt dels nivells del Complex d'Esculls, que és on s'hi desenvolupen totes les sales i galeries explorades fins ara a la cavitat. El contacte entre ambdues unitats consisteix en un contacte subhoritzontal, que puntualment mostra les deformacions produïdes per l'evolució del paleocarst intramiocè. A l'entrada de la cavitat és interessant remarcar el gruix més aviat excepcional que presentava el sostre abans d'esfondrar-se (uns 13 m), fenomen que obeeix a l'heterogeneïtat dels materials zenitals (Fig. 9.9.1).

Els primers nivells observables corresponents al complex escullós –encara en la cavitat subaèria– presenten una bona estratificació plano-paral·lela en la que s'aprecia una alternança de nivells calcarenítics i calcisiltítics característics de fàcies de lagoon. Per davall, ja ràpidament i gairebé coincidint amb les parets de les parts submergides de la cova, hi trobem nivells de calcàries massives lleugerament dolomítiques sense estratificació evident i amb una gran porositat primària i de dissolució, parcialment reomplerta per ciment esparític. Corresponen des del punt de vista textural a *frame-stone* de creixement coral·lí, amb abundants coralls tipus Porites, que caracteritzarien les fàcies de front escullós (Fig.9.9.22a). Aquestes se complementen amb nivells més calcítics amb textures *rudstone* tot presentant abundant macrofauna de mol·luscs i també amb una gran porositat, tant primària com de motlle (Fig. 9.9.22b). Les fàcies

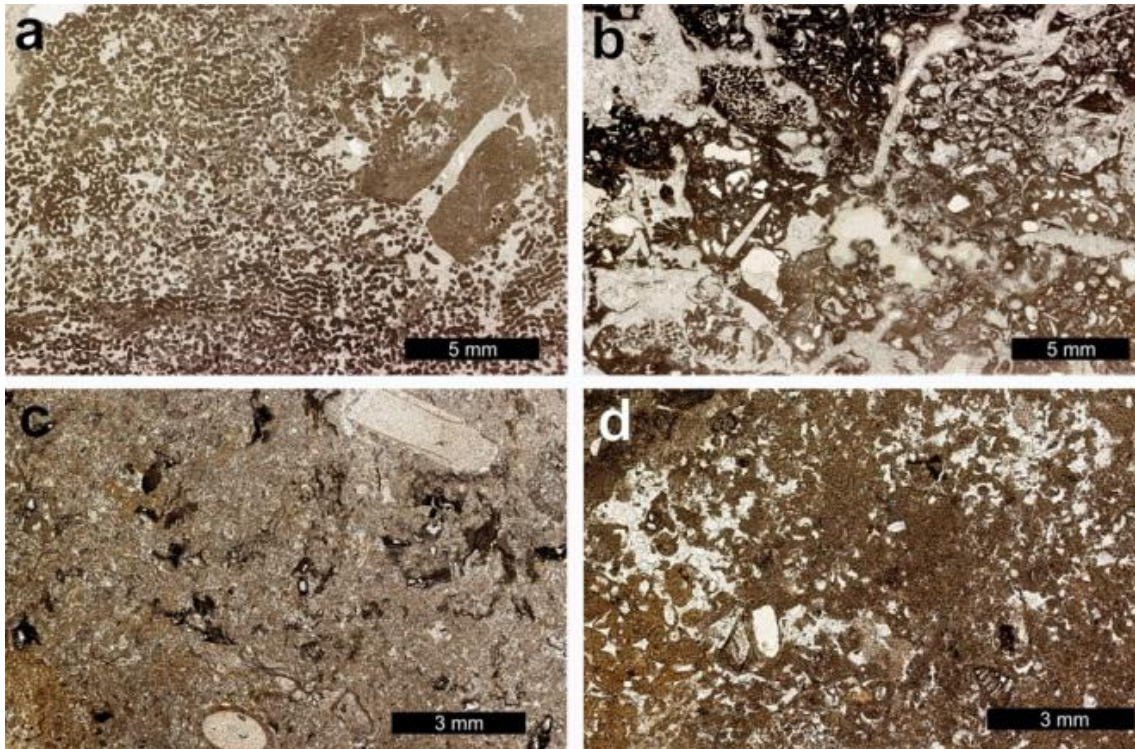


Figura 9.9.22: Làmines primes (llum paral·lela) de les fàcies del Miocè superior més representatives presents a la Cova de sa Gleda, on s'hi observen les característiques texturals i de composició. a) textura framestone amb coralls (Porites) de la fàcies de front d'escull; b) textura rudstone amb coralls i altra macrofauna (fàcies de front d'escull); c) packstone amb equinoderms, foraminífers i mol·luscs (fàcies de lagoon extern); d) wackestone amb abundants peloids i foraminífers (fàcies de lagoon intern). GINÉS *et al.* (2008).

descrites estan presents al llarg tant de tot el Sector Clàssic com del Sector Cinc-Cents, sector de Gregal amb lleugeres modificacions diagenètiques que les hi donen una coloració rosada. En canvi, en direcció nord-oest (a la Sala dels Dos Llacs) afloren els materials més calcisiltítics de color blanc que mostren una bona estratificació, corresponents a fàcies atribuïdes al lagoon extern (Fig.9.9.22c). Es tracta de calcàries blanques amb textura que va de *packstone* a *grainstone*, però també *wackestone*, amb abundant presència dels foraminífers com a components bioclàstics, peneròplids, rotàlids i qualque discòrbid, endemés de fragments d'algues vermelles, briozous, equínids, balànids i, també, algun fragment de corall. Aquesta fauna és característica dels ambients de lagoon obert, probablement amb la presència d'algunes clapas de praderes de fanerògames marines donada la gran quantitat d'organismes epífits que s'hi observen. Més al nord-oest, nivells similars amb coloracions vermelloses i textures tipus *wackestone-packstone*, amb abundants foraminífers de tipus aglutinat (incloent-hi

textularids) endemés d'abundants gasteròpodes (Fig. 9.9.22d), suggereixen un ambient més restringit probablement corresponent al lagoon intern.

S'han mostrejat de forma preliminar les parets de la cavitat per tal de caracteritzar la roca encaixant i poder veure qualsevol tipus de relació en relació al rebliment sedimentari, estructura general de la cavitat i formes de corrosió presents. El nombre de punts mostrejats ha estat de vuit distribuïts al llarg dels primers sectors estudiats de la cavitat, a diferents profunditats i en relació a diversos aspectes geomorfològics (Fig. 9.9.40). Deixant de banda la mostra GL-R01 que presenta una mineralogia formada en la seva totalitat per dolomita, la resta de les mostres corresponen a calcita amb baix contingut en magnesi (LMC). Només les mostres GL-R07 i GL-R08 presenten a part de calcita una petita proporció de dolomita (8 i 4 % respectivament). Les característiques texturals i composicionals són variables i atribuïbles a la sedimentologia que caracteritza els diferents subambients deposicionals carbonatats dins del medi escullós que corresponen al Miocè superior en aquesta part de la Marina de Llevant (FORNÓS *et al.*, 1989). Tenim *rudstones* (GL-R01, GL-R02, GL-R03 i GL-R06), en els quals els seus components principals són els coralls (*Porites* sp) i mol·luscs, especialment bivalves, amb una gran porositat interpartícula reomplerta per

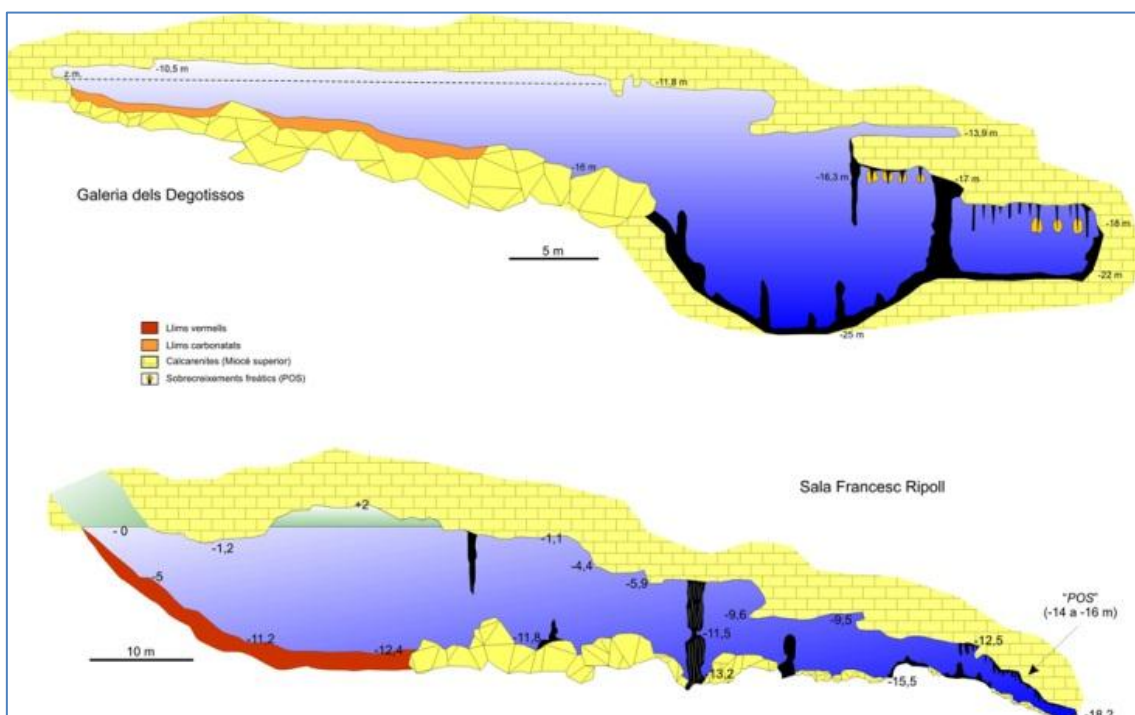


Figura 9.9.23: Seccions de sales d'esfondrament. Constitueixen àmbits condicionats per l'heterogeneïtat del materials del Miocè superior. En aquest cas corresponen a llocs de major facilitat de dissolució a partir d'una litologia favorable.

ciment esparític amb grans cristalls d'ordre centimètric de tipus freàtic, que presenten coloracions rosades i un elevat grau d'alteració superficial. Els *grainstones* (GL-R04, GL-R05, GL-R07) estan formats per bioclasts, principalment fragments de mol·luscs i algues coral·linàcies (especialment la mostra GL-R04), algunes d'elles amb una lleugera alteració superficial, i molt poca porositat. Hi ha també un *grainstone* oolític (mostra GL-R07) probablement corresponent al Complex Terminal (FORNÓS *et al.*,1989), i unes calcàries rosades (*mudstone*) amb ciment microesparític (GL-R08), clarament diferenciable de la calcària cristal·lina esparítica que presenta una gran porositat tipus *vug* (GL-R06).

L'estudi preliminar de les mostres de roca i la seva relació amb la presència de formes de corrosió a la cavitat així com de la presència de gran sales, permet aventurar una clara relació entre les fàcies presents i la presència de les característiques geomorfològiques. Així les grans unitats d'esfondraments, estan clarament relacionades amb les fàcies esculloses amb presència de coralls i una gran porositat primària. Aquestes mateixes fàcies també són sobre les que s'hi desenvolupen la major part de formes de corrosió, entre les que hi destaquen les morfologies espongiformes.

Característiques hidrogràfiques de la cavitat

Les dades de temperatura, salinitat i fondària s'han mesurat mitjançant la sonda oceanogràfica AANDERAA portada per un bussejador. La temperatura de l'aigua superficial en el llac de la sala d'Entrada a l'hivern, al mes de gener del 2005, va esser de 12,4°C, mentre que a 2 m de profunditat assolí, en una termoclina espectacular, els 19°C (Fig. 9.9.24). El valor de la temperatura a 3 m de fondària puja a 20°C, que es manté fins als -6 m per després davallar lleugerament fins als -16 m, per davall dels quals fins als -24 m (màxima fondària mesurada amb la sonda) es manté estable amb valors de 18,9°C. La raó de la temperatura tan baixa als primers metres està relacionada amb l'àmplia entrada de l'esfondrament, que es veu afectada per les oscil·lacions de l'exterior. En un altre perfil, efectuat el mes de desembre de 2003 dins la sala dels Dos Llacs, la temperatura en superfície era de 19,5°C i pujava a 19,9°C a uns -5,5 m, per mantenir-se fins als -8 m i davallar als 18,6°C als -16 m, i d'aquí mantenir-se fins els -25 m. En aquesta sala interior, sense connexió amb l'exterior, únicament es donen oscil·lacions de temperatura de 1,3°C en tot el perfil hídric de 25 m.

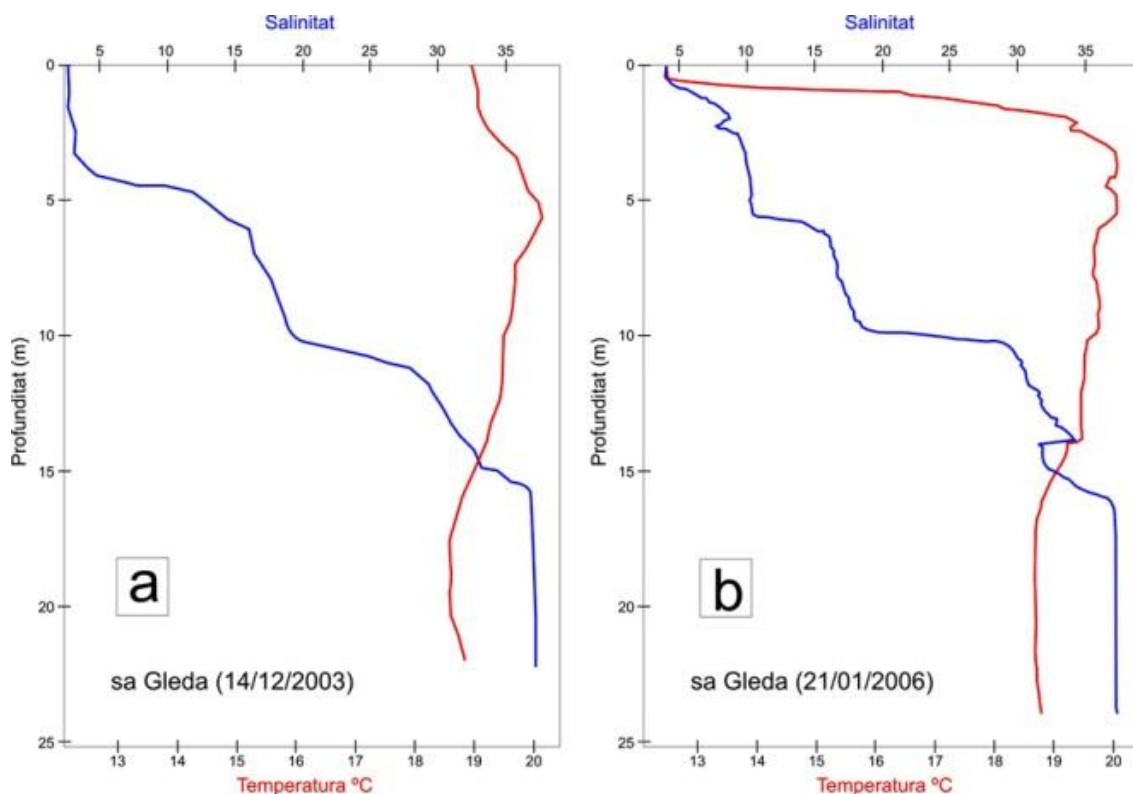


Figura 9.9.24: a) Perfil de salinitat (‰) i de temperatura (°C) a la sala dels Dos Llacs (sector de Ponent) efectuat el mes de desembre de 2003. En aquesta sala interior, sense connexió amb l'exterior, la temperatura en superfície era de 19,5°C i únicament es mesuren diferències de temperatura de 1,3°C en tot el perfil hídic de 25 m. Els canvis d'aigües de menor a major salinitat al llarg de la columna d'aigua es produeix a zones de transició (zones de mescla) denominades haloclines o picnoclines (4 molt clares al perfil hídic). b) Dades de la sala Francesc Ripoll (sector Clàssic). La temperatura de l'aigua superficial en el llac de la sala d'Entrada al mes de gener de 2005 ha estat mesurada en 12,4°C, mentre que a 2 m de profunditat assoleix, en una termoclina espectacular, els 19°C. A partir d'aquest punt la temperatura es manté entre els 19°C i 20°C. La raó de la temperatura tan baixa als primers metres està relacionat amb la temperatura hivernal exterior, a causa de l'àmplia entrada de la cavitat.

La cova de sa Gleda presenta un perfil estratificat, que posseeix fins a 5 capes de diferent salinitat. La cova posseeix per tant picnoclines múltiples, a causa de la distància considerable que la separa de la costa, que arriba als 1,7 km. La salinitat el mes de gener del 2005 en superfície donava valors de 4 ‰ i pujava gradualment fins als 9 ‰ als -2 m. A partir d'aquí fins als -5,5 m es produïa una primera estabilització fins als 10,5 ‰. Als -5,5 m passa de sobte dels 10,5 ‰ als 16 ‰ formant el primer escaló important a la gràfica. Des d'aquí s'ha de davallar fins als -10 m a on la salinitat únicament assoleix els 19 ‰. En aquesta fondària es torna a produir el segon escaló fins a valors de 29,5 ‰. Dels -10 m fins als -16 m es produeix una pujada gradual fins als 37 ‰, per

mantenir-se gairebé constant d'ençà d'aquesta cota fins als -25 m, màxima cota de la cavitat. Uns valors de salinitat i cotes de fondària molt semblants es van obtenir amb la medicació d'aquesta variable el desembre de 2003.

Com és de preveure es produeixen petites oscil·lacions de les franges d'haloclines en funció de les estacions; així s'han mesurat diferències de 0,8 m a la cota d'haloclines entre l'estiu i l'hivern. Degut a la ubicació de la cova enmig d'una petita torrentera, l'única entrada actual penetrable (sala d'Entrada), es veu afectada per les aigües que conflueixen i es precipiten per la boca en cas de fortes precipitacions. Aquest fenomen ocorregué l'any 1990 i va ésser descrit per espeleobussejadors britànics (CLARKE, 1991-92), fenomen que va tornar a ésser observat l'any 2001, en el qual les fortes pluges van provocar l'entrada de grans quantitats de sediment que van afectar especialment la sala Francesc Ripoll (GRÀCIA & CLAMOR, 2001).

Morfologies de corrosió

De forma general a tota la cavitat es presenten morfologies de corrosió de diferents tipus i grau d'intensitat. Com és lògic, igual que succeeix a altres cavitats estudiades, si s'observa la distribució de les zones amb formacions primàries i les àrees d'esfondraments, es veu que són distribucions oposades, encara que els blocs caiguts també en ocasions presenten morfologies de corrosió, bé d'abans del despreniment, o bé amb posterioritat.

MEGAFORMES

Sistemes de cavitats ramiformes (*ramiform caves*)

La cova de sa Gleda presenta una direcció general predominant SO-NE, això és paral·lela a la costa i a una distància de la mar d'uns 1,7 km. Globalment podem definir la cova com una xarxa de buits freàtics i sales d'esfondraments amb una disposició ramiforme, en el sentit emprat per PALMER (1991 i 2007), encara que a menor escala són molt freqüents a la cavitat les morfologies de dissolució de caràcter esponjiforme. A les sales i galeries actuals s'observen poques directrius estructurals clares que controlin el seu desenvolupament. Fins i tot a galeries poc evolucionades, com és el cas de les galeries de les Haloclines (sector de Ponent) i dels Gemecs (sector Clàssic), no es veuen direccions predominants.

MACROFORMES

(morfologies de corrosió d'ordre hectomètric a decamètric)

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

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) (Fig. 9.9.25,26). Al començament de les galeries del sector de la Unió, a la part més propera al sector Cinc-Cents i també la sala dels Paleonivells i alguns laminadors que es troben al mateix sector. Alguns trams de galeries del sector de Ponent, especialment a les galeries de les Haloclines, també presenten aquestes peculiaritats. 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.

Galeries freàtiques de control estructural tectònic (*joint-guided phreatic passages*)

Es troben a alguns trams de les galeries de les Haloclines, galeries laterals a la galeria Cinc-Cents, entre -12 i -18,5 m. El condicionant estructural tectònic és ben evident a la galeria Vertical (sector Llunyà) (Fig. 9.9.27).

Galeries freàtiques de secció circular (*tubular passages*)

A la cavitat hi ha algunes que tenen una secció més irregular, sense una forma clara. En alguns llocs de la cova es veuen fenòmens de coalescència entre antigues galeries paral·leles (circuit dels Pirates) o entre galeries superposades procedents de diferents nivells d'espeleogènesi, com succeeix en alguns llocs de les galeries dels Gemecs.

Facetes (*solution facets*)

Les facetes de la cova de sa Gleda, localitzades fins ara a les galeries de les Haloclines, no presenten canals subverticals de dissolució. La distància que separa les dues 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.



Figura 9.9.25: Galeria freàtica de control estructural estratigràfic. Sector de Gregal. La sensació de curvatura que es veu especialment al sostre es deu a l'efecte de deformació de l'objectiu de la càmera, un gran angular, ja que el sòtil és ben pla. Foto A. Cirer.

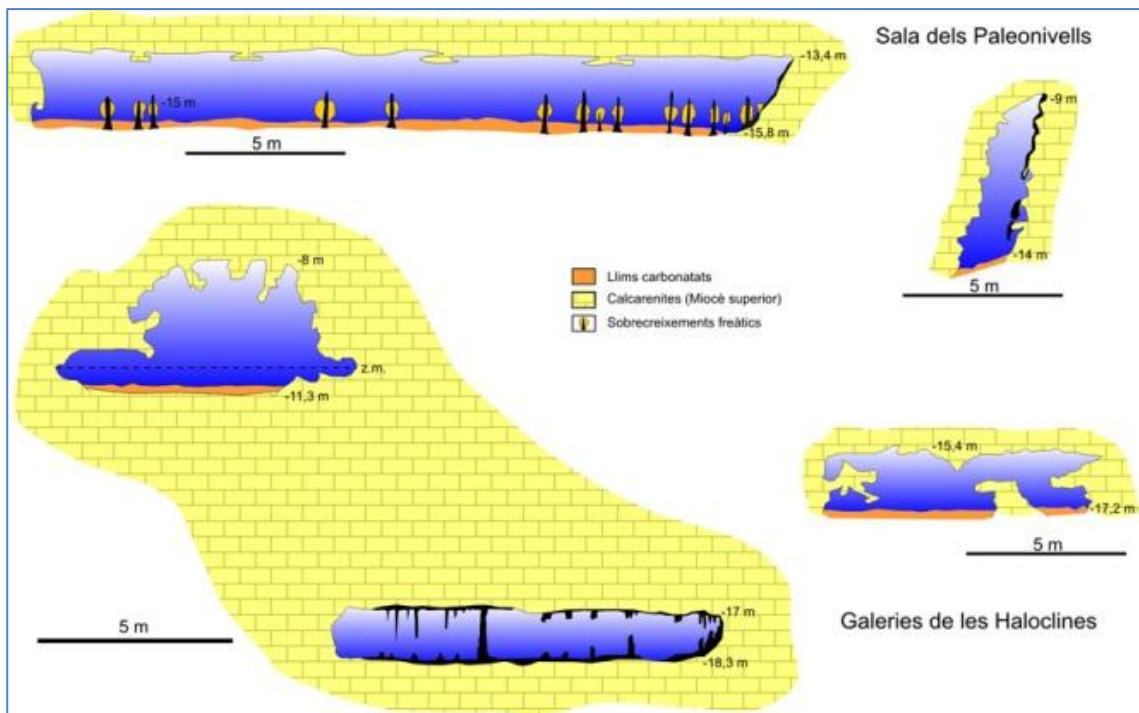


Figura 9.9.26: Algunes seccions de galeries freàtiques de control estructural estratigràfic del sector de la Unió i del sector de Ponent.

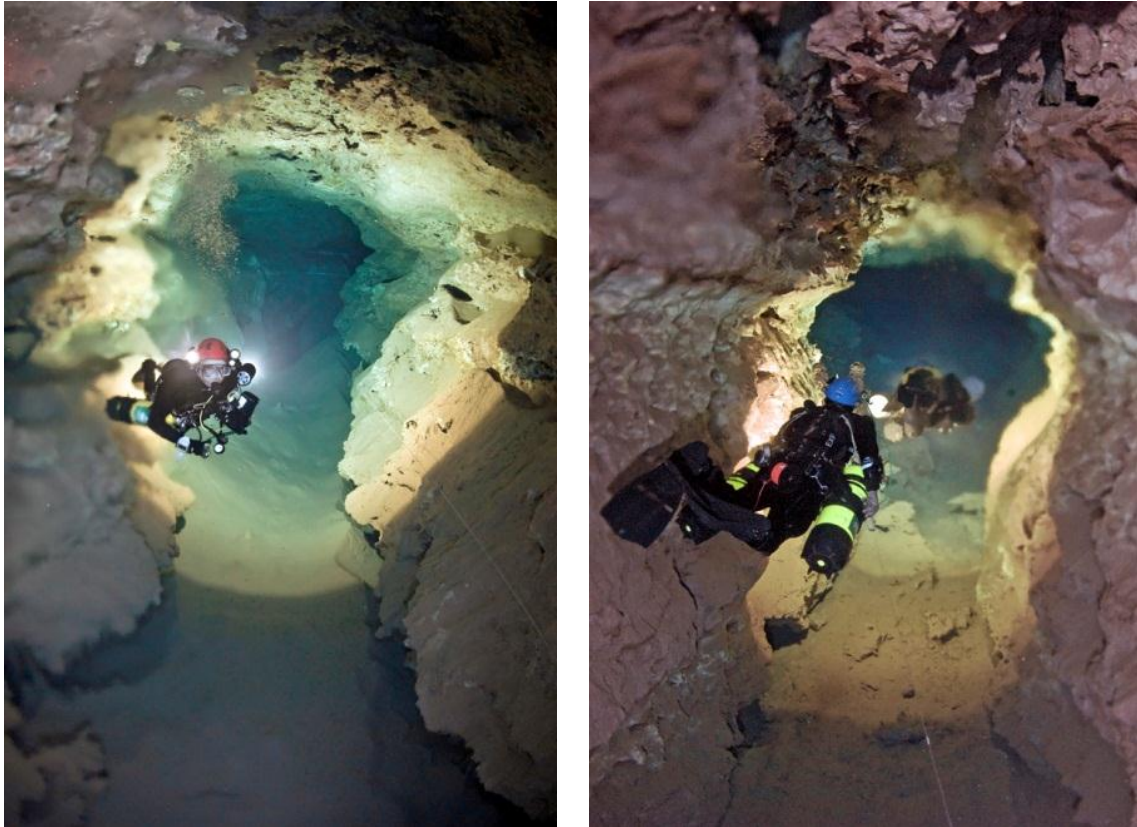


Figura 9.9.27: Galeries freàtiques de control estructural tectònic del sector de Ponent i del sector Llunyà respectivament. Fotos A. Cirer.

Regates de corrosió (*corrosion notches*)

A la cova de sa Gleda algunes de les existents són regates ben marcades i molt clares (Fig. 9.9.28, 29). La localització més bona és la que es troba al llarg de més de 150 m de la galeria més central de les galeries de les Haloclines, a la cota 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. Diverses columnes han estat seccionades per la dissolució de l'aigua a la franja corresponent a aquesta regata. També han afectat entre 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. Una localitat molt il·lustrativa dels processos de corrosió actuals



Figura 9.9.28: Regata de corrosió ben marcada i molt clara, que es troba a una profunditat sota l'actual nivell freàtic entre -13,5 m i -14 m a una de les galeries de les Haloclines (sector de Ponent). a) Ha afectat, entre d'altres espeleotemes, un gran massís estalagmític, envoltat per aquest solc perfecte. b) Vàries columnes han estat seccionades per la dissolució de l'aigua a l'alçada d'aquesta regata. c) Interessa per igual a la roca mare de les parets i als espeleotemes. d) Està associada a la gènesi d'alguns tupins i galeries iniciadores.

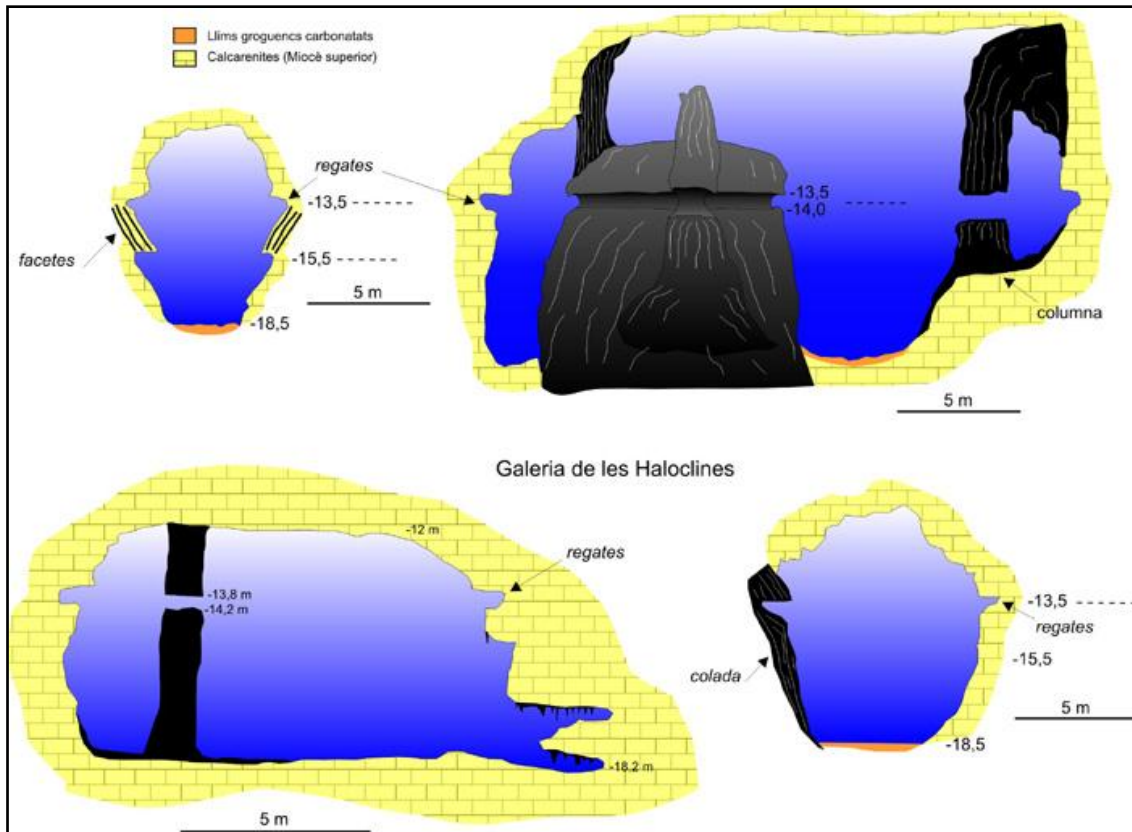


Figura 9.9.29: Regata de corrosió a diferents seccions de la galeria de les Haloclines.

de la zona de mescla és la sala Francesc Ripoll. En funció de la migració vertical de les franges d'aigua depenent del règim de precipitacions, l'haloclina, situada aproximadament entre els -10,7 m i els -11,5 m (segons sigui estiu o hivern), ha deixat molt malmeses les columnes en una franja d'entre -10 m i -12,3 m. Així posseeixen un important aprimament causat per la dissolució que encercla les formacions secundàries. Sembla que aquest procés és actualment vigent, ja que l'haloclina actual coincideix amb la franja de màxima corrosió dels espeleotemes.

Morfologies espongiformes (*spongework*)

D'aquesta escala són nombroses les localitzacions (Fig. 9.9.30,32), com són 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.

Galeries cegues (*dead ends*)

Conductes seminals o iniciadors

Es poden observar repartits per tots els sectors. A les galeries de les Haloclines es veu clarament la gènesi de conductes seminals a la mateixa cota (-14 m) que una regata de corrosió molt marcada.

MICROFORMES (morfologies de corrosió d'ordre mètric a centimètric)

Morfologies espongiformes (*spongework*)

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).

Arcs (*archs*)

Estan presents per tots els sectors de la cavitat.



Figura 9.9.30: Roca de gran duresa i en bon estat afectada per morfologies espongiformes a la galeria dels Degotissos (sector de Ponent). (Foto C. Bodi).



Figura 9.9.31: Penjants a una galeria del sector Llunyà. Semblen les restes d'antics envans que s'han anat dissolvent. Foto A. Cirer.

Pinacles (*cers*)

A la cova de sa Gleda són molt poc habituals i n'hi ha alguns exemplars a les galeries de les Haloclines, a les galeries dels Gemecs i al sector Llunyà.

Esperons (*rocky jags*)

Són freqüents a totes les galeries, encara que abunden a les galeries de les Haloclines, galeries dels Gemecs, laterals de la Galeria Cinc-Cents i de la galeria de les Còniques.

Penjants (*rock pendants*)

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 (Fig. 9.9.31). 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 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

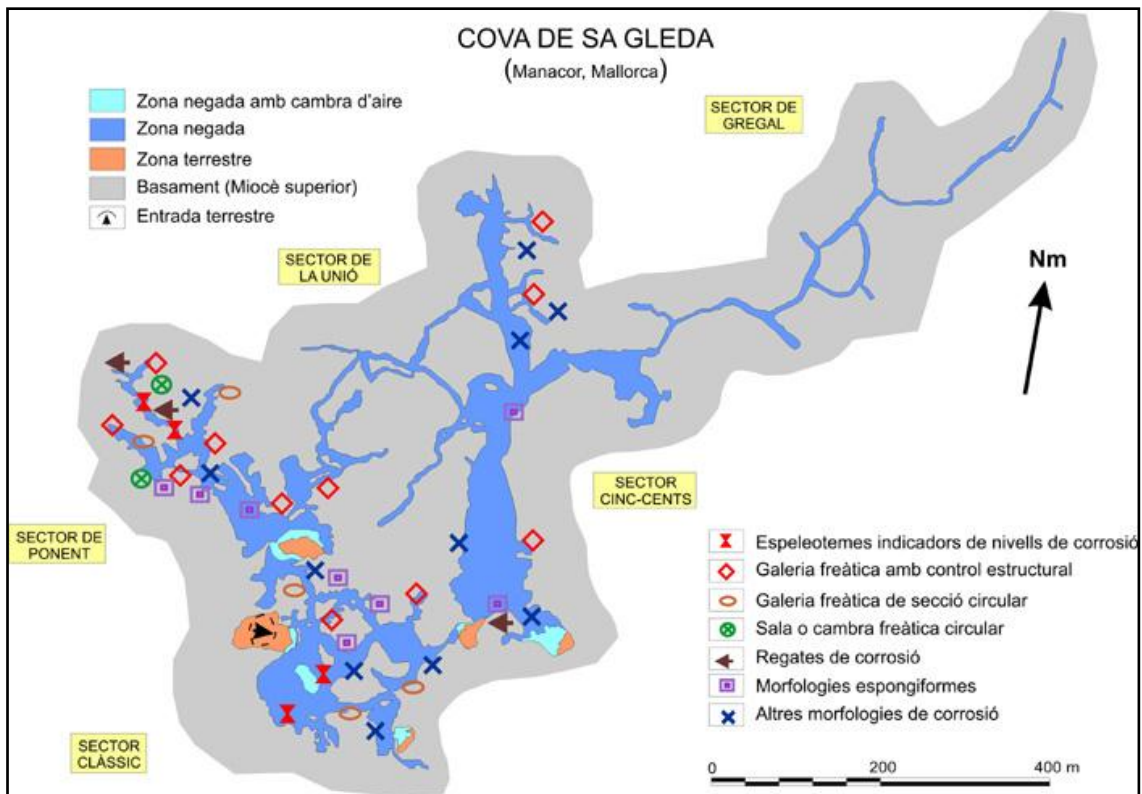


Figura 9.9.32: Localització de les principals morfologies de corrosió d'alguns sectors de la cavitat.

roca semblen en procés actiu de formació. Al sector Llunyà són també extraordinaris per la seva espectacularitat i dimensions.

Concavitats poc marcades (*subdued pockets*)

Tupins de paret, sostre i pis (*wall pockets, ceiling pockets, floor pockets*)

Cúpules (*cupolas o bellholles*)

Canals subverticals de dissolució (*rock combs*)

Els espeleotemes

Els espeleotemes més abundants són els de degoteig (estalactites, estalactites fistuloses, estalagmites, columnes i massissos estalagmítics). Són abundants les columnes que estan compreses entre 7 i 12 m d'alçària i els massissos estalagmítics que superen els 4 m de diàmetre (Fig. 9.9.33). Les zones més espectaculars i que presenten més formacions d'aquest tipus són: la sala Francesc Ripoll; abans d'arribar a la sala dels

Dos Llacs, la galeria dels Degotissos i àrees de les galeries de les Haloclines (sector de Ponent); la galeria de les Còniques i alguns laterals de la galeria Cinc-Cents (sector Cinc-Cents). Les grans estalactites i estalagmites són també freqüents en aquestes mateixes zones; destaca espectacularment, amb un topònim propi, l'estalagmita anomenada "el Vigilant" a la galeria Cinc-Cents, d'uns 8 m d'alçada. Les estalactites fistuloses formen agrupacions atapeïdes a les zones més fondes de la galeria dels Degotissos (sector de Ponent) i a un lateral de la sala Francesc Ripoll (sector Clàssic). Especialment freqüents, a les mateixes zones mencionades abans, són els espeleotemes de flux (colades pavimentaries i parietals). Són habituals les formes mixtes resultat de la combinació de colades estalagmítiques que prossegueixen formant estalactites i columnes. Els exemplars més vistosos es localitzen a la galeria dels Degotissos i als laterals de la galeria Cinc-Cents. Els espeleotemes al sector de la Unió són molt abundants i estan presents gairebé per tot arreu. Els espeleotemes d'origen subaquàtic, concretament els freàtics, són especialment abundants a redols del sector de la Unió, especialment a les zones més properes al sector Cinc-Cents.

A la sala dels Paleonivells (prop del sector de Ponent) formen recobriments cristal·lins a partir d'estalagmites. Al sector de Gregal els espeleotemes freàtics caracteritzen amb diferència la galeria de les Plomes, en forma de recobriments al sostre i al terra sobre estalactites i estalagmites. Els espeleotemes freàtics presents al sostre donen nom a la galeria, ja que semblen talment plomes esfilagarsades, a partir d'estalactites fistuloses. Al terra tenen aspecte molt més massiu i són de mides considerables, de fins a 1,5 m d'alçada del terra. En alguns trams, els espeleotemes subaquàtics vadosos, cas dels gours, són molt abundants, és el cas de la sala que es troba passat l'Esfondrament en direcció S (sector de Gregal) i dels grans gours que es localitzen passat l'Esfondrament i la sala decorada mencionada abans. Diverses repeses de gours, de devers 0,6 i 1 m d'alçada se succeeixen de camí cap al Laminador (Fig. 9.9.34). La part més distant del sector de Gregal i gairebé tot el sector Llunyà són molt pobres en la presència d'espeleotemes de tot tipus. Únicament zones molt puntuals presenten formacions secundàries destacades.



Figura 9.9.33: Els espeleotemes són un dels valors del patrimoni natural més apreciats de la cavitat.

ESPELEOTEMES FREÀTICS

Els subaquàtics vadosos, cas dels gours, són només són importants en zones molt concretes. Dels freàtics, les estalagmites còniques són espectaculars, especialment al fons del llac de la galeria de les Còniques (sector Cinc-Cents), aquestes no estan cimentades. La presència d'espeleotemes freàtics és molt notòria, formant unes morfologies de precipitació impressionants que caracteritzen moltes de les galeries i sales de la cavitat per ésser extraordinàriament abundants, de gran bellesa i en alguns casos de dimensions importants (sala dels Paleonivells, part del circuit dels Lladres, zona profunda de la galeria dels Degotissos, laterals més fondos de tot el sector Cinc-Cents, zones més pregones de les galeries de les Haloclines, galeria de les Plomes, etc.). Els paleonivells freàtics són macrocristal·lins i rugosos, segons els llocs de la cavitat, ambdós constituïts per calcita. S'han recol·lectat mostres d'aquests nivells per procedir a la datació mitjançant les tècniques de les series d'urani (Th/U). Totes les mostres procedeixen del sector Clàssic i del sector de Ponent. El registre de paleonivells marins ens dóna les següents cotes i edats: -1,5 m (més de 350.000 anys), -13,5 m (107.400 anys), -14 m (143.400 anys), -15 m (78.600 anys), -16 m (77.800 anys), -17 m (97.700 anys), -17,5 m (92.700 anys) i -20,5 m (85.400 anys) (TUCCIMEI *et al.*, 2006). Les



Figura 9.9.34: Antic gour de grans dimensions que caracteritza una zona del sector de Gregal. Foto A. Cirer.

dues dates més recents corresponen a l'estadi isotòpic 4, seguida d'una data atribuïble a l'estadi 5b (92 ka), i una altra a l'estadi 6 (143 ka), així com una datació (>350 ka) cap a l'estadi isotòpic 9 o anterior i fóra de l'abast del mètode Th/U, ja que sobresurt la capacitat del mètode de datació (com a mínim superior a l'estadi 9).

Sales d'esfondrament

La cavitat és un conjunt de sales d'esfondrament connectades directament entre sí o comunicades mitjançant galeries freàtiques, bé de secció circular, el·líptica o irregular o bé de control estructural (Fig. 9.9.35,36,37). A les sales d'esfondrament els materials despresos s'acumulen en el centre per formar caramulls cònics d'enderrocs o per produir rosts de blocs laterals si els esfondraments són asimètrics. A les galeries aquests materials acaramullats es poden allargar al llarg de centenars de metres. En el transcurs d'aquesta ascensió progressiva, la cavitat pot assolir en ocasions l'exterior, tal com ha succeït amb la sala d'Entrada i amb tres antigues entrades tancades per blocs i pedres. Aquest procés de col·lapse s'ha pogut relacionar, gràcies a la topografia, amb



Figura 9.9.35: Els esfondrament, en els casos que superen el nivell freàtic formen sales aèries, com en el cas de la sala dels Dos Llacs (sector de Ponent). Foto A. Cirer.

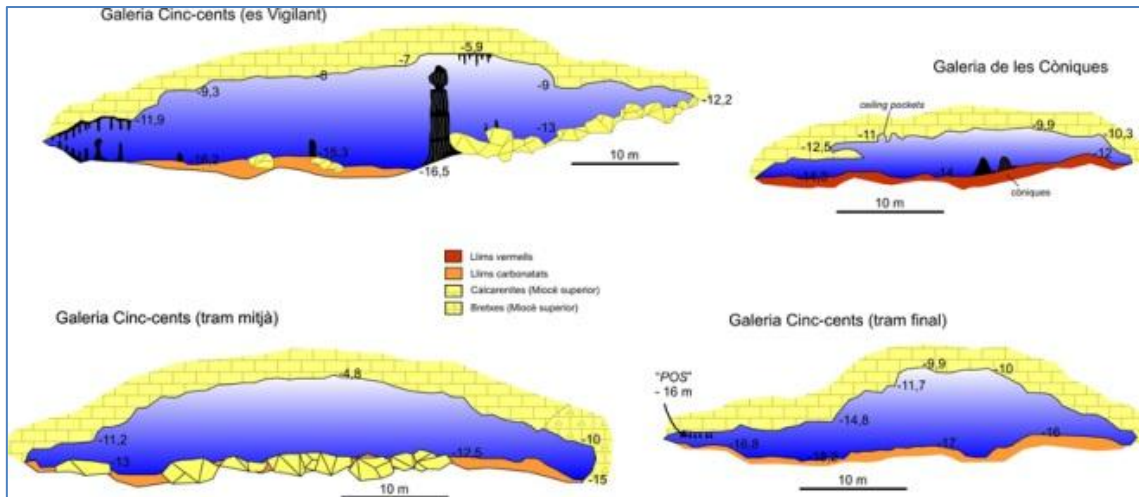


Figura 9.9.36: seccions del sector Cinc-Cents. Es tracta d'una gran galeria on predominen els processos d'esfondrament.

diverses dolines d'esfondrament, de grans dimensions, que afecten a la superfície del terreny circumdant. Es tracta de pretèrites galeries i sales de la cova que s'enfonsaren fins afectar a la superfície, formant-se depressions allargades. Aquestes dolines d'esfondrament van ésser modificades en ocasions per a realitzar tasques agrícoles i per abocar les pedres i altres restes de les tasques de despedregar els camps propers.

La relació es pot comprovar en superposar la part final d'aquestes galeries, tancades per blocs, amb la ubicació geogràfica de les dolines d'esfondrament (clot des Cendrar I, clot des Cendrar II i clot dels Ullastres), que coincideixen respectivament amb la sala del Cendrar, galeria de les Còniques i la cambra dels Moros).

A la galeria Cinc-Cents alguns dels blocs superen els 15 m de longitud. A la cova es poden reconèixer, mitjançant l'observació i l'anàlisi detallada de la topografia, l'existència de varies unitats d'esfondraments independents (consultar capítol 16). Les grans unitats d'esfondrament dels tres sectors estudiats són: la sala d'Entrada (unitat 1), la sala Francesc Ripoll (unitat 2), la sala dels Dos Llacs (unitat 3), la galeria dels Degotissos (unitat 4), la sala del Cendrar (unitat 5), la cambra dels Moros (unitat 6), la galeria de les Còniques (unitat 7) i la unió d'esfondraments, mals d'individualitzar, que han creat part de la galeria Cinc-Cents (unitat 8), l'Esfondrament al sector de Gregal (unitat 9), part del sector del Fènix (unitat 10), la sala dels Homes Vells (unitat 11), la sala dels Templers i sala del Tub (unitat 12) i l'avenc des Camp des Pou (unitat 13). La quantificació relativa dels esbucaments és possible per l'anàlisi de les dades mètriques d'aquests mitjançant la topografia. No sempre coincideixen pròpiament el topònim amb

la unitat d'esfondrament, ja que en ocasions una unitat agafa una zona més àmplia (exemples: la cambra dels Moros o la sala d'Entrada) i de vegades una galeria o sala comprèn altres espais sense influència directa de l'esfondrament (exemples: la galeria de les Còniques i la sala Francesc Ripoll).

A partir d'una mitjana de 40 m d'amplària, els 200 m de longitud suposen una àrea de 8.000 m², superfície similar a les unitats 12 i 13. Altres esfondraments que es poden individualitzar tenen les següents dades de superfície: la sala d'Entrada (unitat 1) 90 m x 80 m = 7.200 m², similar a la sala Francesc Ripoll (unitat 2); la sala del Cendrar (unitat 5) 90 m x 80 m = 7.200 m²; la sala dels Dos Llacs (unitat 3) 120 m x 80 m = 9.600 m²; la galeria dels Degotissos (unitat 4) 90 m x 70 m = 6.300 m²; la cambra dels Moros (unitat 6) 120 m x 80 m = 9.600 m²; la galeria de les Còniques (unitat 7) 80 m x 80 m = 6.400 m².

En alguns llocs de la galeria Cinc-Cents es veuen gran blocs caiguts amb paleonivells d'espeleotemes freàtics del Pleistocè superior inclosos, que ens situen l'edat màxima de la caiguda dels blocs. Els sostres evolucionats i els cons de materials despresos, estan pràcticament despullats d'espeleotemes a la sala dels Dos Llacs, cambra dels Moros, grans àrees de la galeria Cinc-Cents i la sala de les Còniques. És probable que es tracti d'esfondraments recents, els quals encara no han tingut temps de

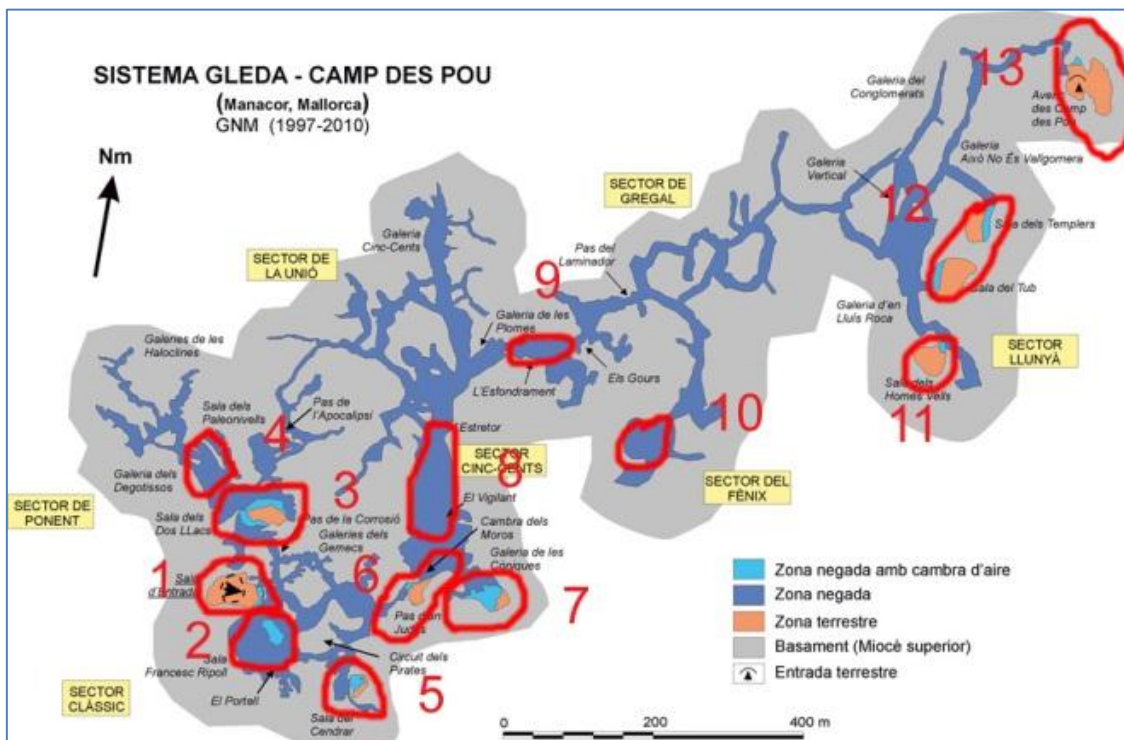


Figura 9.9.37: Delimitació de les grans unitats d'esfondraments dels sectors estudiats.

recobrir-se per concrecionaments litoquímics. Hi ha proves de la continuïtat dels processos d'esfondrament en temps recents: un gran bloc caigut al costat del llac d'entrada a la cova es va desprendre sepultant un tub que s'emprava dècades enrere per a l'extracció d'aigua. Al sostre de la cova es pot reconèixer perfectament el lloc d'on procedeix. També s'aprecien clarament diversos esbucaments que han fet malbé part del camí que descendeix fins al llac.

Les sales actualment en condicions vadoses no són més que la part més culminant dels esfondraments, que parteixen de les zones sota les aigües (GRÀCIA *et al.*, 2007a; GINÉS *et al.*, 2008). Aquestes sales d'esfondrament que han format sales actualment aèries a la cova són: la sala del Tub, la sala dels Templers i la sala dels Homes Vells, l'avenc des Camp des Pou (al sector Llunyà); la cambra dels Moros i la galeria de les Còniques (al sector Cinc-Cents); la sala dels Dos Llacs (al sector de Ponent), la sala d'Entrada, la cambra aèria central de la sala Francesc Ripoll i la sala del Cendrar (al sector Clàssic). És a dir, 10 sales aèries repartides de forma desigual als extrems del sistema càrstic: per una banda 6 dels esfondraments que actualment es troben en condicions vadoses es troben a la part més occidental de la cavitat (la cambra dels Moros, la galeria de les Còniques, la sala dels Dos Llacs, la sala d'Entrada, la cambra aèria central de la sala Francesc Ripoll i la sala del Cendrar) i els altres 4 a la part més oriental (la sala dels Homes Vells, la sala del Tub, la sala dels Templers i l'avenc des Camp des Pou). Per la seva situació a la cavitat sembla possible que alguns d'aquests esfondraments tanquin possibles continuacions. Això és especialment evident en el cas de la pròpia sala d'Entrada de cap a ponent; la sala del Cendrar i la sala de les Còniques, de cap a Migjorn; i la sala del Tub, la sala dels Templers i l'avenc des Camp des Pou de cap a Llevant.

Els sediments

La presència de sediments és molt freqüent i amb gran variabilitat segons l'indret de la cavitat en el qual ens trobem. Per aquest motiu es va realitzar una sèrie de sondeigs, amb la penetració vertical de forma manual de tubs de PVC de 2 polzades de diàmetre per tal de poder caracteritzar tot el rebliment sedimentari que presenta la cavitat (Fig. 9.9.38,39). Un cop obtinguts els sondeigs, es van obrir, separar en dues meitats, una part va ser emmagatzemada i l'altra va ser mostrejada per a la seva anàlisi acurada. A l'hora d'avaluar la potència global dels sondeigs que queda reflectida a la figura mencionada s'ha de tenir present el procés de compactació que es dona en el moment de la penetració del sondatge amb la pèrdua d'aigua i en conseqüència una important disminució de la potència sedimentària del mateix, que en algun dels casos arriba a més del 70 %.

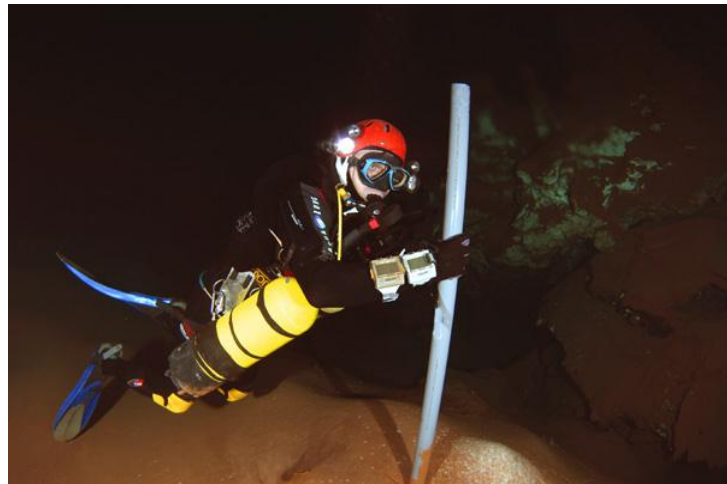


Figura 9.9.38: Recollida de sediments. Foto B. Bodi.



Figura 9.9.39: Sondatges realitzats a la cova de sa Gleda. Vegeu-ne la localització a la figura 40.

S'han fet també de forma puntual, observacions de microscòpia electrònica de rastreig (SEM). Donada la forta variabilitat que presenten els sediments, a l'hora de caracteritzar el rebliment sedimentari hem optat per una descripció cas a cas, és a dir, de cada sondeig obtingut al llarg de tota la cavitat, la qual cosa ens permetrà entendre de forma més planera la distribució sedimentària al llarg de la mateixa. Les dades de les anàlisis dels sediments es representen, això no obstant, de forma globalitzada (quan això és possible) per tal de simplificar i no repetir innecessàriament de forma individualitzada el mateix tipus i format de taules (Figs. 9.9.40,41).

SONDATGE GL01

Descripció

Aquest sondatge es troba localitzat al llac d'Entrada dins del sector Clàssic de la cavitat (Fig. 9.9.40). Els seixanta centímetres de potència de sediments (> 1,5 m abans de la compactació) que té aquest sondatge corresponen a una acumulació de llims

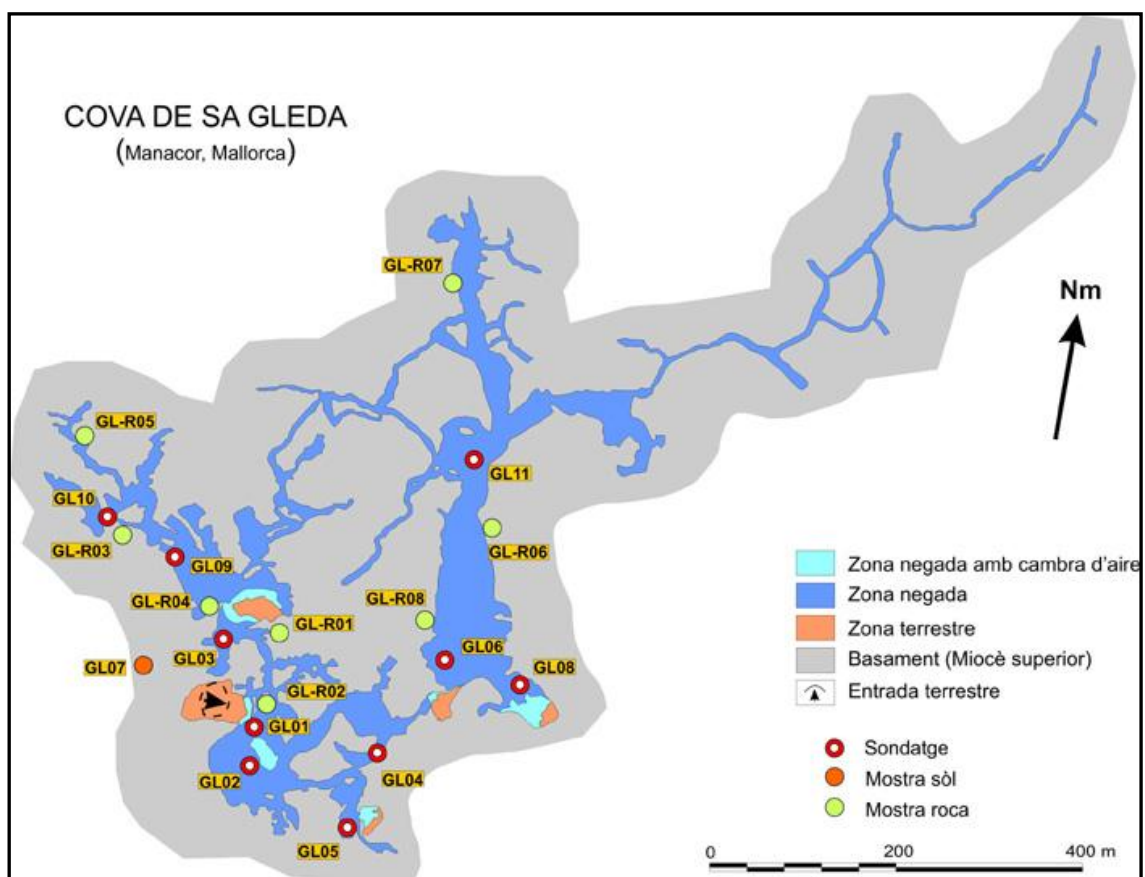


Figura 9.9.40: Localització de les mostres i sondatges realitzats a la cova de sa Gleda.

argilosos de color marró vermellós i de composició silícica. El sondatge mostra dos nivells clarament diferenciats i separats per una superfície d'erosió. El nivell superior, de 51 cm de potència presenta una alternança de nivells d'ordre centimètric amb coloracions que alternen de vermell obscur a marró vermellós fosc en humit i de marró clar a marró groguenc en sec (Fig. 9.9.41). El seu contingut en matèria orgànica està al voltant del 10 % concentrant-se aquesta en làmines mil·limètriques que li confereixen en aquesta primera part una clara estructura varvada. És freqüent la presència de llavors així com de restes de fibres vegetals. La textura del sediment (Fig. 9.9.42) està dominada pels fins (96,17 %) corresponent la resta a la fracció arena (3,83 %), amb una mitjana de mida de gra de 12,26 µm (llims mitjans) i amb una mediana (D50) de 5,42 µm que correspon a llims fins. El percentatge de contingut en argiles és del 42,44 % (Fig. 9.9.43). Aquests valors són més o menys constants en tot el nivell. Des del punt de vista de la composició mineralògica, el component principal és el quars amb uns valors que oscil·len de 42,9 % a 66,5 % amb un valor mitjà de 48,9 %, estant en segon lloc els minerals de les argiles entre els que destaca la il·lita amb un valor mitjà de 10,9 % i la caolinita amb un 5,8 %. Els feldspats presenten un valor mitjà de 6,7 %, i entre els carbonats hi ha calcita amb baix contingut de magnesi (LMC) amb un 5,3 %, calcita magnesiàtica (HMC) amb un 2,9 % i dolomita amb un 3,2 % de mitjana. També s'ha detectat anhidrita (2,9 %), halita (3,2 %) i altres minerals de grup de les argiles (probablement esmectites) amb valors mitjans inferiors al 1 %. En cap cas al llarg de tot el nivell s'hi observen diferències rellevants en la composició mineralògica (Fig. 9.9.44). La zona de contacte entre el dos nivells presenta una sèrie de cicatrius erosives amb làmines clarament discordants i amb un nivell d'uns sis mil·límetres format per arenes de gra fi. Aquesta unitat clarament discordant dona pas al nivell inferior en el qual la laminació torna a ser horitzontal, i malgrat les característiques generals són similars al nivell superior, s'hi poden observar algunes diferències. Entre aquestes tenim que el color presenta tonalitats més vermelloses en humit i molt més obscures en sec. La presència de matèria orgànica és similar, però no s'hi han observat llavors, ni l'estructura varvada hi és tan marcada. Les característiques texturals són pràcticament idèntiques, destacant només un petit increment de l'1 % en la proporció d'arenes. En la composició mineralògica només s'hi observa un petit increment al voltant de l'1 % en els continguts de dolomita i calcita magnesiàtica.

Interpretació

Els materials que són arrossegats en moments d'intensa precipitació externa a la cavitat corresponents al rentat de la cobertora edàfica, són introduïts dins la cavitat per les principals obertures i vies d'accés. Aquests materials escaients a sediments bàsicament fins i abundant matèria orgànica corresponent en la seva major part a llavors i fibres vegetals. Les principals aportacions, siguin estacionals i/o per altres causes esporàdiques, amb el conseqüent període de tranquil·litat sedimentària (probablement només amb les aportacions procedents de la decantació de partícules originades en l'alteració de la roca encaixant), donaria lloc a la laminació varvada que s'hi observa. Podríem doncs el conjunt considerar-lo com a fàcies d'entrada en sentit ampli. L'arribada d'una forta escorrentia pot donar lloc al retreballament dels sediments ja dipositats amb una resedimentació i, probablement, la formació de cicatrius erosives. En qualsevol cas creiem que són sediments relativament recents lligats a la dinàmica actual o subactual de la cavitat (FORNÓS & GRÀCIA, 2007).

Mostra	Nom	Profunditat	Comentaris
MOSTRES DE ROCA			
GL-R01	Galeries dels Gemecs (sector Clàssic)	(-12 m)	Zona molt afectada per la corrosió
GL-R02	Sala Francesc Ripoll (sostre, sector Clàssic)	(-6 m)	Sala d'esfondrament
GL-R03	Galeries de les Haloclines (sector de Ponent)	(-12 m)	Zona de morfologies espongiformes. Molta corrosió.
GL-R04	Sala dels Dos Llacs (sector de Ponent)	(-6 m)	Sala d'esfondrament
GL-R05	Galeries de les Haloclines (zona terminal, sector de Ponent)	(-14 m)	Magnífiques morfologies de corrosió amb regates molt marcades. Roca molt forta.
GL-R06	Galeria Cinc-cents (tram mitjà)	(-6 m)	Sala d'esfondrament de gran volum
GL-R07	Galeria Cinc-cents (tram final)	(-7 m)	Sala d'esfondrament de gran volum
GL-R08	Galeria Cinc-cents (començament)	(-6 m)	Sala d'esfondrament de gran volum
MOSTRES DE SEDIMENTS (sondatges)			
GL-01	Llac d'entrada (sector Clàssic)	(-7 m)	mostres GL01-01 a GL01-15
GL-02	Sala Francesc Ripoll (sector Clàssic)	(-14 m)	mostres GL02-01 a GL02-11
GL-03	Sala dels Dos Llacs (sector de Ponent)	(-20 m)	mostres GL03-01 a GL03-12
GL-04	Circuit dels Pirates (sector Clàssic)	(-15 m)	mostres GL04-01 a GL04-08
GL-05	Sala del Cendrar (sector Clàssic)	(-17 m)	mostres GL05-01 a GL05-05
GL-06	Cambra dels Moros (sector Cinc-cents)	(-8 m)	mostres GL06-01 a GL06-04
GL-08	Galeria de les Còniques (sector Cinc-cents)	(-7 m)	mostres GL08-01 a GL08-13
GL-09	Galeria dels Degotissos (sector de Ponent)	(-11 m)	mostres GL09-01 a GL09-05
GL-10	Galeries de les Haloclines (sector de Ponent)	(-18 m)	mostres GL10-01 a GL10-09
GL-11	Galeria Cinc-cents (sector Cinc-Cents)	(-14 m)	mostres GL11-01 a GL11-02
MOSTRA DE SÒL			
GL07	Devora la sala d'Entrada del sector Clàssic	superfície	

Figura 9.9.41: Relació de mostres recollides a la cova de sa Gleda.

Sondatge	Mostra	Profunditat (cm)	Color humit		Color sec		Matèria orgànica (%)
GL01	GL01-01	0-5,5	2,5YR4/8	vermell fosc	7,5YR6/4	marró clar	9,43
	GL01-02	5,5-13	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/4	marró clar	9,39
	GL01-03	13-17	5YR4/3	marró vermellós	7,5YR6/6	groc vermellós	9,80
	GL01-04	17-21	7,5YR3/3	marró fosc	10YR5/4	marró groguenc	9,59
	GL01-05	21-26,5	7,5YR3/4	marró fosc	7,5YR6/3	marró clar	11,03
	GL01-06	26,5-30	10R4/8	vermell	7,5YR5/6	marró fort	9,34
	GL01-07	30-36	2,5R4/4	vermell obscur	7,5YR6/4	marró clar	9,85
	GL01-08	36-39	5YR3/3	maró vermellós fosc	10YR5/4	marró groguenc	9,68
	GL01-09	39-43,5	5YR3/3	maró vermellós fosc	7,5YR5/4	marró	9,86
	GL01-10	43,5-46	5YR3/2	maró vermellós fosc	7,5YR5/4	marró	10,91
	GL01-11	46-50	5YR3/3	maró vermellós fosc	10YR4/4	marró groguenc fosc	10,99
	GL01-12	50-51,8	2,5YR4/6	vermell fosc	-	-	-
	GL01-13	51,8-52,5	2,5YR5/8	vermell	7,5YR5/6	marró fort	10,03
	GL01-14	52,5-56,5	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR5/4	marró	9,55
	GL01-15	56,5-60	7,5YR3/4	marró fosc	7,5YR5/6	marró fort	9,35
GL02	GL02-01	0-4	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR5/6	marró fort	9,66
	GL02-02	4-10	7,5YR4/4	marró	10YR6/6	groc marronós	9,67
	GL02-03	10-14,5	7,5YR4/4	marró	10YR6/6	groc marronós	8,78
	GL02-04	14,5-17	7,5YR4/3	marró	10YR5/4	marró groguenc	9,09
	GL02-05	17-20,5	7,5YR2,5/2	marró molt fosc	10YR5/4	marró groguenc	9,49
	GL02-06	20,5-23	2,5Y3/3	vermell obscur	10YR5/3	marró	11,17
	GL02-07	23-24,5	2,5Y2,5/1	gris vermellós fosc	2,5Y3/3	vermell dèbil	8,72
	GL02-08	24,5-28	2,5YR4/3	vermell obscur	2,5Y6/4	vermell dèbil	7,39
	GL02-09	28-29,5	5YR4/6	vermell groguenc	5YR6/8	groc vermellós	4,54
	GL02-10F	29,5-32	10YR8/6	groc	10YR6/4	marró molt pàlid	11,36
	GL02-11A	32-34?	7,5YR5/6	groc vermellós	10YR7/4	marró molt pàlid	11,54
GL02-11F	-	-	-	-	-	-	
GL03	GL03-01	0-3	10YR3/2	marró grisós molt fosc	10YR4/4	marró groguenc fosc	11,72
	GL03-02	3,5-5	5Y4/1	gris fosc	10YR5/1	gris	15,38
	GL03-03	5-5,5	5Y7/1	gris clar	10YR6/1	gris	-
	GL03-04	5,5-6	5Y6/1	gris	10YR6/1	gris	18,57
	GL03-05	6-7	5Y5/1	gris	2,5YR5/1	gris vermellós fosc	20,62
	GL03-06	7-10,5	5Y4/1	gris fosc	2,5YR6/1	gris vermellós	14,81
	GL03-07	10,5-14	5Y3/1	gris molt fosc	2,5YR5/1	gris vermellós fosc	17,59
	GL03-08	14-17	5Y2,5/1	negre	2,5YR5/1	gris vermellós fosc	21,50
	GL03-09	17-21	5Y4/1	gris fosc	2,5YR6/1	gris vermellós	14,99
	GL03-10	21-24	5Y4/1	gris fosc	2,5YR6/1	gris vermellós	15,88
	GL03-11	24-27	5Y4/1	gris fosc	2,5YR6/1	gris vermellós	1,29
	GL03-12	27-31	5Y3/1	gris molt fosc	2,5YR5/1	gris vermellós fosc	13,93
GL04	GL04-01	0-2	7,5YR3/4	marró fosc	7,5YR5/6	marró fort	14,47
	GL04-02	2-6	7,5YR4/6	marró fort	7,5YR6/6	groc vermellós	15,52
	GL04-03	6-7,5	7,5YR5/6	marró fort	7,5YR6/6	groc vermellós	-
	GL04-04	7,5-9,5	7,5YR6/6	groc vermellós	7,5YR6/6	groc vermellós	4,19
	GL04-05	9,5-13	10YR7/6	groc	10YR7/6	groc	3,40
	GL04-06	13-17,5	10YR7/6	groc	10YR7/6	groc	2,15
	GL04-07	17,5-20	10YR6/6	groc marronós	10YR5/6	marró groguenc	9,28
	GL04-08	20-22,5	10YR5/6	marró groguenc	10YR6/6	groc marronós	5,15
GL05	GL05-01	0-3	7,5YR4/6	marró fort	5YR6/6	groc vermellós	-
	GL05-02	3-4,5	5YR4/6	vermell groguenc	5YR6/6	groc vermellós	15,32
	GL05-03	4,5-6,5	7,5YR5/6	marró fort	7,5YR5/6	marró fort	6,92
	GL05-04	6,5-9,5	2,5YR4/6	vermell fosc	5YR5/8	vermell groguenc	7,90
	GL05-05	9,5-12	2,5YR4/6	vermell fosc	5YR5/8	vermell groguenc	6,12
GL06	GL06-01	0-3,5	7,5YR6/6	groc vermellós	10YR6/4	marró groguenc lleuger	19,15
	GL06-02	3,5-6,5	5Y2,5/1	negre	10YR4/1	gris fosc	20,63
	GL06-03	6,5-8,5	10YR5/4	marró groguenc	10YR7/4	marró molt pàlid	19,53
	GL06-04	8,5-10	5Y3/2	gris oliva fosc	10YR5/2	marró grisós	21,43
GL07	GL07-01	superfície	7,5YR4/4	marró	7,5YR4/4	marró	16,20
GL08	GL08-01	0-3,5	5YR5/6	vermell groguenc	7,5YR5/6	marró fort	10,18
	GL08-02	3,5-9	5YR5/6	vermell groguenc	5YR6/6	groc vermellós	6,65
	GL08-03	9-10,5	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR5/6	marró fort	7,75
	GL08-03a	10,5-11	5YR5/4	marró vermellós	7,5YR5/4	marró	5,13
	GL08-04	11-17	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR5/6	marró fort	8,27
	GL08-05	17-20	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR6/6	groc vermellós	7,57
	GL08-06	20-23	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	groc vermellós	7,38
	GL08-07	23-27	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	groc vermellós	7,63
	GL08-08	27-29	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR6/6	groc vermellós	7,81
	GL08-09	29-31	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR5/6	marró fort	7,47
	GL08-10	31-34	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR5/4	marró	8,49
	GL08-11	34-36	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	groc vermellós	8,06
	GL08-12	36-39	5YR4/6	vermell groguenc	7,5YR6/6	groc vermellós	7,17
GL08-13	39-42,5	2,5YR4/6	vermell fosc	7,5YR6/6	groc vermellós	7,07	
GL09	GL09-01	0-5	7,5YR7/4	rosa	7,5YR8/2	blanc rosat	20,77
	GL09-02	5-9	2,5YR6/6	vermell	5YR8/3	rosa	22,63
	GL09-03	9-12	10R6/6	vermell clar	5YR7/4	rosa	23,81
	GL09-04	12-16,5	10R6/6	vermell clar	5YR6/4	marró vermellós clar	23,40
	GL09-05	16,5-20	10R6/4	vermell pàlid	5YR8/3	rosa	23,29
GL10	GL10-01	0-5	5YR8/3	rosa	5YR7/3	rosa	12,64
	GL10-01a	-	-	-	-	-	-
	GL10-02	5-10	5YR8/3	rosa	5YR8/3	rosa	3,07
	GL10-03	10-15,5	5YR6/3	marró vermellós clar	5YR7/3	rosa	9,72
	GL10-03a	-	-	-	-	-	-
	GL10-04	15,5-21	5YR5/4	marró vermellós	5YR7/3	rosa	12,13
	GL10-05	21-27	5YR4/4	marró vermellós	5YR6/3	marró vermellós clar	12,17
	GL10-06	27-31	2,5YR4/6	vermell fosc	5YR6/3	marró vermellós clar	12,74
	GL10-07	31-35	2,5YR4/4	vermell obscur	2,5YR6/4	vermell dèbil	7,58
	GL10-07a	-	N9	blanc	N9	blanc	-
GL10-08	35-36	5Y5/3	oliva	10R6/4	vermell pàlid	10,75	
GL10-09	36-40	2,5YR4/3	vermell obscur	5YR7/3	rosa	5,17	
GL11	GL11-01	0-6	2,5YR6/8	vermell	5YR7/4	rosa	4,02
	GL11-02	6-12	2,5YR6/8	vermell	5YR7/4	rosa	4,84

Figura 9.9.42: Descripció del color de les mostres en humit i en sec i contingut en matèria orgànica (LOI) dels sediments que rebleixen els conductes i galeries de la cova de sa Gleda.

SONDATGE GL02

Descripció

Aquest sondatge es troba localitzat a la sala Francesc Ripoll dins del sector

Clàssic de la cavitat (Fig. 9.9.40). Els trenta i escaig centímetres de potència de sediments que mostra corresponen en la seva major part a una acumulació de llims argilosos de color marró vermellós i de composició silícica, que presenta un canvi bruscat cap a composició carbonatada a la base. Podem parlar doncs de dos nivells diferenciats. El superior de 28 cm de potència, és molt similar al representat en el sondatge GL01. Es tracta de llims de coloracions marrons a vermells obscurs en humit que en sec donen colors grocs marronencs. El contingut en matèria orgànica està al voltant del 9 % amb poques variacions (Fig. 9.9.41). Presenta laminació mil·limètrica que ve donada per les acumulacions de matèria orgànica i petites variacions en la textura del dipòsit. La textura del sondatge està dominada pels fins amb una mitjana del 94,5 % (un 57 % correspondria a la fracció llims i al voltant del 37 % a les argiles) i la resta, un 5,5 % correspon a arenes que puntualment en alguna mostra poden superar el 14 % que en la seva major part són arenes molt fines

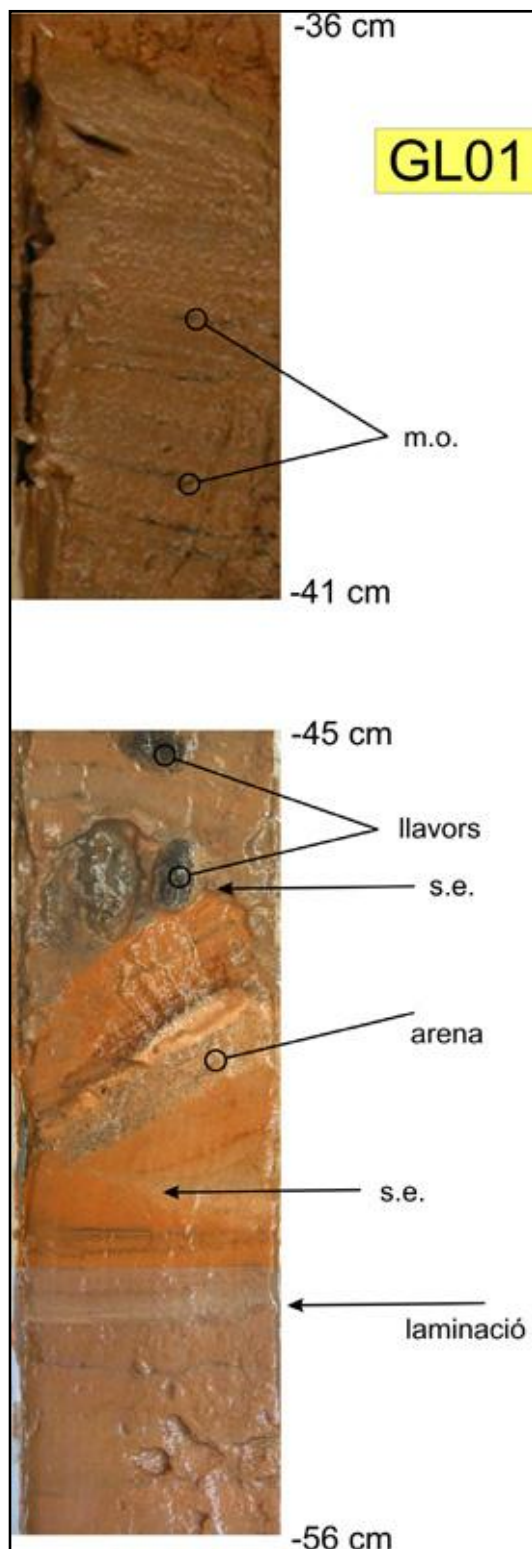


Figura 9.9.43: Fotos de detall del rebliment sedimentari del sondatge GL01 fet al llac d'entrada del sector Clàssic, on es pot observar la típica estructura varvada marcada per l'acumulació de matèria orgànica (m.o.), així com la presència de llavors i cicatrius erosives (s.e.).

Mostra	Profunditat (m)	Graves (%)	Arenes (%)	Fins (%)	Mitjana µm	Mediana µm	m/M	Moda µm	S.D. µm	Skewness
Sondatge 01										
GL01-01	0-5,5	0,00	0,01	99,99	7,56	4,36	1,74	4,44	8,98	2,46
GL01-02	5,5-13	0,00	6,10	93,90	15,14	5,65	2,68	4,44	22,57	2,45
GL01-03	13-17	0,00	0,00	100,00	6,35	4,03	1,58	4,44	6,81	2,20
GL01-04	17-21	0,00	1,90	98,10	8,41	3,87	2,18	4,05	14,29	4,12
GL01-05	21-26,5	0,00	5,20	94,80	14,60	5,42	2,69	4,88	26,76	3,71
GL01-06	26,5-30	0,00	7,40	92,60	17,23	5,76	2,99	4,05	26,37	2,49
GL01-07	30-36	0,00	7,20	92,80	17,30	6,64	2,61	4,88	25,08	2,38
GL01-08	36-39	0,00	2,00	98,00	8,94	4,16	2,15	4,05	15,43	4,38
GL01-09	39-43,5	0,00	1,50	98,50	9,37	4,70	1,99	4,44	13,49	3,35
GL01-10	43,5-46	0,00	8,80	91,20	22,21	10,48	2,12	12,40	30,10	2,51
GL01-11	46-50	0,00	2,00	98,00	9,99	4,56	2,19	4,44	14,39	2,68
GL01-12	50-51,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL01-13	51,8-52,5	0,00	12,20	87,80	26,00	6,90	3,77	4,44	46,65	3,16
GL01-14	52,5-56,5	0,00	2,50	97,50	10,90	4,93	2,21	4,44	17,41	3,74
GL01-15	56,5-60	0,00	1,90	98,10	8,59	3,94	2,18	4,05	15,66	4,63
Sondatge 02										
GL02-01	0-4	0,00	6,20	93,80	14,96	5,13	2,92	4,05	23,43	2,55
GL02-02	4-10	0,00	3,30	96,70	12,29	5,51	2,23	5,36	18,74	3,24
GL02-03	10-14,5	0,00	3,30	96,70	11,38	4,56	2,50	4,05	17,51	4,89
GL02-04	14,5-17	0,00	3,10	96,90	10,90	4,40	2,48	4,05	22,22	4,76
GL02-05	17-20,5	0,00	4,10	95,90	13,35	5,31	2,52	4,44	21,58	3,32
GL02-06	20,5-23	0,00	14,00	86,00	26,92	11,13	2,42	9,37	34,26	1,83
GL02-07	23-24,5	0,00	11,20	88,80	24,78	11,20	2,21	10,29	32,40	2,18
GL02-08	24,5-28	0,00	6,90	93,10	16,77	5,97	2,81	4,44	26,27	2,70
GL02-09	28-29,5	0,00	1,70	98,30	9,88	4,49	2,20	4,05	14,96	3,48
GL02-10F	29,5-32	0,00	1,20	98,80	10,56	7,02	1,50	10,29	13,39	4,26
GL02-11A	32-34?	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL02-11F	32-34?	0,00	1,00	99,00	11,48	7,32	1,57	9,37	12,73	2,42
Sondatge 03										
GL03-01	0-3,5	0,00	19,80	80,20	39,16	31,71	1,24	41,68	33,01	1,21
GL03-02	3,5-5	0,00	21,70	78,30	40,03	31,93	1,25	50,22	33,93	1,13
GL03-03	5-5,5	0,00	31,40	68,60	49,00	39,67	1,24	66,44	40,84	0,97
GL03-04	5,5-6	0,00	56,90	43,10	149,10	75,47	1,98	80,07	216,30	3,26
GL03-05	6-7	0,00	34,80	65,20	51,41	42,98	1,20	72,94	41,32	0,80
GL03-06	7-10,5	0,00	38,40	61,60	54,59	46,26	1,18	87,90	44,12	0,75
GL03-07	10,5-14	0,00	52,90	47,10	104,60	70,34	1,49	116,30	113,00	1,79
GL03-08	14-17	0,00	70,50	29,50	274,90	166,20	1,65	429,20	294,90	1,63
GL03-09	17-21	0,00	41,80	58,20	58,76	49,65	1,18	96,49	46,90	0,66
GL03-10	21-24	0,00	45,60	54,40	75,77	54,88	1,38	105,90	78,89	2,19
GL03-11	24-27	0,00	51,20	48,80	96,35	65,65	1,47	127,60	99,33	1,68
GL03-12	27-31	0,00	52,50	47,50	100,80	68,11	1,48	127,60	103,30	1,71
Sondatge 04										
GL04-01	0-2	0,00	46,10	53,90	78,95	56,49	1,40	96,49	84,13	2,34
GL04-02	2-5	0,00	30,40	69,60	48,55	39,28	1,24	60,52	40,36	1,00
GL04-03	6-7,5	0,00	31,50	68,50	50,82	39,66	1,28	55,13	42,91	1,09
GL04-04	7,5-9,5	0,00	59,30	40,70	208,30	93,59	2,23	429,20	268,50	2,16
GL04-05	9,5-13	0,00	63,30	36,70	195,80	104,90	0,87	127,60	227,20	1,95
GL04-06	13-17,5	0,00	65,90	34,10	145,90	105,10	1,39	140,10	139,40	1,51
GL04-07	17,5-20	0,00	44,00	56,00	90,47	54,91	1,65	66,44	121,10	3,75
GL04-08	20-22,5	0,00	50,90	49,10	135,80	64,57	2,10	87,90	214,80	3,25
Sondatge 05										
GL05-01	0-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL05-02	3-4,5	0,00	22,40	77,60	41,38	3,78	1,35	41,68	38,44	1,31
GL05-03	4,5-6,5	0,00	40,10	59,90	79,68	46,85	1,70	37,97	95,48	2,45
GL05-04	6,5-9,5	0,00	23,90	76,10	43,30	33,47	1,29	41,68	37,45	1,26
GL05-05	9,5-12	0,00	18,20	81,80	37,94	29,58	1,28	34,58	32,74	1,37
Sondatge 06										
GL06-01	0-3,5	0,00	52,80	47,20	136,70	69,29	1,97	105,90	190,60	2,84
GL06-02	3,5-6,5	1,70	72,00	26,30	438,50	297,30	1,48	567,70	463,00	1,30
GL06-03	6,5-8,5	0,00	54,30	45,70	108,70	72,35	1,50	116,30	116,20	1,80
GL06-04	8,5-10	0,00	64,30	35,70	246,80	121,70	2,03	471,10	294,90	1,81
Sòl 07										
GL07-01	sòl edàfic	0,00	14,30	85,70	31,82	8,40	3,79	31,50	55,56	2,93
Sondatge 08										
GL08-01	0-3,5	0,00	22,40	77,60	41,30	33,59	1,23	45,75	33,55	1,07
GL08-02	3,5-9	0,00	32,30	67,70	50,20	41,91	1,20	60,52	39,28	0,87
GL08-03	9-10,5	0,00	21,30	78,70	39,80	32,34	1,23	45,75	32,80	1,07
GL08-03a	10,5-11	0,00	24,80	75,20	43,67	38,74	1,13	50,22	32,15	0,81
GL08-04	11-17	0,00	31,00	69,00	49,04	40,78	1,20	60,52	38,73	0,89
GL08-05	17-20	0,00	26,20	73,80	44,35	37,05	1,20	55,13	34,84	0,91
GL08-06	20-23	0,00	28,00	72,00	46,15	38,00	1,21	55,13	37,10	0,95
GL08-07	23-27	0,00	29,50	70,50	47,17	38,97	1,21	60,52	37,69	0,89
GL08-08	27-29	0,00	19,50	80,50	38,19	31,35	1,22	45,75	31,52	1,06
GL08-09	29-31	0,00	19,10	80,90	37,51	30,28	1,24	41,68	31,50	1,09
GL08-10	31-34	0,00	34,90	65,10	62,82	40,28	1,56	55,13	73,95	2,73
GL08-11	34-36	0,00	26,30	73,70	45,42	35,73	1,27	45,75	39,16	1,19
GL08-12	36-39	0,00	18,10	81,90	37,28	31,28	1,19	45,75	30,24	1,05
GL08-13	39-42,5	0,00	24,40	75,60	42,64	35,22	1,21	50,22	34,68	0,99
Sondatge 09										
GL09-01	0-5	0,00	37,50	62,50	115,10	37,22	3,09	34,58	186,60	2,59
GL09-02	5-9	0,00	43,70	56,30	163,30	49,27	3,31	50,22	250,70	2,17
GL09-03	9-12	0,00	33,80	66,20	68,63	40,13	1,71	55,13	93,58	2,88
GL09-04	12-16,5	0,00	35,40	64,60	65,26	42,55	1,53	60,52	80,39	2,96
GL09-05	16,5-20	0,00	35,00	65,00	81,10	39,79	2,04	45,75	113,00	2,34
Sondatge 10										
GL10-01	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-01a	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-02	5-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-03	10-15,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-03a	10-15,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-04	15,5-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-05	21-27	0,00	43,50	56,50	77,20	52,68	1,47	87,90	86,21	2,40
GL10-06	27-31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-07	31-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-07a	31-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-08	35-36	0,00	35,10	64,90	52,28	44,07	1,19	72,94	41,43	0,84
GL10-09	36-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sondatge 11										
GL11-01	0-6	0,00	81,30	18,73	557,61	528,94	1,05	684,16	435,23	0,61
GL11-02	6-12	0,00	78,21	21,79	410,23	360,78	1,14	517,18	348,29	0,73

Figura 9.9.44: Paràmetres estadístics texturals de les mostres estudiades.

Mostra	Profunditat (m)	Grava			Arena			Llim	Argila
		>2mm	AMG 2-1mm	AG 1-0.5mm	AM 0.5-0.2mm	AF 0.2-0.1mm	AMF 0.1-0.06		
Sondatge 01									
GL01-01	0-5.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	53,29	46,70
GL01-02	5.5-13	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	5,80	53,50	39,50
GL01-03	13-17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,30	49,70
GL01-04	17-21	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,90	46,80	50,30
GL01-05	21-26,5	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,20	55,20	41,50
GL01-06	26,5-30	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	6,30	53,80	38,80
GL01-07	30-36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	6,60	56,80	36,00
GL01-08	36-39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	1,80	49,50	48,50
GL01-09	39-43,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	54,60	43,90
GL01-10	43,5-46	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	6,80	64,60	26,60
GL01-11	46-50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	52,80	45,20
GL01-12	50-51,8	-	-	-	-	-	-	-	-
GL01-13	51,8-52,5	0,00	0,00	0,00	0,80	3,90	7,50	53,60	34,20
GL01-14	52,5-56,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	2,10	55,10	42,50
GL01-15	56,5-60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	1,80	47,50	50,60
Sondatge 02									
GL02-01	0-4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	5,90	51,80	42,00
GL02-02	4-10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	3,10	57,00	39,70
GL02-03	10-14,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	51,30	45,40
GL02-04	14,5-17	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	2,00	50,60	46,30
GL02-05	17-20,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	3,40	55,40	40,50
GL02-06	20,5-23	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	11,80	59,70	26,30
GL02-07	23-24,5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	9,20	64,30	24,50
GL02-08	24,5-28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	5,60	56,20	37,90
GL02-09	28-29,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	1,60	52,10	46,20
GL02-10F	29,5-32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	1,00	67,20	31,60
GL02-11A	32-34?	-	-	-	-	-	-	-	-
GL02-11F	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	69,90	29,10
Sondatge 03									
GL03-01	0-3,5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	17,30	70,90	9,30
GL03-02	3,5-5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	19,00	69,20	9,10
GL03-03	5-5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	25,40	60,50	8,10
GL03-04	5,5-6	0,00	1,70	4,50	9,90	14,80	26,00	39,37	3,73
GL03-05	6-7	0,00	0,00	0,00	0,00	6,40	28,20	57,60	7,80
GL03-06	7-10,5	0,00	0,00	0,00	0,10	8,00	30,30	53,19	8,41
GL03-07	10,5-14	0,00	0,00	1,10	9,10	20,00	22,70	40,25	6,85
GL03-08	14-17	0,00	3,60	14,80	22,90	15,20	14,00	25,59	3,91
GL03-09	17-21	0,00	0,00	0,00	0,10	10,60	31,10	50,29	7,91
GL03-10	21-24	0,00	0,00	0,10	3,60	15,30	26,60	46,83	7,57
GL03-11	24-27	0,00	0,00	0,40	7,60	19,80	23,40	42,52	6,28
GL03-12	27-31	0,00	0,00	0,40	8,80	19,80	23,50	41,61	5,89
Sondatge 04									
GL04-01	0-2	0,00	0,00	0,30	4,20	14,50	27,10	46,72	7,18
GL04-02	2-5	0,00	0,00	0,00	0,00	5,90	24,50	61,13	8,47
GL04-03	6-7,5	0,00	0,00	0,00	0,10	7,40	24,00	61,27	7,23
GL04-04	7,5-9,5	0,00	3,60	9,70	16,70	12,90	16,40	36,22	4,48
GL04-05	9,5-13	0,00	1,10	9,60	16,60	17,50	18,50	34,68	2,02
GL04-06	13-17,5	0,00	0,00	3,20	14,80	24,80	23,10	31,87	2,23
GL04-07	17,5-20	0,00	0,20	1,30	6,30	11,00	25,60	50,75	4,85
GL04-08	20-22,5	0,00	1,60	5,00	7,00	11,90	25,40	44,44	4,66
Sondatge 05									
GL05-01	0-3	-	-	-	-	-	-	-	-
GL05-02	3-4,5	0,00	0,00	0,00	0,00	4,90	17,50	67,00	10,60
GL05-03	4,5-6,5	19,13	21,44	21,47	16,88	9,94	1,48	3,48	0,32
GL05-04	6,5-9,5	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	19,40	67,95	8,15
GL05-05	9,5-12	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	15,60	73,15	8,65
Sondatge 06									
GL06-01	0-3,5	0,00	0,90	4,80	10,10	15,00	22,00	41,31	5,89
GL06-02	3,5-6,5	0,30	11,00	23,00	18,10	10,40	10,90	23,36	2,94
GL06-03	6,5-8,5	0,00	0,00	1,30	10,10	18,80	24,10	39,70	6,00
GL06-04	8,5-10	0,00	3,50	13,00	18,10	14,80	14,90	31,41	4,29
Sòl 07									
GL07-01	sòl edàfic	0,00	0,00	0,00	1,80	5,10	7,40	49,30	36,40
Sondatge 08									
GL08-01	0-3,5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	19,80	69,24	8,36
GL08-02	3,5-9	0,00	0,00	0,00	0,00	5,50	26,80	60,30	7,40
GL08-03	9-10,5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	19,20	69,45	9,25
GL08-03a	10,5-11	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	22,90	67,80	7,40
GL08-04	11-17	0,00	0,00	0,00	0,00	5,10	25,90	61,36	7,64
GL08-05	17-20	0,00	0,00	0,00	0,00	2,90	23,30	65,81	7,99
GL08-06	20-23	0,00	0,00	0,00	0,00	4,10	23,90	63,63	8,37
GL08-07	23-27	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	25,10	62,10	8,40
GL08-08	27-29	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	17,90	70,60	9,90
GL08-09	29-31	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	17,50	70,50	10,40
GL08-10	31-34	0,00	0,00	0,10	3,10	9,60	22,10	56,18	8,92
GL08-11	34-36	0,00	0,00	0,00	0,00	5,30	21,00	64,75	8,95
GL08-12	36-39	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	16,80	71,97	9,93
GL08-13	39-42,5	0,00	0,00	0,00	0,00	2,90	21,50	66,41	9,19
Sondatge 09									
GL09-01	0-5	0,00	0,50	5,10	9,60	8,20	14,10	51,50	11,00
GL09-02	5-9	0,00	1,90	8,90	11,10	7,60	14,20	47,32	8,98
GL09-03	9-12	0,00	0,00	0,60	5,20	6,70	21,30	56,62	9,58
GL09-04	12-16,5	0,00	0,00	0,50	3,70	7,90	23,30	55,73	8,87
GL09-05	16,5-20	0,00	0,00	1,10	8,60	7,20	18,10	55,83	9,17
Sondatge 10									
GL10-01	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-01a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-02	5-10	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-03	10-15,5	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-03a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-04	15,5-21	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-05	21-27	0,00	0,00	0,20	5,10	11,80	26,40	51,06	5,44
GL10-06	27-31	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-07	31-35	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-07a	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GL10-08	35-36	0,00	0,00	0,00	0,00	6,60	28,50	58,56	6,34
GL10-09	36-40	-	-	-	-	-	-	-	-
Sondatge 11									
GL11-01	0-6	0,00	14,16	37,30	18,60	7,80	3,40	10,48	8,26
GL11-02	6-12	0,00	6,20	28,30	26,41	11,80	5,50	12,60	9,19

Figura 9.9.45: Valors percentuals de les diverses fraccions texturals.

(Fig. 9.9.42). El valor mig de la mida de gra és de 15,18 μm (llims mitjans) i el valor de la mediana correspon a llims fins ($D:50 = 6,47 \mu\text{m}$). La mineralogia d'aquest tram (Fig. 9.9.43) ve dominada pel quars amb poc més del 48 % de mitjana. Les argiles estan representades per il·lita (9,2 %) i caolinita (4,7 %). Els feldspats representen el 5,3 % i en referència als carbonats hi ha calcita (LMC) amb un valor mig de 9,2 %, calcita magnesiàna (0,7 %) i dolomita (4,8 %). A destacar la presència d'halita (2,8 %) i guix (0,7 %). El trànsit cap a la base del sondatge es fa amb uns 4 cm de llims de coloracions més vermelloses en humit, i marrons en sec que no mostren laminacions marcades i amb una clara disminució del percentatge de matèria orgànica (al voltant del 5 %) (Figs. 9.9.40,41,42,43,44,45) Aquest nivell dóna pas al nivell de la base del sondatge, del qual s'hi poden observar uns 4 cm, clarament diferenciats de la resta. Correspon a uns materials de color groc en humit que en sec donen tonalitats marrons pàl·lides i amb uns percentatges de matèria orgànica propers al 12 %. Texturalment es tracta d'arenes de gra mitjà amb presència més o menys important de fins. La mineralogia està dominada pels carbonats, amb valors que poden superar el 70 % de dolomita dins de les fraccions més fines, o 55 % de la calcita dins de lo que són les arenas. El quars pot superar el 10 %; hi ha també feldspats ($< 4 \%$) i argiles (il·lita amb un 6 % i caolinita amb menys d'un 2%).

Interpretació

La part superior del sondatge correspondria, com hem comentat en el cas anterior del sondatge GL01, a les fàcies d'entrada llimoses arrossegades en moments de fortes precipitacions. De fet aquest sondatge ens indica la progradació en forma de "ventall" en un punt més distal (en direcció a l'interior de la cavitat) dels materials procedents de l'obertura de la sala d'Entrada. Aquests sediments es disposen sobre unes arenas dolomítiques, que ens indiquen un funcionament previ de la sala a la qual s'hi ha anat acumulant restes de la corrosió que ha afectat a les parets i espeleotemes, i restes de calcita flotant.

SONDATGE GL03

Descripció

Aquest sondatge es troba localitzat abans de la sala dels Dos Llacs dins del sector de Ponent de la cavitat (Fig. 9.9.40). Els 31 cm de potència de sediments que té

aquest sondatge corresponen a una acumulació de llims arenosos de color gris obscur i de composició silícica. La sedimentació de tot el sondatge és molt uniforme, amb seqüències marcades de textura granodecreixent especialment evidents a sostre o tram superior final en el qual s'hi observen els límits d'aquestes amb laminacions d'uns 2 mm de potència de color blanc i textura alternant arenosa - llimosa i que acaben amb materials més fins marronosos (Fig. 9.9.47). La resta del sondatge presenta una coloració gris obscura en humit i gris vermellosa en sec amb petites variacions de tonalitat. El percentatge de matèria orgànica és la més elevada de totes les mostres recollides a la cova de sa Gleda amb un valor mitjà proper al 16 % i que en algunes mostres arriba a superar el 20 %. Des del punt de vista textural, les arenes representen poc més del 43 % i els fins els 57 % dels quals només el 7 % corresponen a argiles. El valor mitjà de la mida de gra és de 91,2 µm (arenas molt fines) i el valor de la mediana és de 61,9 µm (llims molt gruixuts). En alguna mostra el percentatge de les arenes molt gruixudes poden arribar a superar el 5 %. La mineralogia està dominada pels carbonats en les fàcies texturalment més gruixudes, amb uns valors mitjans de 42,6 % per a la calcita. També hi ha dolomita (6,7 % de mitjana) i argiles (amb un 3,7 % d'il·lita i un 1,3 % de caolinita). El quars, present majoritàriament en les fraccions llimoses, representa poc més del 25 % i el feldspat hi és amb poc més del 3 %. També hi és present l'halita amb quasi un 5 %, i en el nivell superior s'ha observat guix (< 1 %).

Interpretació

Les fàcies que presenta aquest sondatge s'interpreten com a una mescla de sediments procedents de dos processos diferents. Per una banda tindriem, com en els casos anteriors les aportacions dels llims silícics externs relacionats amb la proximitat de la sala d'Entrada de la cavitat i que es donarien en moments puntuals i amb forta intensitat (seqüències granodecreixents) i per altra l'acumulació de materials carbonatats de textura arenosa dipositats *in situ*, sigui a partir de l'acumulació de calcita flotant, sigui a partir de la pluja de restes de la roca encaixant per efectes de la corrosió. La gran proporció de matèria orgànica i la coloració gris obscura de tot el sondatge ens indicaria la preservació de la matèria orgànica probablement per la presència d'aigües anòxiques en aquest indret (es tracta del sondatge realitzat a més profunditat dins de la cavitat). El sostre del sondatge ens indicaria un canvi en les condicions, amb una clara oxigenació i unes aportacions externes molt més importants que la pròpia producció interna.

Sondatge	Mostra	esmectita	il·lita	guix	caolinita	anhidrita	aragonita	quars	feldspat	LMC	HMC	dolomita	halita
GL01	GL01-01	0,00	16,13	0,00	4,42	0,00	0,00	47,84	3,81	3,90	4,69	5,65	3,27
	GL01-02	0,00	14,76	0,00	5,71	11,98	0,00	52,86	7,45	7,11	4,01	0,00	4,66
	GL01-03	2,18	8,08	0,00	4,38	0,00	0,00	42,99	6,94	3,64	5,17	0,00	2,48
	GL01-04	0,00	11,66	0,00	6,36	9,64	0,00	54,35	11,23	8,44	0,00	0,00	3,06
	GL01-05	0,00	8,68	0,00	5,33	6,18	0,00	49,02	7,15	5,28	4,73	5,64	3,50
	GL01-06	0,00	8,84	0,00	5,74	0,00	0,00	42,91	6,51	5,16	0,00	4,35	3,37
	GL01-07	0,00	7,08	0,00	4,71	0,00	0,00	50,63	6,86	4,90	0,00	3,31	5,39
	GL01-08	0,00	10,46	0,00	7,79	0,01	0,00	50,38	6,95	4,09	4,14	0,00	3,38
	GL01-09	0,00	10,54	0,00	5,58	0,00	0,00	46,03	4,84	0,00	5,37	3,40	0,00
	GL01-10	7,59	10,07	0,00	6,35	0,00	0,00	66,54	6,63	5,86	3,78	10,45	2,99
	GL01-11	0,00	13,18	0,00	6,84	4,73	0,00	34,86	5,66	9,44	0,00	1,86	3,52
	GL01-13	0,00	10,62	0,00	5,28	0,00	0,00	48,12	5,28	7,19	5,28	6,53	3,40
	GL01-14	0,00	9,23	0,00	5,12	0,00	0,00	49,02	3,18	6,74	3,57	5,07	3,43
	GL01-15	12,39	12,54	0,00	6,55	4,03	0,00	45,92	4,75	3,54	4,40	5,43	2,48
	GL02	GL02-01	0,00	11,13	0,00	4,48	0,00	0,00	44,42	0,00	0,00	0,00	3,73
GL02-02		0,00	11,21	0,00	4,64	0,00	0,00	53,06	7,17	5,72	0,00	6,23	3,58
GL02-03		0,00	11,01	0,00	4,40	0,00	0,00	46,70	5,70	2,10	2,61	0,00	4,09
GL02-04		0,00	10,68	0,00	7,62	0,00	0,00	51,24	8,34	6,29	0,00	0,00	0,00
GL02-05		0,00	9,36	1,94	3,82	0,00	0,00	45,29	0,00	5,79	0,00	0,00	3,70
GL02-06		0,00	6,94	0,00	4,29	0,00	0,00	40,14	9,40	31,95	0,00	6,64	3,49
GL02-07		0,00	8,06	0,00	3,74	0,00	0,00	56,16	7,58	13,24	0,00	13,14	3,38
GL02-08		0,00	6,65	0,00	4,61	0,00	0,00	47,75	4,05	13,26	0,00	7,86	0,00
GL02-09		0,00	7,50	0,00	4,58	0,00	0,00	48,42	5,72	4,53	3,20	5,75	2,41
GL02-10F		0,00	6,00	0,00	2,05	0,00	0,00	10,72	4,53	8,56	0,00	76,01	3,13
GL02-11A		0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	55,14	0,00	4,48	0,00
GL02-11F		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,10	0,00	21,54	0,00	38,60	7,99
GL03		GL03-01	0,00	8,69	4,37	5,15	0,00	0,00	52,01	4,83	16,42	0,00	0,00
	GL03-02	0,00	2,82	0,00	0,01	0,01	0,00	27,05	3,18	37,97	0,00	8,33	6,23
	GL03-03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,06	1,38	29,36	0,00	23,63	8,52
	GL03-04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	26,67	1,93	32,15	0,00	15,81	5,41
	GL03-05	0,00	6,58	0,00	2,23	0,00	2,44	18,78	3,34	37,13	0,00	13,65	5,21
	GL03-06	0,00	6,62	0,00	2,09	0,00	0,00	20,54	2,96	49,47	0,00	3,31	4,81
	GL03-07	0,00	6,47	0,00	1,52	0,00	0,00	24,75	3,65	52,94	0,00	2,76	3,36
	GL03-08	0,00	5,14	0,00	2,59	2,99	0,00	21,15	7,68	40,97	0,00	1,59	5,41
	GL03-09	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	21,00	3,36	58,85	0,00	2,65	3,30
	GL03-10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,22	2,01	56,24	0,00	2,89	3,21
	GL03-11	0,00	3,51	0,00	1,57	0,00	0,00	30,97	2,55	48,01	0,00	3,24	2,87
	GL03-12	0,00	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	26,65	0,00	51,91	0,00	2,34	2,90
GL04	GL04-01	0,00	9,09	0,00	6,33	4,29	0,00	45,90	5,58	0,00	4,19	16,73	7,89
	GL04-02	0,00	7,32	0,00	4,22	0,01	0,00	28,93	4,06	3,36	0,00	46,68	5,42
	GL04-03	0,00	8,20	0,00	0,02	4,07	0,00	28,94	0,00	15,93	0,00	34,94	7,90
	GL04-04	0,00	1,77	0,00	1,42	0,00	0,00	7,23	0,00	80,49	0,00	6,83	2,26
	GL04-05	0,00	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00	3,19	0,00	93,42	0,00	0,00	1,83
	GL04-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,09	0,00	90,61	0,00	0,00	5,29
	GL04-07	0,00	14,77	0,00	6,88	0,00	0,00	30,57	4,76	28,92	0,00	0,00	14,10
	GL04-08	0,00	4,70	0,00	2,52	0,00	0,00	8,05	0,00	79,70	1,79	0,00	3,23
GL05	GL05-01	0,00	1,09	0,00	0,01	0,00	0,00	5,29	0,00	90,77	0,00	2,25	0,59
	GL05-02	0,00	5,04	0,00	3,41	0,00	0,00	39,19	6,57	8,57	0,00	31,69	5,54
	GL05-03	0,00	1,31	0,00	0,00	0,00	0,00	7,82	0,00	88,79	0,00	1,31	0,76
	GL05-04	0,00	6,83	0,00	3,13	3,17	0,00	71,10	5,55	1,96	0,00	6,32	1,93
	GL05-05	0,00	9,23	0,00	4,98	4,21	0,00	66,97	5,32	2,97	3,91	0,00	2,42
GL06	GL06-01	0,00	4,65	0,00	2,77	0,00	0,00	55,83	2,02	2,76	0,00	22,16	6,58
	GL06-02	0,00	8,94	0,00	2,72	0,00	0,00	84,75	6,54	7,10	0,00	6,28	11,37
	GL06-03	0,00	5,37	0,00	2,11	0,00	0,00	29,15	4,46	14,63	0,00	28,33	5,65
	GL06-04	0,00	3,34	0,00	2,84	13,10	0,00	46,08	5,06	6,34	3,65	8,80	10,78
GL07	GL07-01	1,11	3,51	0,00	2,24	0,00	0,00	74,24	7,31	7,44	4,15	0,00	0,00
GL08	GL08-01	0,00	6,63	0,00	4,03	0,00	0,00	62,13	5,74	13,74	3,84	0,00	3,90
	GL08-02	0,00	16,04	0,00	25,06	0,00	0,00	6,76	18,32	20,94	6,15	6,70	0,02
	GL08-03	0,00	7,33	0,00	3,72	0,00	0,00	58,14	8,88	16,86	2,14	2,92	0,01
	GL08-03a	0,00	5,40	0,00	2,37	0,00	0,00	63,08	2,63	26,52	0,00	0,00	0,00
	GL08-04	0,00	6,77	0,00	4,03	0,00	0,00	65,03	6,80	11,74	2,62	0,00	3,01
	GL08-05	0,00	8,92	0,00	4,64	0,00	0,00	61,83	7,80	10,99	2,78	0,00	3,04
	GL08-06	0,00	11,43	0,00	4,46	0,00	0,00	55,30	9,11	19,69	0,00	0,00	0,01
	GL08-07	0,00	9,61	0,00	4,23	0,00	0,00	56,69	7,44	19,40	2,62	0,00	0,01
	GL08-08	0,00	7,10	0,00	3,55	0,00	0,00	49,26	4,66	29,58	0,00	5,86	0,00
	GL08-09	0,00	9,79	0,00	5,88	0,00	0,00	63,80	7,78	12,74	0,00	0,01	0,00
	GL08-10	0,00	8,64	0,00	4,47	0,00	0,00	61,26	6,25	19,37	0,00	0,01	0,01
	GL08-11	0,00	7,92	0,00	4,75	0,00	0,00	57,65	4,49	25,17	0,00	0,01	0,01
	GL08-12	0,01	7,04	0,00	4,12	0,00	0,00	60,63	4,36	18,86	3,18	0,00	1,80
GL08-13	0,00	8,18	0,00	3,36	0,00	0,00	63,52	4,73	18,27	0,00	1,95	0,00	
GL09	GL09-01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	46,40	0,00	50,47	3,13
	GL09-02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	5,76	0,00	0,00	0,00	90,45	3,78
	GL09-03	0,00	5,75	0,00	2,47	0,00	0,00	15,63	2,74	0,00	0,00	70,67	2,74
	GL09-04	0,00	5,07	0,00	2,87	0,00	0,00	14,09	0,00	5,70	0,00	65,98	6,29
	GL09-05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	12,41	0,00	1,64	0,00	82,57	3,38
GL10	GL10-01	0,00	2,96	0,00	1,30	0,00	0,00	2,34	0,00	19,71	0,00	43,17	30,52
	GL10-01a	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,45	0,00	92,76	2,79
	GL10-02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	4,80	0,00	56,68	0,00	33,91	4,61
	GL10-03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	3,84	0,00	56,71	0,00	33,37	6,07
	GL10-03a	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	2,28	0,00	36,13	0,00	57,96	3,62
	GL10-04	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	4,24	0,00	27,00	10,86	49,79	8,09
	GL10-05	0,00	5,50	0,00	2,55	0,00	0,00	7,75	2,17	16,94	0,00	60,38	4,71
	GL10-06	0,00	8,22	0,00	3,03	0,00	0,00	9,95	0,00	26,50	0,00	44,91	7,39
	GL10-07	0,00	3,38	0,00	2,09	0,00	0,00	8,74	0,00	13,21	0,00	67,10	5,47
	GL10-07a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,57	2,43
GL10-08	0,00	0,01	0,00	3,57	0,00	0,00	9,63	0,00	58,18	0,00	21,44	7,17	
GL10-09	0,00	3,05	0,00	0,00	0,00	0,00	4,18	0,00	48,21	0,00	41,52	3,04	
GL11	GL11-01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	82,44	0,00	13,41	3,70
	GL11-02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06	0,00	82,46	0,00	12,91	3,58

Figura 9.9.46: Valors percentuals semi-quantitatius de la composició mineralògica de les mostres estudiades a la cova de sa Gleda.

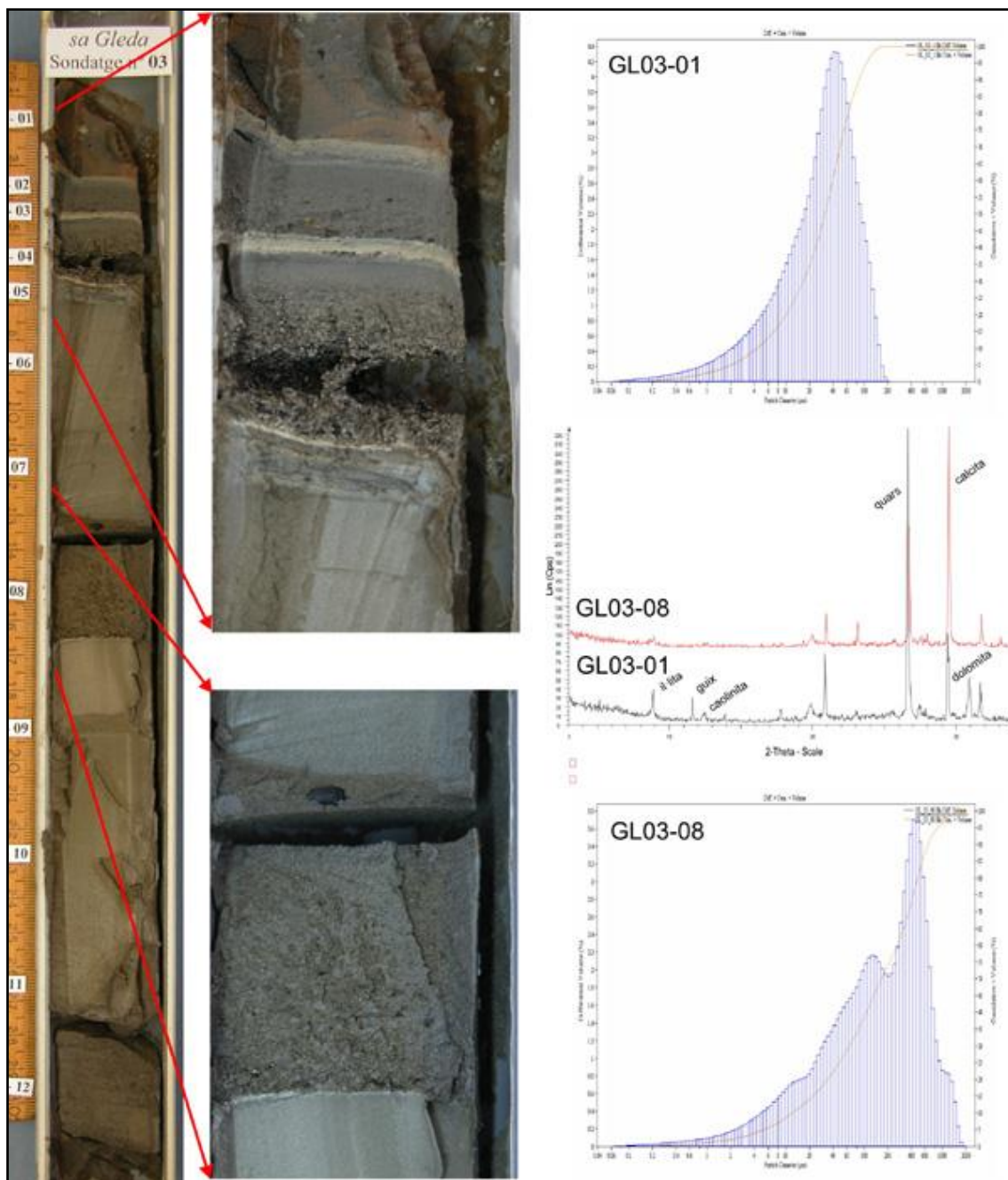


Figura 9.9.47: Corbes texturals i difractograma de la mineralogia de mostres seleccionades del sondatge GL03 on s'hi poden observar diversos episodis sedimentaris.

SONDATGE GL04

Descripció

Aquest sondatge es troba localitzat al circuit dels Pirates dins del sector Clàssic de la cavitat (Fig. 9.9.40). Els 23 cm de potència de sediments que té corresponen a una acumulació de llims vermellosos de composició silícica a sostre sobre una base arenosa

grogua de composició carbonatada. Sobre la base del sondatge formada probablement per llims vermells que no ha estat possible mostrejar, s'hi diferencien dues unitats. La inferior de 13 cm de potència presenta una coloració groga en humit i groc marronenc en sec. Amb un 5 % de matèria orgànica està formada per arenas llimoses. La textura presenta un 57 % de fracció arena, en la qual hi dominen les arenas mitjanes (Fig. 9.9.43) i un 43 % per fins dels quals un 3,7 % són argiles. El valor mitjà de la mida de gra és 155,3 μm (arenas fines) i la mediana correspon a arenas molt fines ($D_{50} = 84,6 \mu\text{m}$). La mineralogia d'aquesta unitat està dominada pels carbonats amb quasi un 75 % de mitjana de calcita amb petites proporcions de dolomita ($> 1,3 \%$) i de calcita magnesiàna ($> 0,3 \%$). El quars representa un 10,5 % i els feldspats prop d'un 1 %. A les argiles, corresponen un 4,5 % d'il·lita i un 2,1 % de caolinita. L'halita hi és omnipresent amb poc més del 5 %. La unitat superior es disposa de forma gradual sobre l'anterior i destaca la coloració marró en humit que dona colors grocs vermellosos en sec i un clar increment ($> 14 \%$) en matèria orgànica respecte a la unitat inferior. Amb una lleugera laminació, textualment és molt més fina, amb una proporció d'arenas que no arriba al 36 % mentre que els fins superen el 64 % de composició mitjana, dels quals les argiles en són el 7,3 %. El valor mitjà de la mida de gra és 59,4 μm (llims molt gruixuts) mentre que la mediana correspon també als llims molt gruixuts ($D_{50} = 45,1 \mu\text{m}$). La mineralogia d'aquesta unitat mostra proporcions similars de carbonats i silícics. Així, la composició carbonatada està dominada per la dolomita (32,8 %), calcita amb un 6,4 % i també calcita magnesiàna (1,4 %). El quars representa un 34,6 % i els feldspats poc més del 3,2 %. La il·lita amb més de un 8,2 % i la caolinita amb 3,5 % són les argiles presents. A destacar la probable presència d'anhidrita. L'halita també hi és omnipresent amb poc més del 7 %.

Interpretació

Aquest sondatge enregistra l'acumulació de sediments procedents d'una font exterior que es dipositen sobre una acumulació de materials carbonatats procedents de l'acumulació de grans carbonatats residuals de la corrosió de les parets i calcita flotant. Això podria indicar etapes de fluctuació relativament recents del nivell de les aigües freàtiques a la cavitat per tal de poder haver-hi cambres d'aire i així produir-se la precipitació de la calcita flotant.

SONDATGE GL05

Descripció

Aquest sondatge es troba localitzat a la sala des Cendrar dins del sector Clàssic de la cavitat (Fig. 9.9.40). Es tracta d'un sondatge de només 12 cm de potència de sediments que corresponen a una acumulació de llims arenosos amb alguns clastos. El sondatge presenta una coloració alternant vermell fosc a marró fort en humit que és groc vermellós a vermell groguenc en sec. Els percentatges de matèria orgànica a sostre del sondatge superen el 15 % mentre que a la resta estan al voltant del 7 %. Dins del sondatge s'hi observen nivells diferents amb contactes relativament nets que venen donats per la variació en el percentatge de la fracció arena. Encara que la mitjana del contingut d'arenes en el sondatge és de 26,2 % aquests valors (Fig. 9.9.42) poden arribar a superar el 40 % (mostra GL05-03). La mitjana del contingut en fins és del 73,9 % dels quals només un 6,9 % correspon a les argiles, valor que quasi és nul en els nivells amb major proporció arenosa. En aquest mateix nivell la proporció de graves supera el 19 %. El valor mitjà de la mida de gra de tot el sondatge és de 50,6 µm (llims gruixuts) i el valor de la mediana correspon a llims gruixuts ($D_{50} = 28,42 \mu\text{m}$). Des del punt de vista de la mineralogia hi ha una clara dicotomia entre els nivells més llimosos i els que hi predominen les arenos. En el cas d'aquests darrers, la composició és eminentment carbonatada, amb quasi un 90 % de calcita i poc més del 1,7 % de dolomita. El quars tan sols representa un 6,6 % i les argiles quasi absents (il·lita amb un 1,2 %). L'halita presenta tan sols un 0,6 %. En el cas dels nivells llimosos, és el quars el que domina amb quasi un 60 %, i les argiles superen el 10 % (la il·lita amb un 7,1 % i la caolinita amb un 3,8 %). Els feldspats representen el 5,8 % i els carbonats tenen dolomita amb un 12,7 %, calcita amb un 4,5 % i també calcita magnesià amb un 1,3% de mitjana. L'halita representa el 3,3 %. A destacar en els nivells inferiors la presència d'anhidrita amb uns valors que poden arribar a superar el 4 %.

Interpretació

Els sediments d'aquest sondatge corresponen a les característiques fàcies d'entrada formades per sediments llimosos silícics vermells, aportats des d'entrades a la cavitat (avui en dia taponades) i que en aquest cas incorporen també abundants fragments de roca, introduïts de forma residual com a resultat del taponament de l'entrada probablement per processos de microfracturació i col·lapse.

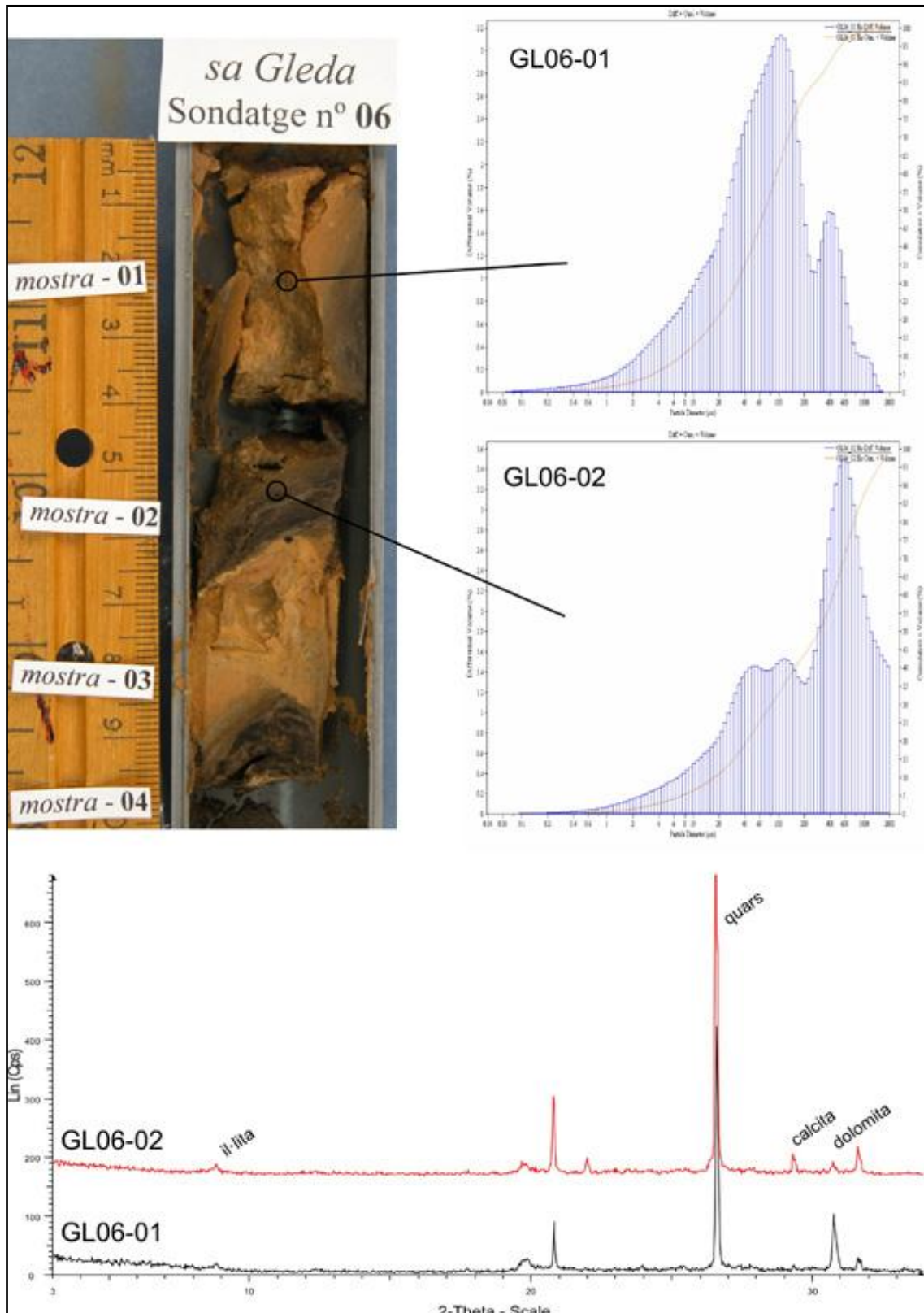


Figura 9.9.48: La ciclicitat en la sedimentació és un fet corrent en l'acumulació sedimentària a la cova de sa Gleda.

SONDATGE GL06

Descripció

Aquest sondatge es troba localitzat a la cambra dels Moros dins del sector Cinc-Cents de la cavitat (Fig. 9.9.40). Es tracta d'un sondatge de només 10 cm de potència de sediments que corresponen a una acumulació de llims orgànics. S'hi diferencien dos tipus diferents de sediments alternants amb capes d'uns dos centímetres de potència amb contactes molt nets (Fig. 9.9.48). Per una banda tenim coloracions groguenques que alternen amb nivells negres en humit i que en sec donen coloracions marronoses i grisoses respectivament. Els percentatges de matèria orgànica són molt similars amb un valor mitjà superior al 19 % (21 % en el cas dels nivells més obscurs). Pel que fa a la mida de gra, els nivells obscurs estan format majoritàriament per arenes (amb elevats percentatges de la fracció d'arenes gruixudes) amb poc més del 68 % mentre que els fins tenen poc més del 31 % del qual només un 3,5 % correspon a la fracció de les argiles. El valor mitjà de la mida de gra és de 342,7 µm (arenes mitjanes) mentre que la mediana correspon a la ració arenes fines (D50 = 209,5 µm). Els nivells groguencs presenten un percentatge de la fracció arenes del 53,5 % i els fins són un 46,5 % dels quals les argiles en són poc més d'un 6 %. En aquest cas els valors mitjans de la mida de gra són molt més baixos, amb una mitjana de 122,7 µm (arenes molt fines) i una mediana que cau també dins de la fracció arenes molt fines (D50 = 70,82 µm). La mineralogia dels diversos nivells és també diferent, encara que no amb tanta intensitat com ho és la variació textural. Encara que el mineral dominant és el quars (42,5 % en els nivells grocs i 65,4 % en els nivells obscurs), els carbonats presenten elevades proporcions en els nivells grocs. Així la dolomita és el principal component carbonatat amb un 25,25 % (només 7,5 % en els nivells negres), la calcita amb un 8,7 % (6,7 % en els nivells obscurs en els quals també hi ha calcita magnesiàna -1,8 %). Els feldspats presenten percentatges un poc superiors en el cas dels nivells obscurs (5,8 % per un 3,2 % en el cas dels nivells grocs), mentre que les argiles presenten valors molt similars (un 6 % per la il·lita i un 2,5 % per a la caolinita). A destacar la presència d'anhidrita a la base del sondatge amb un valor que puntualment supera el 13 %. L'halita està present amb un 6,1 % en els nivells grocs i duplica el seu percentatge en els nivells obscurs.

Interpretació

Els sediments que presenta aquest sondatge són de difícil interpretació. S'hi observen dues seqüències pràcticament idèntiques en les quals sobre uns nivells obscurs amb major percentatge de matèria orgànica s'acumulen sediments de composició més carbonatada procedent de la corrosió de la roca. La magra aportació de material llimós vermell podria venir donada per l'allunyament d'una possible entrada, juntament amb el fet que aquesta sembla que s'ha tapat en temps històrics. De fet, converses amb pagesos d'avanzada edat de la zona, ens han indicat que en temps recents, alguna d'aquestes entrades ha estat utilitzada com a abocador de pedres recollides al llaurar els camps, fet que pot haver esdevingut durant dècades i fins i tot segles.

MOSTRA GL07

En aquest cas es tracta d'una mostra obtinguda a l'exterior de la cavitat prop de la sala d'Entrada corresponent al sòl edàfic i que s'ha obtingut per a comparar amb els sediments mostrejats a l'interior de la cavitat. Les característiques generals del sediments procedents del sòl es poden observar amb més detall a les Figs. 9.9.40,41,42,43,44,45, són d'uns sediments de color predominantment marró, amb continguts de matèria orgànica superiors al 16 % formats per fins amb un 85,7 % dels quals les argiles representen més del 36 %, i per arenes amb el restant 14,3 % en la qual hi domina la fracció d'arenes molt fines. La mitjana de la mida de gra és de 31,82 μm (llims molt gruixuts) i el valor de la mediana situa aquests sediments dins dels llims mitjans ($D_{50} = 8,4 \mu\text{m}$). La mineralogia està dominada pel quars amb un 74,2 % i té un 7,3 % de feldspats. La calcita representa el 7,4 % i la calcita magnesiàna un 4,2 %. Les argiles estant presents amb la il·lita (3,5 %), la caolinita (2,2 %) i altres (1,1 %).

SONDATGE GL08

Descripció

Aquest sondatge es troba localitzat a la galeria de les Còniques dins del sector Cinc-Cents de la cavitat (Fig. 9.9.40). És el sondatge amb més potència de sediment obtingut, arribant a presentar una potència de sediments de 42,5 cm que corresponen de forma molt uniforme a una acumulació de llims vermelloso. El sondatge es caracteritza per la seva uniformitat amb una marcada laminació submil·limètrica tipus varves, donada probablement per l'acumulació de matèria orgànica que presenta valors mitjans

entre el 7 i el 8 %. El color dels sediments és vermellós en humit i groc vermellós en sec. La textura està dominada pels fins amb poc més del 74 % de mitjana dels quals un 8,7 % correspon a la fracció de les argiles. Les arenes representen el 25,6 % estan dominades per la fracció d'arenes molt fines. La mitjana de la mida de gra és de 44,7 µm (llims molt gruixuts) i el valor de la mediana situa aquests sediments també dins dels llims molt gruixuts (D50 = 36,1 µm). El quars és el principal mineral amb un 56,1 %, els carbonats hi són presents amb la calcita amb quasi un 19 %.

Interpretació

La interpretació dels materials presents en aquest sondatge és similar al de les fàcies descrites en el sondatge GL01 i part superior del GL02 i com hem dit al d'altres cavitats localitzades al Miocè de la Marina de Llevant (GRÀCIA *et al.*, 2006a). Els materials, en la seva majoria procedents del sòl exterior i del rentat de les pluges de fang (FIOL *et al.*, 2005) són arrossegats en moments d'intensa precipitació externa a la cavitat introduint-se dins de la mateixa per les principals obertures i vies d'accés. Aquests materials corresponen a sediments bàsicament fins i abundant matèria orgànica (llavors i fibres vegetals, principalment). Les principals aportacions, siguin estacionals i/o per altres causes esporàdiques, amb el consegüent període de tranquil·litat sedimentària (probablement només amb les aportacions procedents de la decantació de partícules originades en l'alteració de la roca encaixant), donaria lloc a la laminació varvada que s'hi observa.

SONDATGE GL09

Descripció

Aquest sondatge es troba localitzat a la galeria de les Haloclines, prop de la galeria dels Degotissos dins del sector de Ponent de la cavitat (Fig. 9.9.40). Es tracta d'un sondatge de 20 cm de potència de sediments que corresponen a una microbretxa dins d'una espècie de "pasta" de composició dolomítica. El sondatge, força uniforme dins de la heterogeneïtat que presenta, té una coloració general vermell pàl·lid en humit i rosa en sec, encara que presenta nombroses taques de coloracions sigui més vermelloses o més blanques (Fig. 9.9.49). Deixant de banda la microbretxa, present a base i sostre dels sondatge i que no s'ha pogut analitzar per manca de volum de material, la resta dels sediments (matriu) són molt uniformes.

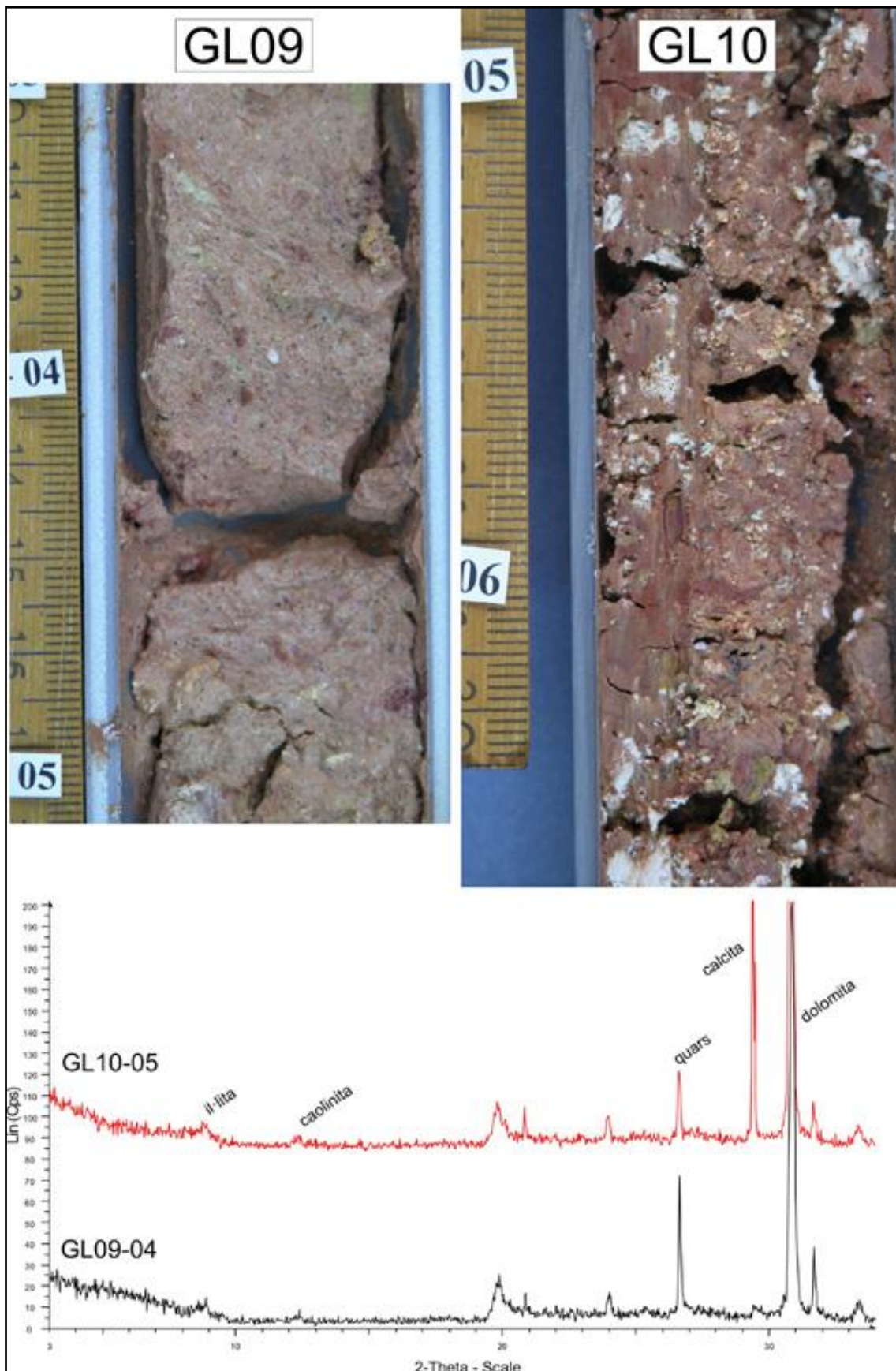


Figura 9.9.49: Aspecte textural i de color i composició mineralògica dels sondatges GL09 i GL10.

La proporció de la fracció arena està al voltant del 37 %, amb predominança de la fracció d'arenes molt fines, i la dels fins arriba quasi al 63 % dels quals les argiles representen el 9,6 %. La mitjana de la mida de gra és de 98,7 μm (arenes molt fines) i el valor de la mediana situa aquests sediments també dins dels llims molt gruixuts ($D_{50} = 41,8 \mu\text{m}$). La mineralogia és força característica, estant dominada per la dolomita amb valors mitjans superiors al 72 %. La calcita representa un 12,8 %. El quars amb un 9,6 % de mitjana i els feldspats amb un 0,6 % també hi són presents encara que de forma testimonial, a l'igual que les argiles (amb un 2,1 % per la il·lita i un 1,1 % per la caolinita). L'halita hi és present al llarg de tot el sondatge amb uns valors mitjans del 3,8 %.

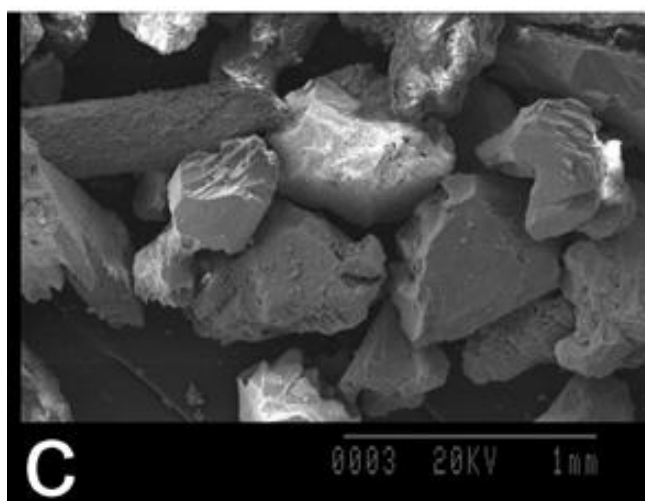
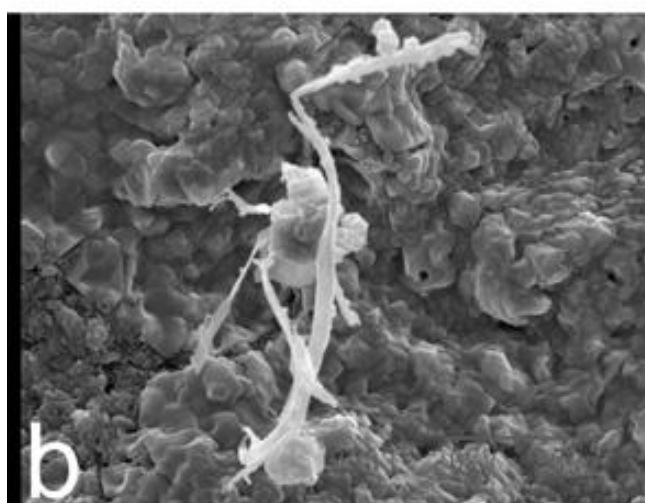
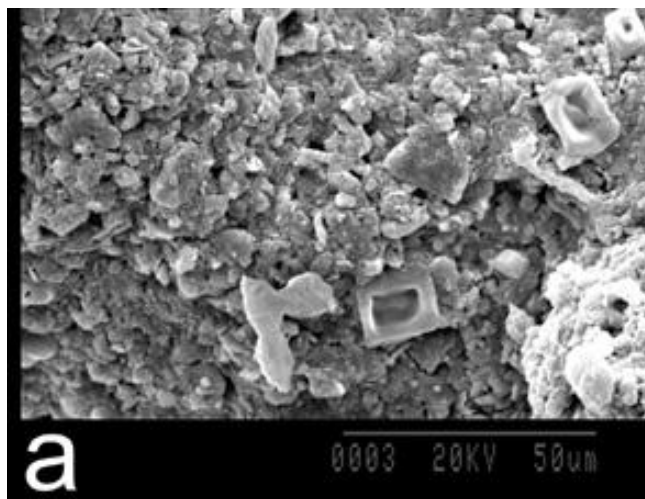
Interpretació

És força complexa, probablement es tracti del nivell d'alteració superficial de la roca encaixant, accelerat per la interacció entre els nivells de la roca alterada afectada pels importants nivells de corrosió que actuen a la cavitat i el quimisme dels sediments llimosos externs que accedeixen en aquesta part de la galeria.



Figura 9.9.50: Acumulació de grans blocs. És un fet molt comú a molts d'indrets de la cavitat. Foto A. Cirer.

Figura 9.9.51: Fotografies al microscopi electrònic de rastreig (SEM) d'alguns detalls dels sediments que rebleixen la cova de sa Gleda; a) Llims argilosos formats en la seva major part per grans de quars i argiles. Observi's també la presència de cristalls d'halita –sondatge GL01 part superior–; b) detall de l'anterior amb la presència de restes de fibres vegetals; c) grans de mida arena procedents de la corrosió de les parets de la cavitat –sondatge GL02 nivell inferior–.



SONDATGE

GL10

Descripció

Aquest sondatge es troba localitzat a les galeries de les Haloclines dins la zona terminal del sector de Ponent de la cavitat (Fig. 9.9.40). Es tracta d'un sondatge de 40 cm de potència de sediments que corresponen a una breixa amb matriu vermellosa. Tot el sondatge és molt homogeni presentant una coloració marró vermellosa en humit que esdevé rosa en sec. Està format per bretxes amb clastos molt alterats

angulosos i molt irregulars de mida de calcàries dolomítiques blanques (Fig. 9.9.44). Distribuïda de forma irregular hi ha matriu argilosa més vermellosa entre els clastos. Texturalment està formada per arenes en un 38 % en les quals hi predominen les arenes molt fines, i poc més del 61 % de fins, dels quals les argiles no arriben a representar el 6 %.



Figura 9.9.52: Estructura cònica formada per l'acumulació de calcita flotant (sala de les Còniques). Observi's la interacció amb els sediments llimosos silícics vermellencs.

Els clastos presenten una textura molt heteromètrica amb mides màximes que estan al voltant del centímetre. Els materials fins presenten una mitja de $65 \mu\text{m}$ (arenas molt fines) i el valor de la mediana s'enquadra dins dels llims molt gruixuts ($D_{50} = 48 \mu\text{m}$). La mineralogia del sondatge està conformada en la seva major part pels carbonats que corresponen als clastos de la breixa, i que presenten dolomita en poc més del 53 % i calcita en un 30 %, també hi ha un poc de calcita magnesiàna (0,9 %). El quarz amb un 4,8 % (present majoritàriament en la matriu) i els feldspats amb un 0,2 % i escaig, juntament amb les argiles (il·lita amb un 1,9 % i caolinita amb un 1,1 %) són els altres minerals presents. L'halita hi és present al llarg de tot el sondatge amb valors al voltant del 5 %, que arriba al 30 % a sostre de la seqüència.

Interpretació

Els materials presents en aquest sondatge corresponen a l'alteració de la roca en un cas similar al descrit per al sondatge anterior (GL09). Malgrat tot, hi ha certes diferències (Fig. 9.9.49). La comparació entre els sondatges GL09 i GL10 indica probablement dos graus d'alteració diferents, estant el cas del sondatge GL09 molt més avançat que el GL10. S'ha de remarcar el volum de material que està afectat per aquesta

alteració que té el seu inici en una forta dolomitització de la roca, i que com mostra el sondatge efectuat en aquesta galeria arriba a acumular-s'hi més de mig metre de material alterat.

SONDATGE GL11

Descripció

Aquest sondatge es troba localitzat a la galeria Cinc-Cents dins del sector del mateix nom de la cavitat (Fig. 9.9.40). Es tracta d'un sondatge de només 11 cm de potència de sediments que corresponen a una acumulació d'arenes llimoses. Tot el sondatge és molt uniforme presentant una coloració vermella en humit rosa en sec. El contingut en matèria orgànica és un poc superior al 4 %. No s'hi observa cap tipus d'estructura sedimentària, i des del punt de vista textural està format per quasi un 80 % per la fracció arena i la resta per fins, dels quals poc més del 8,7 % correspon a la fracció argila. Surant dins les arenas s'hi observen alguns clastes (fragments d'espeleotemes) de mida grava. La mineralogia és essencialment carbonatada estant constituïda en un 82,5 % per calcita, i un 13,2 % per dolomita. El percentatge del quars no arriba al 1 % i hi ha halita en un 3,6 %. La presència d'argiles és testimonial.

Interpretació

La sedimentació a la galeria Cinc-Cents, que representa el sondatge descrit, indica una sedimentació autòctona constituïda per la caiguda de partícules del sostre de la cavitat per efectes de la corrosió.

Altres aspectes del rebliment de la cova de sa Gleda

Al llac d'entrada, hi és present una gran acumulació sedimentària formada per blocs, còdols i graves, molt heteromètrics i sempre amb morfologies aplanades i vores anguloses, procedents del trencament del sostre de la cavitat. El posterior transport, sigui per simple rodolament afavorit pel pendent, o per arrossegament pels corrents d'entrada en moments de fortes precipitacions, provoca el desenvolupament d'una pseudo-estructura deltaica (*fan delta* –con al·luvial subaquós–). Aquests materials grollers cap a l'interior van sent coberts per la sedimentació llimosa vermella que caracteritza per exemple, els sondatges GL01 o GL08. La cova de sa Gleda es caracteritza també per la presència de grans esfondraments els quals queden reflectits no només en superfície o en la secció troben presents arreu de la cova i que es caracteritzen

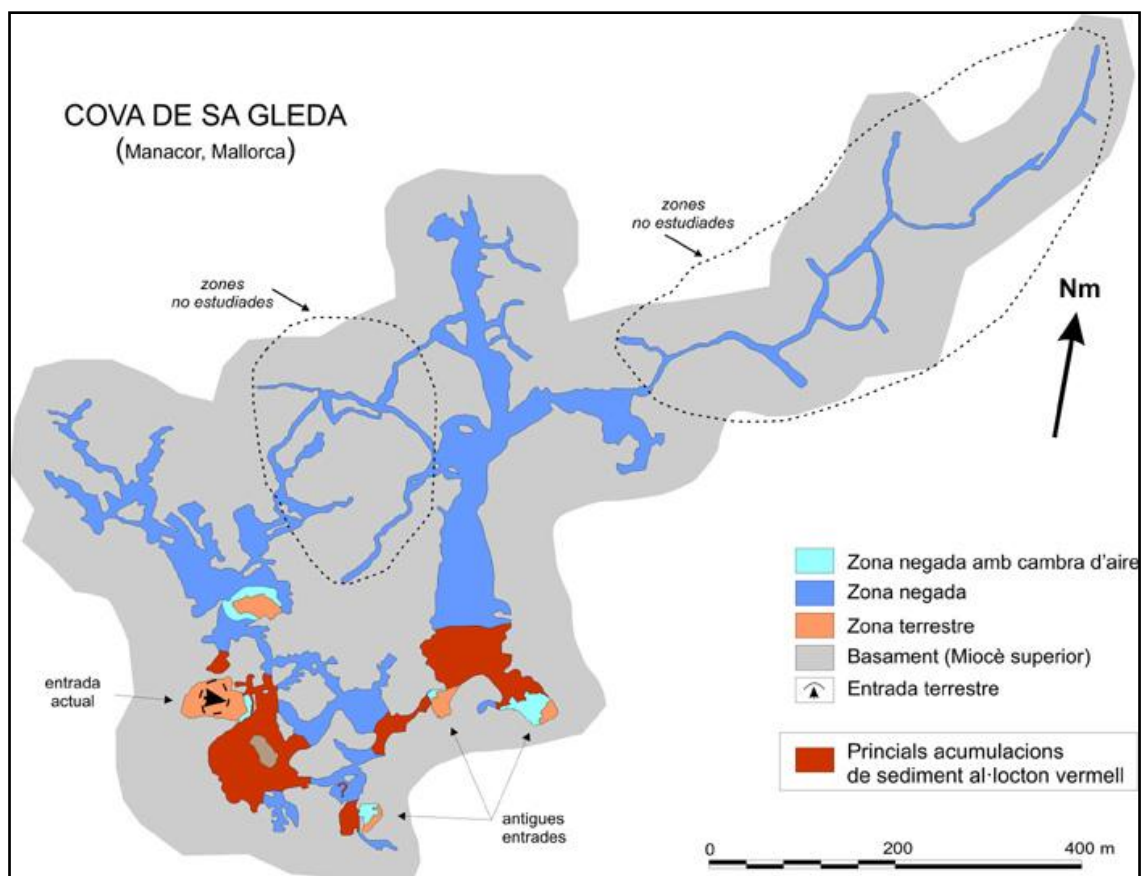


Figura 9.9.53: Distribució de les principals acumulacions de sediments de materials silícics vermellosos a la cova de sa Gleda. Observi's la seva relació amb els principals punts d'entrada de la cavitat.

textualment per presentar mides d'ordre mètric, tendències a la forma aplanada amb gruixes d'ordre decimètric a mètric (coincidint amb la potència de capes corresponen a l'estratificació dels nivells del Miocè) i amb vores subanguloses.

Aspectes generals de la sedimentació a la cova de sa Gleda

De forma esquemàtica podem considerar, la cova de sa Gleda i les seves diferents galeries i sales, com un laboratori natural d'experimentació entre els processos sedimentaris interns i amb aportacions externes i la interrelació amb tots els processos d'alteració geoquímica donats entre la roca, el sediment, i la variabilitat físico-química del medi en la zona d'interferència entre les aigües dolces i les marines que caracteritzen aquestes cavitats costaneres. Les principals fonts del sediment que s'acumulen al seu interior corresponen a les aportacions externes de materials fins procedents en la seva major part del sòl edàfic que incorporen un gran volum de matèria orgànica en forma de restes de fibres vegetals i altres elements més grollers, elements

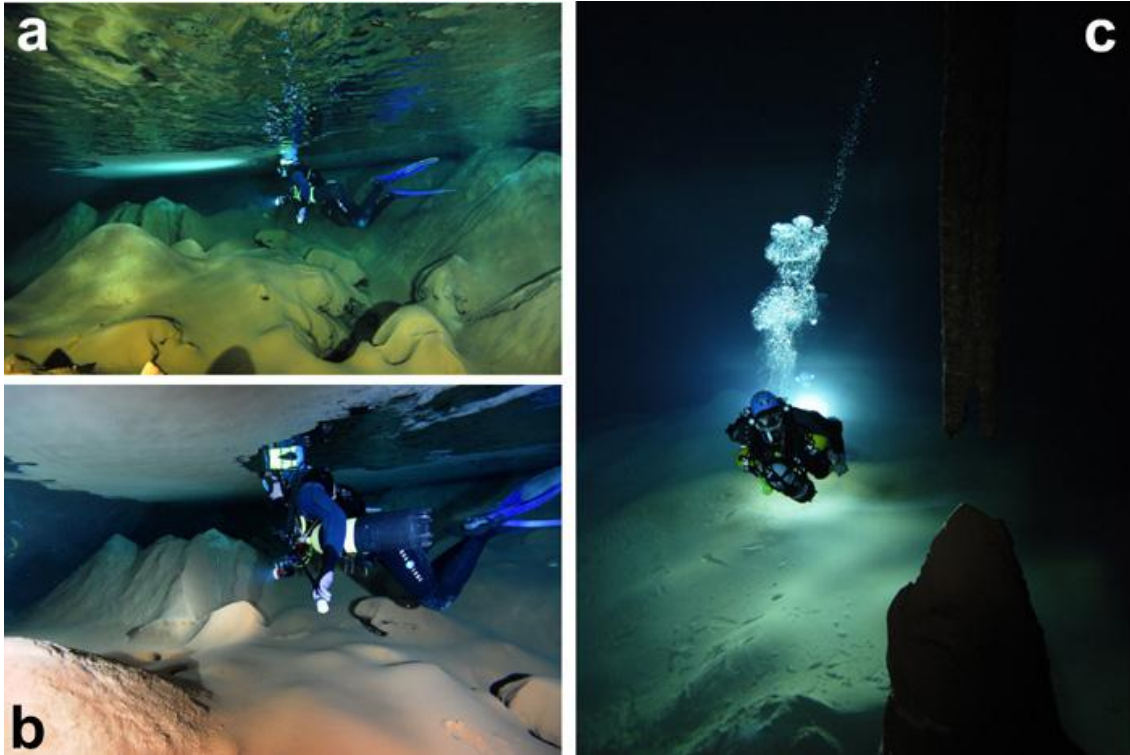


Figura 9.9.54: La presència de sediment, carbonatat o silícic, o una barreja d'ambdós és present a la major part de la cavitat: a) i b) galeria de les Còniques; c) Sala Francesc Ripoll. Fotos C. Bodi.

d'impureses i restes de roca procedents de l'alteració i corrosió d'aquesta, i finalment la pròpia producció carbonatada originada en els processos de precipitació superficial en els llacs interns en forma de calcita flotant. En el cas de les aportacions externes, aquestes es localitzen de forma clara a les entrades, sigui l'actual, o altres que en l'actualitat ja es troben bloquejades i que es dipositen principalment per decantació en arribar les aigües d'escorrentia als llacs de la cavitat. Aquests mostren així una característica laminació lacustre amb aportacions puntuals externes i processos de sedimentació per decantació que li confereixen una característica laminació, molt fina de tipus varva. En funció de la intensitat del flux de l'escorrentia que arriba a la zona freàtica procedent de l'exterior, els materials poden ser impulsats i arribar més o menys a l'interior dels conductes, mesclant-se aleshores amb la pròpia sedimentació procedent de la meteorització de la roca o amb l'acumulació de calcita flotant (Fig. 9.9.54) en els llocs en les quals aquesta es produeix. Per això s'ha de tenir present la presència de cambres d'aire dins la cavitat, i la profunditat a la qual es troba l'haloclina i el possible moviment de les aigües freàtiques. Així doncs tenint present tant els tipus d'entrada de

sediment com els processos d'acumulació podem pensar en la interrelació entre dos processos i fàcies sedimentàries. Per una banda tindriem les *backswamp facies* (fàcies de darrera maresma) de BOSCH & WHITE (2004) corresponents a l'acumulació de material fi procedent del sòl suprajacent o de la pròpia meteorització de la roca i que pràcticament no sofreix cap tipus de transport, i per altra les *slackwater facies* (fàcies d'aigües estancades) en les quals el material més fi, siguin llims i/o argiles, és transportat cap a l'interior dels conductes en forma de suspensió i s'acumula finalment per processos de decantació.

Restes arqueològiques

La cavitat aplega diverses estructures d'interès etnològic relacionades amb l'extracció d'aigua, com ara pou, sínia de sang, bombes d'aigua, canals, etc. La cova va ésser condicionada per aquest ús, havent un camí helicoïdal que descendeix fins al llac, avui parcialment destruït per la caiguda de materials del con d'enderrocs i del sostre.

S'han trobat sota les aigües fragments ceràmics pretalaiòtics, púnics i islàmics a la sala d'Entrada i a dos esfondrament interns, a uns 200 m, 250 m i 380 m del llac d'entrada. Aquests esfondraments corresponen al pas d'en Judes, la cambra dels Moros i la sala de les Còniques. Els fragments trobats ens serveixen per poder saber que en temps històrics la cova tenia com a mínim altres dues entrades, també d'abisament (cambra dels Moros i galeria de les Còniques), actualment impracticables. Alguns d'aquests fragments es varen entregar pel seu estudis als responsables de Patrimoni del Consell de Mallorca.

Part faunística

La vegetació de l'entrada cobreix la zona sense sostre, que està dominada per figueres (*Ficus carica*), briòfits i qualque pteridòfit com *Asplenium sagittata*, que troben en aquest microclima un excel·lent biòtop per desenvolupar-se. Nombrosos coloms salvatges (*Columba livia*) la utilitzen de refugi, produint una gran quantitat d'excrements, que al costat de les restes vegetals orgàniques han de ser un factor important per a la fauna de l'entrada, tant terrestre com a aquàtica. La fauna aquàtica ha

estat objecte de diferents mostrejors (FORNÓS *et al.*, 1989; GRÀCIA & CLAMOR, 2002; GRÀCIA *et al.*, 2010a) (Fig. 9.9.55).

Thermocyclops dybowskii (Landé, 1890)

Copèpode ciclòpid epigeu d'aigua dolça de petita mida de distribució paleàrtica. Sol ocupar petits cossos d'aigua permanents així com el litoral dels llacs. A Europa és una forma típicament estival. Morfològicament es distingeix per tenir les dues sedes de la cinquena cama de similar llargària, a la vegada que la seda interna terminal de la furca ateny menys del doble de la longitud de la externa. FORNÓS *et al.* (1989) citen la espècie al llac d'entrada de la cova de sa Gleda, mentre que LESCHER- MOUTOUÉ (1978-79) la troba a diversos pous de l'illa.

Espècies	Estigoblont	Epigeu	Endemisme
Classe MAXILLOPODA			
Ordre CALANOIDA G.O. Sars, 1903			
Família Arietellidae G.O. Sars, 1902			
<i>Paramisophria cf. ammophila</i>	X		X
Família Pseudocyclopiidae T. Scott, 1892			
<i>Stygocyclopia balearica</i> Jaume & Boxshall, 1995	X		
Ordre CYCLOPOIDA Burmeister, 1834			
Família Cyclopidae Dana, 1853			
<i>Halicyclops troglodytes</i> Kiefer, 1954	X		
<i>Thermocyclops dybowskii</i> (Landé, 1890)		X	
Família Cyclopinidae G.O. Sars, 1913			
<i>Troglocyclopina balearica</i> Jaume & Boxshall, 1996	X		X
Ordre MISOPHRIODA Gurney, 1933			
Família Speleophriidae Boxshall & Jaume, 2000			
<i>Speleophria gymnesica</i> Jaume & Boxshall, 1996	X		X
<i>Speleophriopsis balearicus</i> Jaume & Boxshall, 1996	X		X
Classe MALACOSTRACA			
Ordre Amphipoda Latreille, 1816			
Família Bogidiellidae Hertzog, 1936			
<i>Bogidiella balearica</i> Dancau, 1973	X		X
Família Salentinellidae Bousfield, 1977			
<i>Salentinella angelieri</i> Ruffo & Delamare, 1952	X		
Ordre Isopoda Latreille, 1817			
Família Janiridae G.O. Sars, 1899			
<i>Jaera italica</i>		X	
Família Cirolanidae Dana, 1852			
<i>Typhlocirolana moraguesi</i> Racovitza, 1905	X		X
Ordre Thermosbaenacea Monod, 1927			
Família Monodellidae Taramelli, 1954			
<i>Tethysbaena scabra</i> (Pretus, 1991)	X		X

Figura 9.55: Llistat d'espècies trobades a la cavitat.

Jaera italica Kesselyak, 1938

És un isòpode litoral marí epigeu, amb ulls i pigmentació corporal, que mostra preferència per les aigües menys salades de les desembocadures de torrents i fonts, on viu sota les pedres. De distribució mediterrània, colonitza amb freqüència el medi cavernícola, especialment al carst dels Balcans. A Mallorca, viu entre els còdols de la desembocadura del torrent de Pareis (Escorca; LESCHER-MOUTOUÉ, 1979), i també al llac d'entrada de la cova de sa Gleda (FORNÓS *et al.*, 1989), a on viu una nombrosa població entre pedres i moltes, i també al rost de sediments del llac, que cau en un pendent accentuat fins als -17 m. S'ha trobat a la cova de na Barxa, a Capdepera.

Conservació de la cavitat

La cavitat està emplaçada dins zona d'Àrea Rural d'Interès Paisatgístic (ARIP) i és un Lloc d'Interès Comunitari (LIC). El complex subterrani, juntament amb les dolines d'esfondrament relacionades amb la pròpia cavitat, així com el conjunt càrstic de la zona de Son Josep, Can Llunes, cala Varques, caló des Serral, cala Sequer i Can Frasquet, fan d'aquesta zona una part fonamental del patrimoni natural mallorquí ja que representa un elevat interès espeleològic, paisatgístic, científic, naturalístic i cultural (Consultar capítol 21). Les dimensions volumètriques d'algunes sales i galeries són impressionants i les formacions que presenta tant primàries o de corrosió, com secundàries o de precipitació, són d'una gran bellesa, diversitat i interès científic. Una de les problemàtiques que l'afecten és el control d'accés per practicar espeleobusseig, ja que és molt freqüentada per visitants tant nacionals com estrangers que venen expressament per realitzar espeleobusseig. La realització de cursos, fins i tot d'iniciació de busseig espeleològic, és un dels rics més elevats, juntament amb les immersions per part d'escafandristes de la mar o amb poca pràctica. Aquests produeixen el trencament dels espeleotemes en aferrar-se o copejar-los amb les aletes o altres bandes del cós o del material, així com per fer pràctiques d'instal·lació del fil-guia a les formacions.

9.10. LA COVA DE CALA VARQUES ACD o COVA DES XUETES (Manacor)

Situació geogràfica

Les boques s'ubiquen al costat S de l'arenal de la cala que dona nom a les coves, antigament anomenada n'Espenya-varques. TRIAS & MIR (1977) la inclouen en un treball sobre les coves de la zona de Can Frasquet i cala Varques. La cova de cala Varques A (com. pers. Antoni Pasqual) l'anomenaven cova des Xuetes, ja que en temps pretèrits aquest col·lectiu, per raons de segregació racial, prenia els banys a cala Varques i pernoctava dins la cavitat. No així la gent de Manacor, que no pertanyia a aquell grup humà, la qual es banyava a Portocristo.

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

La planimetria de la cova C es va efectuar l'any 1972 per part de A. Ginés del Grup Espeleològic EST; la cova A va ésser topografiada l'any 1977 per T. Fortuny, M. Trias i C. Payeras de l'SCM i la cova D, no coneguda al treball de TRIAS & MIR (1977), es va topografiar l'any 1992 per part de R. Pascual, J. Font i M. Parramon de la secció espeleològica del Grup Excursionista d'Alaró. La feina d'exploració subaquàtica, les tasques de topografia i la documentació fotogràfica es van realitzar al llarg d'15 dies d'immersions dels anys 1997, 1999 i 2000 per membres del GNM (GRÀCIA *et al.*, 2000).

1997 - Francesc Gràcia (GNM) entra a la cova D per la mar. L'entrada a la cavitat està lliure, sense que hi hagi cap platja que bloquegi la boca, i és necessari banyar-se fins a la cintura per poder accedir a l'interior (Fig. 9.10.1,2). Efectua al llac una immersió de reconeixement en apnea. En dates posteriors inspecciona el sífó de la cova D, sense trobar-hi continuacions, ja que la part més baixa a -8,5 m de profunditat està tancada per arenes marines (Fig. 9.10.3). Més endavant busseja a la propera cova C fins

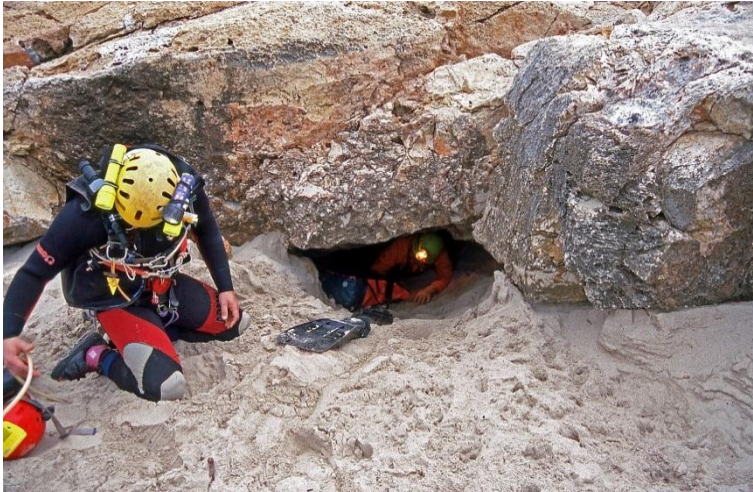


Figura 910.1: Desobstrucció de l'arena que impedeix l'entrada a la cova de Cala Varques D. Foto M. Crespí.

a sortir 30 m després a un dels llacs de la cova A i s'explora una davallada lateral concrecionada que assoleix els -18 m. En una altra ocasió es revisen, a la cova A, els petits llacs que hi ha prop de l'entrada. A la cova C, en direcció S, es força un pas entre blocs i espeleotemes trencats i s'accedeix a la cambra dels Lladres, només parcialment subaquàtica. En resum, tres jornades d'immersions. Els bussejadors són: Francesc Gràcia, Bernat Clamor i Juanjo Lavergne; Peter Watkinson ajuda en les tasques logístiques. .

1999 - En Juanjo Lavergne, a la part final de la cambra dels Lladres, volta tota la sala sota l'aigua i continua en direcció S, explorant fins que progressa per entre blocs caiguts, a poca fondària, i surt al llac de la cova D. Tres coves diferents s'han aconseguit enllaçar i són ara un mateixa sistema: la cova de Cala Varques ACD. Aquest any s'han realitzat sis jornades d'immersions afegint els dies de tasques de topografia. Els bussejadors són: Juanjo Lavergne, Francesc Gràcia, Bernat Clamor i Pedro Gracia.



Figura 9.10.2: Entrada a la cova de Cala Varques D. L'arenal de Cala Petita només es forma segons el règim de corrents de l'any en qüestió. Foto M. Crespí.

2000 - Continuen les tasques topogràfiques, al llarg de sis jornades d'immersions i dues de terrestres. Els bussejadors són: Francesc Gràcia, Juanjo Lavergne, Bernat Clamor i Pedro Gracia. Col·laboració terrestre de Peter Watkinson, Cristòfol Monserrat i Marc Bujosa.

Descripció de la cavitat

La cova, de direcció predominant NNW-SSE, està formada per un conjunt de galeries i sales, amb tres entrades terrestres (anomenades cova des Xuetes o cova A, cova C i cova D, Fig. 9.10.4). La poligonal projectada arriba a tenir un desenvolupament total de 819 m; dels quals 252 m són sota l'aigua. El desnivell total de la cavitat és de 28 m (la fondària màxima sota l'aigua és de 18 m, mentre la cota positiva màxima és de 10 m). La cova A està formada per una galeria de 32 m de llarg per uns 2 m d'alçària, que continua, després de superar un pas estret, per una sala de 40 x 30 m, de pis molt accidentat pels enderrocs, que li dóna una gran complicació topogràfica. La cova C està constituïda per una única sala de 16 x 18 m, de pis descendent fins arribar al llac. Aquí la cavitat es perllonga, sota l'aigua, cap al NW, passant entre columnes i altres formacions, per connectar als 30 m lineals amb el llac de la cova des Xuetes. De la cova C, si ens dirigim en direcció S, podem continuar per una estretor formada per l'esbucament d'una antiga galeria, amb un rost format de blocs i formacions caigudes que per poc tanquen el pas. Superada l'obstrucció, la cavitat torna a agafar volum per, després de 20 m, sortir a la cambra dels Lladres que més endavant surt al llac allargassat de la cova D. Hi ha mostres de processos corrosius recents que afecten diferents llocs inundats. S'han localitzat espeleotemes freàtics a -15,3 m.



Figura 9.10.3: Transport del material d'immersió fins arribar al llac de la cova de Cala Varques D. Foto M. Crespi.

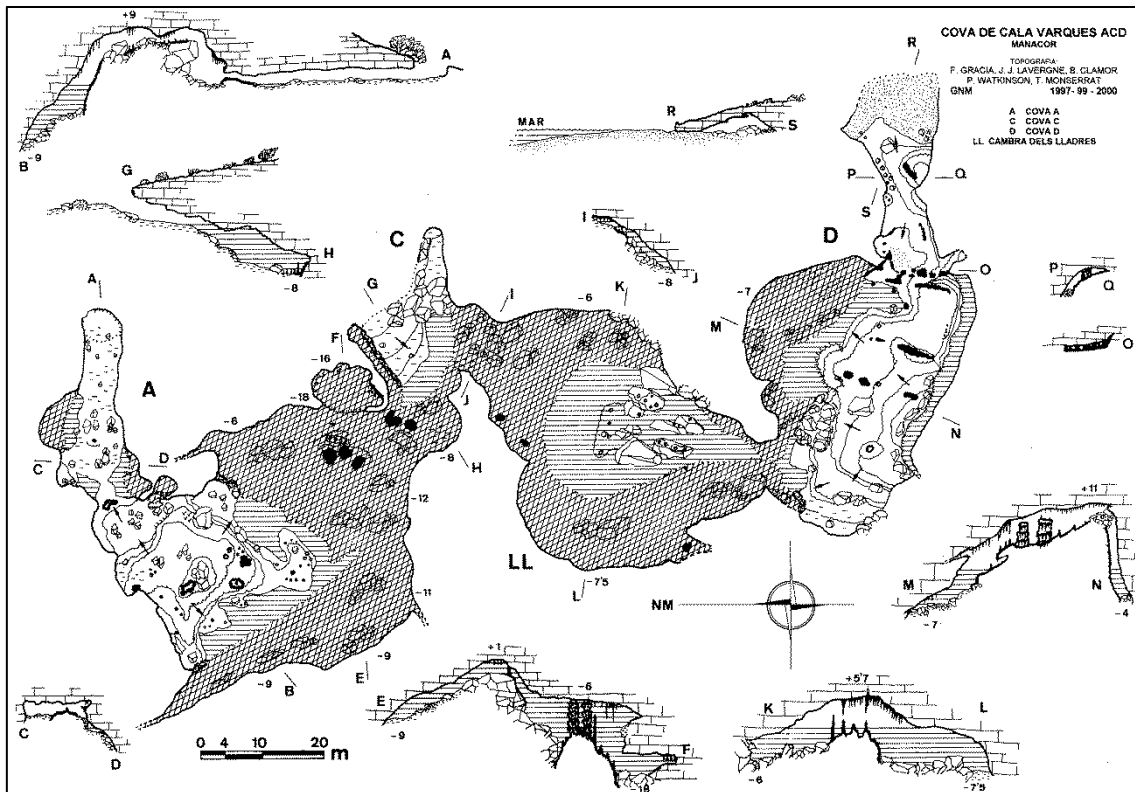


Figura 9.10.4: Topografia de la cova de Cala Varques ACD o cova dels Xuetes.

COVA A

La cova A esta formada per una galeria aèria de secció semicircular de 32 m de llarg per uns 2 m d'alçària, que continua, després de superar un pas estret per una sala de 40 x 30 m, de pis molt accidentat, que li dóna una gran complicació topogràfica. També presenta una gran varietat de morfologies, mesclant-se zones d'enderrocs amb altres de belles concrecions amb algunes notables estalagmites i columnes. Els costats SO i SE de la sala estan ocupats per llacs d'aigua salabrosa, on es troben concrecions subaquàtiques relacionades amb el nivell actual del llac. Aquesta sala és un bon exemple de cavitat clàstica que no ha arribat a assolir un perfil d'equilibri. La migració en alçària del sòtil podria provocar l'abisament del paladar de la sala, ja que es troba molt prop de la superfície del terreny (TRIAS & MIR, 1977).

COVA C

La cova C és una petita cavitat de boca ampla (26 x 4 m), constituïda per una única sala de 16 x 18 m, de pis descendent fins arribar a la part final (-4 m), zona que esta ocupada per un llac. Malauradament s'empra habitualment com a excusat pels

banyistes de la cala. El pendent de fang i pedres prossegueix sota les aigües dels llacs; aquí la cavitat es perllonga cap al NO, passant entre columnes i altres formacions, per incrementar-se el volum; a l'E davalla per entre colades estalagmítiques fins assolir els -16 m, continuant entre els blocs uns metres més. Es veuen diferents paleonivells freàtics a -15 m. Després de prosseguir entre algunes columnes de bones dimensions connecta als 30 m lineals al llac de la cova A. La zona submergida volta el llac en direcció N, fins a fer-se impracticable per l'estretor.

CAMBRA DELS LLADRES

De la cova C, si ens dirigim en direcció S, podem continuar per una estretor formada per l'esfondrament d'una antiga galeria, amb un rost format de blocs i formacions caigudes, que per poc tanquen el pas. Superada l'obstrucció, la cavitat torna a agafar volum per, després de 20 m de sífó, sortir a la cambra dels Lladres, de 34 x 22 m aeris (40 x 34 m comptant els marges subaquàtics). En aquesta cambra alguns blocs caiguts del sòtil sobresurten de l'aigua i en alguns indrets estan parcialment coberts de belles formacions litoquímiques. L'alçària arriba gairebé als 6 m. Si continuem recorrent les parets de la sala, voltam l'espai aeri fins que arribam a una estretor entre blocs caiguts, que més endavant surt a un llac allargassat de la cova D.

COVA D

L'entrada de la cova D es troba a un costat de cala Varques, anomenat cala Varques Petita (Fig. 9.10.6). El règim de corrents que afecten aquest racó determina l'accés a la cavitat. Així, si predomina el procés erosiu, cala Varques Petita està amb



Figura 9.10.5: Espeleotemes de la cova de Cala Varques D. Foto: M. Crespí.



Figura 9.10.6: Posició de les cavitats de Cala Varques. A més a més d'aquestes s'han trobat noves continuacions a la cova des Genet i una nova cavitat, la cova de ses Tortugues.

poca o gens d'arena i la cova és visible; per contra en el cas de dominar la sedimentació, la seva boca resta tancada per una platja d'arena (Fig. 9.10.1,2,6). Aquest fet va fer que M. Trias quan va fer l'estudi de la zona no l'hi inclogués, ja que la platja amagava la boca de la caverna. Es tracta d'una galeria de 32 m de llarg, amb l'entrada en ocasions tapada per l'arena de la platja, que comunica amb la sala de 45 x 34 m. La galeria d'accés terrestre no és gens còmoda de transitar, ja que té diverses estretors, tant per la baixa alçària del sòtil, com pels passos quasi tancats per concrecionament o blocs (Fig. 9.10.3). A la sala s'accedeix quasi a la vorera del llac, que es troba al costat N. La cota positiva més alta del sòtil de la sala és de +10 m. Pujant pendent amunt en direcció S arribam a un desnivell d'uns 8 m que condueix a un altre llac, molt estret, de 32 m de llargària i 4 m de fondària màxima i sense continuïtat.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

La cavitat transcorre per la banda de ponent de la cala i paral·lela a la mar, llevat dels llocs més propers a les entrades. La caverna, exceptuant les boques que s'ubiquen més a prop de la mar, es desenvolupa per davall de la garriga baixa d'aquesta marina (Fig. 9.10.6).

Espeleogènesi

Cavitat de la zona de mescla costanera excavada dins els materials escullosos del Miocè superior, formada per una successió de sales d'esfondrament juxtaposades i comunicades entre si de forma més bé aleatòria, tal i com és habitual en les coves d'aquesta tipologia (GINÉS & GINÉS, 2009, 2011). El creixement tridimensional de la cova i l'erosió produïda per la mar ha originat l'obertura a l'exterior de la cavitat per tres llocs diferents. TRIAS & MIR (1977), parlen de la cova de cala Varques A com a cavitat d'origen freàtic fons amb predominança de les morfologies clàstiques i reconstructives. La cova de cala Varques A posteriorment va ésser objecte d'un estudi sobre la morfologia, estructura i origen dels espeleotemes epiaquàtics (POMAR *et al.*, 1979). En aquesta cavitat no queda rastre del sistema de conductes inicials generats en regim freàtic: l'intens procés clàstic afavorit per les infiltracions zenitals i les dessecacions de les cavitats ha emmascarat els buits primigenis; les concrecions formades posteriorment, algunes d'elles també trencades i basculades (Fig. 9.10.7) han contribuït activament a l'ocultació (GINÉS, 1995a). El creixement tridimensional de la cova i l'abració produïda per la mar ha originat l'obertura a l'exterior de la cavitat per tres llocs diferents. L'efecte s'aprecia més a la cova D pel fet d'estar actualment al nivell de la mar; així prop de l'entrada es veuen abundants còdols i algunes morfologies d'abració que han afectat parets i formacions, però és ben probable que les altres boques (a +2 i +4 m) també s'hagin vist afectades pel modelat litoral. Els processos sedimentaris que temporalment es produeixen a cala Varques Petita ens mostren un procés actiu extrapolable al sofert en el passat per moltes cavitats litorals que es troben totalment o parcial envaïdes per platges i dunes fòssils (CUERDA, 1975; GRACIA *et al.*, 1997; GRACIA & VICENS, 1998; GRACIA *et al.*, 1998a). Si no fos per la reactivació de l'efecte erosiu, segons el règim de corrents i tempestes que fan desaparèixer la platja, aquesta entrada romandria tancada.

Els espeleotemes

Els més representatius són els de degoteig (estalactites, estalagmites i columnes, Fig. 9.10.7), els de flux (colades pavimentàries) i els espeleotemes freàtics (pretèrits i subactuals). Es troben repartits per tota la cavitat i recobreixen les roques caigudes de parets i sostres. Són més abundants a la cova D, la connexió entre la cova C i la cova A i a la vorera del llac de la cova des Xuetes, en forma d'espeleotemes freàtics. La cova A posseeix exemples de notables estalagmites i columnes. Les voreres del llac posseeixen creixements freàtics subactuals, alguns molt espectaculars. Per accedir de la cova C a la cova A s'ha de passar entre columnes, algunes de bones dimensions i altres formacions i es pot davallar per entre colades estalagmítiques fins assolir els -16 m, continuant entre els blocs uns metres més. Es veuen diferents paleonivells freàtics a -15 m. En direcció a la cambra Lladres són abundants els espeleotemes caiguts i a la sala. En aquesta cambra alguns blocs caiguts del sòtil sobresurten de l'aigua i en alguns indrets estan parcialment coberts de belles formacions litoquímiques, especialment estalactites, estalagmites i colades pavimentàries. La cova D, a la zona més propera a la boca, no és gens còmoda de transitar, ja que té diverses estretors, tant per la baixa alçària del sòtil, com pels passos quasi tancats per concrecionament; abunden les colades pavimentàries. Els processos de sol·lifluxió ha provocat el trencament de columnes de bona mida, provocant la separació a la part del sòtil de devers 2 m en vertical i 0,5 m en desplaçament horitzontal.

Hi ha mostres de processos corrosius recents que afecten espeleotemes de diferents llocs inundats: així a l'O del llac de la cova A, les parets estan molt afectades per la corrosió, també a la cambra dels Lladres les colades estalagmítiques submergides fins als -5 m estan localment molt descalcificades. Hi ha diversos registres d'estabilitzacions dels nivells dels llacs: estalactites recobertes de sobrecreixement freàtic subactual als llacs de les coves A i D; paleonivells a -15,3 m, al costat del sifó de connexió entre les coves A i C; marques horitzontals de color negre a -1,8 m, a la part submergida que voreja el llac O de la cova A.

Sales d'esfondrament

Podem considerar la cavitat formada per quatre unitats d'esfondrament que corresponen amb la cova A, la cova C, la cambra dels Lladres i la cova D. Els blocs

caiguts gairebé han separat, quasi totalment, alguns llocs d'altres i és necessari acotar-se o reptar per diferents àmbits per poder transitar. Sota les aigües i fins a la màxima cota a la qual es pot accedir, els processos d'esfondrament és la més representativa.



Figura 9.10.7: Sala d'esfondrament recoberta d'espeleotemes, alguns dels quals s'han vist afectat per processos de solifluxió. Foto M. Crespi.

Els sediments

La cova D, especialment prop de l'entrada, es troba especialment influenciada per la dinàmica marina, ja que segons els corrents imperants obrin o tanquen l'accés a la cavitat. Si predomina la sedimentació és forma una platja, cala Petita, que obstrueix i sepulta sovint la boca. La cova C és on es produeix una major deposició de sediments vermells dins el sistema, encara que es troben repartits per molt d'indrets. A la cambra dels Lladres s'ha produït l'acumulació d'abundants capes de calcita flotant, formada en la superfície del llac que envolta la sala. També hi ha acumulacions sedimentàries de calcita, producte de la descalcificació de la roca mare.

Part faunística

La cova de Cala Varques A, va esser citada per GINÉS & GINÉS (1977) com a localitat representativa de *Typhlocirolana moraguesi*. *Protoneocyclops mediterraneus*, rara espècie de la família halicyclopinae, descrita originalment d'una cavitat menorquina i trobada després a una cova del sud d'Itàlia i a la cova "C" de Cala Varques.

Conservació de la cavitat

Estan situades dins zona LIC. La cova des Xuetes està habitada il·legalment i s'utilitza durant tot l'any com a habitatge per a acampadors (Fig. 9.10.8); aquests realitzen tot tipus d'activitats quotidianes que resulten incompatibles amb la seva conservació. De fet, els ocupes han modificat l'interior de la cavitat i han instal·lat una barbacoa, prestatgeries, mobiliari i un tendal per protegir-se del sol. La cova C, malauradament s'empra habitualment com a excusat pels banyistes de la cala.



Figura 9.10.8: La cova des Xuetes, a la cova de cala Varques A es fa servir habitualment com a vivenda. Foto Última Hora.

9.11. COVA DE CALA VARQUES B (Manacor)

Situació geogràfica

Situada a la cala homònima, dins zona LIC i ANEI a la marina de Manacor. El paisatge, juntament amb el de les altres marines del migjorn mallorquí es caracteritza per l'horitzontalitat del relleu, ocupat per la garriga de mata i d'ullastre, acompanyada ocasionalment d'una coberta de pins i savines. La línia de contacte entre la marina i la mar són els penya-segats d'alçària mitjana. La boca s'ubica al costat S de la cala que dona nom a la cova, la qual esta situada entre cala Falcó i el racó de s'Olla, tancada per les puntes de Llevant i d'en Barrufau.

Història resumida de les exploracions i de les feines de camp

1970 - La part terrestre coneguda de la cavitat va ser topografiada per part de J. Xiviell, J. Ripoll i V. Garcia, de l'SCM i publicada per TRIAS & MIR (1977).

1997 - 2000 - El GNM va realitzar l'exploració subaquàtica i els treballs de documentació de la cavitat al llarg de 35 dies de busseig des de l'any 1997 fins al 2000 (GRÀCIA *et al.*, 2000). El nombre total d'immersions va ésser de 64 (pràcticament 2 cabussadors per dia), amb una mitjana per immersió de 90 minuts. El total de la tasca de camp dins la gruta, sumant les hores realitzades per tots els membres de l'equip va suposar 106 hores, de les quals 92 han estat subaquàtiques. Els bussejadors van ésser: Bernat Clamor, Francesc Gràcia, Juan José Lavergne i Pedro Gracia. Òscar Espinasa va realitzar fotografies i Peter Watkinson i Tòfol Monserrat van ajudar amb la topografia terrestre de la cavitat.

1997 - S'avança en direcció S-SO, progressant pel que sembla una continuació de la sala d'Entrada sota l'aigua (galeria Principal). Arriba a un esfondrament a on la cavitat es ramifica i prossegueix per la galeria de les Tortugues i també s'explora un nivell superior de galeries. En dates posteriors es prossegueix per la mateixa galeria d'Entrada, però en sentit contrari fins arribar a una zona on les dimensions es redueixen dràsticament (galeria dels Aliens), després d'haver recorregut un bon tram la galeria s'eixampla fins a una sala allargada plena de paleonivells freàtics, especialment formats sobre estalagmites (cambra dels Aliens). En total s'han fet 3 dies d'immersions, els bussejadors varen ésser Bernat Clamor i Francesc Gràcia.

1998 - Continuació de les exploracions a les galeries Laberíntiques. Troballa de la cambra de l'Esfínter després de superar un estret laminador que permet accedir a la sala Fonda, després de superar l'Esfínter. En total s'han fet 8 dies d'immersions, els bussejadors varen ésser Bernat Clamor, Francesc Gràcia i Juan José Lavergne.

1999 - Troballa de petites continuacions a la sala Fonda. Prossegueixen les tasques topogràfiques i fotogràfiques. En total s'han fet 8 dies d'immersions, els bussejadors varen ésser Bernat Clamor, Francesc Gràcia, Juan José Lavergne i Pedro Gracia.

2000 - Exploracions de continuacions a les galeries Paral·leles i a la sala Fonda. Prossegueix la feina de documentar la cavitat i s'efectuen algunes troballes paleontològiques. Es fan 16 dies d'immersions, els bussejadors varen ésser Bernat Clamor, Francesc Gràcia, Juan José Lavergne i Pedro Gracia.

Descripció de la cavitat

La cova segueix una direcció predominant NE-SW, tret de la galeria dels Aliens que és NW-SE (Fig. 9.11.0). El recorregut projectat total de la cova és de 1.068 m (986 m subaquàtics i 82 m aeris). El sistema principal (galeria de les Tortugues - galeria Principal - galeria dels Aliens) d'un extrem a l'altre té una llargària de 322 m. El desnivell global de la cova és de 36,5 m (del punt més alt, a +6 m, al més baix a -30,5 m). La potència màxima de roca situada sobre les galeries és de 40 m. La boca s'obri a uns 6 m snm i permet accedir a una galeria terrestre de 74 m amb les seves cotes més baixes ocupades per un llac. La sala d'Entrada forma part de la galeria Principal (subaquàtica) ja que és l'esbucament d'un dels costats que sobresurt per defora de l'aigua (Fig. 9.11.1). La galeria de les Tortugues presenta dos nivells superposats de galeries. Les galeries Laberíntiques tenen la mateixa direcció predominant que la galeria Principal i en alguns llocs formen amb ella fins a cinc galeries paral·leles. Després de recórrer 57 m de la galeria Principal, en un revolt, comença la galeria dels Aliens de 120 m de longitud en direcció NW. Al final de la galeria Principal, un laminador permet accedir a una cambra d'uns 30 x 8 m, amb la part terminal que es va fent estreta i quan sembla que es tanca s'obre al terra un passatge vertical (l'Esfínter) que condueix a la sala Fonda. Es tracta d'una gran sala de dimensions màximes 68 x 32 m, que es troba a un nivell inferior al de la resta de la cavitat, i assoleix els -30,5 m de fondària.



Figura 9.11.1: Llac d'entrada a la cavitat. El rost de materials que formen la sala d'esfondrament prossegueix sota l'aigua. Foto A. Cirer.

En direcció S, estan compreses entre -9 i -11 m a la galeria superior de les Tortugues i entre -13 i -17 m a la galeria inferior. A diferents indrets ambdós nivells estan connectats. De cap al N, entre -9,4 i -18 m a la galeria dels Aliens. Si es consideren una unitat els nivells superposats i localment units de la galeria de les Tortugues i es comparen amb les cotes de la galeria dels Aliens podem observar que coincideixen. Les galeries Paral·leles entre -6 i -11 m. La sala Fonda presenta fondàries freqüents entre -16 i -28 m, encara que assoleix els -30,5 m. Les amplàries de la sala Fonda estan entre 15 i 23 m. La galeria de les Tortugues presenten amplàries entre 2 i 4 m, llevat d'una sala que assoleix els 14 m. La galeria del Aliens estan entre 2 i 6 m, amb l'excepció de la sala amb 11 m d'amplària. Les galeries Paral·leles entre 1,5 i 5 m d'amplària. La galeria d'Entrada entre 8 i 21 m d'amplària. Les galeries Laberíntiques, amb control estructural, són la zona de la cavitat on s'aprecien més bé les morfologies de corrosió. La galeria dels Aliens i la galeria de les Tortugues semblen poc afectades per episodis d'esfondrament. A la galeria de les Tortugues es veuen galeries freàtiques superposades i interconnectades en alguns trams. Els espeleotemes més abundants són els de degoteig, així com els de flux. També hi ha estalagmites còniques i espeleotemes freàtics.



Figura 9.11.2: Galeria de les Tortugues. Accés a continuacions en forma de galeries freàtiques circulars. Foto A. Cirer.

SALA D'ENTRADA

La boca, mig amagada per la garriga, s'obri a uns 6 m snm, per entre blocs caiguts. Està formada per una llarga galeria terrestre de 74 m, paral·lela a la línia de costa i les seves cotes més baixes estan ocupades per les aigües freàtiques al llarg de tot el seu recorregut (Fig. 9.11.1). Les formacions secundàries més destacades són els espeleotemes freàtics subactuals que limiten les voreres del llac. Aquest a l'hivern té una termoclina molt marcada. La fractura que s'aprecia a l'interior de la cova, per damunt del llac, sembla tenir relació amb un petit espadat exterior.

GALERIA PRINCIPAL

La sala d'Entrada forma part de la galeria Principal, ja que és senzillament l'esfondrament d'un dels costats que sobresurt per defora de l'aigua. El rost prossegueix aigües avall, topant en molt dels llocs amb la paret de l'altre costat (Fig. 9.11.9). El pendís, de materials de tota mena, està parcialment recobert d'espeleotemes, la majoria d'ells afectats per trencaments i corrosions. La galeria segueix una direcció NNE-SSO, amb una amplada que va dels 28 m als 8 m i una alçària màxima de 7,5 m. La roca

calcarenítica blanca destaca a les parets i sostres, de vegades semioculta pel concrecionament axial o parietal, molt enfosquit i afectat pels processos de dissolució.

GALERIA DE LES TORTUGUES

Al lloc on s'obrin diverses continuacions comença aquesta ruta de 124 m i -16,5 m de fondària màxima. S'hi accedeix a través d'un passatge (Fig. 9.11.2) d'uns quatre metres de llarg, de sostre baix, que condueix a una bella sala, amb estalagmites còniques i algunes formacions freàtiques a -14 m (Fig. 9.11.8). A les parets podem visualitzar la franja d'inundació pels sobrecreixements freàtics parietals. Més endavant podem apreciar les fractures generadores del conducte. El pis de la galeria sol estar a -16,5 m i el sostre d'aquest nivell als -13,5 m i s'uneix en bona part del recorregut amb la galeria Superior. La part final es va fent estreta fins que es tanca.

GALERIA SUPERIOR

Comença prop del sostre a un costat del final de la galeria Principal, i forma les característiques galeries freàtiques de baixa alçària. Al final coincideix amb la part superior de la galeria de les Tortugues formant una unitat, encara que es veu que s'ha generat aprofitant una mateixa diàclasi en diferents períodes de temps (Fig. 9.11.5).



Figura 9.11.3: Sala dels Aliens. Espeleotemes relacionats amb la presència d'un antic llac.
Foto A. Cirer.



Figura 9.11.4: Sala Fonda. Forma part d'una unitat independent de dissolució a més fondària que la resta de la cavitat. S'assoleixen els 30 m de fondària. Foto A. Cirer.

El sostre de la galeria Superior sol estar entre els -10 i -11 m. També aquí hi ha formacions litoquímiques i els processos agressius han afectat tant els espeleotemes com la roca estructural.

GALERIES LABERÍNTIQUES

Tenen la mateixa direcció predominant que la galeria Principal i en alguns llocs formen amb ella fins a cinc galeries paral·leles, d'amplària i alçària molt variable. N'hi ha dues que formen un circuit complet. Les dimensions són molt variables, amb els fons entre -8 i -11 m. És globalment la zona de la cavitat on apreciam més bé les morfologies de corrosió que han afectat les parets, de forma que comuniquen algunes de les galeries entre sí, bé directament o per forats impenetrables. Així i tot estan proveïdes de formacions secundàries. Es veuen a molts d'indrets forats i conductes seminals.

GALERIA DELS ALIENS

Després de recórrer 57 m de la galeria Principal, en un revolt, comença aquesta galeria de 120 m de longitud en direcció NO. Al llarg d'un bon tram del conducte, el

sòtil es troba a només 1 m del terra i aquest a uns 10-12 m de profunditat. La galeria, que sembla poc afectada per episodis d'esfondrament, incrementa el volum cap al final, formant la sala dels Aliens (Figs. 9.11.3,6). Aquí l'alçària del sostre és de gairebé 5 m i l'amplada de 17 m, amb una fondària màxima de quasi 19 m. Tot el tram de la galeria es troba just per sota del torrent de Cala Varques (amb una potencia de roca compresa entre els 12 i 18 m), el qual prossegueix després per damunt de la sala Fonda, situada al final de la platja. Es veuen alguns buits, conductes iniciadors i cúpules de corrosió, així com evidències de corrosió que afecten també formacions secundàries. El sostre de la galeria, especialment al començament, té abundants indicis d'haver estat cobert d'estalactites que han estat dissoltes fins a la base en molts d'indrets. Els espeleotemes són especialment abundants cap a la part final, destacant els paleonivells freàtics (-15 m), formats entorn d'estalagmites, que semblen de tipus cònic, que caracteritzen la sala, dotant-la d'un ambient misteriós (Fig. 9.11.6).

CAMBRA DE L'ESFÍNTER

S'inicia amb un laminador tombat de 8 m de llarg que accedeix a la cambra d'uns 30 m x 8 m, amb la part terminal que es va fent estreta i quan sembla que es tanca s'obre al terra un passatge vertical (l'Esfínter) que condueix a un costat del sostre de la sala Fonda. Tota la cambra posseeix un bon grapat de morfologies i episodis evolutius: formacions primàries, com les esmolades parets que afecten l'Esfínter; blocs caiguts (alguns sobre estalagmites) i espeleotemes. Al començament de la davallada cap a la sala hi ha una colada parietal molt corroïda que sembla que degué tancar per complet l'Esfínter, abans de reactivar-se els processos de dissolució.

SALA FONDA

Es tracta d'una gran sala de direcció N-S, de dimensions màximes 68 x 32 m, que es troba a un nivell inferior al de la cambra de l'Esfínter i a la resta de la cavitat, i assoleix els -30,5 m, valor màxim per a les coves situades a les calcarenites tortonianes de Mallorca (Fig. 9.11.4). Poc després de l'Esfínter és a on pren el màxim volum. En direcció S el sostre davalla dels -14 fins als -26 m, predominant els -21 i -22,5 m. El fons del centre i S es manté bastant constant, entre els -27 i -29 m, mentre en direcció N remunta fins als -12 m, entre el rost d'un gran esfondrament, parcialment recobert per formacions estalagmítiques. La roca i el fons són de color negre, aquest darrer recobert en gran part per una capa de fang. A més del volum i la fondària destaquen una

estalactita i estalagmita coincidents, de grans mida; però en general el sostre esta quasi desproveït de formacions secundàries a excepció de les zones amb paleonivells freàtics, formats a partir d'estalactites (a -16,6 i -21 m). Dues galeries laterals i oposades d'uns 20 m i un laminador a la paret, són les úniques continuacions penetrables. La sala es troba a la part final de la platja, per davall de la torrentera.

Superposició de la cavitat respecte de la superfície

Malgrat estar situada a pocs metres de la cova de cala Varques ACD i de la cova de ses Tortugues, no s'han pogut connectar. Ocupa la zona més interna de la cala i es desenvolupa per davall de la garriga. Una part de la cavitat, la galeria dels Aliens, transcorre per davall del torrent que drena dins la cala. La sala Fonda es troba just al final de la platja. La potencia de roca situada sobre la galeria de les Tortugues està compresa entre els 37 i 40 m.

Espeleogènesi

Cavitat de la zona de mescla costanera que en planta mostra una disposició ramiforme. Coexisteixen galeries poc o gens evolucionades i d'altres on predominen totalment les morfologies d'esfondrament. També són visibles galeries disposades a distints nivells, amb connexions de vegades molt angostes. El gran desnivell que presenta la sala Fonda en contraposició a la resta de la cavitat, fa pensar que tal vegada es tracti d'una unitat

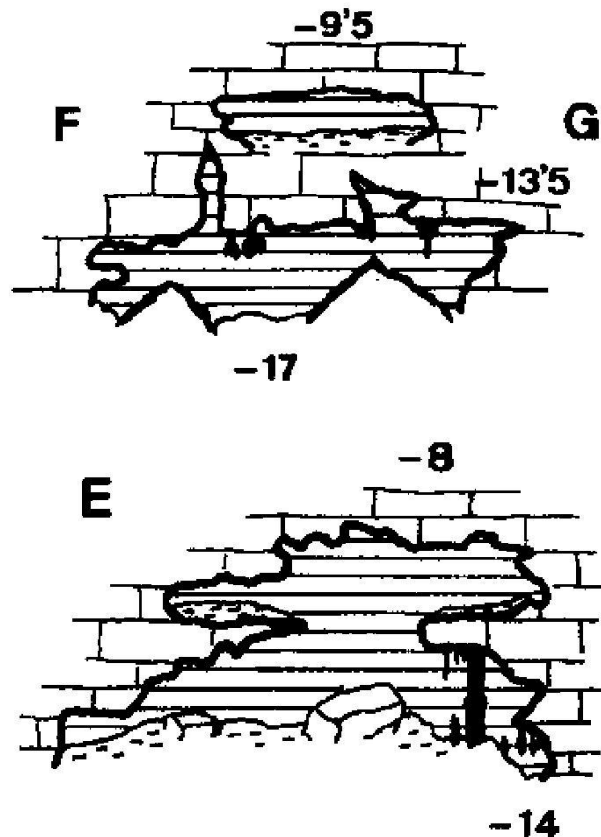


Figura 9.11.5: Seccions de diferents trams de la galeria de les Tortugues. Representen diferents estadis evolutius d'interconnexió entre una galeria superior de menor entitat i una inferior.

generada de forma independent i que s'hagi fusionat posteriorment. Un altre argument a favor és que l'Esfinter, lloc de connexió vertical entre ambdós àmbits, no es tracta d'un pas entre de blocs caiguts i sí de formes de dissolució que comuniquen aquests espais. De la mateixa manera, la cambra de l'Esfinter connecta amb la galeria Principal mitjançant un laminador inclinat de roca mare, format per dissolució. Possiblement les zones de major volum s'han generat per una litologia més favorable a la dissolució, segons les fàcies d'escull més propenses.

Morfologies de corrosió

A nivell de macroformes, la galeria de les Tortugues seria una galeria freàtica estructural tectònica localment i en altres trams galeria freàtica circular, fins i tot en dos nivells superposats d'espeleogènesi. La galeria dels Aliens és més bé galeria freàtica circular. La pròpia sala Fonda es pot considerar com una sala freàtica de grans dimensions, més modestes són la sala que es troba a la galeria de les Tortugues i la sala dels Aliens. A nivell de mesoformes, es troben envans, preferentment horitzontals i ponts; així com galeries cegues i conductes seminals. Les microformes tipus tupins i concavitats poc marcades es troben per tot arreu.

Els espeleotemes

Els espeleotemes més abundants són els de degoteig (estalactites, estalagmites i columnes), així com els de flux (colades pavimentaries i parietals), mentre són gairebé absents els de percolació. Els espeleotemes més espectaculars serien una gran estalactita i la corresponent estalagmita, que sumen ambdues uns 10 m al mig de la sala Fonda, a la qual doten d'una gran bellesa i espectacularitat (Fig. 9.11.4). A diferents indrets es troben columnes afectades per processos de solifluxió i fins i tot trencament i caiguda, el que demostra que s'han produït reajustaments dels blocs de la base a on es sustenten (Fig. 9.11.7). Hi ha estalagmites còniques repartides a diferents localitzacions de la cova, algunes de gran mida. Els espeleotemes freàtics són presents en forma de revestiments de cristallitzacions a les parets i sobre estalactites i estalagmites. Al propi llac d'entrada es troben espeleotemes amb recobriments freàtics subactuals. Són



Figura 9.11.6: Galeria dels Aliens, galeria freàtica circular amb abundants columnes i altres espeleotemes. Foto A. Cirer.

macrocrystal·lins a la galeria de les Tortugues i rugosos a la sala Fonda. Provenents de la cova, s'han analitzat (TUCCIMEI *et al.*, 1998) diverses estalactites aèries recobertes per un precipitat calcari d'origen freàtic centimètric. Les estalactites foren recol·lectades a +1,4 m a les immediacions del llac que ocupa la cavitat, en el sector més proper a l'entrada. L'edat obtinguda aporta valors de 83 ka, que correspon al subestadi isotòpic 5a, que a la vegada es relacionaria amb el pis Neotirrenià de la terminologia marina mediterrània. De la mateixa cota se n'han datat de 112 ka, corresponents al subestadi 5 e. Procedents d'aquesta cavitat, s'han observat diverses estalactites recobertes per sobrecreixements freàtics que es troben avui en dia per davall del nivell marí. Es tracta d'espeleotemes d'origen subaquàtic relacionats amb antics nivells d'estabilització de la superfície de les aigües freàtiques, controlada a la vegada per les oscil·lacions negatives del nivell marí durant el Quaternari. S'han recol·lectat mostres d'aquests nivells per la datació per la tècnica de les sèries d'urani (Th/U) (TUCCIMEI *et al.*, 2000). Aquests paleonivells regressius corresponen a les cotes següents: -13,5; -14; -16,5 i -21 m. Cal dir que els -13,5 i -21 han sofert intensos processos postdeposicionals de redissolució i per tant no ha estat possible datar-los. Els resultats de les anàlisis dels nivells -14 i -16,5 m ens informen d'una pulsació de caràcter fred situada entorn dels 125.000 anys,



Figura 9.11.7: Columnes basculades de la galeria Principal, testimonis dels abundants reajustaments i processos que ha sofert la cavitat. Foto A. Cirer.

que quedaria situada enmig de l'òptim climàtic del darrer interglaciari (subestadi 5e). Aquestes dades ens indiquen canvis paleoambientals radicals i molt sobtats, explicables en base a alternances climàtiques, amb fases intermèdies d'estabilitat que permeteren la formació d'aquests paleonivells d'espeleotemes freàtics (TUCCIMEI *et al.*, 2000).

Sales d'esfondrament

La major part de la galeria Principal és un gran esfondrament que de SE a NO forma un rost que parteix de la boca d'entrada i es perllonga sota les aigües a més de 9 m de fondària. La llargària de l'esfondrament supera els 130 m (Fig. 9.11.9). L'altre gran esfondrament, de 35 x 25 m d'eixos majors, està a la sala Fonda i tanca possibles continuacions en direcció NE. Parteix dels -12 m i assoleix els -29 m. La major part de la cavitat no està afectada per processos d'esfondrament importants i predominen les galeries freàtiques poc modificades.



Figura 9.11.8: Estalagmites còniques de la galeria de les Tortugues. Es van formar al llarg d'una pulsació climàtica freda, en davallar el nivell freàtic fins a la franja que es veu a les parets amb recobriment freàtic. Foto A. Cirer.

Els sediments

No han estat estudiats, però són abundants, especialment a la galeria Principal, sala Fonda, galeries Paral·leles i gran part de la galeria dels Aliens.

Part paleontològica

S'ha trobat, a les galeries sota l'aigua, una dent del tauró de l'espècie *Odontaspis cuspidata* (det. D. Vicens), abundants en el Miocè de Mallorca (BAUZA, 1946) i ossos de tortuga. El material fòssil quaternari recol·lectat és una mandíbula esquerra juvenívola de *Myotragus balearicus* trobada a la galeria de les Tortugues, a uns 100 m a l'interior i a 15 m de fondària sota l'aigua. (Consultar Capítol 19).

Conservació de la cavitat

Aquesta localitat s'ha alliberat de moment, de la transformació urbanística que han sofert bona part de les cales del Migjorn; la zona esta considerada àrea Natural d'Especial Interès i també és zona LIC. Una de les amenaces que pateix és l'abocament de bosses de fems i altres deixalles a l'entrada o bé a l'interior de la primera sala, en tirar-les els que acampen a poca distància de la boca, per petits forats que connecten amb la cavitat.



Figura 9.11.9: La galeria Principal és una gran sala d'esfondrament, dins la qual es troba l'entrada a la cavitat. Foto A. Cirer.

PART IV. DISCUSSIÓ DEL CARST
COSTANER

Capítol 10. PATRONS DE LES COVES AL CARST EOGENÈTIC COSTANER DEL MIGJORN I LLEVANT DE MALLORCA

10.1. Introducció

Aquest capítol està basat en l'article de GINÉS *et al.* (2009). El coneixement dels patrons de les coves està en funció òbviament de les estadístiques sobre les topografies disponibles de les cavitats. La topografia de cavitats costaneres s'inicia en la dècada del segle XIX, amb l'exploració i topografia de gairebé 2 quilòmetres de les famoses coves del Drac per Eduardo A. Martel. Durant anys, la gran quantitat de dades topogràfiques recollides per espeleòlegs convencionals (no espeleobussejadors) semblaven confirmar que les coves més típiques de la plataforma superior del Miocè del sud-est de Mallorca consisteixen bàsicament en una o més sales d'esfondrament connectades en un patró pel que sembla a l'atzar i inundades parcialment per la pujada postglacial del nivell del mar (Fig. 10.1).

El coneixement de les coves depèn de la disponibilitat de mapes detallats de les cavitats. La realització de la topografia de les coves situades en les proximitats del mar és obstaculitzada amb freqüència per la proximitat del nivell de les aigües freàtiques (Fig. 10.2). Moltes coves costaneres apareixen inundades en gran part del seu desenvolupament per la pujada postglacial del nivell del mar i la pujada consegüent del nivell freàtic. Per aquesta raó, l'elaboració de les topografies de les coves en aquests sistemes càrstics parcialment o total submergits requereix no només fer la topografia de les galeries i sales aèries, sinó també les extensions que es troben inundades sota el nivell de les aigües. Les recents exploracions dels espeleobussejadors i les detallades topografies de cavitats realitzades de les zones submergides incrementen el coneixement dels sistemes de coves litorals de la regió del Migjorn i Llevant. Aquestes noves dades suggereixen que els coneixements anteriors sobre els patrons de les coves que es troben en aquest carst eogenètic s'han de posar al dia per recollir la informació proporcionada aquestes dues darreres dècades. A partir d'aquestes informacions, tres noves evidències importants han de ser considerades: 1) la connectivitat entre les coves arriba a ser major

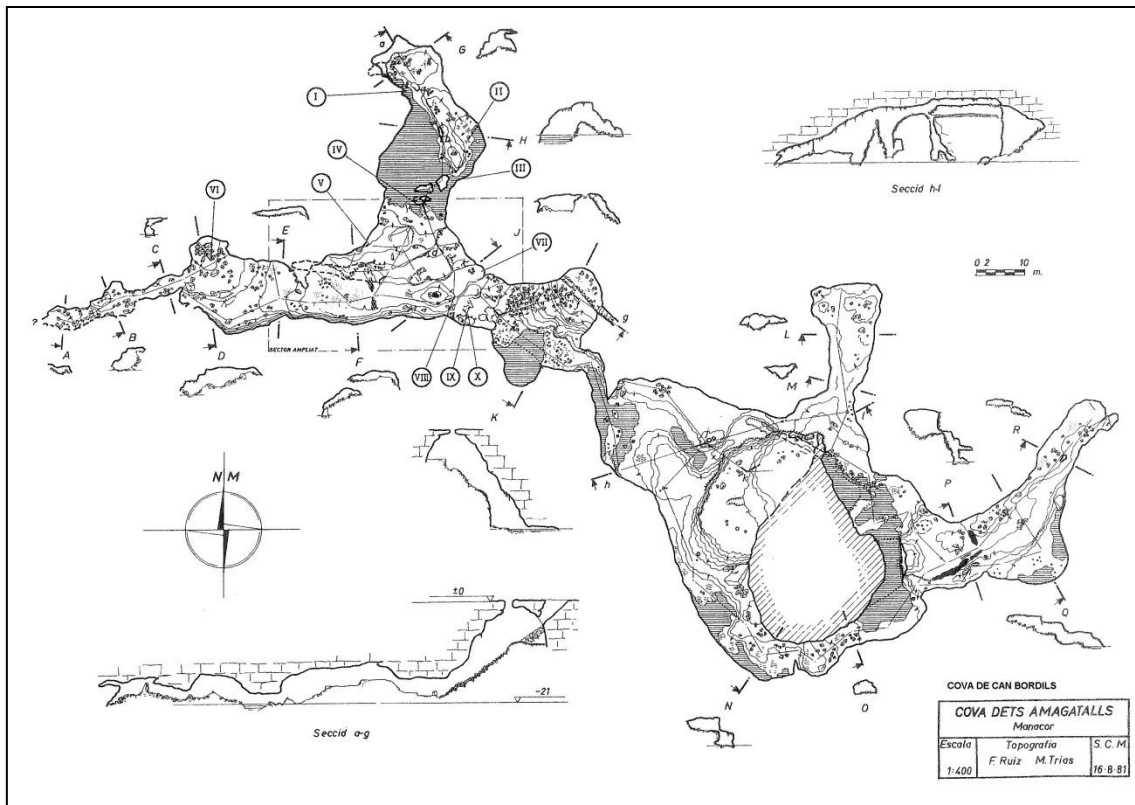


Figura 10.1: Exemple de topografia “clàssica” a on apareixen els llacs representats. Es pot interpretar la cavitat com una unió de diferents sales d’esfondrament.

de l'esperat; (2) les unions entre les diferents cavitats es localitzen per sota del nivell de les aigües; (3) les morfologies d'esfondrament també caracteritzen una part de les porcions submergides de les coves costaneres, encara que per segons quines cavitats o bé zones determinades, abunden les galeries freàtiques poc evolucionades que també connecten cavitats o bé representen continuacions de l'aparell endocàrstic.

Un dels objectius principals en la topografia és l'anàlisi i interpretació dels patrons de les coves. Això és especialment cert en el cas del carst costaner, perquè les comparacions entre els patrons de diverses cavitats poden reflectir diversos processos espeleogenètics, tals com la relació entre el desenvolupament de la cova i el glacioeustatisme, la presència de galeries freàtiques poc evolucionades i poc desplaçades en vertical respecte als horitzons espeleogenètics que les generaren, el paper dels processos d'esfondrament en l'evolució de les coves o les influències bioclimàtiques, geoquímiques i estructurals implicades, ja que la informació significativa pot ser obtinguda emprant mapes detallats de les coves.

La topografia de coves en el carst costaner de la regió del Migjorn i Llevant, té una llarga història d'exploració, topografia i discussió científica sobre els mecanismes de formació de les cavitats, que s'inicia a finals de la segona meitat del segle XIX. En resum, tres períodes principals poden distingir-se: 1) les descripcions pioneres

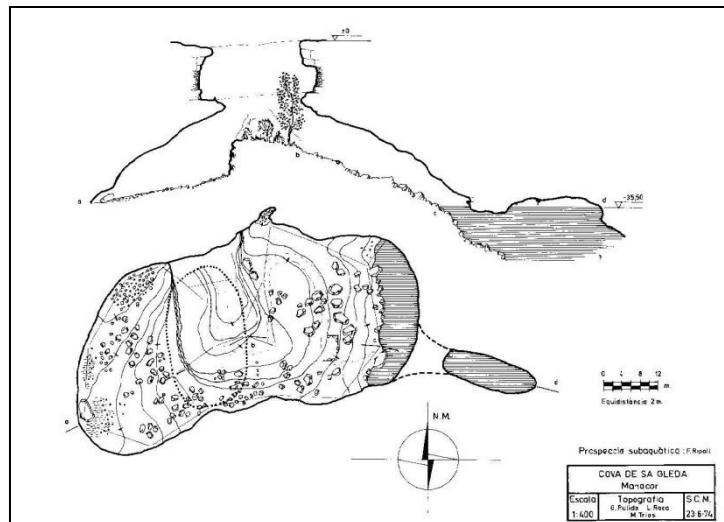


Figura 10.2: L'entrada de la cova de sa Gleda és un altre bon exemple de com pot canviar el coneixement d'una cavitat amb el temps i com evoluciona la seva topografia.

d'alguns cèlebres cavitats litorals (incloent el mapa de Martel de les coves del Drac); 2) les topografies convencionals de moltes coves de la regió suggereixen un patró típic i repetit format de sales d'esfondrament pel que sembla aïllades, unides entre si de forma aleatòria; i 3) les topografies recents dels espeleobussejadors demostren connexions subaquàtiques entre les coves i en alguns casos fins i tot amb la mar i l'existència de xarxes de galeries freàtiques d'important recorregut espeleomètric.

10.2. Topografia de cavitats: Una qüestió d'accessibilitat

Produir mapes precisos i detallats de les coves requereix superar els problemes tècnics implicats en l'exploració de cada cavitat i el més important, travessar tots els espais mínimament penetrables de la cova. La disponibilitat de mapes de coves segueix depenent de l'exploració, que s'incrementa amb el temps (Figs. 10.2, 10.3). No obstant això, el límit més obvi per a la topografia de coves és la grandària mínima accessible per poder penetrar, per la qual cosa, moltes zones d'una cova estan fora de l'accés d'espeleòlegs i només pot ser interpretada a través d'observacions indirectes.

Inaccessibilitat representa la major part de l'insatisfactori coneixement de les coves costaneres i sistemes de coves en totes les zones càrstiques litorals amb l'augment del nivell del mar holocè que va inundar les zones baixes de les cavitats. D'altra banda, els carsts eogenètics no són propensos a promoure el desenvolupament de conductes

ben estructurats, malgrat la seva inherent gran conductivitat hidràulica, impeding l'observació directa i la cartografia de la multitud de diminuts buits interconnectats que transmeten l'aigua cap al mar. D'altra banda, encara és difícil establir generalitzacions sòlides, perquè només una petita proporció de llocs al voltant del món estan a la base de l'enfocament teòric actual als sistemes càrstics costaners (per exemple, Bahames, Mallorca, Florida o Yucatán) i la comparació entre aquests llocs costaners és encara una tasca a desenvolupar en el futur proper.

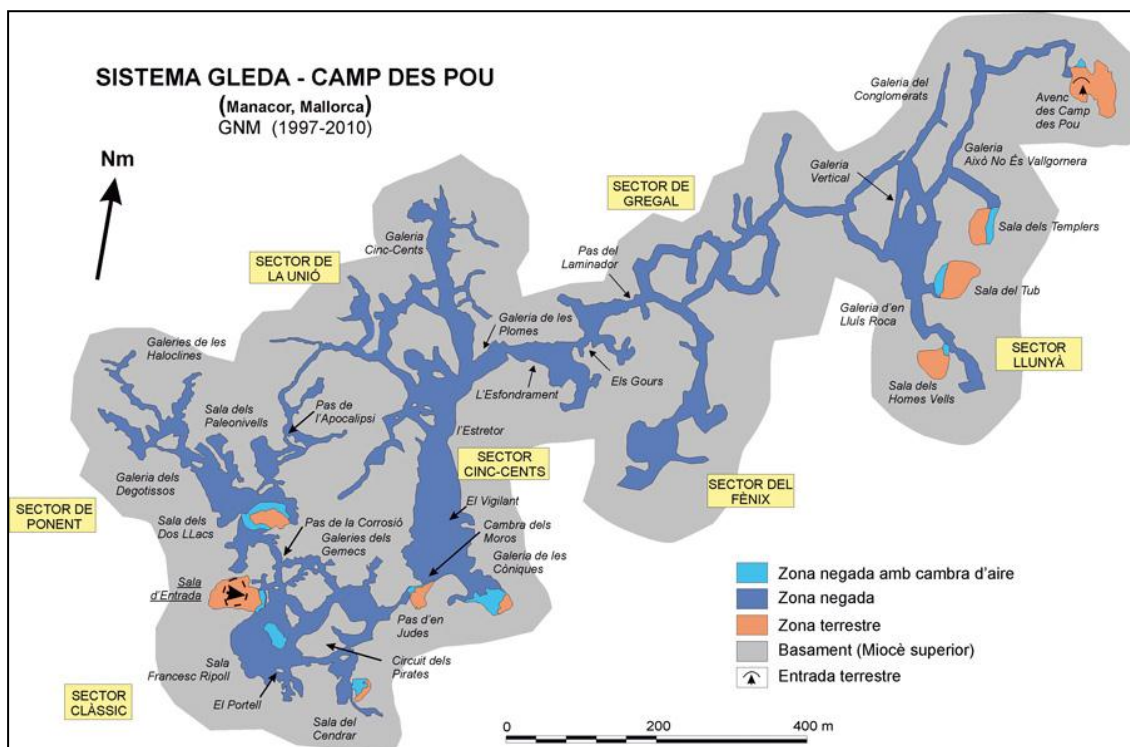


Figura 10.3: Evolució del coneixement de la cavitat, ara sistema Gleda-Camp des Pou i de la seva representació mitjançant la topografia.

10.3. Topografia de coves: Una qüestió de metodologia i estratègia de mostreig

La topografia i cartografia de coves són més que una simple tasca descriptiva. Encara que algunes morfologies de coves són sorprenents, moltes característiques importants s'ignoren amb freqüència en la majoria dels mapes de cavitats. S'apliquen criteris selectius implícitament quan els espeleòlegs trien què forma millor descriu el

perímetre d'una cova, o quan es tracen a l'interior les característiques més rellevants que adjuntar en el dibuix. Les topografies de les coves són l'única manera d'estudiar el patró de les coves, però aquests mapes estan lluny de ser representacions objectives.

Un enfocament alternatiu és assumir aquests fets com el biaix d'incertesa d'un "mètode de mostreig" en particular, amb el que evitant inesperats "artefactes gràfics" que introduir informació enganyosa a través de la cartografia. D'aquesta manera, la topografia de la cova es converteix en un mètode de mostreig específic per a la recollida de dades de camp precises per exemple, en el cas del carst del Llevant i Migjorn de Mallorca, la nostra anàlisi actual dels patrons de coves costaneres es basa en un enfocament de tres nivells sobre la base de la següent escala de grandària i la complexitat cada vegada major: segments de cova, coves individuals i sistemes de cavernes.

10.4. Mapes de segments de coves

L'anàlisi detallada de determinats segments de cavitats, especialment a partir de l'estudi i interpretació de les seccions, pot permetre identificar les característiques de diagnòstic que es relacionen amb específics ambients geoquímics. Per exemple, les grans sales poden estar relacionades amb els buits de dissolució que es desenvolupen en els marges litorals de la costa, o per una especial litologia que ha afavorit especialment la dissolució d'aquests grans volums de roca. Algunes galeries de cavitats són representatives de haver estat generades per la dissolució de la zona de mescla aprofitant fractures verticals, plans d'estratificació o bé són galeries freàtiques circulars poc condicionades per la tectònica o la separació entre capes (Fig. 10.4). També és important informar de la presència significativa de formes de dissolució, així com a mesurar la seva grandària i la freqüència d'aparició. Els mapes de coves proporcionen poca informació sobre les morfologies de corrosió a petita escala (per exemple, presència o absència de regates de corrosió, facetes, morfologies espongiformes, penjants, etc.). En escales més grans, no obstant això, algunes dades significatives poden ser obtingudes mitjançant l'anàlisi de sales i galeries en vista de planta. Les seccions transversals també són informatives perquè les seves formes comunament donen una idea de la seva gènesi. Endemés, el pis de sales i galeries requereix atenció

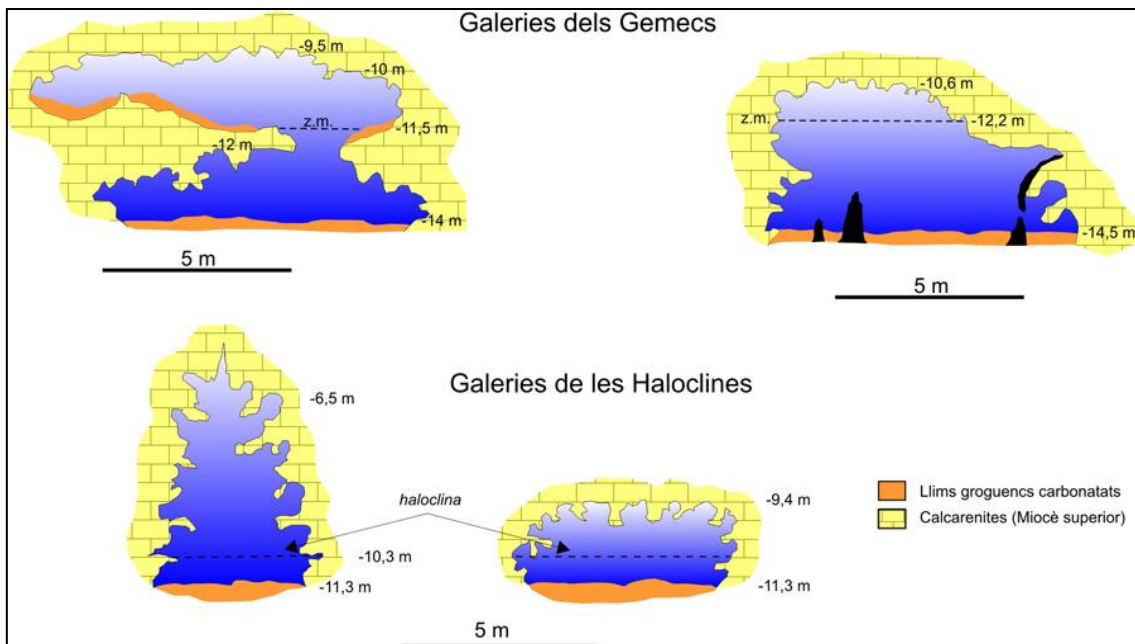


Figura 10.4: Seccions de cavitat que subministren la informació de que es tracta de galeries freàtiques generades per processos de dissolució. En aquest cas s'han representat fins i tot la presència de sediments i de morfologies de corrosió.

detallada per representar als plànols, quan es tracta de reconèixer la presència de sediments, espeleotemes pavimentaris o acumulacions de blocs.

En el carst eogenètic del Migjorn i Llevant, els espeleòlegs terrestres tenen tradicionalment ben representada la riquesa en espeleotemes, els nombrosos casos de processos d'esfondrament i acumulació de blocs i l'escassetat de morfologies de dissolució en quedar desmantellades pels blocs a resultes dels processos d'esfondrament. Això és fàcil de reconèixer en el conjunt de topografies de cavitats realitzades pels espeleòlegs mallorquins abans de les topografies de cavitats o trams subaquàtics. La gran majoria de mapes disponibles representen, detalladament, les sales d'esfondrament amb la presència en planta de blocs caiguts i espeleotemes, fins i tot per sota del nivell freàtic (Fig. 10.5). Més recentment, no obstant això, la topografia realitzada en algunes cavitats subaquàtiques ha incorporat símbols específics amb la finalitat d'indicar la presència de morfologies de dissolució, com certs conjunts de formes de corrosió, incloent les morfologies espongiformes i galeries i conductes individuals (GRÀCIA *et al.*, 2005, 2006a, 2007a). Aquesta informació té un valor addicional, ja que els buits apareixen estructurats en horitzons de dissolució, per sota del nivell freàtic i són inaccessibles pels espeleòlegs convencionals terrestres.

10.5. Mapes de coves individuals

Els mapes de cavitats individuals tradicionals terrestres, en molts de casos han quedat modificats amb els nous descobriments efectuats pels espeleobussejadors, que han incrementat considerablement els mapes antics. La major part dels mapes de cavitats són artefactes de cada etapa de les exploracions, respecte de la veritable cova. En el carst eogenètic de Mallorca, se donen excel·lents exemples de cavitats que il·lustren el resultat de les noves tècniques d'exploració. Per exemple les coves del Drac de Portocristo i la cova Genovesa es varen explorar prèviament per espeleòlegs convencionals que elaboraven mapes detallats tradicionals que s'aturaven en arribar als llacs.



Figura 10.5: Fragment de la planta d'una topografia a on es veu clarament que es tracta d'una entrada d'esfondrament que davalla en rost fins als llacs. També està representada la continuació sota l'aigua en forma de trama.

La zona càrstica al voltant de Portocristo a on es troben les cèlebres coves del Drac, que reflecteix, a gran trets, les característiques típiques de les coves de la regió del carst del Migjorn i Llevant (GINÉS & GINÉS, 1989; GINÉS 2000a, 2000b). La part terrestre d'aquesta cova exhibeix globalment un conjunt de grans unitats d'esfondrament, connectades a l'atzar i envoltades perifèricament per llacs d'aigua salobre. Aquest patró és fàcil de reconèixer a través dels mapes publicats d'aquesta cova durant el darrer segle (MARTEL, 1896; MAHEU, 1912; FAURA & SANS, 1926; GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS *et al.*, 2007). La topografia de la cova actualitzada destaca la direcció en funció del drenatge de les aigües subterrànies. A la seva ubicació entre Portocristo i la encaixada i petita cala Murta. Fins ara, només algunes exploracions esporàdiques de espeleobussejadors havien afegir algunes extensions subaquàtiques

significatives a les coves del Drac (CLARKE, 1991). Les actuals exploracions efectuades a la cavitat han subministrat interessants novetats topogràfiques i espeleogenètiques que fan replantejar-se algunes teories clàssiques fins ara mateix al respecte (inèdit, consultar capítol 9.3).

La cova Genovesa també proporciona un bon exemple dels canvis notables en la seva planimetria com a resultat de les exploracions subaquàtiques i la topografia de detall. Fa vint anys, la cova coneguda incloïa només dues sales d'esfondrament típiques, prop de l'entrada. La topografia recent ha demostrat una ruta errant en direcció de cap a cala Anguilla, oculta als espeleòlegs convencionals, per sota de l'actual nivell freàtic (GRÀCIA *et al.*, 2003a). Tals descobriments suggereixen que les coves anteriorment conegudes, només són accessibles parcialment sense equip d'espeleobusseig. Això pot interpretar-se com que només són accessibles la part superior dels extensos sistemes de coalescència de sales, les arrels originals de les quals com són les galeries freàtiques es trobarien principalment a diferents cotes per sota de l'actual nivell del mar.

10.6. Mapes de sistemes de coves en el carst del Llevant i Migjorn

Els sistemes de coves es poden definir com un conjunt de coves interconnectades per passatges practicables o vinculats hidrològicament o bé com una cova amb un complex i extens recorregut de sales i galeries (GILLIESON, 1996). Com era d'esperar, només algunes de les coves topografiades encaixen dins d'aquest tercer nivell d'escala de la interpretació. A saber, la cova des Coll, la cova dels Ases, la cova de Cala Varques ACD o cova des Xuetes, el sistema Pirata-Pont-Piqueta, el sistema Gleda-Camp des Pou i es Dolç, tenen diverses entrades connectades. Complexos de coves extenses, incloent la cova des Pas de Vallgornera, la cova de Cala Varques B, la cova des Drac de Cala Santanyí, la cova d'en Bassol i les coves del Drac només tenen una entrada coneguda.

Com a resultat de les exploracions sistemàtiques subaquàtiques realitzades al llarg de les darreres dues dècades en els llacs glacioeustàtics de les cavitats del Migjorn i Llevant de Mallorca, diverses coves s'han connectat amb èxit sota l'aigua. L'exploració

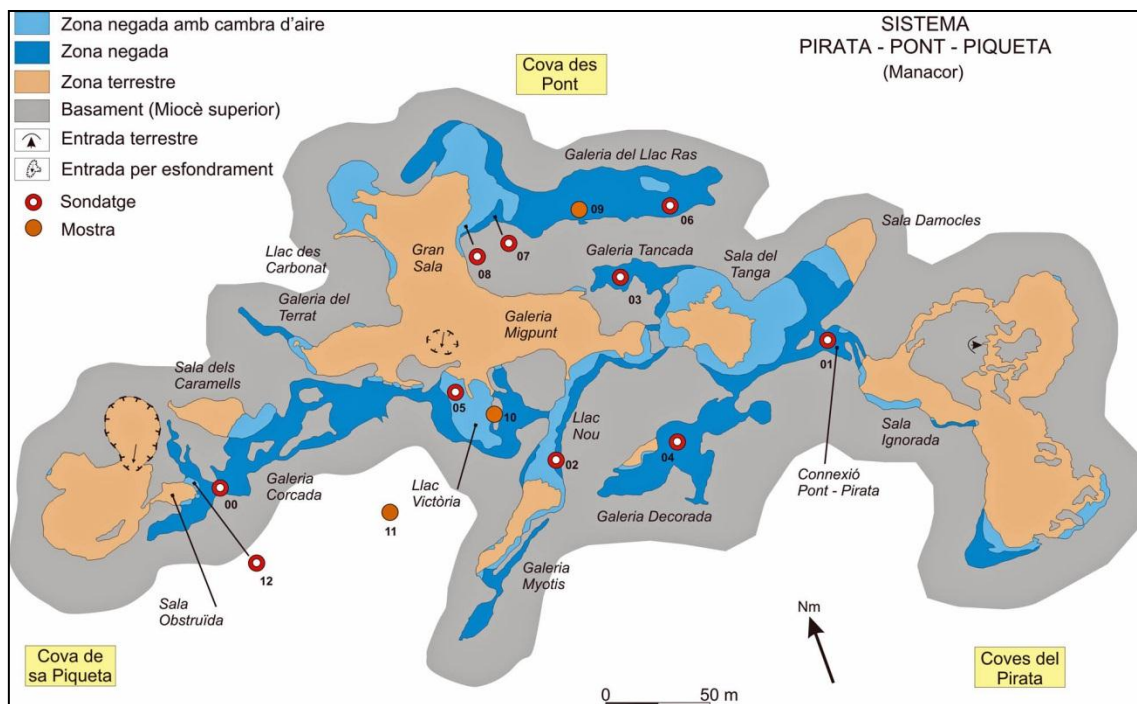


Figura 10.6: Sistema de coves enllaçades per galeries subaquàtiques. Hi ha marcades a la topografia mostrejors de sediments, el que implica la utilitat de la topografia per a altres aspectes a més a més del purament descriptiu o morfològic.

de dues d'elles (la cova des Coll i la cova dels Ases) van portar a una obertura directa al mar, demostrant una connexió hidrològica entre les coves i les sortides d'aigua salobre existents al llarg del litoral a través de conductes accessibles als espeleòlegs bussejadors. Això seria extensible a la cova des Drac de Cala Santanyí, la cova d'en Bassol, és Dolç i les coves del Drac, on només petits esfondraments o acumulacions de sediment impedeixen l'accés directe, però no la connexió des del punt de vista hidrogeològic entre les cavitats i la mar.

La cova des Coll té actualment més de 7 quilòmetres de galeries i sales explorades i topografiades, dels quals pràcticament la totalitat es troben sota l'aigua (GRÀCIA *et al.*, 2005) i destaca per la seva tendència clarament direccional. El patró de la cova no només inclou diverses sales d'esfondrament, sinó també notables galeries freàtiques o de dissolució que formen laberints de conductes. La cova dels Ases és un conjunt de sales d'esfondrament típiques connectades amb la mar a través d'una galeria totalment inundada (GRÀCIA *et al.*, 1997). En tota l'àrea càrstica de les cales de Manacor l'èxit de les exploracions proporcionen una visió sobre el patró del sistema de coves costaneres d'aquesta part de Mallorca. Tres sistemes de coves que s'han

desenvolupat no gaire lluny de la costa no mostren un drenatge directe cap al mar. El sistema Gleda-Camp des Pou té més de 13 km de sales submergides i grans galeries (GRÀCIA *et al.*, 2007). Les coves de Cala Varques ACD o cova des Xuetes consta de tres coves connectades que envolten la cala del mateix nom (GRÀCIA *et al.*, 2000), juntament amb la cova de Cala Varques B, la cova des Genet, la cova des Coloms II i la cova de ses Tortugues. El sistema Pirata-Pont-Piqueta (Fig. 10.6) mostra trajectòries erràtiques i caòtiques (més de 3 km) caracteritzat per la coalescència de vuit grans unitats d'esfondrament, sense connectivitat hidrològica eficient entre elles, i obert a la superfície a través de tres dolines d'esfondrament (GRÀCIA *et al.*, 2006). Els patrons de coves ramiformes dominen en aquests tres sistemes de coves veïnes. Emperò les exploracions prossegueixen i les novetats seguiran ampliant el coneixement del nostre carst eogenètic.

Capítol 11. CARACTERÍSTIQUES HIDROLÒGIQUES DE LES CAVITATS

11.1. Introducció

A l'illa de Mallorca es poden diferenciar diverses regions geològiques condicionades per l'estructuració postalpina. Aquesta estructuració configurarà l'illa en tres àrees muntanyoses (serra de Tramuntana, serres Centrals i serres de Llevant) que limiten dues conques sedimentàries o depressions (conca de Palma - Inca - Sa Pobla i conca de Campos - Manacor). Així mateix, encerclant gran part de les serres Centrals i les de Llevant, durant el Miocè superior s'instal·laren unitats esculloses que avui en dia conformen les Marines

(marina de Lluçmajor, de Llevant i Marineta). Exceptuant els aquífers localitzats a les depressions terciàries, a la resta de regions geològiques hi predominen els aquífers formats en roques carbonatades els quals en la majoria dels casos presenten processos de

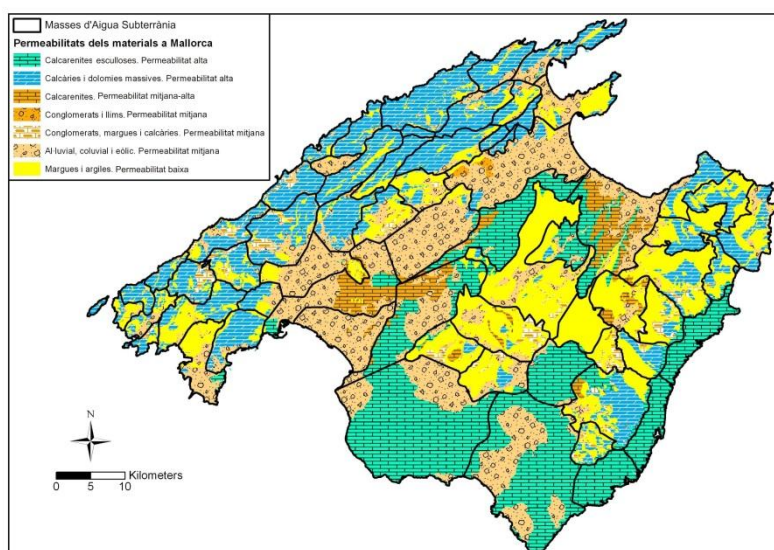


Figura 11.1: Els materials calcaris del litoral del Llevant i Migjorn, del Miocè superior i Plio-Pleistocè, han donat lloc a un funcionament hidrològic basat en la doble porositat. Unitats hidrogeològiques de Mallorca (GÓMEZ *et al.*, 2014).

carstificació. Algunes de les masses d'aigua càrstiques que s'han explotat intensament o més representatives de Mallorca es mostren a la Figura 11.1 (GIMÉNEZ, *et al.*, 2014).

En aquestes masses s'hi ha desenvolupat un carst que és visible en superfície mitjançant macroformes de relleu com poden ser canyons càrstics i àrees deprimides endorreiques. També s'hi han desenvolupat importants sistemes càrstics subterranis, dels quals ens ocupam en aquesta Tesi, que bàsicament aprofiten la porositat primària dels materials, al temps que segueixen els sistemes de fractures i les discontinuïtats sedimentàries. Aquests sistemes de galeries solen estar doncs orientats en direccions

localidad	lago	muestra	distancia al mar (m)	T (° C)	pH	C (μ S/cm)	TSD (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)
agua del mar	—	AM	0	25	8,2	—	—	10768,0	399,1	412,3	1292,0	141,7	2712,0	19353,0
Cova des Drac de Cala Santanyi	sala de entrada	CS-A1	58	17,6	7,0	40500	20000	8379,6	311,9	412,8	977,1	212,5	1733,8	18655,5
Cova den Passol	Sifó des Crancs	PS-A1	119	18,7	7,7	15500	7780	2849,0	100,6	252,5	336,6	202,3	567,8	6168,3
	Sifó des Somnis	PS-A2	187	18,9	7,3	14350	7810	2681,4	95,6	286,6	336,6	303,5	573,4	5911,3
Cova des Pas de Vallgornera	Platja des Fòssils	VL-A1	400	19,4	7,3	9140	4590	1843,5	65,4	153,4	215,3	264,0	362,2	3419,8
	s'Amfiteatre	VL-A2	400	19,6	7,5	6810	3430	1374,2	52,3	133,9	176,7	278,2	254,6	2719,0
Cova de sa Gleda	sala de entrada	GL-A1	1475	13,4	7,5	5920	2999	1039,0	38,2	155,9	135,4	317,7	138,6	2098,6
pozo nº 1	—	PZ-1	3400	18	7,6	4530	—	640	24	170	99	219	258	1339
pozo nº 2	—	PZ-2	6000	18	7,9	2850	—	360	17	140	66	244	102	720

Figura 11.2: Paràmetres de l'aigua superficial dels llacs d'algunes cavitats litorals. Per a cada mostra s'indica la distància al mar, la temperatura, el pH, la conductivitat i la salinitat total, quantificades per mitjà d'un conductímetre portàtil. En el laboratori es van determinar les concentracions dels ions. Extret de GINÉS (2000).

preferents i poden tenir longituds quilomètriques com en el cas de la cova des Pas de Vallgornera, a Lluçmajor.

Pel seu grau d'explotació, d'entre les masses conformades per materials calcaris del Miocè superior i Pliocè a Mallorca es pot destacar la massa de Llubí, de la qual l'any 2006 se n'extragueren 10,4 hm³, i la massa de Pont d'Inca, de la qual se n'extragueren 14,1 hm³ (SEP, 2011). La transmissivitat elevada d'aquestes masses i el fet que totes elles estan connectades amb el mar fan que la seva explotació sigui molt delicada. Aquesta circumstància, juntament amb l'explotació intensiva d'alguns sectors d'aquestes masses contingudes en els materials de les plataformes neògenes, han provocat que moltes d'elles estiguin afectades per processos d'intrusió marina.

Els mecanismes d'endocarfificació, que han afectat als materials calcaris del litoral del Llevant i Migjorn, especialment als dipòsits calcarenítics del Miocè superior i Plio-Pleistocè, han donat lloc a un funcionament hidrològic actual basat en la doble porositat (BAYO *et al.* 1986). L'elevada porositat intergranular dels materials seria responsable d'un comportament hidrodinàmic en certa manera similar al d'un aquífer isòtrop, portant al seu càrrec la funció capacitiva o d'emmagatzematge; d'altra banda la porositat secundària resultant de la dissolució càrstica, exercida seguint les pautes de fissuració, respondria en bona mesura de la funció transmissora del sistema, mitjançant l'establiment de xarxes de drenatge eficients (GINÉS, 2000).

Els trams de les cavitats inundades està regulat per la posició del nivell de la mar, que és la que determina la fondària a on es trobarà el nivell freàtic en materials d'elevada porositat primària i també secundària. La superfície de les aigües subterrànies es veu afectada, amb el normal desfasament, per les mareas baromètriques.

La figura 11.2. agafada de GINÉS (2000) replega alguns resultats de les anàlisis i mesures efectuades en alguns dels llacs de cavitats litorals. Per a cada mostra s'indica la temperatura i el pH mesurats in situ, igual que la conductivitat i salinitat total, quantificades per mitjà d'un conductímetre portàtil. En el laboratori es van determinar les concentracions de la resta dels ions. Tots els valors corresponen a la franja superficial de l'aigua dels llacs, indicant-se en cada cas la distància des del punt de mostreig a la línia de costa. És interessant destacar els elevats valors que presenten les variables analitzades en aquelles localitats més pròximes al litoral, sempre en clara relació inversa a la distància del punt de mostreig amb respecte a la línia de costa. Per observar millor aquesta tendència, llevat de les dades de quatre cavitats mostrejades i de l'aigua marina, s'inclouen els valors procedents de dos pous de Lluçmajor i Santanyí, però situats fins a 6 km terra endins (ITGE-98). Els valors més elevats de les variables es registren a la cova des Drac de Cala Santanyí, ja que es tracta d'un llac que posseeix una comunicació directa amb la mar oberta, presentant un quimisme proper al de l'aigua marina. Per contra, els valors mínims han estat obtinguts a la cova de sa Gleda, a una distància a la mar propera als 2 km. En tots els casos es detecta un decrement exponencial en les concentracions.

Així, l'aigua superficial dels llacs d'entrada oscil·len entre un 80% d'aigua salada en el cas de la cova des Drac de Cala Santanyí (situada a només uns 50 m de la costa), fins als 5% de la cova de sa Gleda que s'acosta als 2 km de distància a la mar. A la cova d'en Bassol, a poc més d'un centenar de metres de la mar, el percentatge estimat d'aigua marina supera el 20%.

11.2. Perfils verticals de salinitat i temperatura

L'estudi d'alguns perfils hídrics dels llacs d'entrada es va fer a GINÉS (2000) i ja es va fer patent la distribució típica vertical en franges d'aigua de diferent salinitat. El règim tèrmic i de salinitat d'algunes de les cavitats ha estat estudiat mitjançant sondes oceanogràfiques pertanyents a l'IMEDEA. L'aparell realitza lectures automàtiques cada

segon de salinitat, temperatura a més de la fondària, mentre es desplaçat molt lentament per un cabussador. Les dades posteriorment són transferides a un ordinador.

S'ha de dir que l'estudi en profunditat de les característiques físico-químiques de les aigües és una de les investigacions pendents a fer, especialment amb un seguiment estacional. Tanmateix, l'objecte de les nostres investigacions i la disponibilitat de les sondes ha fet que només s'han fet estudis de perfils hídrics puntuals i sense continuïtat en el temps al llarg de tot un any.

VARIACIÓ VERTICAL DE TEMPERATURES

El règim tèrmic de les aigües de les cavitats és bastant homogeni, llevat dels llacs d'accés a les coves que presenten una àmplia entrada i que acusen de forma notòria

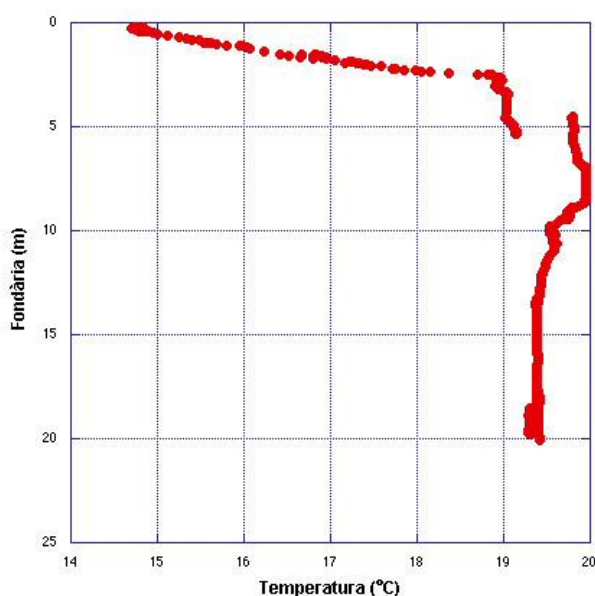


Figura 11.3: Perfil integrat de temperatura de l'aigua corresponent a la sala d'Entrada i la galeria Esfondrada de la cova Genovesa. Es distingeix una termoclina acusada entre la superfície i els 3 m de fondària, quan la temperatura de l'aigua s'estabilitza i es manté entre 19 i 20° C fins el fons de la cavitat. Es produeix una estratificació inversa, amb l'aigua més calenta ocupant les capes fones i la freda les superficials, tan característica dels llacs anquihalins.

les oscil·lacions tèrmiques de l'exterior (Fig. 11.3). És el cas de la cova de sa Gleda, el llac Victòria i alguns altres de la cova des Pont, la cova Genovesa i les entrades des Dolç, per posar alguns exemples. Per contra, entrades de cavitats estretes, o bé situades enfora de les entrades i per suposat llacs interiors no acusen diferències significatives tèrmiques en la columna hídrica.

Així les columnes d'aigua presenta una acusada estratificació tèrmica, si bé aquesta és inversa: l'aigua més calenta (entre 19 i 20 °C) ocupa les capes més fones de la cavitat (des de 3 m per avall), en lloc de trobar-se en superfície. Per sobre trobem una massa d'aigua en la que es desenvolupa una acusada termoclina (des dels 13°C de l'hivern a es Dolç, els 14'8 °C Genovesa o els 12,4°C de sa Gleda de la superfície als esmentats 19 a 20°C a uns 2 a 3 m de fondària). Aquesta estratificació inversa s'explica

per la salinitat més elevada de l'aigua marina, que la fa més densa que l'aigua dolça o salobre per molt freda que aquesta sigui. L'aigua superficial dels llacs és per altra banda més freda que la fonda per mor de la pèrdua de calor que pateix cap a l'atmosfera de la sala d'Entrada de les cavitats, en connexió amb l'exterior (Fig. 11.3). Aquest fet no passa a les cambres d'aire interiors, sense connexió directa amb l'exterior (sala del Pou Negre i sala de les *Bonellia viridis*).

A l'interior de la columna hídrica les variacions són molt petites, entorn a poc més d'1°C, ja que de 18,6 °C puja a devers 20°C. En perfils efectuats a sales interiors, sense comunicació amb l'exterior, efectuats a l'hivern dins la sala dels Dos Llacs de la cova de sa Gleda, la temperatura en superfície era de 19,5°C i pujava a 19,9°C a uns -5,5 m, per mantenir-se fins als -8 m i davallar als 18,6°C als -16 m, i d'aquí mantenir-se fins els -25 m. En aquesta sala interior, sense connexió amb l'exterior, únicament es donen oscil·lacions de temperatura de 1,3°C en tot el perfil hídric de 25 m. La columna d'aigua de la cova d'en Bassol presenta valors de 18,5°C en superfície, fins als 5 m, a on puja als 20°C, que es manté a la cota 6,5 m per després davallar ràpidament fins als 12 m en valors de 18,5°C.

La temperatura de l'aigua a la sala Benvinguda de la cova des Coll es manté en un mes d'octubre després d'un llarg període de sequera per sobre dels 20°C entre la superfície i 6 m de fondària (a 21,2°C), per davallar bruscament a 18,9°C en pocs metres. Aquests fets, amb temperatures superiors als 21°C reflecteixen clarament la influència marina en la porció superior de la columna d'aigua (el perfil de la figura fou realitzat a començaments d'octubre, quan la temperatura de la mar assoleix aquests valors). Aquesta franja d'aigua es veu afectada pels corrents intensos que es produeixen entre la mar i l'interior de la massa càrstica, a partir d'un comportament de tipus vasos comunicants. L'aigua marina entra dins la cova en baixar les pressions baromètriques, però nomé afecta a les capes superiors. L'aigua del fons de la cavitat es manté als voltants dels 18,8°C i 19°C, com altres masses d'aigua salada conegudes a cavitats litorals semblants d'altres indrets de les Balears. A es Dolç, la temperatura de l'aigua es manté pràcticament constant al llarg de tot el perfil mesurat, anant al voltant dels 19°C, exceptuant a la superfície dels llacs, on es fa notar la temperatura exterior i per aquest motiu pot tenir valors més elevats a l'estiu i més freds a l'hivern. A la cova des Pas de Vallgornera, la temperatura de l'aigua és força homogènia en tot el perfil mesurat, anant

dels 19,8°C a 0 m als 20,1°C a partir dels 4,5 m de fondària, per tant, les oscil·lacions de temperatura mesurades no superen els 0,3°C en tot el perfil hídric de 10 m.

VARIACIÓ VERTICAL DE SALINITAT

S'ha d'especificar què, malgrat les cavitats litorals presenten hídricament grans similituds, així i tot existeixen algunes particularitats que les distingeixen. No només la distància a la mar fa que l'amplitud de les franges d'aigua siguin diferents. Un altre factor afegit que implica característiques diferencials és la presència d'una connexió directa amb la mar. La intensitat dels corrents que drenen l'aigua de l'interior del massís càrstic, així com si presenten a més a més, importants entrades directes d'aigua marina alteren la disposició vertical de les capes d'aigua. També suposen diferències a nivell ecològic important que determinen la presència d'espècies marines filtradores. Es Dolç seria el cas d'una cavitat a on gairebé sempre predomina la sortida d'aigua i no s'ha detectat entrades importants de cap a l'interior. La cova des Coll i el Dolç de Cala Murta són les que coneixem amb més oscil·lacions d'entrades i sortides contínues. La cova dels Ases, a pesar de tenir una àmplia connexió submarina es troba aturada de forma directa, pels esfondrament que conformen la majoria del sector Antic.

Un altre grup de cavitats serien les que es troben comunicades de forma més

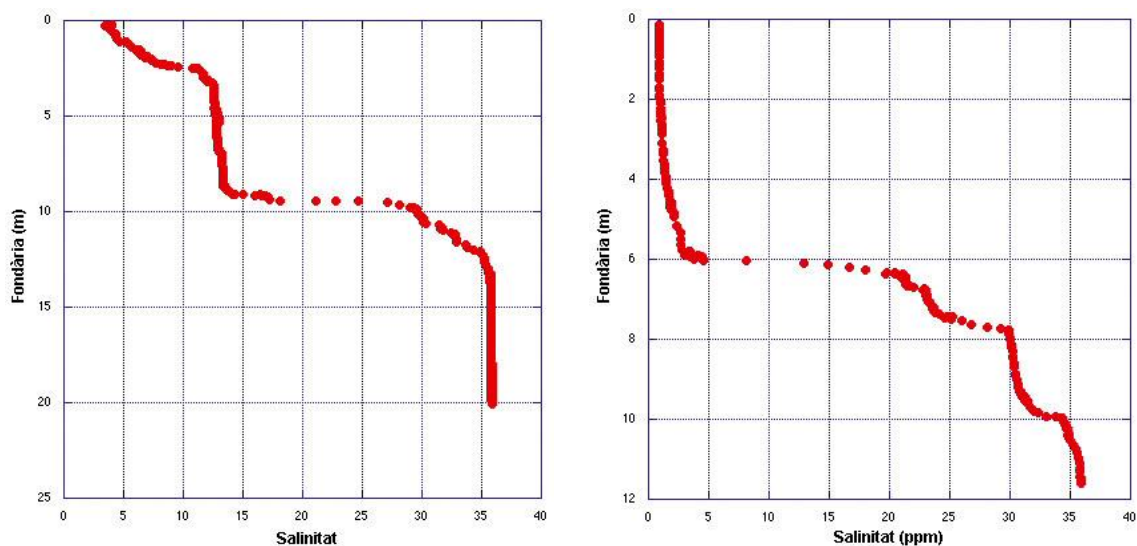


Figura 11.4: Cova Genovesa. Esquerra. Perfil de Salinitat (‰) integrat de la sala d'entrada i la galeria Esfondrada. Poden distingir-se clarament dues masses d'aigua ben diferenciades, una entre els 3 i els 9 m, i l'altra entre 13 i el fons de la cavitat (20 m).

Dreta. Distorsió del perfil de Salinitat (‰) a la sala del Pou Negre resultant de l'abocament incontrolat i continu de volums considerables d'aigües residuals. El gruix d'aigua dessalada és considerable (fins a 6 m, amb els 2 m més superficials amb salinitat inferior a l'1‰).

indirecta i amb corrents baromètrics menys intens que no pas les del grup anterior. Serien les que presenten un perfil més típic i menys alterable, i a on les diferències són a causa de la distància que les separa del litoral. S'han detectat a les cavitats presència de picnoclines múltiples (Fig. 11.4).

Algunes d'elles actuen com a engolidors de les aigües de superfície en produir-se intenses precipitacions, és el cas de la cova de sa Gleda, la cova des Pont i l'avenc des Camp des Pou principalment. En aquests casos el volum d'aigua i sediments que penetren pot ésser considerable.

Cova des Coll. Les particularitats hídriques, amb connexió directa amb la mar, amb forts corrents d'entrada i sortida segons el règim baromètric alteren el típic perfil de salinitat de la columna d'aigua, excepte a les capes inferiors a on es donen les característiques hidrogràfiques més constants (Fig. 11.5). Aquests corrents, temporalment i en alguns indrets, poden ésser espectaculars, com és en el cas del sector del Poble, a on es concentra el flux hídric a causa de la morfologia a escala de megaforma de la cavitat. Es té constància que en produir-se l'arribada dels efectes del terratrèmol d'Argèlia el dia 4 de juny de 2003 a les 18,33 la retirada de l'aigua de la mar va provocar corrents amb velocitats impressionants que sortien de la cova (informador Guillem Mas de

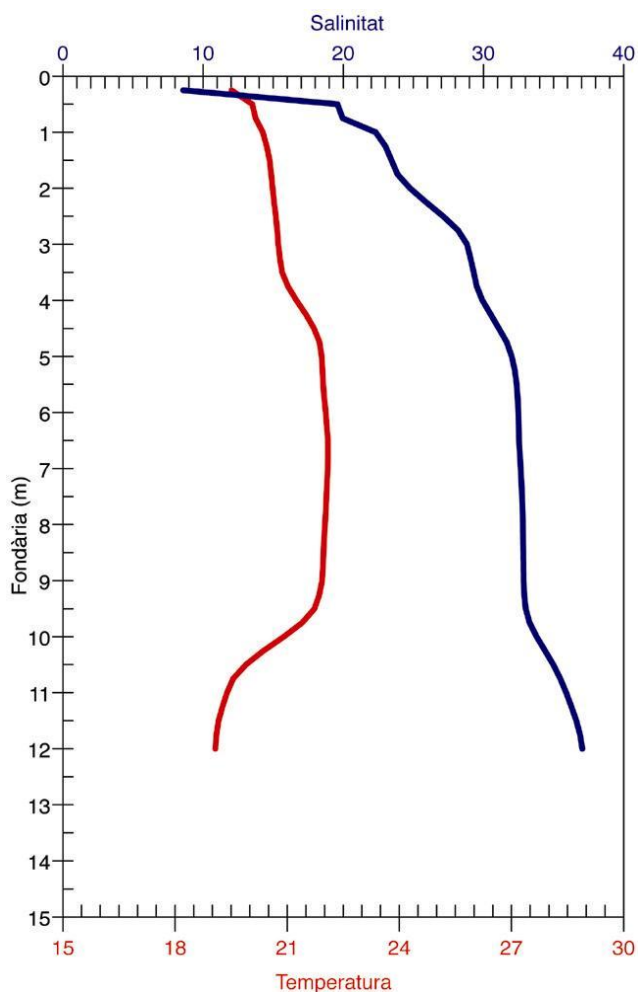


Figura 11.5: Perfil de salinitat (‰) i temperatura (°C) a la sala Benvinguda (cova des Coll) el mes d'octubre. Els corrents que es produeixen dins la cavitat fan que la columna d'aigua no sigui molt estable mecànicament, excepte a les capes inferiors a on es donen les característiques hidrogràfiques més constants.

Portocolom).

La columna d'aigua presenta a la sala Benvinguda quatre porcions ben diferenciades. En primer lloc, una acumulació lenticular d'aigua dessalada superficial molt prima (menys d'un metre de gruix), producte de la percolació i mescla de la escorrentia superficial sobre la massa d'aigua subjacent (Fig. 11.5). Aquesta és una capa salobre (fins a 5 m de fondària) producte directe del flux i reflux de la mar al llarg dels corredors de la cova, i llur mescla amb l'aigua dolça infiltrada. Segueixen dues capes: una, entre 5 i 10 m de fondària, pot qualificar-se com aigua marina modificada per dilució amb passats episodis d'intrusió d'aigua dolça i l'altre, de 10 m fins al fons, d'aigua pràcticament marina. La salinitat a la sala Benvinguda (sector dels Autèntics) en superfície és de 8 ‰ i puja progressivament a 20 ‰ només a 0,5 m de profunditat i d'aquí passa gradualment fins a 31 ‰ als 5 m. Dels 5 als 10 m pràcticament es manté constant fins que després augmenta ràpidament fins els 37,5 ‰.

Un fenomen molt interessant i encara no detectat a cap altre cavitat és l'existència d'un flux d'aigua vertical, especialment els mesos pluviosos, entre la galeria del Flux i la sala Benvinguda. Al llarg d'una bona part de la galeria l'aigua superior, menys densa i estratificada circula per damunt de la capa més salada que queda a baix fins assolir el laminador d'entrada a la galeria i puja de forma espectacular dels -9 m fins a la superfície (cota 0 m), fregant la paret de la sala Benvinguda. El sostre de la galeria actua de trampa hidrogràfica de la massa d'aigua en relació amb la massa de referència situada a les proximitats.

Cova Genovesa. L'aigua superficial és ja d'entrada salobrosa (salinitat al voltant del 4 ‰), i ens trobem immediatament una picnoclina superficial desenvolupada entre 1 i 3'5 m, on l'aigua ateny els 13'5 ‰ de salinitat (Fig. 11.4). Per davall d'aquesta cota la salinitat de l'aigua es manté estable fins als 9 m de fondària. Aquesta capa d'aigua situada entre els 3'5 i els 9 m constitueix una de les dues masses d'aigua caracteritzables a la cavitat. Dels 9 m fins als 13 m es desenvolupa una segona picnoclina, fins que l'aigua ateny salinitats pràcticament marines (36 ‰). Aquesta segona massa d'aigua marina ocupa la resta de la columna d'aigua, fins els 20 m de fondària màxima de la cavitat.

La comparació dels perfils de salinitat de la columna d'aigua als diferents sectors de la cova Genovesa ha permès detectar una distorsió important de la columna a la zona propera al pou negre, on el gruix de la lens superficial d'aigua dolça és apreciable (als 2 m superficials l'aigua té una salinitat inferior a 1 ‰, i no ateny els 5 ‰ fins als 6 m). Això s'explica per la intensitat dels abocaments d'aigües residuals en l'esmentada sala, i a l'aparent dificultat que aquesta aigua dolça contaminada ("aigües brutes") té per difondre's horitzontalment cap a la resta de sectors de la cavitat. La connexió d'aquestes sales amb la resta de la cavitat es fa pel laminador de la correntia situat entre -9'5 i -10 m de fondària, fet que dificulta la comunicació de l'aigua de les capes superficials (GRÀCIA *et al.*, 2003a).

Cova des Pont. La cavitat es comporta, en casos de fortes precipitacions, d'engolidor de les aigües dels voltants. Així, les intenses pluges arrosseguen aigua amb fang dins el llac Ras i llac Victòria, de forma que la visibilitat es torna gairebé nul·la a les zones més properes.

La columna d'aigua presenta quatre masses d'aigua amb característiques ben diferenciades (Fig. 11.6). En primer lloc, una capa d'aigua que va dels 0 als 1,8 m amb una salinitat que augmenta de 6 ‰ als 14 ‰. Dels 1,8 m als 4,5 m pràcticament es manté constant en 14 ‰ per després augmentar dels 4,5 m als 7 m, entre 14 ‰ i 33 ‰ fins que després es manté constant pràcticament al voltant dels 34 ‰.

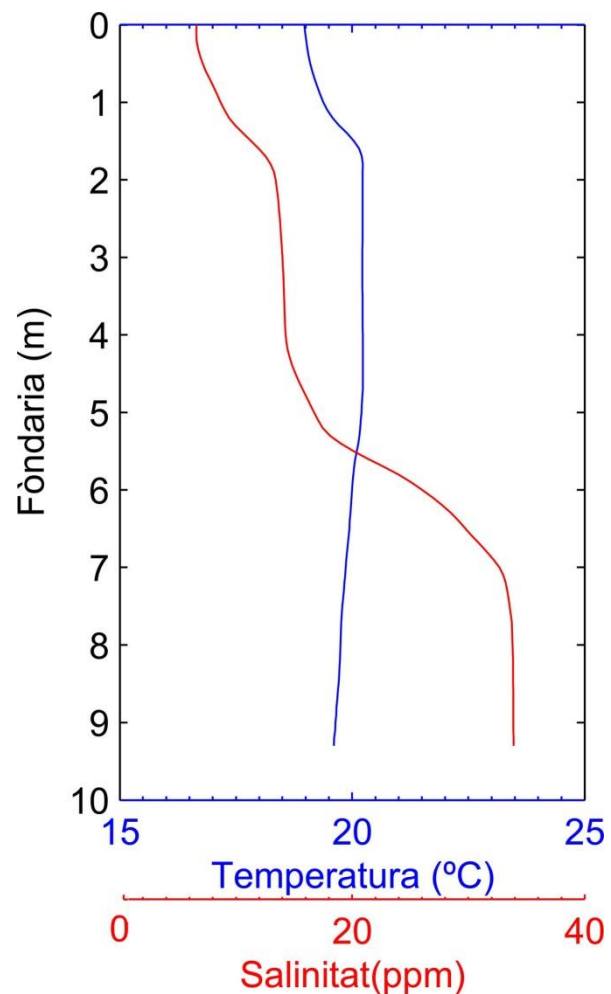


Figura 11.6: Perfil de salinitat (ppm) i de temperatura (°C) a la galeria Decorada (cova des Pont), sistema Pirata-Pont-Piqueta.

Algunes mesures del pH de diferents mostres d'aigua denoten aigües lleugerament àcides (entre 6,4 i 6,9), el que indicaria que els processos de corrosió de les aigües són actius actualment.

Cova de sa Gleda. La cova de sa Gleda presenta un perfil estratificat, que posseeix fins a 5 capes de diferent salinitat (Fig. 11.7). La cova posseeix per tant picnoclines múltiples, a causa de la distància considerable que la separa de la costa, que arriba als 1,7 km. La salinitat el mes de gener del 2005 en superfície donava valors de 4 ‰ i pujava gradualment fins als 9 ‰ als -2 m. A partir d'aquí fins als -5,5 m es produïa una primera estabilització fins als 10,5 ‰. Als -5,5 m passa de sobte dels 10,5 ‰ als 16 ‰

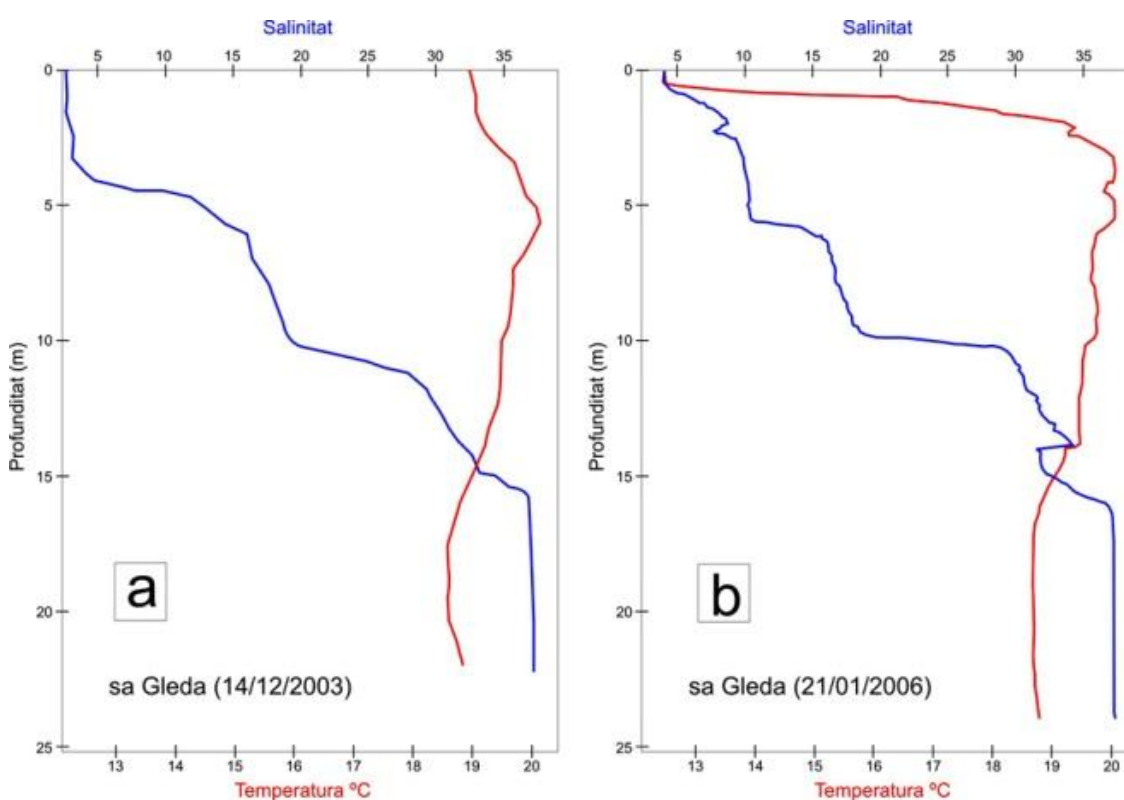


Figura 11.7: a) Perfil de salinitat (‰) i de temperatura (°C) a la sala dels Dos Llacs (Sistema Gleda-Camp des Pou) efectuat el mes de desembre de 2003. En aquesta sala interior, sense connexió amb l'exterior, la temperatura en superfície era de 19,5°C i únicament es mesuren diferències de temperatura de 1,3°C en tot el perfil hídic de 25 m. Els canvis d'aigües de menor a major salinitat al llarg de la columna d'aigua es produeix a zones de transició (zones de mescla) denominades haloclines o picnoclines (4 molt clares al perfil hídic). b) Dades de la sala Francesc Ripoll (sector Clàssic). La temperatura de l'aigua superficial en el llac de la sala d'Entrada al mes de gener de 2005 ha estat mesurada en 12,4°C, mentre que a 2 m de profunditat assoleix, en una termoclina espectacular, els 19°C. A partir d'aquest punt la temperatura es manté entre els 19°C i 20°C. La raó de la temperatura tan baixa als primers metres està relacionat amb la temperatura hivernal exterior, a causa de l'àmplia entrada de la cavitat.

formant el primer escaló important a la gràfica. Des d'aquí s'ha de davallar fins als -10 m a on la salinitat únicament assoleix els 19 ‰. En aquesta fondària es torna a produir el segon escaló fins a valors de 29,5 ‰. Dels -10 m fins als -16 m es produeix una pujada gradual fins als 37 ‰, per mantenir-se gairebé constant d'ençà d'aquesta cota fins als -25 m, màxima cota de la cavitat. Uns valors de salinitat i cotes de fondària molt semblants es van obtenir amb la medicació d'aquesta variable el desembre de 2003.

Com és de preveure es produeixen petites oscil·lacions de les franges d'haloclines en funció de les estacions; així s'han mesurat diferències de 0,8 m a la cota d'haloclines entre l'estiu i l'hivern. Degut a la ubicació de la cova enmig d'una petita torrentera, l'única entrada actual penetrable (sala d'Entrada), es veu afectada per les aigües que conflueixen i es precipiten per la boca en cas de fortes precipitacions. Aquest fenomen ocorregué l'any 1990 i va ésser descrit per espeleobussejadors britànics (CLARKE, 1991-92), fenomen que va tornar a ésser observat l'any 2001, en el qual les fortes pluges van provocar l'entrada de sediment que van afectar especialment la sala Francesc Ripoll (GRÀCIA & CLAMOR, 2001a).

Cova d'en Bassol. La cova, per estar situada a poca distància terra endins, presenta l'aigua superficial ja d'entrada salobrosa (salinitat al voltant del

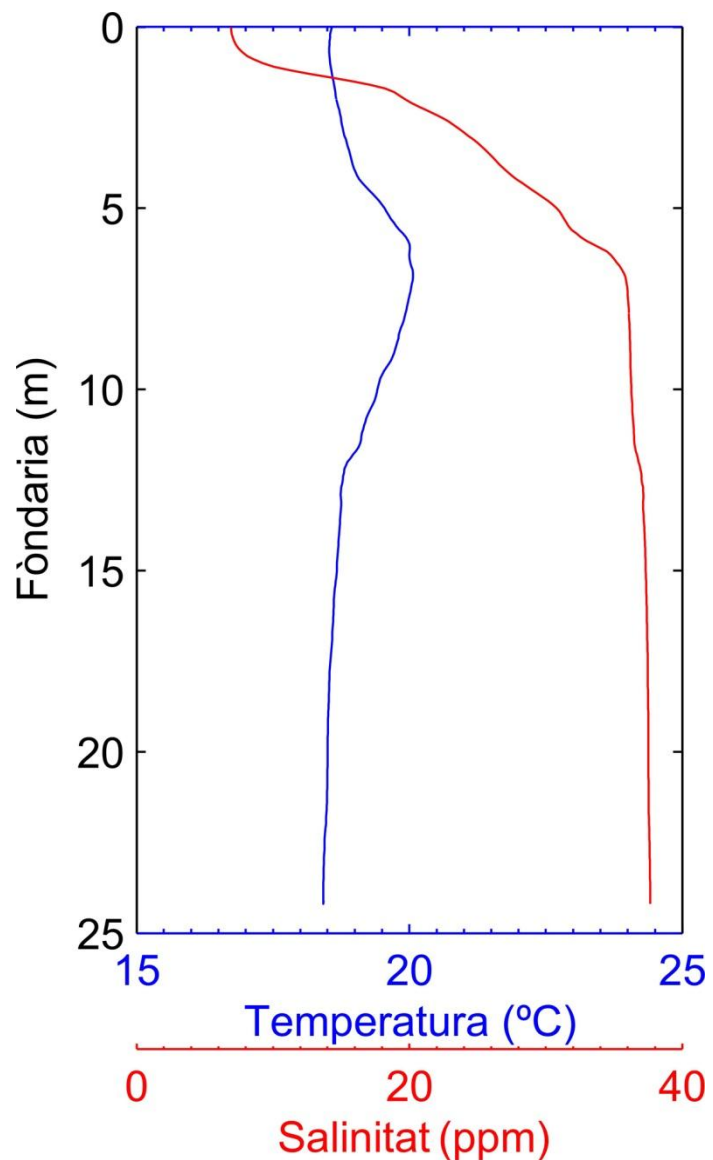


Figura 11.8: Característiques hidrològiques del sífó dels Somnis a la cova d'en Bassol. La proximitat a la mar caracteritza aquesta cavitat litoral.

7 ‰). Per davall, passa immediatament a una zona de mescla, entre 1 i 7 m, on l'aigua puja gradualment de salinitat i ateny els 36‰. A partir d'aquesta cota la salinitat de l'aigua es manté estable, augmentant molt lentament i de forma constant fins als 24 m de fondària, a on s'assoleixen els 38‰. Aquesta capa d'aigua situada entre els 7 i els 24 m constitueix la massa d'aigua principal i més estable de la cavitat (Fig. 11.8).

Es Dolç. Les mesures corresponen al dia 17-II-2012. Presenta dues capes de salinitat diferent (Fig. 11.9). La primera capa té uns valors d'increment gairebé constant des de 9 ‰ en superfície fins assolir a l'haloclina valors similars als de l'aigua de la mar, això és de 35‰. La cota a on es troba l'haloclina pot variar molt en funció de l'època de l'any entre els -6 i -11 m de fondària. És ben apreciable en alguns llocs com la massa d'aigua superior, més dolça, es desplaça a major velocitat de cap a la mar, per damunt de la massa d'aigua de major salinitat.

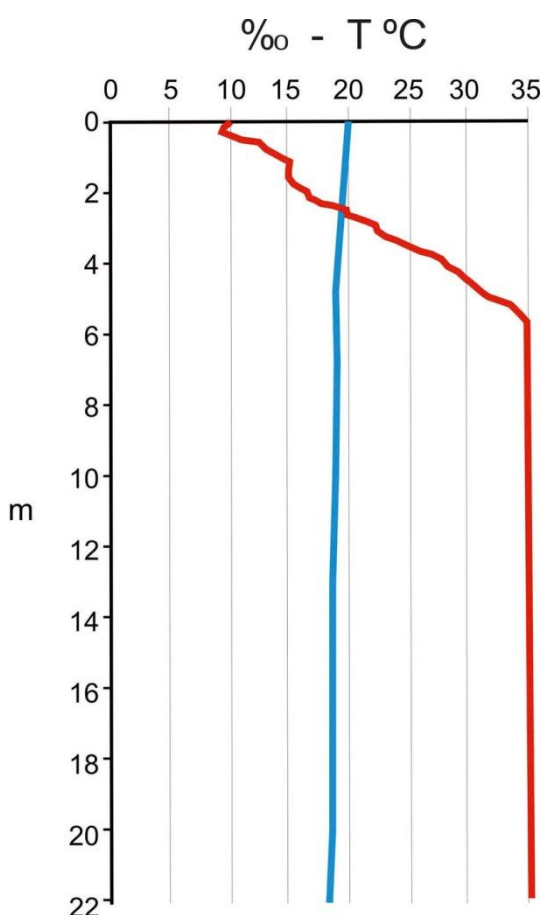


Figura 11.9: Perfil hídric d'Es Dolç entre 0 i -22 m, que mostra l'estratificació en dues capes de salinitat diferent.

Cova des Pas de Vallgornera. Les mesures corresponen al dia 28-VI-2008 (Fig. 11.10).

Els dos indrets de la cavitat on s'han pres les mesures són la galeria Collonuda Nord (sector de Gregal), entre -2,5 i -7 m i al sector Antic, entre 0 i -7 m. Les aigües presenten 3 capes de salinitat diferent, la primera capa té uns valors gairebé constants de 12 mS/cm des de 0 m fins als 1,5 m de fondària. Una segona capa de transició (picnoclina), entre -1,5 m i -3 m i augmenta la salinitat dels 12 mS/cm fins als 35 mS/cm. La darrera franja hídrica amb valors de 52 mS/cm abraça dels 3 m fins als 10 m de fondària i correspon ja a valors de salinitat quasi marina. Si es comparen els valors per als dos perfils, la galeria Collonuda Nord, en estar a les zones més internes presenta una menor salinitat de la capa superior, encara que assolix els valors

de la piconclina a la mateixa cota. Com és de preveure es produeixen petites oscil·lacions a escala centimètrica de les franges de piconclines en funció de les estacions i del règim de precipitacions.

11.3. Les cavitats com a surgències submarines

Les surgències submarines, anomenades dolços a Mallorca, en ocasions provenen de cavitats assequibles a l'home mitjançant tècniques d'espeleologia subaquàtica GRÀCIA *et al.*, (2011a, 2011b).

Cala Murta, al terme de Manacor, posseeix una gola de 100 metres d'amplària, amb 225 metres de recorregut longitudinal i 45 d'amplària mitjana. L'aiguaneix sorgeix gairebé al fons de la cala, al costat

nord i a pocs metres de fondària i procedeix d'una cavitat d'uns 100 metres de recorregut lineal. En períodes de pluges intenses seguides de bonança a la mar, la surgència flueix amb un gran cabal. A més a més del drenatge de l'aigua dolça d'infiltració, la davallada del nivell marí en condicions d'altres pressions baromètriques, és un factor primordial per explicar la sortida de l'aigua, que adquireix gran espectacularitat i fins i tot produeix turbulències ben visibles des de les penyes. Per contra, la deposició de sediments marins pels temporals, especialment arenes, i els corrents marins d'entrada, poden arribar a reblir el conducte subterrani. En canviar les condicions atmosfèriques, el flux d'aigua de sortida arriba a ésser tan fort que

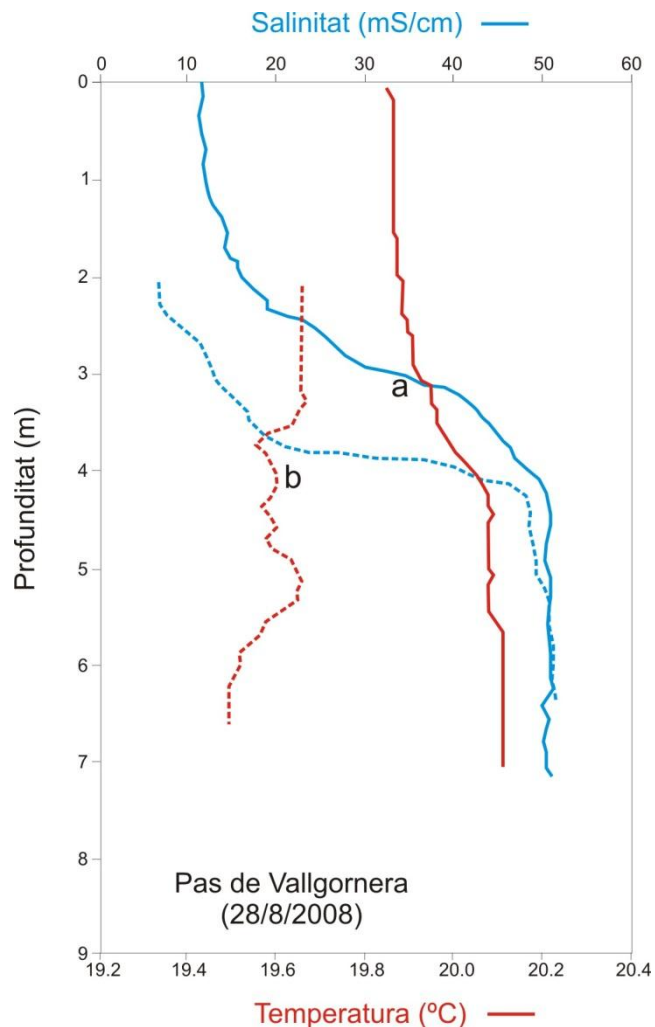


Figura 11.10: Perfil hídic de dues localitzacions de la cova des Pas de Vallgornera. a) Branca Oriental del sector Antic, entre 0 i -7 m; b) Sector Subaquàtic de Gregal, entre -2,5 i -7 m. GRÀCIA *et al.* (2009a).

buida novament d'arenas la galeria. Aquest aiguaneix sens dubte està relacionat amb les coves des Drac, del qual està separat per pocs metres de distància. Més al sud, la cova des Coloms de Cala Varques, relacionada genèticament amb la cova des Genet, de la qual està separada per un esfondrament, actua com a dolç de la cala.

A Portocolom (Felanitx), es troba es Rivetó, nom aplicat a una raconada del port que recorda una cala interior. Aquest topònim sol estar associat a surgències submarines, com s'Esdolç o barraques d'Aigo Dolça (AGUILÓ, 1991). L'aiguaneix, que surt de dins un escar, constitueix l'entrada submarina a la cova des Coll, important formació endocàrstica de 7.090 metres amb fort control estructural, a on la permeabilitat associada a la fracturació adquireix major rellevància, en presentar aquests materials una porositat bastant més baixa que els dipòsits escullosos d'altres indrets de la regió del Migjorn (GRÀCIA *et al.*, 1997, 2005). Els canvis baromètrics es tradueixen en corrents de sortida o d'entrada, a mode de vasos comunicants, per compensar la diferència de nivell de la mar i de les aigües subterrànies. D'aquesta manera, quan puja la mar, a causa de la comunicació directa que té amb la cova es produeix l'entrada de l'aigua. El fenomen contrari passa en davallar el nivell de la mar, quan l'aigua surt de la cavitat cercant l'equilibri hidrostàtic. Un cas extraordinari del qual es té constància va succeir en produir-se l'arribada dels efectes del terratrèmol d'Argèlia el dia 4 de juny de 2003 a les 18,33. La retirada de l'aigua de la mar va deixar es Rivetó en eixut. Aquest fenomen va provocar corrents amb gran força que sorgien del Dolç i que fins i tot arrabassaren els llaüts que es trobaven amarrats a les proximitats de l'escar.

A 2,5 km al sud es troba cala sa Nau, a on la toponímia recull un altre topònim de rivetó. L'aigua brolla sota l'arena del fons marí al costat sud de la platja, a poc més d'un metre de fondària. Aquest dolç procedeix de la cova de ses Barraques, molt propera a la cova d'en Bassol i caracteritza la platja, ja que suposa un contrast tèrmic important. A l'estiu l'aigua que surt del sistema endocàrstic pot suposar una diferència tèrmica entre la mar i les aigües subterrànies d'entre 6 i 10°C.

També la cova des Riu a cala Santanyí presenta aquest topònim i constitueix l'aiguaneix provinent de la cova des Drac de Cala Santanyí.

En un paisatge litoral del tot diferent, sense penya-segats, com són les platges de la Colònia de Sant Jordi, es troba es Dolç, a ses Salines. Cedeix el seu nom a tota la platja, per la menor salinitat de l'aigua a la mar i per l'espectacular sensació tèrmica del contrast, entre l'aigua de la mar i l'aigua subterrània que aflora a la bassa des Dolç.

Capítol 12. LES MORFOLOGIES DE CORROSIÓ DE LA ZONA DE MESCLA D'AIGÜES

12.1. Introducció

El litoral és la franja de la costa que es veu influenciada per la presència o l'acció de la mar. A Mallorca el litoral és de naturalesa carbonatada i al seu interior tenen lloc importants processos geoquímics i espeleogenètics (MYLROIE & CAREW, 1990). La litologia porosa i permeable d'aquests materials al litoral del Llevant i Migjorn de l'illa, possibilita la intrusió de les aigües marines de cap a l'interior al llarg de quilòmetres. Les oscil·lacions glacioeustàtiques quaternàries (GINÉS, 2000) fan que el nivell de la mar hagi oscil·lat per damunt i per davall del nivell actual en funció dels canvis climàtics càlids i freds respectivament. Així, la línia de costa ha canviat amb el temps, amb la qual cosa el concepte de litoral adquireix una nova dimensió i una major complexitat espacial i temporal.

L'extensió de la franja litoral en el carst és variable en funció de la morfologia i dinàmica costera, essent especialment important en relació als aspectes geoquímics de la mescla d'aigües meteòriques i marines (HANSHAW & BACK, 1979). S'ha d'obviar l'accepció de carst litoral com a centrada única i exclusivament en el micromodelat superficial (lapiaz litoral o costaner), ja que s'ha d'ampliar el concepte a l'endocarst, això és, a tot el conjunt de conductes, galeries, o sales i altres morfologies de dissolució, així com a altres processos evolutius en els quals intervé la influència marina en el sentit de FORD & WILLIAMS (2007). Amb aquest capítol s'intenta arreplegar i compilar la informació disponible sobre les morfologies de dissolució de les cavitats litorals del Miocè superior de Mallorca, lligades a la zona de mescla d'aigües (GRÀCIA *et al.*, 2011c; GRÀCIA & FORNÓS, 2014). El catàleg de formes de corrosió de les cavitats litorals és especialment interessant des d'un punt de vista genètic. S'ha de tenir present que el seu estudi i anàlisi pot permetre comprendre i valorar els primers estadis de formació i evolució de l'endocarst litoral, ja que aquestes morfologies són les generadores de les pròpies cavitats, que per elles mateixes són ja morfologies de corrosió a nivell de megaformes. Algunes de les morfologies compilades en aquest apartat poden trobar-se també a les cavitats que s'han generat totalment o parcial per aigües hipogèniques i també pot tractar-se d'un origen poligenètic.

12.2. Espeleogènesi

La carstificació litoral, especialment a les illes carbonatades, té lloc amb l'actuació dels processos de dissolució a la zona de mescla entre aigües marines i aigües meteòriques, la qual afecta molt sovint a materials geològicament recents, a l'anomenat carst eogenètic (GINÉS & GINÉS, 2007). A pesar d'aquesta suposada simplicitat, altres aspectes contribueixen al control espeleogenètic de les cavitats litorals. Així hi ha morfologies lligades genèticament a la carstificació epigènica produïda pel drenatge de les precipitacions meteòriques així com, en alguna localitat, altres formes lligades a una possible recàrrega basal hipogènica (GINÉS *et al.*, 2008, 2009a) relacionada amb anomalies geotèrmiques, a la zona del Migjorn de Mallorca. Tot això condicionat per la litologia calcarenítica, que presenta abundants canvis de fàcies, tant verticals com horitzontals, que provoquen variacions fonamentals en els paràmetres hidrològics com són la permeabilitat i la porositat. En ocasions, la presència de zones de les coves que es desenvolupen associades a diferents fàcies, com són les fàcies de front d'escull i les fàcies de *lagoon* creen una gran variabilitat de morfologies (GINÉS *et al.*, 2008, 2009b; GRÀCIA *et al.*, 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* d'aspecte més massiu, molt poca porositat primària i només amb permeabilitat secundària deguda a la fracturació. Aquest contrast litològic, fins i tot dins la mateixa cavitat, constitueix un excel·lent motiu d'investigació de les morfologies de corrosió resultants.

12.3. Hidrologia

La gènesi de les cavitats i de les morfologies de corrosió que presenta l'endocarst de la franja litoral es produeix amb especial intensitat dintre dels materials eogenètics del Miocè superior, Pliocè i Pleistocè; aquests fenòmens es relacionen amb els complexos mecanismes que es donen a la zona de mescla de les aigües dolces (aigües meteòriques) i de l'aigua salada (aigua marina), a l'anomenada zona de mescla costanera (*coastal mixing zone*). Les cavitats litorals estudiades presenten un perfil hídric amb una marcada estratificació que pot arribar a constar de fins a cinc capes amb diferent salinitat (GRÀCIA *et al.*, 2007a), les quals es disposen en ordre creixent de salinitat, per efecte de les diferències de densitat. Els canvis de menor a major salinitat al llarg de la columna de l'aigua es produeixen a zones de transició (mescla)

denominades haloclines o pycnoclines. Les zones de mescla en aquests medis hipogeus tan tranquils resten molt estables al llarg del temps, produint-se petites variacions que es tradueixen en lleus oscil·lacions centi-decimètriques condicionades per la dèbil oscil·lació mareal del Mediterrani occidental, les oscil·lacions baromètriques i les aportacions superficials d'aigües meteòriques. La temperatura també resta estable al llarg de la columna hídrica (entre els 18 i 20°C), només amb variacions significatives (al voltant dels 5°C) als primers metres, coincidint amb les variacions estacionals en el cas dels llacs amb una connexió directa amb l'exterior de mida important.

12.4. Catàleg de morfologies de corrosió

Tradicionalment s'ha dedicat sempre molta d'atenció i reconeixement a les formacions litoquímiques o espeleotemes, 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 les aigües químicament agressives. Antigament, i encara ara, és habitual parlar de morfologies espongiformes (*spongework*) de forma global per incloure gran part de les morfologies de dissolució freàtica 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 i a la cova des Pas de Vallgornera, amb la troballa d'una gran riquesa de formes de corrosió, es va veure la pobresa dels termes que s'empraven 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. La litologia juga així mateix un paper clau en el desenvolupament i evolució de les morfologies de corrosió, afavorint de forma preferent algunes tipologies segons la facilitat de dissolució de la roca (Figs. 12.1, 12.2).

Català	Anglès	Castellà	Fàcies de roca preferents
MEGAFORMES (d'ordre quilomètric a hectomètric)	MEGAFORMS (kilometric to hectometric order)	MEGAFORMAS (de orden kilométrico a hectométrico)	
Sistemes de cavitats ramiformes	<i>ramiform caves</i>	Sistemas de cavidades ramiformes	FE, RE
Xarxes freàtiques amb fort control estructural	<i>structural networks</i>	Redes freáticas con importante control estructural	LE
MACROFORMES (d'ordre hectomètric a decamètric)	MACROFORMS (hectometric to decametric order)	MACROFORMAS (de orden hectométrico a decamétrico)	
Galeries freàtiques de control estructural estratigràfic	<i>bedding-plane phreatic passages</i>	Galerías freáticas de control estructural estratigráfico	FE, LE, LI
Galeries freàtiques de control estructural tectònic	<i>joint-guided phreatic passages</i>	Galerías freáticas de control estructural tectónico	LE
Galeries freàtiques de secció circular	<i>tubular passages</i>	Galerías freáticas de sección circular	FE, RE
Salas freàtiques circulars	<i>globular halls</i>	Salas freáticas circulares	FE, RE
MESOFORMES (d'ordre decamètric a mètric)	MESOFORMS (decametric to metric order)	MESOFORMAS (de orden decamétrico a métrico)	
Cambres freàtiques circulars	<i>phreatic chambers, globular chambers</i>	Cámaras freáticas circulares	FE, RE
Columnes de roca	<i>rock pillars</i>	Columnas de roca	FE, RE, LE, LI
Envans	<i>partitions, rock spans</i>	Tabiques de disolución	LE, FE
Ponts	<i>bridges</i>	Puentes	LE, FE
Facetes	<i>solution facets</i>	Facetas	LE
Regates de corrosió	<i>corrosion notches</i>	Entalladuras de corrosión	LE
Morfologies espongiformes	<i>spongework</i>	Morfologías espongiformes	FE, RE, LE
Galeries cegues	<i>dead ends</i>	Galerías ciegas	FE, RE, LE
Conductes seminals o iniciadors		Conductos seminales o iniciadores	FE, RE, LE
MICROFORMES (d'ordre mètric a centimètric)	MICROFORMS (metric to centimetric order)	MICROFORMAS (de orden métrico a centimétrico)	
Morfologies espongiformes	<i>spongework</i>	Morfologías espongiformes	FE, RE
Arcs	<i>archs</i>	Arcos	LE, FE, RE
Pinacles	<i>çers</i>	Pináculos	LE, FE, RE
Esperons	<i>rocky jags</i>	Acicates	LE, FE, RE
Penjants	<i>rock pendants</i>	Colgantes rocosos	LE, FE, RE
Concavitats poc marcades	<i>subdued pockets</i>	Concavidades poco pronunciadas	FE, RE, LE
Tupins de paret, sostre i pis	<i>wall pockets, ceiling pockets, floor pockets</i>	Concavidades alveolares de pared, techo y suelo	FE, RE, LE
Cúpules	<i>cupolas, bellhollers</i>	Cúpulas	FE, LE
Nínxols de paret	<i>wall niches</i>	Nínchos de pared	FE, RE, LE
Canals subverticals de dissolució	<i>wall combs</i>	Canales subverticales de disolución	LE

Figura 12.1: Inventari de morfologies de corrosió en català, anglès i castellà. A la darrera columna s'indica la fàcies de roca preferent a on es desenvolupen: Front escullós (FE), Rera escull (lagoon amb clapés d'escull) (RE), Lagoon extern (LE), Lagoon intern (LI).

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, 2007a, 2009a, 2009b, 2010a, 2010b, 2011b; 2011c; GRÀCIA & FORNÓS, 2014) i a l'equip d'espeleòlegs que exploren i documenten la cova des Pas de Vallgornera (MERINO, 1993, 2000, 2006, 2007a, 2007b; MERINO *et al.*, 2006, 2008, 2009; GINÉS *et al.*, 2008, 2009b, 2009c i 2011c). Alguns dels termes inicialment emprats corresponen a BRETZ (1942), NÚÑEZ JIMÉNEZ (1967), FORD i WILLIAMS (1989) i SLABE (1995). Aquí no tractam de les



Figura 12.2: Exemple de la complexitat i superposició de morfologies de corrosió. Es poden apreciar morfologies espongiformes al sostre i parets, així com facetes i solcs verticals superposats. Cova des Pas de Vallgornera. Foto A. Cirer.

morfologies generades exclusivament pels processos hipogènics de caràcter hidrotermal, ja que es tracten a un altre capítol.

El catàleg de formes s'ha estructurat en 4 categories diferents (Fig. 12.1). **Megaformes** (organització de les xarxes endocàrstiques), **macroformes** (morfologies d'ordre hectomètric a decamètric), **mesoformes** (morfologies d'ordre decamètric a mètric) i **microformes** (morfologies d'ordre mètric a centimètric). Algunes de les morfologies es poden trobar a la vegada en dues categories diferents.

Les diferents formacions primàries es presenten sovint imbricades i superposades a diferents escales de mida. De forma global podem pensar que la cavitat, per ella mateixa, correspon a una *megaforma* (d'ordre quilomètric a hectomètric). En aquest cas aquesta megaforma, 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).

MEGAFORMES

Corresponen a aquest grup les morfologies de corrosió d'ordre quilomètric a hectomètric i corresponen a la pròpia organització de les xarxes endocàrstiques litorals.

Sistemes de cavitats ramiformes (*ramiform caves*)

Una sèrie d'unitats d'esfondrament s'han anat connectant i creixent tridimensionalment (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2007a, 2010a), fins a donar lloc a una disposició en planta de caràcter *ramiforme* 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, 2009b), 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.*, 2006a), la cova Genovesa o d'en Bessó (GRÀCIA *et al.*, 2003a, 2003b), el sistema Gleda-Camp des Pou (GRÀCIA *et al.*, 2007, 2010a; GINÉS *et al.*, 2008), les coves del Drac (GINÉS & GINÉS, 1992) 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.

Xarxes freàtiques amb fort control estructural (*structural networks*)

Les fàcies corresponents a ambients de *lagoon* del Miocè superior postorogènic de les Balears, presenten una porositat relativament baixa i una permeabilitat relativament alta associada a la fracturació (GINÉS *et al.*, 2008, 2009). Dins d'aquesta litologia, algunes localitats del Migjorn de Mallorca com la cova des Coll, a Felanitx (GRÀCIA *et al.*, 2005), constitueixen extensos sistemes freàtics litorals on és ben patent un fort control estructural (diàclasis i fractures en general) pel que fa a la disposició en planta de les cavitats. Es tracta d'un subtipus de cova de la zona de mescla litoral, però caracteritzat per un patró planimètric (GINÉS *et al.*, 2009) marcadament rectilini, força diferent en relació al caràcter *ramiforme*, abans descrit, de les coves excavades dins els materials escullosos. Per altra banda, els sectors interns de la cova des Pas de

Vallgornera, desenvolupats en fàcies de *lagoon*, estan constituïts per un extens laberint de galeries, controlades estructuralment per importants fractures on predomina la direcció SW-NE. Amb una freqüència menor, els plans d'estratificació poden assolir un paper important en el desenvolupament d'algunes coves litorals, com succeeix a la cova Figuera, a Manacor (GINÉS & GINÉS, 2009).

MACROFORMES

(morfolgies 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 (Fig. 12.3), en ocasions d'amplades importants. Al sistema Gleda-Camp des Pou suposen una part important de les galeries de la cavitat i explica l'elevat quocient entre l'amplària i l'alçària dels àmbits (la sala dels Paleonivells, els laminadors prop del pas de l'Apocalipsi, part de les galeries de les Haloclines, algunes zones del sector de la Unió).



Figura 12.3: Galeria freàtica de control estructural estratigràfic del sistema Gleda-Camp des Pou. S'aprecia que la galeria segueix un pla d'estratificació que condiciona la seva secció de tendència horitzontal (Foto: A. Cirer).



Figura 12.4: Galeries freàtiques de control estructural tectònic de la cova des Coloms de cala Falcó i de la cova des Coll. Les diàclasis han servit de línies de menor resistència per a la corrosió i donen lloc a les galeries que en secció transversal tenen una tendència vertical (Fotos: A. Cirer i M. Perelló).

En el cas de la cova des Coll formen una part important de les galeries del sector del Poble, sector del Descobriment, sector del Patatús i sector dels Autèntics. 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 a on les amplades són molt importants (en alguns llocs superen els 25 m). 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. A altres cavitats litorals de Mallorca, com per exemple la cova Genovesa (GRÀCIA *et al.*, 2003a, 2003b), formen sales com la sala GNM.

Galeries freàtiques de control estructural tectònic (*joint-guided phreatic passages*)

Són les galeries a on predomina el control estructural tectònic, a partir de fractures que 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 (Fig. 12.4). L'alçària d'aquestes galeries arriba a assolir els 10 m a la galeria Miquel Àngel Barceló (cova des Pas de Vallgornera). 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'Extremunció i galeria Collonuda Nord. És molt freqüent que en moltes zones es trobin disposades vèries galeries en forma paral·lela, associades a l'equidistant distribució de les diàclasis també paral·leles, i que presentin fenòmens de coalescència. A la cova des Coll, a la part oriental de Mallorca (GRÀCIA *et al.*, 2005), aquestes formen la majoria de galeries del sector del Poble, sector del Descobriment, sector del Patatús i sector dels Autèntics. Al sistema Gleda-Camp des Pou les galeries de control estructural tectònic es troben especialment al sector Llunyà. A la cova des Coloms I es troben a la part terminal de la cavitat (GRÀCIA *et al.*, 2010b).

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. 12.5). 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 diàclasis. En els casos de l'existència de galeries paral·leles molt properes, solen presentar també morfologies de coalescència. 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. A la cavitat es troben especialment a les fàcies de front d'escull i, a les fàcies amb clapetes d'esculls existents dins del *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



Figura 12.5: Galeria freàtica de secció circular de la cova Genovesa. (Foto: A. Cirer).

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). 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.

Sales freàtiques circulars (*globular halls*)

Venen a esser unitats de dissolució semi-independents que en planta tenen forma irregular o més o menys circular. En aquesta classificació incorporam les que superen els 10 m d'eix. A la cova des Pas de Vallgornera es localitzen especialment a les fàcies de front d'escull i, a les fàcies amb clapes d'escull, dins del *lagoon* extern. 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

(morfolgies 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 (Fig. 12.6). En aquesta tipologia incloem les que es troben entre 2 i 10 m de diàmetre. Es presenten sovint fusionades o associades a altres morfolgies 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.*, 2007a). A la cova Genovesa es troben presents als laterals de la galeria Myotragus i a la sala Final. Algunes de les cambres estan connectades amb la resta de la cavitat mitjançant estrets corredors freàtics (GRÀCIA *et al.*, 2003a).

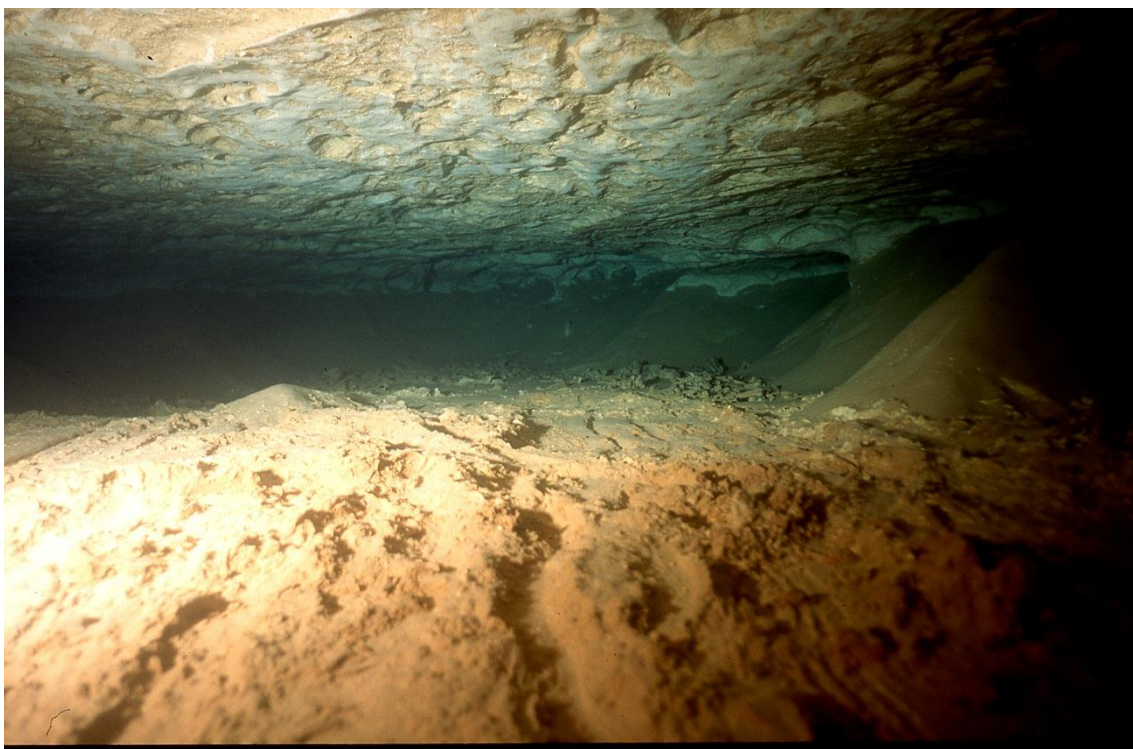


Figura 12.6: Cambra freàtica circular, al lateral d'una galeria de la cova Genovesa. Les dimensions són d'uns 25 m² i el sostre entre 0'5 i 1 m d'alçària. Foto P. Gracia.



Figura 12.7: Antics envans de roca, dissolts a la base que separaven galeries freàtiques estructurals tectòniques. Actualment es poden definir com a penjants allargats i paral·lels. Sector Llunyà del sistema Gleda-Camp des Pou. Foto A. Cirer.

Columnes de roca (*rock pillars*)

Es tracta de morfologies de corrosió, formades per roca mare, que connecten sostre i pis. 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 la cova des Pas de Vallgornera, encara que 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 que provoca que quedin romanents de roca mare que constitueixen les columnes, de diàmetre molt variable. A aquesta cova són especialment abundants a les galeries de l'Extremunció i a la galeria Collonuda Sud; també al sector Antic són freqüents. Altres cavitats a on són molt abundants o presenten exemplars espectaculars són el sistema Gleda-Camp des Pou i la cova des Coll.

Són les parets que separen galeries o cambres paral·leles (Fig. 12.7), 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. Mostren, per



Figura 12.8: Doble nivell de facetes superposades en dos nivells diferents i posseeixen solcs verticals. Cova des Pas de Vallgornera (Foto A. Cirer).

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 Coll i 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) les quals originen freqüents envans verticals. Són més escasses a les fàcies d'escull i més abundants a les de *lagoon* extern. Han estat citades a gairebé totes les cavitats subaquàtiques del llevant de Mallorca (GRÀCIA *et al.*, 2000, 2003b, 2005, 2010b). N'hi ha que es troben en estadis avançats de dissolució en zones concretes de l'envà, on pot arribar a desaparèixer la roca per complet de forma local. Així, si ha desaparegut la roca de la base l'envà es troba en un estadi de transició cap a penjant. En el cas de que s'hagi dissolt per complet la part superior de l'envà, aquest evoluciona de cap a un pinacle.

Terrasses (*terrasses*)

Es produeix en obrir-se l'envà horitzontal que separa una galeria superior d'una inferior. Una localitat molt característica és la galeria de les Tortugues a la cova de Cala Varques B.

Ponts (*bridges*)

Són restes de la massa rocosa, d'ordre mètric a decamètric, que abans separava àmbits pròxims. En ocasions procedeixen d'envans, bé verticals, comunicant dues galeries paral·leles, o bé horitzontals o terrasses, 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, així com quan hi ha clapetes de creixement coral·lí dins les fàcies de rere escull. Al sistema Gleda-Camp des Pou són més presents a les galeries dels Gemecs i s'han format per la destrucció del pis que separava dos nivells superposats de galeries (GRÀCIA *et al.*, 2007a). La cova des Coll presenta també aquesta morfologia repartida arreu de la cova (GRÀCIA *et al.*, 2005). La cova

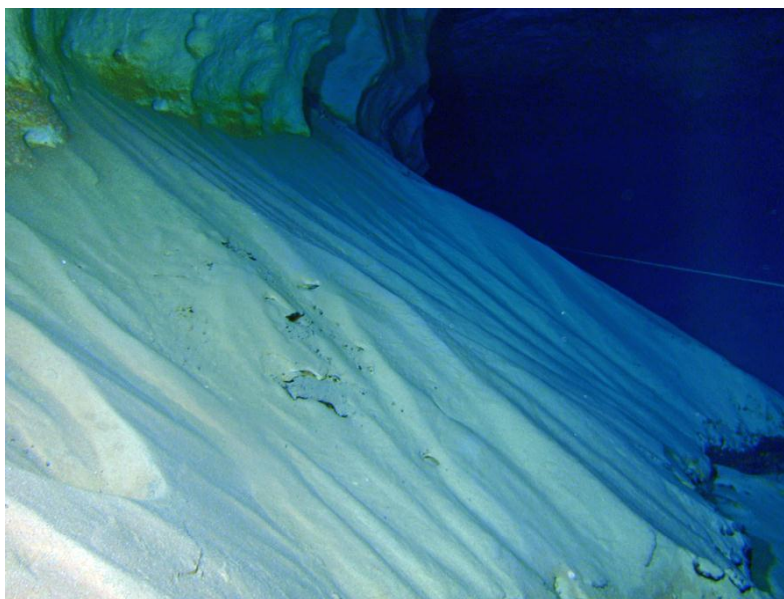
des Coloms I i la cova de Cala Varques B són altres cavitats a on es troben sovint (GRÀCIA *et al.*, 2010b, 2000). Tanmateix, una bona part d'altres cavitats amb continuacions subaquàtiques posseeixen ponts.

Facetes (*solution facets*)

Superfícies inclinades de roca, llises o amb solcs que segueixen el pendent. Es presenten associades generalment a les regates de corrosió, de les quals parteixen i constitueixen el seu límit inferior (Figs. 12.8, 12.9). 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 0,3 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 el 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 vèries laterals arribar a formar 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

Figura 12.9: Regata de corrosió amb faceta d'un metre d'amplària amb solcs que segueixen el pendent. La inclinació de la superfície de la faceta és d'un 40°. Foto F. Gràcia.



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 -4m; -2,6 i -4,6 m; -4,2 i -4,7 m; -4,2 i -5m; -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. La fondària on es troben 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.*, 2007a). A la cova des Coloms I també es troben facetes a les galeries freàtiques de control estructural tectònic.

Regates de corrosió (*corrosion notches*)

Morfologies de corrosió negatives, a mode d'osca o soles horitzontals, que profunditzen a la roca mare i que es perllonguen, en ocasions, desenes de metres al llarg de les parets de les galeries i sales (Fig. 12.10). Indiquen el nivell d'haloclines actuals o pretèrites, encara que també podrien correspondre a antics nivells freàtics. Solen estar



Figura 12.10: Regata de corrosió molt marcada que afecta a espeleotemes i que continua al llarg de les parets de la galeria. Sector de Ponent del sistema Gleda-Camp des Pou. Foto C. Bodi.

acompanyades per facetes, que les limiten per davall. 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; i -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.*, 2003b). 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 "pentinades 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.*, 2007a). 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 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, per davall de les regates se situen facetes associades. Curiosament la roca rogenca de tota la galeria és molt massiva 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 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, és a dir morfologies positives i negatives, de molt diferents mides i formes (Fig. 12.11). A



Figura 12.11: Morfologies espongiformes a escala de mesoformes. Denominam així a les zones d'aspecte caòtic 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. Cova des Pas de Vallgornera (Foto A. Cirer).

molts d'articles de cavitats litorals es fa referència a elles com a sinònim de formacions primàries en general. La seva localització és molt general, ja que poden trobar-se per tot arreu, sigui sostre, parets o terra de galeries i sales. La gènesi d'una bona part d'aquestes morfologies 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 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 clapetes de creixement coral·lí dins les fàcies de *lagoon* extern. Algunes galeries de control estructural tectònic, poden presentar morfologies espongiformes a zones concretes.

Al sistema Gleda-Camp des Pou (GRÀCIA *et al.*, 2007a, 2010a), 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. 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, són abundants a les zones subaquàtiques poc afectades per processos d'esfondrament (GRÀCIA *et al.*, 2006a).

Galeries cegues (*dead ends*)

Longitudinalment són de petites dimensions i acaben de forma brusca, com un cul de sac, sense possibilitats de continuació. La seva longitud és molt variable, encara que amb aquesta denominació únicament incloem les que no superen la desena de metres. Les de majors mides les catalogam dins les macroformes i les assignam a les galeries freàtiques pertinents. Són molt abundants a la cova des Pas de Vallgornera, la cova des Coll, el sistema Gleda-Camp des Pou i el sistema Pirata-Pont-Piqueta. Moltes altres galeries freàtiques de major mida finalitzen en cul de sac, és a dir com si fos una galeria cega, encara que d'altres prossegueixen massa estretes per poder progressar.



Figura 12.12: Conductes seminals o iniciadors, estadi previ a la formació d'autèntiques galeries. A causa de les seves reduïdes dimensions no són penetrables per a l'home, encara que longitudinalment poden assolir longituds considerables. Cova des Coloms de Cala Falcó (Foto A. Cirer).

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 de secció circular però, per les seves reduïdes dimensions no són penetrables per a l'home, encara que longitudinalment poden assolir longituds considerables (Fig. 12.12). Són molt abundants a les cavitats, excepte als llocs a on es troben les sales i galeries d'esfondrament.

MICROFORMES

(morfologies de corrosió d'ordre mètric a centimètric)

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 (Fig. 12.13). Aquestes microcavitats intercomunicades de diferents mides i formes es produeixen per la diferent dissolució de la roca en aigües freàtiques (BRETZ, 1942). La zona freàtica i vadosa de la cova des Pas de Vallgornera presenta zones a on són molt abundants. A la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005) es troben especialment a una galeria amb una gènesi associada a l'intens flux d'aigua de baixa salinitat que circula pel conducte. En aquesta part de la

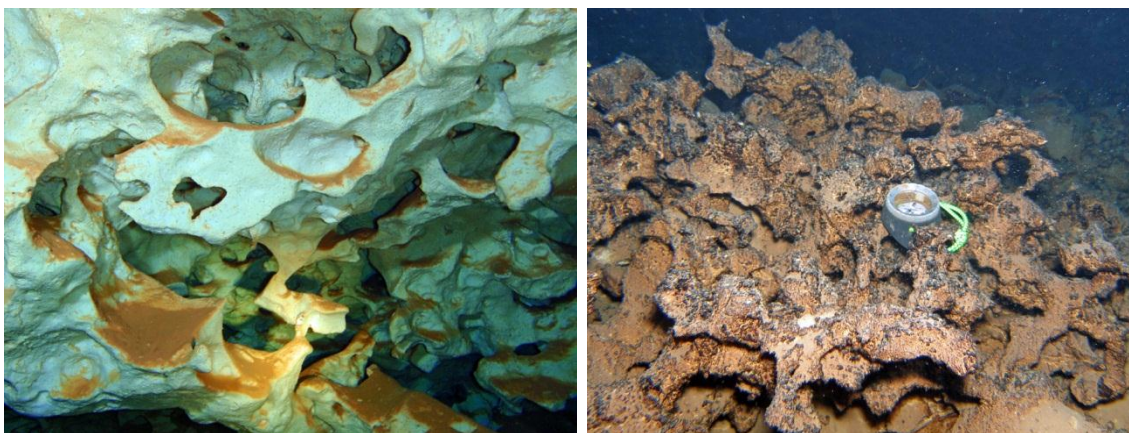


Figura 12.13: Morfologies espongiformes a escala de microformes al sostre i al terra de la cova des Pas de Vallgornera i de la cova d'en Bassol respectivament. La brúixola permet saber l'escala de les fotografies. Fotos F. Gràcia i F. Brehier.

cavitat és molt marcat el contrast entre zones del terra i el sostre amb *spongework* i d'altres sense morfologies de corrosió destacades. Al sistema Gleda-Camp des Pou (GRÀCIA *et al.*, 2007a) es troben a zones molt concretes, però en general són poc desenvolupades. A la cova d'en Bassol són molt abundants i espectaculars, a una zona de control estructural estratigràfic que ha estat trobada en temps recents. La



Figura 12.14: Arcs que formen a la vegada morfologies espongiformes. Foto F. Gràcia.

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 les sales finals (GRÀCIA *et al.*, 2006b).

Arcs (*archs*)

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. 12.14). Per coalescència d'arcs es poden arribar a convertir en arcs més grans o fins i tot en ponts. És freqüent la presència d'arcs propers entre ells. És una morfologia molt freqüent a la cova des Pas de Vallgornera. Són especialment abundants als sectors de la cavitat de fàcies de front d'escull o d'escull en clapes. S'han localitzat abundants arcs a la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005), al sistema Pirata-Pont-Piqueta (GRÀCIA *et al.*, 2006a) i al sistema Gleda-Camp des Pou (GRÀCIA *et al.*, 2010a).

Pinacles (*cers*)

Són formes de relleu positives, que sobresurten del terra de galeries i sales (Fig. 12.15). Equivalen a l'invers dels penjants, ja que parteixen del terra i ascendeixen de cap al sostre. Solen esser 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. A la terminologia

internacional en ocasions s'anomenen *blade*. També poden provenir d'altres morfologies, com arcs i ponts. A la cova des Pas de Vallgornera es troben per tot arreu; n'hi ha a les façies de front d'escull i també a les façies de *lagoon* extern. En general són molt més espectaculars i de majors dimensions els que es troben a les façies de *lagoon* extern. A altres coves litorals de Mallorca, com el sistema Gleda-Camp des Pou hi són presents (GRÀCIA *et al.*, 2007a) i a la cova des Coll són relativament abundants en llocs molt diversos de la cavitat (GRÀCIA *et al.*, 2005).

Esperons (*rocky jags*)

Són morfologies de corrosió positives, protuberàncies laterals d'ordre mètric, que es poden incloure dins el mateix grup que els penjants i pinacles. Es formen a partir de la dissolució progressiva de ponts, arcs i envans desmantellats de forma parcial o totalment. Les seves mides solen ésser similars a les dels pinacles. Al sistema Gleda-Camp des Pou són freqüents a totes les galeries (GRÀCIA *et al.*, 2007a, 2010a). A la



Figura 12.15: Pinnacle que continua amb facetes a la base. És el que resta d'antigues masses de roca més voluminoses afectades per la dissolució progressiva. Cova des Pas de Vallgornera (Foto J. Pocoví).

cova des Coll i la cova des Pas de Vallgornera són molt més abundants i generalment relacionats amb antics envans (GRÀCIA *et al.*, 2005, 2009b).

Penjants (*rock pendants*)

Les seves mides van de dimensions d'ordre de centímetres a metres, i tal com indica el seu nom pengen del sostre (Fig. 12.16). Hi ha diferents mecanismes generadors de penjants. Per una banda hi ha els penjants procedents d'antics envans que són de forma allargada; en aquest cas a la terminologia internacional s'anomenen *keel roof pendant* o *blade*. 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. Al penjants són comuns altres morfologies que se superposen, com són els tupins i les concavitats poc marcades.



Figura 12.16: Penjants de es Dolç, per davall de l'haloclina, dins les eolianites pleistocenes. Foto F. Gràcia.

A la cova des Pas de Vallgornera es troben a les dues fàcies repetidament esmentades, tant de front d'escull i escull en clapes, com a les fàcies de *lagoon* extern. En el segon cas procedeixen gairebé sempre d'envans desmantellats. La mida és de majors dimensions que les que es formen dins la fàcies de front d'escull. 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. A la cova des Coll són especialment abundants (GRÀCIA *et al.*, 2005) i es poden trobar, a més dels formats pel procés abans esmentat, els penjants generats per una gènesi associada a l'intens flux d'aigua de salinitat baixa que circula per alguna galeria. Al sistema Gleda-Camp des Pou (GRÀCIA *et al.*, 2007a) n'hi ha alguns de gran mida, que superen els 3 m, els quals semblen restes de columnes de roca o envans de



Figura 12.17: Concavitat poc marcada (Foto F. Gràcia).

corrosió. Hi ha tota una sèrie d'estadis evolutius intermedis entre els envans i els penjants.

Concavitats poc marcades (*subdued pockets*)

Es tracta de depressions semiesfèriques circulars, el·líptiques o irregulars centimètriques que

s'endinsen poc dins la roca (Fig. 12.17). La longitud o amplària d'aquestes morfologies negatives supera sempre la fondària. Recobreixen superfícies extenses de les parets i sostres de galeries i sales. Tal i com diu MERINO (2006), en secció vertical la forma s'assembla a una mitja lluna, amb la part còncaua 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



Figura 12.18: Tupins de paret (Foto F. Gràcia).

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 evident alineació horitzontal de les files de concavitats que podria ésser conseqüència d'una estabilització d'una zona d'haloclines que originés aquestes formes de dissolució. Segons MERINO (2006), aquesta disposició s'assembla per la

morfologia a les facetes, de les quals podria representar un primer estadi evolutiu. La seva presència sol ésser habitual a totes les coves litorals del Llevant i Migjorn.

Tupins de paret, sostre i pis (*wall pockets, ceiling pockets, floor pockets*)

Són concavitats circulars, el·líptiques o semiesfèriques, és a dir morfologies negatives, de mides compreses entre uns pocs centímetres i menys d'un metre (Fig. 12.18, 12.19). Sovint presenten coalescències o unions (*composed pockets*) i superposicions (*pocket levels*). En funció de la situació on es troben de les galeries i

sales cal puntualitzar si són de paret, sostre o pis (*wall pockets, ceiling pockets* i *floor pockets*). A la cova des Pas de Vallgornera es troben a escampats per tots els sectors de les cavitats, tant terrestres com subaquàtics. També hi són, tant a les façanes 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



Figura 12.19: Tupins de paret i concavitats poc marcades a les eolianites pleistocenes de es Dolç. El diàmetre dels tupins és d'uns 20 cm (Foto F. Gràcia).

buida la zona ocupada per una colònia de corall. És freqüent observar que al buit del tupí 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 del Llevant de Mallorca.

Cúpules (*cupolas* o *bellholles*)

Depressions semiesfèriques, circulars o allargades, de mida decimètrica a mètrica, que poden penetrar considerablement dins la roca del sòtil de galeries o sales. Les diàclasis 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. A les cavitats del Llevant no són molt freqüents.

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. 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 incloure-les als tupins, ja que a nivell pràctic és molt difícil distingir-les. Els nínxols, en superar unes certes dimensions (uns



Figura 12.20: Regata de corrosió amb facetes associades per davall que presenten Canals subverticals de dissolució. Cova des Coll (Foto B. Bordoy).

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.

Canals subverticals de dissolució (*rock combs*)

Associades i sobreposades a les facetes, encara que no sempre presents (Fig. 12.20). Són citades per primera vegada a GRÀCIA *et al.*, (1997) com a “pentinades de roca”. MERINO (2000) les defineix 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. Als sectors

subaquàtics de la cova des Pas de Vallgornera són freqüents els canalets, mentre que les “pentinades de roca” són poc presents. A la cova des Coll les crestes són especialment marcades i no superen els 20 cm d’alçària entre les valls i les crestes. A la cova Genovesa s’han observat desenvolupades entre -7,8 i -8,7 m (alçada de les facetes 0,9 m) i entre -10,5 i -11,1 m (alçada de les facetes 0,6 m). A la cova des Coll es troben localitzades a cotes de fondària que van 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). Es troben també a la cova des Coloms I.

Capítol 13. LES MORFOLOGIES HIPOGÈNIQUES

13.1. Introducció

En el decurs dels darrers anys s'han formulat noves teories espeleogenètiques, recolzades per investigacions realitzades en diversos països, on es defineixen nous mecanismes generadors de cavitats que se relacionen amb la circulació transversal de fluids ascendants d'origen profund (KLIMCHOUK, 2007, 2009). L'agressivitat d'aquells fluids correspon a les seves característiques geoquímiques lligades al caràcter profund de la recàrrega (PALMER, 1991, 2000, 2007), que aporta concentracions elevades de CO₂ no biogènic, H₂S o CH₄, a més de tota la munió de processos geoquímics associats al geotermalisme (DUBLYANSKY, 2000, 2005). Es tracta d'un complex entrellat de processos designats com a espeleogènesi hipogènica.

Fins a dates relativament recents l'espeleogènesi de les cavitats de Mallorca s'havia considerat lligada a processos epigenètics (GINÉS, 1995a), on els sistemes endocàrstics es formen principalment per la infiltració directa de les aigües meteòriques carregades de CO₂ d'origen edàfic i atmosfèric, o per la recàrrega procedent de les



Figura 13.1: Galeria hipogènica ascendent des Dolç. Generades des de baix, als materials pliocens fins assolir les eolianites pleistocenes (Foto GNM).

formacions superficials i/o dipòsits no carstificables, mostrant sempre una relació amb la topografia exterior (MERINO *et al.*, 2011a). En general les cavitats desenvolupades d'aquesta manera tenen una connexió hidrològica amb la superfície que correspon, normalment, amb les entrades dels mateixos sistemes subterranis. S'hi ha d'afegir a això els processos de distensió mecànica que afecten a les elevacions de les serres mallorquines i que donen lloc a cavitats d'origen mecànic, amb poca o nul·la intervenció dels mecanismes de carstificació. Al mateix temps, les illes mostren una gran presència de dipòsits tabulars, formats en la seva major part per plataformes de calcarenites del Miocè superior i que es disposen al llarg de bona part de la costa, existeixen uns altres processos espeleogenètics relacionats amb la mescla d'aigües d'origen meteòric i aigües d'origen marí a la franja litoral. Aquests processos duen associat l'increment dels buits a causa de la dissolució dels materials i posteriorment inestabilitats locals que donen lloc a esfondraments, creant sales de col·lapse (GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS & GINÉS, 2007, 2009).

Diversos autors ja han deixat constància de l'existència de formes que estarien associades a processos hipogènics en diferents cavitats de Mallorca. Per una part, GINÉS & GINÉS (2006) en un estudi sobre la cova Nova de Son Lluís a Porreres, observen i descriuen la presència de cúpules i morfologies esfèriques que podrien tenir un origen hidrotermal. Posteriorment diversos treballs duts a terme a la cova des Pas de Vallgornera, a Lluçmajor, aporten noves dades que d'una manera molt aclaridora posen de manifest l'existència de formes que indicarien la participació de processos hipogènics en la gènesi de la cavitat (GINÉS & GINÉS, 2009; GINÉS *et al.*, 2008, 2009a, 2009b; GRÀCIA *et al.*, 2009a, 2009b; MERINO & FORNÓS, 2010; MERINO *et al.*, 2010, 2011; FORNÓS *et al.*, 2011a). A aquest fet se li han d'afegir els estudis duts a terme sobre les anomalies geotèrmiques presents a l'aquífer de la plataforma de Lluçmajor (LÓPEZ *et al.*, 2004; LÓPEZ & MATEOS, 2006). Així, els sondeigs de captació d'aigües realitzats en zones properes a aquesta localitat, d'uns 100 m de profunditat, han posat de manifest l'existència d'aigües termals amb unes temperatures que arriben als 51,6° C. Per als autors esmentats aquests fenòmens hidrotermals estan relacionats amb importants falles normals amb una orientació SW-NE. Aquestes fractures permetrien l'ascens d'aigües termals d'origen profund que a la llarga es mesclarien amb l'aquífer lliure del Miocè superior de la plataforma tabular de Lluçmajor i també de la cubeta de Campos. Tots aquests fets van provocar que es dugués



Figura 13.2: Galeries cegues de les coves del Drac. Presenten punts d'alimentació al terra i de descàrrega al sostre (Foto GNM).

a terme una revisió molt més acurada de les cavitats de la zona compresa entre la plataforma de Lluçmajor i Campos (MERINO *et al.*, 2011b), així es van afegir a aquesta gènesi una cavitat de la zona de Manacor (la cova de s'Ònix), al municipi de Porreres la cova Vella de Son Lluís, a Lluçmajor la cova de sa Guitarreta i a Campos el pou de Can Carro, que aportaren una nova visió sobre la importància i extensió de l'espeleogènesi lligada a processos d'origen hipogènic i hidrotermal a l'illa de Mallorca. La troballa d'evidències clares de participació de processos hipogènics a la marina de ses Salines, a la Colònia de Sant Jordi, al SW de Mallorca, a la cova anomenada es Dolç (GRÀCIA *et al.*, 2014; GRÀCIA & FORNÓS, 2014), cavitat oberta dins materials del Pliocè i majoritàriament del Pleistocè ha suposat el coneixement d'una nova localitat molt peculiar i aclaridora. Darrerament a les emblemàtiques coves del Drac del terme de Manacor (inèdit), aquesta localitat al llevant de Mallorca, s'han trobat també abundants morfologies i altres evidències clarament indicadores de la important activitat hipogènica com a generadora de la cavitat.

Les formes més característiques i definitòries d'evidències hipogèniques que s'han documentat per ara a les cavitats mallorquines són les següents: conjunts morfològics de



Figura 13.3: Es pot considerar aquesta morfologia una obertura d'alimentació o *feeder*, a escala de mesoforma. L'indret on es troba el Cràter es localitza a -21 m, a la part més pregonada d'una galeria a la qual dóna el seu nom (Foto GNM).

flux ascendent formats per punts d'alimentació (*feeders*), canals ascendents de paret (*rising wall channels*), i punts de descàrrega (*outlets*); així com canals de sostre (*ceiling channels*) i cúpules (*bell-holes*) (MERINO *et al.*, 2011b). Les anteriors morfologies solen anar acompanyades d'altres evidències, tals com les regates de corrosió (*wall notches*), concavitats de sostre (*ceiling pockets*), ponts de roca (*rock bridges*), galeries cegues (*dead ends*), envans de roca (*partitions*), etc.

Per altra banda, altres autors (MYLROIE & MYLROIE, 2009) han posat en dubte el caràcter diagnòstic de bona part de les formes atribuïdes a l'espeleogènesi hipogènica, al estar també representades en ambients freàtics de poc dinamisme, com és el cas de la carstificació litoral associada amb la zona de mescla marina; de totes maneres, el caràcter hipogènic d'algunes formes específiques, com són els canals ascendents, resulta força evident i per tant difícil de qüestionar. Nosaltres estem d'acord amb aquestes afirmacions de forma que els envans de roca (*partitions*), regates de corrosió (*wall notches*) i facetes (*solution facets*), concavitats de sostre (*ceiling pockets*), ponts de roca (*rock bridges*), així com altres morfologies de corrosió no les podem atribuir únicament a aquesta gènesi, ja que es troben també a cavitats a on els processos

hipogènics no han intervingut. Fins i tot, és possible que les darreres morfologies anomenades siguin poligèniques i que la seva formació estigui lligada a més d'un procés, depenent de cada situació particular (OSBORNE, 2004).

13.2. Catàleg de morfologies hipogèniques

MACROFORMES (d'ordre hectomètric a decamètric)

Galeries hipogèniques ascendents

A es Dolç s'inicien en forma de galeria cega dins els materials pliocens i ascendeixen en pendent, sovint molt acusat, fins connectar amb les eolianites pleistocèniques, per la qual cosa es van anomenar galeries hipogèniques ascendents (GRÀCIA & FORNÓS, 2014, Fig. 13.1). Hi ha a la cavitat almenys 12 galeries hipogèniques ascendents, clarament diferenciades. L'amplària d'aquestes galeries sol estar compresa entre 6 i 14 m, encara que arriben a assolir els 20 m. La seva alçària més comuna està entre 1,5 i 6 m, podent superar en alguns indrets els 13 m. El recorregut longitudinal està comprès entre uns 40 i 90 m. En alguns casos poden prosseguir algunes desenes de metres amb el terra molt pla, de roca mare, o recobert de grans blocs despresos. Les obertures o conductes d'alimentació suposam que són els responsables, en gran mesura, de la seva formació, per la qual cosa les galeries s'han creat des de baix. Al Dolç s'han format també en part per processos d'esfondrament, fins que ha afectat les eolianites pleistocèniques a on la cova adopta una disposició horitzontal. Les parets, sostres i el terra en ocasions estan recoberts per una pàtina negra de manganès que els dona un aspecte molt fosc (pou Mascarat). La fondària d'aquestes galeries està compresa entre els -19 i -27,5 m; el valor màxim es troba just al fons del Cràter de la galeria homònima (es Dolç Extern).

Galeries cegues (*dead ends*)

Un altre conjunt morfològic associat a les cavitats d'origen hipogènic són les galeries cegues, que acaben en cul-de-sac (Fig. 13.2). La gènesi d'aquestes formes és difícil d'explicar mitjançant mecanismes relacionats amb fluxos laterals que afecten a



Figura 13.4: Cruis o fractures d'alimentació (*feeders slots*) des Dolç de diversos metres de llargària (Foto GNM).

les galeries; per contra encaixen perfectament dins del marc d'un procés generat per fluxos transversals (KLIMCHOUK, 2007, 2009). Aquestes galeries acaben per cegar-se, però estan obertes a la recàrrega per mitjà de *feeders* en la part més baixa i a la descàrrega per mitjà dels *outlets* localitzats al sostre (MERINO *et al.*, 2011b). Aquests trets els diferencia de galeries freàtiques formades per la zona de mescla, a on encara que puguin acabar en cul de sac no presenten punts d'alimentació ni de descàrrega. A més a més solen acabar més que en cul-de-sac en fractures impenetrables o en esfondraments que barren el pas.

A les coves del Drac també es troben galeries que semblen clarament hipogèniques com és el cas d'algunes de les desenvolupades a les galeries dels Domassos o a les proximitats del llac Martel, amb abundants punts d'alimentació i de descàrrega, canals de sostre, així com moltes altres evidències. El mateix pensam de la cova des Pas de Vallgornera, a on es fa difícil destriar l'origen hipogènic de moltes galeries de possibles contribucions respecte de la zona de mescla, però l'abundància de morfologies hipogèniques i sediments associats així ens ho fa pensar.

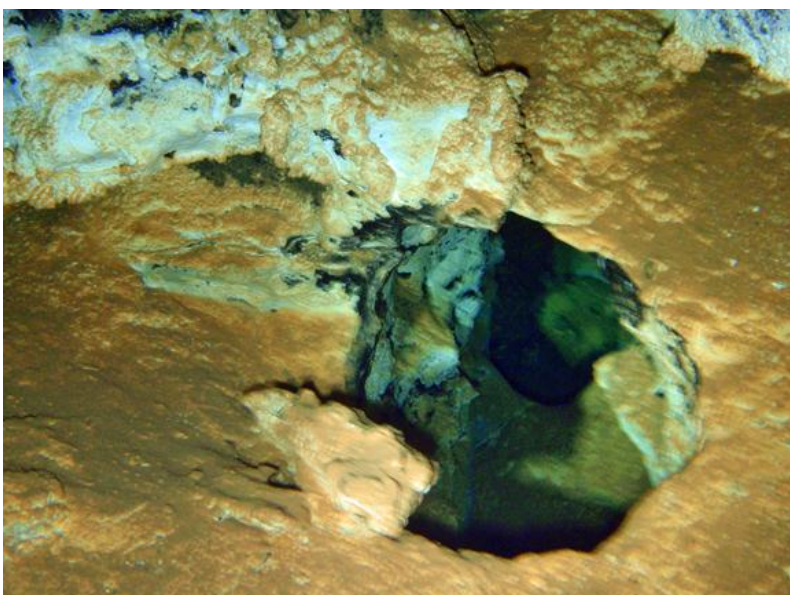
Figura 13.5: Conducte vertical d'alimentació tipus Embut (*feeders*) des Dolç, dins eolianites pleistocenes (Foto GNM).



Figura 13.6: Conducte vertical d'alimentació d'uns 60 cm de diàmetre al sector dels Privilegiats, zona subaquàtica de la cova des Pas de Vallgornera (Foto M. A. Perelló).



Figura 13.7: Conducte vertical d'alimentació sota l'aigua, d'uns 40 cm de diàmetre, a les galeries dels Domassos de les coves del Drac (Foto F. Gràcia).



MESOFORMES (d'ordre decamètric a mètric)

Cràter

Podem considerar aquesta morfologia, per ara únicament trobada a es Dolç, com a una obertura d'alimentació o *feeder*, a escala de mesoforma (GRÀCIA & FORNÓS, 2014). L'indret on es troba el Cràter es localitza a -21 m, a la part més pregonada d'una galeria a la qual dóna el seu nom. El Cràter consisteix en una depressió de forma troncocònica invertida (Fig. 13.3). S'obre a nivell del terra, amb unes dimensions de 7 x 6 m de diàmetre i davalla 6,5 m a on assoleix els -27,5 m. Semi-ocults per alguns blocs i pedres, es localitzen diversos conductes d'alimentació impenetrables que es perllonguen i profunditzen de cap al fons. Sembla que han actuat provocant una gran dissolució local de les calcarenites pliocenes que formen el trespòl de la galeria i això ha generat aquesta morfologia. El Cràter pròpiament dit es troba circumval·lat per crulls de descompressió que envolten el buit generat i són els que ocasionen l'acumulació de blocs al seu interior.

El lloc on s'ubica no està afectat per esfondraments, ja que el terra, molt pla i situat a uns -21 m té el trespòl format per roca mare, calcarenites pliocenes d'origen marí, molt blanques i gairebé sense recobrir de blocs caiguts. La galeria, amb aquesta espectacular forma de dissolució i altres conductes d'alimentació no posseeix morfologies zenitals dignes de menció.

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

Són els *feeders* o conductes d'alimentació amb aparença de fractura o esquerda descrits per MERINO & FORNÓS (2010) a la cova des Pas de Vallgornera. Sembla que a través de cruïses han ascendit aigües agressives d'origen profund. Arriben a assolir alguns metres de longitud i es perllonguen al llarg d'alguns indrets de les galeries on formen part del trespòl irregular de les mateixes. Són morfologies molt irregulars pel que fa a forma i dimensions, i resulten difícilment definibles llevat de la seva llargària de diversos metres (Fig. 13.4). A les eolianites pleistocenes des Dolç s'han localitzat al terra de les parets de la galeria de les Lloses, galeria Nord i algun indret de les galeries Paral·leles (Dolç Intern), però també a d'altres indrets de la cavitat (GRÀCIA *et al.*, 2014). A les coves del Drac només s'han localitzats alguns exemplars.

Conductes verticals d'alimentació i Embuts (*feeders*)

Són els *feeders* o obertures d'alimentació puntual de MERINO & FORNÓS (2010) de la cova des Pas de Vallgornera, que acostumen a presentar a es Dolç una boca d'aspecte d'embut irregular a la part exterior (com un cràter en petit), o bé el·líptica i en alguns casos més o menys circular, més a l'estil dels que es troben a la cova des Pas de Vallgornera. Les seves dimensions són molt variables anant des d'1,5 m d'eix major fins a uns pocs decímetres. Els de forma d'embut esdevenen progressivament més estrets fins a connectar amb els conductes verticals impenetrables. La part interna dels conductes sol presentar una forma tubular d'aspecte irregular que en vertical es perllonga profusament diversos metres fins no poder-se estimar la fondària que assolixen (Fig. 13.5). A causa de la seva profunditat els hem inclòs dins mesoformes. En ocasions es troben parcialment reblerts de sediments. A la part terminal de la galeria de l'Enfàs (es Dolç) sembla que aquestes estructures comuniquen amb un nivell inferior de buit, així com passa també en alguns casos de la cova des Pas de Vallgornera, a on comuniquen dos nivells superposats de galeries. Sovint se situen molt a prop uns dels altres, fins i tot comparteixen la mateixa obertura a l'exterior. Als materials pleistocenes del Dolç és a on s'aprecien les morfologies més complexes, amb



Figura 13.8: Canal meandriforme de sostre de més de 40 m de longitud, a la galeria Negra de les coves del Drac (Foto A. Cirer).

la part superior més oberta, en forma d'embut, mentre que a les calcarenites pliocenes d'origen marí adopten formes menys complexes, però també les mides més grans, com és el cas de la mesoforma anomenada el Cràter situat a la galeria homònima i que s'ha denominat amb aquest nom per les dimensions extraordinàries que assoleix. Tots els altres conductes d'alimentació que es localitzen en aquesta galeria presenten un aspecte molt més tubular, però a escala de microformes, entre 0,4 m i 2 m d'eixos majors, encara que les dimensions més freqüents es troben al voltant d'1 m.

Els conductes verticals d'alimentació de la cova des Pas de Vallgornera són espectaculars i sota l'aigua s'han trobat especialment al sector dels Privilegiats i al sector del Mussol, a on alguns presenten franges de color i alguns precipitats que envolten l'obertura (Fig. 13.6).

A les coves del Drac, dins materials miocènics, aquests conductes són molt nombrosos a la majoria de zones sotaiguades, però no tan desenvolupats i són de mides més reduïdes, llevats d'alguns pocs casos. Tampoc les formes són molt regulars i fins i tot difícils d'identificar (Fig. 13.7).

Canals de sostre (*ceiling channels*)

A la cova des Pas de Vallgornera són freqüents principalment a les galeries aèries que constitueixen el nivell superior de la cavitat. Les galeries que tenen un control estructural accentuat poden presentar formes acanalades que recorren grans trams del sostre de les mateixes. Per altra part, en llocs on el sostre no està afectat per discontinuïtats de la roca, aquestes formes presenten un recorregut molt sinuós amb el sostre completament pla i amplades que arriben a tenir varis decímetres, amb una profunditat variable. En aquest cas, quan els canals de sostre són abundants i estan entrelaçats, però separats per penjants arriben a presentar fenòmens d'anastomosis (*ceiling anastomoses*) (MERINO *et al.*, 2011b).

A la cova des Dolç no s'han reconegut aquestes morfologies. Les coves del Drac presenten importants canals de sostre, de formes, mida i aspecte molt divers (Fig. 13.8). Es localitzen gairebé per tots els sectors subaquàtics de la cavitat. És la cova subaquàtica a on hem observat aquestes morfologies més ben representades i abundants. A la galeria Negra n'hi ha un canal meandriforme que supera els 40 m de longitud i que segueix longitudinalment el sostre d'aquesta ampla galeria; a qualque indret es ramifica i presenta una fondària que pot superar els 40 cm (Fig. 13.8). El fet de que les mides

més freqüents estiguin per davall dels 10 m fan que els incloem dins l'apartat de mesoformes, encara que n'hi ha de macroformes. Presenta franges horitzontals paral·leles prolongades per tot el canal, amb una coloració salmó que suposam deguda a processos de precipitació. 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 troba un altre important canal de sostre meandriforme a les galeries dels Domassos, encara que no presenta coloració. Alguns canals de sostre menys penetrants assoleixen una gran complexitat per l'elevada quantitat de canals més petits que es van afegint de punts d'alimentació localitzats al mateix sostre, normalment a les voreres, o bé de les parets. Solen tenir colors molt clars, suposam per dissolució de

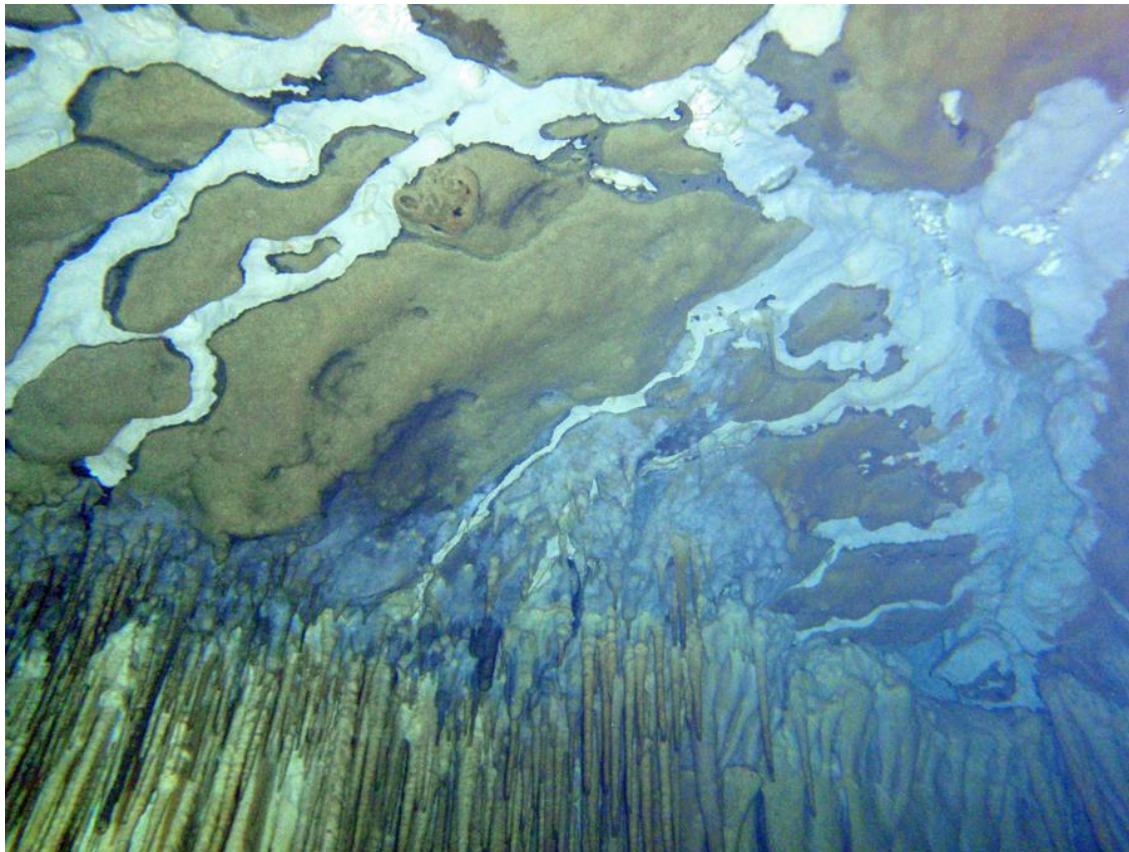


Figura 13.9: Canal de sostre molt complex format per la unió dels canals que parteixen d'abundants punts d'alimentació zenitals a les galeries dels Domassos de les coves del Drac (Foto F. Gràcia i A. Cirer).

la roca mare, i s'arriben a fusionar més de 40 petits canals que convergeixen entre sí per formar amplies clapes. En alguns casos també s'aprecien fenòmens d'anastomosi (Fig. 13.9). És interessant com les bombolles del bussejador es concentren i transcorren per aquests canals.

Cilindres ascendants

Localitzats a es Dolç (GRÀCIA & FORNÓS, 2014). Són morfologies ascendants de dissolució, que es troben al terra, parets i sostres i afecten fins i tot a grans blocs caiguts que són travessats completament de baix a dalt. En ocasions es presenten grups de cilindres situats pròxims entre si. S'han trobat de més de 2 m de longitud, en quedar seccionat i exposat el cilindre per despreniment de la massa rocosa parietal. La seva forma és cilíndrica, d'uns 10 a 25 cm de diàmetre i sembla que es manté constant al llarg del seu recorregut, encara que poden anar serpentejant a mesura que ascendeixen. Es diferencien dels conductes verticals d'alimentació en què els cilindres són de menor diàmetre. S'han localitzat als materials calcarenítics pleistocènics d'origen eòlic i també a les calcarenites pliocenes d'origen marí. S'observen tant al Dolç Extern com al Dolç Intern i en alguns casos es troben reblerts per sediments cimentats vermells. Considerem els que s'observen al terra com a obertures d'alimentació i els que es troben al sostre com a punts de descàrrega. El cilindre en si mateix, al llarg del seu recorregut, vendria a ésser un canal ascendent que connectaria els punts d'alimentació que guaiten per la cavitat amb els de descàrrega.

Cúpules (*cupolas*, *bellholles*)

Les cúpules es troben ubicades al sòtil de les sales i galeries. La seva forma pot ésser semiesfèrica, allargada o presentar formes mixtes entre ambdues i en ocasions superposades a diferents nivells (Fig. 13.10). Als sectors subaquàtics de la cova des Pas de Vallgornera no constitueix una morfologia molt cridanera i fins i tot és escassa o poc representativa. La seva presència a es Dolç és molt exigua i de mides decimètriques, per la qual cosa entrariem com a microformes. A les coves del Drac és a on es troben més ben representades numèricament i de dimensions. 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. Actuarien en alguns casos com a formes de descàrrega ascendent (*outlets*).



Figura 13.10: Cúpula de mida considerable al sostre de les galeries dels Domassos a les coves del Drac (Foto A. Cirer).

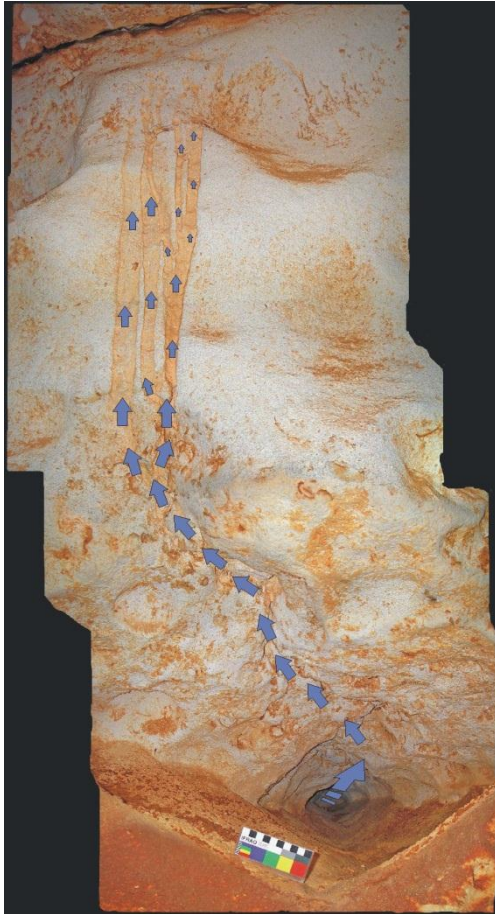


Figura 13.11: Punt d'alimentació (*feeder*) lateral a la cova des Pas de Vallgornera. En la foto s'hi pot apreciar un complet conjunt de formes hipogèniques de flux ascendent. Les fletxes indiquen la direcció dels fluxos hipogènics en tot el seu recorregut (Foto A. Merino).

MICROFORMES (d'ordre mètric a centimètric)

Punts d'alimentació laterals (*side feeders*)

Els *feeders* o punts d'alimentació laterals són morfologies localitzades a les parets de les galeries (Fig. 13.11). En alguns casos són forats d'alguns centímetres, petits conductes i en altres indrets fractures de la roca o petits porus, en ocasions de dimensions mil·limètriques, que aprofiten fins i tot fòssils (Fig. 13.12). També poden néixer des dels plans d'estratificació en el cas dels materials pliocens o de la laminació a les eolianites d'es Dolç. Quantitativament a es Dolç són poc abundants. A la cova des Pas de Vallgornera localment poden tenir densitats importants, però després en grans extensions de la cavitat no apareixen. En proporció és a les coves del Drac a on abunden més, ja que es troben a tots els sectors subaquàtics, fins i tot guaiten fóra de l'aigua a llocs tan emblemàtics com el llac Martel i el llac Negre.

Canals ascendents de paret (*rising wall channels*)

Són morfologies que s'inicien als punts d'alimentació lateral (*feeders*) i poden connectar amb punts de descàrrega (*outlets*). Evidentment, es tracta d'estructures que assenyalen un flux en sentit ascendent (KLIMCHOUK, 2007). Els *rising wall channels*, canals ascendents de dissolució, ja van ser descrits a la cova des Pas de Vallgornera (GINÉS *et al.*, 2008, 2009a, 2009b; GRÀCIA *et al.*, 2009a, 2009b). A partir del punt d'alimentació i per sobre de la boca del *feeder*, es configura un canal o conjunt d'ells que de manera ascendent van desenvolupant-se al llarg de la paret, observant-se sovint com aquests canals s'escindeixen o bé entren en coalescència els uns amb els altres i en

ocasions un canal es bifurca per poder-se tornar a solapar posteriorment. La longitud pot ésser molt diversa, d'uns pocs centímetres a gairebé 2 metres (Figs. 13.12,13.13).

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 individuals o bé col·lectives que sovint s'imbriquen entre si. Hi ha indrets a on es converteixen en canals de sostre 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



Figura 13.12: Obertura per les quals sorgeixen els fluids més lleugers i agressius. Les dues primeres imatges corresponen a les coves del Drac i s'inicien de dins tupins i petits forats de la paret. La tercera fotografia, d'un metre d'amplària, és des Dolç i les obertures són petits forats mil·limètrics que semblen alineats seguint els estrats dels materials pliocens (Fotos GNM i F. Gràcia).

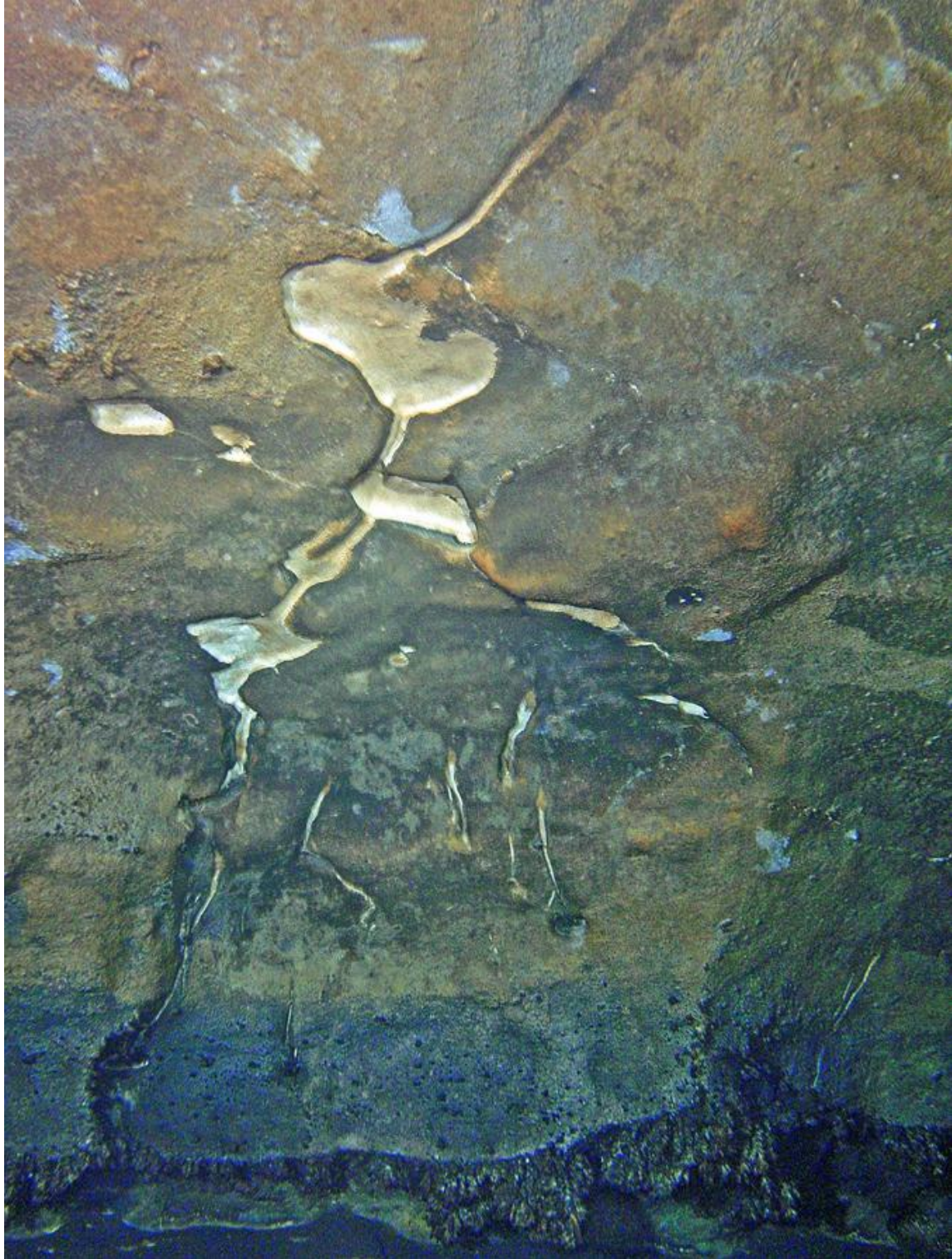


Figura 13.13: Canals ascendents de paret que parteixen de petits forats de les coves del Drac. S'ha generat un petit canal de sostre (es pot observar clarament pel color clar) que recorre el sostre i penetra en una petita concavitat on el flux s'acumula dins la superfície més còncaua; d'aquí arranca un nou solc que el comunica amb una altra concavitat veïna, repetint-se en diverses ocasions el mateix procés. La mida del conjunt és d'uns 2 m (Foto F. Gràcia).

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. Com ja s'ha comentat per a l'anterior morfologia, de la qual parteixen, es troben a tots els sectors subaquàtics.

A es Dolç, com a les altres cavitats, la coloració dels solcs pot ser diferent a la que presenta la roca, fet que ressalta la seva existència i trajectòria (GRÀCIA *et al.*, 2014). Als pous Amagats solen ser de color més clar que el color superficial de la paret, mentre que al final de la galeria de les Lloses n'hi ha



Figura 13.14: Punt de descàrrega al sostre de la galeria Negra de les coves del Drac. Es localitza al final d'un canal de sostre meandriforme d'uns 40 m de longitud (Foto A. Cirer).

que són de color molt fosc. En molts de casos, els canals es van difuminant fins que desapareixen sense arribar a connectar amb cap lloc de descàrrega. A més, s'han localitzat una sèrie de conjunts de canals ascendents que es desenvolupen a partir de plans de fractures, que cobreixen en alguns casos amples zones de les parets de les galeries. Es tracta de solcs de mides variables que rarament arriben a presentar dimensions centimètriques en les seves amplada i profunditat, al contrari del que passa amb la longitud que pot superar els 1,5 m. S'ha posat en evidència la presència d'aquest tipus de canals ascendents, que en molts casos passa quasi desapercebuda, en alguns indrets de la cavitat. S'han localitzat a es Dolç Extern als pous Amagats, dins materials

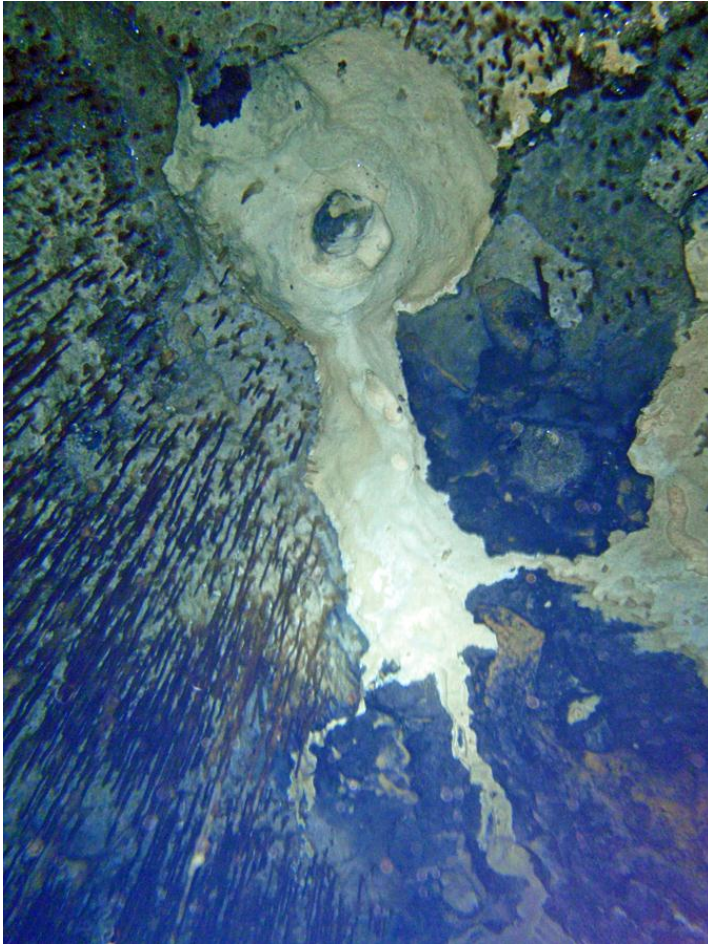


Figura 13.15: Conjunt de canals meandriformes de sostre que convergeixen en una cúpula que actua de punt de descàrrega. Les mides de longitud són d'aproximadament de 5 m. La coloració fosca del sostre i dels espeleotemes és una de les característiques associades als fenòmens hipogènics. Galeries Hipòstiles de les coves del Drac (Foto F. Gràcia).

pliocens. Al Dolç Intern en alguns indrets de la galeria de les Lloses, dins eolianites.

Punts de descàrrega (*outlets*)

Morfologies en forma de forats, cilindres, porus, fractures i altres, que es localitzen al sostre o parets de les galeries (Fig. 13.14, 13.15). Representen una continuïtat dels *rising wall channels* o canals ascendents de paret. A les galeries sotaiguades de la cova des Pas de Vallgornera no són especialment cridaners. A les coves del Drac són molt abundants i extraordinàriament diversos en mides i formes. En molts de casos d'aquesta cavitat, els

punts d'alimentació i de descàrrega es troben ambdós al sostre. A es Dolç són molt estranys, possiblement per la porositat de les eolianites pleistocenes i pliocenes que conformen la cova que causa que els fluxos hipogènics no tinguin llocs preferents de descàrrega, una vegada abocats al buit en sortir dels punts d'alimentació.

Capítol 14. ELS ESPELEOTEMES DE LES CAVITATS INUNDADES

14.1. Introducció

La bellesa i abundància d'espeleotemes a les cavitats de Mallorca és una característica habitual d'una bona part de les coves de l'illa, si més no, a les del Migjorn i Llevant. Al segle XIX els llibres de viatges varen incloure precioses làmines amb gravats i meravelloses descripcions de les formacions estalagmítiques de les coves del Drac i de les coves d'Artà, principal reclam d'aquestes cavitats que han esdevingut objectius turístics molt valorats al llarg del segle XX i XXI (Fig. 14.1). La causa de la seva abundància i bellesa és l'existència d'uns condicionants geoclimàtics favorables per al creixement d'espeleotemes d'una gran diversitat tipològica i mètrica (GINÉS, 1995a). La composició litològica de les roques que formen les plataformes tabulars de les marines de Migjorn i de Llevant és majoritàriament per acumulacions de sediments escullosos i calcarenítics postorogènics corresponents al Miocè superior (GINÉS, 1995a), encara que darrerament s'han trobat importants novetats endocàrstiques dins els materials del Pliocè i Pleistocè del litoral de ses Salines (GRÀCIA *et al.*, 2014).

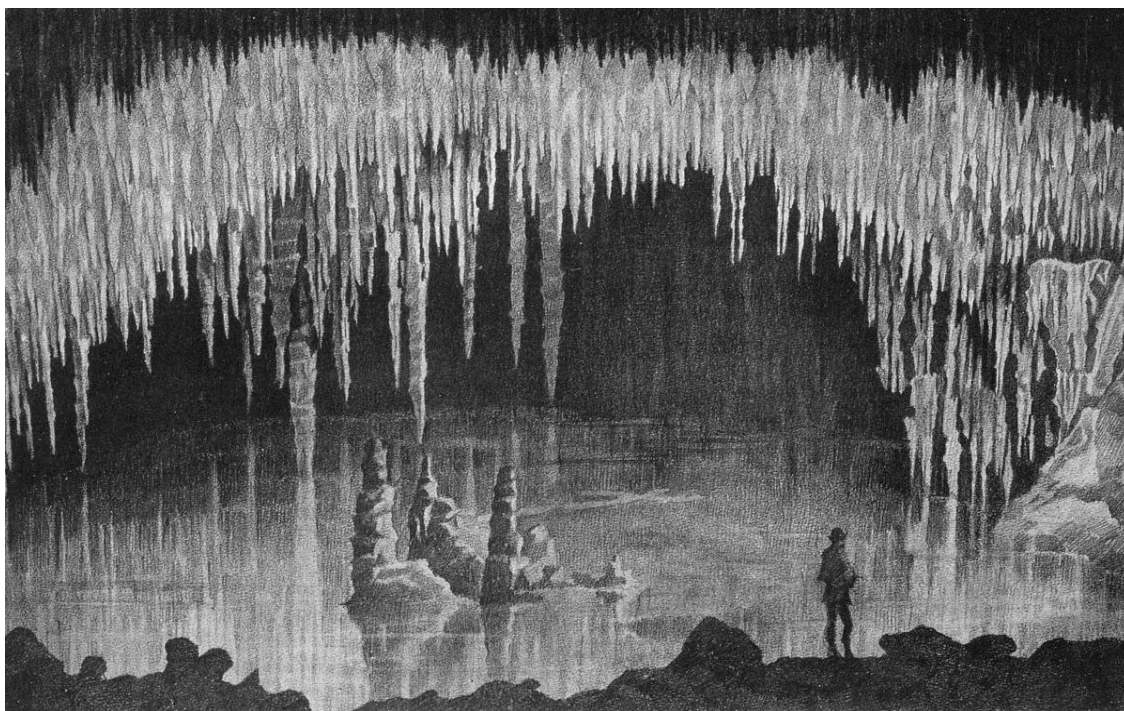


Figura 14.1: Abundants espeleotemes i de gran valor estètic del llac de les Delícies. Làmina de GAY S. i CHAMPSAUR B. (1885): "Álbum de las Cuevas de Artá y Manacor".

Aquests materials predominantment carbonatats determinen que la calcita és el mineral més abundant i amb molta diferència, seguit de l'aragonita, que forma part de diversos tipus d'espeleotemes menys freqüents, com ara certs ramells de cristallitzacions parietals i alguns espeleotemes freàtics de creixement subaquàtic (MERINO *et al.*, 2011c). Els altres minerals són molt minoritaris, emperò la minsa diversitat mineral no suposa cap entrebanc pel que fa a l'excepcional diversitat d'espeleotemes que es presenten. A més a més, el terme espeleotema és la manera en la qual es presenta un mineral dins les coves i no fa referència a la seva composició química.

A les zones submergides estudiades de la cova des Pas de Vallgornera, la presència de zones de les cavitats que es desenvolupen dins les fàcies de front d'escull (molt poroses) i d'altres zones que travessen les fàcies de lagoon extern (molt uniformes i estratificades i amb poca porositat) condicionen la diferent distribució dels espeleotemes (GRÀCIA *et al.*, 2009a; MERINO *et al.*, 2014b).

A causa de la remarcable diversitat tipològica que mostren els espeleotemes, s'ha considerat convenient utilitzar la sistematització dels grups d'espeleotemes proposada per GINÉS (1995), HILL & FORTI (1997) i MERINO *et al.* (2011c, 2014b), segons la qual es diferencien els següents tipus genètics, en relació al mode en què es produeix l'aportament d'aigua: espeleotemes de degoteig, espeleotemes de flux, espeleotemes produïts per capil·laritat, espeleotemes subaquàtics d'origen vadós i espeleotemes subaquàtics d'origen freàtic costaner.

S'ha de tenir present que en aquest apartat només tractam dels espeleotemes de les galeries i sales que es troben per davall del nivell freàtic. La veritat és que, com és lògic, no hi ha gran diferència entre la tipologia dels espeleotemes que es veuen a les zones actualment vadoses i les freàtiques, ja que la major part s'han generat en condicions vadoses, no debades documentar les cavitats o sectors d'aquestes on hi ha més riquesa de formacions litoquímiques i la tipologia d'aquestes creiem que és una informació prou interessant que justifica aquest capítol.

14.2. Espeleotemes de degoteig

Les estalactites, estalagmites i columnes són sens dubte els espeleotemes més característics, habituals i nombrosos formats per l'aigua de degoteig a l'interior de les coves (*dripstone speleothems*). La gènesi d'aquests dipòsits minerals, que segueixen un

eix vertical, està controlada per la gravetat. La pèrdua de diòxid de carboni al voltant de la gota, que guaita del sostre, causa la sobresaturació i precipitació d'una petita quantitat de carbonat càlcic i crea el desenvolupament d'una estalactita. La precipitació prossegueix quan la gota cau al terra i allibera una quantitat addicional de diòxid de carboni i es forma així l'estalagmita. Si el procés prossegueix amb el temps, de forma simultània, l'estalactita i l'estalagmita s'uneixen formant una columna. Menciono a part és la varietat d'estalactites peculiars anomenades estalactites fistuloses (*soda straws*), formades per tubs cilíndrics molt prims i translúcids, amb un conducte interior buit, que assoleixen longituds que poden superar en ocasions els 5 m de longitud (Fig. 14.2). Sovint es troben formant atapeïts agrupaments de centenars d'exemplars. Els principals boscos d'estalactites fistuloses submergides es localitzen al sífó dels Somnis (cova d'en Bassol),

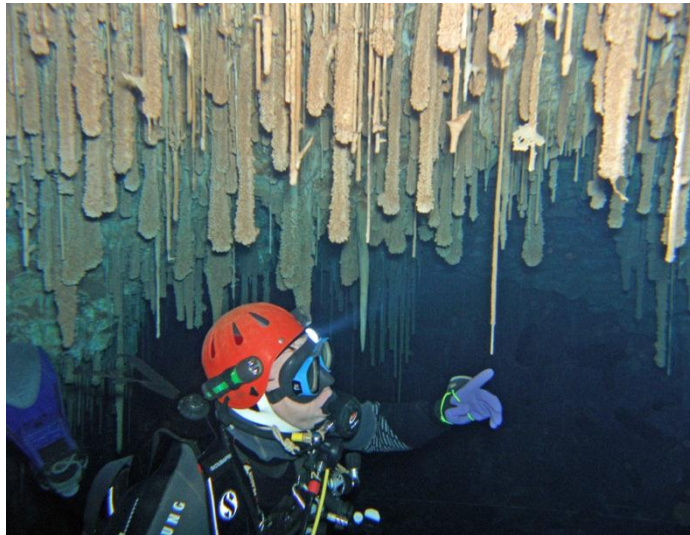


Figura 14.2: Estalactites fistuloses, algunes de les qual es troben recobertes de revestiments freàtics de la cova d'en Bassol. Foto F. Brehier.

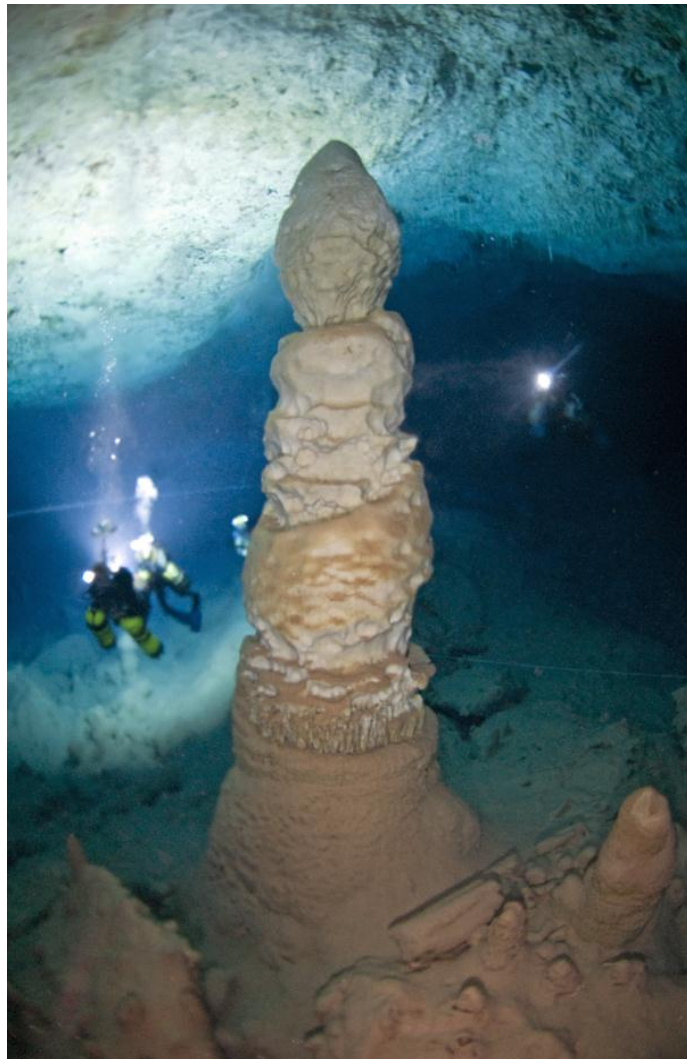


Figura 14.3: Estalagmita de 8 m d'alçària "el Vigilant", sistema Gleda-Camp des Pou. Foto A. Cirer.



Figura 14.4: Columnes paral·leles, estalactites i colades parietals a l'inici de les galeries del Sultà (sector Subaquàtic de Llevant. Coves del Drac). Es pot apreciar una banda de creixement freàtic que envolta les columnes i estalactites (Foto A. Cirer).



Figura 14.5: Massís estalagmític que subdivideix la galeria de les Delícies a les coves del Drac (Foto A. Cirer).

sala Decorada (sistema Pirata-Pont-Piqueta), sala Francesc Ripoll i galeria dels Degotissos (sistema Gleda-Camp des Pou), alguns indrets del sector Antic (cova des Pas de Vallgornera) i les galeries Hipòstiles, galeries dels Domassos, galeria de l'Arxiduc, galeria dels Cocos (coves del Drac).

Les estalactites, estalagmites i columnes es troben gairebé a totes les cavitats del Migjorn i Llevant i també a les seves extensions submergides. Algunes estalactites i estalagmites a nivell individual assoleixen importants dimensions, com és el cas de l'estalactita i estalagmita de la sala Fonda (cova de Cala Varques B), d'uns 7 m i que gairebé connecten. A la galeria Cinc-Cents (sistema Gleda-Camp des Pou) "el Vigilant" és una estalagmita que supera els 8 m d'alçària i s'alça majestuosa enmig del gran buit de l'espectacular galeria (Fig. 14.3). A les coves del Drac els espeleotemes de degoteig són extraordinàriament abundants a la major part d'àmbits de la cavitat (Fig. 14.4). A la cova Genovesa grans columnes, alguna d'uns 9 m, destaquen a la sala de les Bonel·lia Viridis. A la sala Francesc Ripoll moltes columnes d'entre 7 i 12 m d'alçària i diàmetre considerable, decoren la gran sala. A es Dolç i la cova des Coll només es troben espeleotemes a llocs molt concrets, encara que hi ha evidències que les cavitats

posseïen abundants espeleotemes, però que l'acció de dissolució de les aigües agressives els ha fet desaparèixer.

Els massissos estalagmítics es formen per la unió de columnes i altres espeleotemes i actuen en ocasions d'envans que compartimenten o tanquen els àmbits. Grans massissos estalagmítics es troben a la galeria dels Degotissos i la sala Francesc Ripoll (sistema Gleda-Camp des Pou), sifó dels Somnis (cova d'en Bassol), sala Bermudacaris (cova Genovesa), galeria de les Delícies, pas de les Columnes, galeries Hipòstiles (coves del Drac, Fig. 14.5).

Les banderes (*draperies*) són espeleotemes d'origen mixt, ja que pegen de les parets o sostres d'un gran nombre de cavernes i es formen quan les aigües de degoteig van regalimant, al llarg d'una superfície inclinada, per la qual cosa també són de flux. Sovint les banderes adquireixen plects molt tortuosos que els hi atorguen un aspecte molt característic. Banderes molt espectaculars es troben al sifó dels Somnis (cova den Bassol), galeria de les Delícies (coves del Drac), alguns indrets del sector Subaquàtic de Gregal i del sector Clàssic (cova des Pas de Vallgornera, Fig. 14.6).

Un altre tipus d'espeleotema de degoteig present a algunes cavitats són els conulits (*conulites*), consisteixen en petits tubs, de forma cilíndrica o cònica, que es formen allà on un degoteig d'aigua cau de manera continuada sobre un sòl de material



Figura 14.6: Banderes del sector Subaquàtic de Gregal (cova des Pas de Vallgornera). Foto A. Cirer.

tou (MERINO, 2006). L'impacte de les gotes remou i desplaça part dels materials i excava progressivament un buit d'aspecte cilíndric. Simultàniament, les parets d'aquests pouets queden revestides d'una capa de precipitat de carbonat càlcic, que origina una mena de closca interior rígida, que ulteriorment pot quedar al descobert per l'erosió, dels materials adjacents al conulit. S'han trobat abundants conulits sota les aigües al sector Subaquàtic de Gregal (cova des Pas de Vallgornera).

14.3. Espeleotemes de flux

S'anomenen amb el terme genèric de colades (*flowstone speleothems*). Es generen per les aigües d'infiltració que flueixen lentament per les parets, el trespol o al peu de formacions estalagmítiques de les coves (flux laminar) i que es mantenen sobresaturades al llarg del seu recorregut. Són formacions que poden ocupar grans superfícies i desnivells. Estan constituïdes per successives capes, generalment molt primes, de petits cristalls que van creixent perpendiculars a la superfície per on flueix l'aigua. Com a conseqüència de la gran varietat de situacions en què pot tenir lloc aquesta modalitat de precipitació química, s'originen innumerables formes, que es



Figures 14.7: Colades parietals al sector de Ponent, sistema Gleda-Camp des Pou (Foto A. Cirer).



Figura 14.8: Colada pavimentària de la cova des Pas de Vallgornera (Foto M. A. Perelló).

poden agrupar amb un criteri molt simple en colades parietals i colades pavimentàries, depenent de si recobreixen les parets o el trespòl de les coves (Figs. 14.7, 14.8). La gran diversitat d'aspectes, formes, mides, colors i combinacions amb altres espeleotemes que adquireixen recorden cascades, boscos i orgues (GINÉS, 1995; MERINO *et al.*, 2011c). Les colades pavimentàries poden assolir un gruix considerable i

recobrir i fossilitzar sediments més antics, espeleotemes trencats o sencers i grans acumulacions de blocs de les sales d'esfondrament.

De manera general, les colades són espeleotemes molt abundants a la immensa majoria de cavitats subaquàtiques de Mallorca. A la cova des Pas de Vallgornera són especialment abundants pertot arreu a les fàcies de front d'escull, i fins i tot freqüents, a llocs on no es troben espeleotemes de degoteig (GRÀCIA *et al.*, 2009a, Fig.14.8). També a les zones aèries de la cavitat (MERINO *et al.*, 2014b). Als sectors a on la roca correspon a les fàcies de lagoon extern, molt menys poroses, es troben importants colades pavimentàries, com és el cas de la galeria Collonuda Sud i Collonuda Nord (sector Subaquàtic de Gregal), amb longituds importants. Semblen en ocasions rius al terra i caracteritzen les galeries a on es troben. Les colades pavimentàries són molt més abundants en comparació amb les colades parietals, que constitueixen uns espeleotemes quantitativament poc importants a la part subaquàtica de la cavitat. Al sector Antic es troben recobrint el terra de gran part de les galeries i sales, formant un trespòl pla només interromput per *gours* i estalagmites. En el sector de les Grans Sales gairebé no hi són presents. La bellesa i coloració especial que adquireixen moltes de les extenses colades pavimentàries de la cavitat les fan úniques a Mallorca.

A la cova Genovesa es troben a la sala Bermudacaris i sala de les Bonellia Viridis. El sistema Pirata-Pont-Piqueta presenta colades pavimentàries a alguns indrets

de la galeria Corcada; colades pavimentaries a la galeria del Llac Ras i a la galeria Decorada; mentre que a la part final, sota l'aigua, de la galeria Myotis les continuacions subaquàtiques es troben tancades per esfondraments recoberts de colades estalagmítiques. La cova des Drac de Cala Santanyí està recoberta per colades a la galeria dels Paleonivells, la sala de la Bèstia Fabulosa i la sala del Cavaller. La cova d'en Bassol en presenta al sífó dels Crancs i especialment al sífó dels Somnis, així com la veïna cova de Cala Mitjana. Al sistema Gleda-Camp des Pou són molt abundants i de grans dimensions les colades parietals de la galeria dels Degotissos (sector de Ponent, Fig. 14.7), així com colades pavimentaries i parietals al sector de la Unió. Les coves del Drac posseeixen colades estalagmítiques especialment a la galeria de les Delícies, galeries Hipòstiles i alguns indrets de les galeries dels Domassos i de la galeria de l'Arxiduc. Es Dolç i la cova des Coll només presenten colades a indrets molt determinats i escassos, especialment a als sectors més interiors, encara que també hi ha molts d'indícis de la seva existència pretèrita a moltes galeries i sales.

14.4. Espeleotemes produïts per capil·laritat i formes botrioidals

S'apleguen en aquest apartat els espeleotemes que tradicionalment s'han anomenat estalactites excèntriques, però també s'integren una considerable varietat de formes coral·loides i arraimades. Les aigües d'infiltració, que percolen lentament aprofitant els petits porus i minúscules fissures de la roca, són les generadores d'aquests espeleotemes que no assenyalen cap orientació vertical preferent, però que addicionen a la seva trajectòria erràtica unes morfologies tan característiques com diversificades (MERINO *et al.*, 2011c). La precipitació del carbonat càlcic es produeix al voltant de porus molt petits, a partir de solucions que traspuen molt lentament a través de les parets de les cavitats (*seepage water speleothems*); en aquestes condicions, el creixement dels petits espeleotemes pot presentar girs que depenen més de les forces que actuen a nivell dels processos de cristallització que de la manera com la gravetat determina el pas de l'aigua d'infiltració i el seu flux, molt més ràpid i necessàriament descendent. Quan l'aportació d'aigua d'infiltració experimenta variacions al llarg del temps, es produeix una gravitacionals i les forces originades per capil·laritat (PALMER,

2007), de tal manera que les formes resultants poden ser molt més complexes. Com a conseqüència de tots aquests processos físico-químics, així com de la porositat de la roca i de distints paràmetres microclimàtics, s'originen una munió de tipus d'espeleotemes que mostren una aclaparadora diversitat morfològica. Això val tant pel que fa a les estalactites excèntriques com per a tot el conjunt de formes botrioïdals (concrecions en forma de raïm) i coral·loides, que recobreixen sostres i parets, i fins i tot les estalactites, estalagmites i colades.

Dins de l'ample grup de les estalactites excèntriques, les quals es caracteritzen per constituir espeleotemes allargassats que creixen generalment des del sòtil o les parets de les cavitats, cal distingir diferents tipologies de difícil classificació. La majoria d'excèntriques presenten formes corbades, més o manco helicoidals, motiu pel qual s'utilitza preferentment el terme helictita (*helictite*) per a la seva descripció (Fig. 5). Entre elles cal distingir helictites filiformes, extremadament primes, helictites vermiformes, retorçudes i una mica més gruixudes, i fins i tot heligmites, similars a les anteriors però que creixen des del terra.

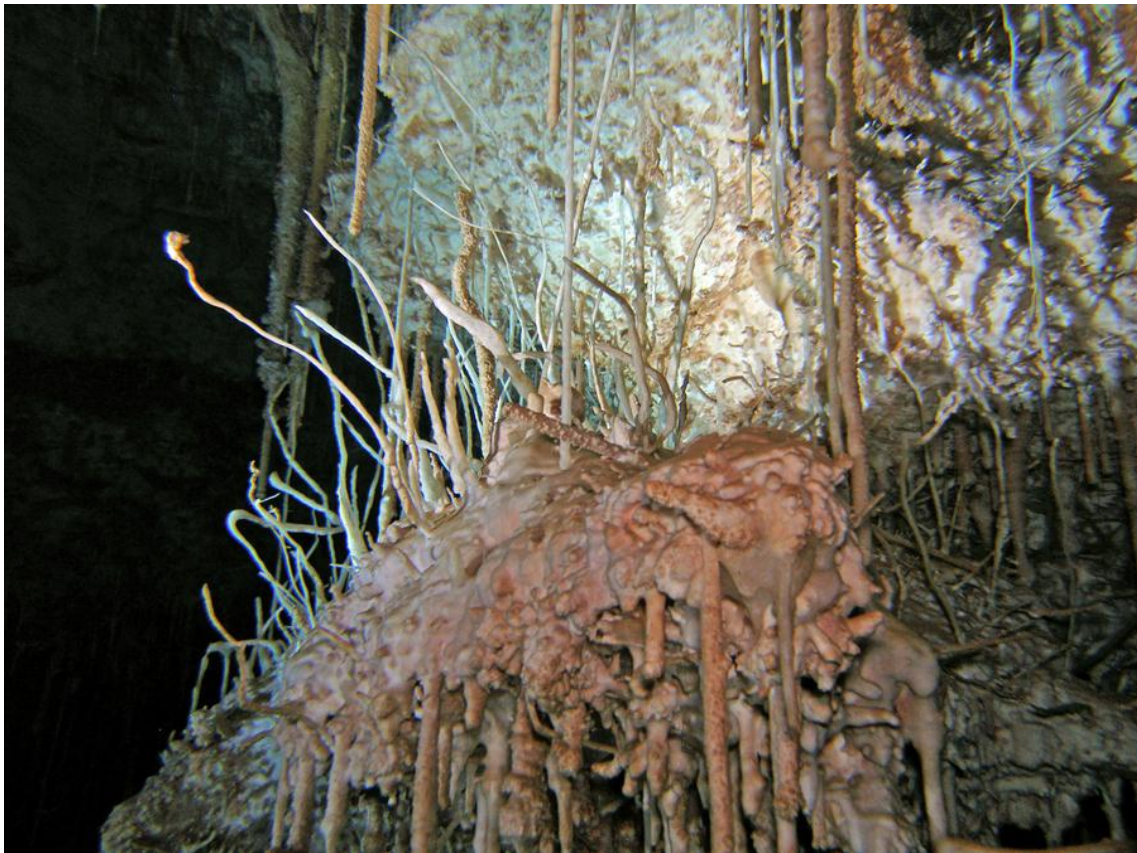


Figura 14.9: Helictites del sífó dels Somnis a la cova den Bassol (Foto O. Espinasa).

Les helictites vermiformes són abundants al sífó dels Somnis de la cova d'en Bassol (Fig. 14.9), al sector Clàssic i a llocs molt concrets del sector Subaquàtic de Gregal (cova des Pas de Vallgornera). Estalactites excèntriques es troben a la galeria del Llac Ras i sala dels Caramells (sistema Pirata-Pont-Piqueta), a les galeries dels Domassos (coves del Drac).

A més de les estalactites excèntriques, dins d'aquest ample grup de morfologies més o manco erràtiques, cal incloure les anomenades formes botrioidals i els coral·loides (Fig. 14.10); la gènesi de les quals sembla lligada a complexes interaccions entre fenòmens de capil·laritat i la probable aportació d'aerosols causats per esquitxos produïts a causa del degoteig zenital. Es tracta, en general, de petits espeleotemes d'aspecte nodular (entre uns



Figura 14.10: Espeleotemes coral·loides. Galeria Endavant les Atxes (sector Subaquàtic de Gregal). (Foto F. Gràcia).

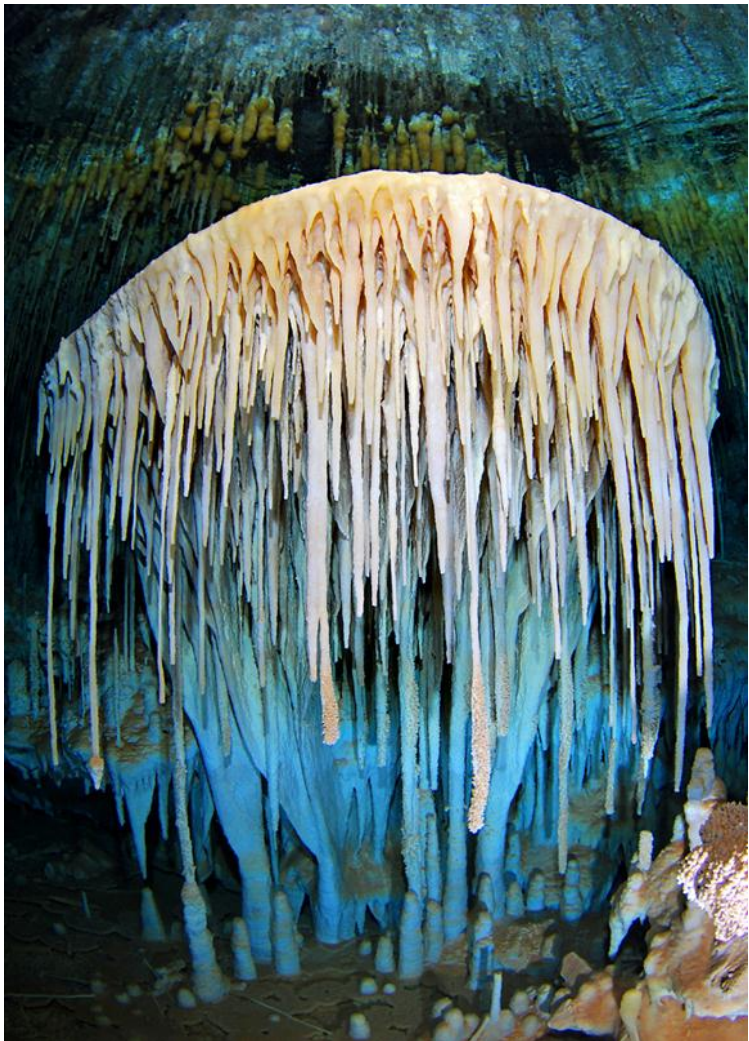


Figura 14.11: Disc del sector Antic, cova des Pas de Vallgornera, amb estalactites que pegen . Foto A. Cirer.

pocs mil·límetres i un parell de centímetres), que freqüentment apareixen formant raïms de formes globulars o bé sobresurten amb diminuts peduncles o branquillons que els donen una aparença més aviat coral·lina). Es poden desenvolupar sobre qualsevol superfície, recobrint parets, sostres, trespols amb diferents sediments, blocs caiguts o fins i tot espeleotemes, com ara colades i estalagmites.

A la cova des Pas de Vallgornera es troben especialment al sector Subaquàtic de Gregal, encara que també n'hi ha de forma puntual al sector de les Grans Sales. Al primer sector abans mencionat es localitzen al primer tram de la galeria Miquel Àngel Barceló, la galeria Endavant les Atxes i al començament de la galeria Jaume Damians. En ocasions, als llocs on es troben, hi són extraordinàriament abundants i recobreixen en gran part el terra de les galeries. Al sector dels Privilegiats es troben també al sostre amb un aspecte realment coral·loide, fins al punt que semblen més coralls que espeleotemes.

Finalment, cal destacar l'existència d'un altre tipus d'espeleotema, molt particular, que evidencia una propera relació genètica amb els tipus anteriorment esmentats a causa de la manera com es produeix l'arribada de l'aigua; és a dir, mitjançant petites aportacions d'aigües de percolació que no produeixen degoteig continu i que en canvi provoquen el creixement d'un espeleotema ascendent. Es tracta dels anomenats discos (*shields*), que formen una complexa estructura ovalada o quasi circular, consistent en dos discos paral·lels separats entre si per una diminuta fissura a través de la qual petites quantitats d'aigua assoleixen el seu vorell i precipiten carbonat càlcic al seu voltant (Fig. 14.11). A les zones actualment vadoses no són molt abundants i per davall del nivell freàtic actual només les coneixem de la cova des Pas de Vallgornera, concretament al sector Clàssic, ja que als altres sectors són formacions absents.

14.5. Espeleotemes subaquàtics d'origen vadós

La zona d'infiltració o zona vadosa (*free-draining percolation zone*, segons FORD & WILLIAMS, 2007), es caracteritza pel trànsit vertical de les aigües sota l'efecte de la gravetat. Les aigües d'infiltració en ocasions s'acumulen i formen embassaments permanents o temporals d'aigua, de mides molt variables. Aquesta aigua



Figura 14.12: Represa d'un gour gegant del sector de Gregal, del sistema Gleda-Camp des Pou (Foto A. Cirer).

pot procedir directament de la que cau des d'estalactites o altres espeleotemes zenitals, o bé de l'aigua que flueix al terra per damunt de colades estalagmítiques. Dintre d'aquestes aigües, independents del nivell freàtic i molt sobresaturades, poden créixer cristallitzacions subaquàtiques que ocasionen espeleotemes ben especials. Els espeleotemes més característics que es generen a causa de les acumulacions d'aigua vadosa són els gours (*gurs*, segons la versió catalanitzada que es proposa a RIBA, 1997). Els gours es poden definir com a embassaments temporals d'aigua a on la precipitació de carbonats genera espeleotemes còncavos que posseeixen una paret extraplomada a contrapendent (Fig. 14.12) (GINÉS, 1995). Les seves dimensions són extremadament diverses, poden fluctuar entre mil·límetres o centímetres, en aquest cas s'anomenen microgours, fins a metres de longitud i entre mil·límetres i metres de profunditat. La formació es deu inicialment a les petites perturbacions que provoquen les irregularitats del sòl sobre els fluxos laminars que circulen amb certa regularitat sobre el terra de les cavitats; d'aquesta manera comencen a formar-se uns cordons sinuosos que returen l'aigua en basses molt somes. Aleshores, el carbonat càlcic precipita més ràpid just en el caire de la paret que fa de resclosa, per on sobreix l'aigua, degut a

que el flux turbulent fa augmentar la pèrdua de diòxid de carboni, i això determina el creixement en altura de la resclosa i fa que el gour vagi guanyant en profunditat i capacitat per a emmagatzemar més aigua (MERINO *et al.*, 2011c). Aquests espeleotemes creixen generalment sobre colades pavimentàries o bé n'ocupen les depressions del trespol de sales i galeries on s'acumula temporalment l'aigua vadosa. L'altura que assoleix la paret depèn del pendent del substrat; sembla que les cubetes més somes van associades a pendents més suaus, mentre que els exemplars més fondos corresponen a les sales o galeries que tenen un major desnivell. Encara que es poden trobar gour separats i més o manco aïllats, el més freqüent és que es presentin formant grups connectats hidrològicament entre si, de manera que l'aigua que vessa d'un n'alimenta el següent aigües avall. A les coves subaquàtiques de Mallorca són espeleotemes comuns. Cal esmentar els extensos conjunts de gour de les galeries de la cova des Pas de Vallgornera, on sens dubte es localitza la millor representació d'espeleotemes subaquàtics d'origen vadós de tota l'illa de Mallorca, actualment sota les aigües. Totes els sectors de la cavitat sota les aigües posseeixen gour. La importància quantitativa que tenen els gour a les galeries sotaiguades dels sector Antic de la cavitat, desenvolupades dins les fàcies de front d'escull, és notòria. N'hi ha de tota mida i amb decoracions i tipologies molt riques i diverses. El sector a on són molt abundants és sense cap dubte el sector Antic. Curiosament però, els gour de majors dimensions i fondàries localitzats fins ara, es troben dins les galeries ubicades a les fàcies de lagoon extern, com és el cas per exemple, de la part final de la galeria Miquel Àngel Barceló, abans de sortir a la darrera sala amb aire. Es tracta d'un gour de més de 50 m de longitud, amb les voreres i la gran columna central que marquen un antic nivell d'aigua molt clar. També el terra i parets estan recobertes de formacions subaquàtiques. Un altre gour important és el que es troba abans de la sala de sa Fadrina Vella, on destaca per les gruixudes plaques de calcita flotant dipositades a les voreres i al terra (GRÀCIA *et al.*, 2009a). Al sistema Gleda-Camp des Pou només són importants en zones molt concretes de la sala Francesc Ripoll i abans de la sala dels Dos Llacs del sector Antic; galeries laterals del començament del sector de Gregal, alguns indrets del sector de la Unió i de Ponent. Són dignes de menció els grans gour que es troben al sector de Gregal, concretament a la localitat que anomenam toponímicament com “els Gour” (Fig. 14.12). Es tracta de diversos grans gour, de molts de metres de longitud i entre 1 i 1,5 m d'alçària de les repeses.

Dins l'interior i a les vores dels gours, aquests poden contenir altres varietats d'espeleotemes que recobreixen el fons i les parets de la concavitat fins al nivell on se sol emplenar d'aigua i que, a més a més, produeixen diversos tipus de sobrecreixements que poden generar gran quantitat de formes de recobriment molt diversificades. Es tracta d'espeleotemes mixtos que assoleixen, de vegades, una gran complexitat a causa de la sobreimposició d'etapes tant subaquàtiques com subaèries, depenent de les condicions fluctuants de dessecament i immersió que els hi afecten localment (Figs. 14.13,14.14).

Entre aquestes varietats d'espeleotemes

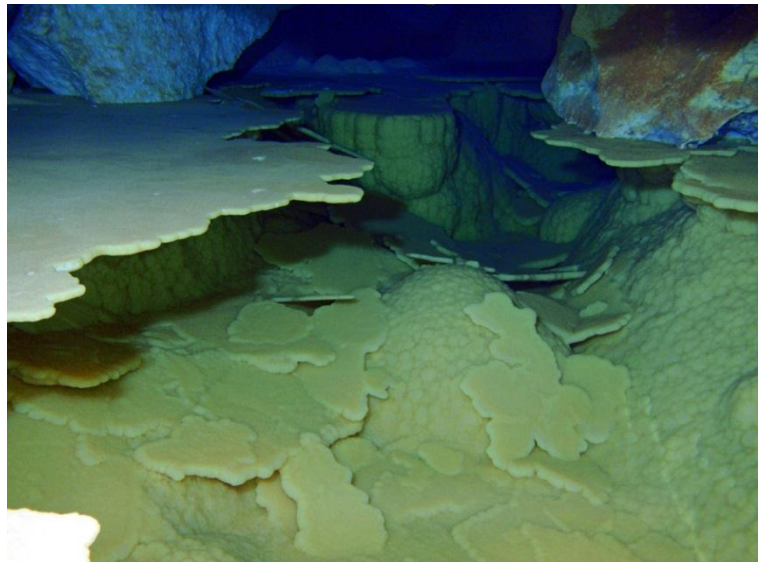


Figura 14.13: Els relleixos o cornises (*shelfstones*) són espeleotemes plans que apareixen associats als vorells dels gours. En alguns casos extrems el creixement continuat d'aquest tipus d'espeleotemes pot ocasionar el tancament quasi complet del gour. (Foto F. Gràcia).

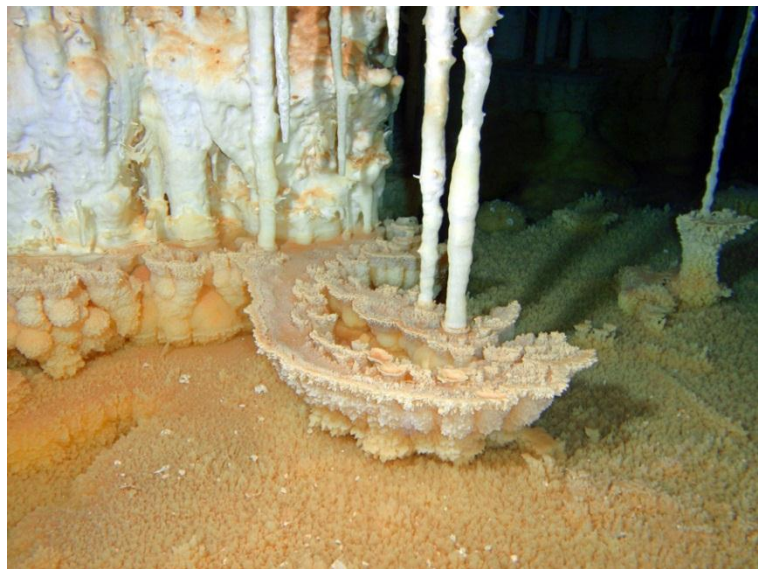


Figura 14.14: Els gours presenten al seu interior una gran diversitat d'altres espeleotemes. Cova des Pas de Vallgornera (Foto F. Gràcia).

cal esmentar tots els relacionats amb la calcita flotant (*cave rafts*), que es forma amb molta freqüència sobre qualsevol superfície d'aigua estancada -siguin gours o llacs, i independentment de les seves dimensions- com a conseqüència fonamentalment de la fugida de diòxid de carboni cap a l'atmosfera de la cova; la sobresaturació resultant causa un tranquil creixement de làmines molt primes de cristallitzacions de calcita que es

mantenen surant per tensió superficial fins que el seu propi pes, en anar augmentant de mida, o sobretot les agitacions causades pel degoteig trenquen l'equilibri del pla de l'aigua i les làmines s'enfonsen i es dipositen al fons del gour. Ocasionalment, les làmines es van ajuntant entre si i, fins i tot, poden quedar adossades als vorells dels gours, el que facilita encara més que les làmines adquireixin una major gruixa, afavorides per l'estabilitat i suport que n'obtenen en quedar aferrades a les parets de la cubeta. Però també es poden produir acumulacions còniques de calcita flotant (*cave cones*) quan el freqüent degoteig sobre la superfície del llac o gour provoca l'enfonsament puntual de les làmines que s'estaven formant a ran d'aigua. Els espeleotemes subaquàtics resultants tenen aspecte d'estalagmita, encara que mostren molta porositat i escassa consistència, segons el seu grau de cimentació, així com dimensions variables i puntes més agudes que les autèntiques estalagmites (Fig. 14.15).

El sistema Gleda-Camp des Pou té indrets amb aquests espeleotemes molt desenvolupats, com és el cas de la galeria de les Còniques (sector Cinc-Cents). La cova des Drac de Cala Santanyí posseeix estalagmites còniques a la sala de la Bèstia Fabulosa. El sistema Pirata-Pont-Piqueta a la galeria Decorada. La cova de Cala Varques B a la galeria de les Tortugues.

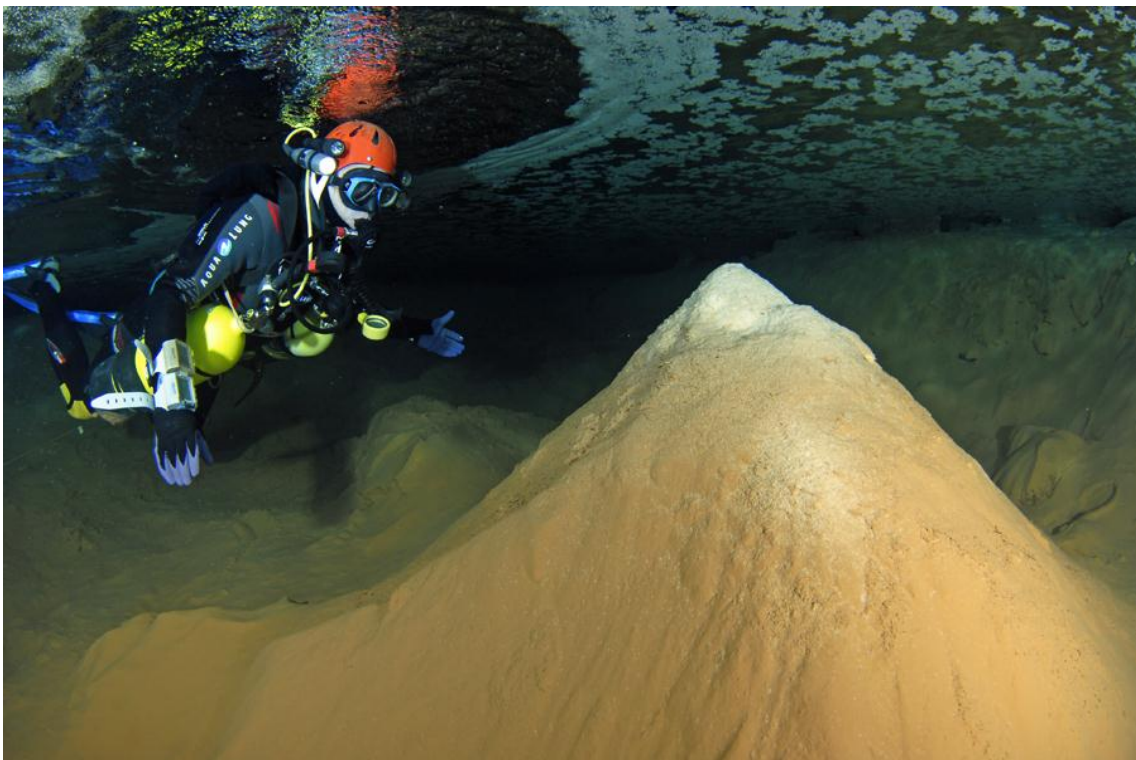


Figura 14.15: Estructura cònica formada per l'acumulació de calcita flotant a la sala de les Còniques, sistema Gleda-Camp des Pou (Foto C. Bodi).

Uns altres espeleotemes ben curiosos es desenvolupen horitzontalment en forma de plats (*cave cups*); es tracta de concavitats aplanades, d'aspecte circular o de vegades ovalat i mida més aviat petita -entre 1 i 20 cm-, que tant es poden trobar al fons dels gours com adossats en diferents altures a les parets del seu interior (MASSART, 2004). Els que es formen al fons solen presentar una mena de peduncle de subjecció que correspon a l'extrem del con invertit que delimita la seva geometria, mentre que els que creixen enganxats pels seus costats a les parets es disposen en conjunts que indiquen successius nivells assolits per l'aigua dins els gours. La part superior del plat és generalment llissa, a diferència de la part inferior que es mostra recoberta de vistosos cristalls de calcita. D'una manera molt semblant, els relleixos o cornises (*shelfstones*) són espeleotemes plans que apareixen associats als vorells dels gours o que voregen, ells mateixos, d'altres espeleotemes parcialment submergits dins les aigües dels gours. La seva gruixa pot ser molt variable i depèn del temps i la freqüència amb que es manté un nivell d'immersió més o manco estable emplenant el gour. El contorn en planta és gairebé sempre curvilini, i en alguns casos amb forma de mitja lluna (*crescent shelfstones*), però pot mostrar moltes irregularitats (Fig. 11). En alguns casos extrems el creixement continuat d'aquest tipus d'espeleotemes pot ocasionar el tancament quasi complet del gour amb una crosta cristal·lina i translúcida. Altres varietats de cornises es presenten al voltant d'una columna o estalagmita donant lloc a palmatòries (*candlesticks*), o bé destaquen com a grans estructures circulars en forma de plats (*cake tables*), les quals creixen a partir d'aquells punts que sobresurten per damunt del nivell màxim del gour, de manera que la part inferior del plat roman llarg temps mig submergida dins les aigües que l'emplenen temporalment. Com a tendència general, les superfícies superiors d'aquests espeleotemes són llises, mentre que les superfícies interiors es caracteritzen pel desenvolupament de diverses microformes de recobriment (*coatings*) constituïdes per coral·loides o macrocristalls de calcita que li donen una aparença molt més rugosa i fins i tot aspra.

Tota aquesta tipologia d'espeleotemes relacionats amb els gours es troba molt ben representada i amb una gran bellesa a la cova des Pas de Vallgornera. En alguns indrets del sistema Gleda-Camp des Pou i de les coves del Drac també hi són presents.

14.6. Espeleotemes subaquàtics d'origen freàtic costaner

Mallorca posseeix nombroses cavitats càrstiques costaneres que presenten llacs freàtics, d'aigües més o menys salabroses, on actualment es produeix precipitació de carbonats i on creixen espeleotemes en una franja situada entre una cota lleugerament



Figura 14.16: Espeleotemes freàtics subactuals de mida considerable que envolten estalactites a l'inici de la sala Dàmocles del sistema Pirata-Pont-Piqueta.



Figura 14.17: Nivell de precipitació subactual de carbonats que envolten estalagmites i altres espeleotemes de la galeria de les Delícies a les coves del Drac (Foto A. Cirer).

per damunt de la superfície dels llacs i lleugerament per davall (Fig. 14.16). A partir d'aquests espeleotemes indicadors del nivell assolit per les aigües freàtiques al mateix nivell que el nivell marí, s'han efectuat tot una sèrie de datacions emprant mètodes de datació radiomètrica (TUCCIMEI *et al.* 2009, 2010 i 2011). Les

cavitats d'aquestes característiques es troben, a més del Migjorn, Llevant i fins i tot a la costa nord de Mallorca, al litoral de Menorca, Formentera, Dragonera i al subarxipèlag de Cabrera, si bé no tots els llacs costaners mostren necessàriament evidències de formació



Figura 14.18: Espeleotemes freàtics corresponents a un antic paleonivell a -23 m. Cova d'en Bassol (Foto F. Brehier).

d'espeleotemes freàtics (MERINO *et al.*, 2011c).

Els estudis dels espeleotemes subaquàtics d'origen freàtic a les coves costaneres de Mallorca es varen iniciar fa una quarantena d'anys i es focalitzaren inicialment a la cova de sa Bassa Blanca (Alcúdia) i posteriorment a la cova A de Cala Varques (Manacor). Mentre en el primer cas es tractava d'un excepcional registre fòssil de paleonivells freàtics que es remunten fins al Pleistocè Mitjà (GINÉS & GINÉS, 1974), en el segon cas la ubicació dels espeleotemes era coincident amb el nivell actual i mostrava una relació morfològica molt evident amb les petites oscil·lacions actuals del pla de l'aigua freàtica, controlades per les mares i els canvis baromètrics (POMAR *et al.*, 1979); motiu pel qual es va introduir el terme “espeleotemes epiaquàtics”, que intenta especificar el seu mecanisme genètic, lligat directament a la superfície fluctuant de les aigües dels llacs costaners (Fig. 14.17). Emperò cal distingir els espeleotemes epiaquàtics costaners de les cornises o relleixos (*shelfstone*), que voregen els gours, i evitar-ne confusions malgrat les seves notables similituds morfològiques. Tant els uns com els altres comparteixen un creixement preferent que delimita relleixos horitzontals perfectament anivellats i mostren recobriments molt semblants constituïts per una gran diversitat de microformes subaquàtiques. Tanmateix, la principal diferència consisteix en la secció transversal, que als espeleotemes epiaquàtics tendeix a ajustar-se a una forma de campana de Gauss. Posteriorment (VESICA *et al.*, 2000 i TUCCIMEI *et al.*, 2009), per tal de fer-ne una difusió més eficaç d'aquests espeleotemes dins l'àmbit del

Cave	Sample	Height a s.l. (m)	U (ppb)	²³⁴ U / ²³⁸ U	(²³⁴ U/ ²³⁸ U) ₀	²³⁰ Th/ ²³² Th	²³⁰ Th / ²³⁴ U	Age (ka ± 2σ)
Cova del Dimoni	DI-D1-1 # a	+2.5	2531 ± 7	1.273 ± 0.002	1.372 ± 0.003	236 ± 2	0.654 ± 0.004	109.9 ± 1.1
	DI-D1-2 # a	+2.5	1254 ± 5	1.087 ± 0.001	1.122 ± 0.014	5231 ± 62	0.670 ± 0.003	118.4 ± 0.9
	DI-D3 # a	+2.5	2050 ± 6	1.192 ± 0.001	1.265 ± 0.001	2834 ± 55	0.664 ± 0.003	114.2 ± 0.9
	CDD-1 * b	+1.5	1191 ± 19	1.178 ± 0.003	1.223 ± 0.038	18614	0.530 ± 0.004	80.4 ± 0.6
Coves del Pirata	CDD-2 * b	+1.5	1186 ± 18	1.177 ± 0.027	1.222 ± 0.034	17160	0.530 ± 0.003	80.7 ± 0.5
	PI-D1 # a	+2.1	300 ± 1	1.649 ± 0.006	1.945 ± 0.010	1681 ± 20	0.751 ± 0.006	133.0 ± 1.9
Cova de Cala Falçó	FA-D3-4 # a	+1.9	3976 ± 11	1.589 ± 0.001	1.743 ± 0.002	4236 ± 81	0.551 ± 0.004	82.3 ± 0.8
	CCF-1 * b	+1.6	208 ± 23	2.113 ± 0.009	2.397 ± 0.011	2410	0.551 ± 0.002	80.4 ± 0.5
	CCF-2 * b	+1.6	202 ± 21	2.137 ± 0.012	2.431 ± 0.015	990	0.556 ± 0.002	81.1 ± 0.5
Cova de Cala Varques A	CCVA-1 * b	+1.3	110 ± 22	1.377 ± 0.069	1.476 ± 0.086	9077	0.545 ± 0.002	82.0 ± 0.6
	CCVA-2 * b	+1.3	121 ± 18	1.379 ± 0.055	1.478 ± 0.069	5599	0.544 ± 0.002	81.7 ± 0.5
Cova de Cala Varques B	VB-D2 # a	+1.4	445 ± 1	1.476 ± 0.003	1.643 ± 0.005	133 ± 1	0.557 ± 0.004	84.2 ± 1.0
	VB-D3 * a	-14.0	680 ± 2	1.881 ± 0.020	2.256 ± 0.028	320 ± 14	0.735 ± 0.007	125.0 ± 2.0
	VB-D5 # a	-16.5	786 ± 2	1.822 ± 0.003	2.169 ± 0.005	891 ± 11	0.730 ± 0.003	124.7 ± 0.9
	CCVB * b	+1.3	101 ± 21	1.376 ± 0.017	1.473 ± 0.021	418	0.541 ± 0.005	80.8 ± 1.0
Cova des Serral	SE-D2 # a	+1.5	198 ± 1	1.521 ± 0.009	1.752 ± 0.013	591 ± 5	0.736 ± 0.005	130.2 ± 1.6
Cova de sa Gleda	GL-D1 # a	-15.0	412 ± 1	1.949 ± 0.004	2.185 ± 0.005	201 ± 2	0.540 ± 0.004	78.6 ± 0.8
	GL-D2 # a	-14.0	505 ± 1	1.968 ± 0.004	2.450 ± 0.009	242 ± 2	0.796 ± 0.005	143.4 ± 1.6
	GL-D3 # a	-17.5	454 ± 1	1.931 ± 0.007	2.210 ± 0.009	336 ± 3	0.606 ± 0.004	92.7 ± 0.9
	GL-D5 * a	-16.0	365 ± 1	2.094 ± 0.026	2.394 ± 0.032	230 ± 11	0.539 ± 0.004	77.8 ± 0.8
	GL-D6 # a	-17.0	614 ± 2	1.931 ± 0.005	2.227 ± 0.008	671 ± 6	0.628 ± 0.005	97.7 ± 1.1
	GL-D7 # a	-13.5	272 ± 2	1.667 ± 0.003	1.903 ± 0.008	42 ± 1	0.661 ± 0.022	107.4 ± 2.8
Cova d'en Bassol	GL-D8 # a	-20.5	375 ± 1	1.840 ± 0.003	2.069 ± 0.005	43 ± 0.4	0.571 ± 0.011	85.4 ± 0.9
	PS-D2 * a	-10.5	212 ± 1	1.611 ± 0.016	1.810 ± 0.020	45 ± 2	0.630 ± 0.005	100.0 ± 1.0
Cova des Pont	PS-D5 # a	-18.0	152 ± 1	1.858 ± 0.017	2.114 ± 0.022	157 ± 1	0.604 ± 0.008	92.6 ± 1.8
	PO-D2 # a	+2.1	347 ± 1	1.381 ± 0.003	1.539 ± 0.005	529 ± 9	0.704 ± 0.006	122.7 ± 1.9
Cv. Drac Cala Santanyí	CS-D3 # a	-17.0	325 ± 1	1.365 ± 0.003	1.466 ± 0.004	25 ± 0.2	0.563 ± 0.004	86.3 ± 0.9
Cova Genovesa	GE-D1 # a	+2.0	179 ± 1	1.102 ± 0.003	1.151 ± 0.004	59 ± 0.9	0.729 ± 0.007	138.0 ± 2.8
	GE-D2 # a	-13.0	244 ± 1	1.233 ± 0.005	1.349 ± 0.009	36 ± 0.4	0.756 ± 0.012	143.6 ± 4.6
Cova de s'Ònix	GE-D3 # a	-19.5	349 ± 1	1.731 ± 0.003	1.965 ± 0.006	72 ± 0.9	0.571 ± 0.004	85.9 ± 1.0
	OX-D1 # a	+3.0	254 ± 1	1.443 ± 0.002	1.637 ± 0.005	37 ± 0.5	0.727 ± 0.008	128.5 ± 2.5
Cova des Pas de Vallgornera	CPV-1 * b	+1.6	156 ± 30	1.325 ± 0.019	1.408 ± 0.024	31537	0.535 ± 0.003	80.1 ± 0.5
	CPV-2 * b	+1.6	144 ± 28	1.329 ± 0.021	1.413 ± 0.026	34757	0.539 ± 0.002	80.1 ± 0.5
	CPV-B6 * b	+1.6	119 ± 18	1.391 ± 0.016	1.492 ± 0.020	1812	0.541 ± 0.002	81.0 ± 0.5
	CPV-B6 * b	+2.6	106 ± 20	1.141 ± 0.013	1.198 ± 0.018	1862	0.683 ± 0.003	120.6 ± 0.9
	CPV-B9 * b	+2.6	122 ± 14	1.173 ± 0.012	1.240 ± 0.017	1151	0.671 ± 0.002	116.2 ± 0.6

Figura 14.19: Taula d'espeleotemes freàtics del Pleistocè superior POS, datats mitjançant el mètode U/Th. Segons GINÉS *et al.* (2012).

Quaternari marí, van introduir a la bibliografia el terme *phreatic overgrowths on speleothems (POS)*, que en resulta pràcticament sinònim. La descripció tipològica, mineralògica i textural dels espeleotemes freàtics d'origen costaner és complexa i obliga a diferenciar un ampli conjunt de tipus i formes que han estat sistematitzades al llarg d'un seguit de publicacions (GINÉS & GINÉS, 1974; POMAR *et al.*, 1975,

1976 i 1979; GINÉS, 1995; GINÉS *et al.*, 1981 i 2005).

Les cavitats mallorquines amb espeleotemes freàtics, subactuals o a cotes per davall del nivell freàtic actual més importants són: sistema Gleda-Camp des Pou (GRÀCIA *et al.*, 2007a), les coves del Drac (inèdit), la cova den Bassol (Fig. 14.18), la cova des Drac de Cala Santanyí, la coves de Cala Varques B, la cova dels Xuetes, la cova Genovesa, alguns sectors de la cova des Pas de Vallgornera.

La cota més fonda fins a l'actualitat, a on s'han trobat POS ha estat a -23 m. La seva datació permet reconstruir la corba glacioeustàtica de la Mediterrània al llarg de les pulsacions fredes (Fig. 14.19).

14.7. Espeleotemes afectats per la corrosió

Algunes de les característiques que més destaquen d'algunes cavitats subaquàtiques, com és la cova des Coll o es Dolç, o bé de determinades galeries i sales d'altres cavitats, són precisament la falta d'espeleotemes. Emperò sembla que en un moment del passat aquests fets eren ben diferents, ja que aquestes cavitats sovint presenten evidències dels efectes causats per la corrosió de les aigües sobre els espeleotemes. L'efecte de la corrosió ha esborrat total o parcialment els revestiments i formacions litoquímiques, rejuenint les galeries i afectant també a la roca de parets i sostres (Fig. 4a). A la major part de la xarxa subterrània no queden gairebé restes de formacions litoquímiques, però si deixalles de la dissolució dels espeleotemes molt localitzats i en molt mal estat. A la cova des Coll, els espeleotemes ben conservats (estalactites, estalagmites, columnes i colades) es troben en els sectors més interiors de la xarxa subterrània i també a les cotes més profundes: localment a les galeries de Més Enllà (sector del Patatús), en alguna zona de les galeries Laberíntiques (sector dels Espectres) (Fig. 2) i en la galeria Inferior (sector Final). A es Dolç, constitueixen una característica definitòria els pocs, però bells i localitzats, de la sala de l'Estalagmita

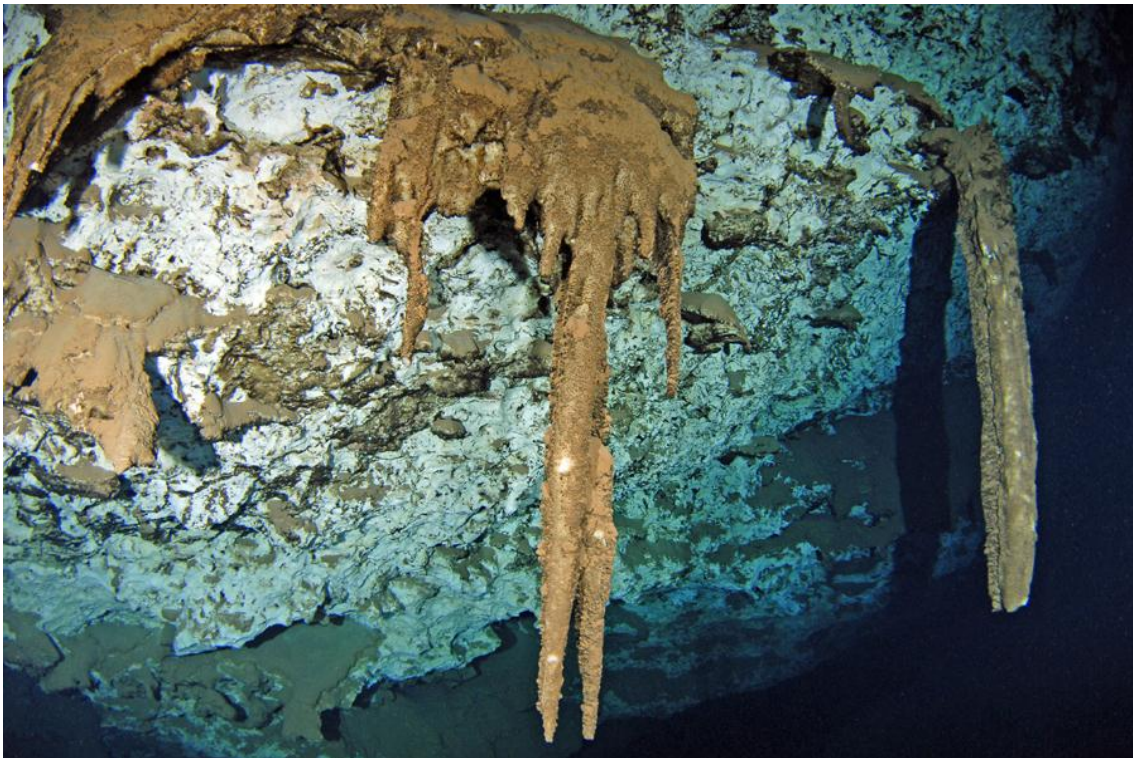


Figura 14.20: Estalactites i colades parietals descalcificades de la sala Francesc Ripoll (sistema Gleda-Camp des Pou). Foto C. Bodi.

(Dolç Intern), també localitzats a les sales més interiors de la cova. Hi ha restes de colades estalagmítiques parietals i pavimentaries molt descalcificades i destruïdes per la corrosió a diferents localitzacions, com és la galeria de les Lloses a es Dolç o moltes altres galeries a es Coll. També s'han trobat espeleotemes petits, especialment estalagmites i restes de colades a algunes de les galeries Paral·leles, quasi sempre de colors foscos (es Dolç). A les mateixes galeries s'aprecia com han crescut els exigus recobriments parietals i zenitals a partir de la laminació de les eolianites. Al pou Mascarat s'observen algunes estalactites negres. Per la qual cosa creiem que la seva destrucció ha seguit un gradient de transició de la mar cap a l'interior i de dalt a baix. La destrucció per processos de dissolució dels espeleotemes, serveix per fer-se una idea de la destrucció, relativament moderna, que sofreixen.

Capítol 15. ELS SEDIMENTS DE LES CAVITATS INUNDADES

15.1. Introducció

La presència de sediments recents a l'interior de les cavitats càrstiques subaquàtiques del Llevant i Migjorn de Mallorca, és prou important i constitueix el principal problema tècnic i perill en tots els aspectes relacionats amb l'exploració i tasques a fer a les cavitats inundades. El gruix i la tipologia és extraordinàriament divers; des de pocs mil·límetres a metres i de colors que van del vermell, al groc i al blanc, o fins i tot negre, amb tot tipus de matisos. A diferència de les cavitats terrestres a on no suposa massa molèsties, el fet d'aixecar amb les turbulències ocasionades al pas de l'espeleòleg subaquàtic fa que se'ls presti una atenció pràctica especial. A més a més ja de bon començament de les nostres incursions a la part freàtica de les cavitats, ens vàrem adonar de les implicacions genètiques del sediment i de la importància del seu coneixement per tenir una visió més holística. La presència quasi exclusiva de materials calcaris i dolomítics d'elevada puresa en els rocams que formen les illes, fan que l'acumulació de sediments autòctons a l'interior de sales i conductes es pugui considerar relativament poc important. En la seva major part corresponen, sigui a materials grollers (blocs i graves) degudes a processos d'esfondrament, sigui a materials llimosos vermells aportats en la seva major part per la percolació i circulació de les aigües subterrànies. Les fàcies d'entrada també hi són presents, destacant-ne en aquest cas les aportacions de tipus eòlic i les relacionades amb la influència marina (GINÉS, 2000; GINÉS *et al.*, 2007a). Malgrat això, des d'un punt de vista qualitatiu, i especialment relacionats amb els processos que tenen lloc en les zones litorals, hi ha tota una munió de fàcies sedimentàries característiques de tots els processos que tenen lloc en aquestes àrees específiques modelades per la carstificació litoral (Fig. 15.1) (FORNÓS *et al.*, 2009).

Des de la dècada dels anys setanta del segle passat, la recerca del carst de les Balears s'ha realitzat de forma sistemàtica des d'un punt de vista científic (GINÉS & GINÉS, 1995; 2002). Aquesta recerca ha sofert un increment substancial en els darrers lustres gràcies a l'interès i a la integració de diversos grups espeleològics locals, la creació d'un grup de recerca a la Universitat de les Illes Balears, així com també les

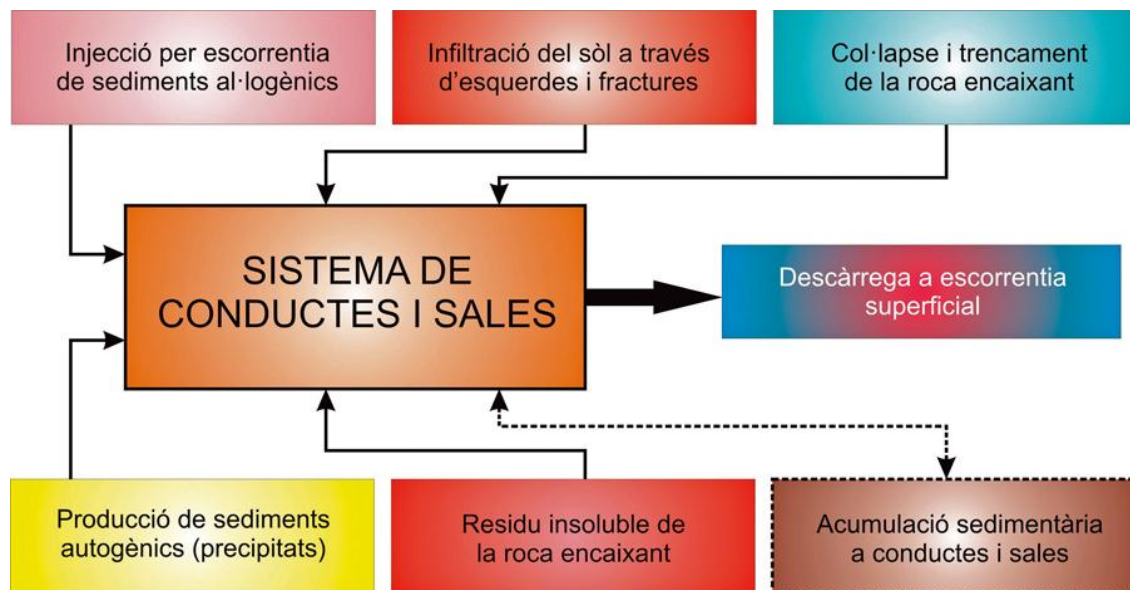


Figura 15.1: Diagrama de flux del balanç sedimentari dins d'un aquífer càrstic (modificat per FORNÓS *et al.* 2011 de BOSCH & WHITE, 2004).

activitats d'alguns grups de científics de fora les nostres fronteres que han centrat el seu punt de recerca a les nostres illes (FORNÓS *et al.*, 2011b). Això ha fet avançar força el coneixement dels processos i característiques morfològiques i espeleogenètiques del carst balear (GINÉS & GINÉS, 2011a). Aquest interès però, no ha tingut massa en compte, més que en comptades excepcions, el registre sedimentari present a l'interior de les sales i conductes. Per altra part, el coneixement del medi hipogeu s'ha vist especialment incrementat en el moment en que s'ha pogut accedir de forma sistemàtica a les parts submergides de les cavitats mitjançant les complexes tècniques de l'espeleobusseig, que s'han desenvolupat de forma especialment important a les zones càrstiques litorals de Mallorca (GRÀCIA *et al.*, 2011b). Malgrat estar encara al que podríem considerar les beceroles, és a partir d'aquest moment en el qual el registre sedimentari ha estat també tingut en consideració de forma sistemàtica com a un element més a tenir present per tal de donar resposta al conjunt de processos que actuen en aquestes àrees (GRÀCIA *et al.*, 2006a, 2007b; FORNÓS *et al.*, 2009).

A la literatura científica sobre el carst, el registre sedimentari tampoc ha estat un tòpic de recerca clau, fet que fa que siguin pocs els treballs que recopilin de forma específica la temàtica sedimentària (FORD, 2001; SASOWSKY & MYLROIE, 2004), encara que sí hi ha una abundant bibliografia parcial que la té en consideració (GILLIESON, 1996; FORD & WILLIAMS, 2007; PALMER, 2007, entre d'altres).

L'objectiu del present treball és passar revista al conjunt de fàcies presents en el registre sedimentari de les galeries i sales del carst balear, al conjunt de processos que les han originades així com a les tècniques i metodologies emprades en el seu estudi. Val a dir que, fins al moment, les investigacions s'han centrat gairebé exclusivament en les coves costaneres del Migjorn i Llevant de Mallorca (FORNÓS *et al.*, 2011b).

15.2. Metodologia utilitzada en l'estudi del registre sedimentari

La metodologia utilitzada en l'estudi dels sediments que rebleixen les cavitats del carst balear ha estat la habitual en la major part dels estudis sedimentològics, utilitzant en cada moment les tècniques més avançades disponibles. En els treballs descriptius dels rebliments de les cavitats subaquàtiques, ha estat freqüent la utilització de sondeigs manuals obtinguts mitjançant la penetració dins la columna sedimentària de tubs de PVC de diferents llargàries (GRÀCIA *et al.*, 2007a) si la potència de sediment era suficient (Fig. 15.2). En els casos de presentar el terra una petita capa de sediment que no fes factible ni operatiu la introducció dels tubs de PVC es feien servir petits pots de plàstic numerats i amb tapa. Un cop extretes de l'aigua les mostres, totes convenientment

etiquetades i numerades indicant al tub quina és la part inferior i la superior, les mostres són traslladades al laboratori on, després d'una primera descripció superficial amb l'ajuda de la lupa binocular, descripció del color mitjançant la

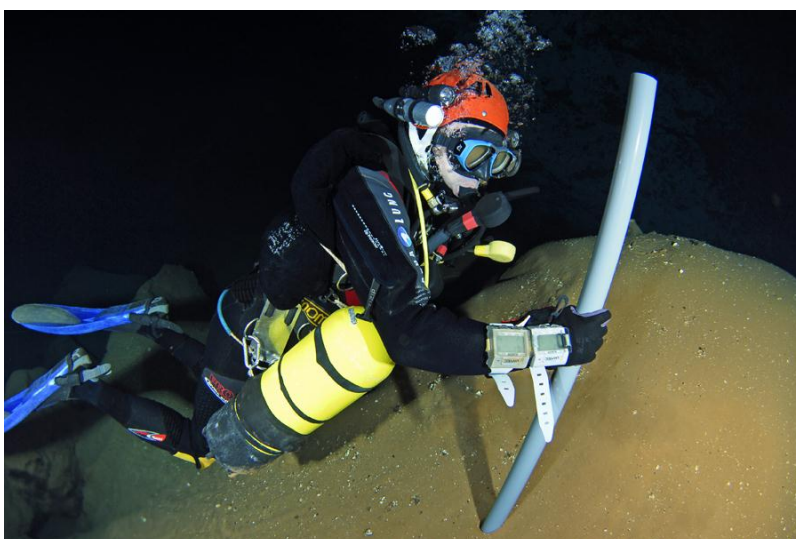


Figura 15.2: Sondeigs manuals obtinguts mitjançant la penetració dins la columna sedimentària de tubs de PVC de diferents llargàries (Foto C. Bodi).

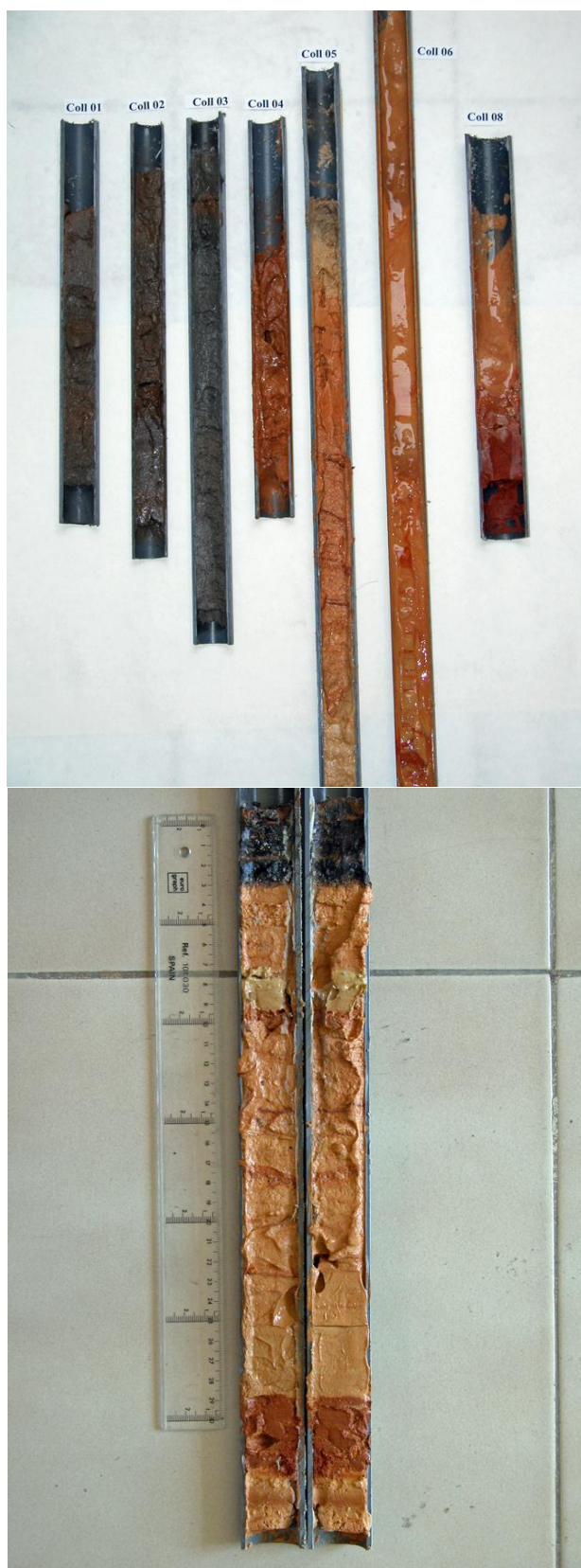


Figura 15.3: Mostres de sediments dins els tubs tallades longitudinalment per al seu estudi al laboratori. S'observen les grans diferències en diferents llocs i també en profunditat, que corresponen a diferents fàcies sedimentàries..

utilització de taules MUNSELL© i del seu rentat i posterior dessecació a l'estufa, les mostres són sotmeses a diversos anàlisis per tal d'obtenir les seves característiques texturals i de mida de gra així com de composició mineralògica (Fig. 15.3). Per a les anàlisis texturals (granulometries) s'utilitzen tant els sistemes tradicionals de tamisatge o mètode de la pipeta (TUCKER, 1988), com els que utilitzen les modernes tècniques del làser tipus Coulter per analitzar la mida de gra en sediments especialment fins (BEUSELINCK *et al.*, 1998). Amb les dades obtingudes es representen les corbes acumulatives i els histogrames de freqüències, a partir dels quals es calculen els paràmetres estadístics descriptius que permeten deduir els processos hidràulics que els han originat. Per a l'anàlisi de la composició mineralògica se sol polvoritzar la mostra i la seva pols, orientada a l'atzar o no en funció del contingut en argiles, s'introdueix dins un difractòmetre de raigs X. L'anàlisi semi-quantitativa de cada mostra es realitza utilitzant el software associat basant-se en les àrees dels pics obtinguts en els difractogrames (TUCKER, 1988); les

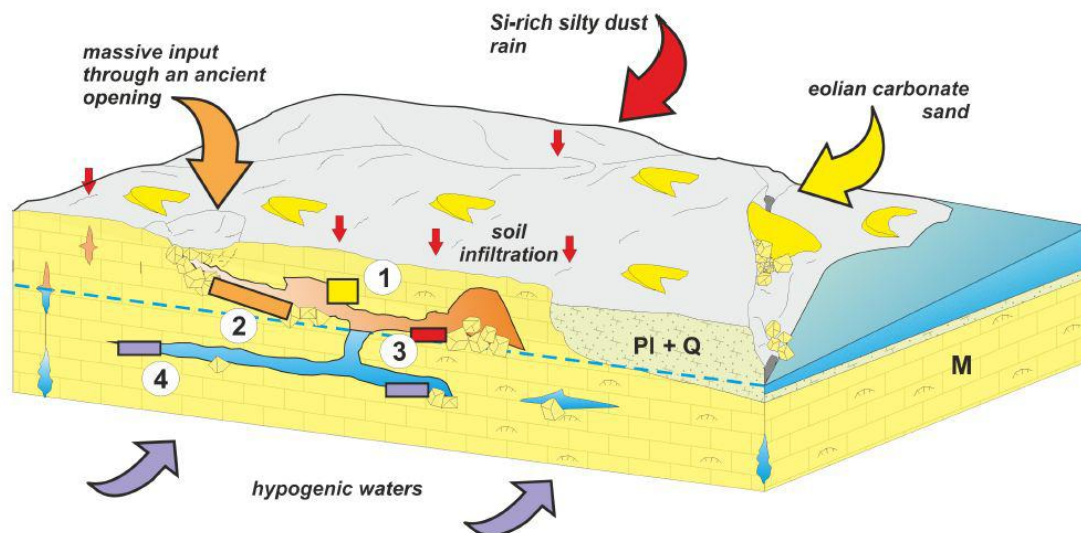


Fig. 15.4: Croquis il·lustratiu de FORNÓS *et al.* (2014) amb els principals ambients sedimentaris i processos involucrats per la cova des Pas de Vallgornera. 1) Eolianites; 2) Sediments al·lòctons vinculats a una antiga entrada; 3) Sediments rics en Si; 4) Sediments rics en Mn i Fe de procedència hipogènica. M - Miocè; PI + Q - Pliocè i Plistocè.

sediment. L'estudi es complementa amb la utilització de microscòpia electrònica d'escandallatge (SEM), molt freqüent no tan sols per observar les característiques morfològiques superficials, sinó també per saber-ne la composició elemental gràcies als equipaments associats com són els detectors d'EDX. La datació dels rebliments sedimentaris també s'ha intentat amb diferents taxes d'èxit. La tècnica del Carboni-14 aplicada a partir de restes orgàniques, introduïdes per corrents superficials cap a l'interior de la cavitat (FORNÓS & GRÀCIA, 2007), ha permès datar alguns sediments de coves càrstiques litorals com a relativament recents. Altres tècniques emprades en l'estudi dels sediments en altres països, la termoluminiscència, OSL, l'ESR, o l'anàlisi isotòpica de radionucleïds cosmogènics, encara no s'han aplicat als sediments que reomplen els sistemes càrstics de les Balears (BERGER *et al.*, 2008, entre d'altres), a excepció de la datació de les eolianites que formen part de la roca mare des Dolç.

15.3. El cicle sedimentari a l'interior del sistema càrstic

L'estudi dels sediments dins qualsevol sistema càrstic es pot emprendre globalment entenent-ho com al balanç sedimentari entre els diversos fluxos de materials que tenen lloc a través de la superfície i del sistema subterrani d'una determinada conca càrstica. A la Fig. 15.1 es pot observar, en un diagrama de flux modificat de BOSCH & WHITE (2004), el conjunt de processos que afecten a aquest balanç sedimentari dins del

carst. En el cas de les coves investigades en el Migjorn i Llevant de Mallorca, aquest esquema es veu afectat per les particularitats hidrogeològiques d'aquest carst eogenètic costaner, caracteritzat per l'elevada permeabilitat de les roques carbonatades del Miocè superior i del Plio-Quaternari i per una recàrrega superficial relativament limitada (GINÉS & GINÉS, 2007; GINÉS *et al.*, 2008; FORNÓS *et al.*, 2009). Tot seguit es descriuran les fàcies representatives dins del registre sedimentari de les coves, en especial costaneres mallorquines (Figs. 15.4,5).

15.4. Fàcies sedimentàries

15.4.1. FÀCIES DE BRETXES DE COL·LAPSE

Aquesta fàcies, que és volumètricament la més important dins del carst de les Balears, està formada per l'acumulació, normalment en grans cossos en disposició campaniforme (Fig. 15.6,10), de fragments de roca que poden oscil·lar des de palets de pocs centímetres fins a grans blocs de més de 15 m. Els grans mostren les vores anguloses a subanguloses en funció de la litologia implicada i presenten una pèssima

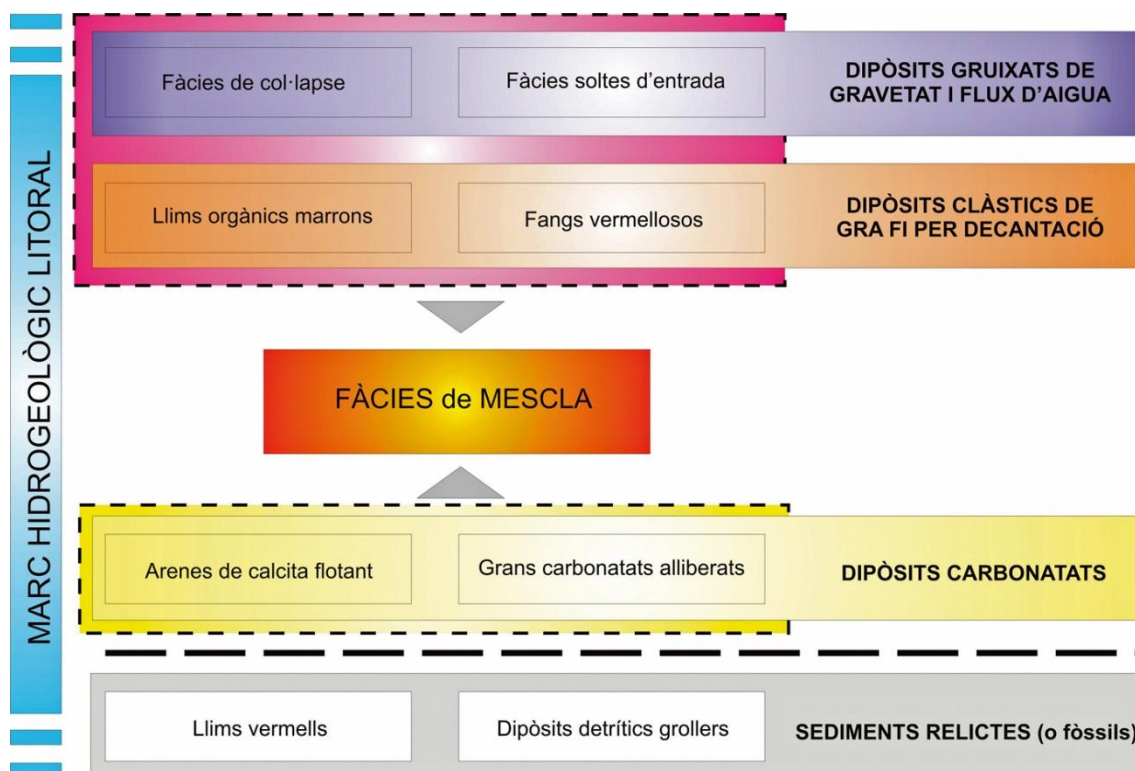


Figura 15.5: Esquema amb les fàcies sedimentàries presents a les coves litorals del Migjorn de Mallorca, en algunes cavitats s'ha d'afegir la fàcies relacionada amb la sedimentació hipogènica (FORNÓS *et al.*, 2011b).

classificació, quasi sempre sense matriu ni tampoc ciment que uneixi els grans. La seva composició, calcàries o dolomies i calcarenites, correspon a la litologia de la roca encaixant on se situa la cavitat. La mida i la forma dels grans està relacionada amb la gruixa de l'estratificació que correspon, en línies generals, a estrats de gruixa decimètrica a mètrica. Encara que presenten una distribució que podem considerar caòtica, puntualment s'hi observa un cert grau d'orientació preferent, no imbricació, donada per la forma aplanada de la majoria dels fragments rocosos, que segueixen la disposició campaniforme anteriorment comentada corresponent als cons d'acumulació dels esbaldregalls. El grau de transport d'aquests sediments és pràcticament inexistent. Aquesta fàcies correspon a l'acumulació de fragments de roca, i fins i tot estrats, caiguts des del sostre i/o parets de la cavitat, normalment com a conseqüència de la pèrdua sobtada de consistència, deguda a la pròpia dinàmica evolutiva del carst i als processos de variació del nivell freàtic.

15.4.2. FÀCIES CLÀSTIQUES FINES

Incloem dins d'aquesta fàcies a tot el conjunt de sediments fins formats majoritàriament per llims, encara que també hi són presents les argiles en diverses proporcions, que han estat transportats cap a l'interior dels conductes com a càrrega en suspensió pels corrents que circulen dins del sistema càrstic. S'assimilarien a les denominades "*slackwater facies*" de BOSCH & WHITE (2004). Es tracta de llims i argiles vermelloses que presenten un grau de classificació de moderat a bo, amb una mitjana de la mida de gra que oscil·la al voltant de la mida llim gruixada a mitjana (Fig. 15.7). Aquests sediments són molt freqüents, quasi omnipresents, en totes les cavitats de

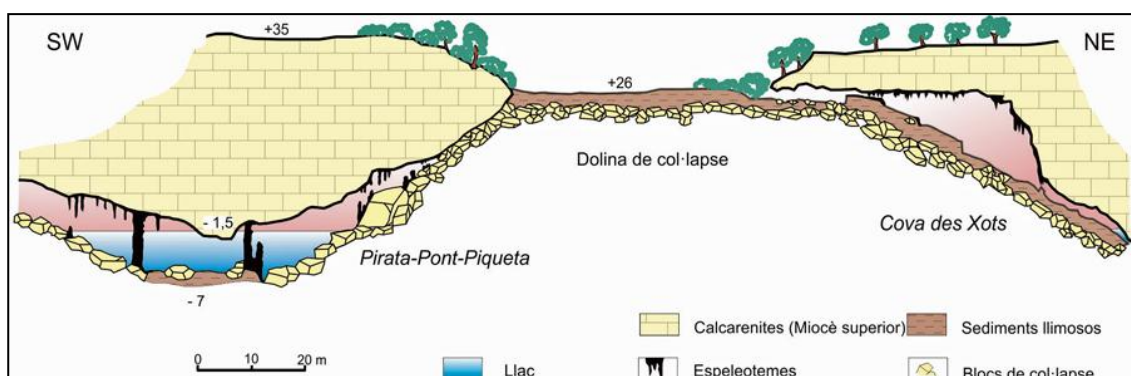


Figura 15.6: Secció geomorfològica tipus de les entrades de les cavitats de les Balears amb els dipòsits de col·lapse associats (sistema Pirata-Pont-Piqueta).

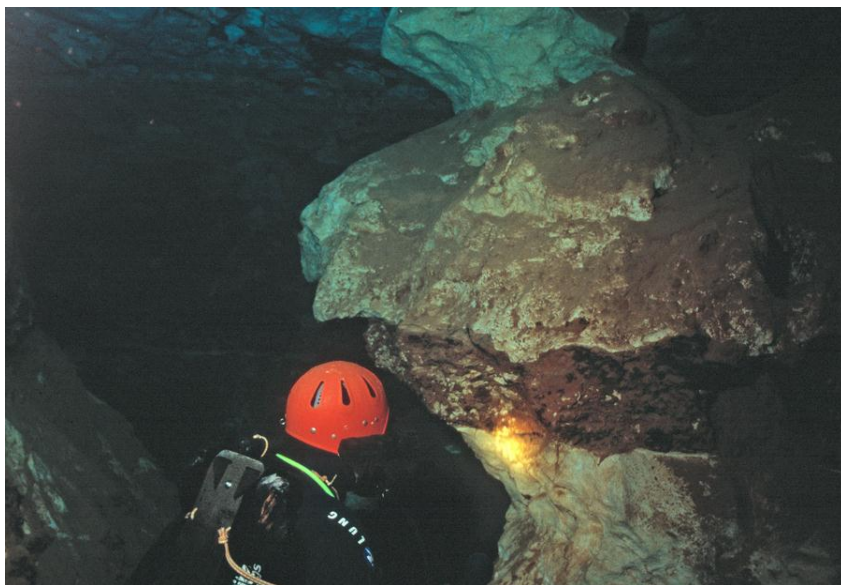
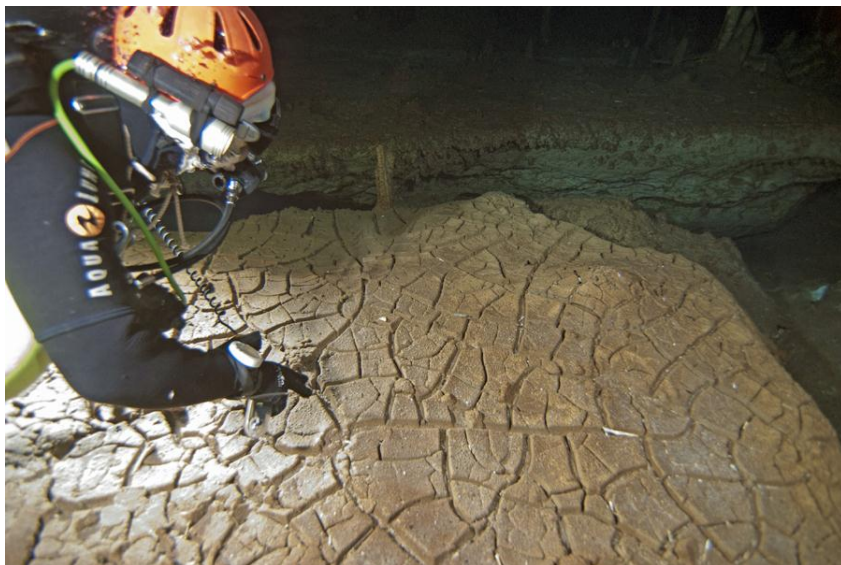


Figura 15.7: L'acumulació de sediments fins és una de les principals dificultats que afronten els espeleobussejadors (Foto F. Gràcia).

les Balears encara que amb una distribució i unes acumulacions volumètriques molt variables. La importància en la seva acumulació sedimentària depèn, entre d'altres aspectes, de la proximitat als punts d'entrada dels corrents que les transporten. Aquests dipòsits normalment mostren potències molt irregulars (des d'alguns metres fins a tan sols alguns mil·límetres) formant capes que s'adapten a la morfologia dels conductes amb una laminació que quan s'hi observa és incipient, o formant fins i tot, cons d'acumulació quan l'alimentació és vertical o lateral. Aquesta acumulació de materials fins ve controlada la majoria de vegades per

la topografia dels conductes que modifica les característiques del règim hidràulic, i que pot donar lloc a la decantació puntual dels llims i argiles transportats pels corrents subterranis. En funció de la intensitat dels corrents i de la relació amb el moviment de les aigües freàtiques, aquests llims podran ser transportats més o menys cap a l'interior del sistema, produint-se així una certa granoclassificació, o la simple deposició del material fi (argiles) per decantació en superar el nivell freàtic. En les zones properes a les entrades, i relacionades principalment amb el carst litoral del Migjorn i Llevant de Mallorca, per davall del nivell freàtic és comú l'observació de fines laminacions mil·limètriques, que alternen la deposició terrígena vermella amb l'acumulació de matèria orgànica procedent de l'exterior la qual cosa li dona una tonalitat més obscura i/o bruna. Aquesta alternant laminació no té cap característica estacional sinó tan sols dona indicació de les successives aportacions torrencials en moments de fortes tempestes (FORNÓS *et al.*, 2009). La composició del sediment correspon, en la seva major part, als materials del les aigües d'infiltració que els arrosseguen cap a l'interior

Figures 15.8: Sediments consolidats silícis relictos que formen polígons de retracció a les dues primeres figures, després de successives fases freàtiques i vadoses. Coves del Drac. Sediments parietals consolidats i parcialment erosionats de la cova des Coll (Fotos A. Cirer, F. Gràcia i B. Bordoy).



del carst mitjançant esquer-des i entrades més o menys obertes (Fig. 15.9). Tradicionalment, la composició siliciclàstica que mostren aquests sediments s'ha considerat que procedeix en darrera instància de les acumulacions de pols procedent del desert del Sàhara en les denominades pluges de fang (FIOL, *et al.*, 2005; GOUDIE & MIDDLETON, 2001). A aquesta acumulació, que denominaríem al·lòctona, se li ha d'afegir el propi residu resultant de la dissolució de la roca carbonatada encaixant, de composició similar però en una molt baixa proporció degut a la puresa dels materials carbonatats que componen les principals unitats geològiques on s'hi desenvolupa el carst (FORNÓS & GELABERT, 1995) (Fig. 15.8). En ocasions, antics sediments d'aquestes característiques es troben consolidats i cimentats i formen polígons de retracció. Són testimonis d'un passat freàtic seguit per vadós, al llarg del qual es varen secar i perdre volum creant els polígons, per posteriorment tornar a quedar solta les aigües (Fig. 15.8).

15.4.3. FÀCIES CLÀSTIQUES DE TALÚS D'ENTRADA

La major part de cavitats de les Balears que tenen obertures a l'exterior reben les aportacions de les aigües d'escorrentia en moments de fortes precipitacions, la qual cosa

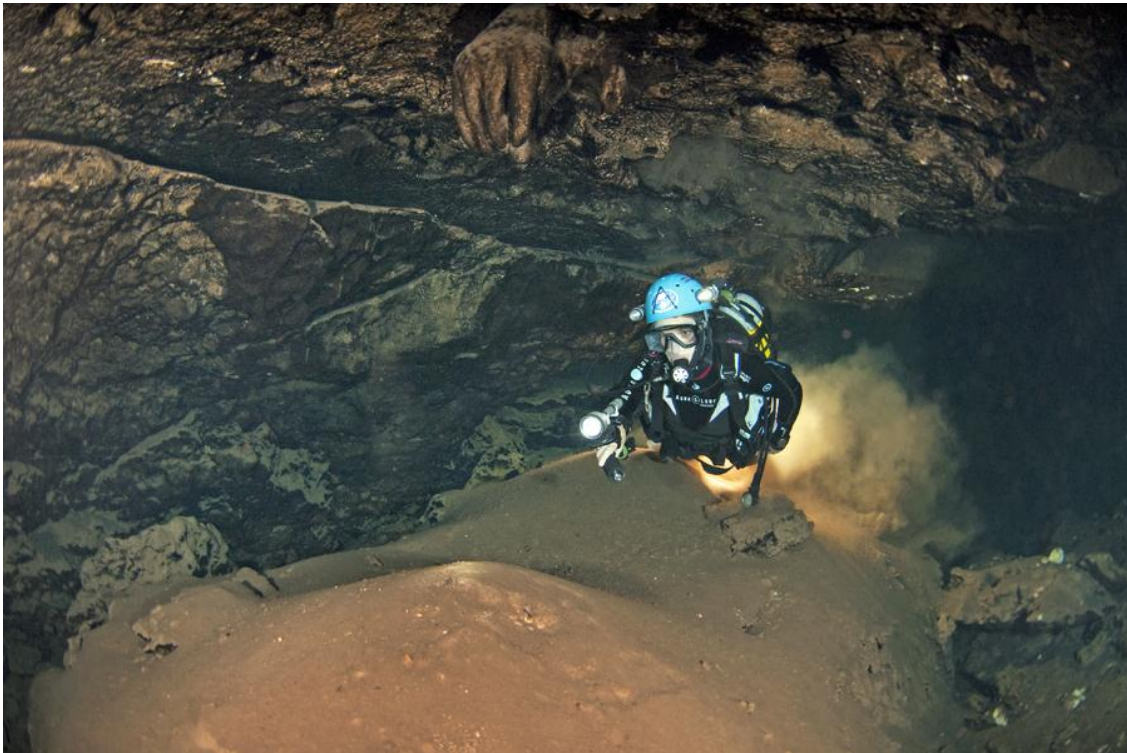


Figura 15.9: Sediments de llims i argiles vermelloses a la cova des Drac de Cala Santanyí (Foto A. Cirer).



Figura 15.10: Fàcies clàstiques de talús d'entrada. A prop d'entrades actuals o pretèrites, es tendeixen a acumular-se les fàcies més grolleres barrejades amb materials més fins com són els llims vermells i fins i tot precipitats de calcita flotant a mesura que s'enfonsa (Foto A. Cirer). Sala del Cendrar (Sistema Gleda-Camp des Pou).

fa que la infiltració d'aquestes aigües arrossegui material clàstic de mides molt diverses (FORNÓS *et al.*, 2011b). En aquestes situacions, tendeixen a acumular-se en el talús d'entrada les fàcies més grolleres (WHITE, 2007) en tant que els materials més fins són introduïts cap a zones més internes en funció de les característiques geomorfològiques i topogràfiques de cada cavitat i de la intensitat dels fluxos aquosos, en el que podríem denominar com una “injecció fluvial-torrencial-col·luvial des de la superfície”. La principal característica d'aquestes fàcies és la seva irregularitat quant a mida i forma del gra. Es tracta d'una acumulació de bretxes formades per grans mida palet, còdol i/o bloc de subangulosos a subarrodonits, que mostren en la seva acumulació una feble gradació inversa. La matriu pot ser totalment absent donant una textura de l'acumulació tipus “*openwork*” (sense matriu); quan la matriu hi és present, sempre de forma molt irregular, està composta en la seva major part per llims vermells procedents també de l'exterior. A les zones més internes de les cavitats aquests sediments es correspondrien amb les “*backswamp facies*” descrites per BOSCH & WHITE (2004), caracteritzades pel seu caràcter heteromètric i el transport més aviat curt que han sofert els materials.

Com és lògic, aquests tipus de fàcies d'entrada es troba ben representat al sistema Gleda-Camp des Pou, a les diferents entrades actuals i a algunes de les que s'obrien al passat i actualment es troben tancades per diverses causes (Fig. 15.10); al sistema Pirata-Pont-Piqueta; la cova Genovesa i la cova des Drac de Cala Santanyí.

15.4.4. FÀCIES D'ENTRADA: EOLIANITES

El registre sedimentari de materials eòlics a les cavitats és relativament freqüent. Els exemples disponibles de cavernes que allotgen fossilitzacions al·lòctones d'origen dunar, inclouen en la seva major part acumulacions còniques de materials arenosos dipositades per gravetat en l'interior de cavitats càrstiques. Esmentarem en el cas de l'illa de Mallorca els sediments de la cova de s'Ònix, a Manacor (GINÉS *et al.*, 2007a), els dipòsits possiblement würmians presents a la cova de sa Bassa Blanca, a Alcúdia (GINÉS & GINÉS, 1974), així com les arenes dunars del Riss existents a l'entrada del Secret des Moix, també a Manacor (GINÉS *et al.*, 1975; GINÉS, 2000) (Fig. 15.11). A l'illa de la Dragonera, cal referir-se a la duna Riss dipositada a l'interior de la cova des sa Font (EGOZCUE, 1971), mentre que a Cabrera és obligat esmentar els sediments arenosos de la cova des Frare, atribuïts al Pleistocè inferior (MATEU *et al.*, 1979). A l'illa de Menorca, la cova de sa Duna (Alaior) conté dipòsits d'arenes eòliques corresponents al Pleistocè superior (QUINTANA & ARNAU, 2004).

Estudiat directament per nosaltres hi ha la cova de s'Abisament, que presenta l'entrada dins eolianites pleistocenes que es van introduir dins la cova (GRÀCIA *et al.*, 2006b); la cova des Coloms de Cala Falcó és una captura a on s'aprecien a la boca marina sediments vermells i eolianites erosionades per la mar i parcialment recobertes per colades; la cova des Coloms de Cala Varques posseeix evidències d'antics nivells de rebliment per eolianites pleistocenes a diferents indrets que han estat erosionats per la mar; la cova de ses Barraques també posseeix eolianites amb morfologies de corrosió; el Dolç de Cala Murta, surgència de les coves del Drac, posseeix eolianites erosionades en alguns indrets de la galeria; a la cova de ses Pedreres (Manacor) l'entrada s'obre dins eolianites recobertes parcialment per colades estalagmítiques; el secret des Moix és un cas similar, eolianites recobertes de colades han modificat substancialment l'entrada a la cova (Fig. 15.11). Diverses entrades a es Dolç es troben també afectades per entrada d'arenes, com són el cas de la cova de s'Aigua (Fig. 15. 12) i s'Esfondrat. En altres contrades de Mallorca, a la serra de Tramuntana de Pollença, la cova Negra (GRÀCIA



Figura 15.11: Sala d'entrada de la cova des Secret des Moix. S'aprecien les eolianites procedents de l'exterior, revestides de colades estalagmítiques. Al terra s'han introduït arenes marines a través d'una entrada submarina que s'intueix al fons de la fotografia (Foto M. Luque).

et al., 2001e) cavitat submarina de 200 m de longitud i -24 m de fondària, oberta dins calcàries mesozoiques presenta les parets excavades dins eolianites després d'una llarga història de rebliments, cementació i erosió del tot relacionat amb els canvis del nivell de la mar.

En tots els casos es tracta de sediments consolidats, semi-consolidats o fins i tot actuals, que indiquen una edat superior a l'holocena i que en la majoria dels casos donen indicació d'antigues entrades a les cavitats, avui en dia taponades per la seva acumulació. Cap d'aquests registres eòlics ha estat directament datat i tan sols s'han pogut situar cronològicament en alguns casos per la presència de restes esquelètiques de vertebrats (FORNÓS *et al.*, 2010b), com és el cas de la galeria del Tragus a la cova des Pas de Vallgornera que les situaria en el Pliocè superior, al voltant dels 2,4 Ma (BOVER, 2011, BOVER *et al.*, 2014). Des d'un punt de vista sedimentològic, en tots els casos es tracta d'arenes bioclàstiques (arenes fines carbonatades) molt ben

classificades i amb petites proporcions de materials argilosos, en les quals normalment només és observable una estratificació incipient consistent en fines laminacions mil·limètriques, donades per la variació en la mida de gra i pels diferents graus de cimentació que poden presentar. Generalment consisteixen en arenes de gra fi amb una bona classificació; la forma dels grans d'arena mostra un bon grau d'arrodoniment i un cert poliment. La seva composició és principalment carbonatada, essent-ne la calcita el mineral principal.

La presència dels components silícics llimosos vermells –que són dominants en la fracció més fina, quan aquesta hi és present– indica la remobilització i mescla de les arenes eòliques amb els materials fangosos corresponents a les aportacions externes detrítiques, mitjançant l'escorrentia procedent de la infiltració superficial. També hi són freqüents els fragments angulosos mida grava, palet o superior procedents de la caiguda gravitacional de fragments procedents de les parets de les cavitats, així com la presència d'algunes restes fossilíferes, com ja hem comentat. Les característiques texturals i la composició carbonatada (bioclàstica) de les arenes, així com el seu bon grau de classificació i la mitjana de la mida de gra d'arena fina, permeten interpretar aquestes



Figura 15.12: Es Dolç és una cavitat excavada preferentment dins eolianites pleistocenes, però a la vegada s'introdueixen a través de les diferents entrades que posseeix materials de les dunes properes. Cova de s'Aigua (Foto M. A. Perelló).



Figura 15.13: Cala Petita de cala Varques. Platja que segons els corrents, apareix o desapareix. Es veu a les fotografies el túnel excavat dins l'arena per poder accedir al seu interior, ja que l'entrada en ocasions es troba completament tancada per l'arena (Fotos M. Crespí).

arenas com a de procedència eòlica, dipositades a través d'antigues obertures. La manca d'estructures tractives, que no han estat observades, fa pensar en el seu emplaçament mediatitzat per processos d'escorrentia molt poc dinàmics, els quals no han jugat un paper important en la deposició global d'aquestes arenas.

15.4.5. FÀCIES D'ENTRADA D'ORIGEN MARÍ

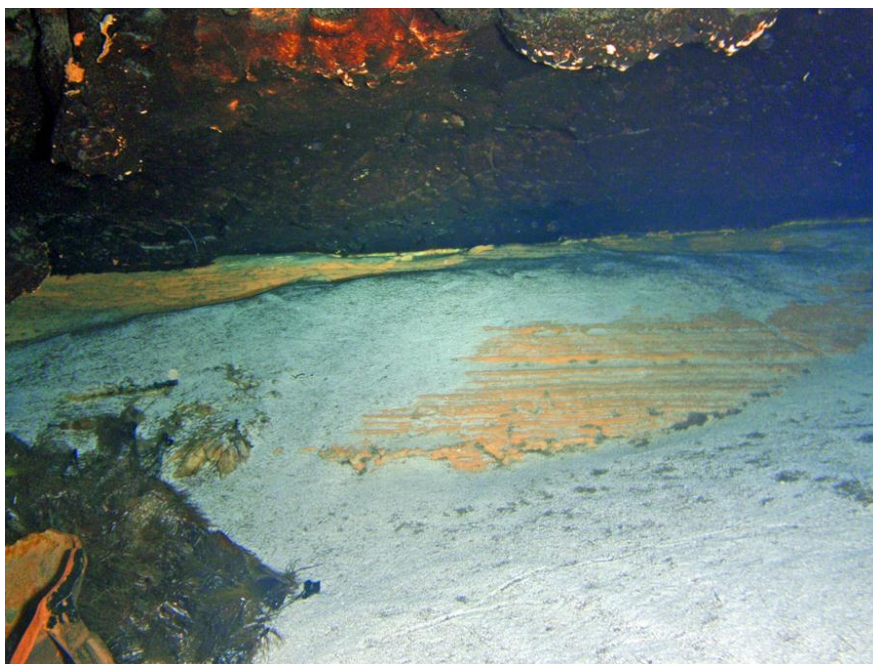
Els aspectes geomorfològics i sedimentaris, a les zones càrstiques litorals són molt complexes (FORNÓS *et al.*, 2011b). Les graves i les arenas d'origen marí (bioclàstiques), emplaçades directament per la mar o també pel vent que retreballa els cinturons i cordons litorals, es poden introduir dins les coves costaneres i incorporar-se

al seu registre sedimentari (GINÉS & GINÉS, 1986, 1995; GINÉS, 2000; GRÀCIA *et al.*, 2010b). Exemples d'aquestes interaccions són per exemple les platges (Fig. 15.13) presents a l'interior de la cova de na Mitjana (GINÉS *et al.*, 1975, 2007b), cova aèria a on també s'hi pot observar les restes de l'activitat dels organismes bentònics. A les nostres recerques, nosaltres hem trobat que a la cova des Coll, a la part oberta a la mar s'introdueixen sediments marins al llarg de centenars de metres; a es Dolç per una banda, a les zones relacionades amb la proximitat cap al medi marí hi són abundants les acumulacions d'arenes fines-mitjanes de composició principalment bioclàstica (amb mineralogia predominant calcítica), fortament laminades i amb abundants restes de fibres vegetals (restes de rizomes de *Posidonia oceanica*), que li poden arribar a donar uns valors en matèria orgànica superiors al 20%, per altra banda s'introdueixen arenas procedents de les dunes relacionades amb els col·lapses més interns, com són les entrades de la cova de s'Aigua i s'Esfondrat, tindriem les acumulacions d'arenes fines a molt fines, molt ben classificades i bioclàstiques (amb composició carbonatada calcítica, però amb elevats percentatges d'aragonita), també fortament laminades, amb intercalacions de capes mil·limètriques de matèria orgànica procedents probablement de la activitat eòlica externa (Fig. 15.12); la cova des Xuetes acumula en algunes sales



Figura 15.14: Cova Submarina de Cala sa Nau, a on s'acumulen arenas marines a l'interior de la cavitat (Foto A. Cirer).

Figura 15.15: Sedimentació d'arenes actuals i pretèrites consolidades que obstrueixen parcialment es Dolç de cala Murta (Manacor). Foto F. Gràcia).



arenas marines; la cova de ses Barraques està aïllada de la mar per arenas actuals que drenen l'aigua subterrània a la platja després de filtrar-se; la cova Submarina de Cala sa Nau acumula arenas actuals (Fig. 15.14); la cova des Drac de Cala Santanyí acumula una platja a la sala d'Entrada i està separada des Riuet, surgència de la cavitat a la mar, per l'acumulació d'arenas marines; el Dolç de Cala Murta, surgència de les coves del Drac, en ocasions s'obstrueix parcialment per arenas, restes de Posidonia i còdols marins, i al seu interior hi ha una platja (Fig. 15. 15); a la cova de ses Pedreres i el secret des Moix l'acumulació d'arenas i altres materials marins semblen d'una potència considerable; és un cas similar, arenas actuals entren fins al llac i sembla que tanquen les possibles continuacions.

15.4.6. FÀCIES CARBONATADES NO CLÀSTIQUES (AUTÒCTONES)

Incloem dins d'aquest grup de sediments dues fàcies totalment antagòniques pel que fa al seu procés de formació (precipitació / dissolució) i que són característiques de la zona freàtica en el carst litoral (FORNÓS *et al.*, 2011). En el primer cas es tracta d'arenas formades per l'acumulació de làmines de calcita flotant, mida arena mitjana, que poden arribar a superar els 40 cm de potència (FORNÓS *et al.*, 2009; GRÀCIA *et al.*, 2007a, 2007b) però de manera molt irregular, formant una espècie de tel que recobreix el fons dels llacs presents en algunes sales, i mostrant una forma cònica d'amuntegament (Fig. 15.16). Els grans d'arena estan formats per cristalls romboèdrics

de calcita que mostren símptomes parcials de corrosió. Aquest tipus de dipòsits és abundant en el trespol dels llacs, a sales amb la superfície lliure de l'aigua que permet la desgasificació del CO₂. Aquest procés controla la precipitació de les làmines de calcita flotant a la superfície dels llacs on es mantenen per flotació fins que el propi pes pel seu creixement, o algun efecte extern com pugui ser el degoteig des del sostre de la cavitat, fa que se superi la tensió superficial de l'aigua i acabin per acumular-se al fons del llac. En moltes ocasions formen estalagmites còniques, que poden assolir dimensions considerables. Aquestes acumulacions de làmines de calcita flotant són molt abundants a cavitats com el sistema Gleda-Camp des Pou, cova des Pas de Vallgornera, cova de Cala Varques B, sistema Pont-Pirata-Piqueta i cova den Bassol.

En el segon cas, es tracta de l'acumulació de partícules carbonatades (grans) que han estat alliberades des de les parets de la cavitat per processos fisicoquímics de meteorització, ja sigui en condicions subaquàtiques (Fig. 15.17) o fins i tot aèries. Es tracta de l'acumulació d'arenes fines a mitjanes de poca potència, normalment no superen els 20 cm (FORNÓS *et al.*, 2009), que mostren corbes de mida de gra bimodals i amb una mala classificació. Aquests dipòsits estan formats en la seva majoria per grans de composició calcítica, encara que també hi és present la dolomita. Aquests nivells carbonatats solen presentar-se mesclats amb sediments llimosos vermells (fàcies mesclades). Aquesta fàcies carbonatada particulada sol ser la que presenta una textura més gruixada, deixant de banda la produïda pels processos gravitatoris i de trencament. La seva acumulació es deu a la resposta diferencial als processos de meteorització i corrosió sobre les parets de la cavitat, formades per roques calcarenítiques en les quals els bioclasts responen de forma diferent a la corrosió en funció de la seva textura i



Figura 15.16: Estalagmita cònica no cimentada del sistema Gleda-Camp des Pou. Es formen per acumulació de làmines de calcita flotant i poden arribar a assolir alçàries considerables. A la superfície de l'aigua es veuen làmines de calcita que suren per tensió superficial (Foto C. Bodi).

Figura 15.17: Les bombolles del bussejador fan caure del sostre grans de material carbonatat que es va alliberant a mesura que es va descalcificant. Aquests sediments es troben molt relacionats amb la formació de la cavitat, a mesura que avancen els processos de corrosió (Foto A. Cirer).



Figura 15.18: Sediments d'origen hipogènic a galeries de la cova des Pas de Vallgornera (Foto J. Pocoví).

mineralogia. Aquesta fàcies és especialment abundant en aquelles zones freàtiques del carst litoral en les qual es dona la corrosió per la mescla d'aigües i on la presència d'haloclines és freqüent (GRÀCIA *et al.*, 2007a). La cova des Pas de Vallgornera presenta en algunes de les galeries sotaiguades acumulacions de pocs mil·límetres. El

sistema Gleda-Camp de Pou és el que acumula molts de sediments amb aquestes característiques i es veu clarament que són el resultat de la descalcificació de la roca mare de sostres i parets, així com dels propis espeleotemes.

15.4.7. FÀCIES RELACIONADES AMB SEDIMENTACIÓ HIPOGÈNICA

En diferents cavitats relacionades genèticament amb fluxos hipogènics es troba una altra fàcies característica i molt distintiva de la precipitació de materials provinents d'aigües profundes amb un color normalment negre o groc marronós, amb tonalitats més o menys vermelloses. Aquests materials presenten elevats continguts de Mn i Fe, elements que són moderadament solubles en les aigües anòxiques profundes i que, en assolir els aquífers oxigenats més superficials, poden precipitar en forma d'hidròxids i òxids (PALMER, 2007). Els precipitats s'acumulen al terra o recobreixen parets i sostres (Figs. 15.18,19,20,21).

A la cova des Pas de Vallgornera, GINÉS *et al.* (2008; 2009a) i GRÀCIA *et al.* (2009a; 2009b); ja feien menció de la presència de sediments específics, com a possible galeries com reomplint l'interior de les fractures del rocam Miocè o, fins i tot, dels sediments detrítics vermellosos que abunden en determinats passatges. A la cavitat, el FeO és la composició de l'òxid dominant, amb valors lleugerament més alts del 45%, amb uns valors compresos entre 14.62 a 72.13% i el MnO la composició té un valor mitjà proper al 11%, amb valors que varien de 5.96 a 18.56%. Els minerals d'argila predominen en la composició dels sediments, amb valors de més de 40%. El principal és la caolinita (a prop 23%) i l'illita (al voltant 13%) es troben en la proporció més alta, tot i que altres minerals (p. ex. montmorillonita i palygorskita) és també present. La goetita representa el 15%. La mida del gra, com s'ha comentat abans, correspon a una sorra fangosa. Totes les mostres presenten valors similars i els llims representen prop del 40%, i l'argila té valors al voltant 3,5%. A més de diferents sectors aeris de la cova s'han localitzat també a tots els sectors subaquàtics. Un fet característic d'algunes galeries des Dolç són les importants acumulacions de dipòsits obscurs, damunt les eolianites pleistocenes blanques, formats per materials fins (llims i argiles), on hi dominen els fil·losilicats com a elements mineralògics principals; també hi ha quars i la composició carbonatada és força variable. L'anàlisi química d'aquests nivells indica la



Figures 15.19 i 15.20: Sediments rics en Mn i Fe de procedència hipo-gènica de la cova des Pas de Vallgornera (Foto F. Gràcia). Precipitats hipogènics que recobreixen les parets, sostre i terra des Dolç. Aquests precipitats són de color fosc, mentre que les eolianites, de la roca mare a la qual oculten, són blanques (Foto A. Cirer).

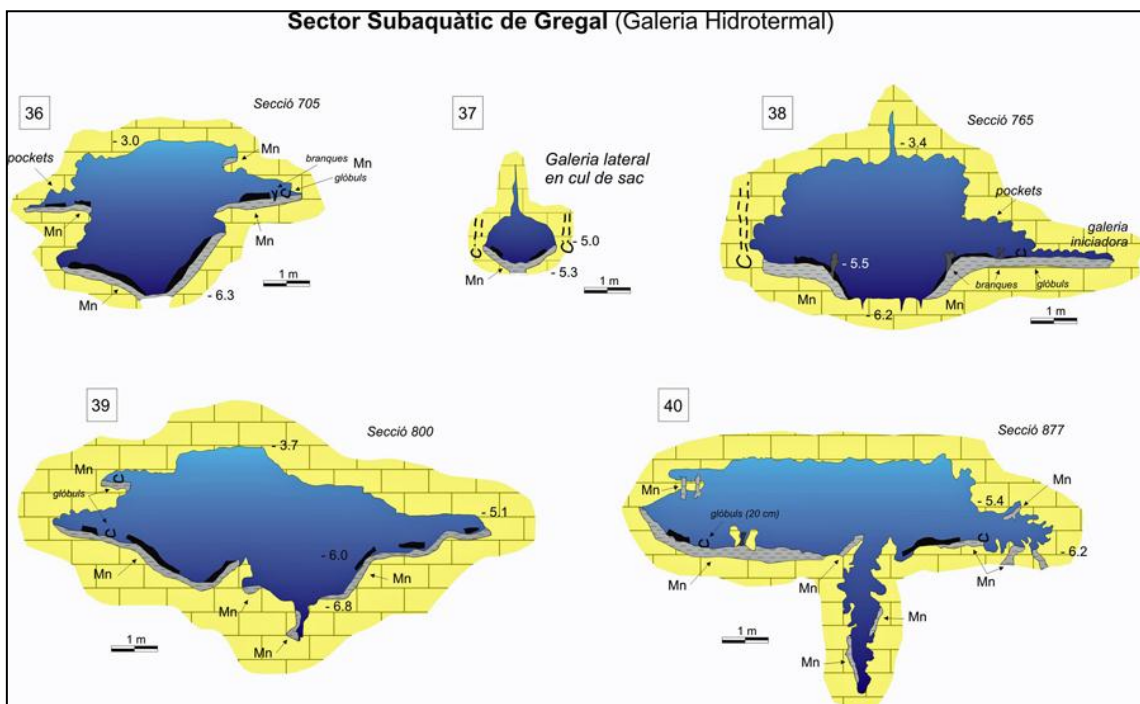


Figura 15.21: Seccions d'una de les galeries relacionades amb processos hipogènics al sector Subaquàtic de Gregal (cova des Pas de Vallgornera). S'aprecien acumulacions de sediments hipogènics en negre i conductes verticals d'alimentació que s'obren al terra i canals ascendents de paret, així com galeries en cul de sac. També al sostre hi ha fractures que serveixen de punts de descàrrega.

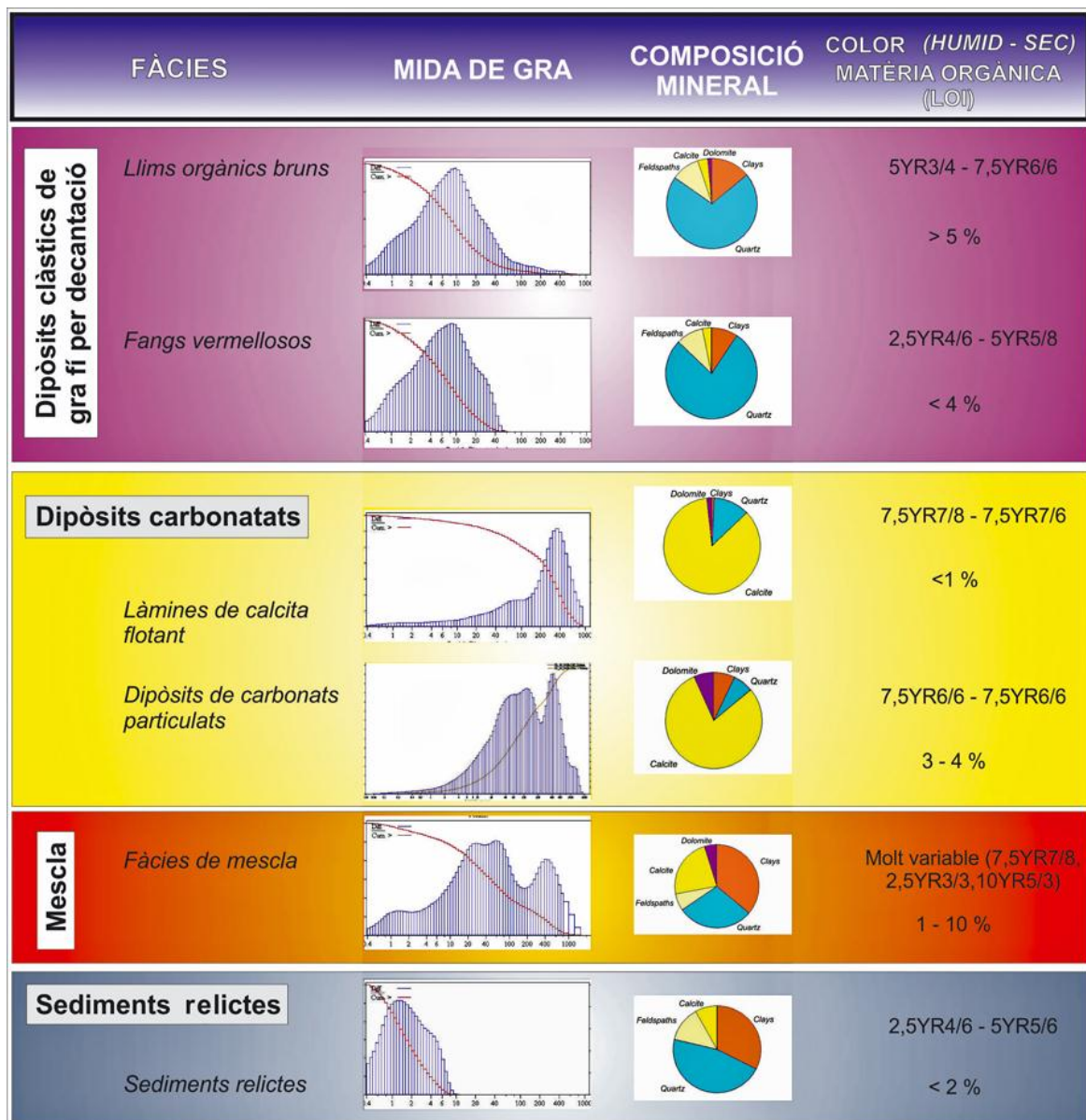


Figura 15.22: Característiques distintives resumides de les fàcies sedimentàries presents a les cavitats litorals de Mallorca, llevat de la fàcies hipogènica. Segons FORNÓS *et al.* (2011b).

presència d'importants quantitats de ferro i especialment manganès, que pot arribar a valors del 40%.

Les coves del Drac és la darrera localitat, en aquest cas al Llevant de Mallorca, a on ha sortit aquesta fàcies, amb una gran representativitat a bona part de les galeries sotaiguades i associat a la ingent quantitat de morfologies hipogèniques. Els primers resultats de les anàlisis, encara en fase d'estudi, indiquen percentatges de ferro molt elevats. Pensam que és la cova a on aquestes morfologies es presenten en major densitat i diversitat de les cavitats subaquàtiques mallorquines.

Capítol 16. LES SALES D'ESFONDAMENT

16.1. Introducció

Els processos d'esfondrament (*breakdown processes*) són un dels trets més característic de moltes cavitats mallorquines, que formen voluminoses sales i a on predominen grans acumulacions de blocs caiguts de les voltes i parets. La caiguda de masses de roca del sostre per inestabilitat i falta de sustentació dóna lloc a voltes i sales de seccions representatives que tendeixen a adoptar les formes arrodonides que millor equilibri proporcionen. Els blocs caiguts s'acumulen en el centre per formar caramulls cònics o per produir rosts de blocs si els esfondraments són asimètrics. Són el que s'han denominat sales d'Esfondrament *collapse chambers* (GINÉS, 2000) i que caracteritzen algunes de les categories espeleogenètiques definides per GINÉS (1995a), com són tant les coves de la zona de mescla costanera com les coves clàstiques en

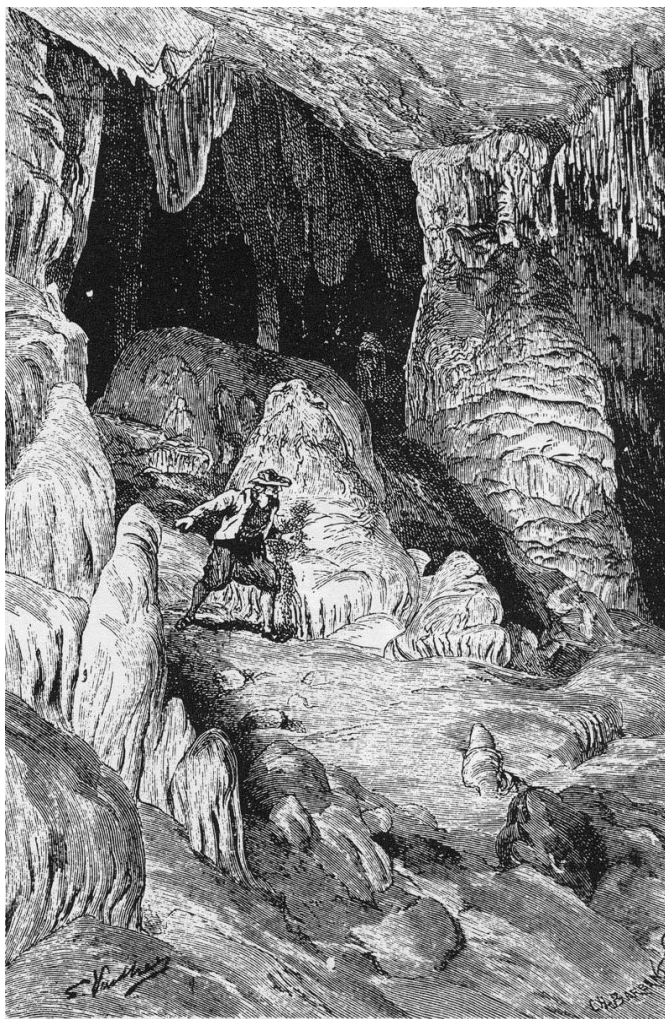


Figura 16.1: El recobriment per espeleotemes de les sales d'esfondrament amaga els grans blocs acumulats i dissimula la seva importància (gravat de VUILIER, 1880).

general. Aquests mecanismes s'han designat a la bibliografia hispana com a processos clàstics (MONTORIOL-POUS, 1951) corresponent així mateix al terme *incasion* proposat per BÖGLI (1980). Se considera una part important de l'evolució espeleogenètica, que contribueix en gran part en la degradació total dels sistemes càrstics. Molts d'aquests aspectes generals apareixen a la literatura disponible, emperò

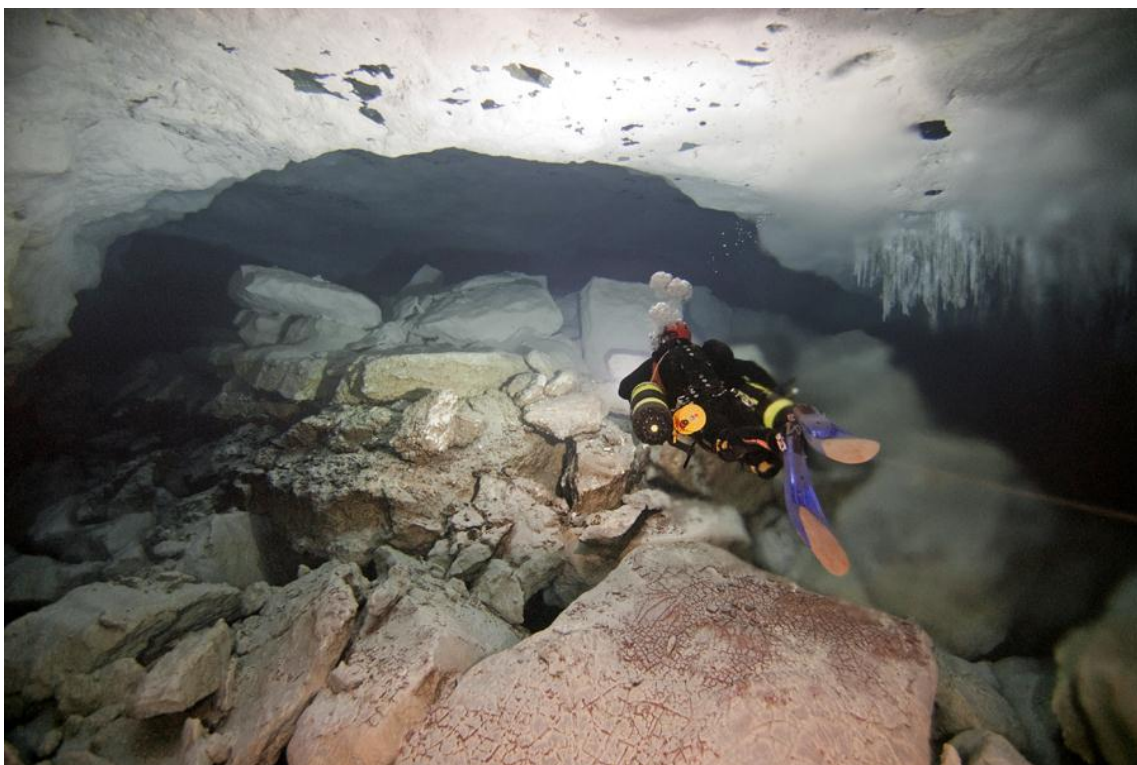


Figura 16.2: El volum de l'acumulació de blocs dels col·lapses ocasiona en ocasions un important desnivell entre el cim del con d'esfondrament i les cotes més baixes (Galeria de l'Arxiduc a les coves del Drac, Foto A. Cirer).

les dades quantitatives i morfomètriques són escasses (DAVIES, 1949 i 1951; MONTORIOL-POUS, 1951; RENAULT, 1967; WHITE i WHITE, 1969; BÖGLI, 1980; JENNINGS, 1985; WHITE, 1988 i WILLIAMS, 1989; WHITE i WHITE, 2000).

16.2. Les sales d'esfondrament al Migjorn i Llevant

En referència a l'endocarst mallorquí, els processos de col·lapse i les sales d'esfondrament apareixen com una de les seves característiques més destacades (GINÉS i GINÉS, 1987, 1989, 2007; GINÉS, 1995a, 2000; GINÉS *et al.*, 2008; GRÀCIA *et al.*, 2005, 2006a, 2007a, 2009a, 2014), tant en les calcàries juràsiques massives i micrítiques de les muntanyes, així com a les poroses calcarenites del Miocè de la costa sud i est. El condicionant litològic de les grans sales i galeries voluminoses és determinant i corresponen en general a la fàcies d'escull del Miocè superior; fàcies molt porosa i permeable i que dona lloc a grans volums en dissoldre's, preferentment també afavorida per les mineralogies aragonítiques dels coralls. Les fàcies que pertanyen al nucli de l'escull, ja sigui a la cresta com a la paret progradant presenten fàcies de front

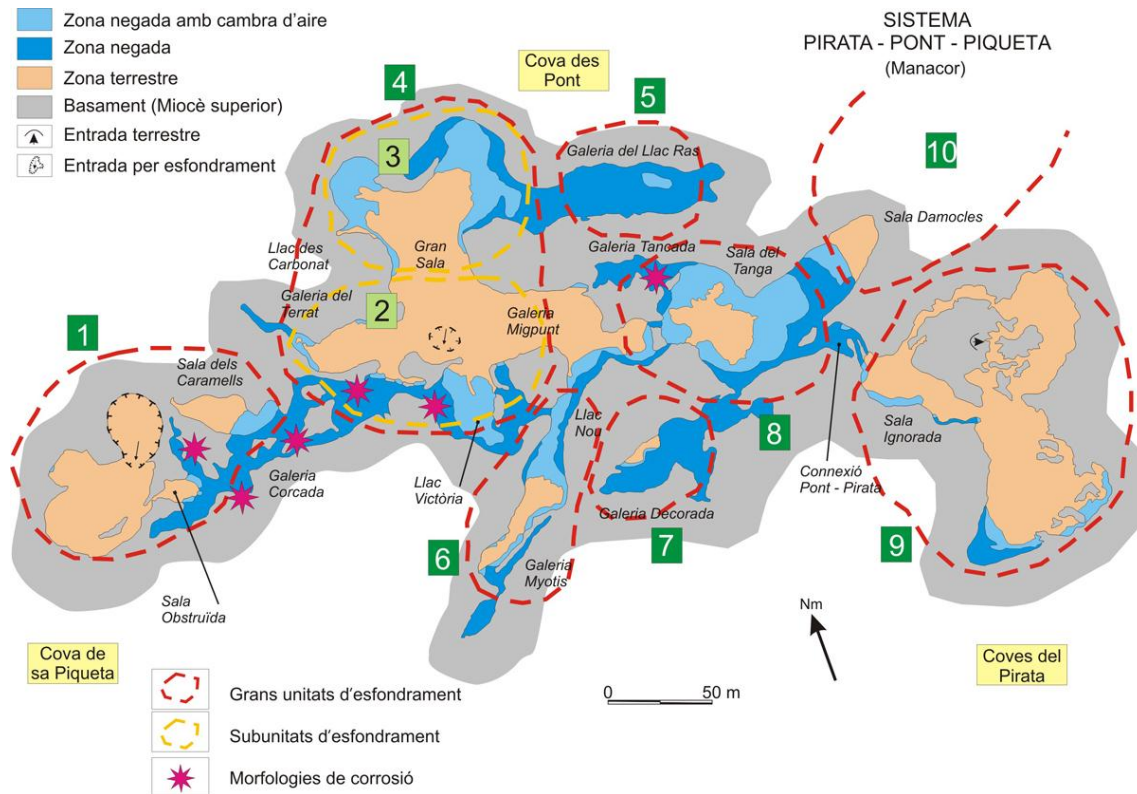


Figura 16.3: La connexió entre blocs entre la sala del Tanga i la sala Ignorada va ésser la primera superació important sota l'aigua. Principals unitats d'esfondrament del sistema Pirata-Pont-Piqueta.



Figura 16.4: La major part de sales actualment vadoses són realment sales d'esfondrament que es perllonguen sota les aigües. Sala Obstruïda de la cova de sa Piqueta. Sistema Pirata-Pont-Piqueta (Foto A. Cirer).

escullós i formen cossos massius de potència variable. Aquest fet li confereix una especial predisposició a l'espeleogènesi càrstica en raó de la seva elevada permeabilitat (FORNÓS & GELABERT, 1995) i, en la mateixa línia, afavoreix la posterior evolució morfològica de l'endocarst mitjançant successius processos de col·lapse i dissolució dels materials resultants (GINÉS, 2000; GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS, 2000; GINÉS *et al.*, 2008). (Fig. 16.1, 16.2).

Moltes coves conegudes de Mallorca estan constituïdes per sales d'esfondrament individuals o per la coalescència de diverses sales. A les calcarenites post-orogèniques costaneres el nivell del mar apareix com el principal factor que controla els processos d'espeleogènesi i col·lapse de les coves. GINÉS (1991), GINÉS & GINÉS (1992) i

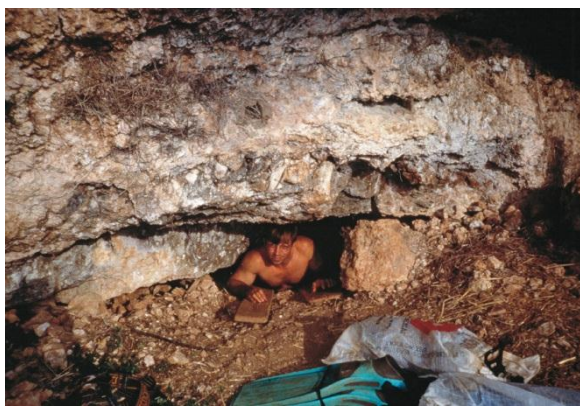


Figura 16.5: Entrada, dins la dolina d'esfondrament, a la cova des Coll. Per molt poc aquest accés no va quedar completament tancat pels propis blocs de l'esfondrament i per materials caiguts de l'exterior (Foto R. Landreth).

GINÉS *et al.* (2008, 2011) emfatitzen el paper exercit per la mescla de les aigües dolces i marines a la zona freàtica de la línia de costa, especialment en relació amb l'eliminació de les parets de roca i de part dels enderroc per un augment de dissolució (BACK *et al.*, 1984).

Com a regla general, dos fets importants relacionats amb les sales d'esfondrament han de ser tinguts en compte (GINÉS, 2000). En primer lloc, es pot suposar que el volum de l'acumulació de blocs del col·lapse és superior al volum de l'espai

buit total de la sala, ja que amb freqüència la considerable quantitat de blocs i altres deixalles de l'enfonsament deixen molts buits entre ells. A causa d'aquest augment de volum aparent associat al creixement de munts de blocs, l'ampliació real de les cavernes només és eficaç en combinació amb altres agents espeleogenètics que impliquen l'eliminació de roca. En segon lloc, la inestabilitat dels sostres, sempre avança cap amunt. En ocasions el desnivell des de la cúspide de les sales fins a les parts més pregones és considerable, significa que els buits de partida inicials estan situats necessàriament a una altura bastant inferior a la topografia actual de la cova. En aquests casos, la troballa del nivell de base que ha controlat l'espeleogènesi ha de reflectir aquesta diferència en altitud entre passatges de coves reals i proto-coves inicials.

Aquestes consideracions s'han tingut en compte a l'hora de fer els càlculs de morfometria de la cova Genovesa a GINÉS & GINÉS (2013).

Des d'un punt de vista espeleogenètic les sales d'esfondrament, que caracteritzen l'endocarst mallorquí format per esculls post-orogènics, estan relacionades amb oscil·lacions recurrents de la capa freàtica, esdevingudes durant el Quaternari en el marc d'un ambient especial de carst costaner (GINÉS, 1991; GINÉS & GINÉS, 1992; GINÉS, 2000). Els sistemes de coves han estat sempre controlats pels canvis del nivell del mar.

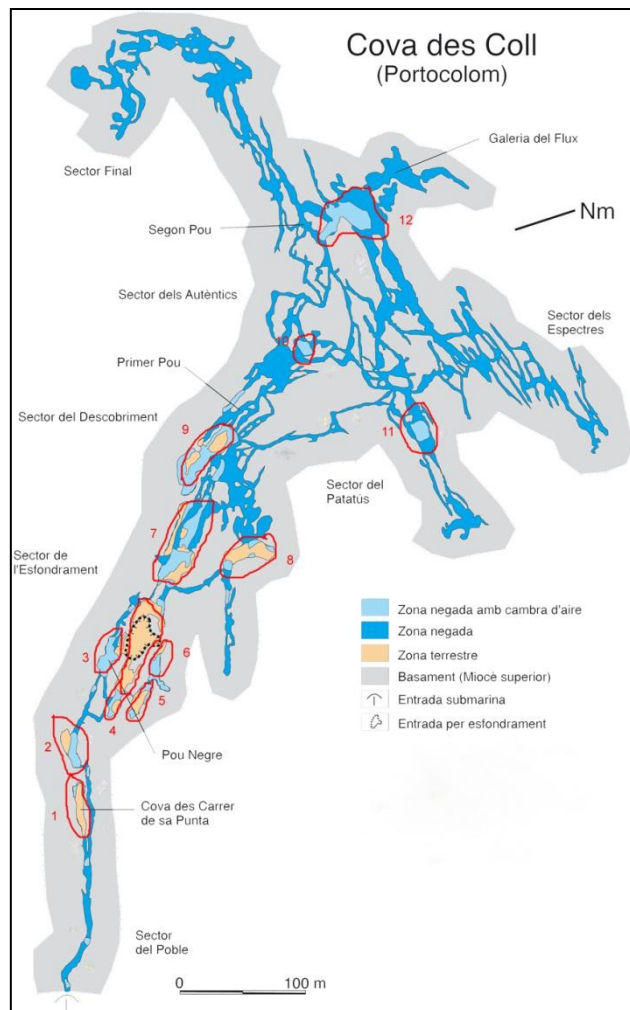


Figura 16.6: Distribució de les principals sales d'esfondrament o unitats d'esfondrament a la cova des Coll.

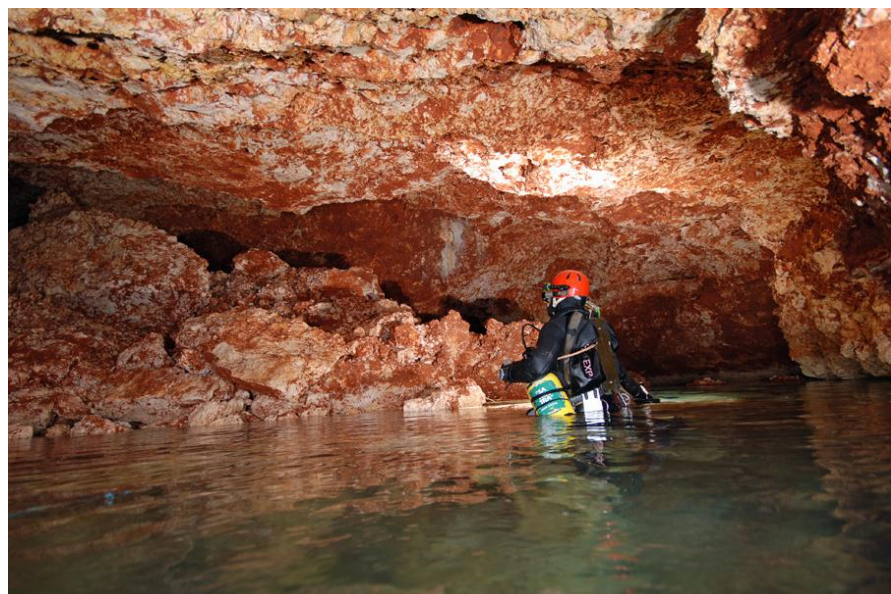


Figura 16.7: Sala Girada al sector dels Descobriments de la cova des Coll. Les sales aèries no són més que esfondraments de galeries freàtiques de dissolució (Foto M. A. Perelló).

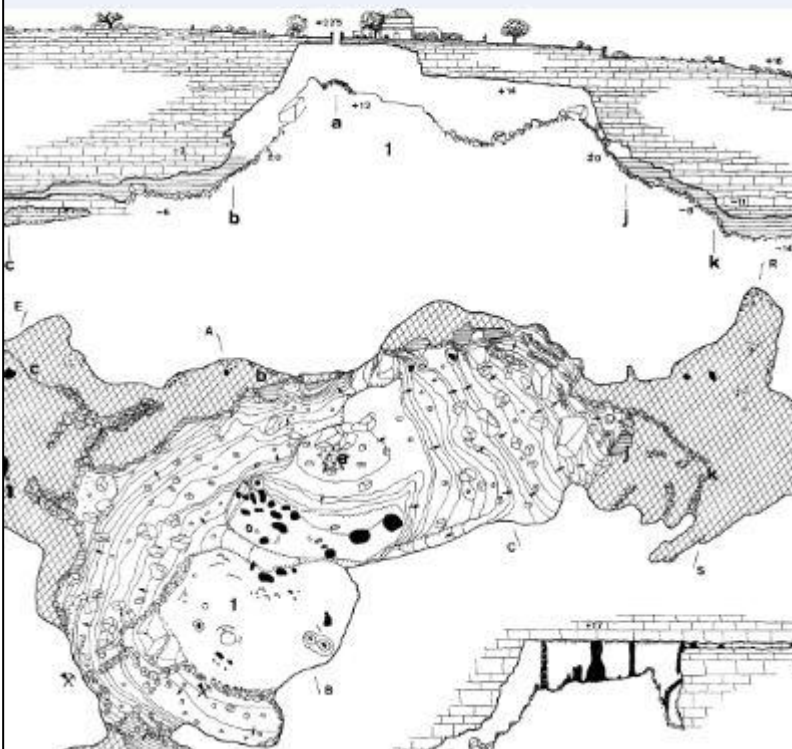


Figura 16.8: Esfondrament que forma la sala de la Nau. Cova d'en Bassol (Foto A. Ginard).

Cada vegada que el nivell freàtic ha davallat, la baixada de les aigües ha ocasionat la pèrdua de suport dels sostres i l'augment de la tensió mecànica de les voltes, provocant col·lapses locals. D'altra banda, els períodes en els quals la capa freàtica ha ascendit, les voltes de roca i els sòls de blocs caiguts s'han inundat i la barreja entre aigües dolces i marines ha causat de bell nou, la dissolució de la roca calcària. A causa d'aquests processos fluctuants, les oscil·lacions del nivell del mar i del nivell de les aigües subterrànies associades, a l'interior

de les coves han de contemplar-se com un important factor espeleogenètic de l'endocarst del Migjorn i Llevant mallorquí. Així, en ambients càrstics costaners, on els sistemes de coves romanen estretament vinculats a la mar, la freqüència d'enfonsaments s'estén per llargs períodes de temps i no es limita només als primers estadis de desenvolupament de la cova.

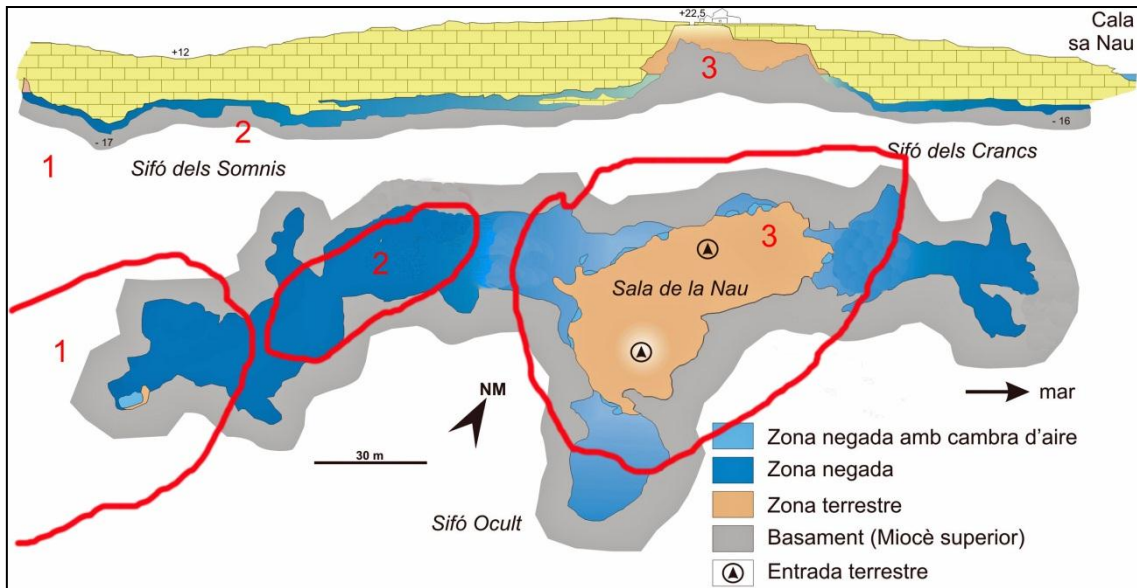


Figura 16.9: Principals unitats d'esfondrament a la cava d'en Bassol.

Sovint, els materials despresos es troben recoberts d'espeleotemes, fet que depèn principalment de l'antiguitat dels darrers esbucaments, del regim freàtic o vadós al qual ha estat sotmès el buit i de la velocitat local de formació dels espeleotemes. En molts casos els cons d'enderrocs es troben cimentats i parcialment consolidats per potents colades i massissos estalagmítics, la qual cosa dificulta l'apreciació de la importància dels processos d'esfondrament (Figs. 16.1, 16.8, 16.12).

Aproximadament, fins a les dues darreres dècades, l'exploració d'aquestes coves costaneres, es limitava a les parts vadoses de les coves no envaïdes pel nivell freàtic. L'any 1994 es realitzen importants troballes als llacs de la cova des Pas de Vallgornera (MERINO, 2000). Al mateix temps s'assoleixen destacats descobriments subaquàtics, duts a terme per espeleobussejadors (GRÀCIA *et al.*, 1997; 1998a; 1998b). De llavors ençà, no s'han aturat les troballes i la documentació de cavitats amb continuacions subaquàtiques de Mallorca, per la qual cosa ja es té un bon bagatge de coneixements entre els quals es pot extreure el que fa referència a la presència d'abundants sales d'esfondrament. En aquest sentit, les topografies i fotografies publicades, permeten visualitzar evidències de les característiques sales d'enfonsament, com són les acumulacions de blocs, ajustaments mecànics de les voltes i àrees de coalescència que connecten sales d'esfondrament adjacents. La major part d'entrades a les cavitats del Migjorn i Llevant són esfondraments de sales i galeries. En alguns casos, com a la cova

de sa Gleda i la cova des Serral, formen àmplies boques d'entrada, que no són més que dolines d'esfondrament o coves d'abisament, similars als cenotes de Mèxic (Fig. 16.18).

El patró planimètric de les coves d'aquesta tipologia denota la coalescència, un tant aleatòria, d'unitats d'esfondrament més o manco independents, que han anat creixent tridimensionalment i connectant unes amb les altres (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2007a), fins a donar lloc a una disposició en planta de caràcter *ramiforme* en el sentit enunciat per PALMER (2007) (Figs. 16.3, 16.9, 16.11, 16.13). Aquest patró més aviat aleatori es veu fortament condicionat per la litologia dels dipòsits carbonatats del Miocè superior (GINÉS *et al.*, 2008, 2009), 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.

16.3. Principals sales d'esfondrament a les cavitats subaquàtiques mallorquines

Es poden reconèixer les principals unitats d'esfondrament de les cavitats, estudiades a partir de les topografies. La quantificació relativa dels esbucaments és possible per l'anàlisi de les dades mètriques d'aquests mitjançant la topografia. No



Figura 16.10: Processos d'esfondrament al sector de Gregal (Foto A. Cirer).

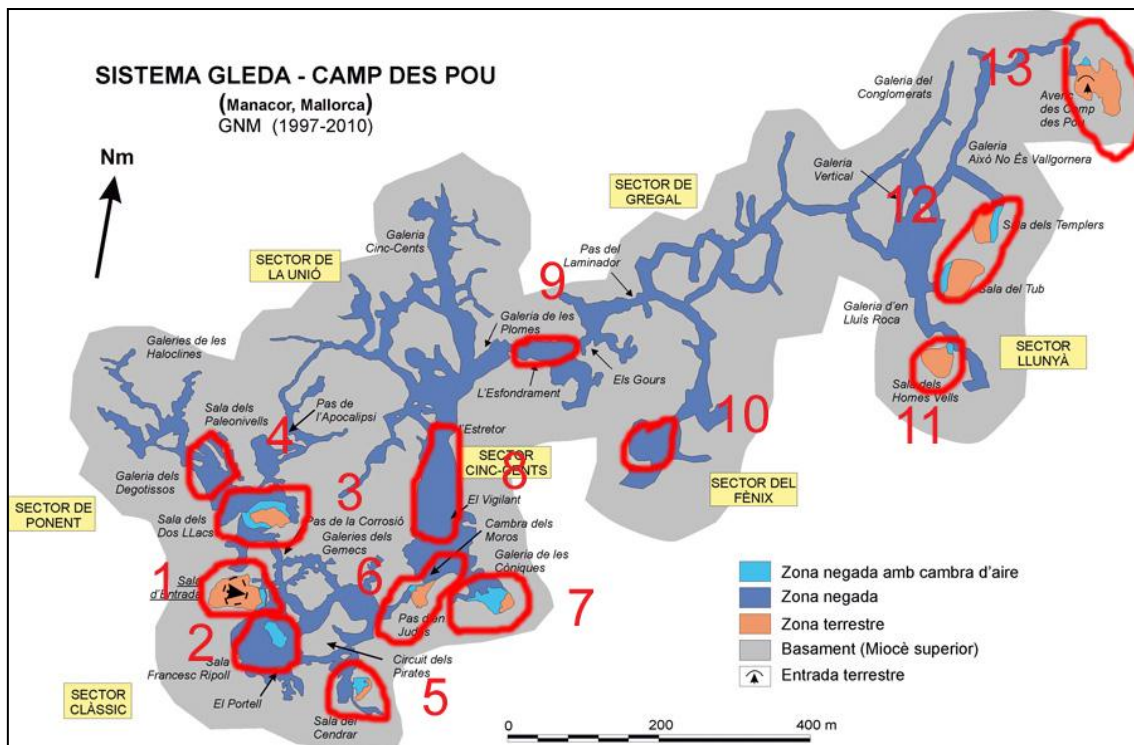


Figura 16.11: Principals unitats d'esfondrament del sistema Gleda-Camp des Pou. El patró planimètric de les coves d'aquesta tipologia denota la coalescència de les unitats d'esfondrament, més o menys independents, que s'han anat connectant unes amb les altres fins a donar lloc a una disposició en planta de caràcter *ramiforme*.

sempre coincideixen pròpiament els topònims amb les unitats d'esfondrament, ja que en ocasions una unitat agafa una zona més àmplia i de vegades una galeria o sala comprèn altres espais sense influència directa de



Figura 16.12: Sala dels Templers al sistema Gleda Camp des Pou. Es tracta d'una de les grans unitats d'esfondrament que forma una gran àeria i prossegueix sota les aigües (Foto A. Cirer).

l'esfondrament. Per al sistema Gleda-Camp des Pou, hi ha 13 grans unitats d'esfondrament dels sectors estudiats fins ara: la sala d'Entrada (unitat 1), la sala Francesc Ripoll (unitat 2), la sala dels Dos Llacs (unitat 3), la galeria dels Degotissos

(unitat 4), la sala del Cendrar (unitat 5), la cambra dels Moros (unitat 6), la galeria de les Còniques (unitat 7), part de la galeria Cinc-Cents (unitat 8), l'Esfondrament (unitat 9), la sala del Fènix (unitat 10), la sala dels Homes Vells (unitat 11), la sala del Tub i la sala dels Templers (unitat 12) i l'avenc des Camp des Pou (unitat 13). A partir d'una mitjana de 40 m d'amplària, els 200 m de longitud suposen una àrea de 8.000 m², superfície similar a les unitats 12 i 13. Altres esfondraments que es poden individualitzar tenen les següents dades de superfície: la sala d'Entrada (unitat 1) 90 m x 80 m = 7.200 m², similar a la sala Francesc Ripoll (unitat 2); la sala del Cendrar (unitat 5) 90 m x 80 m = 7.200 m²; la sala dels Dos Llacs (unitat 3) 120 m x 80 m = 9.600 m²; la galeria dels Degotissos (unitat 4) 90 m x 70 m = 6.300 m²; la cambra dels Moros (unitat 6) 120 m x 80 m = 9.600 m²; la galeria de les Còniques (unitat 7) 80 m x 80 m = 6.400 m². (Figs. 16. 10, 16.11).

El sistema Pirata - Pont - Piqueta també presenta bons exemples de sales d'esfondrament (GRÀCIA *et al.*, 2006a): coves del Pirata (unitat 9) de 18.900 m², sala del Tanga amb 8.800 m² (unitat 8), cova de sa Piqueta i sala dels Caramells 13.500 m² (unitat 1). En total es poden delimitar 8 unitats principals d'esfondrament, d'aquestes, 4 han format entrades a les cavitats (cova de sa Piqueta, unitat 1; cova des Pont, unitat 4; coves del Pirata, unitat 9 i cova des Xots, unitat 10), mentre que la darrera unitat endemés de formar la boca d'accés a la cova des Xots ha ocasionat una gran dolina d'esfondrament (Figs. 16.3, 16.4).

A la cova Genovesa, també a la marina de Manacor, farem esment dels 8.800 m² de la sala de les Ratapinyades o els 3.600 m² de la sala Bonellia viridis (GRÀCIA *et al.*, 2003a, 2003b), entre les 8 unitats d'esfondrament individualitzades. A la cova dels Ases, el sector Antic i el sector 1989 consten de 4 grans unitats d'esfondrament: la sala d'Entrada (unitat 1), la sala dels Ossos (unitat 2), la sala Gran (unitat 3) i la sala Final (unitat 4). Curiosament la superació de l'esfondrament de la unitat 1 ha suposat el descobriment del sector 2014 format per més unitats d'esfondrament connectades. La cova d'en Bassol està formada per 3 grans unitats d'esfondraments: la sala de la Nau (unitat 3), la part més gran del sífó dels Somnis (unitat 2) i la part terminal del sífó dels Somnis, que separa la cavitat de la propera cova de Cala Mitjana, de la qual formaria també part l'esfondrament de la zona més NE (unitat 1). (Figs. 16.13, 16.14, 16.15). A la cova des Coll es poden individualitzar 12 unitats principals, aquestes són (Figs. 16.5, 16.6, 16.7): part del sector del Poble (cova des Carrer de sa Punta, sala del

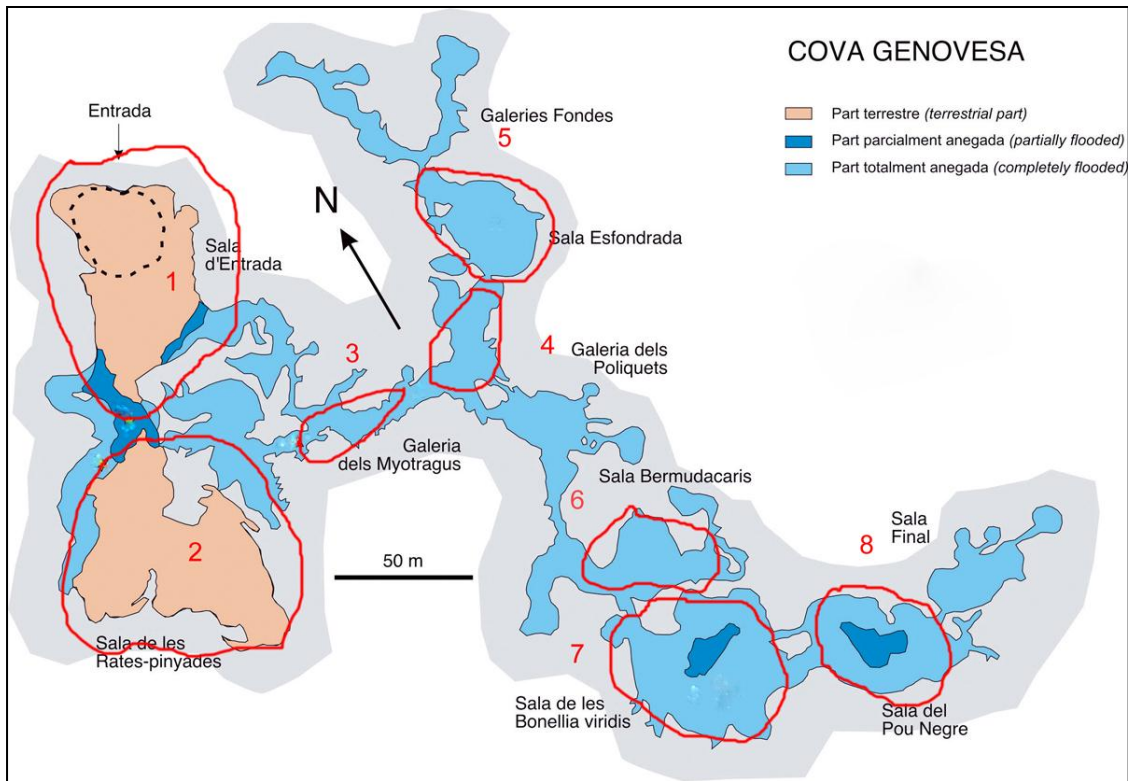


Figura 16.13: Unitats d'esfondrament de la cova Genovesa.

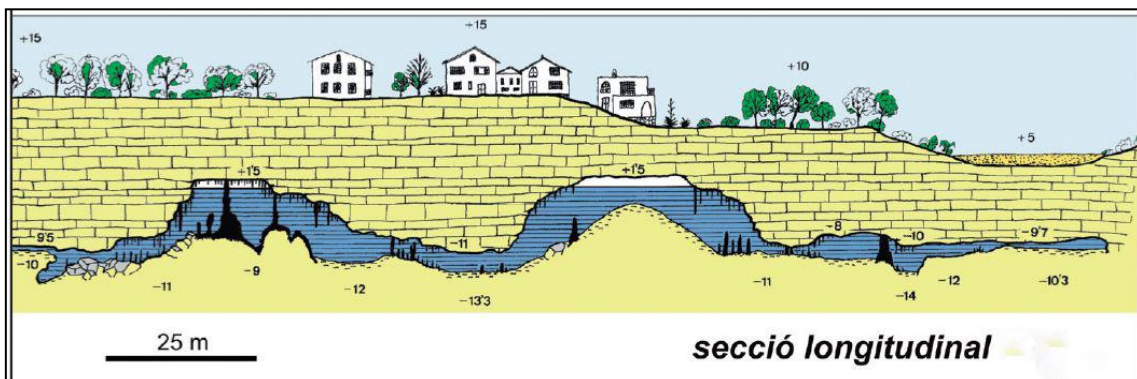


Figura 16.14: Secció de la cova Genovesa que permet apreciar la sala de les Bonellia Viridis i la sala del Pou Negre, ambdues sales d'esfondrament.

Saurí Santana; unitats 1 i 2), la major part del sector de l'Esfondrament (sala del Pou Negre, galeria de l'Amagat, dolina d'Esfondrament, sala de l'Anglès, sala Esperada i sala dels Porcs; unitats 3, 4, 5, 6), gran part del sector del Descobriment (sala del Descobriment, sala de la Trencadissa i la sala Girada; unitats 7, 8, 9), algunes zones del sector del Patatús (part final de la sala de la Panxa i la sala Tancada; unitats 10, 11), poques àrees, però importants, del sector dels Autèntics (sala Benvinguda, unitat 12).

Entre elles destaquen la sala Benvinguda de 3.000 m² (unitat 12) o la dolina d'Esfondrament de 5.600 m² (unitat 4) (GRÀCIA *et al.*, 2005).

Als sectors subaquàtics de la cova des Pas de Vallgornera, els esfondraments, encara que molt presents i característics d'algunes zones, quantitativament són molt menys importants que les galeries que no presenten fragments de roca ni blocs caiguts (GRÀCIA *et al.*, 2009a). Són centenars els metres de galeries que no presenten cap evidència de processos d'esfondraments, o bé quan hi són tenen poca importància. Al sector Antic, a la branca occidental només apareix un esfondrament recobert de colades. A la branca oriental no n'hi ha cap fins a topa-se amb la sala Que no Té Nom, per emergir. Al sector de les Grans Sales, s'emergeix a un tram important aeri per mor d'aquests processos. També una de les galeries del sector es veu closa per mor dels enderroc que no permeten la progressió. Al sector Subaquàtic de Gregal, els inicis de la galeria, abans de connectar amb la galeria del Quilòmetre, presenta abundants blocs inestables que fan molt delicada la superació d'alguns passos estrets. S'han de sortejar blocs caiguts i posar especial esment en alguns blocs inestables situats al sostre de la galeria. Alguns trams de la galeria Miquel Àngel Barceló es veuen afectats per enderroc que generen zones aèries, especialment als darrers centenars de metres. La



Figura 16.15: Sala Esfondrada, en direcció a les galeries Fondes. S'aprecia l'acumulació de blocs que va arribar a tancar el pas dels gladiadors (Foto A. Cirer).

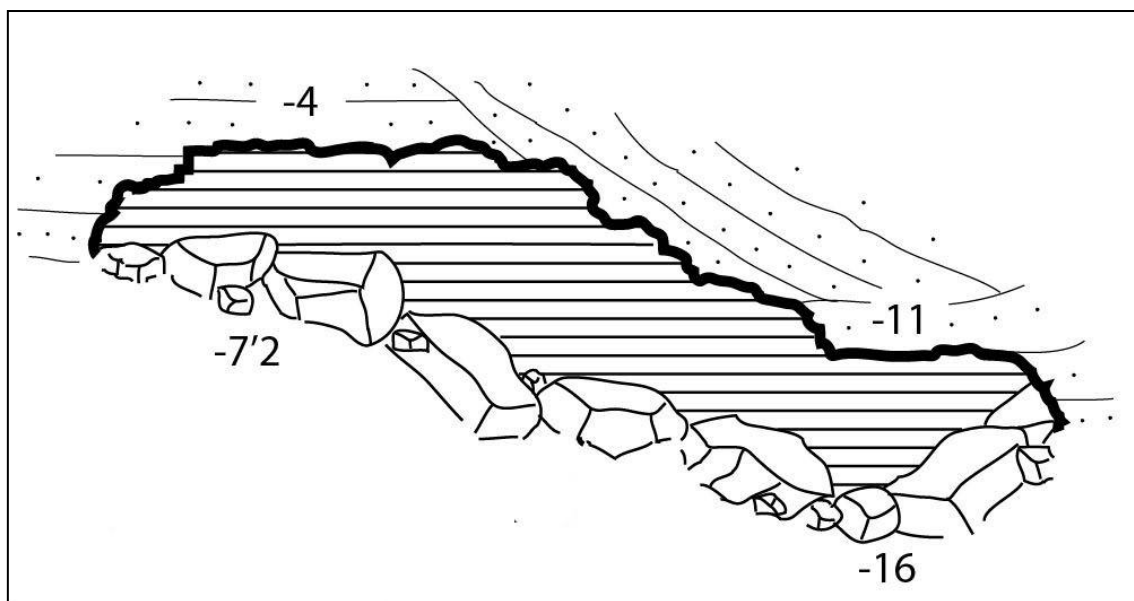


Figura 16.16: Sala de la Bombolla a es Dolç. S'aprecia l'acumulació de blocs que forma el pis de la sala.

galeria subaquàtica paral·lela i a l'oest de la Miquel Àngel Barceló, també conflueix amb la sala de Toros i abans surt a una cambra aèria, molt decorada que recobreix blocs caiguts. La galeria Grup Nord de Mallorca, acaba litològicament dins les fàcies de lagoon intern, on es veu l'enderroc dels estrats més tous del sostre, que ha seguit els plans d'estratificació. La sala de sa Fadrina Vella, juntament amb la sala Jaume Damians, ambdues parcialment aèries, constitueixen les principals zones generades per aquest procés. La galeria Endavant les Atxes, que comunica les dues sales abans esmentades, presenta també alguns grans blocs caiguts. A la part més meridional de la galeria Collonuda Sud es troba un esfondrament important que a més de tancar surt a una minúscula cambra d'aire que, amb un rost de pendent acusada, remunta el nivell freàtic més de 10 m. Algunes de les galeries de l'Extremunció acaben també en diversos esfondraments.

A es Dolç, la presència de grans blocs i lloses caigudes pels processos de reajustament per assolir l'equilibri mecànic de sostres i parets, constitueix una de les característiques més definitòries i ha contribuït a originar còdiques sales d'esfondrament encara que de dimensions més aviat modestes si les comparem amb les altres cavitats clàssiques del Migjorn de Mallorca (GINÉS & GINÉS, 2007; GRÀCIA *et al.*, 2011b, GRÀCIA *et al.*, 2014). Les eolianites i materials vermells llimosos quaternaris per on es desenvolupa la cavitat encara afavoreixen més aquests processos,

degut a la menor resistència de la roca en comparació amb els materials miocènics de les plataformes tabulars del Migjorn i Llevant. Les pròpies entrades al sistema càrstic no són més que esfondraments parcialment reomplerts d'arenes actuals. La connexió del nivell d'eolianites, on es desenvolupa la major part de la cavitat, amb les galeries hipogèniques ascendents es fa també per rosts de materials caiguts en major o menor pendent. La galeria de les Lloses, com bé descriu el seu nom, està molt afectada per importants caigudes de lloses, a l'igual que la galeria Nord després del pou Mascarat, que ascendeix a través d'un gran esfondrament. La sala Blanca, la sala dels Blocs, la



Figura 16.17: Sala dels Blocs a es Dolç. Els processos d'esfondrament dins materials del Pliocè i Pleistocè són molt similars als de Miocè superior (Foto A. Cirer).

mateixa galeria de les Lloses, amb pujades i baixades en funció de la intensitat dels esfondraments. La sala de l'Estalagmita i la sala de la Bombolla no són més que la continuació dels mateixos processos de cap a l'interior de la formació endocàrstica.

A les extensions subaquàtiques de les coves del Drac, les sales d'esfondrament totalitzen uns 47.800 m² i es troben repartides en 11 unitat d'esfondrament principals. Interessen a totes les parts aèries de la cavitat i a algunes de les subaquàtiques. Destaquen la unitat 4 formada per la cova Lluís Salvador i la cova Negra de 12.000 m², a partir de la qual deriva l'entrada natural a la cavitat. N'hi ha de molts clares i més

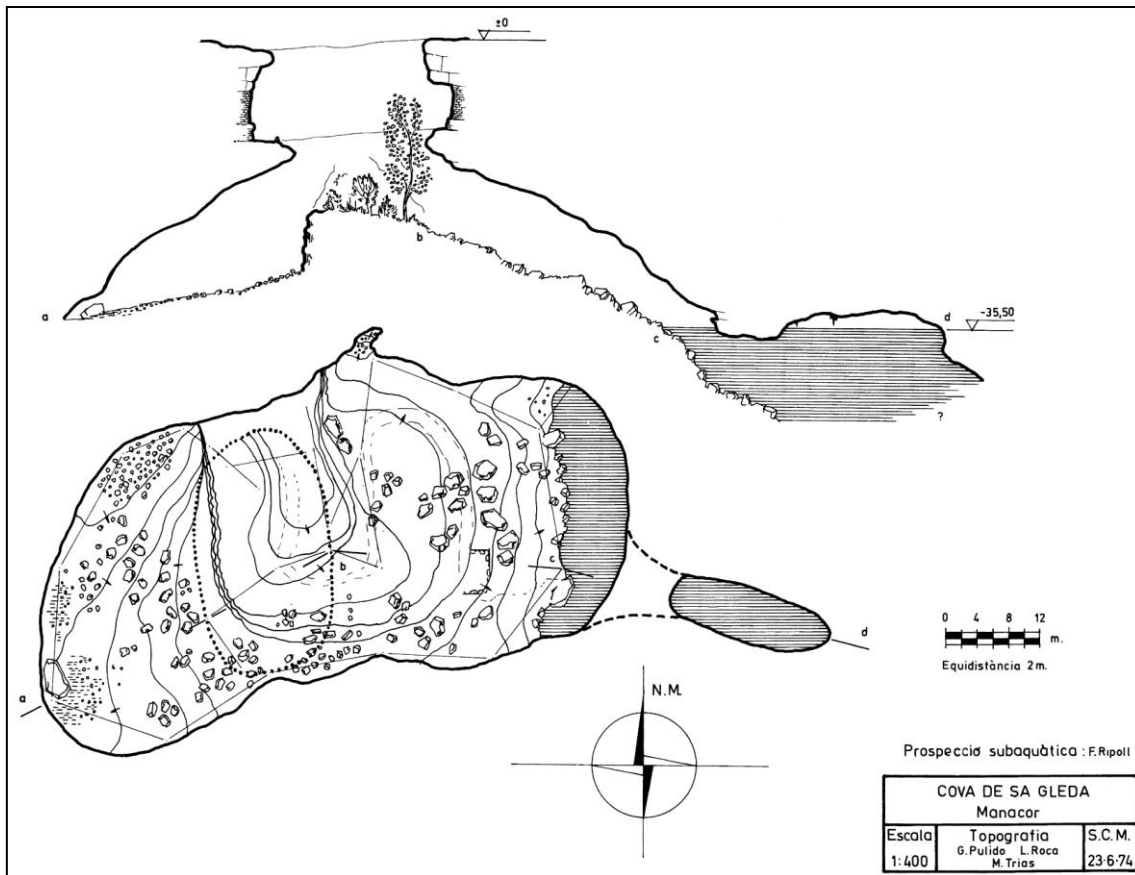


Figura 16.18: Les sales d'esfondrament en connectar amb l'exterior es converteixen en dolines d'esfondrament. Entrada a la cova de sa Gleda. FORNÓS *et al.* (1989).

fàcils d'individualitzar com són les que es troben a la galeria de l'Arxiduc i a la galeria dels Cocos i la que forma la sala de la Bella Mort (inèdit) (Fig. 16.19).

Els esfondraments aïllen les cavitats conegudes d'altres àmbits ara per ara inaccessibles a l'home. La superació dels blocs caiguts per tenir accés a altres zones inexplorades de les cavitats és una constant exploratòria dins l'espeleologia subaquàtica al Llevant i Migjorn de Mallorca. Importants novetats s'han descobert forçant esfondraments que impediien el pas (GRÀCIA *et al.*, 1998a; 1998b; 2000; 2003a; 2006a; GRÀCIA & CLAMOR, 2001; MULET, 2014). La comunicació entre les coves del Pirata i la cova des Pont es va aconseguir superant angosts passos entre blocs que permeteren passar del llac de la sala del Tanga a la sala Ignorada (CLARKE, 1991-92). L'entrada terrestre a la cova des Coll es fa per una dolina els d'esfondrament que per molt poc no tanca el pas als sifons (GRÀCIA *et al.*, 1997).

A la cova d'en Bassol, la sala de sa Nau per molt poc no impedeix accedir als 3

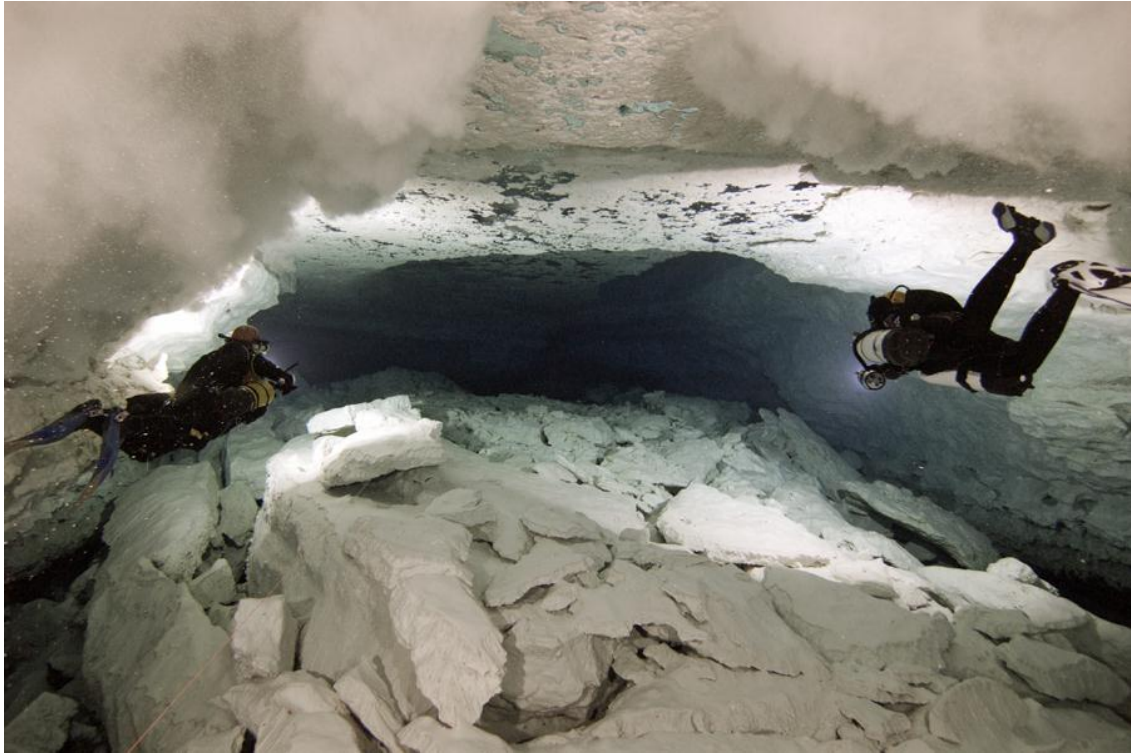


Figura 16.19: Unitat d'esfondrament a la galeria dels Cocos, de les coves des Drac (Foto A. Cirer).

sifons que fragmenta, ja que els blocs gairebé obstrueixen el pas a les zones sotaiguades (GRÀCIA *et al.*, 1998a). L'accés a la sala del Cavaller, a la cova des Drac de Cala Santanyí es va aconseguir forçant un laminador dins l'esfondrament que barrava el pas (GRÀCIA *et al.*, 1998b). A la cova dels Xuetes, es va haver de superar un rost de blocs per comunicar les coves A i C de Cala Varques amb la sala dels Lladres i d'aquesta amb la cova D. A la cova de Cala Varques B, per accedir a la cambra de l'Esfínter, s'ha de superar un laminador tombat entre blocs (GRÀCIA *et al.*, 2000). La cova de sa Gleda, abans del descobriment del sector Cinc-Cents, ja es tenia la premonició espeleològica que més enllà de l'actual pas d'en Judes, al gran esfondrament de blocs que es veia al circuit dels Pirates, hi havia la continuació de la cova (GRÀCIA & CLAMOR, 2001). La cova Genovesa va permetre conèixer les sales ocultes sota les aigües després de forçar blocs que tancaven la sala GNM, més endavant, el pas dels Blocs per molt poc no tanca la sala Esfondrada, i al final d'aquesta la desobstrucció de lloses i pedres del pas dels Gladiadors a -19 m permeté accedir a les galeries Fondes (GRÀCIA *et al.*, 2003a). La troballa de la galeria Decorada, al sistema Pirata-Pont-Piqueta es va fer superant el rost que per poc no bloqueja el pas (GRÀCIA *et al.*, 2006a). Vencent els obstacles en

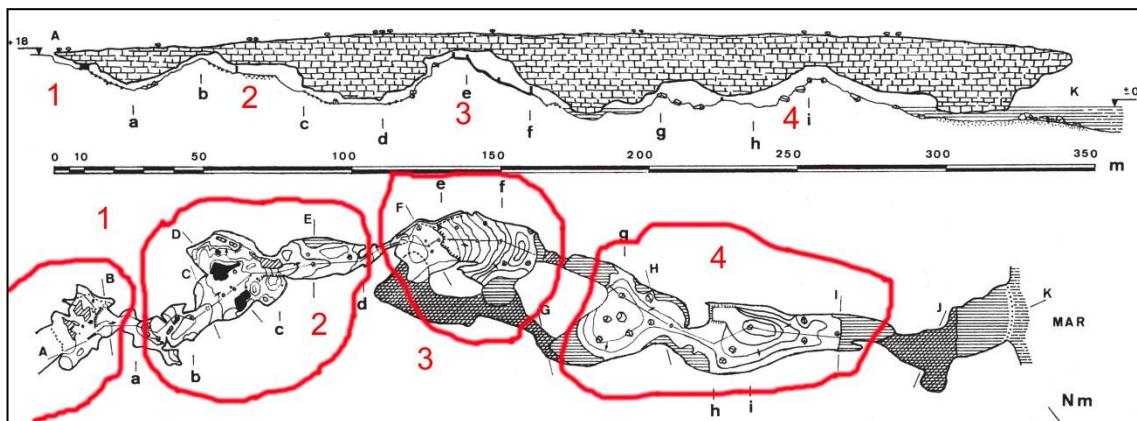


Figura 16.20: Principals unitats d'esfondrament que formen el sector Antic i el sector 1989 de la cova dels Ases. El sector 2014 ha estat descobert després de vorejar la primera unitat que forma la sala d'entrada i superar els blocs que impedièen anar més enllà.

forma de blocs inestables d'un petit llac a l'avenc des Camp des Pou, va fer possible accedir a les galeries de dissolució que continuaven fins a les guies de sa Gleda i connectar el sistema (GRÀCIA *et al.*, 2010a). A es Dolç, assolir el pou Net, la galeria Nord, la galeria de les Lloses, la sala Blanca i la galeria dels Despreniments es fa després d'aconseguir sobrepassar blocs i roques que obstaculitzaven la progressió (GRÀCIA *et al.*, 2014). A la cova dels Ases, la superació recent de l'esfondrament que

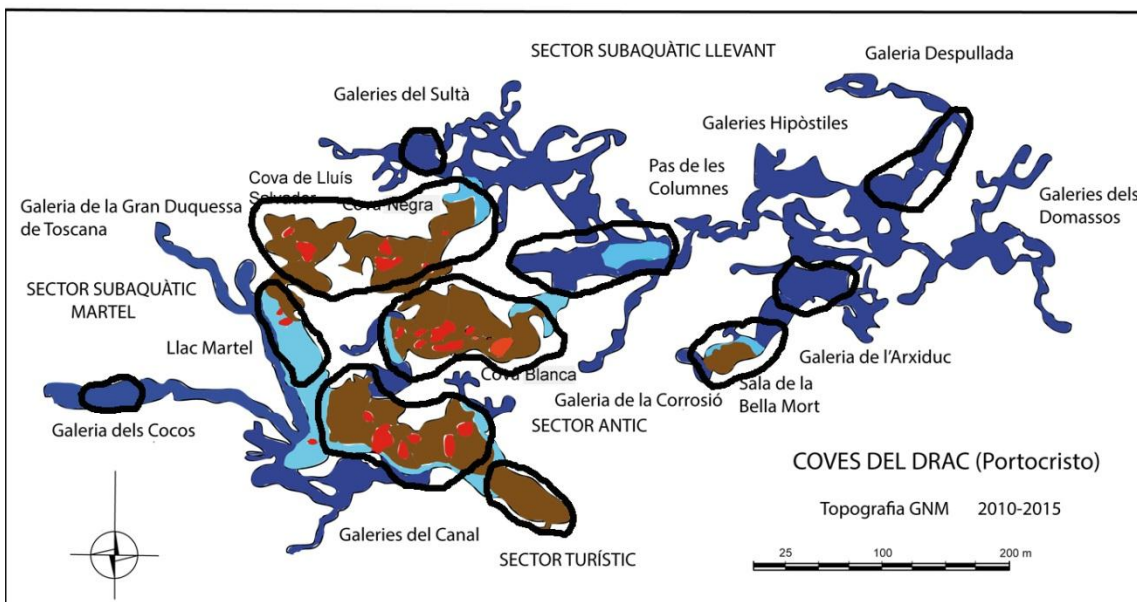


Figura 16.21: Les coves del Drac constitueix un exemple ben conegut d'importantes sales d'esfondrament que conformen la zona terrestre i accessible. Per accedir a les galeries freàtiques poc afectades per aquests processos és necessari emprar equipaments i tècniques d'espeleologia subaquàtica.

ha generat l'entrada més interior, ha permès conèixer importants continuacions que modifiquen considerablement la importància d'aquesta formació endocàrstica (MULET, 2014). A les coves del Drac (Manacor), els esfondrament impedeixen l'accés directe del mar a la cavitat, separant el Dolç de Cala Murta de la resta de la cavitat. Així mateix barren el pas de cap a s'Enterrossall, topònim litoral dins Portocristo que no és més que un esfondrament càrstic i que forma part de la unitat d'esfondrament 1 de les coves del Drac (unitat d'Entrada), que és a on es va efectuar l'obertura de l'entrada artificial a la cavitat (Fig. 16.21).

Capítol 17. RELACIÓ GENÈTICA ENTRE COVES, CALES I ALTRES ENTRANTS

17.1. Introducció

El primer que s'ha de puntualitzar és que, com diu ROSSELLÓ (1995), si volem passar del camp toponomàstic -o popular- al científic, convé remarcar que no totes les cales són cales i no totes les que ho són s'ho diuen. Cales geomòrficament indiscutibles com Portopetres, Mondragó, sa Barca Trencada, es Domingos o s'Estany d'en Mas, es Portitxol, eludeixen el genèric que tal vegada és sobreentès. Per contra, es caló des Soldat, sa cala de ses Favas o cala Falcó amb prou feines poden acomodar-se a les definicions més corrents. Tanmateix s'ha de fer constar que a petita escala, hi ha multitud d'entrants menors al litoral mallorquí, molts d'ells amb una gènesi similar.

Alguns autors com GRÀCIA & VICENS (1998) i GRÀCIA *et al.* (2001b) ja



Figura 17.1: Les cales del Llevant de Mallorca estan associades a nombroses captures càrstico-marines que formen part intrínseca del paisatge litoral (Foto: M. Luque).

comenten que, per esfondrament i erosió marina, el sostre d'una caverna pot arribar a formar una entrada estreta i allargada, tipus caló o una penetració terra endins, moderada i àmplia, en funció de les dimensions de l'antiga cavitat. Aquest comentari teòric s'ha anat complementant amb casos coneguts, alguns d'ells encara no publicats, a on es pot contrastar la possible relació entre les cavitats litorals i la formació d'entrades de la mar de diferents mides (GRÀCIA *et al.*, 2011a). ROSSELLÓ (1964) i ROSSELLÓ *et al.* (2002) descriuen la complexitat a nivell de mesoescala de la línia de costa oriental de Mallorca, així com la meridional de Menorca. Ja afirmen que aquests materials calcarenítics del Miocè superior presenten gran quantitat de fenòmens i morfologies càrstiques (Fig. 17.1). Les cales estan associades a la desembocadura de torrents, però la morfologia de les cales poden haver estat afavorides per la coalescència d'esfondraments endocàrstics, controlats per la facturació i el drenatge de les aigües subterrànies (Figs. 17.2, 17.3). La importància d'aquests darrers factors sembla que són determinants en la formació i evolució de moltes cavitats litorals.

17.2. Les captures càrstico-marines

Les cavitats generades pels processos erosius de la dinàmica litoral, és a dir, les coves d'abrasió marina, són molt abundants per tot arreu de la costa, encara que generalment tenen dimensions més aviat modestes. Emperò, les formacions endocàrstiques de la franja litoral més importants pertanyen a la tipologia de coves de la zona de mescla costanera. A més de les coves d'abrasió marina i per tant no càrstiques, abunda al litoral una tipologia de cavitats que és el resultat de la captura de les coves de la zona de mescla costanera, és a dir, d'origen càrstic, pel retrocés dels penya-segats causat per l'erosió marina. S'anomenen captures càrstico-marines (MONTORIOL-POUS, 1971) i estan fortament influenciades, encara que sigui només a les zones més properes a la mar, per la dinàmica litoral (Fig. 17.4). La seva existència suposa una via d'accés a les cavitats, a més a més de les entrades formades per esfondraments dels sostres, formant dolines d'esfondrament i de la connexió mitjançant pous o altres tipus de perforacions artificials, ja que d'altra manera serien impenetrables per a l'home.

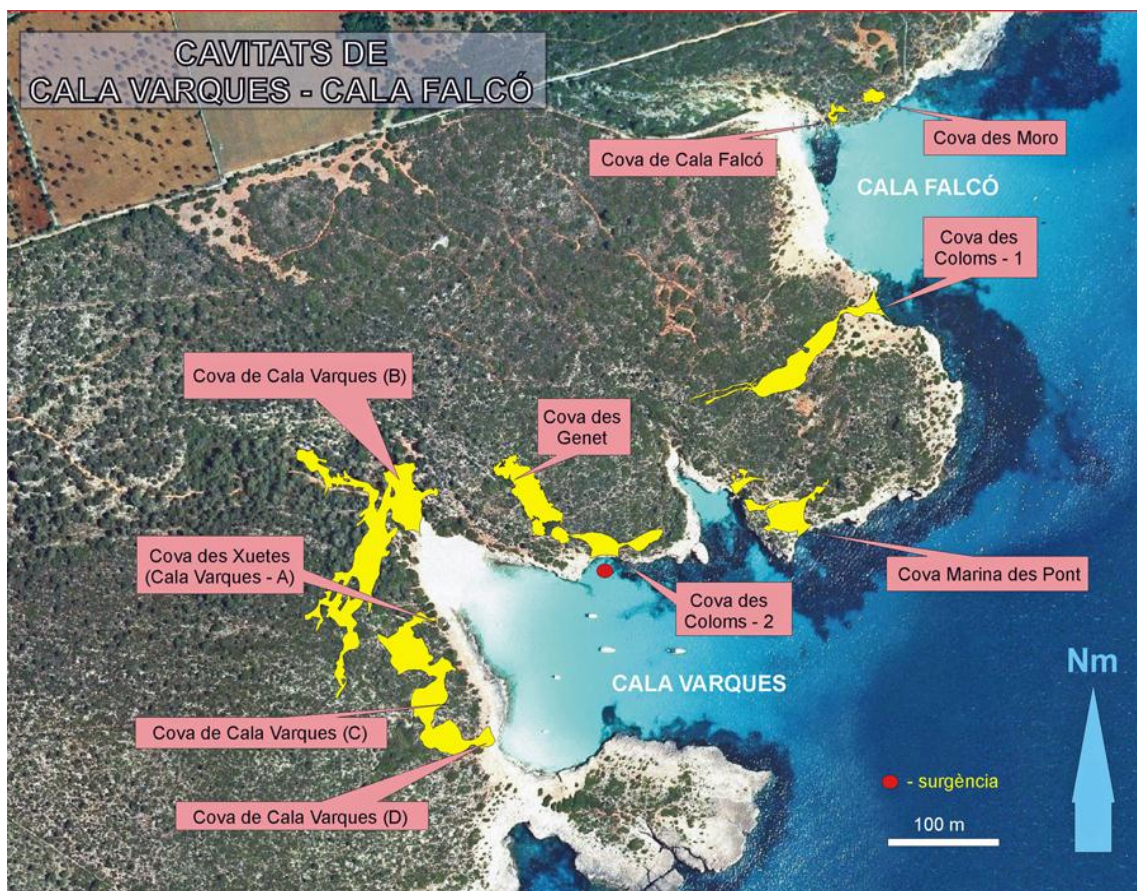
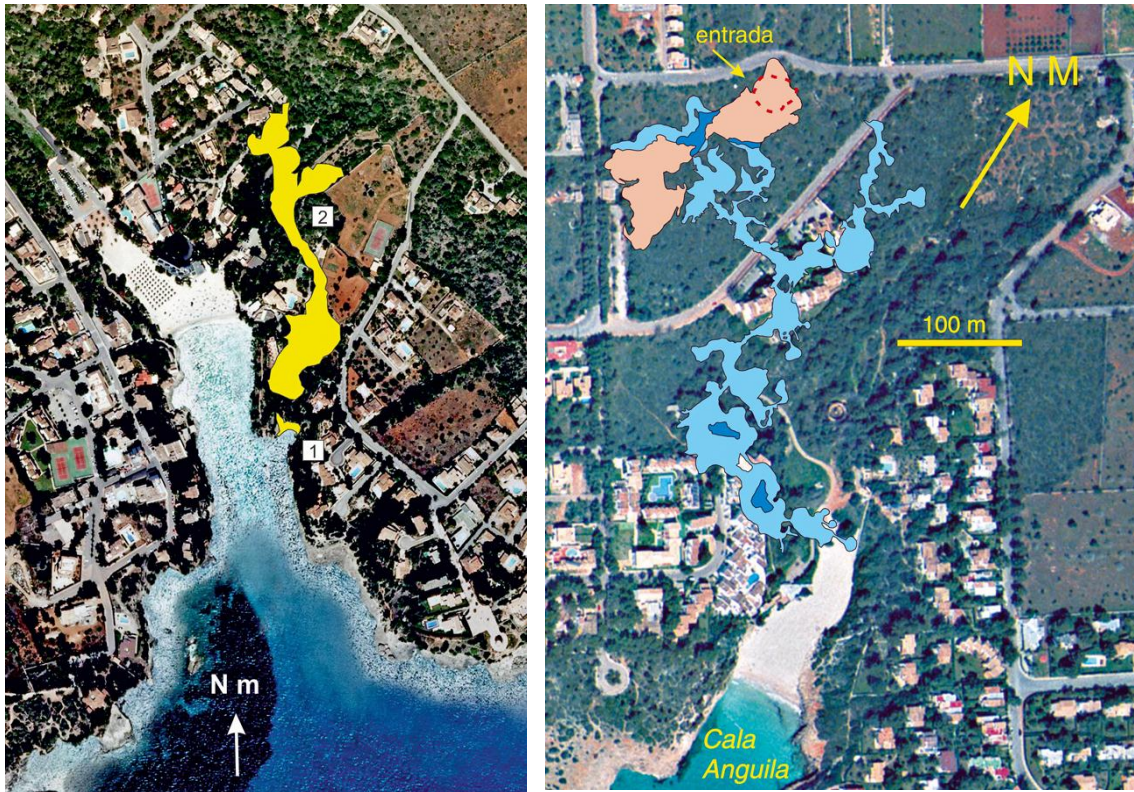


Figura 17.2: Entre cala Falcó i cala Varques és notòria la gran quantitat de cavitats litorals descobertes i estudiades, moltes d'elles són captures càrstico-marines.



Figures 17.3 Esquerra: La cova des Drac de Cala Santanyí (2) i la cova des Riu (1), dolç que constitueix la comunicació de la cavitat amb la mar. S'aprecia com aquesta forma endocàrstica va reculant i modifica les característiques geogràfiques de la cala. Els entrants que es troben al costat oest són producte del desmantellament de cavitats submarines que foraden els penya-segats.

Figura 17.3 Dreta: La cova Genovesa a cala Anguila (Manacor). La relació genètica i hidrològica entre cales i cavitats litorals és molt gran.

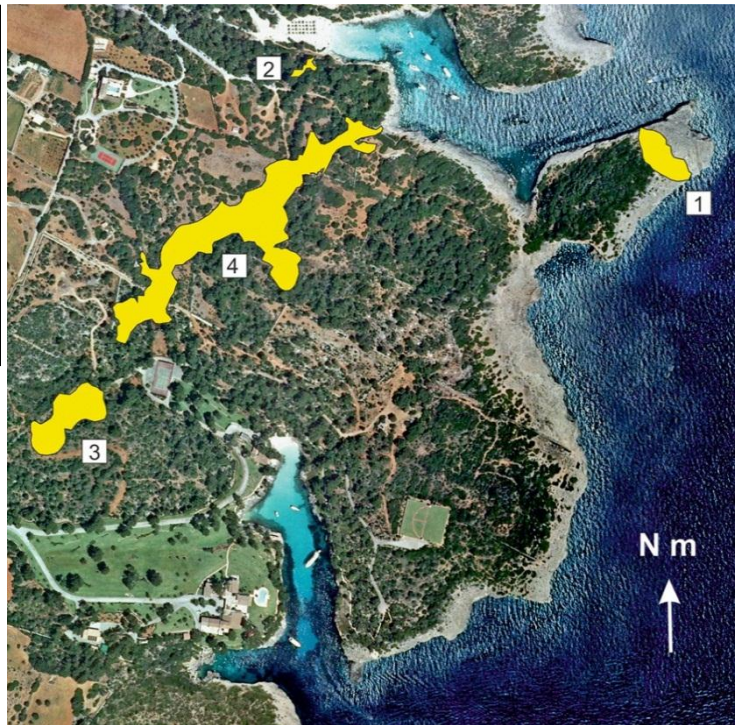
La connexió amb la mar duu associades la incorporació de morfologies d'erosió marina a les zones properes a les entrades i especialment de depòsits sedimentaris d'origen marí, que sovint tanquen l'accés a l'interior de la cavitat. La presència d'espeleotemes freàtics en llocs concrets de les cavitats, que no se podrien formar actualment en ambients geoquímics de connexió directa amb la mar, confirmen alguns casos de captures càrstico-marines i endemés proporcionen un límit temporal pe a la pròpia captura (GINÉS, 2000). Exemples d'aquestes cavitats són abundants al llevant insular: la cova des Coloms de Cala Falcó i la cova des Coloms de Cala Varques (TRIAS & MIR, 1977; TRIAS, 1992; GRÀCIA *et al.*, 2010b), ambdues cavitats posseeixen una gran entrada marina producte de l'erosió litoral que encara els hi afecta; la cova de Cala Falcó, connectada amb l'exterior per l'abració marina d'un antic nivell situat a +2 m respecte a l'actual nivell marí (TRIAS i MIR, 1977; GINÉS, 2000); la cova des Dimoni (GINÉS, 2000) i la cova dels Ases (GRÀCIA *et al.*, 1997); totes elles amb entrades



Figura 17.4: Cova del Pilar, a la marina de Manacor. El progressiu desmantellament de la cavitat genera una entrada de la mar terra endins (Foto: M. A. Perelló. GNM).

terrestres superiors i accessos submarins. La cova des Drac de Cala Santanyí (GRÀCIA *et al.*, 1998b), la cova de Cala Varques ACD o Cova des Xuetes i la cova de Cala Varques B (GRÀCIA *et al.*, 2000, així com la bassa des Dolç al litoral de la Colònia de Sant Jordi, al SW de Mallorca (GRÀCIA *et al.*, 2014) també son exemples de captures per la dinàmica erosiva litoral i l'evolució de les cavitats pels esfondraments de sostres i parets (Figs. 17.5, 17.6). Al nord-est de Mallorca també es troben alguns exemples, com són la cova des Bastons i la cova de ses Llàgrimes (GRÀCIA *et al.*, 2003c), en el litoral d'Alcúdia. Aquests processos tenen un elevat interès espeleocronològic, ja que poden permetre individualitzar i datar etapes evolutives de les coves (i dels sediments associats en aquestes etapes), a partir de criteris temporals d'anterioritat o posterioritat en relació amb el moment concret en què es produeix el fet de la captura marina (GINÉS, 2000). En aquest tipus de cavitats litorals abunden els dipòsits sedimentaris, sovint força complexos, en els quals s'intercalen seqüències d'espeleotemes amb bretxes ossíferes de vertebrats terrestres i materials detrítics marins, constituint registres de gran interès espeleocronològic. Aquests dipòsits estan del tot condicionats per les variacions del nivell marí durant el Quaternari, degudes a causes glacio-eustàtiques. El retrocés de les captures càrstico-marines per l'erosió de la mar és una de les causes de formació de les cales i entrants del litoral.

Figura 17.5: Cala sa Nau i cala Mitjana (Felanitx, Mallorca). 1. Cova Submarina de Cala sa Nau. 2. Cova de ses Barraques. 3. Cova de Cala Mitjana. 4. Cova d'en Bassol. Constitueixen altres possibles casos de relació genètica entre cales i coves.



17.3. Exemples d'interaccions entre cales i cavitats litorals

A la marina de Manacor, la cova Genovesa arriba a poc més d'un centenar de metres de la mar, al final de la platja de cala Anguila. Aquesta presenta 140 metres d'amplària de la gola, 250 m de recorregut longitudinal (poligonal principal de l'eix de la cala o tirat) i 95 m d'amplària mitjana (Fig. 17.3). La cavitat, cova de la zona de mescla costanera, presenta un recorregut de 2.415 m i una penetració de poc més de 500 metres terra endins, respecte de la platja.

La cova del Pilar, també al litoral de Manacor, és una cavitat de gran bellesa per la seva gran entrada i per la presència de grans columnes o pilars recobertes per algues blaves, batudes per l'onatge els dies de mal temps, que són visibles des dels vaixells que recorren el litoral (Fig. 17.4). És un bon exemple de captura càrstico-marina amb grans espeleotemes que són arrabassats per l'erosió marina i suposa un cas de formació d'entrant de la mar terra endins a mesura que la cavitat va reculant. A l'actualitat l'entrant de la mar, fóra sostre de la cova, és d'aproximadament 40 metres, emperò la mar hi entra més a l'interior i podria arribar a endinsar-se gairebé 50 metres més. Segons el règim de precipitacions, a la mar es pot notar el dolç que prové del seu interior.

Més al sud es troba cala Falcó, amb 300 metres d'amplària i 175 metres de tirat. Presenta diverses captures càrstico-marines de notable importància com són la cova des

Coloms de Cala Falcó i la cova de Cala Falcó, a més d'altres cavitats associades. La cova de Cala Falcó creiem que pot estar relacionada amb l'important sistema Pirata-Pont-Piqueta, de 3.091 metres de recorregut i que es troba a menys de 200 metres de distància i s'endinsa 700 metres terra endins (Fig. 17. 2). Els esfondraments d'antigues galeries han separat la cova d'aquest sistema endocàrstic. Per altra banda, la captura de la cova des Coloms per la mar ha fet retrocedir de forma visible la línia de costa de penya-segats de cap a l'interior i ha deixat penjat a la vertical marina diverses capes de sediments llimosos quaternaris que es troben adossats a les parets de la gran entrada marina. A més dels bells llacs glacioeustàtics destaca per la presència d'arenas marines al terra d'una gran sala terrestre.

A molt poca distància i seguint de cap al sud, encara dins el terme de Manacor, es localitza Cala Varques. L'amplària de la gola de la cala és de 200 metres, 320 metres de tirat de la cala i 160 metres d'amplària mitjana. Les cavitats litorals que es troben envoltant la cala i en connexió directa o bé a poca distància de la mar són: la cova de Cala Varques B, la cova de Cala Varques ACD o cova des Xuetes, la cova des Genet, la cova des Coloms de Cala Varques o cova des Coloms II, la cova Marina des Pont (Fig. 17.6) i alguna més trobada recentment i encara en fase d'estudi. De totes les anomenades, la cova de Cala Varques B és la de major dimensions, 1068 metres de recorregut i una fondària màxima per sota del nivell de la mar que supera els 30 metres.

La seva situació, al fons de la platja, suggereix el que pot arribar a passar



Figura 17.6: La cova Marina des Pont és un bon exemple de captura càrstico-marina a on es fa evident la interacció entre les processos càrstics i la dinàmica litoral (Foto: M. Luque).



Figura 17.7: La bassa des Dolç, al litoral de la Colònia de Sant Jordi, constitueix un altre exemple de formació d'entrants relacionat amb l'endocarst.

evolutivament a la cavitat i a cala Varques amb el temps per esfondrament del sostre de la cova.

A la marina de Felanitx, la cova Gran, gran cavitat d'abrasió marina, ha retrocedit més de 70 metres respecte a la línia de costa i tot el seu sostre és susceptible d'enfonsar-se i formar un entrant de més de 120 metres terra endins. Cala sa Nau i cala Mitjana es troben situades entre Portocolom i cala Ferrera, encara que més prop d'aquesta darrera, i a devers 5 km del poble de s'Horta. Formen part de la marina de Felanitx, constituïda també per materials calcaris neògens, que en aquesta zona representa una franja de 4 km d'amplària. És una àrea on el litoral es troba molt estructurat formant multitud de cales i puntes. Cala sa Nau presenta una amplària de la gola de 100 metres, amb un tirat de 500 metres i una amplària mitjana de 55 metres. La cavitat més destacable de la zona és la cova d'en Bassol, cavitat de la zona de mescla costanera, amb una direcció general NE-SW i 1.491 metres de recorregut (Fig. 17.5). Es va trobar a la recerca d'aigua, ja que no posseeix cap entrada natural. Adquireix un elevat interès per la gran abundància i bellesa dels espeleotemes i pel volum de les sales.

El desmantellament progressiu de les coves i la penetració de la mar generaria importants modificacions a la cala. A la part SE de la cala, a on es troba un petit entrant marí, sembla que el penya-segat ha retrocedit i la cala ha penetrat terra endins degut



Figura 17.8: Caleta Yal-Ku. Estado de Quintana Roo. Península de Yucatán. México.

a la reculada de la cova d'en Bassol. Actualment la sedimentació marina sembla que ha tancat la comunicació directa de la cavitat amb la mar a escala humana. Hi ha evidències de poliquets i alguns crustacis marins que poden entrar encara dins la cova. Altres cavitats veïnes son la cova submarina de Cala sa Nau i la cova de ses Barraques. La primera es troba en un cap geogràfic i travessa la punta de banda a banda de no esser per processos de sedimentació litoral que tanca una de les entrades.

Una part de la cova d'en Bassol va en direcció sud, de cap a cala Mitjana, de la qual només dista 170 metres. La cala té 230 m de gola i 500 metres de tirat, amb una



Figura 17.9: Caleta Chacalal. Estado de Quintana Roo. Península de Yucatán. México.

amplària mitjana de 75 m. De la cala, a només 180 m es troba la cova de Cala Mitjana, de 340 m de recorregut, la qual es va trobar també gracies a les recerques d'aigua, en fer un pou a l'antiga, de 13 m de fondària. L'aigua més superficial s'empra per regar una amplia extensió de terreny sembrat de gespa, prop de la mar, terreny que entre d'altres coses caracteritza actualment cala Mitjana. La situació respecte de la cova d'en Bassol sembla fer suposar que formarien part d'un mateix sistema i que un esfondrament, que no deixa cap pas penetrable, ha aïllat ambdues cavitats.

A cala Santanyí, localitzada al terme municipal amb el mateix nom, de 360 m de tirat, amb 260 m d'amplària de la bocana i 90 m d'amplària mitjana, la cova des Riu constitueix la surgència a la mar de la cova des Drac de Cala Santanyí, de la qual formaria part. Es localitza al NO, a l'interior d'un entrant de la cala, de 27 m d'amplària i 31 m de llargària, amb els 10 m darrers amb forma de balma i prossegueix de forma subaquàtica fins que l'acumulació d'arenas i de blocs tanquen la connexió amb la cavitat del darrera. Formaria part de la cova des Drac de Cala Santanyí, cavitat de 803 m de recorregut, amb una penetració en relació a la mar de 228 m en relació al fons de la cala (Fig. 17.3). Per mor d'un esfondrament i de la deposició de materials sedimentaris marins es degué tancar la comunicació amb la resta i l'esfondrament extern formà l'entrant marí. Aquest entrant es veu molt bé en fotografia aèria i no és gens menyspreable en l'evolució de la pròpia cala. S'ha de fer constar, a més a més, la gran quantitat de coves submarines que es troben a la bocana sud de la cala, a on formen un complex que consta de túnels amb abundants entrades i morfologies d'abrasió marines associades. Un progressiu desmantellament de la cova des Drac de Cala Santanyí o d'altres coves submarines per esfondrament afavoriria encara més l'entrada de la mar en aquests indrets i afectaria de gran manera l'evolució de la cala.

No només al llevant de Mallorca es veuen relacions genètiques entre cavitats i entrants de la mar. Aguiló a la seva tesi doctoral de toponímia de Santanyí i ses Salines parla de la bassa des Dolç. Aquesta consisteix en una petita entrada terra endins, de més de 40 m de penetració (Fig. 17.7). S'ha format per la reculada de la cavitat, es Dolç, cavitat de més de 4 km de recorregut, i constituïria un altre cas de captura càrstico-marina d'una cova de la zona de mescla litoral, en aquest cas dins materials més recents que no pas els del llevant mallorquí (GRÀCIA *et al.*, 2014).

17.4. La formació de cales en relació a cavitats de Yucatán: las caletas

Les cales, penetracions terra endins de la mar són morfologies típiques de les costes mediterrànies calcàries. Emperò no són exclusives del Mediterrani, ja que a mode d'exemple la sortida a la mar dels cenotes mexicans es presenta en forma de "caletas" com Xel Ha, Yalkú i Casa Cenote, per posar alguns exemples (Figs. 17.8, 17.9, 17.10, 17.11). Sembla que també en aquests casos algunes "caletas" s'han generat en gran mesura per la captura per la mar de cavitats "cenotes", alguns de desenes de quilòmetres de recorregut. El drenatge de les aigües subterrànies a Yucatán és indiscutible, ja que la península és molt més pluviosa que les marines mallorquines del Llevant i Migjorn (uns 1100 l/m² en comparació als 400 l/m² aproximats de les nostres marines), a més a més de tenir molt més superfície de captació per on s'infiltra l'aigua de pluja.



Figura 17.10: Caleta de Xel-Ha. Es tracta d'una captura càrstico-marina molt retocada pels processos litorals i esfondraments càrstics que han permès una penetració de la mar al llarg de centenars de metres.

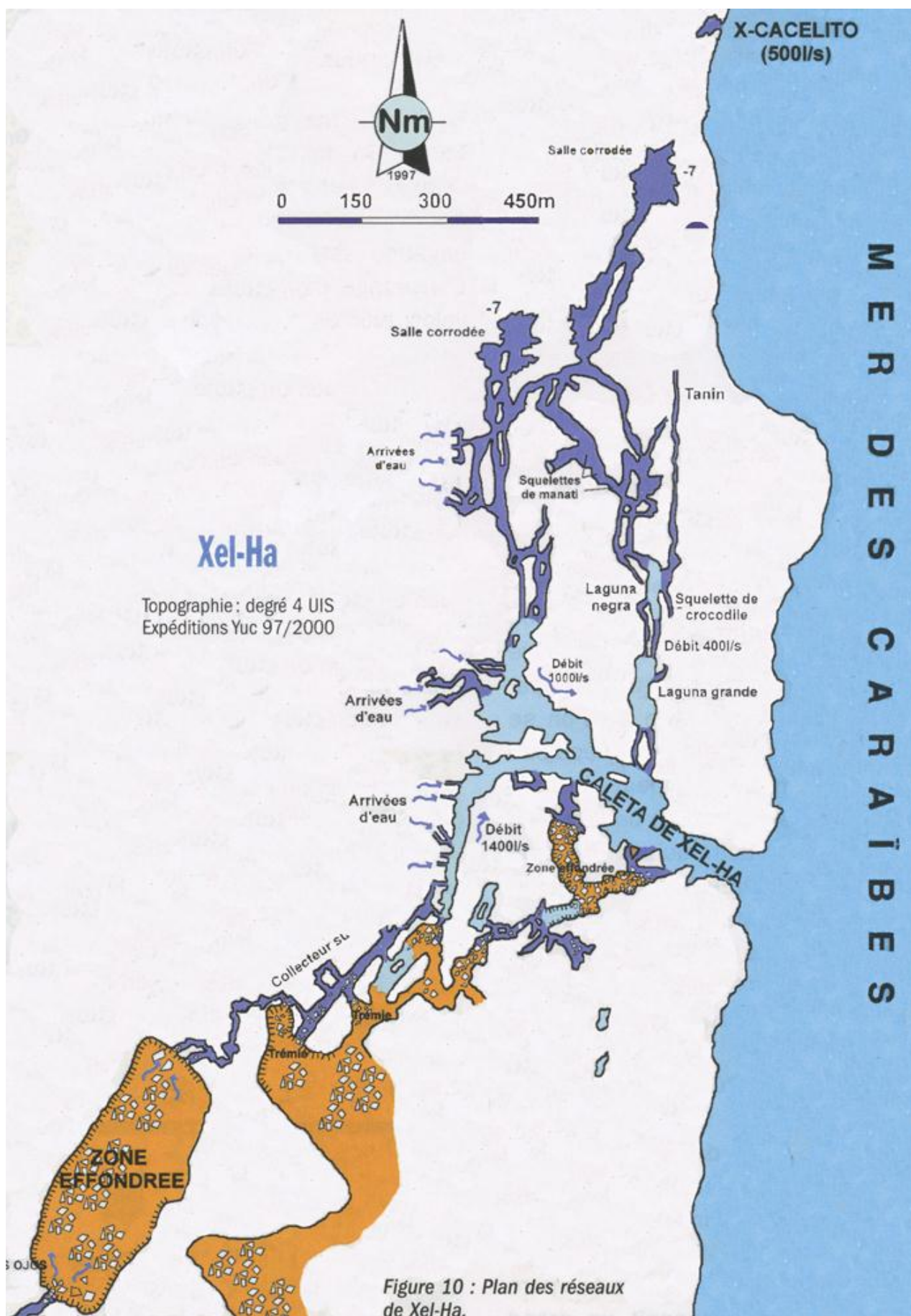


Figure 10 : Plan des réseaux de Xel-Ha.

Figura 17.11: Topografia de la caleta de Xel-Ha i la seva relació amb diversos cenotes i surgències. Segons THOMAS (2005).

Capítol 18. LES COVES LITORALS COM A HÀBITATS ANQUIHALINS

18.1. Introducció

Els hàbitats anquihalins no havien estat considerats com a tals fins que RIEDL (1966) els va descriure per primera vegada en la literatura científica amb el nom de "coves marginals". Posteriorment HOLTHUIS (1973), descriu les gambetes particulars d'alguns llacs d'aigua salada de localitats a l'oest de l'Indopacífic. En els anys següents nombrosos autors (ILIFFE, 1991; YAGER, 1994; STOCK, 1994; JUBERTHIE & DECU, 1994; SKET, 1996) van prestar atenció a aquest tipus de biòtops característics, donant-los diferents noms al llarg del temps: "coves marines interiors", "coves que el mar va inundar", "aigües de coves anquihalines", "hàbitats anchihalins", "llacs metahalins anchihalins" i "Grutes de dissolució".

En l'actualitat, aquests hàbitats, d'acord amb la resolució del *International Congress of Marine Cave Biology*, celebrat a Bermuda el 1984, es defineix definitivament com a coves marines interiors inundades i aigües subterrànies que manquen de qualsevol connexió superficial directa amb la mar, amb una àmplia

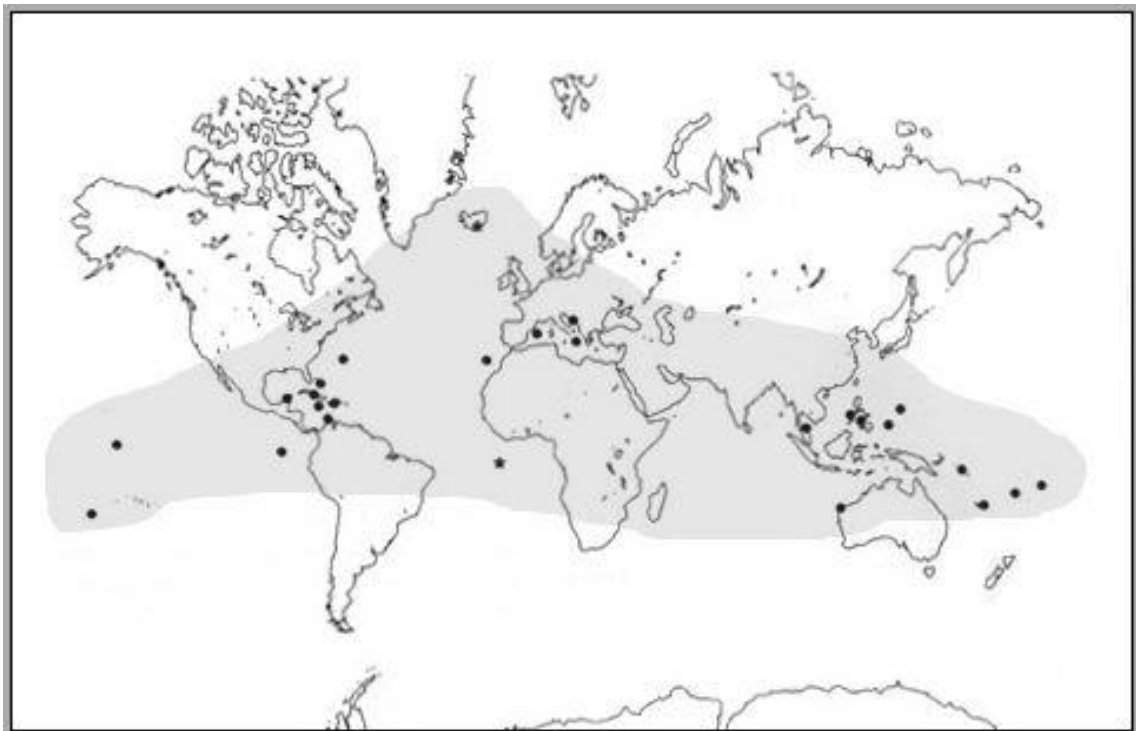


Figura 18.1: Mapa de distribució mundial de les àrees anquihalines (ILIFFE, 2000).

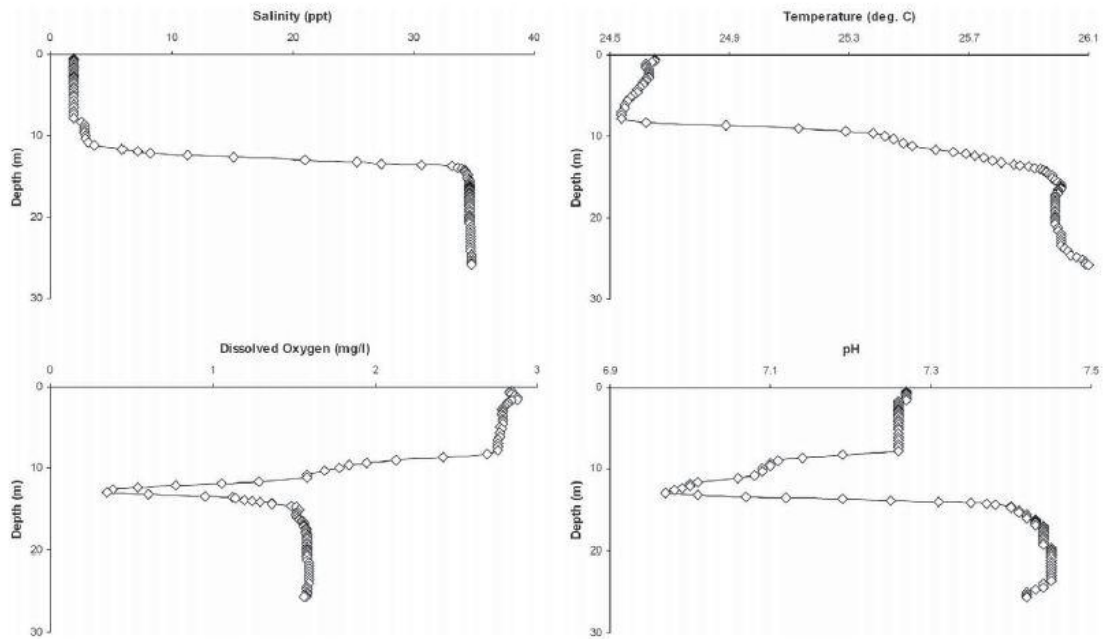


Figura 18.2: Perfils de salinitat, temperatura, oxigen dissolt i pH d'una cova anquihalina, el Cenote 27 Pasos, Akumal, Mèxic. Desembre 2003, presos amb un monitor XLM multiparamètric de qualitat de l'aigua YSI 600. Les mesures s'han pres en intervals de 4 segons entre la superfície i 26 metres de profunditat (ILIFFE & KORNICKER, 2009).

gamma de diferents salinitats, i que mostren les següents característiques subterrànies:

- Zonació de salinitat i de concentració d'O₂.
- Relativa falta d'aliments.
- La Foscor.
- Accessibilitat limitada per a la fauna marina.
- La presència d'organismes estigobionts o animals que només poden viure a les aigües subterrànies.

Els hàbitats anquihalins són coneguts de nombroses localitats del món: Hawaii, Bermuda, Bahames, Galápagos, Mèxic, Canàries, Oceania, Austràlia, Croàcia, Dalmàcia, Grècia, illes Balears i Itàlia (Fig. 18.1,2). A l'Estat Espanyol, els arxipèlags de les Balears i les Canàries, així com una part del litoral de la Península ibèrica, presenten ambients anquihalins. A Balears, es localitzen les cavitats submergides anquihalines de més recorregut conegudes en el continent europeu, com són la cova des Pas de Vallgornera i el sistema Gleda-Camp des Pou. A les Canàries són tubs de lava sotaiguats, com els Jameos del Agua: 1.600 metres de tub volcànic submergit sota l'Atlàntic i 500 metres més parcialment inundats terra endins a l'illa de Lanzarote) i el Llevant ibèric, en els afloraments calcaris de Múrcia, Alacant, Castelló i Gibraltar).

18.2. Organismes sèssils filtradors

En algunes de les cavitats anquihalines és molt interessant la presència de comunitats d'organismes filtradors, en ocasions extremadament abundants (Fig. 18.3) Els grups als quals pertanyen són predominantment esponges, cnidaris i poliquets. Aquests es presenten fixats als sostres, parets, formacions, pedres i en alguns casos dins el sediment del fons, especialment a les galeries dels sectors on els corrents són més intensos. Les cavernes en les quals fins ara s'han detectat la presència significativa d'aquests organismes són: la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 1997; 2005), la cova des Drac de Cala Santanyí (GRÀCIA *et al.*, 1998b), la cova Genovesa (GRÀCIA *et al.*, 2003b), es Dolç (GRÀCIA *et al.*, 2014) i la cova des Pas de Vallgornera. Les característiques que semblen comuns als tres casos són: 1) proximitat a la mar de les galeries i sales que presenten aquest tipus de fauna, encara que s'endinsen centenars de metres a l'interior. 2) presència de corrents, en ocasions quasi imperceptibles com són la cova Genovesa, la cova des Drac de Cala Santanyí i la cova des Pas de Vallgornera, que produeixen el moviment de les aigües i la possibilitat de fer arribar aliment als organismes sèssils. Hi ha casos de cavitats amb un fort hidrodinamisme, cas de la cova des Coll i es Dolç, a on la velocitat de l'aigua és considerable. 3) Sembla que coincideixen totes elles, amb aportacions d'aigües residuals de les urbanitzacions o depuradores properes. Amb les informacions què disposam actualment, hi ha poca coincidència de les espècies de les diferents cavitats, per la qual cosa parlam d'elles als apartats de fauna de cada cavitat individualment.

Figura 18.3: Els tunicats presenten estat larvari planctònic de poca duració, per després fixar-se i arribar a la forma adulta. La larva mòbil és el complement quasi indispensable pels costums sedentaris, especialment en un ambient tan extrem com aquest. *Ciona* sp. (det. Xavier Turón, foto A. Cire)r.



18.3. La fauna carcinològica dels hàbitats anquihalins de Mallorca

18.3.1. INTRODUCCIÓ

Les Balears posseeixen cavitats amb hàbitats aquàtics dolçaquícules no litorals, com són les coves constituïdes per galeries de drenatge, formes endocàrstiques generades per la dissolució i erosió per part de les aigües d'origen meteòric infiltrades en els massissos càrstics. Les cavitats, actives hidrològicament, es veuen recorregudes per petits rius subterranis, almenys en part del trajecte. Es troben presents a la serra de Tramuntana de Mallorca i a la part central del Migjorn de Menorca. A més a més, s'ha de tenir ben present l'existència de nombrosos gours amb aigua que poden contenir fauna dolçaquícola i que es poden trobar a qualsevol tipus de cavitat de les Balears.

L'altre ambient aquàtic de les coves illenques, molt més ben representat i molt característic de les cavitats de la franja litoral de les Balears, és el medi anquihalí. El terme de cavitat anquihalina, en el sentit en què ha estat redefinit per SKET (1986), és el de *“qualsevol tipus d'aigua dins roques costaneres caracteritzades per una considerable macroporositat i per la influència de la mar”*. Es tracta de les cavitats d'aigua salabrosa o totalment marina, coves costaneres per tant, però sense tenir necessàriament una connexió directa amb la mar oberta (GINÉS, 2002) (Figs. 18.4,8). El terme anquihalí deriva del grec *anchialos*, que significa precisament “proper al mar”. Encara que algunes d'aquestes coves, com és el cas del sistema Gleda-Camp des Pou, s'endinsen quilòmetres terra endins. Les Balears presenten una gran riquesa d'aquests ambients anquihalins i de fauna estigobionta; de fet es localitzen les coves anquihalines més grans conegudes en tot el continent europeu: la cova des Pas de Vallgornera i el sistema Gleda-Camp des Pou, a més a més de moltes altres cavitats litorals que constitueixen també hàbitats anquihalins extraordinaris. Al treball de JAUME & GRÀCIA (2006) se citaven 57 estacions anquihalines a les Balears (61 si es consideren per separat els sistemes formats per diverses coves). Els darrers anys el coneixement d'aquestes cavitats s'ha anat incrementant, així les dimensions de les parts submergides oscil·larien entre els més de 17 km de la cova des Pas de Vallgornera, els 13 km del sistema Gleda-Camp des Pou, fins a coves a les quals amb prou feines trobam llacs de pocs centímetres de fondària. ARNAU *et al.* (2008) incrementen la llista amb dues estacions més: la cova de na Megaré i la cova des Màrmol, a Ciutadella de Menorca. Ramón Martínez descobreix a cala Varques la cova de ses Tortugues,

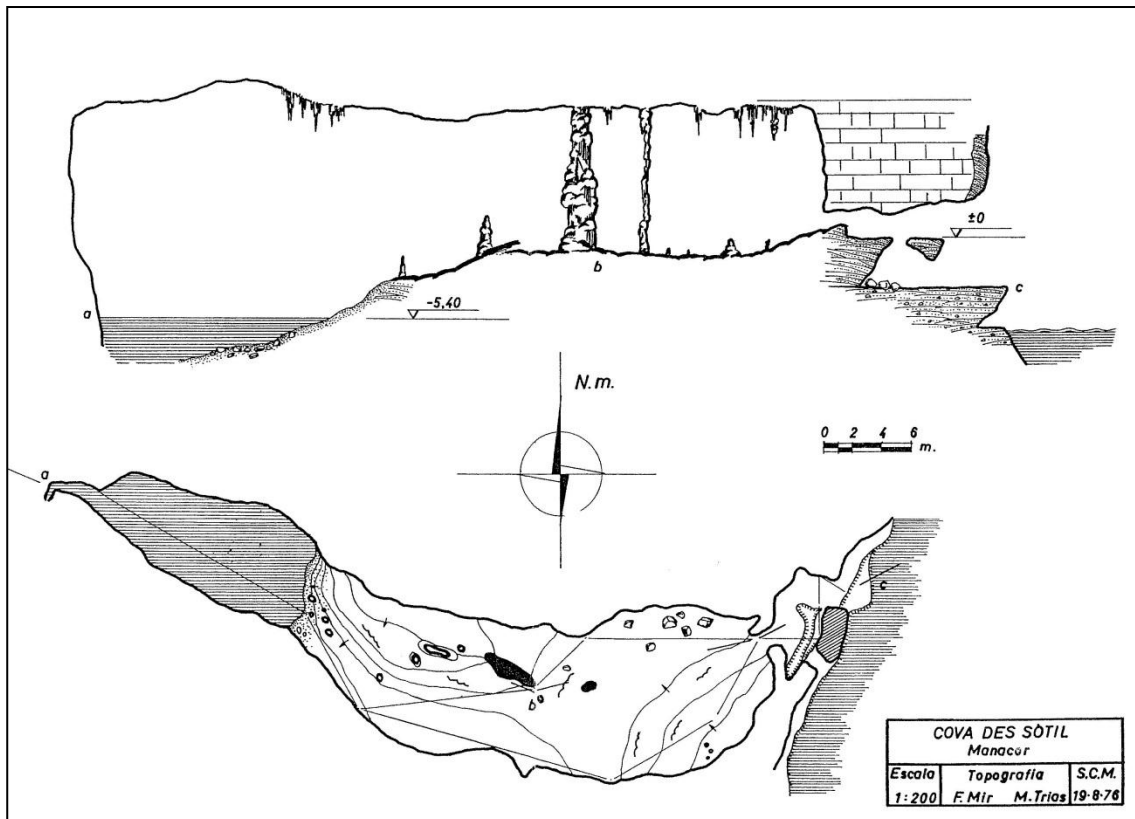


Figura 18.4: Exemple d'una cavitat amb poques continuacions aquàtiques, però que constitueix un hàbitat anquihalí. No totes les cavitats amb hàbitats anquihalins són grans cavitats subaquàtiques. Tanmateix la cavitat es tracta d'un concepte antròpic, ja que els habitants de les aigües subterrànies viuen entre fractures i espais angosts per a l'home.

GRÀCIA *et al.* (2010b) permeten afegir la cova des Coloms de Cala Varques, o cova des Coloms 2 i a la Colònia de Sant Jordi es descobreix i explora es Dolç (GRÀCIA *et al.*, 2014). Per la qual cosa actualment el nombre d'estacions anquihalines seria de 61, ja que s'ha unificat la cova de sa Gleda i l'avenc des Camp des Pou (GRÀCIA *et al.*, 2010a) en una única estació (sistema Gleda-Camp des Pou). Les darreres legislacions, encara en fase de tramitació, consideren aquests hàbitats com a zones humides i atorguen un grau de protecció. En aquest treball s'ofereix un repàs, que no és exhaustiu, dels tàxons exclusivament subterranis descoberts principalment d'ençà de 1987 a les Illes Balears, amb algun breu comentari, si escau, sobre el seu patró de distribució general. També es fa alguna menció d'espècies del medi intersticial. Una part important de la informació faunística prové de JAUME (2010). Aquest capítol vendria a esser una recopilació de l'article abans citat, conjuntament amb JAUME & GRÀCIA (2006) i GRÀCIA & JAUME (2011), endemés d'informacions actualitzades afegides dels darrers descobriments.

18.3.2. HISTÒRIA DE LES RECERQUES

Les contrades calcàries del nostre país, amb una important incidència dels fenòmens càrstics, han estat històricament un centre de primer ordre per al desenvolupament de la zoologia subterrània. Només cal esmentar els estudis pioners del científic romanès Emil Racovitza (1868-1947) a les coves del Drac (Manacor), al començament del segle XX, que van permetre el descobriment de l'isòpode *Typhlocirolana moraguesi* (GINÉS, 1999. Fig. 18.5). Durant molt de temps els llacs de les coves costaneres de les Illes Balears varen romandre sense prospeccionar, fins a la campanya bioespeleològica francesa de 1960 a Menorca que va permetre l'estudi d'alguns crustacis de la cova de s'Aigo. Així, a finals de la dècada dels 60 únicament es coneixien tres espècies de crustacis aquàtics (*Typhlocirolana moraguesi*, *Metacrangonyx longipes* i *Salentinella angelieri*) i només es disposava de dades faunístiques dels llacs salabrosos de quatre coves de Mallorca i Menorca (coves del Drac, coves dels Hams, cova de sa Sínia i cova de s'Aigo de Ciutadella). Les campanyes de la *Mission Biospéologique C. Dragan* els anys 1970 i 1971 varen afegir algunes noves dades carcinològiques, així com el descobriment de *Bogidiella balearica*.



Figura 18.5: Durant el mes de juliol de 1904, el naturalista romanès Emil G. Racovitza, en el decurs d'una expedició oceanogràfica francesa en la qual el vaixell Roland visitava Mallorca, va tenir l'ocasió de dedicar tres dies a l'exploració de les coves del Drac (Manacor, Mallorca). Tothom considera que la troballa d'aquest estigobi constitueix el punt d'inflexió dels interessos científics de Racovitza cap a l'estudi de la fauna cavernícola i l'inici de la bioespeleologia moderna. Estàtua honorífica al científic, en el Passeig Marítim de Palma.

Figura 18.6: Àngel Ginés és un investigador que ha conreat camps com la bioespeleologia, en especial l'ecologia de les coves anquihalines, la geoespeleologia i la geomorfologia càrstica.



L'important desenvolupament de l'espeleologia mallorquina va permetre millorar molt el coneixement biogeogràfic i ecològic d'aquests ambients cavernícoles, tan ben representats a les Balears, tot i ampliant les recerques a trenta cavitats (GINÉS & GINÉS, 1977) i descrivint les característiques físiques i ecològiques dels llacs (GINÉS, 1982, 1983) (Fig. 18.6). Es varen obtenir perfils verticals de salinitat i es va introduir el concepte de llac glacioeustàtic per tal d'explicar l'origen d'aquestes masses d'aigua hipogees des d'un punt de vista geomorfològic. El següent salt qualitatiu en el coneixement de la fauna aquàtica de les coves costaneres de les Illes Balears es pot fixar en els avenços taxonòmics que portaran a terme durant la dècada dels 90 dos zoòlegs illencs: Damià Jaume i Joan Lluís Pretus (Fig. 18.7,10). Aquest renovat interès per la taxonomia dels crustacis aquàtics balears té un destacable precedent en la redescrípció de *Bogidiella balearica* realitzada per STOCK & ILIFFE (1987), dos dels més prestigiosos especialistes en fauna anquihalina. Els darrers anys del segle XX van ésser particularment rics en descobriments, sobretot a partir de dos treballs que inicien una trajectòria que ha permès ampliar molt els coneixements existents (PRETUS & STOCK, 1990 i JAUME, 1993). La descripció de nombroses espècies endèmiques, incloent-hi organismes talassoestigobis (troglobis aquàtics marins), ha experimentat un espectacular creixement –més d'una vintena de noves espècies– des de la descripció de *Psammogammarus burri*, una de les primeres troballes que es varen començar a

Figura 18.7: Damià Jaume, investigador de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, IMEDEA (CSIC-UIB). Especialista mundial en l'estudi dels crustacis de les aigües subterrànies. Ha descrit nombroses espècies de crustacis dels ambients anquihalins.



efectuar a les aigües subterrànies del Parc Nacional de l'Arxipèlag de Cabrera (JAUME & GARCIA, 1992; JAUME, 1993) (Fig. 18.23).

L'exploració científica del medi aquàtic subterrani en terres de les Illes Balears ha estat molt important les últimes dècades, cosa que s'ha reflectit en el descobriment de nombroses espècies de crustacis noves per a la ciència, la majoria d'aquests nous tàxons

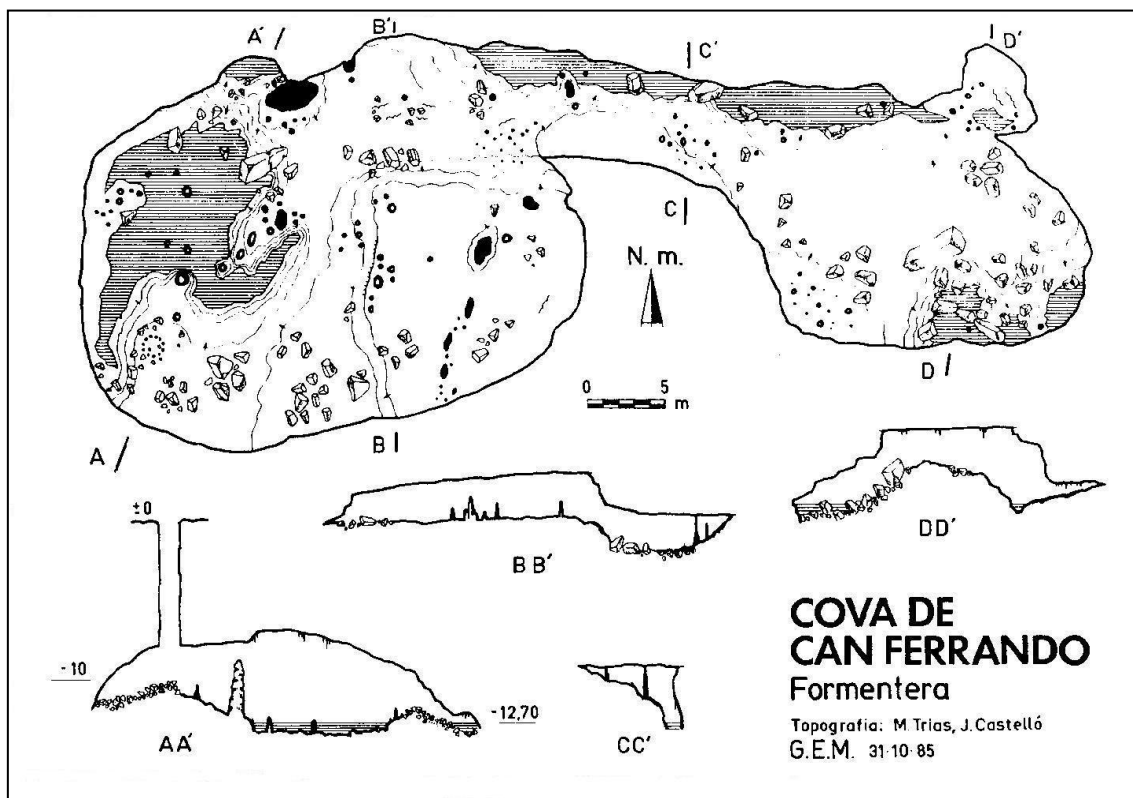


Figura 18.8: Exemple de cavitat amb hàbitat anquihalí de Formentera. A on els llacs no presenten continuacions sota l'aigua.

Figura 18.9: Pesca activa de fauna anquihalina amb xarxes. S'han prospectat llocs que no són assequibles des dels llacs d'entrada a les coves. Fins a fondàries que superen els 30 metres. Foto C. Bodi.



Figura 18.10: Recollida de trampes al fons de les cavitats. S'han prospectat moltes cavitats amb ambients anquihalins al llarg de tota la columna d'aigua. Foto C. Bodi.



Figura 18.11: Recollida de la fauna procedent de les trampes. Foto C. Bodi.



provenen de les caveres anquihalines. La tasca dels espeleòlegs especialitzats en l'exploració de les cavitats submergides ha permès descobrir sistemes subterranis totalment sotaiguats de dimensions inesperades i gegantines. Un aspecte a destacar la darrera dècada, que ha influït de manera notable en el coneixement de les cavitats de la franja litoral, han estat les convocatòries d'ajuts per a projectes de *Conservació de la Biodiversitat de l'Obra Social de "SA NOSTRA"*, dels quals s'han atorgat 8 projectes al Grup Nord de Mallorca d'ençà de 2001 fins al 2010. La secció d'espeleobusseig del GNM, amb la col·laboració de la determinació taxonòmica del Dr. Damià Jaume, ha fet que es prospectàs no només els llacs de les cavitats, sinó també les galeries sotaiguades fins a fondàries superiors als 30 m i a distàncies quilomètriques de les entrades (Figs. 18.9,10,11). Les aportacions han estat, a més a més de la troballes d'alguns nous gèneres i espècies, l'estudi de la distribució de la fauna al llarg de les cavitats i d'explorar, topografiar i documentar aquests hàbitats. També s'han fet els estudis morfològics i sedimentològics de les cavitats, així com la realització de perfils hídrics des de la superfície dels llacs fins als llocs més pregons de les columnes d'aigua. S'han localitzat i explorat més de 50 km de galeries sotaiguades d'ençà de 1994 que han fet canviar l'apreciació que es tenia de les coves litorals de Mallorca i que les situen com a referent a nivell internacional. La prospecció sistemàtica d'aquests ambients ha permès veure la diferent localització d'aquesta fauna en funció de les cavitats i les característiques pròpies de cadascuna. En aquest sentit, a GRÀCIA *et al.* (2003b), GRÀCIA *et al.* (2005) i GRÀCIA *et al.* (2014) s'estudia la distribució de les espècies de crustacis i de fauna sèssil al llarg de les coves i en funció de la profunditat, així com la distribució de la fauna en funció de la distància a la mar. L'efecte d'alteració de la distribució de la fauna carcinològica a causa de la contaminació per abocaments d'aigües residuals es tracta a GRÀCIA *et al.* (2003b). Un recull de les cavitats com a hàbitats anquihalins de les Balears i del llistat de les espècies estigobionts es va publicar a JAUME & GRÀCIA (2006) a on es fa referència també a alguns aspectes destacats de les cavitats i una avaluació de l'estat de conservació. Cal també esmentar que a GRÀCIA *et al.* (2009a) es destaca des del punt de vista faunístic la pobresa de fauna anquihalina de la cova des Pas de Vallgornera, a on únicament s'han pogut localitzar 3 espècies a una cavitat que constitueix un hàbitat anquihalí amb un recorregut subaquàtic superior a la cova de sa Gleda. És notori remarcar que mentre al sistema Gleda-Camp des Pou són 12 les espècies de crustacis estigobionts citats i a la cova des Coll 15, a la

cova des Pas de Vallgornera només s'han citat 3 espècies malgrat emprar la mateixa metodologia de captures faunístiques.

18.3.3. CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS DE LES CAVITATS AMB HÀBITAT ANQUIHALINS

L'estabilitat ambiental, l'obscuritat permanent i l'oligotròfia són característiques d'aquestes coves, la qual cosa ha servit per establir paral·lelismes entre aquests ambients i els corresponents a les grans profunditats marines. Les condicions ambientals són d'una gran influència marina, manifesta per la composició iònica majoritària de l'aigua, amb preponderància del clorur de sodi, i també en les oscil·lacions de la massa d'aigua de les cavitats, d'acord amb les oscil·lacions del mar exterior, tot i que més apaivagades. No obstant això –i per aquest motiu es consideren anquihalines– aquestes coves i les masses d'aigua que contenen, ja que generalment sols reben aigua de mar per infiltració a través de la roca. En el cas de coves amb connexió directa amb la mar, les aportacions d'aigua per infiltració pel sostre de la cavitat o per aports d'aigües freàtiques més o manco dolces, diferencien les coves submarines ordinàries de les coves litorals com a hàbitats anquihalins. Els casos concrets de la cova des Coll i la cova des Drac de Cala Santanyí en serien bons exemples de cavitats anquihalines però amb accés

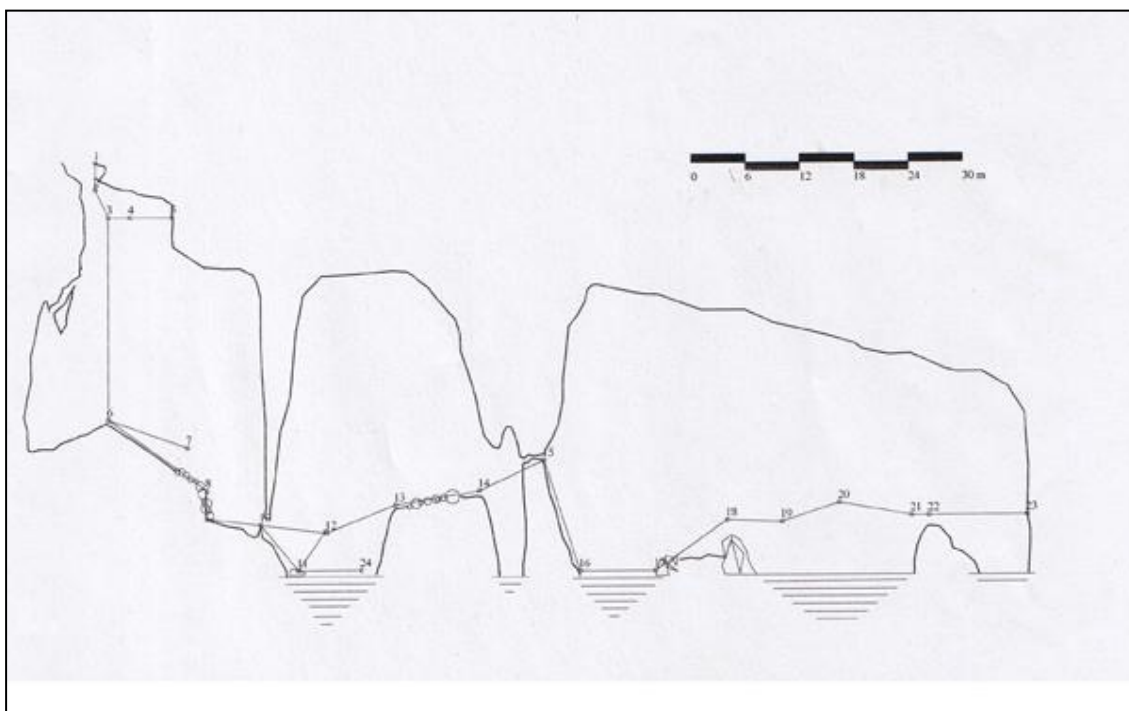


Figura 18.12: La cova de Tagomago és un dels pocs hàbitats anquihalins que es coneixen de les Pitiüses. Cortesia de Antonio Salazar (Grup Espeleològic de les Pitiüses).

més o menys directe a la mar, ben diferenciades de les coves submarines pròpiament dites. A les cavitats s'estableix una columna d'aigua permanentment estratificada, que té fins a 5 capes de diferent salinitat (GRÀCIA *et al.*, 2007a). Aquestes capes, estan disposades en un ordre de menor a major salinitat, a causa de la diferent densitat. Els canvis de salinitat al llarg de la columna d'aigua es produeixen a zones de transició (mescla) denominades haloclines o picnoclines.

18.3.4. ASPECTES BIOGEOGRÀFICS

Un dels trets més distintius dels tàxons anquihalins, pobladors d'aquests ambients, és llur patró de distribució general, desconcertant a primer cop d'ull: totes les espècies d'un mateix gènere es coneixen en illes separades per conques oceàniques senceres a més de grans masses continentals; a les Balears, Yucatán i Nova Caledònia, per exemple (Fig. 18.1). La distribució de les espècies vicariants termòfiles en coves molt allunyades entre si pren sentit si traslladam la seva distribució actual sobre un mapa de paleolíniees de costa de fa cent milions d'anys, és a dir, sobre les costes de la primigènia mar de Tethys. Aleshores es comprova com totes les localitats on s'han trobat les espècies objecte de l'estudi se situen a les aigües somes de la mar de Tethys, una mar circumtropical avui extinta que s'estenia per l'Equador entre 120 i 20 milions d'anys enrere. Es tracta, per tant, dels exponents d'una fauna relict, típica d'aigües tropicals i somes. La primera conseqüència que se n'extreu és que aquestes espècies són molt "antigues", i en molts casos els representants més primitius dels seus grups corresponents podríem anomenar-los potser com a vertaders "fòssils vivents", la qual cosa és de gran importància de cara a reconstruir la filogènia de molts d'aquests grups. És el cas dels copèpodes i ordres sencers de crustacis que tenen en aquest tipus d'ambient els seus representants més antics. La hipòtesi més plausible indica que les espècies arrecerades ara als estrats inferiors de les coves anquihalines, on la temperatura és relativament alta i constant, tenien els seus antecedents a les aigües poc profundes d'aquella primitiva mar de Tethys, que s'estenia com un cinturó tropical per tot el planeta. La mar Mediterrània ha mantingut una biota marina tropical fins al Pliocè, i d'aleshores ençà ha patit tot un seguit d'oscil·lacions climàtiques associades als cicles glacials que han portat a l'extinció de la major part d'aquesta biota d'aigües càlides. La fauna marina termòfila present als estrats inferiors de les coves mediterrànies va trobar recer dels episodis freds en aquestes aigües estables i homeotermes. A més, aquestes distribucions disjunctes extremes són comunes a molts grups d'animals anquihalins, fins

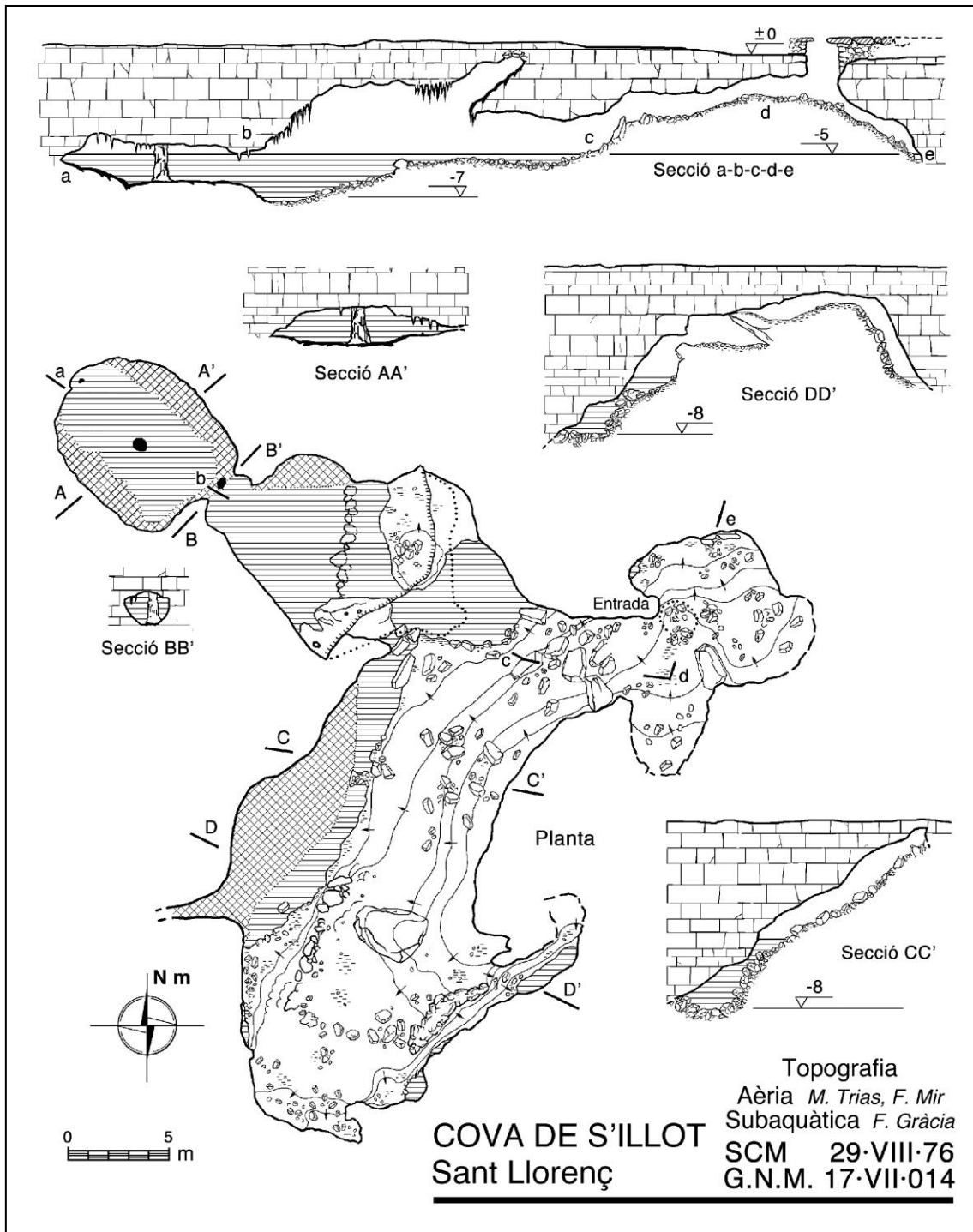


Figura 18.13: Topografia de la cova de s'Illot, un altre cavitat que constitueix un ambient anquihalí al terme de Sant Llorenç.

al punt que la composició faunística de les coves anquihalines d'arreu del món es pot predir amb força facilitat. Per més aïllada i allunyada de la resta que estigui una localitat anquihalina descoberta de nou, la proporció de nous tàxons coincidents amb els d'altres estacions anquihalines serà molt alta. Aquesta observació, juntament amb altres evidències, com el reduït potencial de dispersió a gran distància inherent als animals

cavernícoles, apunta a la vicariança com a element modulador d'aquests patrons de distribució dels organismes. De fet, la inclusió gairebé perfecta d'aquests patrons de distribució dins les àrees cobertes per les mars del final del Mesozoic i el principi del Terciari suggereix que podrien ser el resultat de vicariança a causa de la tectònica de plaques. Molts d'aquests animals estigobis (és a dir, habitants exclusius del medi aquàtic subterrani) poden, doncs, haver derivat de fauna marina que hauria colonitzat el medi subterrani durant aquests períodes tan remots. Les aigües subterrànies, tant les que ocupen el medi intersticial marí com les que es troben situades terra endins, accessibles únicament per coves i pous, o les de llits de rius i planes al·luvials (medi hiporreic) acostumen, per llur relatiu aïllament, a hostatjar un bon nombre d'endemismes. Els animals que hi viuen mostren sovint trets morfològics, fisiològics i de comportament que s'interpreten com adaptacions al medi cavernícola. Entre els artròpodes, les manifestacions més destacables són la regressió de l'aparell visual i de la pigmentació corporal, així com la prolongació extrema dels apèndixs corporals (antenes, cames, etc.). A més, molts pertanyen a llinatges primitius, sovint desconeguts a la superfície, i cal considerar-los com relíquies filogenètiques o biogeogràfiques. Es tracta, doncs, d'una fauna extremadament rellevant des del punt de vista científic, a més del de la conservació.

18.4. Catàleg faunístic

CLASSE MALACOSTRACA

18.4.1. ORDRE DECAPODA

Les dues darreres dècades han estat testimoni de la troballa del primers decàpodes estigobis a les Balears, en un parell de coves del litoral mallorquí. Cal esmentar la



Figura 18.14: *Bermudacaris* sp. Decàpode estigobiont trobat a la cova Genovesa (Manacor) i a la cova des Coll (Felanitx).

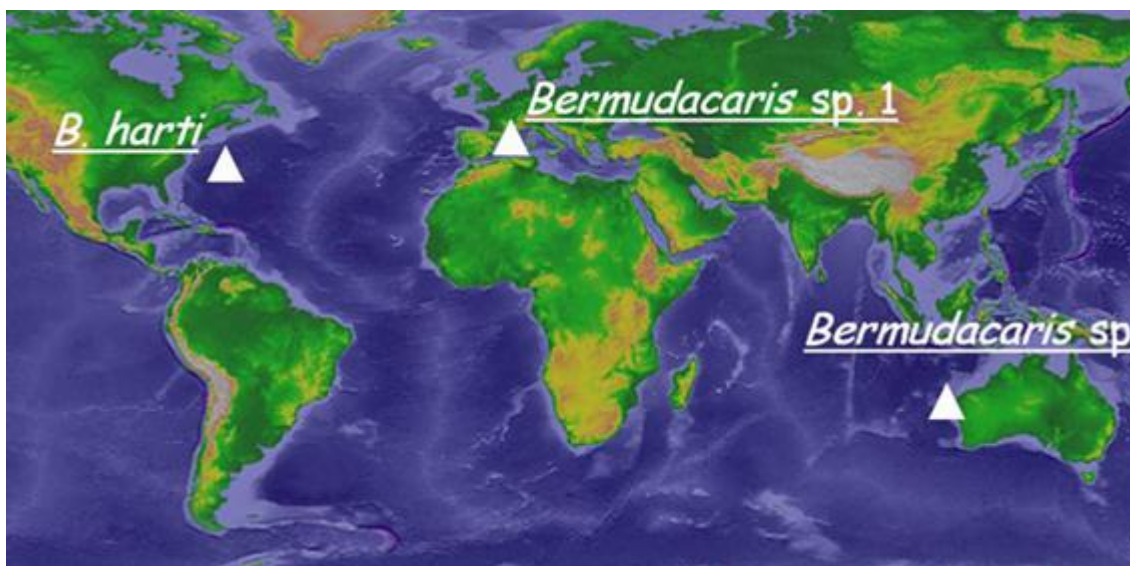


Figura 18.15: Distribució biogeogràfica mundial del gènere *Bermudacaris*.

troballa d'una espècie de la família Stenopodidae, *Odontozona addaia* Pretus, 1990 a les coves submarines de Fornells, a Menorca, si bé aquesta espècie té els ulls desenvolupats normalment i el cos pigmentat, i cal considerar-la més aviat una espècie esciàfila marina (és a dir, 'que defuig de la llum') que estrictament cavernícola. Un altre decàpode, aquest pròpiament estigobi, va ésser trobat a Mallorca, concretament a la cova Genovesa (Manacor) l'any 2002, i l'any 2009 a la cova des Coll (Felanitx). Es tracta d'un nou alfeid (Alpheidae) cavernícola que pertany al gènere *Bermudacaris* Anker & Iliffe, 2000 (l'espècie resta encara per ser formalment descrita), que és integrat per altres tres espècies, endèmiques respectivament de Bermuda, el litoral de l' Austràlia nord-occidental i el Vietnam; l'espècie mallorquina i la de Bermuda són les úniques d'hàbits cavernícoles (Figs. 18.14,15).



Figura 18.16: *Burrimysis palmeri*, descobert a la cova des Burrí, cavitat amb llacs anquihalins de Cabre-ra el 1993, i darre-rament a es Dolç, a la Colònia de Sant Jordi. Foto M. A. Vives.

18.4.2. ORDRE MYSIDACEA

Dels misidacis, al nostre territori hi ha diverses espècies que de dia són dins a les coves i a la nit surten a alimentar-se a

aigües obertes. És el cas de *Hemimysis margalefi* Alcaraz, Riera & Gili, 1986 i *H. lamornae* Couch, 1856, ambdues freqüents a les coves submarines balears. Ni l'una ni l'altra presenten la regressió de l'aparell ocular ni de la pigmentació corporal típiques dels veritables misidacis cavernícoles. Sí que té aquestes característiques, en canvi, *Burrinysis palmeri* Jaume & García, 1993, descobert a la cova des Burri, cavitat amb llacs anquihalins de Cabrera el 1993, i darrerament a es Dolç, a la Colònia de Sant Jordi (GRÀCIA *et al.*, 2014) (Fig. 18.16). És un dels pocs representants estrictament cavernícoles d'aquest grup a la regió Mediterrània. L'espècie pertany a un gènere monotípic, emparentat llunyanament amb *Deltamysis*, un tàxon també monotípic de l'oceà Pacífic nord-americà. Un altre gènere i espècie nou s'ha trobat a una cavitat marina de Menorca: *Retromysis nura* Wittmann, 2004.



Figura 18.17: *Tethysbaena scabra*, abundant a les zones de picnoclina. Foto M. Vadell.

18.4.3. ORDRE THERMOSBAENACEA

Els termosbenacis, aquest grup enigmàtic i poc nombrós de crustacis cavernícoles es caracteritzen perquè les femelles porten els embrions dins una cambra dorsal constituïda per la closca. Tenen un únic representant al nostre territori:

Tethysbaena scabra (Pretus,

1991), espècie pròpia de coves anquihalines de Mallorca, Menorca, Cabrera i sa Dragonera, és a dir, es tracta d'un endemisme Gimnèsic (Fig. 18.17). A Mallorca, falta a la serra de Tramuntana i a les porcions centrals de l'illa, concentrant-se a les aigües subterrànies de regions costaneres amb clara influència marina. S'ha trobat a la cova Genovesa on es concentra en abundància a la picnoclina d'una sala a on probablement s'alimenta dels flòculs de bacteris en suspensió que enllà es desenvolupen per aportacions d'aigües residuals zenitals (GRÀCIA *et al.*, 2003b). Pot resistir concentracions molt baixes d'oxigen dissolt. A la cova des Coll ha aparegut als sectors més interiors, amb salinitats compreses entre el 8 i el 34 ‰ (GRÀCIA *et al.*, 2005). Al sistema Pirata-Pont-Piqueta es va localitzar també preferentment a les zones de la columna d'aigua properes a la picnoclina (GRÀCIA *et al.*, 2006a). A la cova des Pas de

Vallgornera (GRÀCIA *et al.*, 2009b) s'ha pescat preferentment entre 1,5 i 3 m de fondària, zona habitual de la picnoclina, que correspon a salinitats d'entre 12 mS/cm fins als 35 mS/cm. És una de les úniques tres espècies citades a les aigües anquihalines de la cova des Pas de Vallgornera. També s'ha capturat per nosaltres (inèdit) a la sala Fonda de la cova de Cala Varques B, i al sifó des Somnis de la cova d'en Bassol. És relativament abundant al sistema Gleda-Camp des Pou, a on ha estat localitzat fins als sectors més allunyats de l'entrada, al voltant de la picnoclina. També a es Dolç (GRÀCIA *et al.*, 2014) i a les coves del Drac (Manacor), a on és molt abundant.

Es coneix una altra espècie ibèrica del gènere a la península. Els termosbenacis són molt freqüents a les picnoclines desenvolupades als llacs anquihalins, on neda activament i a on sembla que s'alimenten dels núvols de matèria orgànica, bacteris i protists suspesos en aquestes interfases.

Apart de a la regió Mediterrània, es coneixen vicariants del gènere al Carib, Texas, i també a Somàlia.



Figura 18.18: *Salentinella angelieri* es localitza preferentment a les capes de menor salinitat de les aigües de les cavitats.

18.4.4. ORDRE AMPHIPODA

Salentinella angelieri Rufo & Delamare-Deboutteville, 1952 és l'únic amfípode estigobiont representant a les illes dels Salentinellidae, família estrictament estigobiont i (Fig. 18.18). La

família és enigmàtica des del punt de vista filogenètic i molt poc diversificada (sòls 14 espècies conegudes, en dos gèneres). L'espècie presenta una àmplia distribució per zones litorals de la regió mediterrània, on és l'habitant més comú de les coves anquihalines; és present a totes les illes de l'arxipèlag Balear. Presenta una àmplia distribució per zones litorals de la regió mediterrània (Grècia, Iugoslàvia, Itàlia, Còrsega, Sardenya, Illes Balears, sud de França, Espanya, Marroc i Algèria). A la Península Ibèrica es coneix de les següents províncies: Tarragona, Castelló, Terol, Conca, València, Alacant, Múrcia, Almeria, Màlaga i Sevilla, arribant als 900 m sobre el nivell de la mar (PLATVOET, 1987). L'espècie viu en aigües moderadament salabroses o fins i tot totalment dolces de pous i coves; es coneix també de sediments no consolidats de rius. Relativament freqüent a les capes superiors de la columna d'aigua



Figura 18.19: *Metacrangonyx longipes*, espècie estigobiont, endèmica i eurihalina. Foto F. Gràcia.

a la cova des Pas de Vallgornera. Al sistema Gleda-Camp des Pou es localitza preferentment a les capes de menor salinitat, i també a es Dolç (GRÀCIA *et al.*, 2014) i a les coves del Drac.

Metacrangonyx longipes Chevreux, 1909 és una espècie estigobiont, endèmica de Mallorca i Menorca i de les primeres descrites (Fig. 18.19). Presenta gran interès filogenètic i biogeogràfic. Pertany a una família estrictament estigobiont, els Metacrangonictidae, composta per únicament 16 espècies distribuïdes entre dos gèneres.

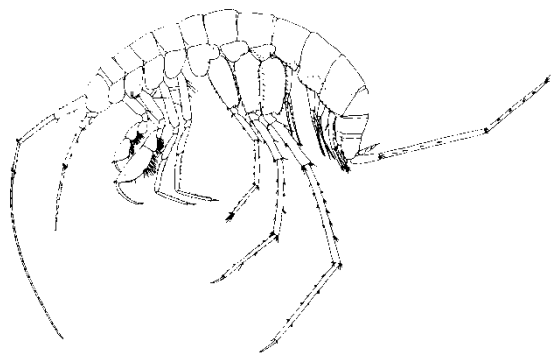


Figura 18.20: *Psammogammarus burri*, especie descrita a les capes més fondes de la cova des Burri a Cabrera, única localitat a on s'ha trobat.

de la cova Genovesa (GRÀCIA *et al.*, 2003b). Ateny a la cova des Coll densitats poblacionals importants localment i estacional, depenent de les zones on flueix aigua de menor salinitat (GRÀCIA *et al.*, 2005). Al sistema Pirata-Pont-Piqueta es va localitzar a les zones superiors, excepte a la franja de més salinitat (GRÀCIA *et al.*, 2006a). A la cova des Pas de Vallgornera s'ha pescat i observat preferentment a les pesques efectuades entre 1,5 i 3 m de fondària, zona habitual de la picnoclina, que correspon a salinitats d'entre 12 mS/cm fins als 35 mS/cm (GRÀCIA *et al.*, 2009b). És una de les tres úniques espècies de fauna anquihalina estigobiont capturada

La distribució general de la família és peri-Mediterrània, però recentment s'han descobert dues espècies de *Metacrangonyx* a coves de la República Dominicana, fent atènyer doncs al gènere una distribució amfi-atlàntica. Això suggereix un origen molt antic del gènere, d'abans de l'obertura de l'esmentat oceà (JAUME i CHRISTENSON, 2001). La majoria de metacrangoníctids viuen a les aigües

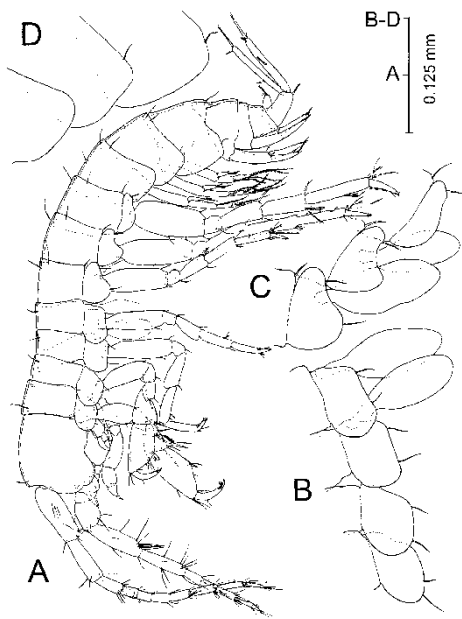


Figura 18.21: *Racovella birramea* Jaume, Gràcia & Boxshall, 2007. Gènere i espècie d'amfípode descrit a partir d'exemplars trobats a la cova des Coll.

dolces, excepte una espècie endèmica de l'illa d'Elba, que ocupa un pou salabrós, mentre que l'espècie pròpia de les Balears ocupa un ampli ventall de salinitats, des de totalment dolces a pràcticament marines.

Psammogammarus burri Jaume & García, 1992 (descriu a les capes més fondes de la cova des Burri a Cabrera, l'única localitat coneguda de l'espècie) pertany a la família dels melítids (Melitidae), típicament marina, i és un dels amfípodes amb característiques més similars a les dels troglobis coneguts, en el sentit que mostra una prolongació extrema dels apèndixs corporals (antenes, cames i uropodis), suposadament com una adaptació a la vida a l'ambient cavernícola (Fig. 18.20). A la mateixa família que

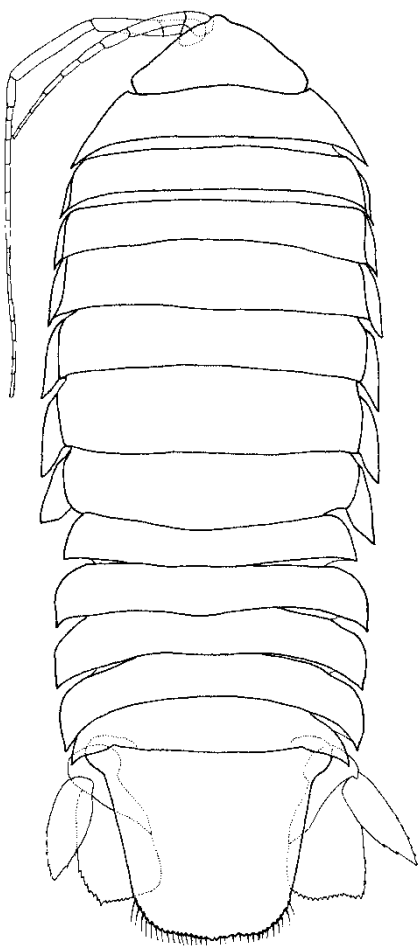
l'anterior pertany *Pseudoniphargus*, del qual s'han descrit sis espècies a les Balears (*P. mercadali* Pretus, 1988, *P. racovitzai* Pretus, 1990, *P. pedrerae* Pretus, 1990, *P. pityusensis* Pretus, 1990, *P. triasi* Jaume, 1991 i *P. daviui* Jaume, 1991). Aquest gènere, estrictament subterrani, és extremament divers i mostra una distribució general que comprèn les ribes de la Mediterrània occidental, la península Ibèrica i tots els arxipèlags de la Macaronèsia –a excepció de les illes del Cap Verd–, a més de l'illa de Bermuda, a l'Atlàntic nord-occidental. Els bogidièl·lids (Bogidiellidae), també exclusivament subterranis, tenen representants a les aigües dolces i intersticials marines de tots els continents, llevat de l'Antàrtida. *Bogidiella balearica* Dancau, 1973 és un amfípode endèmic de Mallorca i Cabrera (DANCAU, 1973; JAUME, 1993). A Mallorca ocupa únicament cavitats anquihalines de la costa de Manacor (coves del Drac, coves dels Hams, sistema Pirata-Pont-Piqueta, sistema Gleda-Camp des Pou, coves de Cala Varques). Ha estat citada especialment sobre la fusta submergida en descomposició. Al sistema Pirata-Pont-Piqueta s'ha trobat a salinitats compreses entre 17 i 26 ‰ (GRÀCIA *et al.*, 2006a). Al sistema Gleda-Camp des Pou es localitza abundantement damunt les restes de branques de figueres i pins caigudes dins el llac.

Un altre bogidièl·lid, aquest d'hàbits hiporreics, és *Bogidiella torrenticola* Pretus & Stock, 1990, del torrent de Pareis, a Mallorca. Un gènere i espècie és *Racovella birramea* Jaume, Gràcia & Boxshall, 2007; fou descrita a partir d'exemplars de la cova des Coll, cavitat aquíhalina del litoral de Felanitx, a Mallorca, i el seu gènere és monotípic (GRÀCIA *et al.*, 2005). S'ha localitzat a les zones de la columna d'aigua amb més salinitat i fins ara no s'ha trobat a cap altra cavitat (Fig. 18.21). Encara que no és una espècie trobada dins cavitats, cal esmentar un melítid (Melitidae) marí propi del medi intersticial, amb regressió ocular parcial: *Nuuanu beatricis* Jaume & Box, 2007 que viu en fons arenosos del sud-oest mallorquí.

18.4.5. ORDRE ISOPODA

Pel que fa als isòpodes, a les darreres dècades ha aparegut nova informació sobre cirolànids (Cirolanidae), una família típicament marina, de costums majoritàriament

necròfags i amb una munió d'espècies cavernícoles a la major part de les regions subtropicals del món. *Metacirolana ponsi* Jaume & García, 1992 és l'únic representant mediterrani del seu gènere, amb espècies cavernícoles a Yucatán. L'única localitat coneguda de l'espècie és la cova des Burri, a Cabrera (Fig. 18.22).



La distribució general del gènere *Typhlocirolana* inclou la franja llevantina ibèrica, les Balears, Sicília i també el Marroc i Algèria. *T. moraguesi* Racovitza, 1905 estigobiont endèmic balear, citat únicament a Mallorca, Menorca, Cabrera i sa Dragonera (GINÉS i GINÉS, 1977; PRETUS, 1981; JAUME, 1993). Va ésser descrit a principis del segle passat a partir de material capturat a les coves del Drac de Portocristo (RACOVITZA, 1905) i es troba a totes les cavitats aquíhalines de les Gimnèsies (Fig. 18.24). És una espècie eurihalina i es localitza a les galeries de drenatge d'aigua dolça de la serra de Tramuntana,

Figura 18.22: *Metacirolana ponsi*, conegut únicament de la cova des Burri, a Cabrera.

Classe MAXILLOPODA Dahl, 1956 Subclasse COPEPODA H. Milne Edwards, 1830	Classe MALACOSTRACA Latreille, 1806
Ordre CALANOIDA G.O. Sars, 1903	Ordre AMPHIPODA Latreille, 1816
Família Arietellidae G.O. Sars, 1902 Gènere <i>Metacalanus</i> Cleve, 1901 <i>Metacalanus</i> sp. Gènere <i>Paramisophria</i> T. Scott, 1897 <i>P. mediterranea</i> Jaume, Cartes & Boxshall, 2000 <i>Paramisophria</i> sp. nov. 1	Suborden Gammaridea Dana, 1852
Família Pseudocyclopiidae T. Scott, 1892 Gènere <i>Stygocyclopija</i> Jaume & Boxshall, 1995 <i>Stygocyclopija balearica</i> Jaume & Boxshall, 1995 Gènere <i>Thompsonopia</i> Jaume, Fosshagen & Iliffe, 1999 <i>T. mediterranea</i> Jaume, Fosshagen & Iliffe, 1999	Família Bogidiellidae Hertzog, 1936 Gènere <i>Bogidiella</i> Hertzog, 1933 <i>B. (Bogidiella) balearica</i> Dancau, 1973 Gènere <i>Racovella</i> Jaume, Gràcia & Boxshall (2007) <i>R. birramea</i> Jaume, Gràcia & Boxshall (2007)
Família Ridgewayiidae M.S. Wilson, 1958 Gènere <i>Ridgewayia</i> Thompson & Scott, 1903 <i>R. marki</i> ssp. <i>minorcaensis</i> Razouls & Carola, 1996 Gènere <i>Exumella</i> Fosshagen, 1970 <i>E. mediterranea</i> Jaume & Boxshall, 1995	Família Melitidae Bousfield, 1977 Gènere <i>Pseudoniphargus</i> Chevreux, 1901 <i>P. mercadali</i> Pretus, 1988 <i>P. racovitza</i> Pretus, 1990 <i>P. pedrerae</i> Pretus, 1990 <i>P. pityusensis</i> Pretus, 1990 <i>P. triasi</i> Jaume, 1991 <i>P. daviuji</i> Jaume, 1991 Gènere <i>Psammogammarus</i> S. Karaman, 1955 <i>P. burri</i> Jaume & García, 1992
Família Stephidae G.O. Sars, 1902 Gènere <i>Stephos</i> T. Scott, 1892 <i>S. margalefi</i> Riera, Vives & Gili, 1991 <i>S. vivesi</i> Jaume, Boxshall & Gràcia, 2008	Família Metacrangonyctidae Boutin & Messouli, 1988 Gènere <i>Metacrangonyx</i> Chevreux, 1909 <i>M. longipes</i> Chevreux, 1909
Ordre CYCLOPOIDA Burmeister, 1834	Família Salentinellidae Bousfield, 1977 Gènere <i>Salentinella</i> Ruffo, 1947 <i>S. angelieri</i> Ruffo & Delamare-Deboutteville, 1952
Família Cyclopiidae Dana, 1853 Gènere <i>Diacyclops</i> Kiefer, 1927 <i>Diacyclops</i> cf. <i>clandestinus</i> (Kiefer, 1936) Gènere <i>Halicyclops</i> A.M. Norman, 1903 <i>H. troglodytes</i> Kiefer, 1954 Gènere <i>Mesocyclops</i> Kiefer, 1927 <i>Mesocyclops</i> cf. <i>salinus</i> Onabamiro, 1957 Gènere <i>Metacyclops</i> Kiefer, 1927 <i>M. subdolos</i> Kiefer, 1938 Gènere <i>Neocyclops</i> Gurney, 1927 <i>N. (Protoneocyclops) mediterraneus</i> (Kiefer, 1960)	Ordre ISOPODA Latreille, 1817
Família Cyclopinidae G.O. Sars, 1913 Gènere <i>Ginesia</i> Jaume & Boxshall, 1997 <i>G. longicaudata</i> Jaume & Boxshall, 1997 Gènere <i>Muceddina</i> Jaume & Boxshall, 1996 <i>M. multispinosa</i> Jaume & Boxshall, 1996 Gènere <i>Troglocyclopija</i> Jaume & Boxshall, 1996 <i>T. balearica</i> Jaume & Boxshall, 1996	Subordre Asellota Latreille, 1803
Ordre HARPACTICOIDA G.O. Sars, 1903	Superfamília Janiroidea
Família Superornatiremidae Huys, 1996 Gènere <i>Intercrusia</i> Huys, 1996 <i>I. garciai</i> Jaume, 1997 Gènere <i>Neoechinophora</i> Huys, 1996 <i>N. xoni</i> Jaume, 1997 Gènere <i>Superornatiremis</i> Huys, 1996 <i>S. mendai</i> Jaume, 1997	Família Janiridae G.O. Sars, 1899 Gènere <i>Trogloianiropsis</i> Jaume, 1995 <i>T. lloberai</i> Jaume, 1995
Ordre MISOPHRIOIDA Gurney, 1933	Família Microparasellidae Karaman, 1933 Gènere <i>Microcharon</i> Karaman, 1934 <i>Microcharon</i> sp.
Família Speleophriidae Boxshall & Jaume, 2000 Gènere <i>Speleophria</i> Boxshall & Iliffe, 1986 <i>S. gymnesica</i> Jaume & Boxshall, 1996 Gènere <i>Speleophriopsis</i> Jaume & Boxshall, 1996 <i>S. balearicus</i> Jaume & Boxshall, 1996	Subordre Cymothoida Wägele, 1989
	Família Cirolanidae Dana, 1852 Gènere <i>Typhlocirolana</i> Racovitza, 1905 <i>T. moraguesi</i> Racovitza, 1905 Gènere <i>Metacirolana</i> Nierstrasz, 1931 <i>M. ponsi</i> Jaume & García, 1992
	Ordre MYSIDACEA Boas, 1883
	Subordre Mysida Boas, 1883
	Família Mysidae Latreille, 1803 Gènere <i>Burrimysis</i> Jaume & García, 1993 <i>B. palmeri</i> Jaume & García, 1993 Gènere <i>Retromysis</i> Wittmann, 2004 <i>R. nura</i> Wittmann, 2004
	Ordre THERMOSBAENACEA Monod, 1927
	Família Monodellidae Taramelli, 1954 Gènere <i>Tethysbaena</i> Wagner, 1994 <i>T. scabra</i> (Pretus, 1991)
	Ordre DECAPODA Latreille, 1802
	Subordre Natantia Boas, 1880
	Família Alpheidae Rafinesque, 1815 Gènere <i>Bermudacaris</i> Anker & Iliffe, 2000 <i>Bermudacaris</i> sp. nov.

Figura 18.23: Llistat dels crustacis anquihalins estigobionts de cavitats Balears (subratllat: tàxons endèmics). Segons GRÀCIA & JAUME, 2011.



Figura 18.24: Femella ovígera de l'isòpode endèmic estigobiont *Typhlocirolana moraguesi* (Foto: M. Vadell).

com la cova dels Estudiants (Sóller), encara que les localitats corresponents a aigües totalment dolces no sovintegen. Es troba a qualsevol fondària, des de la superfície dels llacs fins a les cotes més fondes. Es tracta d'una espècie omnívora, que no rebutja preses vives en tenir ocasió, àdhuc membres de la seva pròpia espècie i actua com a depredador de molts de crustacis. L'altura relativa gran mida (pot atènyer més de 15 mm) la fa

un dels pocs representants de la fauna hipogea europea discernible a simple vista. Comú a la galeria dels Myotragus de la cova Genovesa, on sovint se l'ha observat nedant (GRÀCIA *et al.*, 2003b). Ha estat vist freqüentment a la cova des Coll, a totes les profunditats, entre 8 i 37 ‰ de salinitat (GRÀCIA *et al.*, 2005). Al sistema Pirata-Pont-Piqueta es va localitzar a tots els nivells d'aigua amb diferent rang salí (GRÀCIA *et al.*,

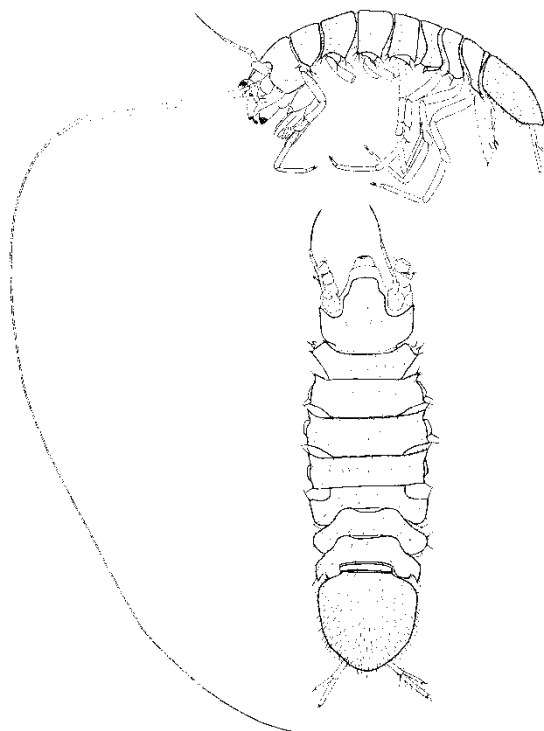


Figura 18.25: *Trogloniropsis lloberai* Jaume, 1991, gènere endèmic d'isòpode propi de les coves costaneres del SE mallorquí i l'arxipèlag de Cabrera.

2006a). A la cova des Pas de Vallgornera s'ha localitzat a qualsevol fondària (GRÀCIA *et al.*, 2009a). És una de les tres úniques espècies de fauna anquihalina estigobiont capturada a la cova des Pas de Vallgornera. Al sistema Gleda-Camp des Pou s'ha localitzat fins als sectors més allunyats de l'entrada (sector de Gregal i sector Llunyà) i també a es Dolç, a la costa SW mallorquina (GRÀCIA *et al.*, 2014).

Deixant de banda els cirolànids, cal remarcar la troballa de *Trogloniropsis lloberai* Jaume, 1995 un asel·lota (Asellota) caracteritzat per la prolongació

extrema de les antènules (Fig. 18.25). És un gènere monotípic propi de coves anquihalines i litorals de Mallorca i Cabrera, si bé se'n coneixen altres representants, encara no formalment descrits, en coves anquihalines de terres extremament llunyanes, com l'illa de Cozumel, al Carib mexicà, i l'illa de Lifou, prop de Nova Caledònia, al Pacífic.

CLASSE MAXILLOPODA

18.4.6. ORDRE CALANOIDA

Els copèpodes calanoides, que són majoritaris al plàncton marí, tenen entre les formes més primitives espècies suprabentòniques, i en alguns casos han colonitzat les coves submarines i anquihalines com una extensió del seu hàbitat natural. S'han descrit moltes espècies i, fins i tot, nous gèneres, d'algunes coves de les Balears i Sardenya.

Així, *Exumella mediterranea* Jaume & Boxshall, 1995 (Ridgewayiidae) és pròpia de coves anquihalines de Mallorca, Menorca i Cabrera (cova de na Barxa -Capdepera-, cova del Dimoni -Manacor- i la cova de sa Llumeta -illa de sa Conillera a Cabrera-), a més de l'Alguer, a Sardenya (Grotta Verde i Dasterru de la Dragunara, JAUME i BOXSHALL, 1995a). Es coneixen espècies vicariants a coves de Canàries, Bermuda, Bahamas, Jamaica, Yucatán i Filipines.

Se'n coneixen tres espècies més, que viuen als fons arenosos de Jamaica, les illes Bahames i en un *cenote* de Yucatán, a Mèxic, respectivament. Una altra espècie, no descrita encara formalment, viu en aigües subterrànies de Lanzarote. De la mateixa família és *Ridgewayia marki* ssp. *minorcaensis* Razouls & Carola, 1996, citada de una cova submarina de cala en Porter (Menorca). *Paramisophria mediterranea* Jaume, Cartes & Boxshall, 2000 és un arietèlid (Arietellidae) conegut únicament de la cova de na Mitjana (Capdepera) (Fig. 18.26). El seu gènere té representants cavernícoles, però també altres propis de fons marins, tant soms com batials. Les espècies de *Paramisophria* presenten una morfologia molt característica, amb el cos fortament asimètric, com el llenguado (Fig. 7). En diferents

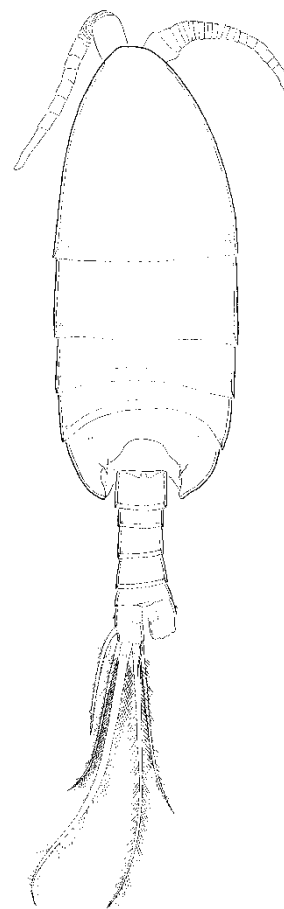


Figura 18.26: *Paramisophria mediterranea* Jaume, Cartes & Boxshall, 2000, copèpode calanoid depredador de la cova de na Mitjana, a Capdepera.

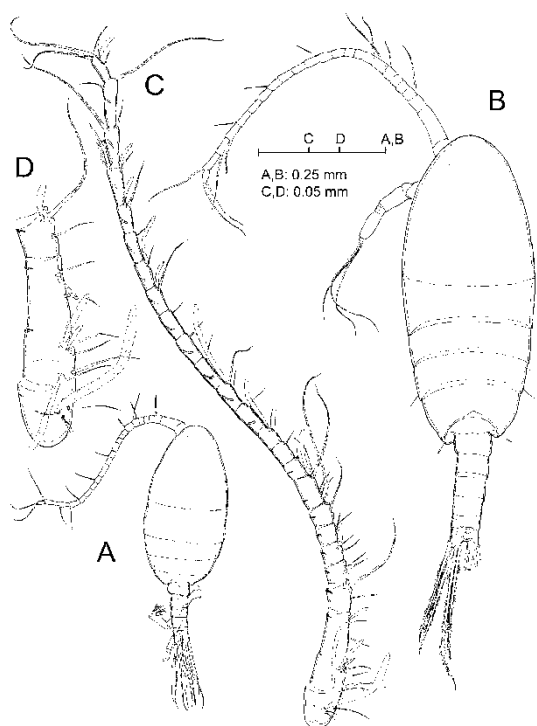


Figura 18.27: A. *Stephos vivesi* Jaume, Boxshall & Gràcia, 2008. Espècie diminuta detritívora, descrita de la cova des Coll (Felanitx) i de la cova Genovesa (Manacor) ambdues a Mallorca. B. *Stephos margalefi* Riera, Vives & Gili, 1991.

són predadors voraçs d'altres copèpodes, els quals capturen amb els maxil·lípedes hipertrofiats i fornits de fortes espines.

Stygocyclopia baleàrica Jaume & Boxshall, 1995 és un pseudociclopíid (Pseudocyclopiidae) habitant de coves anquihalines de Mallorca, Menorca i Cabrera, a més del tub volcànic dels Jameos del Agua, a Lanzarote i de Sardenya (JAUME i BOXSHALL, 1995b). Aquesta espècie es manté sempre a dins salinitats marines, i sembla patir d'algun tipus de limitació fisiològica per a penetrar en les aigües més dessalades de les cavitats costaneres, si bé es manté a les aigües subterrànies marines permanentment. Té tres congèneres vicariants en altres coves del món: a Austràlia, a les Filipines i a les illes Loyauté, a Nova Caledònia (on, en aquestes darreres illes, encara no ha estat descrit).

Thompsonopia mediterranea Jaume, Fosshagen & Iliffe, 1999, un altre pseudociclopíid, es coneix únicament de la cova de na Mitjana (Capdepera) al litoral

coves de Mallorca habita una segona espècie, encara no descrita formalment. Aquesta espècie, ha estat citada a una cova submarina de Menorca i posteriorment a nombroses cavitats del litoral SE de Mallorca i Cabrera. Com la resta de representants del seu gènere, mostra un cos característicament asimètric, comprimit al costat esquerre, el que fa que l'animal es desplaci sobre el fons tombat en aquest sentit. Les espècies més modificades viuen a fons arenosos litorals, i es suposa que aquesta morfologia tan especial permet als animals no veure's separats del fons per les turbulències provocades per l'onatge. *P. cf. ammophila* és un depredador voraç d'altres copèpodes. Tant *Exumella* com *Paramisophria*

mallorquí, i té dos congèneres al suprabentos d'aigües somes del Japó i de l'Atlàntic oriental.

Finalment, cal esmentar *Stephos vivesi* Jaume, Boxshall & Gràcia, 2008, un estèfid (Stephidae) diminut descrit recentment en coves anquihalines de la costa de Manacor i cova des Coll (Felanitx), a Mallorca, on és una espècie simpàtrica de l'endemisme *S. margalefi* Riera, Vives & Gili, 1991, trobat també en aquestes cavitats (Fig. 18.27). Fou descrita de la part més fonda d'una cova submarina de Capdepera (RIERA *et al.*, 1991), si bé a l'actualitat es coneix d'altres coves anquihalines de la costa i sembla que té una distribució molt més àmplia, si bé circumscrita a les Gimnèsies (obs. pers.). Tot

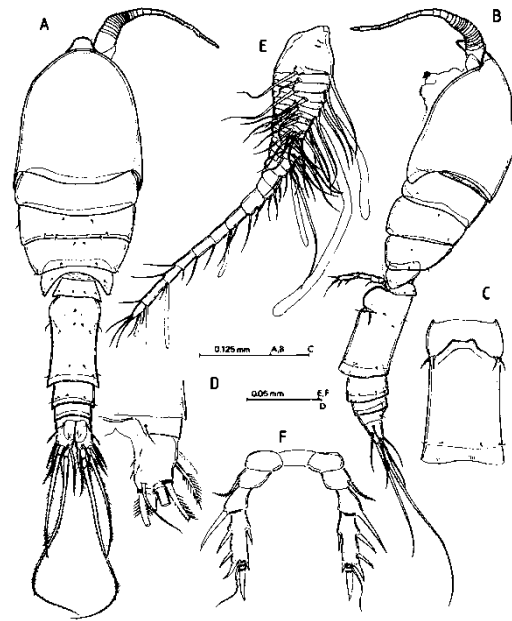


Figura 18.28: *Speleophriopsis balearicus* Jaume & Boxshall, 1996. Vista dorsal i lateral. Espècie de copèpode misofrioid estigobiont i endèmica de les Gimnèsies.

i ser afins, aquestes dues espècies congèneres tenen trets morfològics distintius i difereixen ostensiblement per la mida corporal (JAUME *et al.*, 2008). Tant els pseudociclopíids com els estèfids són detritívors, en contraposició als calanoides predadors esmentats anteriorment.

18.4.7. ORDRE MISOPHRIOIDA

Els primers representants dels misofrioides (Misophrioida), un ordre primitiu de copèpodes, van ser descrits els anys noranta, a partir de material capturat en coves anquihalines de les Balears i de l'Alguer, a Sardenya. Així, *Speleophria gymnesica* Jaume & Boxshall, 1996 i *Speleophriopsis balearicus* Jaume & Boxshall, 1996 (Fig. 18.28) pertanyen a gèneres estrictament cavernícoles amb distribucions disjunctes extremes. Pel que fa al primer, a més de les Balears, es troba a l'Adriàtica, Bermuda, Yucatán, República Dominicana, el nord-oest d' Austràlia i a coves de Gibraltar; i el segon, a Lanzarote, Bermuda i les illes Palau, aquestes darreres al Pacífic occidental. *Speleophria gymnesica* és conegut fins ara de les coves ACD de Cala Varques, del sistema Pirata-Pont-Piqueta (Manacor), de la cova des Coll, a Portocolom (Felanitx) (GRÀCIA *et al.*, 2005, 2006a), del sistema Gleda-Camp des Pou (GRÀCIA *et al.*,

2010a) i d'una altra cova de Menorca. Ocupa les parts més profundes de salinitat marina de les cavitats. A la cova des Coll ha estat capturada únicament a la galeria de les Esponges a salinitat superior al 34 ‰ (GRÀCIA *et al.*, 2005). Al sistema Pirata-Pont-Piqueta s'han capturat molts d'exemplars (incloent-hi mascles, copepodits i nauplis) a profunditats compreses entre 3,5 m i 7 m, que corresponen a salinitats que van de 28 a

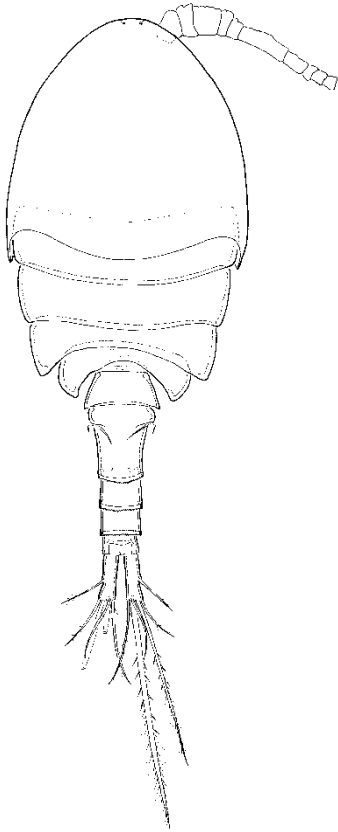


Figura 18.29: *Troglocyclopina balearica* Jaume & Boxshall, 1995, gènere endèmic i monotípic de copepode cyclopínid propi de les coves del Llevant mallorquí i l'arxipèlag de Cabrera.

34 ‰ (GRÀCIA *et al.*, 2006a). *Speleophriopsis balearicus* s'ha citat a Mallorca, Menorca i Cabrera, a vegades en simpatria amb l'espècie *Speleophria gymnesica*. Tant *Speleophria* com *Speleophriopsis* es capturen rarament en tot el seu àmbit de distribució. A la cova des Coll han estat capturades a la sala Tancada (sector del Patatús) en aigües superficials i entre 8 i 23 ‰ de salinitat (GRÀCIA *et al.*, 2005) i a les coves del Drac també s'ha capturat *Speleophriopsis balearicus*.

18.4.8. ORDRE CYCLOPOIDA

Les troballes més rellevants de copepodes ciclopoïdes fan referència a la família dels ciclopiníids (Cyclopinidae), típicament marina, i inclouen dos nous gèneres monotípics, endèmics de les Balears i estigobionts.

Així, en coves de Mallorca i Cabrera s'ha descobert *Troglocyclopina balearica* Jaume & Boxshall, 1996, habitant de les capes menys salabroses, gairebé dolces, d'algunes cavernes anquihalines (Fig. 18.29). És l'únic ciclopiníid conegut que ha penetrat dins aigües continentals, tota la resta són marins. Es tracta d'un copepode de mida petita (ateny sòls 0,3 mm de mida corporal). Es coneix de coves anquihalines de la costa SE de Mallorca, des de

Capdepera fins a Felanitx, així com a dues coves de Cabrera (JAUME & BOXSHALL, 1996a). Ha estat citada al sistema Pirata-Pont-Piqueta a profunditats compreses entre 3,5 m i 7 m, que corresponen a salinitats que van de 17 a 26 ‰ (GRÀCIA *et al.*, 2006a). A la cova Genovesa ha estat localitzada a la columna d'aigua a salinitats d'entre 29 a 36 ‰ que correspon a fondàries entre 8 i 12 m (GRÀCIA *et al.*, 2003b). Malgrat la gran

riquesa faunística d'espècies estigobionts de la cova des Coll, no ha estat citada a l'esmentada cavitat.

D'altra banda, *Ginesia longicaudata* Jaume & Boxshall, 1997 es coneix en un únic llac anquihalí del litoral de Capdepera, a Mallorca; és un dels pocs copèpodes coneguts amb el tegument cobert d'excrecències (Fig. 18.30).

Halicyclops troglodytes Kiefer, 1954 és una espècie d'aigües subterrànies salabroses (Fig. 18.31). És un dels copèpodes més freqüents a les coves anquihalines mallorquines. S'ha citat del sud de França, Sardenya, Grècia i costes del Sàhara, a banda de les Balears. A la cova des Coll, la cova Genovesa i a la cova de s'Abisament s'ha capturat a les capes de menor salinitat, també capturada recentment a les coves del Drac. Espècie d'aigües subterrànies salabroses.

Muceddina multispinosa Jaume & Boxshall, 1996 ha estat citada de cavitats de Sardenya,

Canàries i Balears. S'ha citat de la cova de na Mitjana (Capdepera) i de la cova de sa Llumeta (illa Conillera). *Diacyclops clandestinus* (Kiefer, 1936) és una espècie estigòbia dolçaqüícola de distribució Paleàrtica. A Balears, s'ha citat del medi hiporrèic de sa Calobra, de la cova de les Rodes (Pollença) i de la cova de s'Abisament (Sant Llorenç des Cardassar), aquesta darrera localitat amb aigua salobre (PRETUS, 1991).

18.4.9. ORDRE HARPACTICOIDA

La cova de na Mitjana i la cova de na Barxa (Capdepera), cavitats litorals mallorquines van lliurar, l'any 1997, els primers representants coneguts a la mar Mediterrània de la família dels superornatirèmids (Superornatiremidae), uns copèpodes harpacticoides caracteritzats per mostrar un nombre inusualment elevat d'espines a les

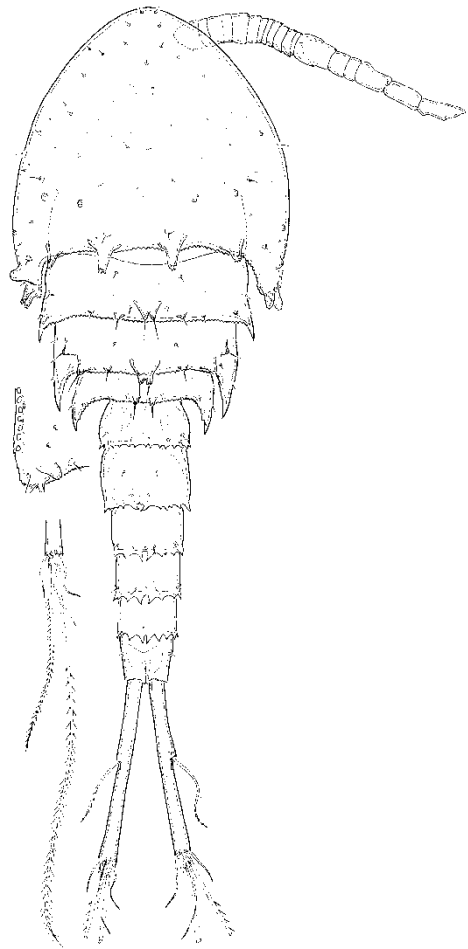
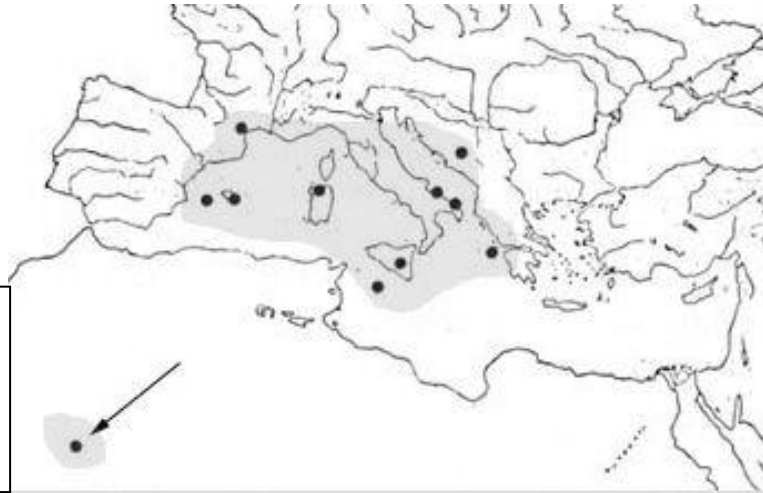


Figura 18.30: *Ginesia longicaudata* Jaume & Boxshall, 1997 es coneix en un únic llac anquihalí del litoral de Capdepera.

Figura 18.31: Distribució de *Halicyclops troglodytes* Kiefer, 1954. Segons G.L.Pesce.



comes. Així, els gèneres *Superornatiremis* i *Intercrusia*, fins aleshores monotípics i restringits a coves anquihalines de Bermuda, tenen cadascun un representant a Mallorca: *Superornatiremis mendai* Jaume, 1997 i *Intercrusia garciai* Jaume, 1997. *S. mendai* ha estat citada de la cova de na Mitjana i de la cova de na Barxa (Fig. 18.33) i *Intercrusia garciai* únicament de la cova de na Mitjana. D'altra banda, *Neoechinophora xoni* Jaume, 1997 (Fig. 18.33) descobert a la mateixa cavitat que les espècies precedents (cova de na Mitjana), pertany a un gènere amfiatlàntic integrat per quatre espècies cavernícoles que es troben a Bermuda i Lanzarote.

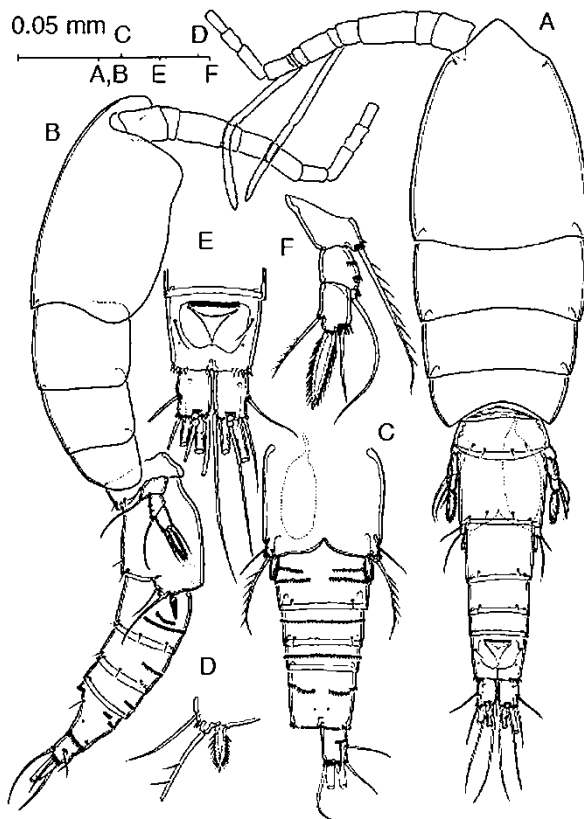


Figura 18.32: *Superornatiremis mendai* Jaume, 1997 ha estat citada únicament de la cova de na Mitjana i de la cova de na Barxa (Capdepera). L'espècie està dedicada a l'espeleòleg Jaume Damians, àlies "El Menda", finat l'any 2008.

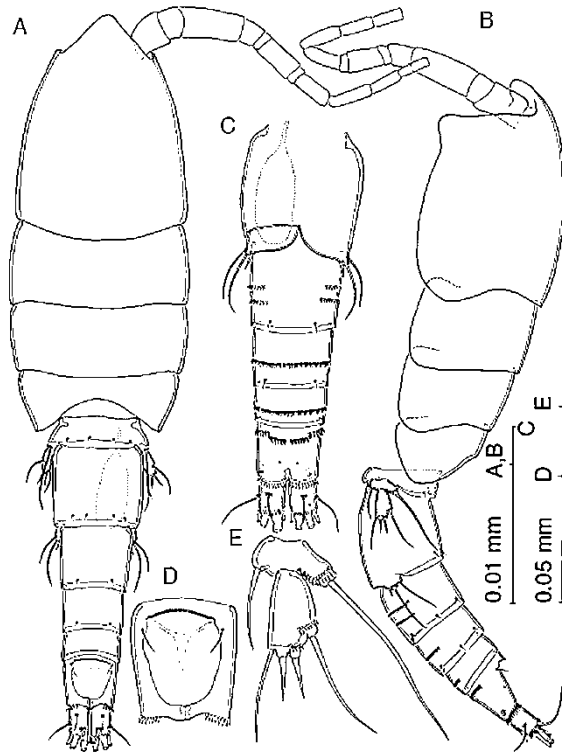


Figura 18.33: *Neoechinophora xoni* Jaume, 1997 espècie trobada únicament a la cova de na Mitjana (Capdepera). L'espècie està dedicada a l'espeleòleg i paleontòleg Joan Pons, àlies "El Xoni", finat l'any 2003.

18.5. Presència d'anguiles

L'anguila (*Anguilla anguilla*) és el peix capaç de penetrar més a l'interior de les cavitats anquihalines mallorquines. Ens l'hem trobada fins a molta distància de la costa. La localitat més llunyana observada és la cova de sa Gleda, que dista quasi 2 quilòmetres de la mar. Han estat observades a distàncies de 900 m a l'interior de la cova des Coll, i també a moltes de les cavitats costaneres. A la cova Genovesa s'ha localitzat al llac d'entrada i especialment a la sala del Pou Negre, a on s'alimenta de les restes orgàniques abocades per l'home dins la cavitat. A es Dolç és també una espècie molt habitual, especialment a les galeries i sales amb més influència de l'abocament de les aigües que provenen de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi (Fig.18.34). La seva presència a les coves ens indica una comunicació directa amb la mar, encara que pot no ésser penetrable per l'home.



Figura 18.34: L'anguila (*Anguilla anguilla*) des Dolç. És l'únic peix completament adaptat a viure a les cavitats subaquàtiques, a més a més és eurihalí. S'ha localitzat fins a les zones més interiors de les cavitats (Foto A. Cirer).

Capítol 19. TROBALLES PALEONTOLÒGIQUES

19.1. Introducció

A partir dels estudis de la senyoreta Bate han estat nombrosos els autors que han aportat informacions sobre materials paleontològics provinents de coves de Mallorca. La naturalesa càrstica de l'illa fa que els nombre de cavitats sigui important i és a les coves on es localitzen la immensa majoria dels depòsits fossilífers (BOVER, 2011). Es tracta d'ambients particularment estables i on s'acumulen sediments, ja sigui d'origen exogen o d'origen del propi interior de la cova. BOVER & ALCOVER (2005) i BOVER (2011) afirmen que pràcticament totes les noves troballes que han permès una nova visió de la fauna vertebrada fòssil balear provenen de coves i altres depòsits càrstics.

A les Balears es poden distingir dos episodis faunístics insulars fonamentals, un d'ells al Miocè mitjà-final (pre-Messinià) i l'altre des del finals del Miocè (Messinià)-inícis del Pliocè, fins al l'Holocè. Aquests episodis corresponen bastant bé als dos apartats en què s'ha dividit el present capítol, això és, en primer lloc, organismes (fòssils) de la roca mare dipositats abans de la formació de la cova i en segon lloc organismes del Quaternari que varen entrar dins les cavitats bé vius o ja només els cossos o els ossos i que es varen sedimentar i preservar al seu interior.

El primer cas, els organismes de la roca mare dipositats abans de la formació de la cova correspon a la sedimentació de les restes a una conca sedimentària, en el nostre cas generalment marina o litoral, i la posterior formació de roques sedimentàries que engloben els fòssils al seu interior. La corrosió, especialment per la mescla d'aigües o per processos hipogènics, a mesura que es forma la cova, ha fet que la roca mare s'hagi dissolt amb més intensitat que les restes. Així, els fòssils van sobresurtin de les parets o sostres a mesura que el buit que és la cavitat s'incrementa. Fins i tot el fòssils cauen al terra nets de la matriu que els amagava.

En segon cas, els organismes del Quaternari que varen entrar dins les cavitats corresponen a que les coves actuen com a trampes de sediment i que a més a més preserven les restes al seu interior. En alguns jaciments encara es troben els ossos en superfície i a altres casos s'ha format una bretxa ossífera que pot haver omplert per complet la cova, sovint amb alternança de capes de colades estalagmítiques.

19.2. Organismes de la roca mare dipositats abans de la formació de la cova

La corrosió de l'aigua pot produir que materials fòssils que estaven continguts dins de la unitat geològica on està excavada la cova es facin visibles o que, fins i tot, es desprenguin i caiguin al sediment del trespol.

Segons BOVER (2011) a Mallorca, aquest primer episodi faunístic, del Miocè mitjà-final (pre-Messinià), està representat per la fauna de Santa Margalida-Sant Llorenç (MEIN & ADROVER, 1982; ADROVER *et al.*, 1985). Aquesta fauna inclou un lagomorf de la família dels ocotònids (*Gymnesicolagus gelaberti*) i 3 rosegadors de la família dels glírids (*Carbomys sacaresi*, *Margaritamys llulli* i *Peridyromys ordinasi*) (MEIN & ADROVER, 1982; ADROVER *et al.*, 1985).

L'exploració en temps recents de cavitats subaquàtiques de la plataforma miocènica de l'est de Mallorca ha permès el descobriment d'altres jaciments pre-Messinians (del Miocè superior) de vertebrats, tals com cova de Cala Varques B (GRÀCIA *et al.*, 2000), la cova des Coll (GRÀCIA *et al.*, 2005) i el sistema Pirata-Pont-Piqueta (GRÀCIA *et al.*, 2006a). A aquestes coves s'han trobat restes de tortugues terrestres de gran mida (*Geochelone/Cheirogaster* sp), així com restes de tortugues d'aigües salobroses (*Trionyx* sp). També s'han localitzat grans ossos de cetacis, possiblement catxalots i dofins (inèdit). Les dents i vèrtebres de peixos són també relativament freqüents.

Els invertebrats marins són molt abundants i sobresurten en gran quantitat a la roca mare de moltes de les cavitats, especialment equinoderms, gasteròpodes i bivalves. En algun cas es troben mol·luscs terrestres. Realment, qualsevol de les coves s'han de considerar jaciments fòssils per l'elevada presència de restes d'organismes que formen part de la roca que conté la cavitat. Les bioturbacions en ocasions formen jaciments espectaculars, com és el cas des Dolç (GRÀCIA *et al.*, 2014) i especialment la cova des Pas de Vallgornera (MULET, 2014).

COVA DES COLL (Felanitx)

Aquesta cavitat, amb gran abundància de morfologies de corrosió, va esser la primera cova subaquàtica a on es varen localitzar fòssils de vertebrats sota les aigües. Els processos de dissolució de la roca calcària, a mesura que es formava la cavitat van anar descobrint i alliberant les restes d'essers vius del passat, especialment corresponents a ambients de lagoon dels esculls miocènics.

S'han trobat restes de tortugues terrestres de gran mida (*Geochelone/Cheirogaster* sp), així com ossos de tortugues del gènere *Trionyx* sp. Aquest darrer gènere habita en ambients d'aigua salobre i en el litoral. L'indret més allunyat amb fauna miocena han estat les galeries de la Mare de Déu (sector dels

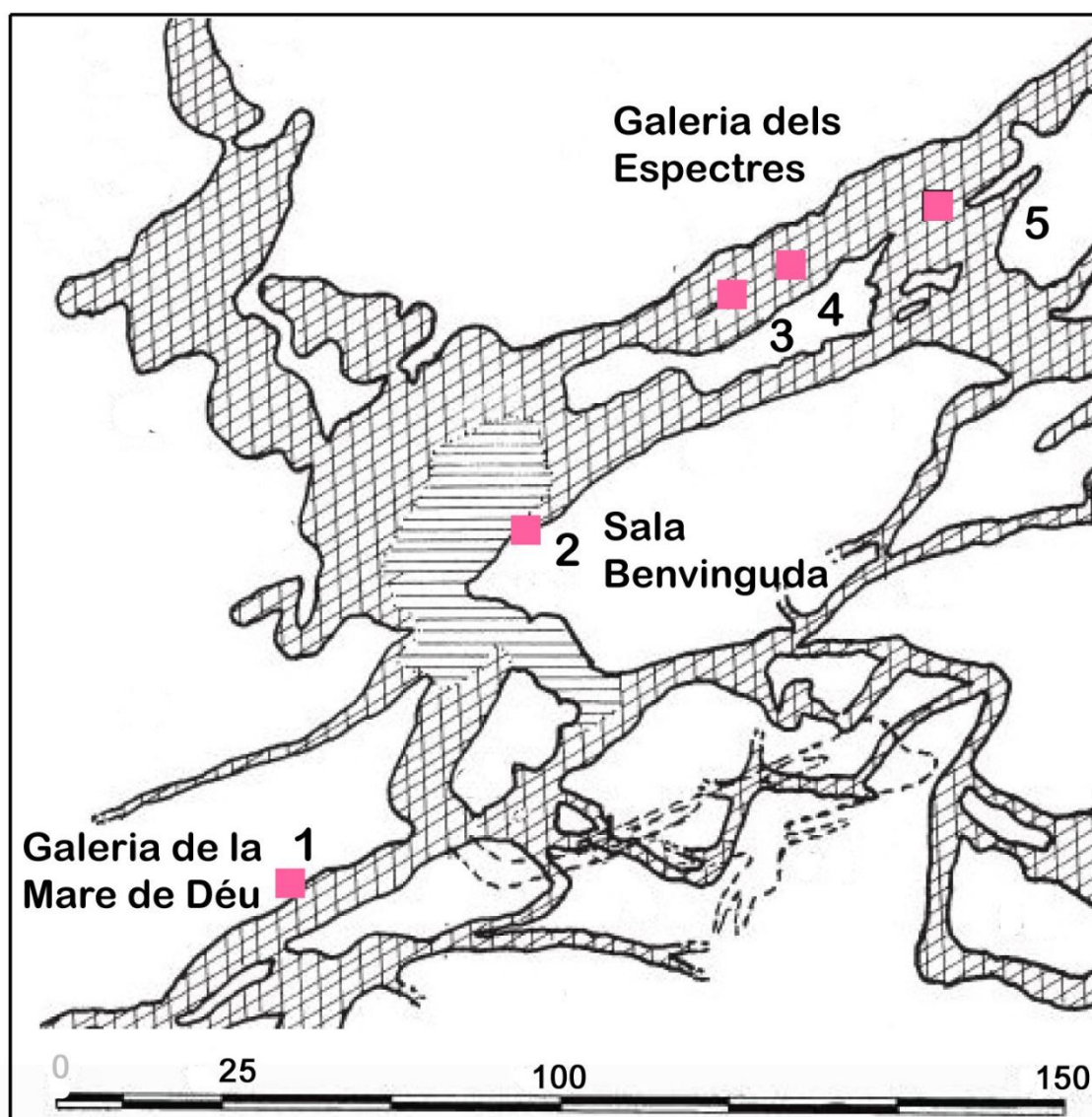


Figura 19.1: Situació dels fòssils de vertebrats del Miocè superior dins algunes galeries de la cavitat. Es tracta d'una fàcies que pertany al lagoon.



Figura 19.2: Vèrtebres de tortuga de poc menys de 20 cm de llargària i a punt de caure pels processos de descalcificació diferencial a les parets de la sala Benvinguda. Foto M. A. Perelló.

Autèntics). A una de les parets, a uns -5 m de fondària, aflora la part més propera al cap d'una closca de *Trionyx* sp. en posició invertida, d'uns 60 cm d'amplària.

En la paret de la sala Benvinguda més propera a la galeria de les Esponges, entre -2 i -4 m es troben

vèrtebres en molt bon estat (Figs. 19.1 i 19.2). A la galeria dels Espectres, del mateix sector es localitzen al terra, sota una capa de sediment, la closca d'una altra tortuga fòssil, així com vèrtebres i altres ossos a -4,5 m (Fig 19.4).

L'espècie del gènere *Geochelone* abans *Cheirogaster*, trobada a la cavitat podria tractar-se dels avantpassats de l'espècie Pliocena *Geochelone gymnesica*, descrita a Menorca l'any 1914. Es tracta d'un gènere de tortugues gegants insulars fòssils (Fig. 19.6).

La descoberta més espectacular (Figs. 19.3 i 19.5) ha estat la troballa del maxil·lar i del crani d'un delfí al sostre de la galeria dels Espectres, a on comunica amb la galeria de les Esponges, a uns -5 m de fondària. Al revisar els sediments solts del terra, sota el fòssil, als -8 m va aparèixer, en dues parts, gran part del maxil·lar, que es correspon amb la part que es troba dalt, encara englobat dins la roca mare. Està encara pendent d'una descripció formal.

S'ha de pensar que es tracta de fòssils que es depositaren a la cavitat amb la sedimentació del materials que formen la roca a on es va formar la cova. S'han anat descobrint i aflorant per les parets i sostres gràcies a la corrosió diferencial que ha afectat en més mesura a la roca que envoltava els fòssils que a ells mateixos. D'aquesta manera, conforme el buit es fa gran, van sobresortint fins que en ocasions cauen pel seu propi pes al terra i poden quedar enterrats pels sediment.



Figura 19.3: Part del crani d'un dofí del Miocè superior, pendent de determinar a nivell específic, al sostre de la galeria dels Espectres. Aquests fòssils han anat quedant alliberats de la roca que els envoltava a mesura que la corrosió de les aigües ha avançat. (Foto M. A. Perelló).

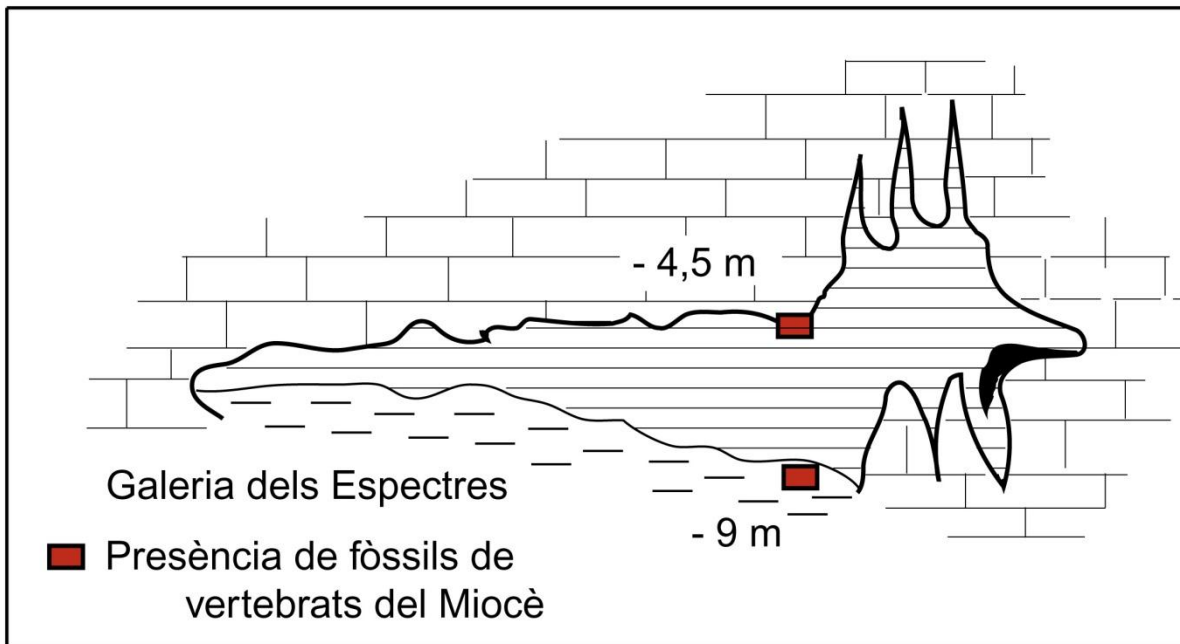


Figura 19.4: En ocasions, al terra i ocults per sediments, es poden trobar els ossos que han caigut del sostre a mesura que s'han alliberat de la roca mare.



Figura 19.5: Maxil·lar de delfí recuperat del terra i parcialment recobert de sediments a la galeria dels Espectres (cova des Coll). Fotos P. Bover.



Figura 19.6: Closca de tortuga *Tryonix* en posició invertida a les galeries de la Mare de Déu. L'amplària és de devers 60 cm. Fotos P. Gracia i F. Gràcia.

SISTEMA PIRATA - PONT - PIQUETA (Manacor)

S'han localitzat ossos fossilitzats de cetacis aquàtics de gran mida, especialment costelles i vèrtebres. Pertanyen a espècies del Miocè superior. S'han localitzat a poca fondària, a indrets que no anomenam per raons de seguretat. Com és habitual, s'han anat alliberant de la roca que els envolta per la corrosió diferencial (Fig. 19.7).



Figura 19.7: Fòssils de cetacis, d'uns 50 cm de longitud. Foto P. Gràcia.

COVA DEN BASSOL, COVA DE CALA VARQUES B, COVA GENOVESA

Al sífó dels Somnis de la cova d'en Bassol va aparèixer, gràcies a l'acció de corrosió diferencial de l'aigua, una dent fòssil del tauró de l'espècie *Oxyrhina hastalis* Agassiz, 1843 (det. D. Vicens). Les dimensions són remarcables: es tracta d'una dent central del maxil·lar superior, a la qual li falta l'arrel. Pertanyia a un tauró de gran talla, característic del Neogen, que moltes de vegades es presenta associat amb *Carcharodon megalodon* (BAUZA, 1947). A Mallorca aquest fòssil es troba majoritàriament al Miocè postorogènic (GOMEZ LLUECA, 1919; BAUZA, 1947). Es va trobar incrustat a la roca calcària i sobresortia gran part de la peça pel fet d'haver-se dissolt la roca que l'envoltava. Aquestes morfologies denoten condicions de dissolució intensa en regim freàtic, però no es veu afectada més que una franja vertical de pocs metres, ja que els espeleotemes del sífó estan en perfecte estat de conservació.

A la cova de Cala Varques B s'ha trobat una dent del tauró de l'espècie *Odontaspis cuspidata* (det. D. Vicens, Fig. 19.1.8). Són dents fòssils abundants en el Miocè (BAUZA, 1946), més grans que les dents

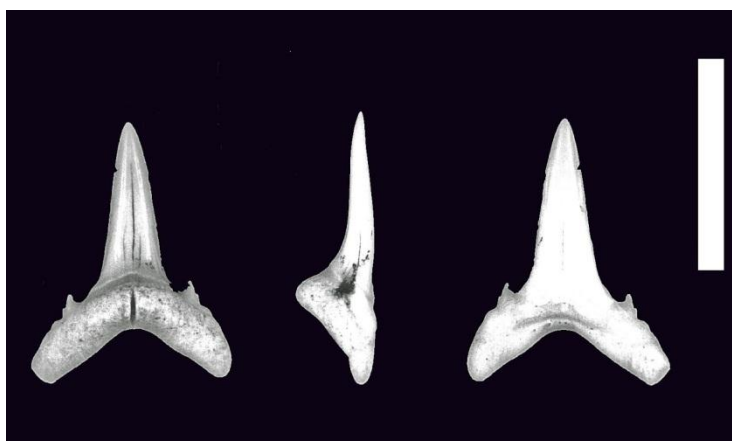


Figura 19.8: Dent del tauró de l'espècie *Odontaspis cuspidata*.

d'*Odontaspis taurus* del Pliocè del Baix Llobregat (MAÑÉ *et al.*, 1996), si bé la morfologia és la mateixa. D'aquesta mateixa edat, i també sobresortit de la paret per la corrosió de la roca, s'han trobat ossos de tortuga.

A la cova Genovesa s'han recuperat principalment dents de taurons (*Odontaspis cuspidata*, *Oxyrhina hastalis*), vèrtebres de peix (sala GNM) i s'observen gran quantitat d'exemplars de boga-marins i mol·luscs (especialment a la sala GNM i a la galeria dels Myotragus). S'ha de reiterar que gairebé la major part de cavitats subaquàtiques presenten en major a menor mesura fòssils per les parets i sostres que no es trobin recoberts d'espeleotemes que els oculten. Per la qual cosa es podrien considerar jaciments paleontològics.

COVA DES PAS DE VALLGORNERA (Llucmajor)

Són molt abundants els equinoderms i mol·luscs a les parets i sostres de les galeries, de les quals en ocasions sobresurten per corrosió diferencial, especialment els equinoderms. També s'observen algunes dents, vèrtebres i ossos de peixos a alguns indrets. A les parets del sector Gran Canyó Subaquàtic destaquen les grans acumulacions de bioturbacions produïts per decàpodes (Fig.19.9). Corresponen a una intensa activitat d'organismes excavadors en els antics sediments, que generaren galeries, pistes o rastres que queden convertits en pedra i preservats. Són també coneguts amb el nom d'icnofòssil o icnita. Són per tant els túnels excavats per crustacis en el sediment marí que ens informen de la relació dinàmica que presentava l'espècie amb l'entorn. Sembla que corresponen a situacions de bancs d'arenes en condicions d'energia importants associats a ambients d'estuaris o medi marí sublitoral i poca fondària.



Figura 19.9: Pareds del sector Gran Canyó Subaquàtic, a on les bioturbacions adquireixen en alguns indrets gran espectacularitat i recorden per la seva forma acumulacions de coralls molt ramificats. Amplària capturada per la foto superior, entre 2 i 3 m. Fotos G. Mulet.

ES DOLÇ (SES SALINES)

Les mostres de roca de les parets que formen es Dolç ha subministrat molta informació del Pliocè i Pleistocè (FORNÓS *et al.*, 2013):

a) Entre els -19 i -22,5 m de fondària, presenten forta bioturbació per crustacis que correspon a un ambient marí molt litoral. Contenen gasteròpodes, bivalves, equinoïdeus, ostràcodes (*Cyprideis torosa*, cf. *Aurila* sp.), foraminífers bentolitorals (*Ammonia* sp., *Cibicides* sp., Miliòlids) i crustacis (fragments de quelípodes de crancs).

b) Entre els -18 i -19 m són calcarenites amb petits nivells de margues, pròpies d'un ambient més restringit i poc enèrgic (augment de la presència de *Cyprideis* i *Ammonia*) tipus albufera. Bivalves de la família Cardiidae (*Cerastoderma* sp., *Acanthocardia* sp.) i Hydrobiidae, i força

abundància de l'ostràcode *C. torosa* i del foraminífer bentolitoral *Ammonia beccarii*. (Fig. 19.10).

c) Les arenes eòliques i paleosòls (entre +2 i +9,8 i -18 m, amb una potència compresa entre 20 i 27,8 m) que correspondrien ja a un ambient d'acumulacions de platja alta i retoc eòlic amb



Figura 19.10: Fòssils pliocens de *Cerastoderma* propis d'ambient d'albufera situats entre -18 i -19 m per davall del nivell freàtic. Foto F. Gràcia.

closques transportades del litoral pel vent. Presenten alguns dipòsits locals de llims vermells que inclou caragols terrestres de l'espècie *Rumina decollata* var. *maxima* i cf. *Iberellus*. L'espècie *R. decollata*, de significació càlida, és un tàxon present als nivells del Pleistocè inferior de les Illes Balears. A l'esfondrat, just a l'entrada a la galeria de les Anguiles, es localitza una calcarenita situada entre -3 i -6 m, amb còdols plans pròpia d'un ambient molt litoral bioturbat, possiblement una albufera. Aquests dipòsits contenen bivalves Cardiidae (*Acanthocardia* sp., cf. *Cerastoderma* sp.), ostrèids (*Ostrea* sp.), petits gasteròpodes (cf. Hydrobiidae), l'ostràcode *C. torosa* (de forma monoespecífica i molt abundant), foraminífers bentolitorals (*A. beccarii* molt abundants, rars *Elphidium crispum*, *Cibicides* sp. i Miliòlids).

19.3. Organismes del Quaternari que varen entrar dins les cavitats

El coneixement del segon episodi faunístic, des del finals del Miocè (Messinià)-inícis del Pliocè fins al l'Holocè, ha crescut notablement gràcies a les troballes dels darrers 20 anys. Des de mitjans dels 90 s'han excavat diversos jaciments mallorquins que han donat llum a parts importants de la història evolutiva de *Myotragus* i de la seva fauna acompanyant. Totes aquestes noves excavacions han estat impulsades per la realització de fins a tres tesis doctorals sobre aspectes paleontològics i zooarqueològics dins del context geogràfic de les Gimnèsies (SEGUÍ, 1998; BOVER, 2004; RAMIS, 2006) i per l'exploració sistemàtica de les cavitats balears. A l'illa de Mallorca, els descobriments realitzats al caló d'en Rafelino i al jaciment de na Burguesa han permès identificar una sèrie de vertebrats terrestres que no es troben als jaciments de cronologia posterior. Tot el conjunt de vertebrats formaria una representació dels tàxons animals que colonitzaren les Balears possiblement durant la crisi messiniana. Aquests aconseguiren superar els filtres migratoris que suposa la presència d'un desert salí entre el continent i les illes. Aquesta fauna es va establir a l'illa iniciant-se el procés evolutiu en condicions d'insularitat. Posteriorment, en un moment indeterminat del Pliocè inferior, només tres mamífers (*Myotragus*, *Hypnomys* i *Nesiotites*) i diversos rèptils varen sobreviure a Mallorca. Finalment *Myotragus*, *Hypnomys*, *Nesiotites*, *Podarcis* i *Alytes* sobreviuran a l'illa fins que els tres mamífers s'extingeixen fa poc més de 4000 anys, coincidint amb l'arribada dels primers pobladors humans a l'illa.

Segons BOVER (2004) hi distingeix tres tipologies d'excavacions a partir de les peculiaritats dels jaciments paleontològics. En primer lloc les excavacions tipus 1, que corresponen a les tradicionals, és a dir, l'excavació sistemàtica del pis de les coves a on es troba el jaciment. Les que s'han realitzat a la cova Estreta (Pollença) i a la cova des Moro (Manacor) són bons exemples.

En segon lloc les excavacions de jaciments de tipus 2, que serien les que es realitzen en bretxes càrstiques, és a dir, dins el reompliment d'antigues cavitats actualment desmantellades per l'erosió. La pedrera de s'Ònix (Manacor), el jaciment des cap Farrutx (Artà), cala Morlanda (Manacor) i el jaciment de na Burguesa (Calvià) en serien exemples importants. La duresa de les bretxes fa que els fòssils s'hagin d'extreure englobats en la seva matriu en blocs de mida transportable. L'extracció es realitza seguint unitats estratigràfiques si és possible. S'utilitzen martells de geòleg,

escarpres de mida variable i altra maquinària pesada (discs de tallar pedra) si la proximitat del jaciment ho permet i la duresa de la bretxa ho requereix. Una vegada obtingut el bloc que engloba les restes fòssils, es transporta al laboratori on passarà per un tractament químic i físic. S'alterna la consolidació de les restes fòssils amb paraloid B-67 (al 7%), la immersió dins una dissolució d'àcid acètic al 10% durant unes 48 hores, la immersió dins aigua clara entre 5-7 dies, l'assecat dels materials i l'ús de microfiliberquins. Com que només es retira part de la matriu calcària que envolta a l'os, el procés s'ha de repetir totes les vegades que es necessitin per a obtenir el fòssil. L'àcid acètic és l'idoni per a recuperar ossos englobats en matriu calcària, degut a que ataca el carbonat de càlcic de la matriu respectant el fosfat càlcic dels ossos.

El tercer lloc, correspon als jaciments de fòssils submergits, que es troben dins cavitats litorals amb continuacions subaquàtiques, com és el cas de la cova de Cala Varques B (Manacor), la font de ses Aiguades (Alcúdia), la cova Genovesa (Manacor) i la cova des Pas de Vallgornera (GRÀCIA *et al.*, 2000; 2001d; 2003b; 2009a). Aquestes troballes corresponen a fòssils que varen entrar en condicions vadoses al llarg de pulsacions fredes del Quaternari i posteriorment, la pujada del nivell marí ha deixat inundades les galeries i sales i ara resten sota les aigües. Són per tant evidències de les oscil·lacions glacioeustàtiques. Generalment es tracta de la fauna de *Myotragus* i altres vertebrats acompanyants.

Les exploracions dutes a terme per espeleobussejadors del Grup Nord de Mallorca han ocasionat una sèrie d'interessants descobriments. L'any 2000 es varen trobar per primera vegada restes de vertebrats quaternaris a l'interior de galeries totalment negades. Aquests individus haurien entrat a la cova en un moment de pulsació climàtica freda durant el qual el nivell de la mar estaria per davall de l'alçada del pis de la cova, o com a mínim, de les galeries actualment submergides. La primera evidència d'aquest fenomen va ser la troballa d'una mandíbula de *Myotragus balearicus* a l'interior de la cova de Cala Varques B (GRÀCIA *et al.*, 2000). Posteriorment, un esquelet quasi complet en posició anatòmica de la mateixa espècie va ser trobat durant les tasques d'exploració de la font de ses Aiguades (GRÀCIA *et al.*, 2001d), al terme d'Alcúdia. La troballa més important és la localització de nombroses restes d'almenys 40 individus de *M. balearicus* a diverses galeries submergides de la cova Genovesa (GRÀCIA *et al.*, 2003b, BOVER, 2004), situada també al municipi de Manacor. Les informacions obtingudes a partir d'aquests jaciments estan relacionades amb el comportament de l'espècie. Algunes de les restes estan localitzades a zones llunyanes respecte a l'entrada

actual de la cova i no sembla que els individus haguessin accedit per una altra entrada actualment col·lapsada. Així, tal com també es demostra en altres jaciments on s'hi ha localitzat gran nombre de restes, *M. balearicus* tenia preferència per freqüentar les cavitats de les illes.

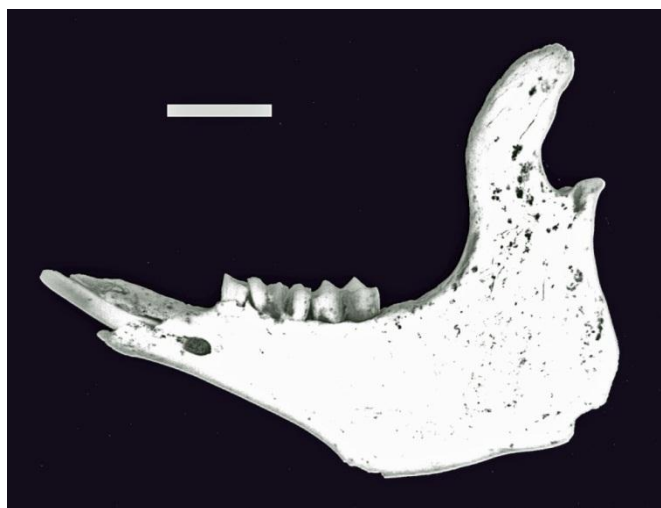
L'aigua que envolta aquests ossos presenta una salinitat variable, ja que segons la fondària a on es troben poden estar gairebé dins aigua marina o bé submergits a una franja d'aigua de baixa salinitat. Aquest fet condiciona el posterior tractament dels fòssils una vegada recuperats. L'extracció dels materials provinents d'aquests tipus de jaciments és particularment singular. S'ha de pensar que sovint, per accedir als indrets de les cavitats submergides a on es troben els fòssils s'han de superar passos estrets i altres dificultats. A més a més, amb material de busseig pesat i voluminós que dificulta la tasca. A la cova Genovesa, jaciment més important, es varen retirar els ossos superficials i molt accessibles als espeleobussejadors que freqüenten la cavitat per evitar l'espoli o la destrucció, ja que es troben normalment en un estat molt descalcificat i fràgil. Abans de realitzar l'extracció dels ossos s'ha de tenir feta la topografia de la cavitat per poder situar els fòssils recuperats i numerats. S'ha de documentar mitjançant fotografies i filmació els exemplars. També es va fer un etiquetatge dels diferents indrets on es trobaven fòssils dins la cova. L'extracció dels ossos es va realitzar amb l'ajuda de caixons de plàstic folrats amb espuma i llastrats amb 1 o 2 kg de plom, per a què els bussejadors els poguessin dirigir amb major facilitat. Els espeleobussejadors recol·lectaven el material amb molta cura i l'etiquetaven. Es van deixar al lloc els ossos més amagats o menys exposats a la destrucció o sostracció. Els ossos es varen transportar dins els caixons sempre mantenint les seves condicions d'humitat. Una vegada al laboratori, els ossos varen passar per un procés de dessalinització mitjançant immersions progressives dins mescles d'aigua desionitzada i aigua salada, amb cada vegada una major proporció d'aigua desionitzada, fins una darrera immersió, amb només aigua d'aquest tipus. L'assecat de les mostres es va realitzar totalment a les fosques, dins armaris, i tapant les cubetes amb paper film i deixant a l'interior un petit recipient amb aigua, per tal d'evitar un assecat excessivament ràpid. D'aquesta forma s'evita que es formin esquerdes als ossos degut a l'evaporació massa ràpida de l'aigua continguda a l'os. Una vegada eixuts, es varen consolidar aquells ossos que semblaven estar en un estat de conservació més dolent (BOVER, 2004).

COVA DE CALA VARQUES B

El material fòssil quaternari recol·lectat (GRÀCIA *et al.*, 2000) és una mandíbula esquerra juvenívola de *Myotragus balearicus* MNIB68321, trobada a la galeria de les Tortugues, a uns 100 m a l'interior i a 15 m de fondària sota l'aigua (Fig. 19.11). La mandíbula presenta el dP₃, dP₄, M₁ totalment erupcionats (dP₃ i dP₄, bastant desgastats) i dL₂ (BOVER & ALCOVER, 1999) amb poc desgast, cosa que indica que la seva erupció de la dent ha finalitzat recentment. S'observa també, l'alvèol per a la dL₂ o dC, restes de l'alvèol de la dL₂, i s'ha iniciat l'obertura prop de la base de la branca mandibular per a la sortida del M₂, la qual es pot observar a l'interior de la mandíbula. En aquest exemplar podem observar també, la deformació provocada pel creixement

dels molars al marge ventral del cos mandibular. La nomenclatura emprada està obtinguda de BOVER & ALCOVER (1999).

Figura 19.11: Mandíbula esquerra juvenívola de *Myotragus balearicus* trobada a la galeria de les Tortugues, a uns 100 m a l'interior i a 15 m de fondària sota l'aigua.



FONT DE SES AIGUADES (ALCÚDIA)

A la galeria del *Myotragus* es va localitzar sobre un bloc, un esquelet de *Myotragus balearicus* (Fig. 19.12). La cova va actuar com a trampa natural, on caigué aquest exemplar. La cavitat en aquella època estaria en sec, durant la darrera glaciació quaternària, o bé en un cicle fred dintre d'un període interglaciari. L'animal no es va matar del cop rebut, ja que es pogué desplaçar de la vertical de caiguda, i degué morir d'inanició a 26 m de distància de l'entrada, possiblement malferit i en situació d'un fort estrès (GRÀCIA *et al.*, 2001d). Probablement sota el con d'enderrocs es troben molts altres restes paleontològics, de fet hi ha ossos d'animals domèstics i troncs d'arbres, que no poden caure actualment degut a la caseta del pou, aquests darrers, donades les característiques químiques de l'aigua salada es podem mantenir molt de temps sense



Figura 19.12: Esquelet de *Myotragus balearicus* en connexió anatòmica. Font de ses Aiguades (Foto P. Gracia).

descompondre's. L'endèmic es troba en connexió anatòmica, faltant-hi el crani i les mandíbules que per la forma rodona degué rodolar i caure dins un crui o dins un forat entre pedres, sense haver estat possible la seva recuperació, encara que es troba gran part de l'esquelet postcranial. Per la gran quantitat d'anys que ha estat submergit, els ossos es troben en un molt mal estat de conservació, parcialment descalcificats, havent-hi recuperat només els més robusts que van necessitar una consolidació ràpida per evitar la seva desintegració. Per

aquest motiu no s'ha procedit a la recuperació de la resta del material. Prèviament a l'extracció es va fotografiar el conjunt per documentar la disposició original de l'esquelet. Aquest material ha estat dipositat a la col·lecció del Museu de la Naturalesa de les Illes Balears, amb número de col·lecció MNIB 64728. La seva presència a més de l'evident interès paleontològic, ens proporciona la prova que la cavitat ha estat oberta de forma natural milers d'anys abans de l'arribada de l'home a Mallorca i no com a conseqüència d'una acció antròpica relacionada amb la recerca d'aigua.

COVA DES PAS DE VALLGORNERA (LLUCMAJOR)

A les galeries i sales sotaiguades de la cova s'han trobat a dues localitats restes del vertebrat endèmic extint *Hypnomys morpheus* o fins i tot podria tractar-se de l'espècie prèvia *H. onicensis* (Fig. 19.13), per la qual cosa hem optat per *Hypnomys* sp. Abans de l'arribada dels humans a Mallorca, Menorca i Cabrera hi vivia aquesta espècie de rata cellarda que no es trobava enlloc més arreu del món (ALCOVER *et al.*, 2000). Va

ser descrita per Miss Dorothea Minola Bate el 1918. Era més grossa que la rata cellarda actual de les Gimnèsies (introduïda pels humans en època prehistòrica). La llargària del seu cap i cos se situava entorn dels 17-18 cm i el seu pes era d'uns 250 g. Al llarg de la seva evolució no varen canviar gaire, sembla que només varen incrementar lleugerament la talla corporal i modificaren un poc la seva dentició. Es va extingir després de l'arribada dels humans. El seu depredador principal era l'òliba gegant, *Tyto balearica*. La primera localitat de les galeries inundades a on s'han descobert restes òssies és a prop d'una sala aèria del sector de les Grans Sales, a una fondària de -3,5 m. Són restes sense connexió anatòmica i en mal estat de conservació. La segona localitat és troba al bell mig del llac de na Gemma (sector de les Noves Extensions), a una fondària de -3 m i coberts parcialment per una capa de colada estalagmítica que ha cimentat i consolidat les restes al llarg d'una pulsació climàtica freda, per posteriorment pujar el nivell de la mar i de les aigües freàtiques i deixar les restes sota l'aigua. Són restes òssies que es troben en bon estat i en connexió anatòmica, fet que li atorga un valor afegit.



Figura 19.13: Esquelet d'*Hypnomys* sp. en posició anatòmica i parcialment concrecionat per colada pavimentària. (Foto M.A. Perelló).

COVA GENOVESA (MANACOR)

A la part submergida s'han trobat nombroses restes de *Myotragus balearicus* (Figs. 19.14, 19.15, 19.16, 19.17). La quantitat de restes esquelètiques trobades en superfície resulta important i les que s'observen a la petita cambra lateral de la galeria dels *Myotragus* és només comparable pel que fa a l'espectacularitat dels materials a la galeria 4 de la cova Estreta (Pollença, ENCINAS & ALCOVER, 1997). Possiblement, la cova Genovesa és un dels jaciments més importants pel que fa al nombre d'exemplars d'aquesta espècie, si es compara amb jaciments que han lliurat més ossos de Mallorca com la cova de Muleta (Sóller, WALDREN, 1982), la cova des Moro (Manacor, BOVER & RAMIS, 2001), el bufador de Son Berenguer (Santa Maria, CUERDA, 1966) o amb jaciments de Menorca com la cova C-2 (Ciutadella, SEGUÍ *et al.*, 1998).

Les troballes efectuades de material osteològic provenen possiblement de les darreres pulsacions de la glaciació Würm, al llarg de la qual el nivell de la mar i de les aigües subterrànies varen estar molt més baixes que les actuals i les galeries estarien en sec, totalment o parcial, la qual cosa permetria l'accés del caprí endèmic a zones internes de la cova, actualment inundades. S'ha fet l'estudi de la distribució espacial d'una gran quantitat d'exemplars del caprí *Myotragus balearicus* en diferents llocs de la



Figura 19.14: Crani i altres ossos del postcranial de la galeria dels *Myotragus* entre -12 i -13 m de profunditat. Els ossos que quedaven protegits per blocs no han estat coberts pel sediment carbonatat superficial (Foto P. Gracia).

cavitat, alguns situats a punts molts distants des de l'entrada que ocasiona paradoxes males d'explicar en el cas de què la cova només tingués la boca actual. S'han trobat restes d'un individu de *Myotragus* a uns 400 m de l'entrada actual. Aquesta distància fa pensar en què l'animal entrés per una boca actualment tapada o reblida.



Figura 19.15: Crani, mandíbula i altres ossos de la galeria dels *Myotragus*, trobats sota un gran bloc caigut del sostre, a -11 m de fondària. Per poder accedir als ossos es van haver de retirar algunes pedres (Foto P. Gracia).

Els primers exemplars que s'han localitzat es troben a la galeria dels *Myotragus*, entre 60 i 70 m d'iniciat el busseig (entre 162 i 172 m a l'interior de la cavitat si se comptabilitza la part actualment terrestre). La major densitat es troba entre els 100 i 145 m de galeria subaquàtica (202 i 247 m totals), principalment a l'interior d'una cambra de dissolució circular de poca alçària, situada a un lateral de la galeria dels *Myotragus*. La disposició dels exemplars indica que varen morir *in situ* i no per un corrent d'aigua que transportés els ossos a l'interior de la cavitat. Fora de la cambra els exemplars es troben en molts casos coberts per blocs caiguts amb posterioritat (Fig. 19.17).

El fet de què molts de restes de *Myotragus* estaven situats superficialment va fer que es demanàs al Consell de Mallorca un permís d'extracció de les restes fòssils. S'ha intentar evitar la seva degradació, especialment el possible espoli i/o destrucció per part d'altres bussejadors poc respectuosos. També resultava interessant el fet de què hagués la possibilitat de trobar individus articulats. Per aquest motiu el GNM, sota la supervisió d'investigadors de l'IMEDEA, va presentar un projecte d'extracció dels materials. Fins a la data, no s'havia realitzat una tasca d'excavació paleontològica en aquestes condicions. El fet de ser materials que durant milers d'anys han estat submergits en aigua de salinitat quasi marina, provoca que el seu estat de conservació sigui

extremadament delicat (BOVER *et al.*, 2007). A més, s'ha de dir que no es tracta d'una excavació convencional, ja que només poden realitzar les tasques d'extracció espeleobussejadors i només recol·lectant el material superficial, ja que intentar exhumar del fang qualsevol os implica la pèrdua de visibilitat, i la més que possible destrucció de l'os. Diversos intents de fer una petita cala al sediment del trespol ha demostrat que hi ha un nombre elevat d'ossos enterrats, i que la troballa no es limita als ossos superficials visibles i per tant el jaciment no està esgotat. S'ha de dir també que els ossos que es poden veure, possiblement no han estat tapats per sediments carbonatats rics en calcita (probablement producte de la dissolució de la roca) gràcies a la presència de blocs que han evitat que els ossos siguin coberts per una fina capa de sediment blanquinós. Això fa que molts dels ossos que es poden observar estiguin dins cruïes o a llocs de difícils accés per als bussejadors.

Abans de l'extracció sistemàtica de les restes de *Myotragus balearicus* de la

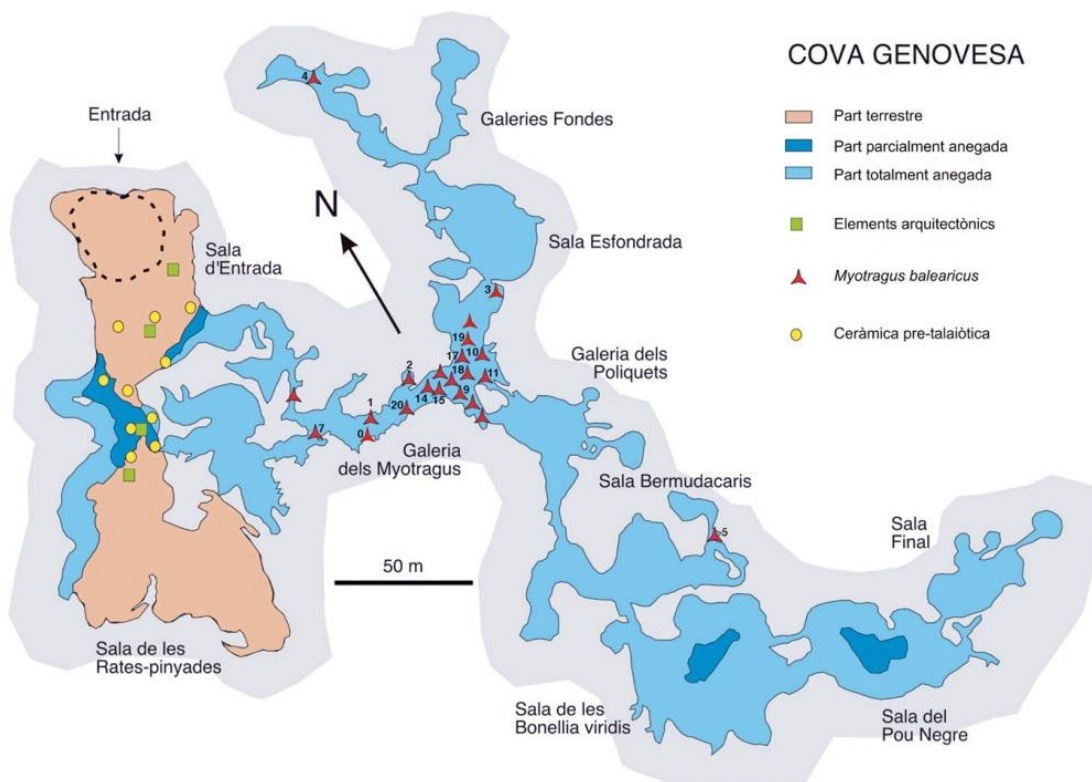


Figura 19.16: Distribució dels exemplars de *Myotragus balearicus*. Els fòssils del vertebrat endèmic es localitzen a tres zones de la cavitat i dues d'elles són indicadores de la presència d'altres entrades actualment impracticables. La major densitat es troba entre els 100 i 145 m des de l'inici de les galeries subaquàtiques (a 202 i 247 m totals des de l'entrada de la cavitat). S'han trobat restes d'un individu de *Myotragus* a uns 400 m de l'entrada actual. Aquesta distància fa pensar en què l'animal entrés per una boca actualment tapada o reblida. El nombre mínim d'individus comptabilitzats a tota la cavitat és de 51. Els números indiquen les localitzacions.



Figures 19.17: Foto superior: Vista general de la saleta, cambra circular de dissolució, de poca alçària, situada a un lateral de la galeria dels *Myotragus* (a uns 200 m de la sala d'Entrada). La disposició dels exemplars indica que es varen morir in situ i no per un corrent d'aigua que transportés els ossos a l'interior de la cambra. S'han comptabilitzat en superfície un mínim de 12 exemplars de *M. balearicus*. La fondària sota les aigües és de 10,5 m.

Foto inferior: Dos dels cranis de *Myotragus balearicus* que es troben a la saleta lateral de la galeria dels *Myotragus*. S'observa que les seves banyes tenen la morfologia en "V" invertida, resultat de la conducta osteofàgica registrada a l'espècie (Fotos P. Gracia).

cova Genovesa es varen realitzar diverses tasques per tal d'optimitzar al màxim les condicions de treball: realització d'un elevat nombre de fotografies, així com de nombroses filmacions amb vídeo per tal de documentar al límit la disposició inicial del material, prèviament a l'extracció. Una vegada ben documentat el material osteològic present en superfície a l'interior de la cova es va decidir extreure bàsicament els materials que podrien suposar restes d'un individu associat, tots aquells ossos que poguessin estar a l'abast de possibles espoliadors i una sèrie de cranis que presentaven marques d'osteofàgia a les seves banyes (banyes amb una morfologia de "V" invertida).

També es varen realitzar proves de consolidació. Es varen extreure un petit nombre d'ossos per tal de realitzar proves de dessalament (els ossos estan envoltats per aigua amb una salinitat superior als 30 per mil. Finalment, després d'efectuar una consulta a diferents especialistes conservadors de diferents museus del món, es va decidir realitzar un assecat molt lent totalment a les fosques dins d'un armari evitant l'assecat massa ràpid que provoca el trencament de l'os, i consolidar amb Paraloid B-67 al 7% d'acetona. Una altra opció que es va considerar és la utilització d'uns consolidants hidrosolubles, com són els Primal, evitant els consolidants solubles en substàncies orgàniques, com el propi Paraloid, Butvar, etc. El problema de la sal es va solucionar ampliant el temps d'estada amb aigua dolça d'una setmana a un mes dins cubetes a les fosques per a evitar l'aparició d'algues i fent canvis d'aigua cada 4-5 dies.

L'extracció dels ossos de la cova també suposava un repte important. Es varen avaluar els diferents mètodes d'extracció dels materials. La dificultat de l'extracció de les restes òssies està marcada pel fet de què es troben a una profunditat mínima de 10,5 m, en una galeria freàtica totalment a les fosques, a un mínim de 125 m de l'entrada de la cova, obligant als bussejadors a superar passos estrets. Per això es varen pensar en diferents formes d'extreure els materials sense afectar la seva integritat i pensant, òbviament, amb la seguretat dels bussejadors. Finalment s'ha decidit per l'extracció dels ossos mitjançant un caixó de plàstic de mida 50x33x15 cm folrat amb espuma (per evitar els cops), i llastrant-los amb 2 quilos de plom per evitar que surassin massa i dificultessin el treball als bussejadors (Figs. 19.1.19,20).

Una vegada establerta l'estratègia d'extracció del material paleontològic, es va procedir a exhumar les restes de *Myotragus balearicus*. En total s'han realitzat tres dies d'extracció de material, amb un total de 4 immersions (el primer dia es realitzaren dues immersions). Ja durant la primera immersió es va constatar que els ossos de l'interior de la cova estaven en un estat de conservació molt precari. Moltes vegades es



Figura 19.18: Crani després del procés de dessalat i consolidació efectuat per l'IMEDEA (Foto P. Bover).

fragmentaven al mínim contacte, sobretot aquells ossos amb una estructura més fràgil, tal com omòplats, costelles, cranis, etc. Per tant, es va decidir extreure només aquells ossos que presentessin una estructura més o menys robusta o de localitzacions que presentessin un estat de conservació més bo. Finalment s'han extret 170 ossos, dels milers que deu haver dins de la cavitat (mínim de 35-40 individus que hi ha en superfície). Hi ha des d'individus molt vells a individus juvenils (amb la presència d'una costella molt petita, possiblement fetal). També s'ha d'esmentar que la mida d'alguns ossos adults és realment petita.

Un altre dels punts importants és la troballa de diversos cranis amb les banyes en forma de "V" invertida, i que havia estat interpretada fins fa poc com a prova de domesticació (WALDREN, 1982), com a resultats de manipulacions humanes (Fig. 19.1.17). Segons aquestes interpretacions la tipologia de les banyes en forma de "V" és que haurien estat tallades per evitar el possible mal que es podrien fer animals estabulats en espais reduïts durant baralles. La teoria de la retenció dels animals en estables venia explicada per la presència d'acumulacions de copròlits en el jaciment de la balma de

Son Matge (WALDREN, 1982). Posteriorment es trobaren una sèrie de cranis amb banyes que presentaven la mateixa morfologia que els de la balma de Son Matge. Aquesta hipòtesi ja va ser rebutjada per RAMIS & BOVER (2001) explicant que aquesta morfologia de les banyes era deguda a un comportament d'osteofàgia dels propis *Myotragus*, el qual mastegaven alguns ossos d'esquelets per a recuperar el fosfat. Aquesta darrera hipòtesi ha estat encara posada en dubte molt recentment (DAVIS, 2002), segons l'anàlisi del fraccionament del carboni i el nitrogen de les datacions amb ^{14}C , anàlisi que no pot detectar una aportació molt puntual de carboni i nitrogen obtingut a base de mastegar ossos (que s'ha de recordar que l'espècie no s'alimentava exclusivament d'ossos!), però sí, la dieta habitual de l'animal. Però sembla que ara quedarà clar, gràcies a la troballa de cranis amb banyes amb aquesta morfologia (idèntica a la il·lustrada per WALDREN, 1982) a l'interior d'una cavitat submergida, que es tracta, definitivament, de la conseqüència d'un comportament natural de l'espècie i no la manipulació humana, ja que les sales on s'han trobat aquests ossos estaven negades al moment de l'arribada dels humans fa entre els 4000 i els 5000 abans del present (ALCOVER *et al.*, 2001) ni tampoc es tracta d'un dipòsit secundari antròpic (els ossos estan molt llunyans de l'entrada i a llocs on els ossos no haguessin pogut caure redolant). La major part dels ossos es troben submergits a una fondària de devers 10 m i a unes galeries allunyades un mínim de 125 metres de l'entrada actual. De fet, la gran acumulació de restes esquelètiques a una petita sala lateral de només 50 cm d'alçària, a on els animals segurament moriren. Dels cranis amb aquesta particularitat de la cova Genovesa, només se n'ha extret un, degut a què la localització dels altres cranis dins de la cova fa molt difícil la seva extracció sense que es rompin, o sense rompre altres ossos del seu voltant. Per tant, s'ha documentat aquests cranis i altre material paleontològic mitjançant fotografies i vídeo, i s'ha decidit no tocar-los.

Però, per quin motiu s'han trobat aquests ossos a l'interior de les sales negades de la cova?. És relativament freqüent trobar restes de *Myotragus* dins cavitats. Fins ara són unes 160 cavitats de les Gimnèsies on s'ha trobat, com a mínim, un os de *Myotragus* (BOVER, inèdit). La densitat d'ossos trobats dins la cova Genovesa i la seva situació llunyana de l'entrada fa pensar que la cavitat va actuar de trampa d'una forma similar al que va passar a la cova des Penyal Blanc (Cabrera, ALCOVER *et al.*, 1997), quan el nivell marí era inferior a l'actual i els animals podien entrar caminant a la cova. S'han trobat restes de *Myotragus* dins la cova Genovesa fins a partir d'un escaló que hi ha a la cavitat a la galeria de pas anterior a la galeria dels *Myotragus*. És només a partir



Figures 19.19 i 19.20: Extracció de materials osteològics de *Myotragus balearicus* mitjançant caixons acondicionats per aquesta tasca. Aquests s'han de transportar bussejant distàncies de centenars de metres (Foto: G. Santandreu).

Figura 19.21: Procés de des-salament i assecat del material osteològic. Ambdós processos es realitzen totalment a les fosques, dins un armari. (Foto: P. Bover).

d'aquell punt on es troben la gran quantitat d'ossos de l'espècie (molts d'ells associats), i a vegades acumulats en zones on no és possible un arrossegament per aigua o sediment com són els que es troben a la saleta lateral. Per tant, sembla possible que, després de caure degut a la manca de visibilitat, l'escaló fos una barrera infranquejable per tornar a sortir per a uns animals de mida tan petita. El motiu pel qual aquests animals penetraven a la cavitat és desconegut, però hipòtesis possibles són la recerca d'aigua i la recerca de cobert.

Capítol 20. DESCOBRIMENTS ARQUEOLÒGICS

20.1. Introducció

L'any 1995 es publicà l'article *Arqueologia de les cavernes de Mallorca* (TRIAS, 1995) dins un volum editat per la Federació Balear d'Espeleologia i la Societat d'Història Natural de les Balears. L'any 2011 s'actualitzen les troballes i estudis realitzats els darrers anys dins coves naturals i es publica en un altre monogràfic de la publicació ENDINS: *Arqueologia de les cavernes de les illes Balears* (RAMIS & SANTANDREU, 2011). En aquest article recopilatori es tracta l'ocupació de les coves durant el Bronze inicial, amb especial menció als resultats de les feines realitzades al coval Simó i a la cova des Riuets. S'introdueix el tema de l'explotació minera del coure durant els inicis de la prehistòria mallorquina, a partir de les troballes a recers de la serra de Tramuntana. S'expliquen les novetats en el camp de les coves funeràries del Bronze inicial i mig, on destaquen, entre d'altres, l'excavació de la cova de Can Martorellet entre les cavitats naturals. L'excavació de les coves des Mussol i des Càrritx varen suposar la definició per primera vegada de l'ús ritual o cerimonial de determinades cavitats menorquines a mitjan II mil·lenni cal BC. Amb aquests referents, s'ha realitzat la mateixa interpretació funcional a algunes grutes del Llevant mallorquí que presenten estructures arquitectòniques ciclòpies a la seva entrada. A més, les esmentades coves des Càrritx i des Mussol, juntament amb la cova des Pas, han permès una gran millora del coneixement sobre les necròpolis en cova del Bronze final. En època històrica es destaquen l'aprofitament de les coves com a punt d'aiguada i els refugis d'època islàmica durant la conquesta cristiana del segle XIII. Així, observant la feina arqueològica realitzada en els anys recents, s'aprecia com les coves continuen jugant un paper cabdal en la reconstrucció del passat històric de les illes Balears. En aquest capítol només farem menció de les troballes subaquàtiques de les cavitats.

20.2. Distribució espacial i temporal de les troballes

DISTRIBUCIÓ ESPACIAL DE LES CAVITATS

En varies coves subaquàtiques del Migjorn oriental de Mallorca (cova des Coll, cova des Drac de Cala Santanyí i cova des Drac des Rafal des Porcs-inèdit-), del Migjorn occidental (es Dolç), del Llevant (cova Genovesa, sistema Gleda-Camp des

Pou) i al Nord (font de ses Aiguades), les troballes de peces arqueològiques que s'han efectuat al llarg de les exploracions són proves que demostren els diferents moments d'utilització de cavitats naturals de Mallorca com a llocs per l'aprovisionament d'aigua (GRÀCIA & CLAMOR, 2002; GRÀCIA *et al.*, 2011b) (Fig. 20.1). La presència de restes arqueològiques en rostos de blocs i pedres sota les aigües (Fig. 20.2), de vegades localitzades després de recórrer centenars de metres de galeries inundades, ens indiquen la localització d'antigues entrades, tancades o reblides en temps històrics expressament per l'home (com a resultes de despedregar els camps veïns) o degut a esfondraments naturals succeïts de llavors ençà. A més a més, en el cas de la cova Genovesa, alguns dels elements arquitectònics ciclopis trobats sota les aigües, de la mateixa manera que a d'altres cavitats del Llevant, sembla justificar l'ús ritual o cerimonial a mitjan II mil·lenni cal BC, ja que s'evidencia una gran inversió de treball que no es relaciona amb pràctiques habitacionals o funeràries (Figs. 20.9, 20.10, 20.11, 20.12, 20.14).

Migjorn oriental. A la cova des Coll de Portocolom (GRÀCIA *et al.*, 1997; SALVÀ, 1997) es van recuperar alguns fragments d'àmfores romanes, sota les aigües dels llacs, en un rost de materials caiguts des de dalt, procedents d'una entrada actualment cegada (Fig. 20.6). La cova des Drac de Cala Santanyí ja era utilitzada d'ençà dels temps pretalaiòtics, ja que durant una de les immersions efectuades a la cavitat, es va recuperar un atuell ceràmic pretalaiòtic a uns 6 metres de fondària. Possiblement hi va caure accidentalment i degué rodolar, rost avall, fins aturar-se al lloc on es va trobar. També es va recuperar un morter medieval de pedra picada (GRÀCIA *et al.*, 1998b). A la cova des Drac des Rafal des Porcs l'any 1996 es va efectuar una troballa espectacular, amb la troballa sota les aigües del llac de gerres púniques (Fig. 20.4), contenidors posttalaiòtics i àmfores romanes, la major part en bon estat (inèdit). Les peces més importants sens dubte, van esser les de ceràmica indígena, de ben segur els habitants dels pobles talaiòtics dels voltants de la cavitat, en una terra molt àrida i amb pocs llocs de subministrament d'aigua. El material provinent del jaciment només s'ha estudiat parcialment (Fig. 20.5).

Migjorn occidental. A es Dolç, a s'Esfondrat, una de les entrades a la cavitat, ubicada a devers 600 m de la mar, s'ha recuperat una àmfora del tipus MGS V, també denominada grecoitàlica arcaica de la variant LWa. La cronologia d'aquest tipus de produccions oscil·laria entre finals del segle IV i inicis del III aC (Figs. 20.7, 20.8).

Llevant. Al sistema Gleda-Camp des Pou s'han trobat sota les aigües fragments ceràmics pretalaiòtics, púnics i islàmics a la sala d'Entrada de la cova de sa Gleda i a

dos esfondrament interns, a uns 200 m, 250 m i 380 m del llac d'entrada. Aquests esfondraments corresponen al pas d'en Judes, la cambra dels Moros i la sala de les Còniques. Els fragments trobats ens serveixen per poder saber que en temps històrics la cova tenia com a mínim altres dues entrades, també d'abisament (cambra dels Moros i galeria de les



Figura 20.1: Penya-segats de la marina de Santanyí, a les proximitats de la cova des Drac des Rafal des Porcs. El subministrament d'aigua aprofitant les capes superiors dels llacs ha estat una constant al llarg dels mil·lenis.

Còniques), actualment impracticables (GRÀCIA *et al.*, 2011b). De la cova Genovesa han estat documentades una sèrie d'estructures constructives. Els elements constructius (rampa empedrada, mur ciclopi paral·lel a la rampa i passera ciclopia subaquàtica) semblen estar relacionats entre si, segons es desprèn de la seva disposició, malgrat l'absència d'una clara relació física. Els materials ceràmics recuperats (107 fragments d'època prehistòrica, Figs. 20.15, 20.16, 20.17), alguns sota les aigües del llac, suggereixen que les construccions ciclopies de la cova Genovesa s'han de situar a la fase final de l'època de les navetes i podem situar aquest període d'ús prehistòric de la cova Genovesa a dins un interval cronològic que pot incloure gran part de la segona meitat del II mil·lenni cal BC i els dos primers segles del I mil·lenni cal BC. La troballa de la passera subaquàtica, a una fondària de devers -1 m respecte al nivell que devia de tenir en construir-se seria l'única prova arqueològica a Mallorca d'un antic nivell marí situat per davall de l'actual a l'època de les navetes (GRÀCIA *et al.*, 2003b) (Fig. 20.11, 20.12, 20.13, 20.14).

Nord. La cavitat anomenada font de ses Aiguades està situada al NE de Mallorca, a la badia d'Alcúdia (GRÀCIA *et al.*, 2001a). La troballa de contenidors ceràmics a la cavitat (s'han recuperat al llarg de 17 dies de feina 189 peces) posa de manifest la utilització de l'aigua d'aquesta formació endocàrstica per a ús humà almenys des de l'època romana-republicana (Figs. 20.19, 20.20, 20.21) La seva ubicació, molt a prop de la mar, en una zona de costa accessible, propicià que fos utilitzat per a procurar-se la reserva d'aigua necessària per a la travessia marítima. El

nombre mínim d'àmfores presents, entre àmfores senceres i colls supera àmpliament la seixantena (Figs. 20. 22-30).

DISTRIBUCIÓ TEMPORAL DE LES TROBALLES

L'ocupació humana de les coves en època prehistòrica. Fins ara, la primera època en la qual es poden situar les troballes subaquàtiques comença amb la segona etapa prehistòrica, anomenada també edat del Bronze mig (c. 1700/1600-1300/1200), seria assimilable a grans trets al Pretalaiòtic d'Apogeu i Final, Naviforme o Cultura de les Navetes, segons les diverses propostes existents. En realitat presenta una forta continuïtat respecte la fase anterior (RAMIS & SANTANDREU, 2011). Així, l'origen



Figura 20.2: Rost de materials caiguts barrejats amb peces arqueològiques i fustes. Foto A. Cirer.

de l'arquitectura ciclòpia de caràcter domèstic s'ha de situar ja a la fase inicial del poblament insular, amb el desenvolupament d'una cultura autòctona de l'arxipèlag balear. Això s'expressa a la monumentalització de les navetes d'habitació i l'agrupació de diversos exemplars als poblats.

D'aquesta etapa, a més a més de les construccions ciclòpies de la cova Genovesa, algunes sota l'aigua, destaca la peça ceràmica de la cova del Drac de Cala Santanyí. La definició d'un ús ritual de les coves durant el II mil·lenni cal BC a Menorca ha suposat un element totalment nou d'anàlisi de les comunitats prehistòriques de l'illa. A més, això ha permès rastrejar alguns possibles paral·lels a Mallorca que fins ara resultaven de difícil interpretació. Així, a la marina de Llevant, en una franja d'uns 10 km de la costa de Manacor i Sant Llorenç, es coneixen 4 exemples de cavitats amb construccions ciclòpies. A tots aquests casos s'evidencia una gran inversió de treball que no es relaciona amb pràctiques habitacionals o funeràries i es pot plantejar el seu significat ideològic per a les comunitats de la zona durant la segona meitat del II mil·lenni cal BC.

Seguint cap al nord es coneix en primer lloc la cova Genovesa. Aquí s'han documentat diversos elements arquitectònics, alguns d'ells realitzats amb tècnica ciclòpia. Destaquen una rampa empedrada que descendeix des de l'entrada fins al llac de la cova, una passera submergida dins aquest llac que comunica amb la zona eixuta de l'interior i un mur ciclopi paral·lel a la rampa (Figs. 20.9-14). La ceràmica prehistòrica procedent de troballes casuals i d'extraccions clandestines es molt homogènia



Figura 20.3: Tasques de recuperació d'una àmfora romana (Foto O. Espinasa).

culturalment i es pot enquadrar a la fase final de la cultura de les navetes (GRÀCIA *et al.*, 2003b; Figs. 20.15, 20.16, 20.17).

A més, es coneixen altres dos exemples propers que es poden relacionar amb les estructures esmentades de la cova des Moro i la cova Genovesa. Així, seguint cap al nord es troba en primer lloc el corredor ciclopi a l'interior de les coves del Drac, a prop de l'entrada natural d'aquesta gruta (FONT, 1978; GINÉS & GINÉS, 1994).

I, finalment, s'ha d'esmentar un altre corredor ciclopi a la cova localitzada sota el monument central del poblat talaiòtic de s'Illot (ROSSELLÓ & FREY, 1966). El nivell inferior d'aquest monument s'havia datat aproximadament entre 1500 i 1100 cal BC, a partir d'una mostra de carbons. En una visita de revisió topogràfica i arqueològica a la cavitat l'any 2014 vam veure que el corredor es trobava esbucacat (GRÀCIA inèdit), encara que l'any 1997 en una primera prospecció subaquàtica al llac, els bussos Xisco Gràcia i Bernat Clamor van accedir-hi a la cavitat mitjançant aquest corredor, ara impracticable.

La tercera etapa, el Bronze final i la primera edat del Ferro (1300/1200-600/500), suposa l'inici i la consolidació dels canvis més importants que donen lloc a la formació de la cultura talaiòtica. A grans trets, correspondria a les fases inicials del Talaiòtic segons les formulacions clàssiques, mentre inclouria les fases de transició i/o del final

de l'època naviforme que les propostes recents solen establir a finals del II mil·lenni, amb un inici del Talaiòtic un poc més tardà.

L'etapa final de la Prehistòria mallorquina, la segona edat del Ferro i les Colonitzacions (600/500 cal BC fins al segle I BC), es caracteritza per un conjunt de canvis probablement interrelacionats en un ambient de creixent jerarquització social i influències de les potències que lluiten pel control de la Mediterrània occidental. Aquesta etapa quedarà estroncada per la conquesta romana de l'illa l'any 123 BC. Equivaldria al Talaiòtic final o Posttalaiòtic d'altres perioditzacions. Es comença a observar una presència creixent de les importacions de materials procedents dels intercanvis amb els pobles colonitzadors (Fig. 20.1).

Les espectaculars troballes efectuades a la cova des Drac des Rafal des Porcs, alguns materials ceràmics de la cova Genovesa, fragments de ceràmica de la cova de sa Gleda corresponen a aquestes dues etapes prehistòriques (Fig. 20.2).

L'ocupació humana de les coves en època històrica. En època històrica, i deixant el món púnic de banda, es pot destacar també l'aprofitament de les coves com a punt de recollida d'aigua. Es tracta d'una estratègia que es remunta als mateixos inicis de la presència humana a les Balears. Moltes de les ceràmiques prehistòriques recollides a cavitats de Cabrera semblen tenir aquesta funció. El fet que el depòsit més espectacular d'aquest tipus localitzat fins ara, la font de ses Aiguades (Alcúdia) (GRÀCIA *et al.*, 2001d), no inclou material prehistòric és el motiu pel qual aquesta tipologia de cavitats s'ha inclòs a aquest darrer apartat. Els contenidors ceràmics de la font de ses Aiguades no han estat estudiats, però es coneix la presència d'àmfores de diferent cronologia, especialment romanes (Fig. 20.3). Una altra gruta on s'ha documentat aquesta mateixa pràctica és la cova des Drac des Rafal des Porcs (Santanyí).

Finalment s'han d'esmentar les novetats pel que fa a les noves evidències a Mallorca del refugi de musulmans durant la conquesta cristiana de Jaume I (BERNAT & SERRA, 2001). A més de les dades obtingudes a la cova dels Amagatalls (TRIAS, 1981) i a la cova des Moro (RIERA, 2001), destaca l'excel·lent troballa de la cova den Xoroi (Artà), si bé els resultats de l'excavació romanen encara inèdits. Alguns materials trobats sota les aigües, com gerres islàmiques trobades a la font de ses Aiguades, cova Genovesa, cova des Coll, sistema Gleda-Camp des Pou testimonien la presència musulmana, especialment almoràvit i també dels almohade, de forma continua a les cavitats litorals (Fig. 20.17).

20.3. Cavitats amb troballes arqueològiques

COVA DES DRAC DE CALA SANTANYÍ

La cova des Drac de Cala Santanyí ja era utilitzada com a mínim d'ençà dels temps pretalaiòtics. Anys enrere s'havia recollit a la sala abundant material arqueològic, que encara no s'ha publicat. De fet, els autors del present treball, durant una de les immersions efectuades a la cavitat, recuperaren una peça pretalaiòtica sota l'aigua del llac. La troballa es va efectuar a uns 6 m de fondària. Possiblement hi va caure accidentalment i degué rodolar, rost avall, fins aturar-se al lloc on es va localitzar. Es va fer donació de la peça al servei de Patrimoni del Consell Insular de Mallorca per procedir al seu estudi i conservació. També es va recuperar un morter medieval de pedra picada. En temps més recents la cova degué de tenir un ús continuat, un indicatiu n'és la presència al rost del llac d'una gran quantitat d'ossos de someres i d'altres animals, entremesclats amb les pedres.

COVA DES DRAC DES RAFAL DES PORCS

Aquesta cavitat ha estat objecte d'una excavació d'urgència l'any 1996, per recuperar material arqueològic de gran interès, part d'ell en un excel·lent estat de conservació. Es va fer en col·laboració amb el GAS, Grup d'Arqueologia Subaquàtic, actualment desaparegut. Els materials que es varen recuperar en dues campanyes encara no s'han estudiat, llevat d'algunes peces ceràmiques indígenes que es van incloure a la Tesi Doctoral de Beatriz Palomar (PALOMAR, 2005). A més a més de la ceràmica posttalaiòtica, peces senceres (Fig. 20.5), es van recuperar àmfores itàliques Dressel i també gerres púniques (Fig. 20.4). L'estudi de la cavitat encara està pendent de publicar-se (inèdit). El que està clar és que aquest abundant material està relacionat amb els assentaments situats a les proximitats, això són els poblats talaiòtics de la punta des Bauç (Fig. 20.1).



Figura 20.4: Gerra púnica sencera trobada a la cova des Drac des Rafal des Porcs. Foto R. Landreth.



Figura 20.5: Algunes de les peces de ceràmica posttalaiòtica recuperades sota l'aigua de la cova des Rafal des Porcs. Destaca a baix a l'esquerra, una olla ovoide d'esveltesa màxima. Es troben dipositades al Museu de Mallorca. Fotos: G. Santandreu.

COVA DES COLL

Es van recuperar materials arqueològics d'època romana, 3 fragments d'àmfora i un molí de pedra (SALVÀ, 1997), sota les aigües de la sala Esperada (sector de l'Esfondrament). Per arribar-hi s'ha de superar una curta galeria submergida. Això plantejava un problema, ja que la localització en aquest indret de material arqueològic, era del tot il·lògic.

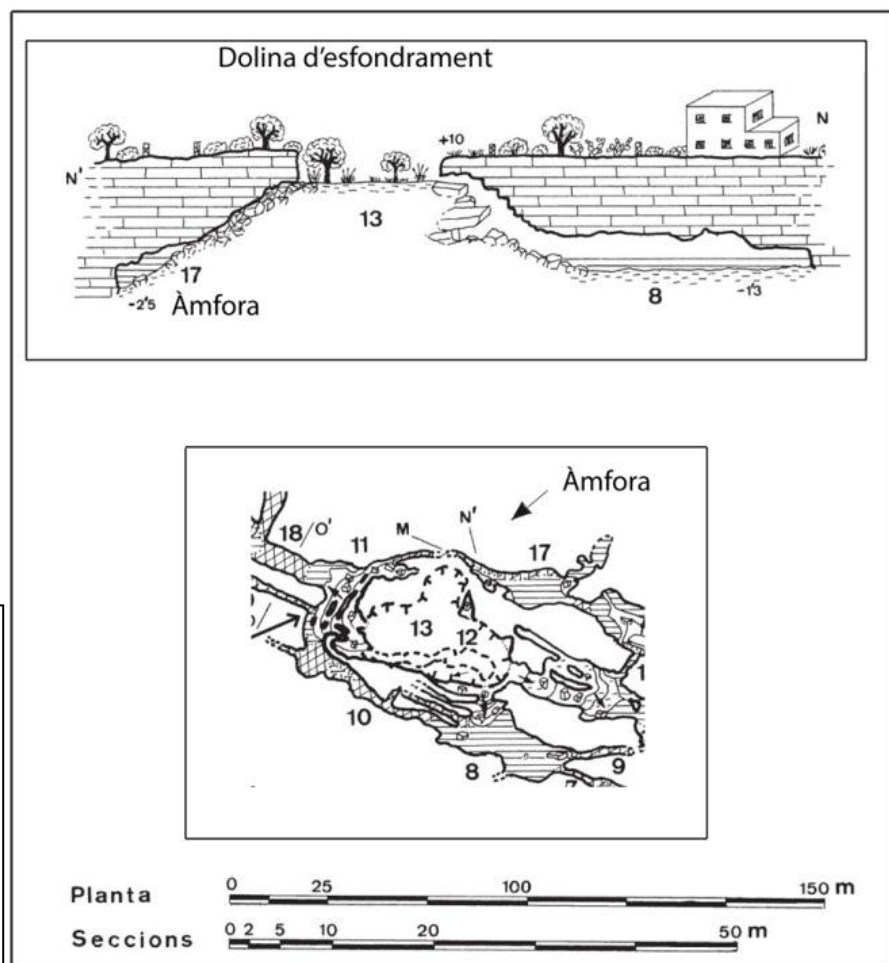
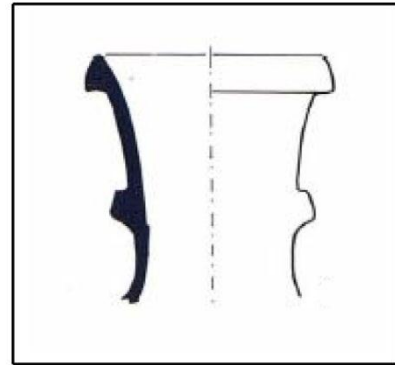


Figura 20.6: Localització del coll d'àmfora després de superar zones sota l'aigua a un indret actualment inaccessible des de l'exterior.

Al finalitzar la topografia de la cova es va comprovar que aquesta sala, es trobava molt pròxima a la dolina d'entrada. Això, juntament amb el fet que les restes es localitzessin sota una rampa de terra i pedres, fa pensar que ens trobam davant un antic accés, actualment obstruït (GRÀCIA *et al.*, 1997).

ES DOLÇ

Estudi de l'àmfora grecoitàlica arcaica recuperada

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

Les condicions estables de l'ambient han ajudat a preservar l'àmfora. La peça va aparèixer en aigües amb uns valors de salinitat d'entre 15 i 25‰, encara enfora dels valors de l'aigua del mar (aproximadament 35‰). La temperatura de l'aigua és manté pràcticament constant al llarg de tot el perfil mesurat (en torn als 19°C).



Figura 20.7: Recuperació de l'àmfora grecoitàlica a l'Esfondrat (es Dolç) (Foto GNM).

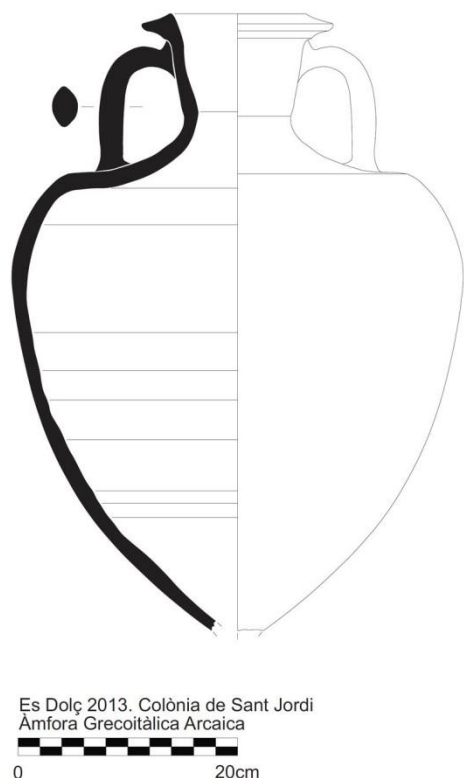


Figura 20.8: Àmfora del tipus MGS V, també denominada grecoitàlica arcaica de la variant LWa. La cronologia d'aquest tipus de produccions oscil·laria entre finals del segle IV i inicis del III aC.

L'extracció del recipient de terrissa es va realitzar de manera manual, ja que la utilització d'un globus era completament inviable per les dimensions tan reduïdes de l'entrada. Aquesta operació es va dur a terme per dos espeleobussejadors sota la supervisió de dos arqueòlegs (Fig. 20.7). Una vegada extreta a la superfície es va embolicar amb tovalloles banyades amb aigua per mantenir-la humida. El trasllat es va realitzar a l'interior d'una caixa rígida de plàstic per protegir-la dels cops i els canvis extrems de temperatura i llum. Una vegada al laboratori es va netejar amb un raspall suau i es va introduir en una pica de grans dimensions amb aigua destil·lada. Posteriorment es va dessalar paulatinament la peça, que consisteix en mantenir-la submergida durant un període aproximat d'un any, canviant de manera periòdica l'aigua per reduir el nivell de sals. Al finalitzar el procés de dessalat es va eixugar de forma lenta i progressiva.

L'estat de conservació general de la peça és bo. A primera vista no s'observen fissures ni cruïes importants. El pivot està trencat i no s'ha conservat. També hi ha una lleugera degradació de la vora i s'observen alguns cops a la superfície exterior de la

panxa. Morfològicament és una àmfora baixa, amb el cos panxut i forma de baldufa (Fig. 20.8). Vora triangular allargada amb forma de bec d'ànec. La pasta és de color ocre-rosat a la superfície externa i vermella a l'interior. Desgreixant bastant depurat amb abundants partícules negres i blanques, que tal volta podria indicar-nos la seva procedència itàlica. Absència de resina a l'interior. Les dimensions mètriques de la peça són les següents: altura total conservada 56 cm (uns 60 amb el pivot), 41 cm de diàmetre màxim de la panxa, 12,4 cm d'altura del coll (per la seva cara externa, des de l'arrencament inferior de la vora al punt d'inflexió que ve marcat per l'inici de l'espatlla), 25 cm de diàmetre de la boca i 20 graus d'inclinació de la vora (de la cara superior del llavi en relació a la línia d'orientació de la peça).

La peça recuperada forma part d'un grup bastant ampli d'àmfores magnogregues (MGS) que estan datades entre el segle V i el segle II aC (VAN DER MERSCH, 1994). Els principals centres de producció estaven situats a les colònies hel·lenes de Sicília i el sud de la península d'Itàlia. Les variants més modernes d'àmfores MGS del segle IV-II aC (MGS IV, MGS V i MGS VI), marquen la transició entre dos períodes històrics i culturals diferents, per aquesta raó, s'encavalquen amb les àmfores grecoitàliques arcaïques. El terme grecoitàlic fou creat pel professor Fernand Benoit per designar una sèrie de variants amfòriques del segle IV al II aC, amb una mateixa tendència evolutiva a partir dels prototipus orientals (BENOIT, 1957). Elizabeth L. Will va sistematitzar-les en cinc grups, depenent del grau d'evolució de la peça (WILL, 1982). Tot i les reticències d'alguns investigadors (MANACORDA, 1986; EMPEREUR & HESNARD, 1987; BATS, 1986), aquest treball ha constituït durant molt de temps l'únic marc de treball de referència. Les àmfores grecoitàliques més antigues, que equivaldrien als tipus IV, V i VI de les MGS de Van der Mersch, destaquen per la seva tendència ovoïdal amb els llavis alçats (LWa-c). A partir del segle III aC s'observa una evolució cap a recipients de majors dimensions amb el coll i el cos més estilitzat i amb el llavi més alt (LWd-e). El resultat de la progressiva transformació són les primeres àmfores pròpiament romanes del tipus Dressel I. Aquestes produccions passaren a convertir-se en els recipients amfòrics de vi més característiques de la Mediterrània a l'època tardorepublicana (segles II-I aC).

L'àmfora d'es Dolç equivaldria al tipus MGS V (VAN DER MERSCH, 1994), també denominada grecoitàlica arcaïca de la variant LWa (WILL, 1982). La cronologia d'aquest tipus de produccions oscil·laria entre finals del segle IV i inicis del III aC (ASENSIO & MARTÍN, 1998). És molt abundant i difosa per tot el Mediterrani. Els

centres de producció són molt abundants, per aquesta raó, és difícil identificar la seva procedència concreta. Generalment es considera que les àmfores grecoitàliques antigues s'utilitzaven per transportar vi. Tot i així, en el cas particular de l'àmfora d'es Dolç, és probable que la peça fos reutilitzada per portar aigua. Per ventura, el pivot es va rompre accidentalment durant l'aiguada i fou abandonada a l'entrada de la cova.

Existeixen alguns paral·lels d'àmfores MGS localitzades a la costa oriental de la Península Ibèrica, i més concretament a les Illes Balears (ASENSIO, 2008; ASENSIO & MARTÍN, 1998). S'han documentat algunes variants antigues del tipus MGS I i MGS II al vaixell grec de Cala Sant Vicenç (NIETO & SANTOS, 2009). També cal destacar el carregament d'àmfores gregues recuperades al vaixell del Sec, entre les quals hi havia recipients del tipus MGS IV (ARRIBAS *et al.*, 1987). Pel que fa a les àmfores MGS tardanes o àmfores grecoitàliques arcaïques, com la que s'ha pogut identificar al Dolç, hem de destacar un carregament bastant homogeni format per 16 exemplars procedents del derelicte del Bon Capó (Ametlla de Mar, Tarragona) (ASENSIO & MARTÍN, 1998). Al museu de la Punta d'Arenys de Mar, també hi ha un exemplar amb les mateixes característiques formals, que fou rescatada per un pescador a un punt indeterminat de la costa de Mataró a una fondària d'uns 750 m (ASENSIO & MARTÍN, 1998). A les Illes Balears també van trobar-se dos exemplars complets d'àmfores grecoitàliques arcaïques al derelicte de Cabrera II, juntament amb un important conjunt de materials púnics (CERDÀ, 2000; ASENSIO, 2008).

COVA DE SA GLEDA

La cavitat aplega diverses estructures d'interès etnològic relacionades amb l'extracció d'aigua, com ara pou, sínia de sang, bombes d'aigua, canals, etc. La cova va ésser condicionada per aquest ús, havent un camí helicoidal que descendeix fins al llac, avui parcialment destruït per la caiguda de materials del con d'enderrocs i del sostre.

S'han trobat sota les aigües fragments ceràmics pretalaiòtics, púnics i islàmics a la sala d'Entrada i a dos esfondrament interns, a uns 200 m, 250 m i 380 m del llac d'entrada. Aquests esfondraments corresponen al pas d'en Judes, la cambra dels Moros i la sala de les Còniques. Els fragments trobats ens serveixen per poder saber que en temps històrics la cova tenia com a mínim altres dues entrades, també d'abisament (cambra dels Moros i galeria de les Còniques), actualment impracticables. Alguns d'aquests fragments es varen entregar pel seu estudi als responsables de Patrimoni del Consell de Mallorca.



Figura 20.9: Rampa empedrada que descendeix suaument des de l'entrada de la cova de cap al llac. (Foto R. Landreth).

COVA GENOVESA

Inicialment, els objectius de la intervenció arqueològica a la cova Genovesa o cova d'en Bessó, dins el marc del projecte d'investigació interdisciplinari de la cavitat, consistien en (1) la documentació de les estructures muràries de caràcter ciclopi que es troben al seu interior, i (2) l'estudi tipològic dels materials ceràmics que, provinents d'aquest lloc, es trobaven ja dipositats al Consell de Mallorca abans de començar l'estudi. Durant el desenvolupament de les tasques d'investigació a la cavitat s'han recuperat altres fragments ceràmics, procedents d'un dipòsit clandestí i també alguns exemplars superficials i subaquàtics in situ interessants per la

seva relació amb les estructures arquitectòniques, i han estat incorporats al material d'estudi. Es presenta a continuació, la documentació arqueològica registrada durant les tasques i es fa una primera aproximació interpretativa a l'ús històric d'aquesta cavitat al llarg del temps.

Elements arquitectònics

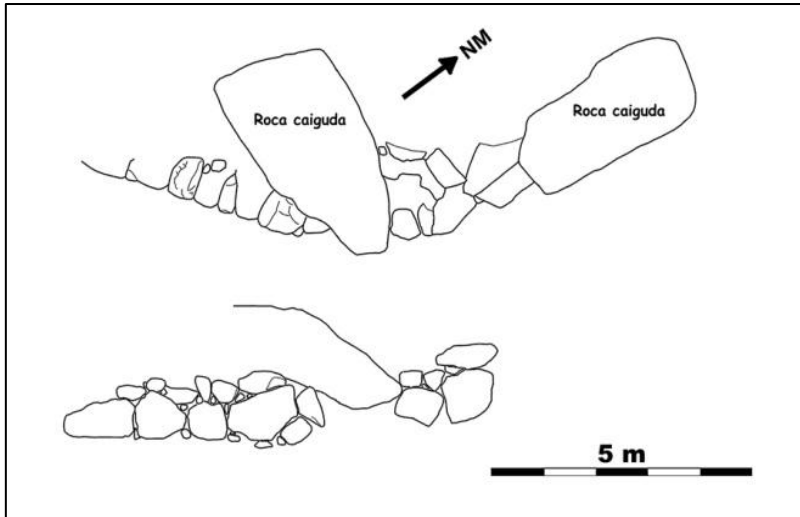
Inicialment, s'ha de dir que a la zona d'entrada de la cova, gairebé a l'exterior, existeixen nombroses restes de murs realitzats amb la tècnica tradicional de construcció en pedra seca d'època moderna. Els dos murets situats ja a l'interior de la cavitat, una vegada superat el llac, estan elaborats de manera molt rudimentària i no presenten materials arqueològics associats que permetin plantejar la seva cronologia o funció. Els altres tres elements constructius d'arquitectura ciclopia (rampa empedrada, mur ciclopi

paral·lel a la rampa i passera ciclòpia subaquàtica) semblen estar relacionats entre si. Els materials ceràmics recuperats suggereixen que les construccions ciclòpies de la cova Genovesa s'han de situar a la fase final de l'època de les navetes. Podem situar aquest període d'ús prehistòric de la cova a dins un interval cronològic que pot incloure gran part de la segona meitat del II mil·lenni cal BC i els dos primers segles del I mil·lenni cal BC (GRÀCIA *et al.*, 2003b).

Sobre la funció d'aquestes estructures, poca cosa es pot dir amb les evidències actuals. L'absència de restes humanes a la cova permet descartar la relació amb pràctiques funeràries. Les escasses restes prehistòriques que s'observen en superfície fan pensar en una activitat poc intensa. A més els tipus ceràmics documentats són, en la seva major part, contenidors, i manquen o estan molt poc representats altres vasos d'ús domèstic que puguin fer pensar en l'ús de la cova com hàbitat sincrònic a les navetes (Figs. 20.15, 20.16). Arribats a aquest punt s'ha de dir que les altres dues coves que presenten construccions ciclòpies no relacionades amb pràctiques funeràries, a Mallorca, se situen precisament a la zona costanera del terme de Manacor a escassa distància de la cova Genovesa. Es tracta de la cova des Moro i les coves del Drac (TRIAS, 1995), entre les quals se situa la cova Genovesa, en posició gairebé intermèdia. A l'entrada de la cova des Moro hi ha un corredor ciclopi cobert amb grans lloses (FONT & MASCARÓ, 1962). Les primeres campanyes d'excavació a aquesta cavitat han posat de manifest que el gruix del material ceràmic també pertany a la darrera fase cultural de les navetes d'hàbitat (CALVO *et al.*, 2001). A les coves del Drac també s'hi troba un corredor ciclopi cobert, prop de l'entrada natural (FONT, 1978). En aquest cas la informació és molt escassa, tan sols s'ha esmentat la presència de ceràmica de diverses èpoques, entre elles la prehistòrica (GINÉS & GINÉS, 1994). A ambdós casos la semblança amb la cova Genovesa no és a la pròpia forma de les estructures, sinó en el fet que s'hagi realitzat un esforç notable en la construcció d'elements arquitectònics que ressalten la zona d'entrada d'aquestes tres cavitats. A més, en els casos de la cova des Moro i de la cova Genovesa, es pot considerar com a sincrònic, a grans trets, el moment d'aixecament d'aquestes estructures.

Rampa empedrada

La via que descendeix de manera suau des de l'entrada de la cova fins al llac (Fig. 20.9), amb una amplada aproximada d'entre 2 i 3 m, es troba empedrada en la seva



major part amb blocs de mida variable que presenten la cara superior lleugerament arrodonida. A la part inferior, ja a pocs metres del llac i amb un substrat molt argilós, sembla que una part d'aquest empedrat ha estat desmantellat pels agents naturals.



Figura 20.10: Mur construït amb tècnica ciclòpia. La seva cronologia se situaria en un interval que pot incloure gran part de la segona meitat del II mil·lenni cal BC i els dos primers segles del I mil·lenni cal BC. (Foto R. Landreth).

Mur paral·lel a la rampa

Un fragment de mur construït amb tècnica ciclòpia, d'uns 10 m de llargària, discorre paral·lel a la rampa de baixada (Fig. 20.10). A alguns punts aprofita i s'adapta a grans roques caigudes. El parament, situat a manera de marjada a una zona de pendent, mira directament a l'interior de la cova. Per aquestes característiques, és raonable suposar que està relacionat amb la rampa empedrada i que la seva funció seria donar-li major solidesa evitant els esbaldregaments.

Passera submergida

Es tracta d'una alineació de grans blocs sota l'aigua que connectava les dues parts de sòl emergit que limiten el llac de la cova (Figs. 20.11-14). Actualment aquesta passera es troba submergida aproximadament 1 m. No obstant, als blocs es pot seguir, igual que a la paret que conté el llac, una marca horitzontal d'un antic nivell de l'aigua. Aquest, indica que la passera es trobava emergida uns 20 cm en algun moment del passat. En aquest sentit, és interessant esmentar la presència d'alguns fragments de ceràmica prehistòrica, a la part posterior al llac, entre els quals destaca un monyó d'àmfora pithoide. La longitud de la passera és de 7 m, dels 14 m de llarg del llac, i està orientada pràctica-ment N-S. A la part superficial està format per 14 pedres de bona mida, a més d'altres de més petites. Unes i les altres recobreixen blocs i pedres situades al davall. La pedra de major mida fa 1,63 m de longitud i 0,6 m d'ample. Estan totes ben encaixades, i no és possible la seva col·locació dins l'aigua d'aquesta manera. Pensam que les tasques de construcció del pas es varen fer en estar el nivell de l'aigua a menor cota que l'actual, possiblement entre -1 i -1,5 m respecte a l'actual nivell del llac. Aquest nivell permetria haver col·locat les pedres i poder superar el llac per accedir a



Figura 20.11: Llac de la sala d'Entrada. Els dos espeleòlegs estan caminant per damunt de la passera submergida. Als costats del pas la fondària de l'aigua assoleix els 5 m. (Foto O. Espinasa).



Figura 20.12: Situació del mur, rampa empedrada i passera submergida construïts amb tècnica ciclòpia. Secció de la sala d'Entrada a on es pot observar la situació de la passera submergida. La cronologia d'aquests elements arquitectònics se situaria en un interval que pot incloure gran part de la segona meitat del II mil·lenni cal BC i els dos primers segles del I mil·lenni cal BC.

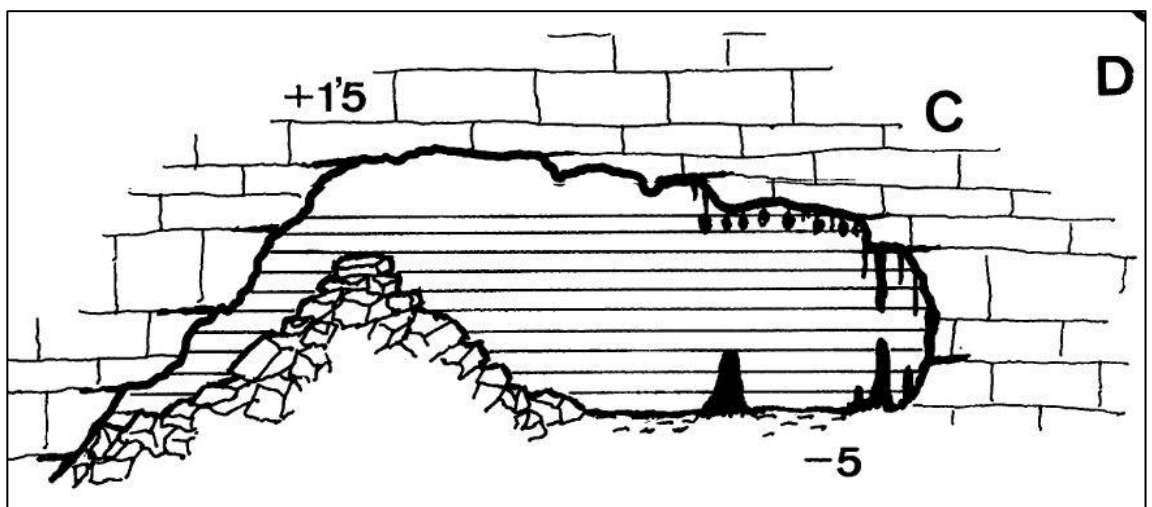




Figura 20.13: Passera submergida que comunica la sala d'Entrada amb la sala de les Ratapinyades. Es tracta d'una alineació de grans blocs que van esser col·locats aprofitant la zona de menys fondària, corresponent al conde materials caiguts del sostre. Estudis dels canvis del nivell marí a l'Holocè indiquen una petita davallada del nivell de la mar en el període de les Navetes (1900 BC).

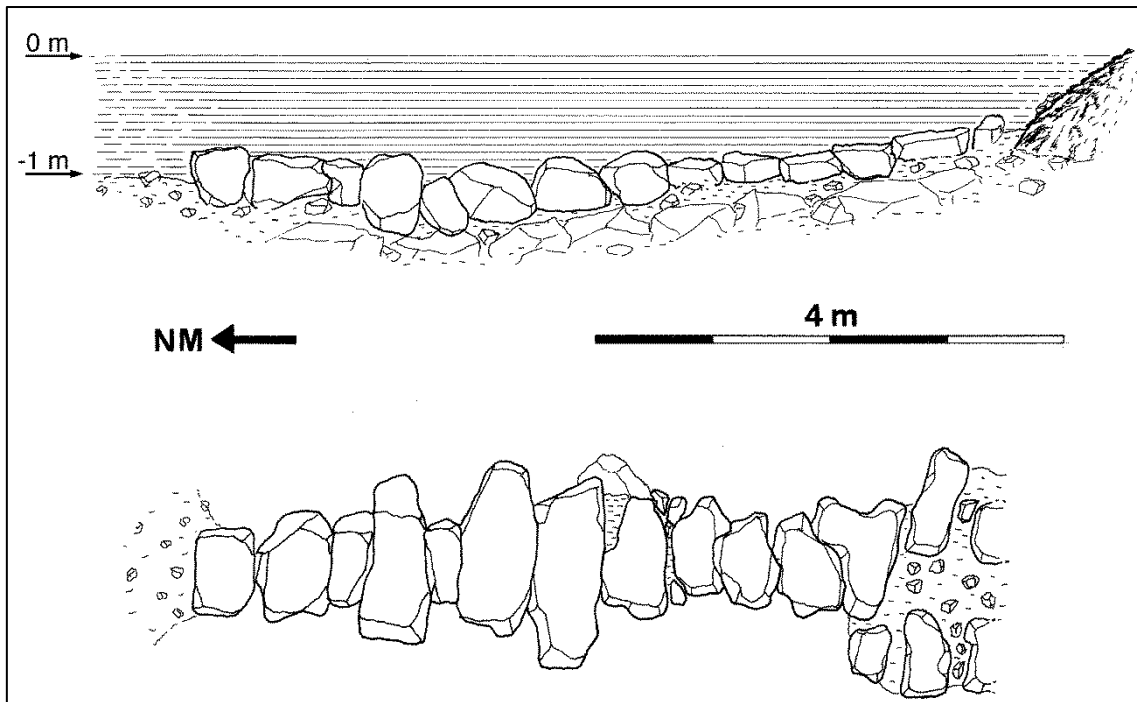


Figura 20.14: Passera submergida que connecta les dues parts de sòl emergit que limiten el llac de la cova. Actualment es troba aproximadament a 1 m sota les aigües.

l'altra costat de la cova, la sala de les Ratapinyades. El fet d'haver-hi trobat ceràmica pretalaiòtica en alguns indrets posteriors al llac, alguns fragments submergits, ens donen més arguments a favor d'aquesta hipòtesi. Una altra raó de pes és que segons estudis del nivell de la mar al Mediterrani occidental al llarg de l'Holocè, sembla que a l'època en la qual se situen els elements arqueològics el nivell de la mar estaria lleugerament per sota de l'actual (PIRAZZOLI, 1991; PIRAZZOLI, 1996).

Restes de murets a la zona més interior

A l'altra banda del llac, a la zona aèria interior (sala de les Ratapinyades), a una zona de la cova on no hi arriba llum natural, es varen documentar dos murets de pedra seca, d'una o dues filades de pedres de mida mitjana (veure topografia de la cavitat a GRÀCIA *et al.*, 2003a). Un de forma allargada i l'altre circular on s'hi observa la presència de carbó vegetal. No s'ha documentat cap material arqueològic associat a aquestes estructures que pugui permetre conèixer la seva cronologia o entendre la seva funció.

Ceràmica

Les restes ceràmiques estudiades tenen una triple procedència. En primer lloc un grup de materials format per 62 fragments havia estat entregat al Consell de Mallorca, prèviament a l'inici de les tasques d'estudi de la cova Genovesa. Un segon grup de materials va ser localitzat per aquests autors dins una bossa de plàstic a l'entrada

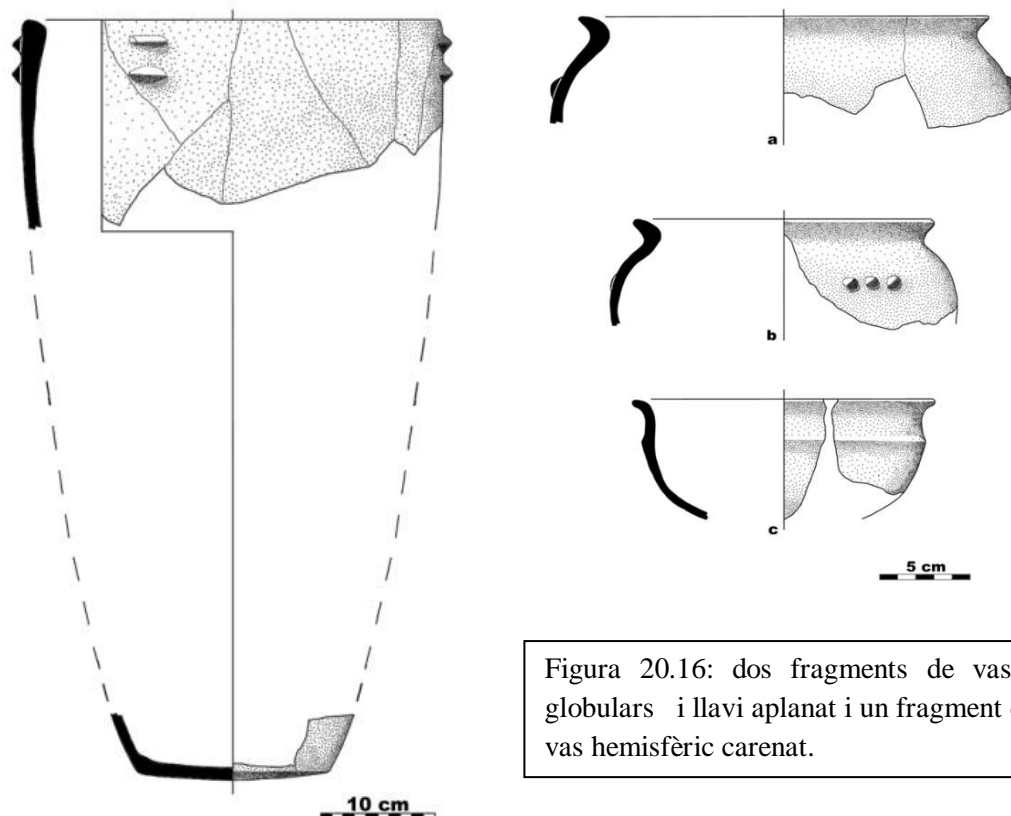
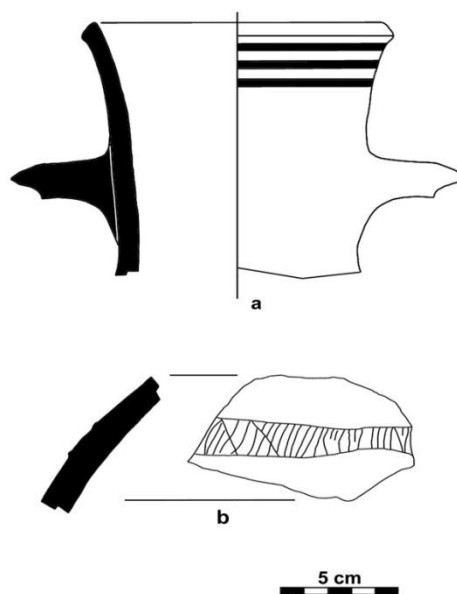


Figura 20.15: Ceràmica prehistòrica. Gran tonell troncocònic de vora engruixida i llavi aplanat (l'anomenada vora triangular). Presenta sèries de dos agafadors horitzontals superposats disposats radialment sota el llavi en arcs de 120 graus.

Figura 20.17: Ceràmica musulmana. A) Fragment de gerra amb inici d'ansa, que presenta com a decoració tres línies vermelles horitzontals paral·leles per sota el llavi. B) Fragment atípic d'alfàbia amb cordó horitzontal



mateixa de la cavitat contenint 212 fragments. En tercer lloc, 27 fragments superficials, alguns d'ells sota les aigües del llac varen ser recollits durant l'exploració a causa de la significació de la seva localització. Alguns d'ells els reproduïm a les figures 20.15-17.

Cronològicament, s'han pogut establir tres grups segons l'adscripció dels diversos fragments recuperats. El primer d'ells, amb 191 fragments, està format per ceràmiques d'època moderna, sobretot dels segles XIX i XX. Aquest grup no ha estat estudiat. Tan sols es pot esmentar la presència de restes de vaixel·la domèstica (plats, escudelles, olles) i de recipients de mida mitjana (gerres). El segon grup engloba els materials d'època musulmana, i està format únicament per dos fragments i la meitat d'una gerreta islàmica amb decoració al coll (Fig. 20.17). Es tracta d'un coll de gerra, decorat amb tres línies pintades vermelles horitzontals paral·leles i equidistants i situades per davall el llavi, i d'un fragment de cos d'alfàbia, decorat amb un cordó horitzontal que presenta línies incises obliqües. Es tracta de contenidors que podrien estar relacionats amb la recollida d'aigua. No podem parlar en aquest cas de l'ocupació de la cavitat com a refugi per part dels musulmans durant els anys de la conquesta catalana de l'illa en el segle XIII, com és el cas dels exemples propers de la cova dels Amagatalls (TRIAS, 1981) i la cova des Moro (RIERA, 2001).

El tercer grup, amb 107 fragments, està format per les ceràmiques d'època prehistòrica i és el que ha estat objecte d'un estudi tipològic més acurat i presenta un caràcter força homogeni culturalment (Figs. 20.15, 20.16). La majoria dels tipus ceràmics identificats són característics de les navetes d'habitació, fins i tot es proposa la validesa de la vora de tonell de secció triangular com a fòssil director de la darrera fase d'ús de les navetes (e.g., CALVO & SALVÀ, 1997). Les altres formes ceràmiques, tot i no ser tan comunes en aquests contextos, també troben algun paral·lel a alguna de les navetes excavades a Mallorca, o altres tipus de jaciments d'aquesta època, i poden pertànyer a aquesta fase cultural. En aquest sentit destaca l'absència d'elements ceràmics característics d'altres períodes prehistòrics anteriors o posteriors. Donades les datacions absolutes disponibles per a contextos ceràmics semblants a les navetes excavades properes a la cova Genovesa, podem situar aquest període d'ús prehistòric de la cova Genovesa a dins un interval cronològic que pot incloure gran part de la segona meitat del II mil·lenni cal BC i els dos primers segles del I mil·lenni cal BC. Novament, la majoria dels tipus ceràmics descrits són contenidors que poden estar relacionats amb la presència abundant d'aigua dolça a l'interior de la cavitat (GRÀCIA *et al.*, 2003b).

SISTEMA PIRATA-PONT-PIQUETA

La cova des Pont rep aquest nom pel pont que facilita l'entrada, el qual presenta la volta feta de marès tallat i la resta de pedra seca (Fig. 20.18). Des d'un rebaix fet a la vora de la boca per eliminar part del desnivell, el pont va fins una plataforma de pedres i argamassa que anivella el cim del con d'enderrocs que ocupa el fons de l'abisament d'entrada. El pont està muntat damunt

una volta de mig canó de 3,6 m de llum i 3,5 m d'amplària. La volta està feta de marès tallat i molt ben compost acabada en un arc de 28 dovelles de 40 x 30 cm aproximadament; la resta del pont i del camí que el segueix és de pedra sense picar (TRIAS & MIR, 1977). El que sorprèn és la importància de l'obra unida al que no quedi memòria ni de quan ni de perquè es va fer. Ni tant sols queda cap llegenda que en faci referència. La cita més antiga és d'ESTELRICH (1897) que indica que a la seva època ja no quedava memòria de qui l'havia fet, i que s'havia construït per a poder entrar les ovelles a sestar. MARTEL (1903) diu que el pont era fet pels moros; això no és més que una prova de que el poble havia perdut tot record de qui l'havia bastit. Si podem acceptar que els materials ceràmics trobats a dins la cova són

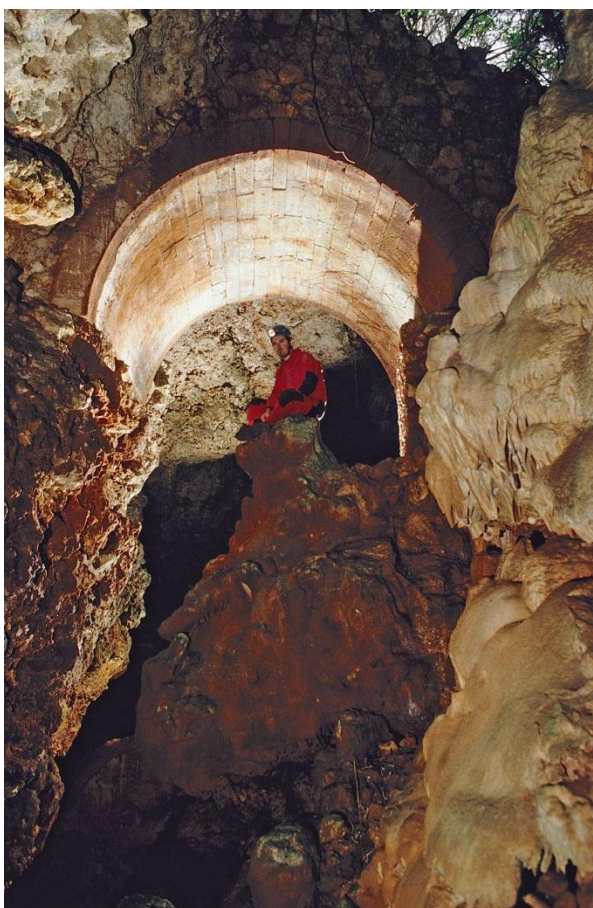


Figura 20.18: Detall del pont d'accés a la cavitat homònima. Si es pot acceptar que els materials ceràmics trobats a dins la cavitat són d'entrada posterior a la construcció del pont, s'atribuiria al segle XVII (TRIAS & MIR, 1977) (Foto A. Merino).

d'entrada posterior a la construcció del pont, la podríem atribuir al segle XVII, d'on data la troballa més antiga: una olla amagada entre uns grans blocs al peu del con d'entrada (TRIAS & MIR, 1977).

ANNEX: LA FONT DE SES AIGUADES (Alcúdia)

Situació i geologia

Encara que no està dins el Migjorn ni Llevant de Mallorca, aquesta cavitat litoral l'hem inclòs pel seu elevat interès arqueològic. La font de ses Aiguades es troba situada al NE de Mallorca, a la badia d'Alcúdia, prop de l'illot d'Alcanada (GRÀCIA *et al.*, 2001d). El lloc on s'obri el pou se situa a 6 m d'alçària respecte al nivell de la mar, després d'un centenar de metres de suau pujada des de la mar cap a l'interior i que prossegueix en el puig de sa Madona de 169 m d'alçària. La contrada fou molt freqüentada des d'antic, com així ho demostren els diversos vaixells romans que es troben al seu fons. És summament interessant el fet de que el pou només dista tan poca distància de la mar, a una badia que fos un lloc habitual de fondeig de vaixells al llarg dels segles, a pocs quilòmetres d'Alcúdia i de l'antiga ciutat de Pol·lèntia, que juntament amb Palma va ser centre difusor de la romanització de l'illa.

La cavitat, fins a la construcció del golf d'Alcanada, iniciat el 1998, es trobava a una zona de pinar que l'amagava de l'actual transit de cotxes, banyistes i caminants. Darrera de la caseta del pou hi ha una explanada i més enllà, una antiga pedrera que va afectar una part de la muntanya. El procés urbanitzador, iniciat als anys 30 i que encara continua molt actiu, per poc no acaba amb la seva existència, ja que més enllà de la urbanització, la construcció de vials que porten al camp de golf ha passat a només uns metres de la caseta del pou. La cavitat s'ubica a la serra de Tramuntana, formada en aquest lloc per calcàries del Juràssic, aprofitades en altres temps per la pedrera de grava o àrids que es localitza a poca distància de la cova.

Documentació del 1738

Gràcies a la documentació subministrada per Gabriel Ordines Marcé i Francesca Rotger Moyà ens vam assabentar que la cavitat objecte del nostre estudi, fins llavors anomenada per nosaltres pou d'Alcanada, tenia referències escrites de 1738 (ORDINES & ROTGER, 2002), per no tornar-ne a trobar cap font escrita de llavors ençà.

La comunicació es basa en un document localitzat a l'Arxiu Militar de Segovia, dins la Colección General de Documentos titulat: *Relazion de consistencia de la Plaza de Alcúdia, de sus dos puertos colaterales con descripcion de los cabos, calas y demas particularidades notables de ellos, y de su territorio*, signat per Carlos Berenguer el quinze d'abril de 1738 i redactat en castellà.



Figura 20.19: Visió del pou, on es veu l'escala per davallar els espeleobussejadors i restes de canonades relativament modernes. Foto: A. Merino.

El document, que consta de vuit pàgines, fa una anàlisi de les badies d'Alcúdia i de Pollença, anomenades aquí *Puerto Mayor* i *Puerto Menor* respectivament, observant els llocs més vulnerables a desembarcaments enemics, els tipus d'embarcacions més probables segons el calat de les zones, els millors llocs per abastir-se d'aigua, les cales més arrecerades i els caps més destacats.

El caràcter militar de la descripció es fa patent en la importància que es dóna a les obres defensives que es consideraven necessàries, com la construcció d'una sèrie de torres i bateries, entre elles la de l'illa d'Alcanada, a més d'un pont a l'Albufereta.

La plaça d'Alcúdia, afirma el document, era incapaç de "*impedir los desembarcos de enemigos, y corsarios, ni oponerse a sus irrupciones en el territorio quando sean de gran numero ...*" ja que una armada podia desembarcar en el Port Major sense ser molestada des de la placa i torres properes, i fins i tot carregar aigua per tota la tropa a la font de les Aiguades. Aquesta font és situada pel document entre la torre fuerte del Mar i l'illa d'Alcanada, i segons els mariners del país disposava de la millor aigua de les costes del Mediterrani, ja que "*se purifica y no se corrompe transportada sobre el mar, dizen es conozidissima de todos los Nauticos freqüentada de ellos y que a proposito la vienen a buscar desde lexos en los presentes tiempos, y se conoze por los señales, y surcos de las rocas de su boca que acontezeria lo mismo en los pasados*".

La importància d'aquesta font justifica que el redactor del document en faci una acurada descripció: *"Esta fuente esta a manera de Pozo, formando una caverna grande o zisterna natural de la que no se puede sacar el Agua sino a brazo, o con una bomba, porque esta profunda desde el piso de tierra, hasta llegar a la superficie del agua unas tres toisas y media (6,8 m), y de agua tiene una toisa (1,95 m), es tan existente y perena la abundanzia que despues de haver sacado quanta agua pudieren dos o tres armadas no baja una pulgada de su nivel obserbando (dizen se experimentó) esta combenienzia que dio naturaleza es de gran considerazion digna de apreciarla, y a poca costa se podra bien reservar, disputar, y totalmente defender de que la disputen las escuadras, y embarcaciones enemigas como despues se dirá en el estado del proyecto general que utilmente se podra aplicar a esta Plaza y dichos dos Puertos. Y bajando esta agua del centro de las Montañas como discurren algunos, se podra conducir hasta la orilla del Mar del que dista solo sesenta toisas (117 m) pero sino, es menester otra diposizion que fariha el tomarla al pie de ella".*



Figura 20.20: Paret concrecionada de la sala de les Àmfores vista per davall de l'aigua. S'observa la peça arqueològica encaixada entre formacions (la part aèria de l'àmfora, soldada a les parets per precipitació litoquímica). La superfície del llac es troba recoberta per làmines de calcita flotant (Foto: O. Espinasa).

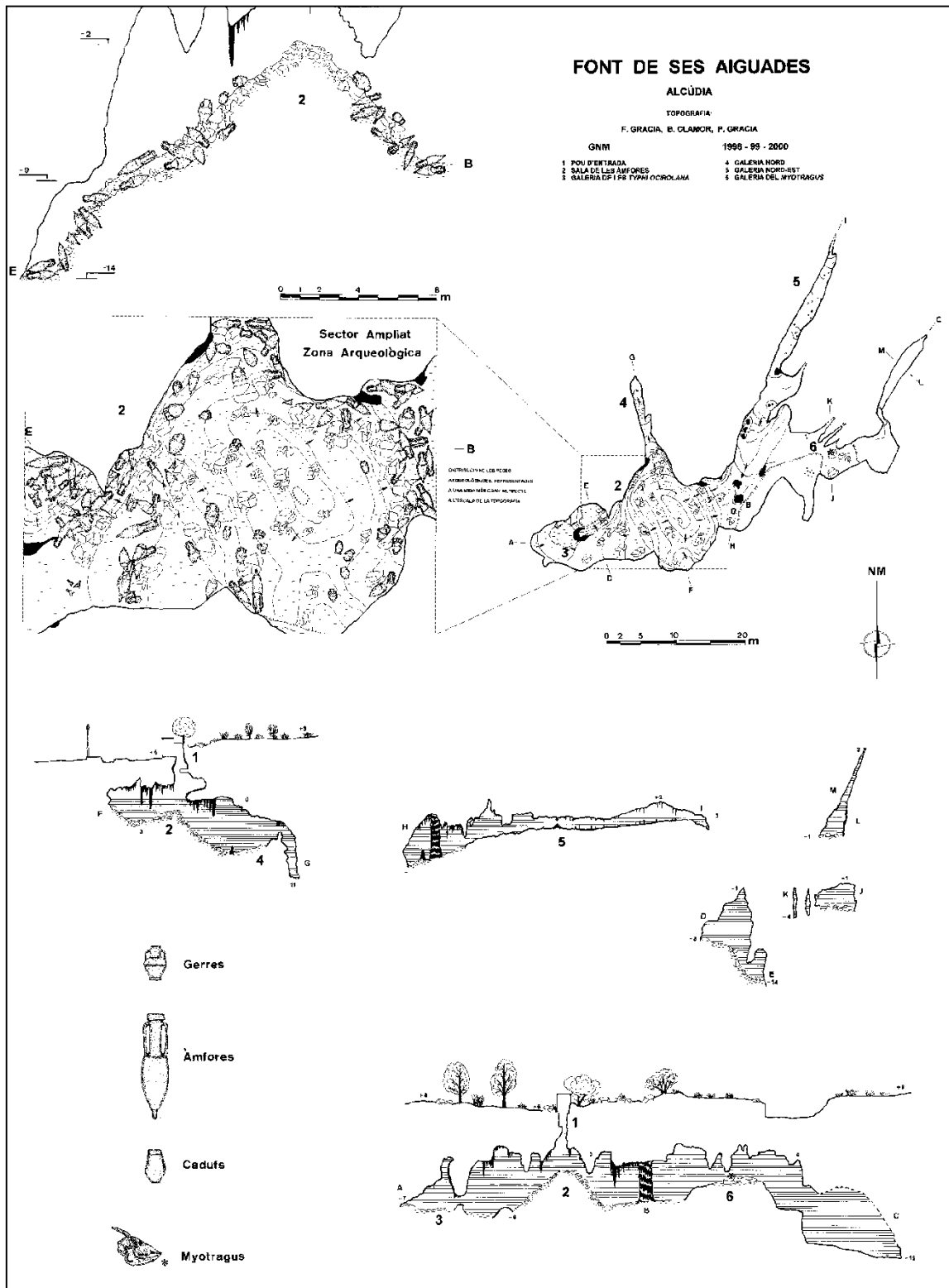


Figura 20.21: Topografia de la Font de ses Aiguades a on es detalla ampliat el jaciment arqueològic. La llegenda indica el tipus de peces recuperades de la cavitat i també la presència d'un *Myotragus balearicus* en posició anatòmica, procedent d'una pulsació climàtica freda.

Descripció de la cova

L'entrada de la cavitat es troba tancada per una caseta de pou i presenta nombroses modificacions i construccions que l'han afectat al llarg de períodes molt espaiats en el temps (Fig. 20.19, 20.21). Segons la versió del guarda de l'obra del golf d'Alcanada, va estar molts d'anys tapada per una llosa i oblidada del record de la gent, abans de fer-se la caseta. Es davalla un primer tram d'uns 2 m del pou per una escala metàl·lica fixa, en mal estat de conservació, que du a un replà a on la secció del forat del pou és de només d'uns 90 x 60 cm. Des d'aquest lloc fins a l'aigua hi ha una caiguda vertical de 4 m, sense cap estructura que permeti davallar actualment. Prop de l'aigua es troba un petit replà que sembla ha jugat un paper útil a qualche moment de la historia del pou, ja que presentava alguns fragments de ceràmica. De totes formes, des d'aquest lloc, la capacitat i la comoditat de maniobra per les tasques de recollida d'aigua són gairebé nul·les.

La gruta està, llevat d'un altre petit replà, tota dominada per l'aigua, que sifona o bé deixa petites cambres d'aire a diferents llocs. La cambra aèria més gran és la que es



Figura 20.22: Visió d'un sector de la sala, als 8 m de profunditat, amb abundant material ceràmic. Les àmfores romanes del segle I. a.C es troben parcialment recobertes pel fang. Es distingeix una gerra islàmica de diferent coloració situada per damunt de les restes més antigues (Foto: P. Gracia).

troba sota el pou, d'uns 11 m de llarg, i quasi sifonada cap al NO, per la baixa alçària del sostre, essent més espaiós el costat S. A qualche lloc, el sostre es troba a més de 2 m d'alçària per damunt de l'aigua (Fig. 20.21).

La cova, de direcció predominant ENE-OSO, esta formada per un conjunt de galeries (galeria de les Typhlocirolana moraguesi, galeria NE, galeria del Myotragus i la petita galeria N) que convergeixen entre sí a la sala de les àmfores, zona més ampla de la cova. La poligonal projectada de la cavitat arriba a tenir un desenvolupament total de 180 m; dels quals la major part són subaquàtics, no obstant això, hi són abundants les cambres d'aire repartides gairebé per tota la gruta. El desnivell total de la cavitat és de 21 m (la fondària màxima sota l'aigua és de 15 m, mentre la cota positiva màxima és de 6 m a la boca).

La sala de les àmfores d'uns 16 x 14 m, es perllonga cap a totes les altres galeries, essent el lloc més ample de tota la cavitat, predominant per complet al terra la morfologia del con d'enderrocs que provenen de la boca de la cavitat i han anat caient al llarg dels temps. El con de blocs es perllonga a la galeria de les Typhlocirolana moraguesi, on assoleix els 14 m de fondària i el màxim pendent. La galeria N, és una continuació d'uns 13 m de llarg que al final es fa impracticable per l'estretor que presenta a uns 11 m de profunditat. La continuació de la cova és cap al NE, per un tram comú a les dues galeries de la zona, la galeria NE de 40 m, que finalitza en una cambra d'aire i la galeria del Myotragus, que és la que arriba als 50 m de distància i 15 m de fondària, des de l'entrada del pou per un darrer tram vertical i molt angost. La distància màxima lineal d'un extrem a l'altre de la caverna és de 72 m.



Figura 20.23: Disposició del material arqueològic al rost d'enderrocs on es pot apreciar la gran quantitat d'àmfores superposades i la trencadissa que han sofert. Moltes es van fragmentar durant la caiguda o bé per l'impacte dels materials que hi han xocat posteriorment (altres àmfores, roques, troncs, etc.). Foto: P. Gracia.

Disposició del material arqueològic

El con d'enderrocs, lloc arqueològic fèrtil de la cova, presenta una superfície projectada aproximada de 200 m² (Fig. 20.21-23). El con parteix d'uns 2 m sota l'aigua fins els -14 m, ja dins la galeria de les *Typhlocírolana moraguesi*. Són preferentment els extrems els més rics en material, cosa lògica ja que la pròpia disposició en con feia que en caure les peces dins l'aigua rodolessin pendent avall fins topar-se amb la paret, amb un obstacle que aturés la davallada o bé per adquirir el terra l'horitzontalitat. L'equip



Figura 20.24: Recuperació d'una àmfora globular i de paret prima. Aquest jaciment arqueològic té un especial significat pel fet que evidència l'extracció d'aigua i aprofitament d'una cavitat litoral molt a prop de la mar, en un lloc arreerat de la costa (badia d'Alcúdia). Els vaixells feren servir l'aigua per les travesses almenys d'ençà del segle II aC, extracció que va continuar al llarg del temps com ho demostren els diferents tipus i cronologies de contenidors ceràmics trobats, així com per la documentació que fa referència a aquests ús de l'any 1738. Foto: P. Gracia.

humà ha pogut recuperar més del que feien comptes, ja que en anar llevant peces descobrien també d'altres situades per davall. El material es troba en alguns llocs sepultat i mesclat amb pedres i fang, alguns grans blocs, així com troncs vegetals i ossos d'animals que els tapen parcialment. El llançament de pedres i estructures del pou, tal com piques de pedra i blocs ha provocat el trencament de gran part de les peces, que s'enfonsaven normalment senceres. La recuperació s'ha fet del material de superfície i

del que es descobria per sota. Molts de fragments dels cossos de les peces no s'han recuperat, aconsellats pels arqueòlegs, per no augmentar considerablement el volum del gènere recuperat i prioritzar el material determinable. El que està clar és que el jaciment no està esgotat en absolut, ja que sota el fang i blocs se segueixen veient àmfors, i no es pot indagar la potencia fèrtil del con, ni els materials més antics que es deuen trobar per damunt de l'antic con natural, el més semblant al que caigué el *Myotragus* milers d'anys enrere. Només una tercera fase d'excavació, llevant les pedres i elevant-les pou

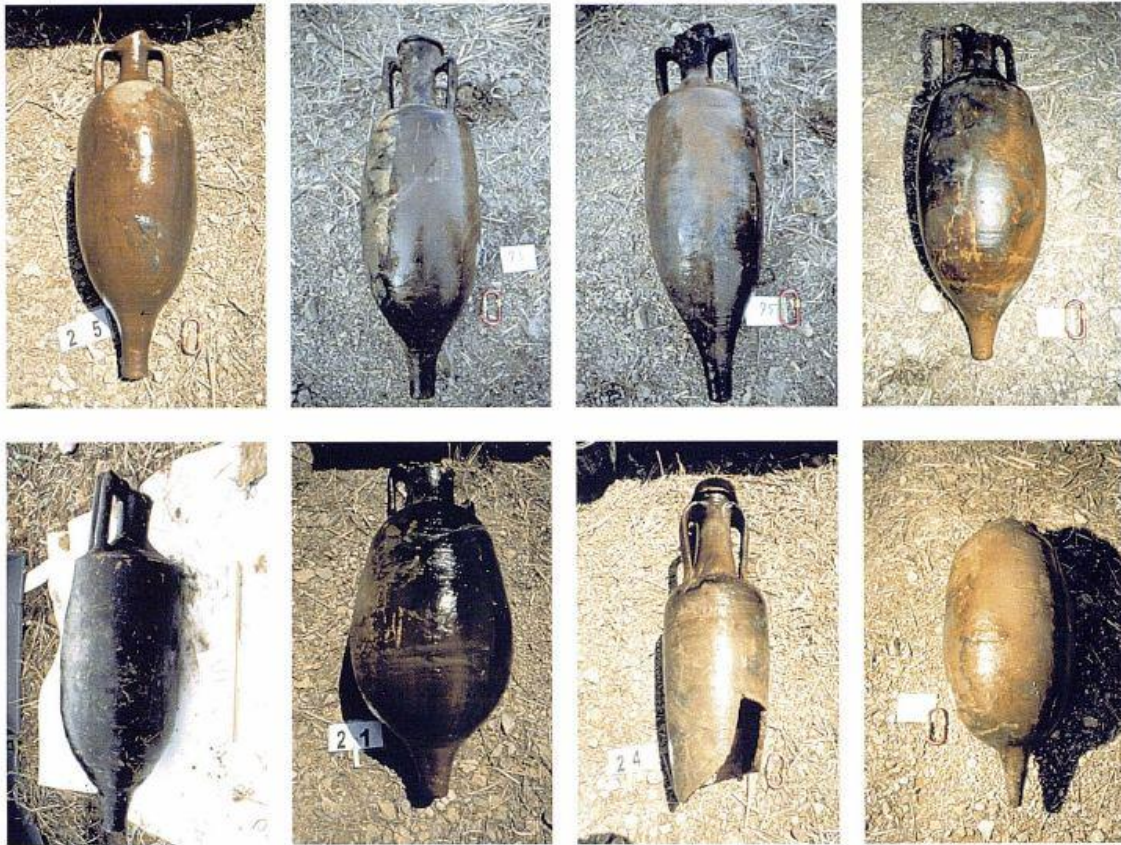


Figura 20.25: Petita mostra d'àmfores Dressel de diverses tipologies i variants trobades a la cavitat. El nombre mínim d'àmfores recuperades, entre senceres i colls supera àmpliament la seixantena. La major part de les àmfores romanes recuperades són contenidors de vi ja amortitzats, que cronològicament se situarien entorn als segles II al I abans de la nostra era. Peces 25, 73 i 75: gregues tardanes (entre els segles II a I a.C.) de tipologia Dressel 2-4. Àmfora 10: grega de caires molt marcats. Àmfora 21 : bètica de tipologia Dressel 7-11. Àmfora 24: itàlica tipus Dressel-1 del segle I d.C. amb anses planes i solcades. Determinació Damià Cerdà. Fotos: A. Merino i P. Vega.

amunt, així com aspirant el fang, pot subministrar aquesta informació. Aquesta tasca seria molt costosa i extraordinàriament pesada, però és l'única forma de recuperar tot el material i desvetllar el misteri dels primers homes que en feren ús d'aquestes aigües. Com sembla que no és una prioritat d'acció la recuperació total dels contenidors ceràmics, cal salvaguardar el pou i declarar-lo figura protegida com a herència i reserva per a les generacions futures, tant pel seu valor documental històric i arqueològic, com pel patrimoni natural que representa en sí mateix.

Utilització de la cavitat per a l'extracció d'aigua

No podem saber quan es va començar a utilitzar la gruta per extreure-hi aigua, ja que els possibles materials ceràmics més arcaics de recollida estan sepultats sota els més moderns. A partir del material recuperat més antic (romà) i donat la gran quantitat en que es troba, es pot deduir que a l'època romana s'emprava intensament com a subministri d'aigua. Pel tipus de recipients (àmfores de gran capacitat) sabem que es dedicaria a abastar una quantitat considerable de gent, vaixells fondejats a la badia, i no només a pescadors o pagesos de forma ocasional. El què és difícil d'imaginar és com manejaven les feixugues àmfores plenes d'aigua per la vertical d'entrada, ja que en el



Figura 20.26: Àmfores gregues tardanes de tipologia Dressel 2-4 amb anses bífides. Detalls ampliat dels signes ortogràfics pintats. Fotos: A. Merino i P. Vega.

cas de que les haguessin omplert des de dalt amb cordes no s'haguessin trobat tantes de senceres. És molt probable que un aiguader estaria situat vora el llac. Les llenegades ocasionals d'entre les mans, a l'hora de treure les àmfores de l'aigua, devia fer que una petita part d'elles s'enfonsés sota les aigües del llac i donada la fondària i topografia del con d'enderrocs, rodolessin pendent avall, romanent oblidades fins als nostres dies. No es factible pensar en la pujada d'un home amb aquesta càrrega per una escala vertical.

La presència de qualque contenidor ceràmic islàmic (gerres de petita capacitat), donen a pensar en un ús més esporàdic i menys important, o com a mínim amb menor pèrdua de recipients (tal vegada s'extreia amb una sínia o altre mecanisme d'extracció, el que explicaria la disminució en el nombre de peces perdudes). La documentació localitzada de 1738 confirma la continuïtat i importància del pou, fins i tot com a lloc estratègic des del punt de vista militar.

El material modern es també freqüent, especialment en forma de gerres mallorquines de tot tipus, dimensions i formes, moltes d'elles recuperades senceres (Fig. 20.29). La presència de cadufs de diferent tipologia i restes de sínia ens indiquen que en un període no molt llunyà continuà l'extracció. A l'interior del pou (al rost de materials) també hi ha diverses piques de pedra, alguna de grans dimensions. A l'exterior del pou hi ha una pica moderna que degué servir com abeurador de bestiar. Posteriorment l'extracció es va fer amb una bomba i es van instal·lar tubs,

remodelació que degué suposar un canvi radical en la morfologia externa del pou, amb la construcció de la caseta i l'esbucament d'una part de les anteriors estructures (Fig. 20.19). El fet de que el nivell freàtic es trobi a només 6 m de fondària és un altre element a favor de l'existència de la sínia. Tanmateix avui en dia es fa impensable parlar d'una instal·lació d'aquestes característiques, ja que no hi ha rastre de l'espai

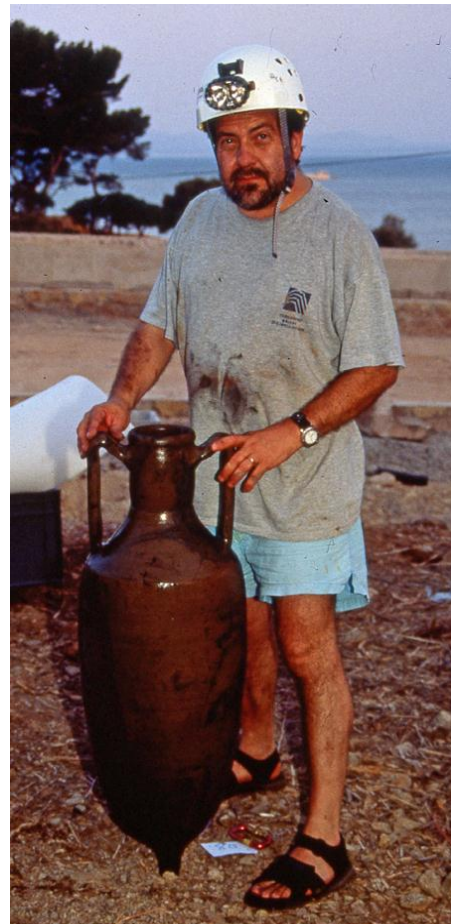


Figura 20.27: Àmfora en bon estat recuperada de la cavitat i preparada per introduir dins caixes en humit pel seu transport fins a Patrimoni Històric del Consell Insular. Foto A. Merino.

circular per voltar la bística, i en tot cas seria una sínia molt diferent de la que estem acostumats a veure, amb un mecanisme molt adaptat al poc espai disponible.

L'aigua de la cavitat, per la seva proximitat a la mar, té una elevada concentració de clorurs. Com es habitual a les cavitats de zones litorals la salinitat es molt menor a la superfície de l'aigua, capa bastant dolça, mentre que en vertical, a partir d'una zona de mescla (haloclina) la resta de la columna d'aigua és molt salada, gairebé assolint valors propers a l'aigua marina. Aquesta zona de mescla oscil·la uns metres en funció de les aportacions de les aigües meteòriques als mesos de més precipitacions, les quals desplacen a major profunditat la interfase entre aigües continentals i marines. Tanmateix caldria fer estudis acurats de l'aigua del pou, per poder fer referència a valors concrets. El que està clar és que la suposada diferència de cota del nivell freàtic a l'època romana

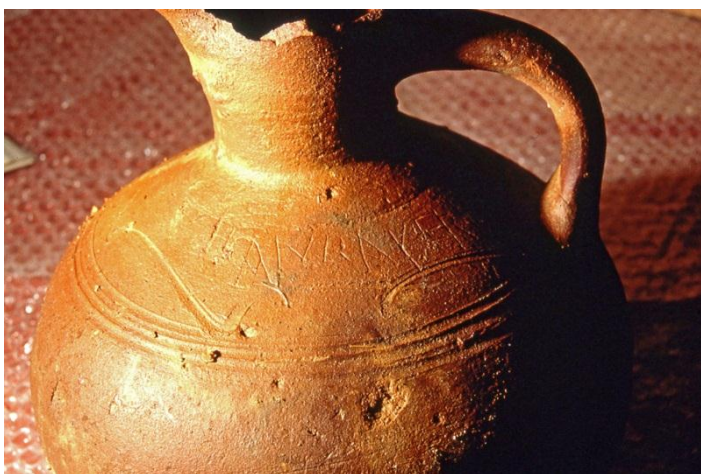


Figura 20.28: Pitxer de cronologia indeterminada amb rica ornamentació de precocció a base d'inscripcions de lletres i línies. Foto: A. Merino.

es del tot injustificada per la presència d'un cos d'àmfora romana que surava i que va quedar encaixada a les parets, a la mateixa alçària que el llac actual i posteriorment recoberta lleugerament per colada estalagmítica (Fig. 20.20). La menor extracció de les aigües subterrànies en aquella època podria traduir-se en una mica menys de salinitat, però no

seria molt gran la diferència, per la proximitat de la gruta a la mar. En qualsevol cas, el què està fóra de tot dubte es que només devien recollir l'aigua de la capa superior del llac. La presència de grans troncs d'arbres, caiguts o tirats dins el pou molt de temps enrere (actualment la caseta del pou impossibilitaria la caiguda), així com la conservació dels utensilis de fusta relacionats amb l'extracció d'aigua demostren la gran capacitat de conservació que permet l'aigua salada en determinades circumstàncies (absència de llum, aigües fredes, etc.).

Resum del material recuperat

La troballa de contenidors ceràmics a la cavitat (s'han recuperat al llarg de 17 dies de feina més de 189 peces - alguns números corresponen a varies peces -, Fig. 20.24,

20.27, 20.30) posa de manifest la utilització de l'aigua d'aquesta formació endocàrstica per a ús humà almenys des de l'època romana-republicana. La seva ubicació, molt a prop de la mar, en una zona de costa accessible, propicià que fos utilitzat per a procurar-se la reserva d'aigua necessària per a la travessia marítima. El nombre mínim d'àmfores presents al pou, entre àmfores senceres i colls supera àmpliament la seixantena.



Figura 20.29: Exemplars de gerres mallorquines d'entre les 38 recuperades. La major part se situaven a la part superior del con d'enderrocs. Foto: P. Vega.

Foren moltes les ciutats fundades per Roma entre els segles III - I aC que iniciaren el camí comercial i utilitzaren per envasar llurs excedents viners les formes d'àmfora que coneixem com les greco-itàliques, les Dressel 1 o les Dressel 2-4 (CERDÀ, 1999). Fins a mitjan segle II aC no començaren a produir-se vins de qualitat en el litoral tirrè de la península itàlica. Els romans havien consumit fins aleshores vins grecs de les illes de Kios, Lesbos o Tassos principalment. Plini cita en aquest ordre la qualitat d'aquests tres vins de l'àrea de la mar Egea. Però a mitjan segle II aC es produeix un canvi del vi grec per l'itàlic que repercuteix en el segellat i en l'estampillat del material amforal. Ja des de molt prest començaren a sortir dels tallers itàlics les àmfores amb les estampetes en llatí (CERDÀ, 1999).

La major part de les àmfores recuperades són contenidors de vi, ja amortitzats, els quals cronològicament se situarien entorn dels segles II aC fins al segle I dC (determinació cronològica de Damià Cerdà i Gabriel Pons). Són abundants els materials amforals orientals, especialment peces greco-itàliques i algunes gregues tardanes (de tipologia tipus Dressel 2-4). També són nombroses les àmfores de procedència bètica (Dressel 7-11, Dressel 1) i també laietana (Dressel 2-4, Dressel 7-11) (Figs. 20.25, 20.26).

Algunes de les peces presenten al peu estampilles rectangulars o circulars, amb lletres llatines que ens informen dels centres productors. D'altres tenen signes pintats post-coccio prop de la base del coll, amb caràcters grecs o llatins. També s'han recuperat àmfores amb inscripcions de marques fetes abans de la coccio (Fig. 20.26).

S'han pogut trobar algunes gerres d'època islàmica (unes 4); alguna amb una rica decoració geomètrica gravada. La poca quantitat de materials d'aquesta època i la seva tipologia ens farien pensar que fossin emprats per a consum intern en comptes de servir de provisió d'un vaixell; no obstant la documentació trobada de 1738 (ORDINAS & ROTGER, 2002) demostren que va seguir essent emprada per l'abastiment d'aigua per part de vaixells en temps molt posteriors.

Un nombre important dels materials corresponen a gerres, cadufs i cossiols de producció illenca i d'època moderna, probablement dels segles XVIII i XIX (determinació cronològica de Gabriel Pons). El nombre mínim de gerres mallorquines extretes, entre senceres i colls és de 38. S'han recuperat 7 cadufs, encara que d'altres s'han deixat al pou. També s'han recuperat alguns cànirs, pitxers, cossiols i poals de fusta.



Figura 20.30: Una de les jornades de feina a la cavitat. S'observen algunes de les peces acabades d'extreure per fotografiar-les i embalar-les protegides pel seu transport fins a Patrimoni Històric del Consell de Mallorca. Foto P. Vega.

Capítol 21. LA CONSERVACIÓ I PROTECCIÓ DE LES CAVITATS LITORALS

21.1. Introducció

El descobriment, estudi i divulgació dels valors de les nostres cavitats litorals ha suposat fer créixer la consciència social sobre la necessitat de conservar aquest patrimoni natural de Mallorca. Les estratègies i mesures de conservació i els aspectes normatius encaminats cap a la seva protecció s'han de veure incloses en les que es prenen a la resta de la Comunitat Europea. L'administració ha de recollir mesures per tal de salvaguardar la protecció de les cavitats. Aquestes provenen de normatives en els tres àmbits de protecció: internacionals (bàsicament desenvolupades per la Unió Europea), normatives nacionals i normatives autonòmiques (PONS *et al.*, 2001; 2011).



Figura 21.1: Les cavitats litorals es troben ubicades a zones especialment afectades per la construcció d'urbanitzacions i hotels. La destrucció directa de la cavitat o l'abocament d'aigües residuals són les amenaces més habituals.

21.2. Normatives relacionades amb la conservació

21.2.1. NORMATIVA EUROPEA

A nivell europeu, una de les primeres passes que es va realitzar a la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears per a la protecció explícita de les cavitats, gràcies al desenvolupament de la normativa europea, va ser la selecció i proposta de *Llocs d'Interès Comunitari* (LICs) de trenta cavitats càrstiques de les Illes Balears, entre les quals es van incloure diverses cavitats litoral amb continuacions subaquàtiques (JAUME *et al.*, 2001). La Directiva Hàbitat, amb la Xarxa Natura 2000, de setembre de 1979) sobre la conservació de la fauna salvatge i els hàbitats naturals. La Recomanació Especial núm. 36 del Comitè Permanent (1992), relativa als animals i

hàbitats subterranis indica les característiques rellevants d'aquests ambients. La presència d'espècies adaptades a la vida subterrània, d'espècies relictas, d'espècies vulnerables, d'espècies endèmiques, d'espècies rares i d'espècies de ratapinyades són factors que s'han de tenir presents a l'hora de l'elecció de les cavitats. La biodiversitat relativament elevada i l'originalitat de l'hàbitat que suposen les coves hidrotermals i les coves anquihalines. Moltes espècies cavernícoles representen relíquies filogenètiques a dins els seus llinatges evolutius respectius, havent sobreviscut al medi altament estable i conservador de les caveres mentre els seus correligionaris epigeus desapareixien o es modificaven per les pressions de selecció variants en el decurs del temps geològic. Altres són també relíquies biogeogràfiques, i ens parlen d'antigues connexions intercontinentals del passat geològic, o de l'existència d'oceans avui desapareguts. A les Illes Balears, el cens de metazous catalogats de les seves cavitats està sobre les 300 espècies (PONS, 1991, 1995; PONS & PALMER, 1996; PONS *et al.*, 2011). D'entre els troglobis (i estigobis), els veritables pobladors de les coves, trobam que prop del 70 % de les espècies és endèmica de les nostres illes, és a dir, no es troba a cap altre lloc del món. Aquesta xifra representa prop d'un 20 % dels nostres endemismes



Figura 21.2: Comparació de les imatges captades pels vols dels anys 1956 i 2013 de cala Mendia i cala Anguila, a on es troba la cova Genovesa.

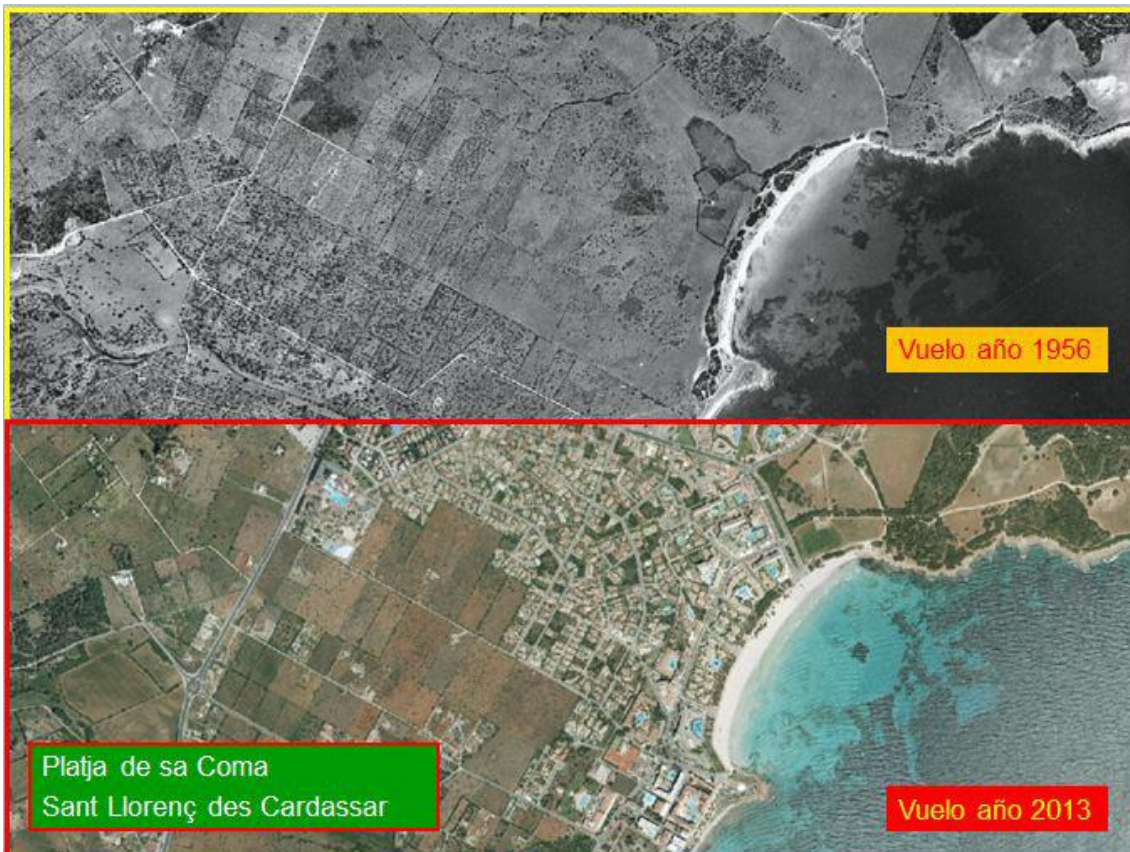


Figura 21.3: Comparació de les imatges captades pels vols dels anys 1956 i 2013 de la platja de sa Coma, a on es troba la cova de s'Abisament.

animals, i inclou també, aproximadament, al 90 % dels gèneres endèmics amb que comptam.

A més d'aquests criteris de caire biològic que indica el conveni, les cavitats poden comptar amb altres valors que donen encara més importància a la seva conservació. Per això, per a la proposta inicial es va considerar adient recollir també altres valors com són la presència de restes paleontològiques, el registre fòssil preservat a les cavernes. A Mallorca, gairebé tots els jaciments fossilífers de vertebrats són bretxes ossíferes localitzades a l'interior de les cavernes o bé antigues cavitats reblides per sediments (ALCOVER *et al.*, 1981). De forma semblant, les coves han format part del dia a dia de gairebé totes les comunitats humanes que han ocupat les nostres illes des del moment del poblament inicial, havent estat utilitzades tant com llocs d'habitatge, ritual, religiós, funerari, o com a eventual refugi. Totes aquestes activitats han deixat una empremta arqueològica clau per a esbrinar molts aspectes de la prehistòria de les Illes Balears, i mereixen, per tant, un esforç de preservació (TRIAS, 1995).



Figura 21.4: Comparació de les imatges captades pels vols dels anys 1956 i 2012 de Portocristo, a on es troben les coves del Drac.

L'interès espeleomètric: a Mallorca en general les coves són de dimensions més bé modestes, essent relativament escasses les que assolixen un recorregut superior a 1 km. De fet, sols es coneixen set a hores d'ara amb més de 2 km de desenvolupament (GRÀCIA, 2011; GRÀCIA *et al.*, 2009d, 2014, Drac inèdit; MULET, 2014). Aquestes són: cova des Pas de Vallgornera (78.000 m), sistema Gleda-camp des Pou (13.500 km), cova des Coll (7.020 m), coves del Drac (6.538 m), es Dolç (4.100 m), sistema Pirata-Pont-Piqueta (3.091 m) i cova Genovesa (2.415 m). Per la qual cosa, totes elles són totalment o tenen importants parts sotaiguades. Es pot dir que coincideixen les de mides importants amb les cavitats litorals. De fet també són les cavitats litorals de més recorregut no només de l'estat espanyol, sinó també d'Europa.

A més a més altres també destaquen del punt de vista de recorregut: cova dels Ases (1.851 m), cova d'en Bassol (1.491 m), cova de Cala Varques B (1.068 m), cova des Xuetes o de Cala Varques ACD (819 m), cova des Drac de Cala Santanyí (803 m), cova des Coloms de Cala Falcó o cova des Coloms 1 (575 m) i cova de Cala Mitjana (340 m).

La geologia, l'espeleogènesi, la presència de morfologies de corrosió, la riquesa en espeleotemes i altres particularitats van fer que la Federació Balear d'Espeleologia, a instàncies de la Direcció General de Recursos Hídrics (Conselleria



Figura 21.5: Tasques de neteja de l'entrada de la cova Genovesa (Foto F. Gràcia).

de Medi Ambient), va realitzar el document tècnic de les Cavitats de les Balears proposades com a Patrimoni Geològic, a on figuren 126 cavitats (GRÀCIA *et al.*, inèdit).

Les oscil·lacions del nivell marí en el passat recent (Pleistocè-Holocè) han quedat enregistrades a partir dels espeleotemes freàtics que poden esser datats amb gran precisió amb mètodes radiomètrics. Es tracta d'una eina molt valuosa pel coneixement palo-climàtic del passat. A les coves mallorquines es troba preservat un registre de paleonivells marins que compren des dels + 40 m fins a - 23 m, lligat als cicles glaciaris del Quaternari (GINÉS & GINÉS, 1995a; TUCCIMEI *et al.*, 2006; GRÀCIA *et al.*, 2007b; GINÉS *et al.*, 2012).

La vulnerabilitat d'aquests hàbitats és molt elevada a causa del perill de destrucció física de les cavitats, especialment per la construcció d'urbanitzacions i la contaminació de les aigües subterrànies per abocaments d'aigües residuals. S'ha de pensar que la localització de les cavitats a la franja litoral ha estat especialment afectada pels processos urbanitzadors (Fig. 21.1-4).

Directiva marc de l'aigua

La Directiva 2000/60/CE del Parlament europeu i del Consell de 23 d'octubre de 2000 per la que s'estableix un marc comunitari d'actuació dins l'àmbit de la política d'aigües (DO L 327 de 22.12.2000) malgrat esser una norma pensada essencialment per a masses d'aigua dolça, també contempla les aigües subterrànies (dolces i de zona de mescla) i les aigües marines portuàries i litorals. En la declaració del seminari ministerial sobre aigües subterrànies, celebrat a l'Haia el 1991, es reconeixia la necessitat d'adoptar mesures per evitar el deteriorament a llarg termini dels aspectes qualitatius i quantitatius de les aigües dolces i es va demanar l'aplicació de un programa de mesures abans del 2000, enca-minat a aconseguir la gestió sostenible i la protecció

dels recursos hídrics.



Figura 21.6: La retirada de 14 a 19 tones de ferralla i escombraries de la dolina d'esfondrament de l'entrada de la cova Genovesa va suposar un ingent esforç altruista (Foto F. Gràcia).

21.2.2. NORMATIVA ESTATAL

La normativa estatal bàsica és la llei 47/2007 o de Biodiversitat (BOE 299, 14-12-2007. Ley 42/2007, de 13 de desembre, del Patrimoni Natural i de la Biodiversitat) recull aspectes ja esmentats a altres disposicions europees, derogant la llei 4/1989 d'espais naturals. Dins dels principis inspiradors de la llei, aquesta posa, per primera vegada a la normativa estatal, a un mateix nivell la conservació de la Biodiversitat i de la Geodiversitat. A l'annex I, recollint la directiva hàbitats (tipus d'hàbitats naturals d'interès comunitari) es contempla la designació de zones d'especial conservació

(ZEC). A aquest annex s'inclouen les coves no explotades pel turisme (codi 8310) i les coves marines submergides o semisubmergides (codi 8330). Una de les conseqüències d'aquesta llei fou l'acord del consell de Govern de 29 d'abril de 2011, a instàncies de la Conselleria de Medi Ambient i Mobilitat i seguint les indicacions del Comitè de Ministres del Consell d'Europa, en la seva



Figura 21.7: Obres de construcció d'edificis damunt de la cova Genovesa. S'ha de vigilar que no afectin a la cavitat per la salvaguarda d'aquesta i per la pròpia seguretat dels edificis (Foto J. Borrazas).

recomanació REC (2004) sobre la conservació de l'herència geològica, que insta als governs, a través de 10 propostes d'actuació, a inventariar, protegir i divulgar el Patrimoni Geològic. A nivell estatal la Llei 42/2007 obliga les administracions públiques a protegir el Patrimoni Geològic i la Geodiversitat i a realitzar inventaris dels Llocs d'Interès Geològic.

21.2.3. NORMATIVA AUTONÒMICA

La Llei 5/2005 de 26 de maig, per a la conservació dels espais de rellevància ambiental (LECO), igual que ho fa la llei de biodiversitat, en el seu títol IV incorpora el règim jurídic propi dels llocs que integren la xarxa ecològica europea Natura 2000: les zones especials de conservació (ZEC) -àrees declarades LIC que una vegada compten amb un pla de gestió passen a ser denominades ZEC- i les zones d'especial protecció per a les aus. A aquest efecte recull que se declarin per acord del consell de govern i preveu el règim de l'avaluació de les repercussions dels plans o projectes en aquests indrets. Queda prohibida la destrucció, alteració i extracció de qualsevol element geomorfològic de les cavitats subterrànies. També s'ha de regular l'entrada a les coves, amb especial esment, a les que s'integrin dins la Xarxa Ecològica Europea Natura 2000, constitueixin Espais Naturals Protegits o s'incloguin dins l'àmbit de protecció de la normativa sobre zones humides.

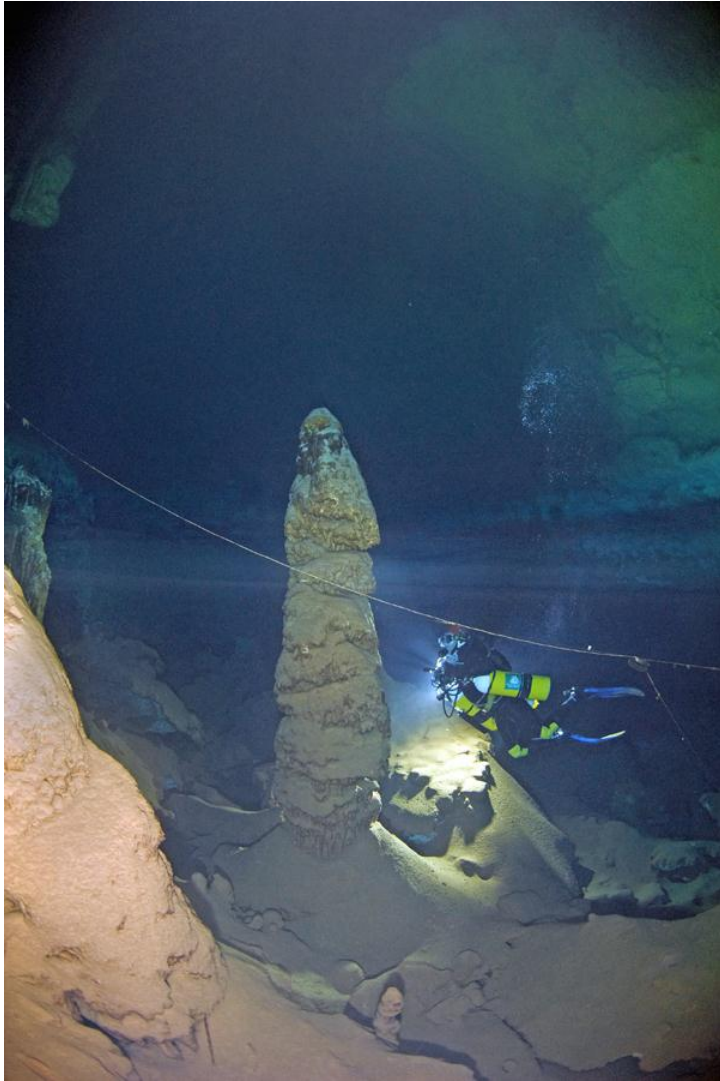


Figura 21.8: Cova Genovesa. Es destria a la part superior de la massa d'aigua un color fosc que correspon a la zona d'haloclina a on s'acumula la brutor amb bacteris. La zona inferior d'aigua salada es manté més neta (Foto A. Cirer).

21.3. Agressions i problemàtiques a les cavitats estudiades

21.3.1. COVA GENOVESA O D'EN BESSÓ (LIC ES5310050).

Ha estat molt afectada pel creixement urbanístic de cala Anguila. El carrer on s'obri la cova, Leonardo da Vinci, es va haver de fer en revolt, seguint la vorera de l'esfondrament per evitar la cavitat (GRÀCIA *et al.*, 2003b). La dolina d'entrada, situada gairebé arran de la carretera, va esser utilitzada a començament dels anys 70 per abocar tota classe

d'electrodomèstics (calefactors d'aigua, geleres, rentadores, cuines), així com lavabos, llits i matalassos, cadires, para-sols,

possiblement d'algun "ressort" d'apartaments del voltant. També bigues de formigó, rajoles, ferros, cotxets, etc. La seva acumulació gairebé anivellava un petit salt d'uns 3-4 m. En efectuar les recerques a la cova vam procedir a la retirada dels voluminosos i feixucs residus. Al llarg de tres dies de feina i 15 jornals es van retirar 5 contenidors plens de gran capacitat, que suposen uns 14 a 19 tones de ferralla i escombraries (Figs. 21.5, 21.6). Al llarg de les tasques d'exploració, es localitzà a la part terminal, tres gran sales subaquàtiques, amb un gran focus de contaminació produït almenys per l'abocament diverses ocasions esbrinar la procedència dels vessaments sense èxit.

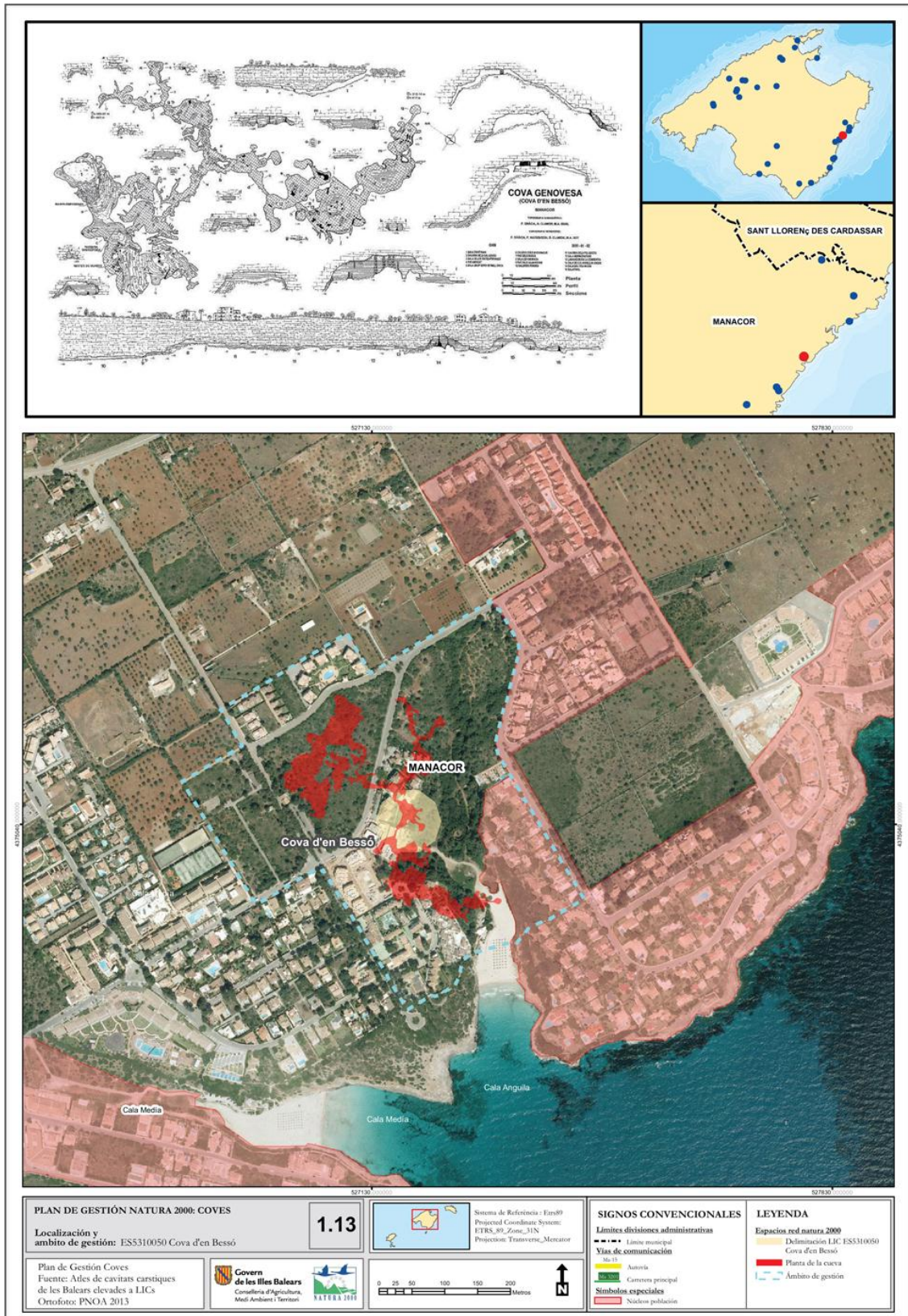


Figura 21.9: Fitxa extreta del Pla de Gestió Natura 2000. Coves, a on es pot apreciar a la fotografia aèria la topografia de la cova Genovesa o cova d'en Bessó (Cala Anguila, Manacor) superposada. L'àrea feta amb retxes discontinües blaves correspon a l'àrea de protecció que envolta el ZEC. Aquí es veu la importància de la topografia de les cavitats per la planificació territorial i la protecció del medi subterrani. Govern de les Illes Balears.

S'ha demanat a les autoritats municipals i autonòmiques la clausura dels pous negres que afecten la cavitat. El poc gruix de roca al sostre, d'entre 1,5 a 3 m, presenta un greu problema de destrucció de part de la cavitat o faria perillar l'estructura dels edificis. És molt important vigilar el pla urbanístic de la zona (Fig. 21.7). Gràcies a la documentació i estudi de la cavitat l'ajuntament de Manacor va expropiar el solar on s'ubica l'entrada i té cura d'aquest espai. La inclusió de la cova com a LIC i ara ZEC, també li suposa un grau de protecció elevat, però els principals problemes d'abocaments d'aigües residuals són molt difícils de solucionar i encara està pendent d'esser controlades (Figs. 21.8-11).



Figura 21.10: Poliquets filtradors sobre una estalactita de les zones contaminades de la cova Genovesa.



Figura 21.11: Sedimentació de tot tipus de residus antròpics d'higiene personal com compreses, bastonets, plàstics, preservatius i altres a les proximitats de la sala del Pou Negre de la cova Genovesa. Paradoxalment és una cavitat ZEC (Zona d'Espècial Conservació) (Foto A. Cirer).

21.3.2. COVA DES COLL (LIC ES5310044). La localització de part de la cova, per davall del nucli urbà, fa perillar la seva conservació, assimilada pels processos urbanístics que segueixen construint al damunt de la cavitat. La propietat d'un solar, a prop de la dolina d'esfondrament, ens va demanar la col·laboració per evitar que la cova es ves afectada per les obres d'un bloc de pisos. També la cova, molt a prop de l'entrada submarina (inici del sector del Poble), ha sofert amenaces urbanístiques per la venda d'un habitatge de planta baixa situada damunt la cavitat. L'objectiu era enderrocar-la i poder-hi fer els fonaments d'una casa de tres altures que afectarien a les galeries, amb només 2 m de potència de roca. L'Ajuntament, una vegada assabentat de la problemàtica i la necessitat de protegir la cavitat va tenir una resposta satisfactòria. Va demanar a la propietat que es posés en contacte amb nosaltres i que construís mitjançant tècniques que evitessin que afectés la cavitat. També es va sol·licitar que es clausurés el pou negre que afecta a la cova (Figs. 21.12, 21.13). Hi ha constància d'altres focus de contaminació residual en altres indrets que afecten a la cavitat, a causa de cases que no s'han connectat a la xarxa de clavegueram. L'any 2014, el propietari dels terrenys on

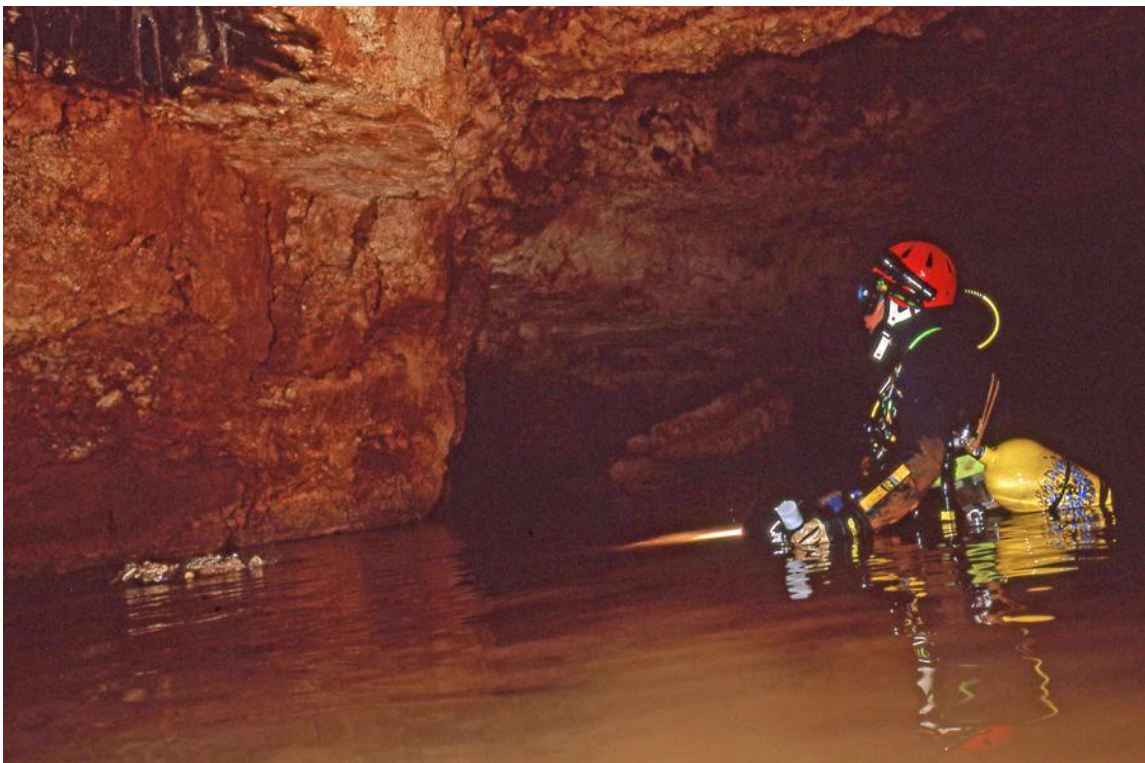


Figura 21.12: Pou Negre de la cova des Coll, situat a la part terminal del poble. La cavitat està declarada ZEC. Enfront del bussejador es pot apreciar al sostre el forat pel qual cau aigua al llac de la sala del Pou Negre. L'aigua dreña dins es Rivetó de Portocolom (Foto P.

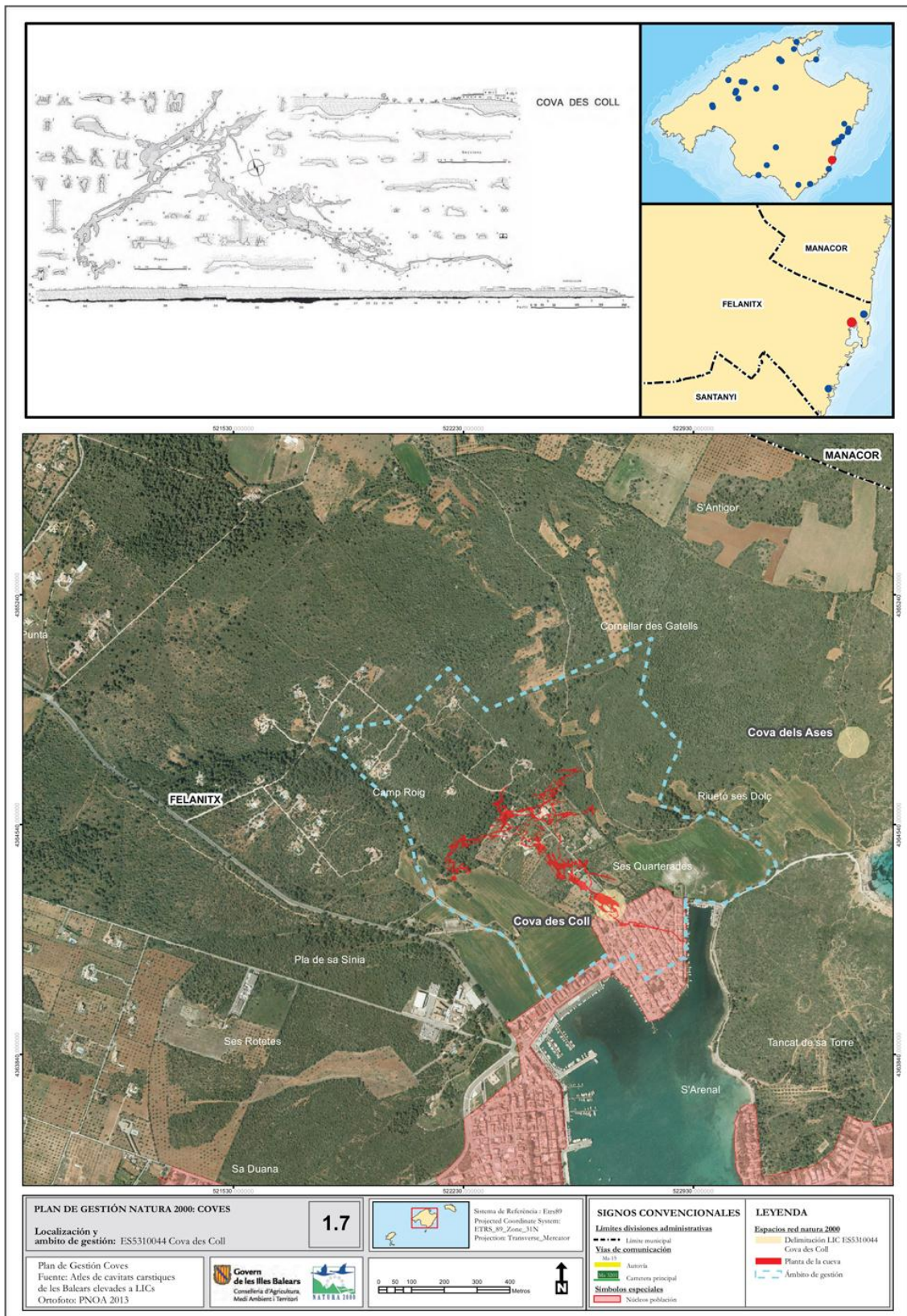


Figura 21.13: Fitxa extreta del Pla de Gestió Natura 2000. Coves, a on es pot apreciar a la fotografia aèria la topografia de la cova des Coll (Portocolom, Felanitx) superposada. L'àrea feta amb retxes discontinües blaves correspon a l'àrea de protecció que envolta el ZEC. Aquí es veu la importància de la topografia de les cavitats per la planificació territorial i la protecció del medi subterrani. Govern de les Illes Balears.

s'ubica l'entrada terrestre es va posar amb contacte amb nosaltres preocupat per les Normes Subsidiàries del terme municipal de Felanitx que contemplaven la construcció d'una carretera que passaria per damunt de la dolina d'entrada. La protecció LIC que afecta a la cavitat ho fa inviable, tal com ho va recordar la directiva de la Federació Balear d'Espeleologia als responsables d'urbanisme de l'ajuntament de Felanitx.

21.3.3. SISTEMA GLEDA-CAMP DES POU (LIC ES5310054). És una cavitat emblemàtica, molt coneguda pels mitjans de comunicació a nivell de l'Estat espanyol i també mundial (Figs. 21.14, 21.28). La problemàtica actual més conflictiva és el control d'accés per practicar espeleobusseig, ja que és molt freqüentada per visitants tant nacionals com estrangers que venen expressament per realitzar espeleobusseig turístic. La cavitat posseeix una sèrie de característiques, especialment l'espectacular volum de sales i galeries i la comoditat del llac d'entrada, així com la proximitat al cotxe que les fan molt atractives per esser visitada. La realització de cursos, fins i tot d'iniciació de busseig espeleològic, és un dels rics més elevats, juntament amb les immersions per part d'escafandristes d'aigües obertes amb poca pràctica. Aquests produeixen el trencament dels espeleotemes en aferrar-se o copejar-los amb les aletes o altres bandes del cós o del material, així com per fer pràctiques d'instal·lació del fil-guia a les formacions. El principal problema de conservació és el trencament dels espeleotemes, en principi involuntàriament. S'han d'evitar aquestes pràctiques i controlar el nivell de busseig espeleològic dels que volen accedir a la cavitat per evitar el deteriorament d'una cavitat única.

Hi ha una sèrie d'aclariments interessants de la Direcció General de Medi Natural, Educació Ambiental i Canvi Climàtic (Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears) en relació amb les al·legacions rebudes en referència a la declaració de ZEC dels LIC de les coves (Pla de gestió Natura 2000 de Coves), en el període de informació pública. El Decret vigent més actual en referència a la pràctica de l'espeleobusseig és el 14/2014, de 14 de març, pel que s'estableix els principis generals en matèria de busseig recreatiu en la comunitat autònoma de les Illes Balears. S'ha modificat el PG i s'ha incorporat una nova redacció en relació a les autoritzacions per accedir a les coves terrestres inundades: Excepcionalment, la Direcció General competent en espais protegits Xarxa Natura 2000 pot autoritzar la pràctica de l'espeleobusseig recreatiu o esportiu i científic en relació a

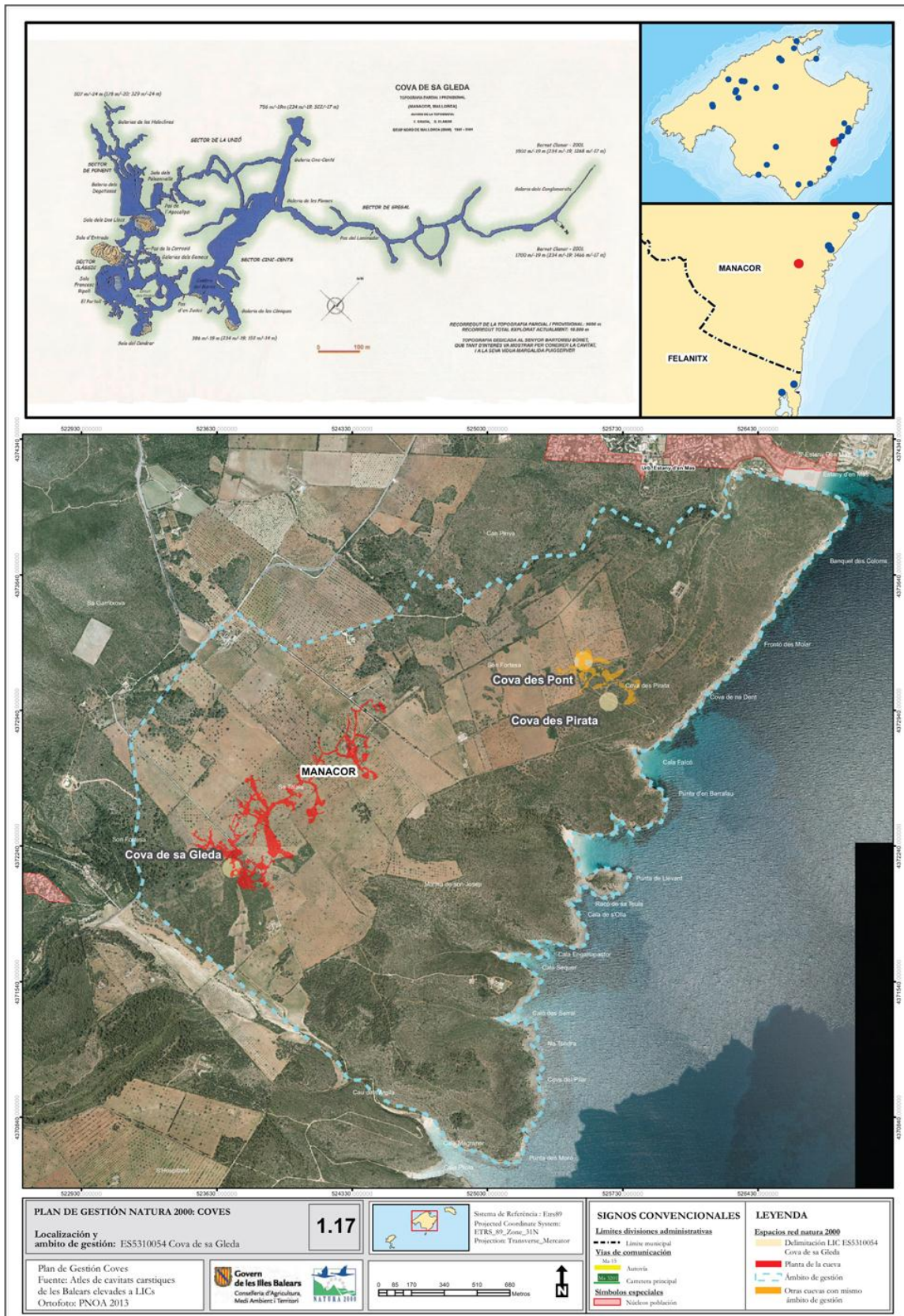


Figura 21.14: Fitxa extreta del Pla de Gestió Natura 2000. Coves, a on es pot apreciar a la fotografia aèria la topografia del sistema Gleda-Camp des Pou (entre cala Magraner i cala Falcó, Manacor) superposada. L'àrea feta amb retxes discontinües blaves correspon a l'àrea de protecció que envolta el ZEC. Aquí es veu la importància de la topografia de les cavitats per la planificació territorial i la protecció del medi subterrani. Govern de les Illes Balears.

l'afecció ambiental de l'activitat, sense perjudici de les autoritzacions i del compliment de la normativa sectorial corresponent, en especial sobre seguretat, formació tècnica necessària dels participants, qualificació i equips especials. Per tot això, les autoritzacions per a realitzar activitats d'espeleologia i espeleobusseig tindran els condicionants necessaris per no afectar apreciablement els hàbitats de coves i les espècies que s'hi troben, sense perjudici que es tingui que complir amb la resta de normativa aplicable sobre activitats recreatives o esportives, Estatal o Autònoma, en relació a les activitats d'espeleologia i d'espeleobusseig (seguretat, formació tècnica, qualificació, equips especials, assegurances de responsabilitat civil...). Per altra banda, es tindrà en compte que si per accedir a la cova es necessari entrar per una finca privada s'ha de comptar amb l'autorització corresponent del propietari o titulars de drets de la mateixa. El SEPRONA i els agents de medi ambient de l'Administració autonòmica han de fer la seva funció de vigilància del compliment de la normativa corresponent. Els cursos necessaris per obtenir la formació adequada per a realitzar l'activitat d'espeleologia o espeleobusseig i el lloc on es poden realitzar no és objecte del PG xarxa Natura 2000. El PG no prohibeix les visites, regula que es necessita l'autorització per activitats d'espeleologia i d'espeleobusseig en relació als aspectes ambientals per no afectar a la cova. No obstant s'ha de tenir en compte que hi ha altres òrgans en competències d'activitats recreatives i normativa d'aplicació (ex. Decret 14/2014) que també s'ha de complir i tenir en compte per part dels participants en aquestes activitats (formació, assegurances, certificats mèdics, edat dels participants, etc.). Tanmateix, a l'actualitat el busseig recreatiu a la cavitat està prohibit.

21.3.4. COVA DES DRAC DE CALA SANTANYÍ (LIC ES5310065). MONTORIOL (1968) ja parla de les obres de construcció que es donen als voltants de la cova, per les quals expressa el temor que puguin afectar la cavitat. La cavitat malgrat estar ubicada a un lloc tan urbà, es trobava en bastant bon estat. De fet, no s'hi troben deixalles a l'interior, si més no visibles, exceptuant alguns fems al rost del llac, sota l'aigua. Posteriorment a l'exploració i topografia de la cova l'any 1998, en fer-se construccions residencials a la zona superior, es va produir la contaminació de part de la cavitat ja que es produeix la filtració d'aigües residuals. La zona més afectada és la que es troba prop

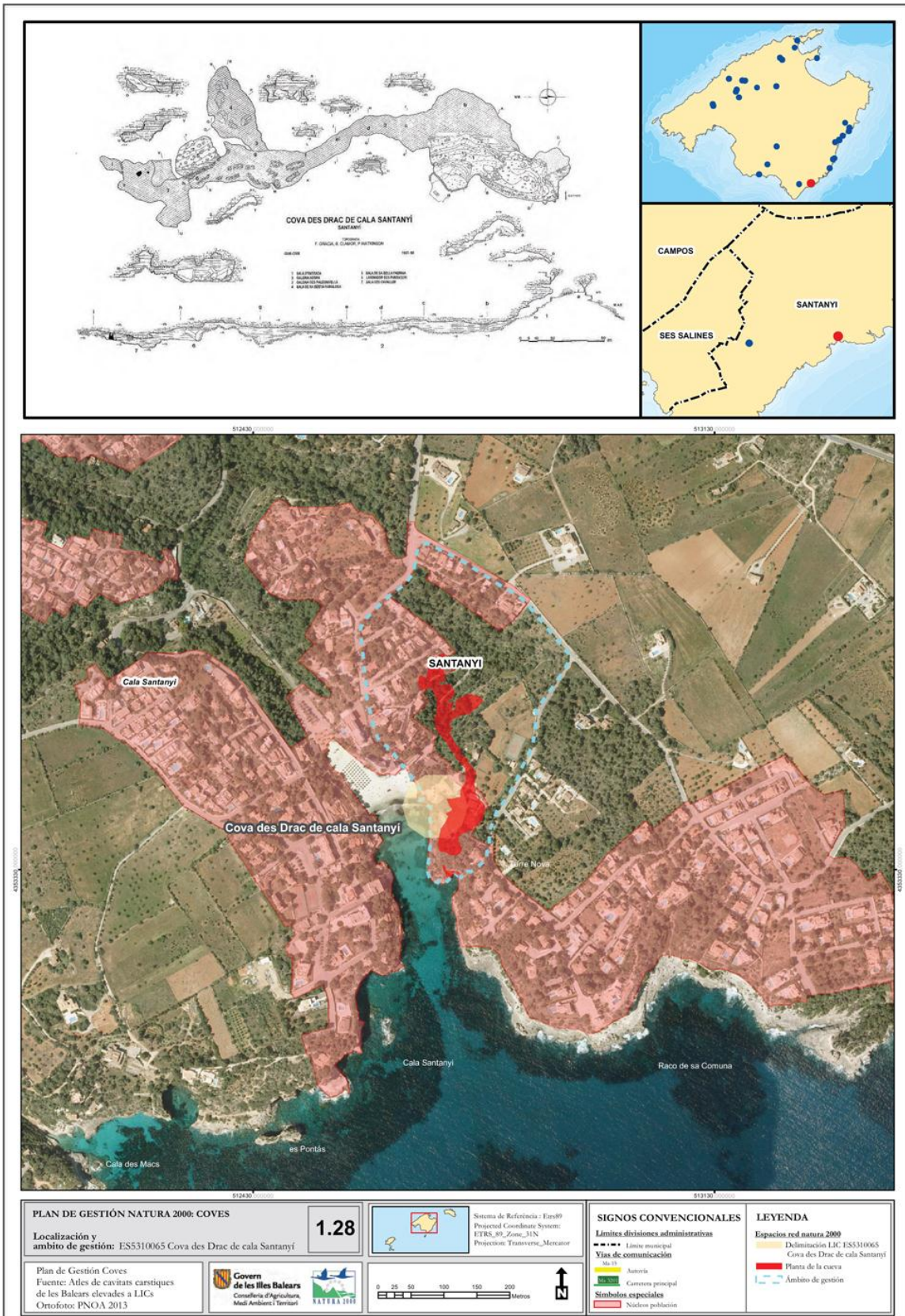


Figura 21.15: Fitxa extreta del Pla de Gestió Natura 2000. Coves, a on es pot apreciar a la fotografia aèria la topografia de la cova des Drac de Cala Santanyí (Cala Santanyí, Santanyí) superposada. L'àrea feta amb retxes discontinües blaves correspon a l'àrea de protecció que envolta el ZEC. Aquí es veu la importància de la topografia de les cavitats per la planificació territorial i la protecció del medi subterrani. Govern de les Illes Balears.

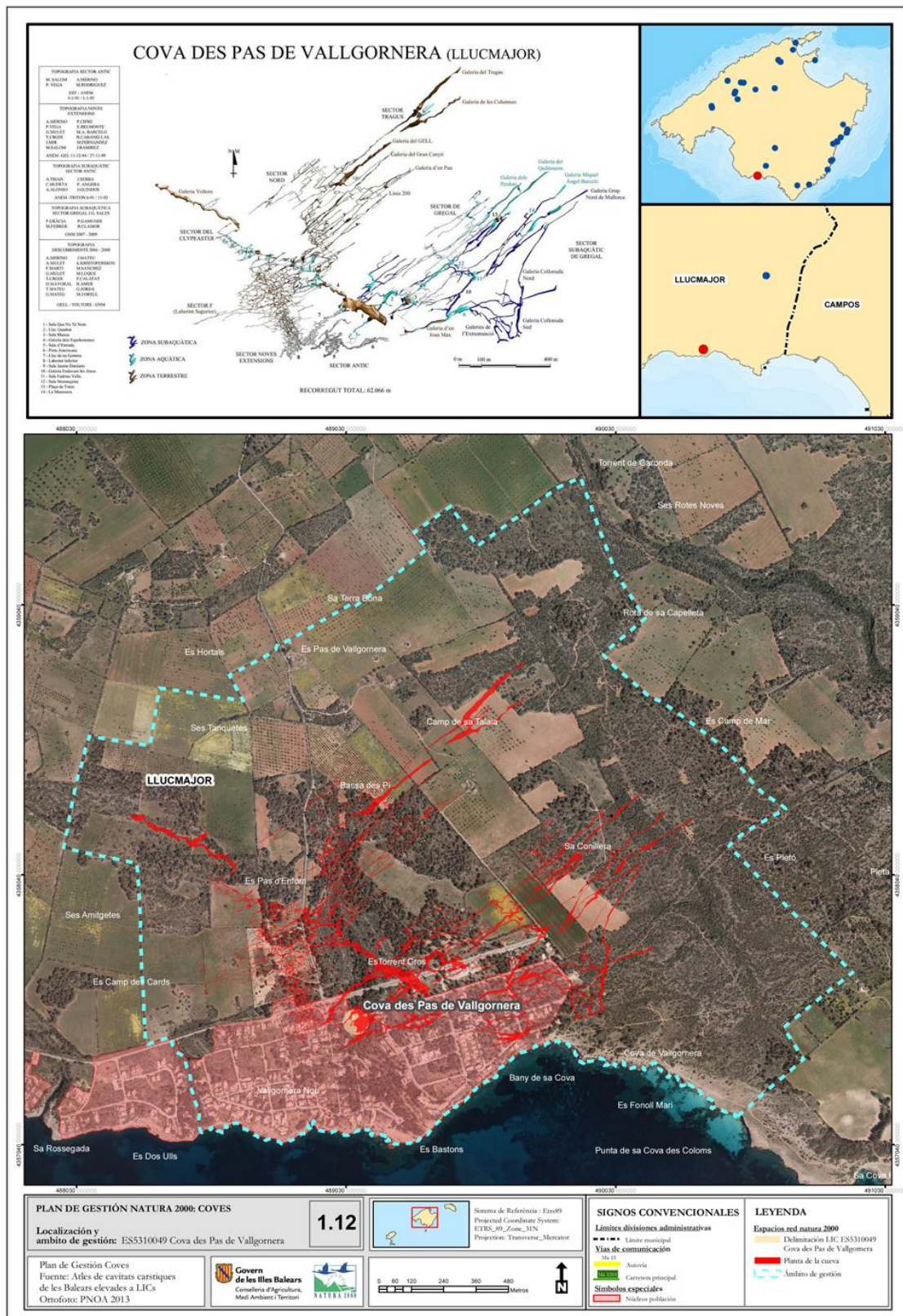


Figura 21.16: Fitxa extreta del Pla de Gestió Natura 2000. Coves, a on es pot apreciar a la fotografia aèria la topografia de la cova des Pas de Vallgornera (Vallgornera, Llucmajor) superposada. L'àrea feta amb retxes discontinües blaves correspon a l'àrea de protecció que envolta el ZEC. Aquí es veu la importància de la topografia de les cavitats per la planificació territorial i la protecció del medi subterrani. Una part important de la urbanització està construïda sobre la cavitat. Govern de les Illes Balears.

del laminador del Purgatori, a on la capa superior d'aigua pren una coloració molt groga. Aquesta zona s'inicia a uns 250 m des del final de l'entrant on s'ubica la cova des Riu. El propietari de la zona on s'obri la cavitat fa feines periòdiques de neteja de la boca i en dates recents (2014) ha tancat amb un reixat l'accés a la cavitat (Fig. 21.15).

21.3.5. COVA DES PAS DE VALLGORNERA (LIC ES5310049). La problemàtica més gran és l'existència d'una part considerable de la cavitat sota la urbanització. En qualche indret de la cavitat hi ha filtracions dels xalets unifamiliars que contaminen la cavitat. La falta de clavegueram i les característiques tècniques que ha de reunir per no afectar la cova, pel poc gruix de la roca al sostre, afegeixen un elevat cost a les obres que ha fet que a hores d'ara encara no s'hagi realitzat. Els pous negres no estan permesos, en tot cas els habitatges han de tenir fosa sèptica estanca o connectar-se a la xarxa de clavegueram, la qual es necessària per a les urbanitzacions, independentment de si tenen un cova sota o no. A causa de l'elevada inversió econòmica per la xarxa de clavegueram per no afectar la cova, s'intentaran cercar fons europeus per aquest finançament i establir una col·laboració interadministrativa (Fig. 21.16).

ES DOLÇ. Les aigües de la bassa de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi, llevat dels dies que s'empren per regar els camps, s'introdueixen dins la cova per un dels costats de l'esfondrament que constitueix la cova de s'Aigua (Figs. 21.18, 21.21, 21.23). L'aigua, els mesos d'hivern, quan la població és escassa, sembla que té una depuració correcta, ja que flueix transparent i inodora. Però, malauradament no ocorre el mateix al llarg de tot l'any. Es Dolç Extern i part d'es Dolç Intern es troben a molts de llocs recorreguts per les aigües mal depurades i recoberts de sediments d'origen fecal. No és aconsellable la immersió dins la cova els mesos d'estiu per la poca visibilitat dins la cova i per motius de salut de l'escafandrista. La gran quantitat de residents que estiuegen al nucli urbà, unit al de turistes que s'allotgen als hotels i apartaments, fa créixer de forma exponencial la població urbana uns mínims eficients de depuració de les aigües. A més a més, la cova actua com a una gran canonada que emet les aigües directament a la bassa des Dolç, vora la platja des Dolç, situada a pocs centenars de metres de la Colònia de Sant Jordi (Fig. 21.19). És del tot necessari per preservar la cavitat i la qualitat de l'aigua que flueix a la platja des Dolç, controlar l'aigua que aboca la depuradora o bé no abocar l'aigua depurada al seu interior en cas de no disposar dels recursos tècnics suficients.

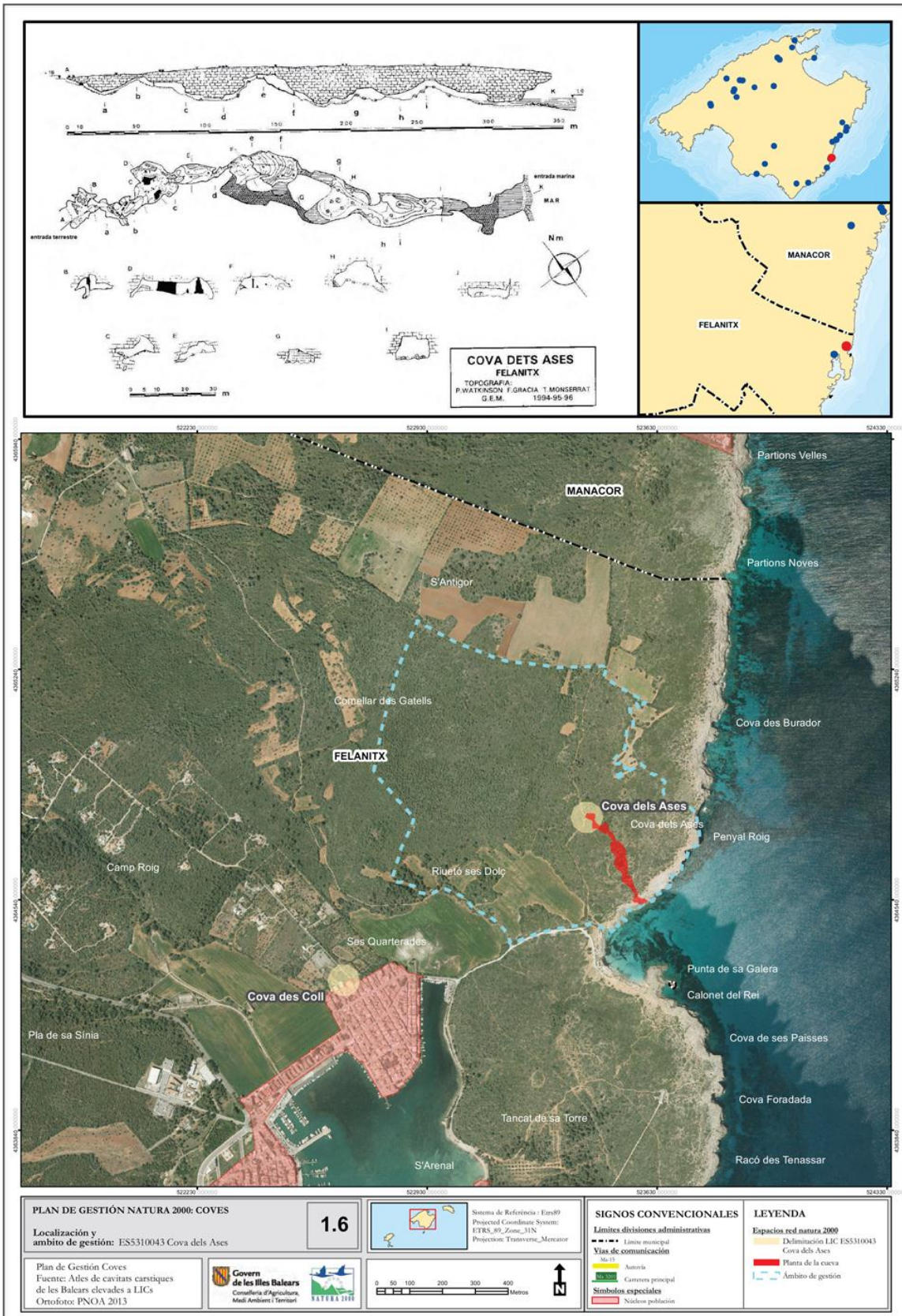


Figura 21.17: Fitxa extreta del Pla de Gestió Natura 2000. Coves, a on es pot apreciar a la fotografia aèria la topografia de la cova dels Ases (S'Algar, Portocolom, Felanitx) superposada. L'àrea feta amb retxes discontinües blaves correspon a l'àrea de protecció que envolta el ZEC. Aquí es veu la importància de la topografia de les cavitats per la planificació territorial i la protecció del medi subterrani. Govern de les Illes Balears.



Figura 21.18: Abocament de les aigües de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi a es Dolç, dins un esfondrament de la cova de s'Aigua. El deficient tractament de les aigües amenaça la destrucció de la cavitat per rebliment de matèries fecals i altres deixalles (Foto M. A. Perelló).

21.3.6. COVES DEL DRAC, per esser un important reclam turístic ja tenen el seu propi sistema de protecció, encara que s'ha de preservar tota la zona que es troba davall de la urbanització de Portocristo que es troba en risc especialment per contaminació d'aigües residuals.

21.3.7. COVA DE CALA VARQUES B I COVA DES XUETES O DE CALA VARQUES ACD. Es troben en una àrea LIC, però les entrades estan molt exposades als visitants i habitants temporals de Cala Varques que les empren com a refugi, lloc comú i abocador de fems.

21.3.8. COVA DES COLOMS DE CALA FALCÓ O COVA DES COLOMS 1. Es troba en una àrea LIC, amb entrada marítima. S'ha de vigilar especialment per la intensa freqüentació de visitants, tan empreses com particulars. A nivell pràctic vendria a ésser una cavitat turística no modificada. Algunes de les empreses que "l'exploten" s'encarreguen de retirar la brutor de la cavitat en col·laboració amb la FBE.

21.4. Protecció de les cavitats estudiades

Aquest any 2015 s'ha procedit a declarar ZEC a les cavitats abans LIC, entre les quals s'inclou les següents cavitats estudiades en aquesta Tesi: cova des Pas de Vallgornera (LIC ES5310049), sistema Gleda-camp des Pou (LIC ES5310054), cova des Coll (LIC ES5310044), sistema Pirata-Pont-Piqueta (LIC ES5310055 i LIC ES5310056) (Fig. 21.25), cova d'en Bessó o cova Genovesa (LIC ES5310050), cova dels Ases (LIC ES5310043) (Fig. 21.17), cova d'en Bassol o Passol (ES5310045) i cova des Drac de Cala Santanyí (LIC ES5310065).

Altres coves que no són ZEC es mereixen aquest grau de protecció pels seus valors biològics, geomorfològics i geològics, com és el cas des Dolç. El fet de no haver estat inclosa és que el llistat es va fer l'any 2001 i la cavitat s'ha explorat, estudiat i publicat l'any 2014. S'ha de tenir present l'elevada agressió que sofreix actualment per les aigües mal tractades de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi, per la qual cosa i gràcies als estudis publicats a GRÀCIA *et al.* (2014) el GOB ha procedit a denunciar el fet a la Fiscalia (Figs. 21.18, 21.19-20, 21.22, 21.24).



Figura 21.19: Bassa des Dolç, a on brollen les aigües des Dolç, a prop de la platja des Dolç. Les aigües contaminades, especialment a l'estiu, convergeixen a la mar en aquest indret (Foto M. A. Perelló).

Algunes d'aquestes cavitats coincideixen amb altres Llocs d'Importància Comunitària (Veure Annex 9.1.3. Cartografia de coves coincidents amb altres LIC): la cova dels Ases (Fig. 21.17), cova d'en Passol o Bassol amb el LIC /ZEPA coincident Costa de llevant (Fig. 21.22); la cova des Coll amb el LIC /ZEPA coincident Portocolom; el sistema Pirata-Pont-Piqueta amb el LIC /ZEPA coincident Cales de Manacor (Fig. 21.26).

Les àrees de protecció en superfície s'han determinat atenent a l'entrada de cada cavitat, al seu recorregut i a aspectes relacionats amb l'àrea d'influència dels sistemes càrstics d'acord amb els estudis espeleològics més actuals desenvolupats des de la

Federació Balear d'Espeleologia. La superfície total és de 2.897,91 ha (per les 30 cavitats LIC). Les àrees s'han extret de l'annex 9.1.1. de la Cartografia de l'àmbit del Pla de Gestió Natura 2000 Coves, del Govern de les Illes Balears).

	AANP	ANEI	ARIP	SRG	SRG-F	SU	AAmor
Cova dels Ases	85	15					
Cova des Coll	37	20			<1	10	33
Cova d'en Bassol	41	44	14				
C. des Pas de Vallgornera	24	29		24	10	13	
Cova Genovesa				1		90	9
S. Gleda-Camp des Pou	12	35	52	<1	<1		
S. Pirata-Pont-Piqueta	12	35	52	<1	<1		
C. des Drac de C. Santanyí						72	28

Figura 21.20: Hectàrees de cada tipus de sòl que afecta en superfície a les cavitats ZEC: Àrees Naturals Alt Nivell de Protecció (AANP), Àrees Naturals d'Especial Interès (ANEI), Àrees Rurals d'Interès Paisatgístic (ARIP), Sòl Rústic de Règim General (SRG), Sòl Rústic de Règim General Forestal (SRG-F), Sòl Urbà (SU) i AAamor (Àrees d'Amortització). Les dades dels sistemes Gleda-Camp des Pou i Pirata-Pont-Piqueta es troben repetides, suposam que per errada, ja que no tenen la mateixa superfície. (Dades del Pla de Gestió Natura 2000. Coves).

21.4.1. MESURES PREVENTIVES I GENERALS CONTEMPLADES AL PLA DE GESTIÓ NATURA 2000. COVES.

Amb caràcter general i d'aplicació en tot l'àmbit de gestió del pla s'estableix: Mesura 1: L'obligatorietat d'avaluar les repercussions ambientals de qualsevol pla o projecte que, sense tenir relació directa amb la gestió de les coves, es realitzi dins l'àmbit territorial de gestió definit en aquest pla per considerar que poden tenir afecció significativa sobre els valors protegits de les ZEC, segons estableix l'article 39 de la Llei 5/2005, de 26 de maig, per a la conservació dels espais de rellevància ambiental (LECO). Mesura 2: Actualització periòdica de les topografies de les cavitats. Donada la



Figura 21.21: Capa de fongs blancs que recobreix el sediment orgànic fecal a es Dolç (Foto A. Cirer).

dinàmica dels sistemes càrstics, s'estableix la necessitat d'actualitzar periòdicament les cartografies de les cavitats, permetent així un millor coneixement i l'adequació de les mesures necessàries per a la seva conservació. Amb caràcter particular a les cavitats litorals: Mesura 3: Establir la presència de l'hàbitat d'interès comunitari 8330 Coves marines submergides o semi submergides i determinar el seu estat de conservació.

Mesures i accions reguladores

Mesura 1: Règim d'usos compatibles o autoritzables. Amb caràcter general no es permeten els usos i actuacions que suposin:

- a) L'explotació turística de les coves ZEC objecte d'aquest pla.
- b) Deteriorament o alteració de les estructures geomorfològiques que posin en perill la integritat de les mateixes.
- c) Modificació significativa del règim d'infiltració i circulació d'aigües subterrànies alterant el funcionament hidrològic del sistema.
- d) Reducció de la qualitat de les aigües afluent al sistema càrstic.

e) Alteracions dels paràmetres climàtics de la cavitat, especialment noves entrades.

f) Abocaments de materials o restes d'obres (runes) o residus orgànics o inorgànics provinents de les activitats agrícoles, ramaderes o d'ús domèstic (estris domèstics).

g) La creació de noves zones urbanes o de desenvolupament urbà en l'àmbit de gestió del pla.

h) Les activitats extractives.

i) L'accés a les cavitats sense la corresponent autorització administrativa de la conselleria competent en matèria de medi ambient.

En l'àmbit de gestió són usos o activitats autoritzables

Sense perjudici, de la corresponent avaluació de repercussions ambientals que estableix l'article 39 de la Llei 5/2005 LECO:

L'ús residencial i edificació en general en aquelles zones on la categoria del sòl ho permeti i amb l'informe geotècnic previ per a garantir que no hi hagi risc geològic de col·lapse dels terrenys i garantia d'execució de les instal·lacions d'evacuació d'aigües residuals

L'accés a les coves per a realitzar activitats d'espeleologia i d'investigació científica és una activitat autoritzable. Mitjançant una resolució de la Direcció General competent en espais protegits Xarxa Natura 2000 s'establiran els períodes d'accés temporal, el nombre de persones per a grup i dia i els requisits necessaris requerits, segons la cova per a evitar que les visites puguin provocar afecció negatives als hàbitats i espècies d'interès comunitari. Tot això sense perjudici de la preceptiva autorització dels propietaris del terreny per on s'hagi de passar per accedir a l'entrada de la cova.



Figura 21.22: Fitxa extreta del Pla de Gestió Natura 2000. Coves, a on es pot apreciar a la fotografia aèria la topografia de la cova d'en Bassol (Cala Sa Nau, Felanitx) superposada. L'àrea feta amb retxes discontinües blaves correspon a l'àrea de protecció que envolta el ZEC. Aquí es veu la importància de la topografia de les cavitats per la planificació territorial i la protecció del medi subterrani. Govern de les Illes Balears.



Figura 21.23: Sondejant el gruix dels sediments fecals antròpics procedents de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi a es Dolç. En alguns indrets assoleixen 2 m de fondària (Foto A. Cirer).

Mesures i accions executives

Eliminació dels focus de contaminació per abocaments d'aigües residuals (clausura de pous negres) a la cova des Coll (ES5310044), cova des Pas de Vallgornera (ES5310049), cova d'en Bessó (ES5310050) i cova des Drac de Cala Santanyí (ES5310065).

Controlar/evitar construccions en àrees identificades de risc a la cova des Coll (ES5310044), cova des Pas de Vallgornera (ES5310049), cova d'en Bessó (ES5310050) i cova des Drac de Cala Santanyí (ES5310065).

21.5. Són suficients les mesures de protecció de les cavitats?

Encara que sembla que les mesures proteccionistes són bones, encara hi ha molta feina a fer per evitar les destruccions i alteracions de les cavitats. Quan es troben restes arqueològiques o paleontològiques s'ha d'avisar i aturar les obres que es realitzen. No és el cas de trobar cavitats sense restes culturals apreciables. Seria del tot aconsellable que es realitzés una avaluació dels buits trobats per si fos recomanable procedir a la

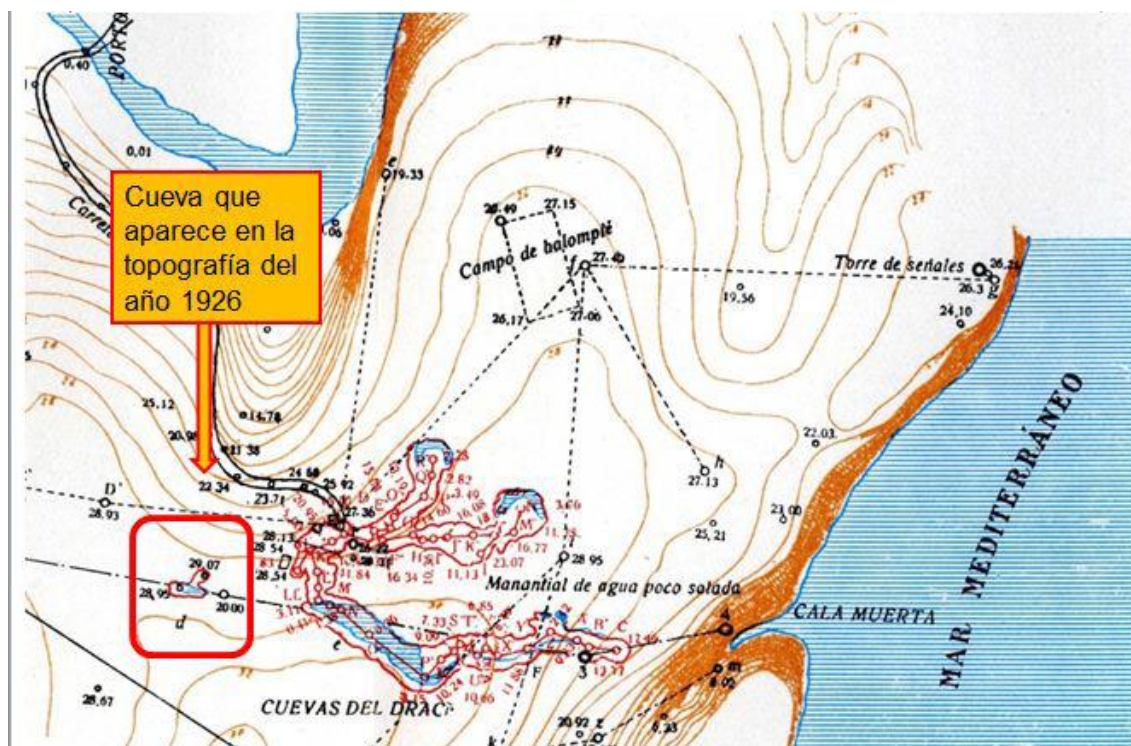


Figura 21.24: Cavitat amb llac que apareixia a la topografia de l'any 1926 efectuada per Rodrigo Varó (COMAS DE CANDEL, 1961), a prop de les coves del Drac. Al lloc a on s'ubicava actualment hi ha una piscina de l'hotel assenyalat.

preservació en alguns casos. Pensam que encara estem molt lluny d'aquest objectiu, ja que mai se sabrà la quantitat de cavitats subterrànies d'elevat interès que s'han destruït o que mai es coneixeran per haver estat tapades per sempre, inaccessibles a l'home. La pròpia gènesi, independent de la presència d'entrades naturals, fa que les cavitats litorals

que resten ocultes segurament deu superar les explorades. La realització d'obres públiques o privades en ocasions destapen i possibiliten conèixer aquesta Mallorca subterrània que d'altra manera és inaccessible.

Serveix com exemple el que va succeir a una cavitat litoral amb aigua situada a les proximitats de les coves del Drac. Un mapa elaborat l'any 1926a on s'ubica una petita cavitat en relació amb les coves del Drac i les coves dels Hams era l'única evidència de l'existència d'aquesta cavitat (Fig. 21.24). El grup de feina vam estar intentant localitzar-la sense èxit, fins que es va superposar la seva situació damunt fotografia aèria i vam veure que a l'actualitat una piscina d'un hotel està ubicada al lloc on existia la cavitat. Es veu que es va aprofitar, ampliar i compartimentar el buit per aprofitar-lo per construir la piscina. Una altra cavitat, amb la presència d'un llac, destruïda sense remei. Si els estudis s'haguessin fet abans, publicada i valorada la seva importància s'hagués pogut intentar preservar-la.

Hi ha casos actuals que acaben bé i atorguen una certa esperança a la conservació. La construcció d'una nova carretera que voreja Portocristo cap al sud, permeteren descobrir la cova Novella de na Llebrona, en el talús d'un promontori situat



Figura 21.25: Caiguda de flòculs de matèria orgànica d'origen fecal provinent de l'haloclina de les galeries i sales contaminades de la cova Genovesa. La bombolles dels bussejadors en remenar l'aigua provoquen la caiguda del material que se mantenia en suspensió a la franja de separació entre les masses d'aigua de diferent salinitat (Foto A. Cirer).

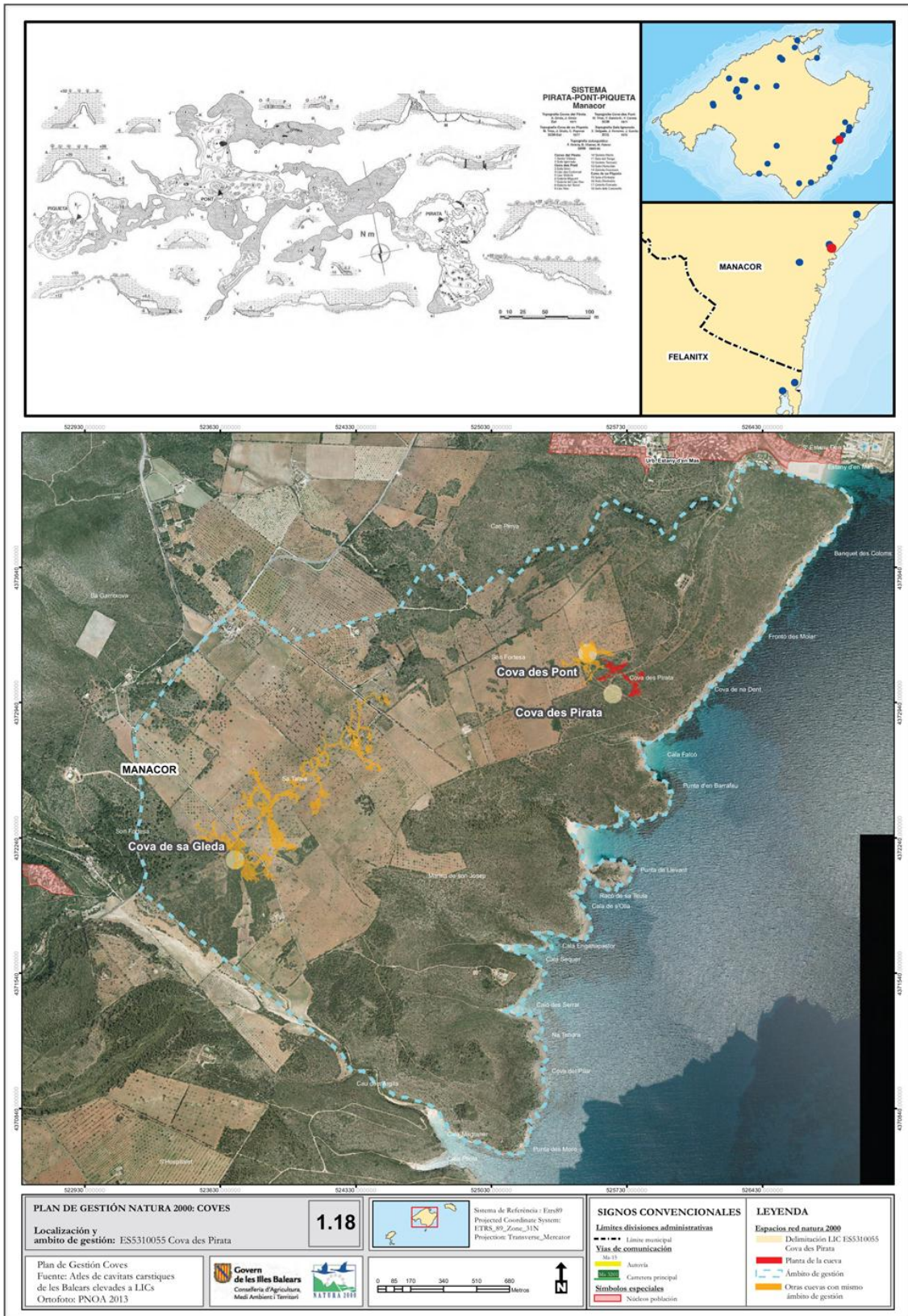


Figura 21.26: Fitxa extreta del Pla de Gestió Natura 2000. Coves, a on es pot apreciar a la fotografia aèria la topografia del sistema Pirata-Pont-Piqueta (Can Fresquet, Manacor) superposada. L'àrea feta amb retxes discontinües blaves correspon a l'àrea de protecció que envolta el ZEC. Aquí es veu la importància de la topografia de les cavitats per la planificació territorial i la protecció del medi subterrani. Govern de les Illes Balears.

entre el torrent de na Llebrona i les instal·lacions de les coves des Hams. Les tasques de control arqueològic de les obres per a la construcció de la nova carretera permeteren detectar una petita obertura. Els arqueòlegs responsables ho posaren en coneixement dels tècnics de Patrimoni, de Medi Ambient i dels espeleòlegs de la FBE que signen l'article TRIAS *et al.* (2014). D'acord amb els tècnics de les Direccions Insulars de Patrimoni, Mediambient, i Carreteres i la UTE Vias-S'Horta, s'acordà realitzar el seu reconeixement espeleològic, biospeleològic i la realització de la topografia de la cavitat, així com l'excavació arqueològica de l'entrada i una prospecció superficial que permeté recuperar restes de *Myotragus balearicus* i fragments de ceràmica d'època posttalaiòtica. Les activitats espeleològiques efectuades a la cavitat han permès la preservació de la cova, de tal manera que no ha resultat afectada per les obres de la nova carretera. En un principi, i sense els estudis i informes pertinents, hagués estat destruïda. El fet de trobar un important volum d'aigua subterrània ha estat un factor clau en la seva protecció. S'ha de destacar la bona feina i professionalitat de l'arqueòloga Beatriz Palomar. Per no afectar la cova, es va desviar lleugerament la carretera i el seu accés es va tancar per una comporta metàl·lica TRIAS *et al.* (2014).



Figura 21.27: Localització d'una surgència que aboca a l'estany de ses Gambes (ses Salines i Santanyí), de devers 1 km². Almenys dues de les fonts que alimenten l'estany: la font Grossa o de ses Gambes i la font Petita es troben greument contaminades i brollen aigües pútrides. S'ha de fer un rigorós pla de preservació de les aigües subterrànies per evitar que espais naturals de primer ordre es converteixin en abocadors d'aigües residuals.

21.6. Divulgació i conservació

Pensem que sense topografia, estudi i publicació de les tasques efectuades a les cavitats no té sentit l'espeleologia i la investigació sobre el carst. Només si es comparteixen les troballes i recerques efectuades justifica l'esforç realitzat. Però no només a revistes i publicacions especialitzades, ja que únicament la informació arriba a cercles reduïts, pensem que s'ha de conèixer a nivell de gran públic. Només es pot protegir el que s'estima i per estimar s'ha de conèixer, així que la divulgació és una eina fonamental en aquest sentit proteccionista. La part negativa associada és la massificació de les cavitats, en aquest cas per espeleobussejadors "turistes" d'aquests espais únics i impressionants. La gestió de la administració ha de posar el punt d'equilibri entre la protecció de les cavitats per evitar el trencament dels espeleotemes principalment i el poder visitar les cavitats. S'han d'exigir l'acreditació d'uns mínims de coneixements tècnics i de compromís de preservació per poder accedir als espais sense que suposi un elevat risc de deteriorament per la cavitat i per la pròpia seguretat personal de l'escafandrista. A més a més, són els espeleobussejadors els únics que, a més a més de descobrir i explorar les cavitats, poden observar directament l'impacte antròpic efectuat des de la superfície.

DOCUMENTALS I PROGRAMES EFECTUATS PER TELEVISIÓ

Programes que s'han realitzat per televisió (sense comptar nombrosos reportatges per televisions de la Comunitat Autònoma (IB3), Televisió de Mallorca o altres televisions locals (Fig. 21.28):

- Documental l'any 2001 a **Canal 33** a *Thalassa*: Les edats del mar, els paleonivells.
- **2 capítols** per **TV Espanyola** de *Al Filo de lo Imposible* de les cavitats del Llevant de Mallorca: *La Isla de las Maravillas* realitzats l'any 2006 i emeses per primera vegada per TV l'any 2007.
- Un documental de la **BBC** de *"Oceans Five"* sobre les cavitats subaquàtiques de Mallorca, dins un capítol dedicat al Mediterrani. Any 2007 i emès l'any 2008.

- Documental l'any 2010 a **Canal 33** a *Thalassa: Mallorca, laberint de coves*.
- Programa especial a **Cuatro**, dentro de la sèrie Desafío Extremo: **Inmersión Radical, La Increíble aventura de sa Gleda**. Año 2011.
- **2 capítols** per **TV Espanyola** de *Al Filo de lo Imposible* de les cavitats: **es Dolç: Agua Luminosa** i **es Drac: Luz Líquida**, realitzats amb imatges de Miquel Àngel Perelló l'any 2014 i emeses per primera vegada per TV l'any 2014 i 2015.
- **1 capítol** de la **Televisió Alemanya ZDF** de la sèrie **Terra Xpress** dedicat a les cavitats es Dolç i les coves del Drac emès l'any 2014.



Figura 21.28: Preparatius de filmació per TV al llac d'entrada de la cova de sa Gleda. Les tasques de divulgació d'aquests espais, només accessibles a una minoria, són necessaris per compartir els seus valors naturals i conscienciar a la gent de la necessitat de protecció del Patrimoni subterrani.

PART V. CONCLUSIONS I
BIBLIOGRAFIA

Capítol 22. CONCLUSIONS

Amb la realització d'aquesta Tesi Doctoral s'ha contribuït a incrementar els coneixements sobre el carst eogenètic litoral de Mallorca.

S'ha incrementat, gràcies a les exploracions subaquàtiques efectuades al llarg dels anys de la Tesi, l'interès espeleomètric d'importants cavitats ja conegudes o fins i tot de cavitats inèdites. S'ha aconseguit el descobriment de grans xarxes subterrànies inundades, com són la cova des Pas de Vallgornera (78.000 m), el sistema Gleda-camp des Pou (13.500 m), la cova des Coll (7.020 m), les coves del Drac (6.538 m), es Dolç (4.100 m), el sistema Pirata-Pont-Piqueta (3.091 m), la cova Genovesa (2.415 m), la cova dels Ases (1.851 m), la cova d'en Bassol (1.491 m), la cova de Cala Varques B (1.068 m), la cova des Xuetes o de Cala Varques ACD (819 m), la cova des Drac de Cala Santanyí (803 m), la cova des Coloms de Cala Falcó o cova des Coloms 1 (575 m) i la cova de Cala Mitjana (340 m). Per la qual cosa, totes elles són totalment o tenen importants parts sotaiguades. Es pot dir que coincideixen la majoria de les cavitats de mides importants de Mallorca amb les cavitats litorals. De fet també són les cavitats litorals eogenètiques les de més recorregut no només de l'estat espanyol, sinó també d'Europa. La suma del recorregut explorat, ja publicat o en fase de publicació i estudi supera els 50 km de galeries subaquàtiques.

S'ha descobert la connexió entre cavitats abans conegudes i considerades independents i també d'altres d'inèdites. Així gràcies a les feines que formen aquesta Tesi s'ha connectat el sistema Pont-Pirata a la cova de sa Piqueta i formar el sistema Pirata-Pont-Piqueta. S'ha pogut enllaçar la cova de sa Gleda amb l'avenc des Camp des Pou i formar el sistema Gleda-Camp des Pou. S'han connectat la cova de Cala Varques A, la cova de Cala Varques B i la cova de Cala Varques D per formar el sistema cova de Cala Varques ACD. També s'ha descobert es Dolç, que constitueix un sistema, ja que presenta actualment tres entrades i conforma una unió entre l'esfondrat des Dolç, la cova de s'Aigua i s'Esfondrat. La cova dels Ases també seria una unió de dues entrades terrestres i l'entrada submarina, el mateix succeeix amb la cova des Coll que presenta l'accés submarí a les barraques de s'Esdolç, l'entrada terrestre a més d'altres accessos per pous artificials.

A partir de la recollida de dades s'ha contribuït a determinar el règim tèrmic de les aigües de les cavitats, que és bastant homogeni al llarg de la columna hídrica, amb variacions molt petites, entorn a poc més d'1°C, llevat dels llacs d'accés a les coves que presenten una àmplia entrada i que acusen de forma notòria les oscil·lacions tèrmiques de l'exterior. En aquests casos, es produeix una termoclina molt acusada, a on la diferència tèrmica pot arribar a superar els 7°C a l'hivern. És el cas de la cova de sa Gleda, el llac Victòria i alguns altres de la cova des Pont, la cova Genovesa, les entrades des Dolç, el llac Negre de les coves del Drac, per posar alguns exemples. Per contra, entrades de cavitats estretes, o bé situades enfora de les entrades i per suposat llacs interiors no acusen diferències significatives tèrmiques en la columna hídrica. Hi ha casos de cavitats, com la cova des Coll, a on la influència tèrmica de l'aigua de la mar es deixa sentir a les capes superiors al llarg de centenars de metres a l'interior de la cavitat, a causa de l'entrada directa d'aigua marina, segons el comportament de vasos comunicants en produir-se baixades baromètriques importants. A les capes més baixes els valors tèrmics tornen a ésser els normals.

L'estudi i anàlisi de la salinitat de la columna d'aigua de les coves ha determinat que l'aigua superficial és normalment salobrosa, amb major o menor concentració de sals en funció de la proximitat a la mar. Posteriorment, ens trobam amb una picnoclina superficial a pocs metres de la superfície a on l'aigua ateny valors que quadrupliquen o quintupliquen els superficials. Per davall d'aquesta cota la salinitat de l'aigua es manté estable fins que s'assoleix una segona picnoclina, a partir de la qual, l'aigua ateny salinitats pràcticament marines. Aquesta segona massa d'aigua marina ocupa tota la resta de la columna d'aigua, fins les màximes fondàries de les cavitats. Per la qual cosa, si la fondària de la cova ho permet, ens trobam, llevat de l'aigua més superficial, de dues masses d'aigua, separades per picnoclines, una superior de salobre i una d'inferior de salada.

Un altre factor afegit que implica característiques diferencials és la presència d'una connexió directa amb la mar. La intensitat dels corrents que drenen l'aigua de l'interior del massís càrstic, així com si presenten a més a més, importants entrades directes d'aigua marina alteren la disposició vertical de les capes d'aigua. També suposen diferències a nivell ecològic important que determinen la presència d'espècies marines filtradores. Es Dolç, la cova des Coll, la cova des Drac de Cala Santanyí serien alguns dels exemples més característics.

Les surgències submarines, anomenades dolços a Mallorca, en ocasions provenen de cavitats assequibles a l'home mitjançant tècniques d'espeleologia subaquàtica. Així, al terme de Manacor, a cala Murta hi ha el dolç de Cala Muta (també conegut com a Nazil), aiguaneix que sorgeix gairebé al fons de la cala i procedeix d'una cavitat que sens dubte està relacionada amb les coves des Drac, del qual està separada per pocs metres de distància. Més al sud, la cova des Coloms de Cala Varques, relacionada genèticament amb la cova des Genet, de la qual està separada per un esfondrament, actua com a dolç de la cala. Ja dins Portocolom, a la marina de Felanitx, es troba es Rivetó, nom aplicat a una raconada del port que recorda una cala interior. L'aiguaneix, que surt de dins un escar, constitueix l'entrada submarina a la cova des Coll, important formació endocàrstica de 7.090 metres de recorregut. A 2,5 km al sud es troba cala sa Nau, a on la toponímia recull un altre topònim de Rivetó. L'aigua brolla sota l'arena del fons marí al costat sud de la platja, a poc més d'un metre de fondària. Aquest dolç procedeix de la cova de ses Barraques, molt propera a la cova d'en Bassol. També la cova des Riu a cala Santanyí presenta aquest topònim i constitueix l'aiguaneix provinent de la cova des Drac de Cala Santanyí. En un paisatge litoral del tot diferent, sense penya-segats, com són les platges de la Colònia de Sant Jordi, es troba es Dolç. Cedeix el seu nom a tota la platja, per la menor salinitat de l'aigua a la mar i per l'espectacular sensació tèrmica del contrast, molt marcat, entre l'aigua de la mar i l'aigua subterrània que aflora a la bassa des Dolç.

La troballa i documentació des Dolç dins materials del Pliocè i especialment del Pleistocè, suposa incrementar la distribució de les formacions endocàrstiques també en aquestes litologies fins ara pràcticament inèdites del punt de vista càrstic. A més a més, també representa que els mecanismes espeleogenètic que l'han generada han actuat dins el Pleistocè, un període d'activitat espeleogenètica fins ara no documentat per Mallorca.

S'ha intentat establir un intent de classificació i sistematització de les morfologies primàries o de corrosió que apareixen a les cavitats pròpies del carst eogenètic, lligades a la zona de mescla d'aigües. S'ha de tenir present que el seu estudi i anàlisi pot permetre comprendre i valorar els primers estadis de formació i evolució de l'endocarst litoral, ja que aquestes morfologies són les generadores de les pròpies cavitats, que per elles mateixes són ja morfologies de corrosió a nivell de megaformes. Algunes de les morfologies compilades en aquest apartat poden trobar-se també a les cavitats que s'han generat en major o menor mesura per aigües hipogèniques i també

pot tractar-se d'un origen poligenètic. El catàleg de formes s'ha estructurat en 4 categories diferents: megaformes (organització de les xarxes endocàrstiques), macroformes (morfologies d'ordre hectomètric a decamètric), mesoformes (morfologies d'ordre decamètric a mètric) i microformes (morfologies d'ordre mètric a centimètric). Algunes de les morfologies es poden trobar a la vegada en dues categories diferents.

La troballa d'evidències clares de participació de processos hipogènics en l'espeleogènesi de la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor) va suposar afegir un altre mecanisme genètic fins a llavors insospitat, a la formació de l'endocarst de Mallorca. En alguna de les galeries subaquàtiques era una característica molt definitòria, com és el cas de la galeria Hidrotermal. Amb les darreres recerques hem trobat altres cavitats amb morfologies i sediments associats, com són es Dolç (Colònia de Sant Jordi, al SW de Mallorca), juntament amb les emblemàtiques coves del Drac del terme de Manacor (inèdit). Això suposa incrementar en gran mesura les cavitats a on participen aquest processos, no es tracta ja només de la marina de Llucmajor, ja que s'ha estès el coneixement de la seva presència de cap al sud i al llevant. A es Dolç aquests processos afecten a materials del Pliocè i Pleistocè, molt més recents que els ja coneguts del Miocè. A les coves del Drac s'observa que algunes de les morfologies han afectat també a espeleotemes d'ençà de la darrera glaciació, en tornar a quedar inundades les galeries, per la qual cosa s'han produït algunes d'aquestes emanacions hipogèniques en un temps geològic relativament recent.

S'ha procedit també a intentar sistematitzar i classificar les morfologies hipogèniques trobades a les galeries sotaiguades, i continuar amb la tasca iniciada a la cova des Pas de Vallgornera, així com a altres cavitats situades dins el carst telogenètic.

S'ha descrit i documentat els espeleotemes més freqüents i interessants que es troben a les galeries i sales sotaiguades. S'ha seguit la classificació genètica d'espeleotemes de degoteig, espeleotemes de flux, espeleotemes produïts per capil·laritat, espeleotemes subaquàtics d'origen vadós i espeleotemes subaquàtics d'origen freàtic costaner.

Els espeleotemes freàtics són característics i exclusius de les cavitats litorals i molt freqüents a l'endocarst costaner de Mallorca. Són dipòsits que proporcionen valuoses informacions sobre la història del nivell de la Mediterrània i el clima al llarg del Quaternari. S'ha de remarcar que al llarg d'aquests anys s'han recollert, per

procedir a l'estudi i datació absoluta, diferents mostres d'espeleotemes freàtics a cotes negatives i algunes de positives situades dins sales aèries. Han estat observats antics nivells d'estabilització de les aigües subterrànies a diferents cotes, fins a -23 metres per sota dels ± 0 actuals. Els espècimens recol·lectats per davall del present nivell marí corresponen a episodis regressius de relatiu caràcter fred. Els espeleotemes subactuals proporcionen interessant informació del processos de deposició més moderns.

Alguna de les característiques que més destaca de qualque cavitat subaquàtica, com és la cova des Coll o es Dolç, o bé de determinades galeries i sales d'altres cavitats, és precisament la falta d'espeleotemes. Emperò sembla que en un moment del passat aquests fets eren ben diferents, ja que aquestes cavitats sovint presenten evidències dels efectes causats per la corrosió de les aigües sobre les formacions de precipitació. L'efecte de la corrosió ha esborrat totalment o parcial els revestiments i formacions litoquímiques, rejuenint les galeries i afectant també a la roca de parets i sostres.

La presència de sediments a l'interior de les cavitats càrstiques subaquàtiques del Llevant i Migjorn de Mallorca, és prou important, amb gruix i tipologia extraordinàriament divers; des de pocs mil·límetres a metres i de colors que van del vermell, al groc i al blanc, o fins i tot negre, amb tot tipus de matisos. A més a més ja de bon començament de les nostres incursions a la part freàtica de les cavitats, ens vàrem adonar de les implicacions genètiques del sediment i de la importància del seu coneixement per tenir una visió més holística de l'endocarst.

S'han classificat les fàcies presents com: Fàcies de col·lapse, formada per l'acumulació sense classificació de fragments de la roca encaixant. Fàcies clàstiques fines, conjunt de sediments fins formats per llims i argiles que han estat transportats cap a l'interior dels conductes com a càrrega en suspensió pels corrents que circulen dins del sistema càrstic (al·lòctona). La importància en la seva acumulació sedimentària depèn, entre d'altres aspectes, de la proximitat als punts d'entrada dels corrents que les transporten. La composició silícica del sediment correspon, en la seva major part, als materials del sòl edàfic introduïts en moments de fortes precipitacions per les aigües d'infiltració que els arrossegueu cap a l'interior del carst mitjançant esquerdes i entrades més o menys obertes. En ocasions, antics sediments d'aquestes característiques es troben consolidats i cimentats i formen polígons de retracció, testimonis d'un passat freàtic seguit per un altre de vadós per posteriorment tornar a quedar sota les aigües. Fàcies carbonatada no clàstica (autòctona), acumulació de partícules carbonatades que

han estat alliberades des de les parets de la cavitat per processos fisicoquímics de corrosió, preferentment en condicions subaquàtiques. Fàcies relacionades amb sedimentació hipogènica, per part de materials provinents d'aigües profundes amb un color normalment negre o groc marronós, amb tonalitats més o menys vermelloses. Aquests materials presenten elevats continguts de Mn i Fe, elements que són moderadament solubles en les aigües anòxiques profundes i que, en assolir els aquífers oxigenats més superficials, poden precipitar en forma d'hidròxids i òxids. Endemés també hi ha sedimentació vinculada al modelat litoral, com és la presència de fàcies d'entrada d'origen marí, especialment graves i arenas bioclàstiques i altra de tipus eòlic, per les dunes relacionades amb les entrades a prop de la mar o fins i tot els col·lapses més interns.

L'anàlisi de les topografies, fotografies a més dels estudis de camp *in situ*, han permès delimitar les sales d'esfondrament, formades per les acumulacions de blocs, ajustaments mecànics de les voltes i àrees de coalescència que connecten sales d'esfondrament adjacents. La major part d'entrades a les cavitats del Migjorn i Llevant són esfondraments de sales i galeries. El patró planimètric de les coves d'aquesta tipologia denota la coalescència, un tant aleatòria, d'unitats d'esfondrament més o manco independents, que han anat creixent tridimensionalment i connectant unes amb les altres, fins a donar lloc a una disposició en planta de caràcter *ramiforme*. Aquest patró més aviat aleatori es veu fortament condicionat per la litologia dels dipòsits carbonatats del Neogen i Quaternari. S'han interpretat per a les principals cavitats les unitats d'esfondrament presents, així com les dimensions aproximades que presenten.

S'ha interpretat la relació entre algunes de les cavitats litorals, cales i altres entrants. A causa dels esfondraments i de l'erosió marina, el sostre d'una caverna pot arribar a formar una entrada estreta i allargada, tipus caló o una penetració terra endins, moderada i àmplia, en funció de les dimensions de l'antiga cavitat. Així les cales poden haver estat afavorides per la coalescència d'esfondraments endocàrstics. Tanmateix, la relació entre les cales i les coves no són exclusives del Mediterrani, ja que la sortida a la mar dels cenotes mexicans es presenta en ocasions en forma de "*caletas*".

Les cavitats objecte de la Tesi constitueixen en un sentit ecològic ambients anquihalins. En algunes de les cavitats, especialment a les galeries dels sectors on els corrents són més intensos o més properes a la mar, és molt interessant la presència de

comunitats d'organismes sèssils filtradors, en ocasions extremadament abundants. Els grups als quals pertanyen són predominantment esponges, cnidaris i poliquets.

S'ha procedit a prospectar i determinar la fauna anquihalina, no només dels llacs de les cavitats, sinó també les galeries sotaiguades fins a fondàries superiors als 23 m i a distàncies quilomètriques de les entrades. Les aportacions han estat, a més a més de la troballes d'alguns nous gèneres i espècies, l'estudi de la distribució de la fauna al llarg de les cavitats i la seva distribució en relació al perfil hídric, la proximitat a la mar i la influència de la contaminació antròpica.

S'ha observat que moltes de les coves subaquàtiques s'han de considerar jaciments paleontològics per l'elevada presència de restes d'organismes que formen part de la roca que conté la cavitat. La corrosió diferencial causada per l'agressivitat química de l'aigua pot produir que els materials fòssils que estaven continguts dins de la unitat geològica on està excavada la cova es facin visibles, sobresurtin de la roca mare o que, fins i tot, es desprenguin i caiguin al sediment del trespol. Així, les cavitats subaquàtiques de la plataforma miocènica són importants jaciments paleontològics de vertebrats, endemés de la gran quantitat d'invertebrats presents. En aquestes coves hem trobat restes de tortugues terrestres de gran mida (*Geochelone/Cheirogaster* sp), així com restes de tortugues d'aigües salobres (*Trionyx* sp). També s'han localitzat grans ossos de cetacis, possiblement catxalots i dofins (inèdit). Les dents i vèrtebres de peixos són també relativament freqüents.

Un altre tipus de jaciments paleontològics correspon als jaciments de fòssils submergits que corresponen a fòssils que varen entrar en condicions vadoses al llarg de pulsacions fredes del Quaternari i posteriorment, la pujada del nivell marí ha deixat inundades les galeries i sales i ara resten sota les aigües. Són per tant evidències de les oscil·lacions glacioeustàtiques. Generalment es tracta de la fauna de *Myotragus* i altres vertebrats acompanyants. Així s'han trobat exemplars en connexió anatòmica, emperò la troballa més important ha estat la localització de nombroses restes d'almenys 40 individus de *M. balearicus* a diverses galeries submergides de la cova Genovesa. Algunes de les restes estan localitzades a zones llunyanes respecte a l'entrada actual de la cova i sembla que els individus haguessin accedit per una altra entrada actualment col·lapsada. S'han trobat de diversos cranis amb les banyes en forma de "V" invertida, i que havia estat interpretada fins fa poc com a prova de domesticació, com a resultats de manipulacions humanes. Segons aquestes interpretacions la tipologia de les banyes

en forma de “V” és que haurien estat tallades per evitar el possible mal que es podrien fer animals estabulats en espais reduïts durant baralles. La troballa d'aquests cranis sota l'aigua a zones llunyanes del llac d'entrada de la cova Genovesa provinents d'una època anterior a la darrera glaciació i abans de la presència de l'home a Mallorca descarta aquesta hipòtesi.

En vàries coves subaquàtiques del Migjorn oriental de Mallorca (cova des Coll, cova des Drac de Cala Santanyí i cova des Drac des Rafal des Porcs-inèdit-), del Migjorn occidental (es Dolç), del Llevant (cova Genovesa, sistema Gleda-Camp des Pou) i al Nord (font de ses Aiguades), les troballes de peces arqueològiques que s'han efectuat al llarg de les exploracions són proves que demostren els diferents moments d'utilització de cavitats naturals de Mallorca com a llocs per l'aprovisionament d'aigua. La presència de restes arqueològiques en rosts de blocs i pedres sota les aigües de vegades localitzades després de recórrer centenars de metres de galeries inundades, ens indiquen la localització d'antigues entrades, tancades o reblides en temps històrics expressament per l'home (com a resultes de despedregar els camps veïns) o degut a esfondraments naturals succeïts de llavors ençà.

A la cova Genovesa, s'han trobat alguns elements arquitectònics ciclopis propis de la cultura de les navetes, un d'ells és una passera, actualment submergida, per salvar un llac i travessar a l'altra banda terrestre de la cova. Sembla justificar l'ús ritual o cerimonial a mitjan II mil·lenni cal BC, ja que s'evidencia una gran inversió de treball que no es relaciona amb pràctiques habitacionals o funeràries. Seria l'únic cas documentat d'un nivell regressiu a -1 m de la mar a l'època prehistòrica.

S'ha documentat l'elevada vulnerabilitat d'aquests hàbitats a causa del perill de destrucció física de les cavitats, ja que la franja litoral a on es troben les cavitats ha estat especialment afectada pels processos urbanitzadors. La contaminació de les aigües subterrànies per abocaments d'aigües residuals és un altra de les agressions més observades i que requereixen contundents mesures proteccionistes.

Algunes de les cavitats estudiades en aquesta Tesi, gràcies al reconeixement dels seus valors biològics i geològics en part fruit dels estudis aquí documentats, van ésser declarades LIC i aquest any 2015 zones especials de conservació (ZEC): cova des Pas de Vallgornera (LIC ES5310049), sistema Gleda-camp des Pou (LIC ES5310054), cova des Coll (LIC ES5310044), sistema Pirata-Pont-Piqueta (LIC ES5310055 i LIC ES5310056), cova d'en Bessó o cova Genovesa (LIC ES5310050), cova dels Ases (LIC

ES5310043), cova d'en Bassol o Passol i cova des Drac de Cala Santanyí (LIC ES5310065). A causa d'aquesta declaració, queda prohibida la destrucció, alteració i extracció de qualsevol element geomorfològic de les cavitats subterrànies. També s'ha de regular l'entrada a les coves, ja que constitueixen Espais Naturals Protegits. Això suposa també realitzar un control de la pràctica de l'espeleobusseig dins les cavitats per evitar un ús agressiu de les coves.

S'ha documentat la relació de les cavitats amb el terreny a on s'ubiquen, fent la superposició de les topografies a les fotografies aèries. Això permet poder tenir en compte aquesta informació a l'hora de realitzar estudis de gestió territorial, importants tan per a la conservació de les cavitats com per la seguretat dels edificis i infraestructures. En aquest sentit les topografies s'han utilitzat a l'hora d'elaborar les fitxes del Pla de Gestió Natura 2000 del Govern de les Illes Balears i delimitar les zones de protecció i influència.

Altres coves que no són ZEC es mereixen aquest grau de protecció pels seus valors biològics, geomorfològics i geològics, com és el cas des Dolç. El fet de no haver estat inclosa és que el llistat es va fer l'any 2001 i la cavitat s'ha explorat, estudiat i publicat l'any 2014. S'ha de tenir present l'elevada agressió que sofreix actualment per les aigües mal tractades de la depuradora de la Colònia de Sant Jordi, per la qual cosa i gràcies als estudis publicats el GOB va procedit a denunciar el fet a la Fiscalia.

S'ha procedit al llarg d'aquest anys a divulgar i compartir les troballes i recerques efectuades. Però no només a revistes i publicacions especialitzades, ja que únicament la informació arriba a cercles reduïts, pensam que s'ha de conèixer a nivell del gran públic, així que s'han fet documentals i programes específics per a TV tan nacionals com estrangeres i locals. Només es pot protegir el que s'estima i per estimar s'ha de conèixer, així que la divulgació és una eina fonamental en aquest sentit proteccionista. La part negativa associada és la massificació de les cavitats, en aquest cas per espeleobussejadors "turistes" d'aquests espais únics i impressionants. La gestió de la administració ha de posar el punt d'equilibri entre la protecció de les cavitats per evitar el trencament dels espeleotemes principalment i el poder visitar les cavitats. S'han d'exigir l'acreditació d'uns mínims de coneixements tècnics i de compromís de preservació per poder accedir als espais sense que suposi un elevat risc de deteriorament per la cavitat i per la pròpia seguretat personal dels escafandristes.

Capítol 23. BIBLIOGRAFIA

- ADMETLLA, E. (1956): *La llamada de las profundidades*. Editorial Juventud. 250 pàgs.
- ADROVER, R.; AGUSTÍ, J.; MOYÀ - SOLÀ, S. & PONS - MOYÀ, J. (1985): Nueva localidad de micromamíferos insulares del mioceno medio en las proximidades de San Lorenzo en la isla de Mallorca. *Paleontologia i Evolució*, 18: 121-129.
- AGUILO, C. (1991): *La toponímia de la costa de Felanitx*. Centre cultural de Felanitx. 105 pp. Felanitx.
- AGUILO, C. (1997): Una relíquia del parlar de Santanyí: la paraula adrago i la seva variant adragó. *Flamatel·les*, IX. In: S'Escarràs: 27.
- AGUILÓ, C. (2007): *La toponímia de Santanyí i ses Salines*. Tesi doctoral. Departament de Filologia Catalana i Lingüística General. Universitat de les illes Balears. 2.400 pp. Inèdita.
- AINLEY, S. (1988): Sounding the dive prospects on Majorca coast. *Descent*, 34: 34-35.
- ALCOVER, J. A. & ROCA, LI. (1975): Noves aportacions al coneixement del gènere *Hypnomys* Bate, 1918 i els seus jaciments. *Speleon*, 22.
- ALCOVER, J.A.; MOYÀ-SOLÀ, S. & PONS-MOYÀ, J. (1981): *Les químeres del passat. Els vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears*. *Monografies Científiques*, 1: 1-260.
- ALCOVER, J.A.; FONT, A. & TRIAS, M. (1997): Primera troballa de fauna vertebrada pliocènica a Cabrera. *Endins*, 21: 79-82.
- ALCOVER, J.A.; MOYÀ-SOLÀ, S. & BOVER, P. (2000): Revisió del suposat bòvid de la cova de ca na Reia (Sta Eulària des Riu, Eivissa). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 43: 111-115.
- ALCOVER, J.A.; RAMIS, D.; COLL, J. & TRIAS, M. (2001): Bases per al coneixement del contacte entre els primers colonitzadors humans i la naturalesa de les Balears. *Endins*, 24: 5-57.
- AMENGUAL, B. (1996): *Aerogüia del litoral de Mallorca*. Edit. Planeta, 224 pp. Barcelona.
- ANDREWS, J.N.; GINÉS, A.; PONS-MOYÀ, J.; SMART, P.L. & TRIAS, M. (1989): Noves dades sobre el jaciment paleontològic de la Cova de na Barxa (Capdepera, Mallorca). *Endins*, 14/15: 17-26.
- ANKER, A. & ILIFFE, T.M. (2000): Description of *Bermudacaris harti*, a new genus, and species (Crustacea: Decapoda: Alpheidae) from anchialine caves of Bermuda. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 113: 751-775.
- AOKI, S.; OINUMA, K. & SUDO, T. (1974): The distribution of clay minerals in the recent sediments of the Japan Sea. *Deep-Sea Research*, 21: 299-310.
- ARNAU, P.; LAÍNEZ, N.; ZUBILLAGA, M. & GÓMEZ, D. (2008): Les coves de cala Blanca (Ciutadella de Menorca). *Endins*, 32: 105-139.
- ARRIBAS A.; TRÍAS G.; CERDÀ D. & DE HOZ J. (1987): *El barco de El Sec (costa de Calvià, Mallorca), estudio de los materiales*. Ajuntament de Calvià, pp. 659. Palma de Mallorca.
- ASENSIO D. (2008): El comercio de ámforas itálicas en la Península Ibérica entre los siglos IV y I a.C. y la problemática en torno a las modalidades de producción y distribución, *Bolletino di Archeologia On line, Volume Speciale, International Congress of Classical Archaeology, Meetings between cultures in ancient Mediterranean*, 23-41. Roma.
- ASENSIO D. & MARTÍN A. (1998): El derelict de Bon Capó (l'Ametlla de Mar): l'inici de l'expansió de vi itàlic a la Península Ibèrica. *Actas do II Colloqui Internacional d'Arqueologia Romana*

(Badalona 1998): *El vi a l'antiguitat, economia, producció i comerç al Mediterrani Occidental. Monografies Badalonines*, 14: 138-150. Badalona.

- AUDRA, P.; MOCOCHAIN, L.; BIGOT, J.Y. & NOBÉCOURT, J.C. (2009a): Hypogene cave patterns. 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: 17-22. Simferopol, Ucraïna.
- AUDRA, P.; MOCOCHAIN, L.; BIGOT, J.Y. & NOBÉCOURT, J.C. (2009b): Morphological indicators of speleogenesis: hypogenic speleogens. 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: 23-32. Simferopol, Ucraïna.
- AYMAMÍ, G. (2007): El riu subterrani de la Falconera (Garraf). Notes sobre un projecte d'exploració de les aigües de finals del segle XIX. *Del Penedès*, 8: 89-93. Institut d'Estudis Penedesencs.
- BACK, W.; HANSHAW, B.B. & VAN DRIEL, J.N. (1984): Role of groundwater in shaping the eastern coastline of the Yucatan Peninsula, Mexico. In: LAFLEUR, R.G. (ed.) *Groundwater as a geomorphic agent*. Allen & Unwin Inc. 281-293. Boston, USA.
- BADIELLA, E.; BADIELLA, X i BADIELLA, E. (1992): Les cavitats litorals del Baix Emporda (1), de Palamós a Aiguablava. *Butll. SIS*, 12: 26-51.
- BARCELÓ, R.; FLEXAS, J.; GULÍAS, J. & MORENO, J. L. (1999): Contribució al coneixement de la flora i fauna del fons marí de cala Refeubetx (SW de Mallorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 15-26.
- BARRERES, M.; FERRERES, J. & CARDONA, F. (1976): La cueva de sa Campana y el karst de Castellots. *Speleon*, 22: 43-74.
- BATS, M. (1986): Le vin italien en Gaule aux IIe-Ier s. av. J.C.: problèmes de chronologie et de distribution. *Dialogues d'Histoire Ancienne*, 12: 391-430. Besançon.
- BAUZA, J. (1946): Nuevas contribuciones a la fauna ictiológica fósil del Neógeno de España. Tomo extraordinario 1946: 471-504.
- BAUZA, J. (1947): Nuevas aportaciones al conocimiento de la ictiología del Neógeno catalano-balear. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.* XLV: 619-646.
- BAYÓ, A.; CASTIELLA, J.; CUSTODIO, E.; NIÑEROLA, S. & VIRGOS, L. (1986): Ensayo sobre diversas tipologías de acuíferos en rocas carbonatadas de España. Identificación, técnicas de estudio y formas de captación y explotación. *Jornadas Karst Euskadi*, II, 155-340. San Sebastián.
- BEDDOWS, P.; BLANCHON, P.; ESCOBAR, E. & TORRES-TALAMANTE, O. (2007): Los cenotes de la península de Yucatán. *Arqueología Mexicana*, 83: 32-35.
- BELLÉS, X. (1987): *Fauna cavernícola i intersticial de la Península Ibérica i les Illes Balears*. Monografies Científiques 4. Consell Superior d'Investigacions Científiques-Editorial Moll. 207 pp. Palma.
- BENOIT, F. (1957): Typologie et épigraphie amphoriques, les marques de Sestius. *Rivista di Studi Liguri*, XXIII: 247-285. Bordighera.
- BENYSEK, L. (1988): Italy, Spain '87 [Cova dels Estudiants]. *Speleoforum*, 88: 51-52.
- BERGER, G.W.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; CARBONELL, E.; ARSUAGA, J.L.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M. & KU, T.L. (2008): Luminescence chronology of cave sediments at the Atapuerca paleoanthropological site, Spain. *Journal of Human Evolution*, 55: 300-311.

- BERMEJO, J.; MINGUILLÓN, R.; HERRÁEZ, G.; MATEU, T.; LÓPEZ, B. & VILLAR, A. (2014): *Endins*, 36: 113 - 118.
- BERNAT, M. & SERRA, J. (2001): “Les coves on los moros estaven”: els darrers nuclis de resistència dels vençuts (1230-1242). *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana*, 57: 29-48.
- BEUSELINCK, L.; GOVERS, G.; POESEN, J.; DEGRAER, G. & FROYEN, L. (1998): Grain-size analysis by laser diffractometry: comparison with the sieve-pipette method. *Catena*, 32: 193-208.
- BIBILONI, M A. (1990): *Fauna de esponjas de las islas Baleares. Variación cualitativa y cuantitativa de la población de esponjas en un gradiente batimétrico*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona 594 pp.
- BINI, A.; CAVALLI GORI, M. & GORI, S. (1978): A critical review of hypotheses on the origin of vermiculations. *Int. Jour. Speleol.*, v. 10, 1, pàgs: 11-33.
- BISCAYE, P.E. (1965): Mineralogy and sedimentation of recent deepsea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans. *Geological Society of America Bulletin*, 76: 803-832.
- BÖGLI, A. (1980): Karst hydrology and physical speleology. *Springer-Verlag*, 1-284, Berlín.
- BOSCH, R.F. & WHITE, W.B. (2004): Lithofacies and transport of clastic sediments in karstic aquifers. In: SASOWSKY, I.D. & MYLROIE, J. Eds. (2004): *Studies of cave sediments. Physical and Chemical Records of Paleoclimate*. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1-22.
- BOVER, P. (2004): *Noves aportacions al coneixement del gènere Myotragus Bate, 1909 (artiodactyla, caprinae) de les illes Balears*. Tesis doctoral. Institut Mediterrani d'Estudis Avançats.
- BOVER, P. (2011): La paleontologia de vertebrats insulars de les Balears: la contribució de les excavacions recents. *Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 299-316.
- BOVER, P. & ALCOVER, J. A. (1999): The evolution and ontogeny of the dentition of *Myotragus balearicus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae): evidence from new fossil data. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68: 401-428.
- BOVER, P. & ALCOVER, J.A. (2005): Catàleg de jaciments amb *Myotragus* a les Illes Balears. In: ALCOVER, J.A. & BOVER, P. (eds.) *Proceedings of the International Symposium Insular Vertebrate Evolution: the Palaeontological Approach. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 12: 51-58.
- BOVER, P. & RAMIS, D. (2001): Els jaciments paleontològics de *Myotragus* del terme municipal de Manacor: la seva aportació al coneixement del gènere. In *Manacor. Cultura i Oci*. Actes I Jornades d'Estudis Locals de Manacor: 77-87.
- BOVER, P.; GINARD, A.; CRESPI, D.; VICENS, D.; VADELL, M.; SERRA, J.; SANTANDREU, G. & BARCELÓ, M.A. (2004): Les cavitats de la Serra de na Burguesa. Zona 6: la mineria a la Serra d'en Marill (Palma, Mallorca). *Endins*, 26: 59-82.
- BOVER, P.; GRÀCIA, F.; CRESPI, M. & CLAMOR, B. (2007): Discovery, recovery and preparation of bones collected under salt water in caves from Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 27 (suppl. 3): 51
- BOVER, P.; VALENZUELA, A.; GUERRA, C.; ROFES, J.; ALCOVER, J.A.; GINÉS, J.; FORNÓS, J. J.; CUENCA-BESCÓS, G. & MERINO, A. (2014): The Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): a singular deposit containing an extraordinarily well preserved Early Pleistocene vertebrate fauna. *International Journal of Speleology*, 43 (2): 175-192.
- BRAVO, T. (1964): El volcán y el malpaís de La Corona. La “Cueva de los Verdes” & los “Jameos”. Public. Cabildo Insular de Lanzarote, 31 págs.

- BRETZ, J. (1942): Vadose and phreatic features of limestone caverns. *The Journal of Geology*, vol. L, num. 6.
- CALVO, M. & SALVÀ, B. (1997): El Bronze Final a les Balears. La transició cap a la cultura talaiòtica. Palma: *Quaderns ARCA*, 14.
- CALVO, M.; GUERRERO, V. & SALVÀ, B. (2001): *La Cova des Moro (Manacor, Mallorca). Campanyes d'excavació arqueològiques 1995-98*. Palma: Consell Insular de Mallorca, Col·lecció Quaderns de Patrimoni Cultural, 2.
- CANIGUERAL, J. (1949): Las Cuevas de Campanet (Mallorca). *Ibérica*, 156: 178-182 199.
- CAREW, J. L. & MYLROIE, J. E. (1991): Some pitfalls in paleosol interpretation in carbonate sequences. *Carbonates and Evaporites*, 6: 69-74.
- CARRACEDO, J. C.; SINGER, B.; JICHA, B.; GUILLOU, H.; RODRÍGUEZ BADIOLA, E.; MECO, J. C.; PÉREZ TORRADO, F. J.; GIMENO, D.; SOCORRO, S. & LAÍNEZ, A. (2003): La erupción y el tubo volcánico del volcán Corona (Lanzarote, Islas Canarias). *Estudios Geol.*, 59: 277-302 (2003)
- CERDÀ, D. (1999): *El vi en l'Ager Pollentinus i en el seu entorn*. Col·lecció la Deixa, 3. Monografies de Patrimoni Històric. 223 pàgs. Palma de Mallorca.
- CERDÀ, D. (2000): *Les àmfors salseres a les Illes Balears*. Consell de Mallorca, Cultura i Joventut. Col·lecció la Deixa, 4. Monografies de Patrimoni Històric. 132 pp. Palma de Mallorca.
- CLARKE, O. (1991): Diving in Drach. *Descent*, 101: 32-33.
- CLARKE, O. (1991-1992): Report of the Cwmbran Caving Club diving expedition to Son Josep. Mallorca in October 1990. *The Red Dragon-Y Ddraig Goch*, 18: 28-30.
- COKE, J. G.; PERRY, E. C. & LONG, A. (1991): Sea level curve. *Nature*, 353:25.
- COLLIGNON, M. (1982): Une première des espéléos namurois a Majorque (Espagne). *Au royaume d'Hades*, 2: 14-26. Namur.
- COMAS DE CANDEL, J. (1961): La espeleología en España. In: LUBKE, A. *Los misterios del mundo subterráneo*. Editorial Labor. 312-344. Barcelona.
- COMMANDER, D.P. (1991): Outline of the hydrogeology of the Eucla Basin, in *Proceedings of the International Conference on Groundwater in Large Sedimentary Basins, Perth, 1990: Canberra, Australian Government Publication Service*, p. 70-78.
- COROMINES, J. (1982): *Diccionari Etimològic i Complementari de la Llengua Catalana*. Vol. 3. Barcelona.
- CORTES, J.M.; ANTORANZ, A.; MENVIELLE, S.; RATSIMANDRESY, A.; CISNEROS, J.; RAMOS, S.; CABRERA, M.C.; SERRANO, V. & MATEU, J. (2003): La intrusión marina en el sistema de Cuevas Moraig-Toix. Un estudio para la recuperación del acuífero de la depresión de Besissa (Marina Alta - Alicante). *Boletín SEDECK*, 4: 66-69. Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst.
- CUERDA, J. (1975): *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Diputación Provincial de Baleares. Instituto de Estudios Baleáricos. 304 pp. Palma.
- DANCAU, D. (1973) : Observations sur les Amphipodes souterrains de l'île de Majorque. Genre *Bogidiella* Hertzog. *Trav. Inst. Spéol. Emile Racovitza*, 12: 113-119.

- DARDER, B. (1925): Los deslizamientos de tierras en Fornalutx (Isla de Mallorca). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Tomo XXV. Año 1925. 142-148.
- DARDER, B. (1930): Algunos fenómenos cársticos en la isla de Mallorca. *Ibérica*, 33 (818): 154-156. Tortosa, Tarragona.
- DAVIES, W. E. (1949): Features of cavern breakdown. *National Speleological Society Bulletin*, 11: 34-35.
- DAVIES, W. E. (1951): Mechanics of cavern breakdown. *National Speleological Society Bulletin*, 13: 36-42.
- DAVIS, H. L. A. (2002): Putting meat on the bone: an investigation into palaeodiet in the Balearic Islands using carbon and nitrogen stable isotope analysis. In WALDREN, W.H. & ENSENYAT, J. (eds.), *World islands in prehistory*. BAR, S1095: 198-216.
- 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.
- DUBLYANSKY, Y. (2005): Hydrothermal caves. In: CULVER, D.C. & WHITE, W.B. (eds.) *Encyclopedia of caves*. Elsevier. Academic Press. 300-305. Burlington, USA.
- DUBLYANSKY, V.N. & DUBLYANSKY, Y.V. (2000): The role of condensation in karst hydrogeology and speleogenesis. In: KLIMCHOUK, A.B.; PALMER, A.N.; FORD, D.C. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 100-112. Huntsville, USA.
- EGOZCUE, J.J. (1971): Estudio del cono de materiales alóctonos de la Cova de sa Font. *Speleon*, 18: 49-53.
- EMPEREUR, J.Y. & HESNARD, A. (1987): Les amphores Hellénistiques du Bassin Occidental de la Méditerranée. *Céramiques Hellénistiques et Romaines*, II: 24-7. Besançon.
- ENCINAS, J.A. (1972): Contribuyendo al estudio del karst del valle de Sant Vicenç de Pollença (Mallorca). Espeleogénesis y espeleografía. *Geo y Bio Karst*, 31: 15-22.
- ENCINAS, J.A. (1994): *501 grutas del término de Pollensa (Mallorca)*. Editorial Punt Gràfic. 609 pp. Pollença.
- ENCINAS, J.A. (1995): Es Crull de ses Termes. *Subterrànea*, 4: 27-29.
- ENCINAS, J.A. (1997): Inventari espeleològic de les Illes Balears - any 1997. *Endins*, 21: 103-128.
- ENCINAS, J. A. (2006): *Relación Inventarial de subterráneos naturales de las Illes Balears*. Colecció Tarsilbet. 235 pp. Pollença.
- ENCINAS, J. A. (2014): *Corpus Cavernario Mayoricense*. El Gall Editor. 1355 pàgs. Pollença.
- ENCINAS, J.A. & ALCOVER, J.A. (1997): El jaciment fòssilífer de la cova Estreta (Pollença). *Endins*, 21: 83-92.
- ENCINAS, J. A.; GINÉS, J. & TRIAS, M. (1974): Inventario espeleológico de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 19: 29-49.
- ESTELRICH, P. (1897): *Las Cuevas del Pirata del predio de Son Forteza del término de Manacor*. Guía de las mismas y descripción abreviada de sus principales maravillas. Tip. Lit. de Amengual y Montaner. 23 pàgs. Palma de Mallorca.

- EXLEY, S. (1994): *Caverns Measureless to Man*. Cave Books, St. Louis, Missouri, 326 pp.
- FARR, M. (1997-1998): Dragon cave diving expedition to Mallorca - 1996. *The Red Dragon-Y Ddraig Goch*, 24: 89-97. U.K.
- FARR, M. (2000): *The Darkness beckons*. 304 pàgs. Diadem books, London.
- FAURA Y SANS, M. (1926): *Cuevas de Mallorca*. XIV Cong. Geol. Intern., Inst. Geol. España, Gráficas Reunidas, S.A. 78 pàgs. Madrid.
- FERRER-HERNÁNDEZ, F (1917): Algunas esponjas interesantes de Málaga. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 17: 228-230.
- FIOL, L.; FORNÓS, J.J.; GELABERT, B. & GUIJARRO, J.A. (2005): Dust rains in Mallorca (Western Mediterranean): Their occurrence and role in some recent geological processes. *Catena*, 63: 64-84.
- FONT, B. (1978): Mallorca protohistórica. In MASCARÓ, J. (coord.), *Historia de Mallorca, Tomo I*. Palma: Vicente Colom Rosselló Editor: 353-416.
- FONT, B. & MASCARÓ, J. (1962): *Tipología de los monumentos megalíticos de Mallorca*. Palma: Gráficas Miramar, Colección Talaiot de Monografías Mallorquinas 3.
- FORD, T.D. (2001): *Sediments in caves*. UK, BCRA Cave Studies Series, 9: 32 p.
- FORD, D. & WILLIAMS, P. (1989): *Karst Geomorphology and Hydrology*. U. Hyman, p. 601, London.
- FORD, D.C. & WILLIAMS, P.W. (2007): *Karst hydrogeology and geomorphology*. John Wiley & Sons Ltd. 562 p. Chichester, UK.
- FORNÓS; J.J. & GELABERT, B. (1995): Litologia i tectònica del carst de Mallorca. In: GINÉS, A & GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca. Endins*, 20/ *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 27-43.
- FORNÓS, J.J. & GELABERT, B. (2004): Balears. In: VERA, J.A. (ed.) *Geología de España*. Sociedad Geológica de España – IGME. 450-464. Madrid
- FORNÓS, J. J. & GELABERT, B. (2011): Condicionants litològics i estructurals del carst a les illes Balears. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 37-52.
- FORNÓS; J.J. & GRÀCIA, F. (2007): Datació dels sediments recents que rebleixen les cavitats de sa Gleda i del Sistema Pirata-Pont-Piqueta: Primeres dades. *Endins*, 31: 97-100.
- FORNÓS, J. J. & POMAR, L. (1983): Mioceno superior de Mallorca: *Unidad Calizas de Santanyí (Complejo Terminal)*. In: *El Terciario de las Baleares. Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca*, 177-206.
- FORNÓS, J.J.; PRETUS, J.L. & TRIAS, M. (1989): La Cova de sa Gleda (Manacor, Mallorca), aspectes geològics i biològics. *Endins*, 14-15: 53-59.
- FORNÓS, J. J.; GINÉS, A.; GINÉS, J. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. (1995): El Paleocarst a Mallorca. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 20: 113-124.
- FORNÓS, J. J.; CRESPI, D. & FIOL, L. (1997): Aspectes mineralògics i texturals de la pols procedent de les pluges de fang a les Illes Balears: la seva importància en alguns processos geològics recents. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 113-122.
- FORNÓS, J.J.; GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2008): Característiques sedimentàries de la cova d'en Bassol (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 32: 151-163.

- FORNÓS, J.J.; GINÉS, J. & GRÀCIA, F. (2009a): Present-day sedimentary facies in the coastal karst caves of Mallorca Island (Western Mediterranean). *Journal of Caves and Karst Studies*, 71(1): 86-99.
- FORNÓS, J. J.; CLEMMENSEN, L. B.; GÓMEZ-PUJOL, L. & MURRAY, A. S. (2009b): Late Pleistocene carbonate aeolianites on Mallorca, Western Mediterranean: a luminescence chronology. *Quaternary Science Reviews*, 28 (25-26): 2697-2709.
- FORNÓS, J.J.; GINÉS, A.; GINÉS, J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; CIFRE, J. & HIERRO, F. (2010a): Hypogene speleogenetic evidences in the development of Cova des Pas de Vallgornera (Mallorca Island, western Mediterranean). In: ANDREO, B.; CARRASCO, F.; DURÁN, J.J. & LAMOREAUX, J.W. (eds), *Advances in research in karst media*, Environmental earth sciences series Springer-Verlag, Berlín, pp 349-354.
- FORNÓS, J.J., BOVER, P., GINÉS, J. & MERINO, A. (2010b): El rebliment sedimentari de la Galeria del Tragus a la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: (en premsa).
- FORNÓS, J.J.; MERINO, A.; GINÉS, J.; GINÉS, A. & GRÀCIA, F. (2011a): 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.
- FORNÓS, J. J.; GINÉS, J.; GRÀCIA, F. & MERINO, A. (2011b): Els sediments de les cavitats càrstiques de les Balears. *Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 199-212
- FORNÓS, J. J.; GRÀCIA, F.; MAS, G. & VICENS, D. (2013): Estratigrafia de la Cova des Dolç (Colònia de Sant Jordi, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Balears*, 55: (en premsa).
- FORNÓS, J. J.; GINÉS, J.; GRÀCIA, F.; MERINO, A.; GÓMEZ-PUJOL, L. & BOVER, P. (2014): Cave deposits and sedimentary processes in Cova des Pas de Vallgornera (Mallorca, Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 43 (2), 159-174. Tampa, FL (USA).
- FOSSA, S. A. & NILSEN, A. J. (1996): *Korallenriff Aquarium*, 5. Ed. Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim, Germany.
- GARCIA, L. (2007): *Els crancs de les Balears*. Quaderns de Natura de les Balears. 104 pp. Documenta Balear. Palma.
- GARCIA, J.; DELGADO, X. & FERRERES, J. (1986): Recull de cavitats de l'illa de Mallorca. *Exploracions*, 10: 47-57.
- GAY, S. & CHAMPSAUR, B. (1885): *Álbum de las Cuevas de Artá y Manacor*. Luis Fábregas; Librería Española. 50 pàgs + 25 gravats. Palma de Mallorca. Barcelona.
- GERRARD, S. (2000): The cenotes of the Riviera Maya. 242 pàgs.
- GÈZE, B. (1953): La genèse des gouffres. *1er. Cong. Intern. Spéléol.* 2: 11-23. París.
- GIANGRANDE, A. (1990): Censmenti dei polycheti dei mari italiani: Sabellidae Malmgren, 1867. *Atti. Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.*, 96: 153-189.
- GIBBS, P.E. (1971): The polychaete fauna of the Solomon Islands. *Bull. Br. Mus. nat. Hist.*, 21: 101-211.
- GILI, J. M. & MACPHERSON, E. (1987): Crustáceos Decápodos capturados en cuevas submarinas del litoral Balear. *Inv. Pesq.*, 51 (supl. 1): 285-291.
- GILLIESON, D. (1996): *Caves. Processes, development, management*. Blackwell Publishers. 324 p.

- GINÉNEZ, J.; BARÓN, A.; COMAS, M.; GONZÁLEZ, C.; GARAU, J.; BEIDAS, O.; OLIVER, M. & NADAL, F. X. (2014): Hidrogeología de les illes Balears: les masses d'aigua càrstiques. *Endins*, 36: 9 - 26.
- GINARD, A.; VICENS, D.; CRESPI, D.; VADELL, M.; BOVER, P.; BALAGUER, P. & GRÀCIA, F. (2008): Coves litorals, geomorfologia i jaciments del Quaternari de la Marina de Lluçmajor. Zona 1: la franja costanera entre es Racó des Llobets i cala Esglesieta (1a part). Lluçmajor, Illa de Mallorca. *Endins*, 32: 81-104.
- GINÉS, A. (1982): Inventario de especies Cavernícolas de las Islas Baleares. *Endins*, 9: 57-75.
- GINÉS, A. (1983): *Bioespeleología del karst mallorquín, datos ecológicos preliminares*. Tesi de Llicenciatura. Departamento de Ecología, *caves (endemic taxa underlined)*. Universidad de Palma de Mallorca. 219 pàgs. Inèdit.
- GINÉS, A. (1991): El carst del migjorn de Mallorca y su paralelismo con el carst yucateco. *1er Congreso Nacional de Espeleología*. Programas y resúmenes. Mérida.
- GINÉS, A. (1993): El conocimiento espeleotopográfico de las cavidades balears (1862-1992). *Endins*, 19: 55-70.
- GINÉS, A. (1995): Els espeleotemes de les coves de Mallorca / The speleothems of Majorcan caves. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 87-97. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. (1999): Edouard-Alfred Martel et la spéléologie à Majorque. *L'Année Martel 1997. L'homme qui voyageait pour les gouffres*. 291-300. França.
- GINÉS, A. (2000): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29 (2): 139-148.
- GINÉS, A. (2002): La fauna anquihalina de las Baleares un siglo después del descubrimiento de *Typhlocirolana moraguesi* Racovitza, 1905 / La fauna anquihalina de les Illes Balears un segle després del descobriment de *Typhlocirolana moraguesi* Racovitza, 1905. *Boletín SEDECK*, 3: 124-127.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1974): Consideraciones sobre los mecanismos de fosilización de la Cova de sa Bassa Blanca y su paralelismo con formaciones marinas del Cuaternario. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 19: 11-28.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1977): Datos bioespeleológicos obtenidos en las aguas cársticas de la isla de Mallorca. *6è Simposium d'Espeleologia*. Escola Catalana d'Espeleologia – S.I.S. del C. E. de Terrassa. 81-95. Terrassa, Barcelona.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1986): On the interest of speleochronological studies in karstified islands. The case of Mallorca (Spain). *Com. 9º Cong. Int. Espeleol.*, 1: 297-300. Barcelona.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1987): Características espeleológicas del karst de Mallorca. *Endins*, 13: 3-19.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Coves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes històrics y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) (1995): *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3. 216 pàgs. Palma.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2002): Estado actual del conocimiento científico del karst y de las cuevas de las islas Baleares / Estat actual del coneixement científic del carst i de les coves de les Illes Balears. *Boletín SEDECK*, 3: 26-45.

- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & PONS-MOYÀ, J. (1975): Nuevas aportaciones al conocimiento morfológico y cronológico de las cavernas costeras mallorquinas. *Speleon* (Monografía 1): 49-56.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & POMAR, L. (1981): Phreatic speleothems in coastal caves of Majorca (Spain) as indicators of Mediterranean Pleistocene paleolevels. *Proc. 8th*
- GINÉS, A.; GINÉS, J.; GRÀCIA, F. & FORNÓS, J.J. (2009): Cave surveying and cave patterns in the southeastern coastal karst of Mallorca Island (Spain). In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 488-495. Kerrville, U.S.A.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & GRÀCIA, F. (2013): Cave development and patterns of caves and cave systems in the eogenetic coastal karst of southern Mallorca (Balearic Islands, Spain). In: LACE, M.J. & MYLROIE, J.E. (eds.) *Coastal karst landforms*. Springer. Coastal Research Library, Vol. 5: 245-260. Dordrecht.
- GINÉS, J. (1975): Recopilación de las cuevas más largas de Mallorca. *Endins*, 2: 43.
- GINÉS, J. (1995a): L'Endocarst de Mallorca: els mecanismes espeleogenètics. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 71-86.
- GINÉS, J. (1995b): Les coves turístiques de Mallorca. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 20: 191-204.
- GINÉS, J. (2000): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs + 29 làms. Inèdit.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1974): Estudio estadístico de las cavernas de Mallorca. *Endins*, 1: 11-16.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1976): Ses coves del Pirata. *Endins*, 3: 41-45.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1989): El karst en las Islas Baleares. In: DURÁN, J.J. & LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. (eds.) *El karst en España*. Sociedad Española de Geomorfología. Monografía 4: 163-174. Madrid.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1994): Coves del Drac. In FERNÁNDEZ RUBIO, R., *Mundo subterráneo*. Madrid: Enresa: 74-80.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1995): Aspectes espeleocronològics del carst de Mallorca / Speleochronological aspects of karst in Mallorca. In: GINÉS, A. & GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 99-112.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2006): La Cova Nova de Son Lluís (Porreres, Mallorca). Notes sobre aspectes històrics i geoespeleològics. *Endins*, 29: 5-24.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2009): Proposta d'una nova classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins*, 33: 5-18.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011a): Classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 85-102.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011b): Les coves turístiques de les Illes Balears: antecedents i estat de la qüestió. *Endins*, 35: 333-344.

- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, A. (1980): Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 1– Les cavitats del Puig den Galileu. *Endins*, 7: 3-16.
- GINÉS, J.; BORRÀS, L. & GINÉS, A. (1982): Estudi geo-espeleològic del massís del Massanella (Escorca, Mallorca). 3– Les cavitats del Puig de Massanella. *Endins*, 9: 3-13.
- GINÉS, J.; FIOL, M. & GINÉS, A. (2004): Avençs relacionats amb el comerç de la neu a l'illa de Mallorca. *Endins*, 26: 15-30.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J. & GINÉS, A. (2005): Els espeleotemes freàtics del Quaternari de Mallorca: aspectes morfològics, mineralògics i cristal·logràfics. In: SANJAUME, E. & MATEU, J.F. (eds.) *Geomorfologia litoral i Quaternari. Homenatge al professor Vicenç M. Rosselló i Verger*. Universitat de València. 151-165. València.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; TRIAS, M.; GINÉS, A. & SANTANDREU, G. (2007a): Els fenòmens endocàrstics de la zona de Ca n'Olesa: la Cova de s'Ònix i altres cavitats veïnes (Manacor, Mallorca). *Endins*, 31: 5-30.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A. & TUCCIMEI, P. (2007b): Endokarst costero, niveles marinos y tectónica: el ejemplo de la costa oriental de Mallorca. In: FORNÓS, J.J.; GINÉS, J. & GÓMEZ-PUJOL, L. (eds.) *Geomorfología litoral: Migjorn y Llevant de Mallorca*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 15: 201-220. Palma.
- GINÉS, J.; 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. (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, USA.
- GINÉS, J.; GINÉS, A. & FORNÓS, J. J. (2011): Dades sobre paleocarst i espeleocronologia de les illes Balears. . In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 213 - 226.
- GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J. J.; TUCCIMEI, P.; ONAC, B. P. & GRÀCIA, F. (2012): Phreatic Overgrowths on Speleothems (POS) from Mallorca, Spain: Updating forty years of research. In: GINÉS, A.; GINÉS, J.; GÓMEZ-PUJOL, L.; ONAC, B. P. & FORNÓS, J. J. (eds.) *Mallorca: A Mediterranean Benchmark for Quaternary Studies*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 18: 111-146.
- GINÉS, J.; FORNÓS, J.J.; 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.
- GOMEZ LLUECA, F. (1919): El Mioceno Marino de Muro. *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie geológica*, 25.
- GÓMEZ-PUJOL, L. & FORNÓS, J.J. (2009): Coastal karren in the Balearic islands. In: GINÉS, A.; KNEZ, M.; SLABE, T. & DREYBRODT, W. (Eds.), *Karst rock features – karren sculpturing*, ZRC Publishing, Ljubljana, 40: 487-502.

- GOUDIE, A.S. & MIDDLETON, N.J. (2001): Saharan dust storms: Nature and consequences. *Earth-Science Reviews*, 56 (1-4): 179-204.
- GRÀCIA, F. (2011): Llistat de les cavitats de les Balears amb més de 300 m de recorregut. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 367-368
- GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2001): La Cova de sa Gleda. *Subterrànea*, 16: 24-34.
- GRÀCIA, F. & CLAMOR, B. (2002): Las exploraciones subacuáticas en el karst litoral del Migjorn de Mallorca / Les exploracions subaquàtiques al carst costaner del Migjorn de Mallorca. *Boletín SEDECK*, 3: 56 - 75.
- GRÀCIA, F. & FORNÓS, J. J. (2014): Les morfologies de dissolució hipogèniques i de la zona de mescla litoral a es Dolç (Colònia de Sant Jordi, Ses Salines, Mallorca). *Endins*, 36: 97-112.
- GRÀCIA, F. & JAUME, D. (2011): La fauna aquàtica dels hàbitats anquihalins i dolçaquícules de les cavitats balears. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 257-268.
- GRÀCIA, F. & VICENS, D. (1998): Aspectes geomorfològics quaternaris del litoral de Mallorca. In: FORNÓS, J. J. (ed). *Aspectes geològics de les Balears*: 307 - 329. Universitat de les Illes Balears.
- 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. & 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.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; AGUILÓ, C. & WATKINSON, P. (1998b): La cova des Drac de cala Santanyí (Santanyí, Mallorca). *Endins*, 22: 55-66.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & LAVERGNE, J.J. (2000): Les coves de cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 23: 41-57.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & WATKINSON, P. (2001a): Impacte ambiental de l'abocament d'aigües fecals a la cova d'en Bessó (Manacor). Estudi espeleològic i mesures d'actuació per a la salvaguarda d'una important cavitat subaquàtica del llevant de Mallorca. In: PONS, G. X. (ed). *III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i resums*, 102 - 103. Soc. Hist. Nat. Balears.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; LANDRETH, R.; VICENS, D. & WATKINSON, P. (2001b): Evidències geomorfològiques dels canvis del nivell marí. In: PONS, G.X. & GUIJARRO, J.A. (eds.) *El canvi climàtic: passat, present i futur*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 9: 91-119. Palma.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; WATKINSON, P. & LANDRETH, R. (2001c): La recerca subaquàtica a les cavitats de Mallorca. In: PONS, G. X. (ed). *III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i resums*: 109 - 111. Soc. Hist. Nat. Balears.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GRACIA, P.; MERINO, A.; VEGA, P. & MULET, G. (2001d): Notícia preliminar del jaciment arqueològic de la Font de ses Aiguades (Alcúdia, Mallorca). *Endins*, 24: 59-73.
- GRÀCIA, F.; LANDRETH, R.; GUAL, M. & CLAMOR, B. (2001e): La cova Negra (Pollença, Mallorca): presència de dunes fòssils dins una cavitat submarina. *Endins*, 24: 137-142.
- 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. & 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.; WATKINSON, P.; DOT, M.A. & LANDRETH, R. (2003c): La cova de les Llàgrimes (Alcúdia, Mallorca). *Endins*, 25: 131-140.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FORNÓS, J. J.; URIZ, M. J.; MARTÍN, D.; GIL, J.; GRACIA, 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. (2006a): El sistema Pirata-Pont-Piqueta (Manacor, Mallorca): Geomorfologia, espeleo-gènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FEBRER, M. & VICENS, D. (2006b): La cova de s'Abisament (Sant Llorenç des Cardassar, Mallorca). *Endins*, 30: 101-108.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J.; CLAMOR, B.; FEBRER, M. & GAMUNDÍ, P. (2007a): 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. & CLAMOR, B. (2007b): Cavitats costaneres de les Balears generades a la zona de mescla, amb importats continuïtats subaquàtiques, a PONS, G.X. & VICENÇ, D. (eds.), *Geomorfologia litoral i Quaternari*, Homenatge a Joan Cuerda Barceló. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 14: 299-352.
- GRÀCIA, F.; FORNÓS, J. J.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B.; POCOVÍ, J. & PERELLÓ, M. A. (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.; FORNÓS, J.J. & MERINO, A. (2009c): Corrosion patterns related to meteoric-marine mixing zone in coastal cave systems of Mallorca island (western Mediterranean). In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.*, 1: 496-500. Kerrville, USA.
- GRÀCIA, F.; GINARD, A.; VICENS, D. & GINÉS, J. (2009d): Recull de les cavitats de major recorregut i major fondària de les Balears. *Endins*, 33: 139 - 152.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P. & FORNÓS, J. J. (2010a): El sistema Gleda - Camp des Pou (Manacor, Mallorca). *Endins*, 34: 35-68.
- GRÀCIA, F.; GAMUNDÍ, P.; CLAMOR, B.; TRIAS, M.; FORNÓS, J. J.; FEBRER, M. & POCOVÍ, J. (2010b): Noves aportacions a l'estudi de les cavitats de cala Falcó-cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 34: 141-154.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J & VICENS, D. (2011a): Relació genètica i hidrològica entre coves, cales i altres entrants al Migjorn de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 54: 161-176.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; FORNÓS, J.J & WATKINSON, P. (2011b): Les cavitats subaquàtiques de la franja litoral de Mallorca. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 103-132.

- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P. & FORNÓS, J. J. (2011c): Morfologies de corrosió de la zona de mescla a les cavitats subaquàtiques de la franja litoral del Llevant i Migjorn de Mallorca. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 133-146.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, J. F.; FORNÓS, J. J.; URIZ, M. J.; MUNAR, S.; VICENS, D.; GINARD, A.; BETTON, N.; VIVES, M. A.; JAUME, D.; MAS, G.; PERELLÓ, M. A. & CARDONA, F. (2014): es Dolç (Colònia de Sant Jordi, ses Salines, Mallorca): cavitat litoral amb influències hipogèniques a les eolianites quaternàries i materials del Pliocè. *Endins*, 36.
- GRUBE, A. E. (1863): Beschreibung neuer oder wenig bekannter Anneliden. *Beitrag: Zahlreiche Gattungen. Archiv für Naturgeschichte, Berlin*, 29: 37-69, 3 plates.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1982): Avenc de s'Aigo (Escorca, Mallorca). *Endins*, 9: 37-40.
- GRUP ESPELEOLÒGIC EST (1986): S'Era d'Escorca (Escorca, Mallorca) i algunes cavitats veïnes. *Endins*, 12: 3-11.
- GRUP NORD DE MALLORCA (1973): Observaciones sobre la Font de l'Algaret (Pollensa, Balears). *III Symposium Espeleología. Escola Catalana d'Espeleologia - Agrupació Científico Excursionista de Mataró*. 92-99. Mataró, Barcelona.
- GULDEN, B. (2009): Worlds longest lava tubes. <http://www.caverbob.com/lava.htm>
- HABSBURG-LOTHRINGEN, L.S. (1869-1891): *Die Balearen in Wort und Bild geschildert*. Brockhaus. 7 vols. Leipzig, Alemanya.
- HANSHAW, B.B. & BACK, W. (1979): Major geochemical processes in the evolution of carbonate-aquifer system. *Journal of Hydrology*, 43: 287-312.
- HARDY, R. & TUCKER, M. (1988): X-ray powder diffraction of sediments. In: Tucker, M. ed. *Techniques in sedimentology*. Blacwel. Pàgs: 191-228.
- HARMON, R. S.; SCHWARCZ, H. P. & FORD, D. C. (1978): Late Pleistocene sea level history of Bermuda. *Quaternary Research*, 9: 205-218.
- HARMON, R. S.; LAND, L. S.; MITTERER, R. M.; GARRETT, P. H.; SCHWARCZ, P. & LARSON, G. J. (1981): Bermuda sea level during the last interglacial. *Nature* 289: 481-483.
- HESS, J.H. (2005): Pits and shafts. In: CULVER, D.C. & WHITE, W.B. (eds.) *Encyclopedia of caves*. Elsevier, Academic Press. 444-447. Burlington, USA.
- HILL, C. & FORTI, P. (1997): *Cave minerals of the world*. National Speleological Society. 463 pp.
- HOLTHUIS, L. R. (1973): Caridean shrimps found in land-locked salwater pools at four Indo-est Pacific localities. *Zool. Verhand*, 128: 1-48.
- ILIFFE, T. M. (1991): Anchialine cave fauna of the Galápagos Islands. In: *Galápagos Marine Invertebrates*, JAMES, J. ed., Plenum Press, New York, p. 209-231.
- ILIFFE, T. M. (2000): Anchialine cave ecology. Pages 59-76 in: *Ecosystems of the World. 30. Subterranean Ecosystems*, WILKENS, H.; CULVER, D. C. & HUMPHREYS, W. F. (eds.), Elsevier Science, Amsterdam.
- ILIFFE, T. M. & KORNICKER, L. S. (2009): Worldwide diving discoveries of living fossil animals from the depths of anchialine and marine caves. *Smithsonian Contributions to Marine Sciences*, 38:269-280.
- ISLER, O. (1987): Expedition internationale 1986 au tunnel de l'Atlantida Canarias. *Spelunca*, 25: 25-30.

- JANTSCHKE, H.; NOHLEN, C. & SCHAFHEUTLE, M. (1994): Túnel de la Atlántida (Haría, Lanzarote, Canary Islands). The hydrodynamics, the chemistry and the minerals of the lava tube. The population density of *Munidopsis polymorpha*. GHS Expedition 1994.
- JAUME, D. (1993): Fauna carcinològica de les aigües continentals. In: ALCOVER, J.A.; BALLESTEROS, E. & FORNÓS, J. J. (eds), *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*: 309-322. Ed. Moll / CSIC. Palma de Mallorca.
- JAUME, D. (2010): Crustacis del medi subterrani. p. 218-221. En: Giralt, J. (ed.). *Història Natural dels Països Catalans. Suplement Flora i Fauna*. Enciclopèdia Catalana, Barcelona.
- JAUME, D. & BOXSHALL, G.A. (1995a): A new species of *Exumella* (Copepoda: Calanoida: Ridgewayiidae) from anchialine caves in the Mediterranean. *Sarsia*, 80: 93-105.
- JAUME, D. & BOXSHALL, G.A. (1995b): *Stygocyclopiopsis balearica*, a new genus and species of calanoid copepod (Pseudocyclopiidae) from anchialine caves in the Balearic Islands (Mediterranean). *Sarsia*, 80: 213-222.
- JAUME, D. & BOXSHALL, G.A. (1996a): Two new genera of cyclopinid copepods (Crustacea) from anchialine caves on western Mediterranean and eastern Atlantic islands. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 117: 283-304.
- JAUME, D. & BOXSHALL, G.A. (1996b): Rare cyclopoid copepods (Crustacea) from Mediterranean littoral caves. *Bulletin of The Natural History Museum, London (Zoology Series)*, 62: 83-99.
- JAUME, D. & CHRISTENSON, K. (2001): Amphi-Atlantic distribution of the subterranean amphipod family Metacrangonyctidae (Gammaridea). *Contrib. Zool.*, 70 (2): 99-125.
- JAUME, D. & GARCÍA, L. (1992): Nota preliminar sobre la presència de crustacis talasoestigobionts a una cova litoral de l'Illa de Cabrera (Balears). *Endins*, 17-18: 57-59.
- JAUME, D. & GRÀCIA, F. (2006): Coves amb hàbitats anquihalins de les Balears i coves amb hàbitats dolçaquícules no litorals: catàleg espeleològic i faunístic. *Endins*, 30: 71 - 82.
- JAUME, D.; PONS, G.X.; GRÀCIA, F & VICENS, D. (2001): *Atles de cavitats càrstiques de les Balears elevades a Lloc d'Interès Comunitari (LICs)*. Conselleria de Medi Ambient, Govern de les Illes Balears. 157 pp
- JAUME, D.; GRÀCIA, F. & BOXSHALL, G.A. (2007): New genera of Bogidiellidae (Amphipoda: Gammaridea) from SW Pacific and Mediterranean marine caves. *Journal of Natural History*, 41 (5-8): 419-444.
- JAUME, D.; BOXSHALL, G.A. & GRÀCIA, F. (2008): *Stephos* (Copepoda: Calanoida: Stephidae) from Balearic caves (W Mediterranean). *Systematics and Biodiversity*, 6 (503-520). Cambridge University Press.
- JENNINGS, J. N. (1985): *Karst geomorphology*. Basil Blackwell, 1-293. Oxford.
- JUBERTHIE, C. & DECU, V. (1994): *Encyclopaedia Biospeologica I*. Société de Biospéologie, Moulis, Bucuresti. 834 pàgs.
- KLIMCHOUK, A.B. (2007): *Hypogene speleogenesis: hydrogeological and morphogenetic perspective*. National Cave and Karst Research Institute. Special paper 1. 106 pp. Carlsbad. USA.
- KLIMCHOUK, A.B. (2009): Morphogenesis of hypogenic caves. *Geomorphology*, 106; 100-117.
- KLIMCHOUK, A.B. & FORD, D.C. (2000): Lithologic and structural controls of dissolutional cave development. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 54-64. Huntsville, USA.

- KNIGHT-JONES, P & PERKINS, T. H. (1998): A revision of *Sabella*, *Bispira* and *Styloma* (Polychaeta: Sabellidae). *Zool. J. Linn. Soc. London*, 123: 385-467.
- KNIGHT-JONES, P.; KNIGHT-JONES, E.W. & BUZHINSKAYA, G. (1991): Distribution and interrelationships of northern spirorbid genera. In: REISH, D. J. (eds), *Proceedings of the Third International Polychaete Conference, Long Beach. 1989. Bulletin of Marine Science*, 48: 189-197.
- KOELBEL, C. (1892): Beitrage zur Kenntnis der Crustaceen der Canarischen Inseln. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 7: 105-116, pl. 10.
- LESCHER-MOUTOUÉ F. (1978): Cyclopides des eaux souterraines de l'île de Majorque (Espagne). *Vie et Milieu*. 28/29:83-100.
- LLAMAS, A. (2000): *Islas Baleares. Guia Submarina*. Geoplaneta. 368 pàgs. Barcelona.
- LLAMUSÍ, J. L. & ROS A. (2006): Cueva del Agua. Proyecto 2000. Estado de las exploraciones 2005-2006. Protocolo de inmersión y Seguridad. *1r Congrés Valencià d'Espeleologia Abril-Mayo, 2006*.
- LLOPIS-LLADÓ, N. & THOMAS-CASAJUANA, J.M. (1948): La hidrologia kárstica de los alrededores de Campanet (Inca - Mallorca). *Miscelánea Almera, 2ª parte*. Publ. Inst. Geol. Dip. Prov. Barc., 7: 39-60. Barcelona.
- LLORET, J. & UBACH, M. (1993): Els cenotes del Yucatán (Mexic). *Endins*, 19: 29-36.
- 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 pp. Inèdita.
- LÓPEZ, J.M. & MATEOS, R.M. (2006): Control estructural de las anomalías geotérmicas y la intrusión marina en la plataforma de Lluçmajor 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: 379-613. Madrid.
- LÓPEZ, J.M.; MATEOS, R.M. & BALLESTER, A. (2004): Aportaciones del sondeo de investigación geotérmica Lluís Moragues al modelo de funcionamiento hidrogeológico de las aguas termales de la plataforma de Lluçmajor (Mallorca). *VII Simposio de Hidrogeología*. Asociación Española de Hidrogeólogos. 2: 379-388. Zaragoza.
- LOWRY, D.C. & JENNINGS, J.N. (1974): The Nullarbor karst, Australia. *Zeitschrift für Geomorphologie*, v. 18: 35-81.
- MACAU, F. (1965): Tubos volcánicos en Lanzarote. La Cueva de Los Verdes. *An. Estudios Atlánticos*, 11: 1-27.
- McMANUS, J. (1988): Grain size determination and interpretation. In: TUCKER, M.E., (ed). *Techniques in Sedimentology*, pp. 63-85. Blackwell Science. Oxford.
- MAHEU, J. (1912): Exploration et flore souterraine des cavernes de Catalogne et des Iles Baléares. *Spelunca*, 8 (67-68): 1-108. París.
- MANACORDA, D. (1986): A proposito delle amfore cosidette "greco-italiche": una breve nota. *Recherches sur les amphores grecques, BCH*, sup. 13: 581-586. Atenas-Roma.
- MARTEL, E.A. (1896): Sous Terre. Cueva del Drach, a Majorque. *Ann. Club Alpin Franc.*, 23: 1-32.
- MARTEL, E. A. (1903): Les cavernes de Mallorca. *Spelunca*, 5 (32): 1-32. París.

- MARTÍN-ROJAS, I.; ESTÉVEZ, A.; ANDREU-RODES, J. M. & ALFARO, P. (2013): Geología de la Cala del Moraig. *Boletín SEDECK*, 9. Anexo.
- MARTÍNEZ INGLÉS, AM (1991): *Estudio sistemático y ecológico de los poríferos del sureste ibérico*. Ph.D. Tesis, Universidad de Murcia, Facultad de Biología (Departamento de Biología Animal y Ecología), Murcia. 359 pp.
- MASSART, C. (2004): Les coupelles de la grotte des Collemboles. *Regards-Spélèo Info*, 56. Belgique.
- MATEU, G.; COLOM, G. & CUERDA, J. (1979): Los foraminíferos plio-pleistocénicos de la isla de Cabrera (Baleares) y las condiciones paleoecológicas del antiguo mar balear (contribución a su conocimiento). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 23: 51-68.
- MAUCCI, W. (1952): L'ipotesi dell'erosione inversa come contributo allo studio della speleogenesi. *Boll. Soc. Adriat. Scienze Nat. Trieste*, 46: 1-60.
- MEGLITSCH, P. A. (1978): *Zoologia de Invertebrados*. 906 pàgs. Edit. H. Blume.
- MEIN, P. & ADROVER, R. (1982): Une faunule de mammifères insulaires dans le Miocène Moyen de Majorque (Iles Baléares). *Geobios mém. spécial*, 6: 451-463.
- MERINO, A. (1993): La Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 19: 17-23.
- MERINO, A. (2000): Nuevas extensiones de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 23: 7-21.
- MERINO, A. (2002): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Boletín SEDECK*, 3: 134-141. Madrid.
- MERINO, A. (2006): Espeleotemas poco frecuentes y morfologías de corrosión hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 30: 49 - 70.
- MERINO, A. (2007a): Algunos espeleotemas poco habituales hallados en la Cova des Pas de Vallgornera. Nuevas observaciones. *Endins*, 31: 111 - 116.
- 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. (2008): Nueva aportación al conocimiento de los espeleotemas y morfologías existentes en la Cova des Pas de Vallgornera. *Endins*, 32: 43 - 48.
- MERINO, A. & FORNÓS, J.J. (2010): Los conjuntos morfológicos de flujo ascendente (*Morphologic Suite of Rising Flow*) en la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 34: 87-102.
- MERINO, A.; MULET, A. & MULET, G. (2006): La Cova des Pas de Vallgornera: 23 kilómetros de desarrollo topografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 30: 29 - 48.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2007): La Cova des Pas de Vallgornera: 40 kilómetros de desarrollo topografiado (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 31: 101-110.
- 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 topografiado. *Endins*, 32: 33-42.
- MERINO, A.; FORNÓS, J.J. & ONAC, B.P. (2009a): Preliminary data on mineralogical aspects of caves rims and vents in Cova des Pas de Vallgornera, Mallorca. In: WHITE, W.B. (ed.) *Proc. 15th Int. Congress Speleol.* 1: 307-311. Kerrville, U.S.A.

- MERINO, A.; FORNÓS, J. J. & ONAC, B. P. (2009b): Datos preliminares sobre la mineralogía de los precipitados asociados a los respiraderos y toberas existentes en la Cova des Pas de Vallgornera (Mallorca). *Endins*, 33: 99 - 104.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2009c): Cova des Pas de Vallgornera: an exceptional littoral cave from Mallorca Island (Spain). In: WHITE, W. B. (ed.). *Proc. 15 th Int. Congress Speleol.*, 1: 522-527. Kerrville, U.S.A.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A.; KRISTOFERSSON, A.; GRÀCIA, F.; GINÉS, J. & FORNÓS, J.J. (2011a): La cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). La cavitat de major desenvolupament de les illes Balears. *Endins*, 35: 147-164.
- MERINO, A.; GINÉS, J. & FORNÓS, J. J. (2011b): Evidències morfològiques de processos hipogènics a cavitats de Mallorca. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 35: 165-182.
- MERINO, A.; FORNÓS, J. J. & GINÉS, A. (2011c): Espeleotemes i minerals de les coves de les illes Balears. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 183-198.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A.; KRISTOFERSSON, A.; GRÀCIA, F. (2014a): Cova des Pa de Vallgornera, (Mallorca, Spain): history of exploration and cave description. *International Journal of Speleology*, 43 (2): 95-104. Tampa, USA.
- MERINO, A.; GINÉS, J.A.; TUCCIMEI, P.; SOLIGO, M., & FORNÓS, J. J. (2014b): Speleothems in Cova des Pas de Vallgornera: their distribution and characteristics within an extensive coastal cave from the eogenetic karst of Southern Mallorca (Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 43 (2): 125-142. Tampa, USA.
- MIR, F. & TRIAS, M. (1973): Sobre el karst de la Cova de sa Campana i les seves concrecions excèntriques. *III Simposium Espeleologia*. Escola Catalana d'Espeleologia - Agrupació Científic Excursionista de Mataró. 53-70. Mataró, Barcelona.
- MONTORIOL-POUS, J. (1951): Los procesos clásticos hipogeos. *Rassegna Speleol. Italiana*, 3 (4): 119-129. Como.
- MONTORIOL-POUS, J. (1958): Sobre el origen de las vermiculaciones arcillosas. *Proc. 2nd Int. Cong. Speleology, Bari*, 1: 389-395.
- MONTORIOL-POUS, J. (1970): Nota sobre la Cova del Drac de Santanyí (Mallorca). *Speleon*, 17: 41-46.
- MONTORIOL-POUS, J. (1971): Estudio de una captura kárstico-marina en la isla de Cabrera (Balears). *Acta Geológica Hispánica*. 6 (4): 89-91. Barcelona.
- MONTORIOL-POUS, J. (1972): Estudio de una captura kárstico-marina en la isla de Cabrera. *Acta Geológica Hispánica*, 6 (4): 89-91.
- MONTORIOL-POUS, J. & DE MIER, J. (1969): Estudio morfogénico de las cavidades volcánicas desarrolladas en el malpais de La Corona. *Rev. Espeleología*, 22: 542-563.
- MOREU-REY, E. (1982): *Els nostres noms de lloc*. Pag. 94. Palma.
- MORRO, J.A. & MORRO, J.R. (1972): Cova de Cal Pessó. *II Simp. Metod. Espel. Topografía*. Escuela Catalana de Espeleología - S.I.E. del C.E.A. Com. VI-j. 3 pp. Barcelona.
- MUHS, D. R.; BUDAHN, J.; AVILA, A.; SKIPP, G.; FREEMAN, J. & PATTERSON, D. (2010): The role of African dust in the formation of Quaternary soils on Mallorca, Spain and implications for the genesis of red Mediterranean soils. *Quaternary Science Reviews*, 29: 2518-2543.

- MULET (2013): Buscando los orígenes de Mallorca I, II, III. Exploración de las galerías subacuáticas de la Galería del Gran Canyon de la Cova des Pas de Vallgornera. *Espeleología en Baleares. Revista Digital de la F.B.E.*, 1, 2, 3. 9 pàgs.
- MULET (2014): Buscando los orígenes de Mallorca VIII, IX. Nuevo y espectacular sector sector descubierto en la Cova des Ases. LIC: ES5310043. *Espeleología en Baleares. Revista Digital de la F.B.E.*, 8, 9. 2 pàgs.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (1990): The flank margin model for dissolution cave development in carbonate platforms. *Earth Surface Processes and Landforms*, 15: 413-424.
- MYLROIE, J. E. & CAREW, J. L. (1995): Karst development on carbonate islands. In: BUDD, D.A.; SALLER, A. H. & HARRIS, P. M. (Editors), *Unconformities and Porosity in Carbonate Strata. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem.* 63, pp. 55-76.
- MYLROIE, J.E. & CAREW, J.L. (1997): Land use and carbonate island karst. In BECK, B.F. & STEPHENSON, J.B. (eds.) *The engineering geology and hydrogeology of karst terranes*. Brookfield. 3-12. Balkema.
- MYLROIE, J. E. & MYLROIE, J. R. (2009): Caves as geologic indicators, Kangaroo Island, Australia. *Cave Karst Stud.*, 71: 32-47.
- MYLROIE, J. E.; CAREW, J. L. & MOORE, A. I. (1995a): Blue holes: Definition and genesis. *Carbonates and Evaporites*, 10: 225-233.
- MYLROIE, J. E.; CAREW, J. L. & VACHER, H. L.(1995b): Karst development in the Bahamas and Bermuda. In: CURRAN, H.A & WHITE, B. (Editors), *Terrestrial and Shallow Marine Geology of the Bahamas and Bermuda. Geol. Soc. Am. Spec. Pap.*, 300: 251-267.
- NIETO, X. & SANTOS, M. (2009): *El vaixell grec arcaic de Cala Sant Vicenç*. Monografies del CASC 7. 469 pp. Barcelona.
- NÚÑEZ JIMENEZ, A. (1967): *Clasificación genética de las cuevas de Cuba*. Academia de las Ciencias de Cuba. 224 pp. La Habana.
- ORDINAS, G. & ROTGER, F. (2002): La defensa d'Alcúdia a 1738. Una descripció militar de la ciutat i la costa. *11 Jornades d'Estudis locals d'Alcúdia*.
- ORDÓÑEZ, I. & GARCÍA, M. (2010): Formas kársticas comunes de los cenotes del Estado de Quintana Roo (México). *Revista Electrónica de Medio Ambiente*, 9: 15-35.
- PALMER, A.N. (1975): The origin of maze caves. *National Speleological Society Bulletin*, 37: 56-76. Huntsville, USA.
- PALMER, A.N. (1991): Origin and morphology of limestone caves. *Geological Society of America Bulletin*. 103 (1): 1-21.
- PALMER, A.N. (2000): Hydrogeologic control of cave patterns. In: KLIMCHOUK, A.B.; FORD, D.C.; PALMER, A.N. & DREYBRODT, W. (eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society. 77-90. Huntsville, USA.
- PALMER, A.N. (2007): *Cave geology*. Cave Books. 454 p. Dayton, Ohio, USA.
- PALMER, R. (1986a): The Blue Holes of South Andros, Bahamas. *Cave Science*, 13, 3-6.
- PALMER, R. (1986b): Hydrology and speleogenesis beneath Andros Island. *Cave Science*, 13, 7-12.
- PALOMAR, B. (2005): *La ceràmica posttalaiòtica de Mallorca. Significació econòmica i social dels canvis en el procés productiu entre c. 450-250 cal ANE. El cas de Son Fornés, Montuïri*. Tesi

Doctoral (inèdita). Departament d'Antropologia Social i de Prehistòria. Facultat de Filosofia i Lletres. 501 pàgines.

- PALOMO, A. (1991): Els verms celomats: anèl·lids i afins. In: *Invertebrats no artròpodes*. Vol. VIII *Història Natural dels Països Catalans*: 281-334. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- PARENZAN (1961): Sulle formazioni argillose-llimose dette vermicolari. *Atti Int. Symp., Varenna*, v. 1, p. 120-125.
- PASQUAL, A. & NICOLAU, M. E. (2006): Anàlisi dels grafitos de sa Cova des Pirata i de sa Cova des Pont. *Endins*, 29: 65-74.
- PIRAZZOLI, P. A. (1991): World atlas of holocene sea-level changes. *Elsevier Oceanography series*, 58.
- PIRAZZOLI, P. A. (1996): *Sea-level changes. The Last 20000 years*.
- PLATVOET, D. (1987): The genus *Salentinella* Ruffo, 1947 (Crustacea, Amphipoda) in Spain. *Stygologia*, 3: 217-240.
- PLOMER, T. & GINÉS, J. (2008): L'Avenc del Puig Caragoler (Escorca, Mallorca). *Endins*, 32: 11-22.
- POMAR, L.; GINÉS, A.; MOYÀ, G. & RAMON, G. (1975): Nota previa sobre la petrologia i mineralogia de la calcita flotante de algunas cavidades del Levante Mallorquín. *Endins*, 2: 3-5.
- POMAR, L.; GINÉS, A. & FONTARNAU, R. (1976): Las cristalizaciones freáticas. *Endins*, 3: 3-25.
- POMAR, L.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (1979): Morfología, estructura y origen de los espeleotemas epiacuáticos. *Endins*, 5-6: 3-17.
- POMAR, L.; ESTEBAN, M.; CALVET, F. & BARÓN, A. (1983): La Unidad Arrecifal del Mioceno Superior de Mallorca. En: POMAR, L., OBRADOR, A., FORNÓS, J.J. & RODRÍGUEZ-PÉREA, A. (eds.) *El Terciario de las Baleares*. Guía de las Excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología. Menorca. 139-175.
- POMAR, L.; WARD, W.C. & GREEN, D.G. (1996): Upper Miocene reef complex of the Lluçmajor area, Mallorca, Spain. In: FRANSEEN, E.; ESTEBAN, M.; WARD, W.C. & ROUCHY, J.M. (eds.) *Models for carbonate stratigraphy from Miocene reef complexes of the Mediterranean regions*. SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology, 5: 191-225.
- PONS-MOYÀ, J.; MOYÀ-SOLÀ, S. & KOPPER, J.S. (1979): La fauna de mamíferos de la Cova de Canet (Esporles) y su cronología. *Endins*, 5-6: 55-58.
- PONS, G.X. (1991): *Llista vermella de la fauna cavernícola de les Balears*. Doc. Tèc. Cons., 10 Conselleria d'Agricultura i Pesca. 150 pp. Palma de Mallorca.
- PONS, G.X. & PALMER, M. (1996): *Fauna endèmica de les Illes Balears*. Inst. Est. Baleàrics - Conselleria d'Obres Públiques, Ordenació del territori i Medi Ambient - Soc. Hist. Nat. Balears. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 5. 307 pp. Palma de Mallorca.
- PONS, G. X.; JAUME, D.; GRÀCIA, F. & VICENS, D. (2001): Cavitats càrstiques de les Illes Balears Lloc d'Interès Comunitari (LICs). In: PONS, G. X. (ed) *Ponències i resums III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears*: 310-312. Soc. Hist. Nat. Balears.
- PONS, G. X.; MASSUTÍ, C. & MIR-GUAL, M. (2011): La conservació del patrimoni subterrani i càrstic de les Illes Balears. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 345-362.
- POYATOS, J. & ALONSO, A. (1996): *Bucear en Mallorca. Las 50 mejores inmersiones*. Edit. Moll, 240 pp. Palma de Mallorca.

- PRECIADO, I. (2002): *Demosponjas litorales del entorno de la ría de Mouro (Santander, mar Cantábrico): taxonomía y ecología*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, 316 pp.
- PRETUS, J.L. (1981): Nota preliminar a l'estudi de la distribució del gènere *Typhlocirolana* Racovitza (Crustacea, Isopoda). Primera cita a Menorca. *Endins*, 8: 21-24.
- PRETUS, J. L. (1991): *Estudio taxonómico, biogeográfico y ecológico de los crustáceos epigeos e hipogeos de las Baleares (Brachiopoda, Copepoda, Mystacocarida y Malacostraca)*. Tesis doctoral. 513 pp. Barcelona.
- PETRUS, J. L. & STOCK, J. H. (1990): A new hyporheic Bogidiella (crustacea, Amphipoda) from Mallorca. *Endins*, 16: 47-51.
- QUINTANA, J. & ARNAU, P. (2004): Descripció dels rastres i les petjades d'Hypnomys Bate, 1918 (Mammalia: Gliridae) de la Cova de sa Duna (Alaior, Menorca). *Endins*, 26: 7-14.
- RACOVITZA, E.G. (1905): *Typhlocirolana moraguesi* n. g. n. sp. isopode aquatique cavernicole des grottes du Drach (Baléares). *Bull. Soc. Zool. de France*, 30: 72-80.
- RAMIS, D. (2006): *Estudio faunístico de las fases iniciales de la Prehistoria de Mallorca*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid.
- RAMIS, D. & BOVER, P. (2001): A review of the evidence for domestication of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla, Caprinae) in the Balearic Islands. *Journal of Archaeological Science*, 28: 265-282.
- RAMIS, D. & SANTANDREU, G. (2011): L'arqueologia de les caveres de les Illes Balears. *Endins 35/Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17.
- RENAULT, Ph. (1967-68): Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse. *Annales de Spéléologie*, 22: 5-21 and 209-267; 23: 259-307 and 529-596.
- RIBA, O. (1997): *Diccionari de Geologia*. Diccionaris de l'Enciclopèdia. Enciclopèdia Catalana, Institut d'Estudis Catalans. 1407 p. Barcelona.
- RIEDL, R. (1966): *Biologie der Meereshöhlen*. 636 pàgs. Hamburg.
- RIEDL, R. (1986): *Fauna y flora del mar Mediterráneo*. 858 pàgs. Edit. Omega.
- RIERA, M.M. (2001): Els materials "andalusins" de la cova des Moro (Manacor). In AA.DD., *Manacor, cultura i territori. I jornades d'estudis locals de Manacor (5 i 6 de maig de 2000)*. Manacor: Ajuntament de Manacor: 89-97.
- RIERA, T., VIVES, F. & GILI, J.M. (1991): *Stephos margalefi* sp. nov. (Copepoda: Calanoida) from a submarine cave of Majorca Island (Western Mediterranean). *Oecol. aquat.*, 10: 317-324.
- RIPOLL, F. & ROCA, L. (1974): Algunas observaciones sobre sa Font des Verger y su funcionamiento hidrológico. *Endins*, 1: 21-24.
- ROBLEDO, P.A. (2005): *Los paleocolapsos kársticos en las plataformas carbonatadas del Mioceno superior de Mallorca: análisis geográfico, genético, geológico y evolutivo*. Tesis Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 359 pp. Inèdit.
- RODÉS, L. (1925): Los cambios de nivel en las cuevas del Drach (Manacor, Mallorca) y su oscilación rítmica de 40 minutos. *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 19 (7): 207-221. Barcelona.
- ROMERO, M. (1975): Noticia de la Cova dets Estudiants (Sóller, Mallorca). *Endins*, 2: 35-37.
- ROS, A.; LLAMUSI, J. L. & INGLES, S. (1988): La Sima Destapada. Caliza, 0.

- ROSSELLÓ, V. M. (1961-62): Anotacions a la toponomàstica del migjorn i xaloc de Mallorca. *Boll. Soc. Arq. Lul.*, 32: 30.
- ROSSELLÓ, V.M. (1964): *Mallorca, El Sur y Sureste*. Cámara Oficial de Comercio Industria y Navegación de Palma de Mallorca. Gráficas Miramar. 553 pàgs. Palma de Mallorca.
- ROSSELLÓ, V. M. (1995): Les cales, un fet geomòrfic epònim de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 38: 167-180.
- ROSSELLÓ, V. M.; FORNÓS, J. J.; GELABERT, B.; GIMÉNEZ, J.; GINÉS, J.; PARDO, J. & SEGURA, F. (2002): *El papel del karst en el macromodelado litoral: el ejemplo de las calas de las Islas Baleares*. In: CARRASCO, F.; DURÁN, J. J. & ANDREO, B. (Eds.). *Karst and Environment*: 329-335.
- SALVÀ, B. (1997): Les coves naturals de Portocolom i la seva ocupació humana al llarg del temps. *Endins*, 21: 93-101.
- SÁNCHEZ, M.; J. ALCOCER, E.; ESCOBAR & LUGO, A. (2002): Phytoplankton of cenotes and anchialine caves along a distance gradient from the northeastern coast of Quintana Roo, Yucatán Península. *Hidrobiología*, 467: 79-89.
- SASOWSKY, I.D. & MYLROIE, J. Eds. (2004): *Studies of cave sediments. Physical and Chemical Records of Paleoclimate*. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 329 p.
- SEGUÍ, S. (1998): *Els ocells fòssils de Mallorca i Menorca. Successió estratigràfica d'aus en els reblliments càrstics de les Gimnèsies*. Tesi Doctoral. Universitat de les Illes Balears. Palma.
- SEGUÍ, B.; BOVER, P.; TRIAS, M. & ALCOVER, J.A. (1998): El jaciment fòssilífer de la cova C-2 (Ciutadella, Menorca). *Endins*, 22: 81-97.
- SEP (Servei d'Estudis i Planificació de la DG de Recursos Hídrics) (2011): Memòria del Pla Hidrològic de les Illes Balears. 490 pp. (<http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST259ZI95153&id=95153>)
- SERVERA, J. (2004): *Geomorfologia del litoral de les Illes Balears*. Quaderns de la natura de les Balears. Edicions Documenta Balear. 88 pp. Palma.
- SKET, B. (1986): Ecology of the mixohaline hypogean fauna along the Yugoslav coasts. *Stygologia*, 2 (4): 317-338.
- SKET, B. (1996): The ecology of the anchihaline caves. *Trends in Ecology & Evolution* 11(5): 221-225
- SLABE, T. (1995): *Cave Rocky Relief and its Speleogenetical Significance*. Znanstvenoraziskovalni Center SAZU. Ljubljana. Pàgs 128.
- STANLEY, D. J. & SWIFT, D. J. P. (1968): Bermuda's reef-front platform - bathymetry and significance. *Marine Geology*, 6: 479-500.
- STOCK, J. H. (1994): Biogeographic synthesis of the insular groundwater faunas of the (sub)tropical Atlantic. *Hydrobiologia*, 287: 105-117.
- STOCK, J.H. & ILIFFE, T.M. (1987): The status of *Bogidiella balearica* Dancau, 1973, a stygobiont amphipod from Mallorca. *Endins*, 13: 39-46.
- THOMAS-CASAJUANA, J.M. & MONTORIOL-POUS, J. (1952): Son Pou (Mallorca). *Speleon*, 3 (3): 109-130.
- THOMAS, C. (2005): Dix années dans les grottes mayas (Mexique). 100 km de première en siphon. *Spelunca*, 98: 25-42.

- TOBELLA & ARGILA (1880): Excursió a Palma. Coves d'Artà i Manacor. *Anuari Assoc. Excurs. Catal.* 30 pp. Barcelona.
- TOPSENT, E. (1892): Diagnoses d'Eponges nouvelles de la Méditerranée et plus particulièrement de Banyuls. *Archs. Zool. exp. gén. 2ème série*, 10: 17-28.
- TOPSENT, E. (1895): Etude monographique des Spongiaires de France. II. *Carnosa. Archs. Zool. exp. gén. 3ème série*, 3: 493-590.
- TRIAS, M. (1979a): L'Avenc de ses Papallones. *Endins*, 5-6: 29-31.
- TRIAS, M. (1979b): Nota prèvia a l'estudi de les ceràmiques de la Cova des Diners. *Endins*, 5-6: 75-80.
- TRIAS, M. (1981): Notícia preliminar del jaciment islàmic de la cova dets Amagatalls. *Endins*, 8: 59-74.
- TRIAS, M. (1986): Contribució al catàleg espeleològic de Formentera. *Endins*, 12: 25-29.
- TRIAS, M. (1992): Noves dades sobre la cova des Coloms 1 (Manacor, Mallorca). *Endins*, 17/18: 21-23.
- TRIAS, M. (1995): Arqueologia de les caveres de Mallorca. *Endins*, 20/*Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 171-190.
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet – Cala Varques. *Endins*, 4: 21-42.
- TRIAS, M. & RAMÓN, F. (1999): *Els torrents clàssics de la serra de Tramuntana*. 149 pàgs. Palma de Mallorca.
- TRIAS, M.; PAYERAS, C. & GINÉS, J. (1979): Inventari espeleològic de les Balears. *Endins*, 5-6: 89-108.
- TRIAS, M.; BOVER, P.; GINÉS, J.; GRÀCIA, F.; PALOMAR, B.; VADELL, M. & RUIZ, F. (2014): La cova Novella de na Llebrona (Manacor, Mallorca). *Endins*, 36: 51 - 58.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J. J. & VESICA, P. (1998): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos controlados por el nivel marino, procedentes de cuevas costeras de Mallorca (España). *Endins*, 22: 99-107.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, C.; PAZZELLI, L.; TADDEUCCI, A.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A. & GRÀCIA, F. (2000): Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos recolectados a cotas inferiores al actual nivel marino en cuevas costeras de Mallorca (España): aportaciones a la construcción de una curva eustática detallada de los últimos 300 ka para el Mediterráneo Occidental. *Endins*, 23: 59-71.
- TUCCIMEI, P.; GINÉS, J.; DELITALA, M.C.; GINÉS, A.; GRÀCIA, F.; FORNÓS, J.J. & TADDEUCCI, A. (2006): Last interglacial sea level changes in Mallorca island (Western Mediterranean). High precision U-series data from phreatic overgrowths on speleothems. *Zeitschrift für Geomorphologie N.F.*, 50 (1): 1-21. Berlin.
- TUCCIMEI, P.; SOLIGO, M.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A.; GINÉS, J.; ONAC, B.P. & VILLA, I.M. (2009): Precipitation of phreatic overgrowths at the water table of meteoric-marine mixing zones in coastal cave systems: a useful tool in sea level change reconstruction. In: White W.B. (Ed.), *Proc. of 15th International Congress of Speleology, Kerrville, USA*, Symposia, part 1: 554-560.
- TUCCIMEI, P.; SOLIGO, M.; GINÉS, J.; GINÉS, A.; FORNÓS, J.J.; KRAMERS, J. & VILLA, I.M. (2010): Constraining Holocene sea levels using U-Th ages of phreatic overgrowths on speleothems from coastal caves in Mallorca (Western Mediterranean). *Earth Surface Processes and Landforms*, 35 (7): 782-790.

- TUCCIMEI, P.; VAN STRYDONCK, M.; GINÉS, A.; GINÉS, J.; SOLIGO, M.; VILLA, I.M. & FORNÓS, J.J. (2011): Comparison of ^{14}C and U-Th ages of two Holocene phreatic overgrowths on speleothems from Mallorca (Western Mediterranean): Environmental implications. *International Journal of Speleology*, 40 (1): 1-8.
- TUCKER, M. (1988): *Techniques in Sedimentology*. Blackwell, 394 p.
- URIZ, M. J.; ZABALA, M.; BALLESTEROS, E.; GARCIA-RUBIES, A. & TURON, X. (1993): El bentos: les coves. In: ALCOVER, J. A.; BALLESTEROS, E. & FORNÓS, J. J. (Eds.), *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. CSIC-Edit. Moll, Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 2: 731-748.
- VACHER, H. L. & MYLROIE, J. E. (2002): Eogenetic karst from a perspective of an equivalent porous medium. *Carbonate Evaporite*, 17: 182-196.
- VAN DER MERSCH (1994): *Vins et amphores de Grande Grèce et de Sicile. IV-III s. Avant J.-C. Études I*. Centre Jean Bérard. 280 pp. Nápoles.
- VENY, C. (1968): *Las cuevas sepulcrales del Bronce Antiguo en Mallorca*. Madrid: CSIC, Instituto Español de Prehistoria, Biblioteca Prehistórica Hispana IX.
- VESICA, P. L.; TUCCIMEI, P.; TURI, B.; FORNÓS, J. J.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (2000): Late Pleistocene Paleoclimates and sea-level change in the Mediterranean as inferred from stable isotope and U-series studies of overgrowths on speleothems, Mallorca, Spain. *Quaternary Science Reviews*, 19: 865-879.
- VICENS, D. & CRESPI, D. (2003): Les coves litorals situades a la franja costanera entre es Mal Pas i el cap Gros (Alcúdia, Mallorca) (1a part). *Endins*, 25: 117-130.
- VICENS, D. & PONS, G. X. (2007): Els mol·luscs terrestres del Pleistocè superior a jaciments costaners de la zona septentrional de Mallorca (Artà, Alcúdia i Pollença). In: PONS, G. X. & VICENS, D. (Eds). *Geomorfologia Litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 231-258.
- VICENS, D. & PONS, G. X. (2011): Els invertebrats fòssils als jaciments d'origen càrstic de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G. X.; GINARD, A. & VICENS, D. (Eds). *El Carst: Patrimoni Natural de les Illes Balears. Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 283-298.
- VICENS, D.; GRÀCIA, F.; WATKINSON, P.; LANDRETH, R.; CLAMOR, B. & DOT, M. A. (2001): La cova de ses Pedreres (Manacor, Mallorca). *Endins*, 24: 107-111.
- VICENS, D.; CRESPI, D.; BOVER, P.; GINARD, A.; VADELL, M. & BARCELÓ, M.A. (2005): Les cavitats de la Serra de na Burguesa. Zona 7: Les Coves del Pilar i les mines de guix (Palma, Mallorca). *Endins*, 27: 47-74.
- VICENS, D.; CRESPI, D.; GINARD, A.; GRÀCIA, F. & PONS, G.X. (2006): Les coves litorals situades a la franja costanera entre es Mal Pas i el cap Gros (Alcúdia, Mallorca) (2a part). Troballa de restes de vell marí (*Monachus monachus*) a la cova des Fonoll Marí. *Endins*, 30: 87-100.
- VICENS, D.; GRÀCIA, F.; BALAGUER, P.; GINARD, A.; CRESPI, D. & BOVER, P. (2011): Cavitats litorals de gènesi marina a les illes Balears. *Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 227-236.
- VICENS, D.; GRÀCIA, F. & GINÉS, A. (2012): Quaternary beach deposits in Mallorca: paleontological and geomorphological data. In: GINÉS, A.; GINÉS, J.; GOMEZ-PUJOL, L.; ONAC, B.P. & FORNÓS, J.J. (Eds). *Mallorca: a Mediterranean Benchmark for Quaternary Studies*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 18: 55-84.
- VIDAL & TOMÀS, B. (1965): En el centenario de su muerte, Bover en Santanyí. *Santanyí*, 173: 1-3.

- VUILLIER, G. (1893): *Les îles oubliées*. Hachette. 218 pàgs. París.
- WALDREN, W.H. (1982): Balearic Prehistoric Ecology and Culture. The Excavation of Certain Caves, Rock Shelters and Settlements. *BAR International Series*, 149. 773 pp. Oxford.
- WARD, W. C. & WEIDIE A. E. (1978): *Geology and hydrogeology of northeastern Yucatán*. New Orleans Geological Society. New Orleans, LA.
- WEBB, J. A. & JAMES, J. M. (2006): Karst evolution of the Nullarbor Plain, Australia in HARMON, R. S. & WICKS, C. (Eds.): *Perspectives on karst geomorphology, hydrology, and geochemistry—A tribute volume to Derek C. Ford and William B. White*. Geological Society of America, Special Paper 404, p. 65–78.
- WHITE, W. B. (1988): *Geomorphology and hydrology of karst terrains*. Oxford University Press, 1-464. New York.
- WHITE, W.B. (2007): Cave sediments and paleoclimate. *Journal of Cave and Karst Studies*, 69 (1): 76-93.
- WHITE, E. L. & WHITE, W. B. (1969): Processes of cavern breakdown. *National Speleological Society Bulletin*, 31: 86-96.
- WHITE, E. L. & WHITE, W. B. (2000): Breakdown morphology, in Speleogenesis, evolution of karst aquifers. *National Speleological Society Bulletin*, 427-429.
- WILKENS, H.; Iliffe, T. M.; OROMÍ, P.; MARTÍNEZ, A.; TYSALL, T. N. & KOENEMANN, S. (2009): The Corona lava tube, Lanzarote: geology, habitat diversity and biogeography. *Mar Biodiv*, 39:155–167.
- WILL, E.L. (1982): Greco-italic amphoras. *Hesperia*, 51 (3): 338-356. Princeton.
- WILSON, W. L.; MYLROIE, J. E. & CAREW, J. L. (1995): Quantitative analysis of caves as a geologic hazard, San Salvador island, Bahamas. In: BOARDMAN, M. (Edit.): *Proceedings of the seventh symposium on the geology of the Bahamas*: 103-121.
- YAGER, J. (1994): *Speleonectes gironensis*, new species (Remipedia: Speleonectidae) from anchialine caves in Cuba, with remarks on biogeography and ecology. *Journal of Crustacean Biology*, 14: 752-762.