

39. LES COVES SUBMARINES DE LES ILLES MEDES

Maria-Antònia Bibiloni,* Josep-Maria Gili* i Joandomènec Ros**

Resum

Després d'una introducció general a les condicions ambientals de les coves submarines, basada en les nostres pròpies dades de les coves de les illes Medes i altres, i en referències bibliogràfiques, hom esbossa una primera classificació de les cavitats submarines, en base principalment a les característiques geoestructurals. Hom remarca les especials característiques del poblament faunístic de les coves mediterrànies, que fan que aquestes comunitats fosques siguin interessantíssims ecosistemes tancats. Hom assenyala algunes de les característiques geoestructurals, biològiques i ecològiques del sistema de coves de les illes Medes, incloent-hi una extensa referència faunística i bionòmica als dos tipus principals estudiats: una cova tancada i un túnel submarí de grans dimensions.

Summary

The submarine caves of Medes Islands

After a general introduction on the environmental conditions prevailing in the submarine caves, based on our own data on the caves of the Medes Islands and others and on bibliographical references, a first classification of submarine cavities is made, mainly based on its geostructural characteristics. Emphasis is put on the special features of the Mediterranean caves faunistic assemblage, which makes of these dark communities very interesting closed ecosystems. Some of the geostructural, biological and ecological characteristics of the cave system of Medes Islands are signaled, including a broad faunistic and bionomic study of the two main types studied: a closed cave and a big dimensions submarine tunnel.

* Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

** Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.

Introducció

Les coves submarines se situen en el context de les comunitats bentòniques circalitorals i constitueixen, almenys a la Mediterrània, un dels enclavaments més especialitzats des del punt de vista faunístic, biocenòtic i ecològic. Hom hi troba una fauna d'origen variat, preferentment coral·lígena i de fondària, que assoleix una entitat pròpia i s'estructura en unes comunitats esciòfiles molt ben caracteritzades des del punt de vista biocenòtic i que són de distribució molt homogènia en els llocs en què es troben.

Després de fer un resum de les característiques ambientals, faunístiques, bionòmiques i ecològiques que les tipifiquen, hom descriu les coves i els túnels estudiats a les illes Medes, incloent-los dins una classificació general feta en funció bàsicament de les característiques geo-topogràfiques.

La llista d'espècies característiques del poblament de les coves submarines ha estat ampliada amb la inclusió de les formes trobades més abundantment a la zona, a més d'altres de trobades en altres llocs de la costa catalana i balear. Es distingeixen i s'han estudiat les dues comunitats clàssicament reconegudes, la de coves fosques (GO de PÉRÈS i PICARD, 1964), i la de coves semi-fosques (GSO), per bé que considerem que aquesta darrera és tan sols un aspecte de l'anterior, propera quant a significat a una possible fàcies del coral·lígen o a una comunitat fronterera entre la coral·lígena i la pròpiament cavernícola.

Alguns antecedents

Com ocorregué en l'estudi de les comunitats bentòniques litorals, però més marcadament donades llurs característiques, les coves submarines no començaren a ésser conegudes fins que no es desenvolupà un sistema adequat per a llur estudi *in situ*. Això fou possible amb l'ús de l'escafandre autònom, que permeté un reconeixement detallat d'aquests indrets i establir-ne així les diferències amb les coves superficials, d'accés més fàcil.

La història dels estudis de coves submarines en el Mediterrani ja és molt coneguda, i aquí només esmentarem aquells treballs més notables per unes o altres raons. El primer treball complet és degut a LABOREL i VACELET (1959), sobre una cova de les costes marselleses; fou continuat amb un estudi més general i comparat amb comunitats veïnes (LABOREL, 1960). Aquests dos treballs pioners marcaren la pauta i foren la base sobre què PÉRÈS i PICARD (1964) bastiren la descripció de les dues comunitats de coves actualment reconegudes.

Per la mateixa època aparegueren molts treballs aïllats sobre les coves de l'Adriàtic, que foren aplegats en una monografia posterior (RIEDL, 1966). Hom hi fa una descripció exhaustiva, faunística i bionòmica, d'una munió de coves mediterrànies, incloent-n'hi algunes de Catalunya i de les Balears, encara que estudiades més superficialment. Hi ha, en aquest llibre, a més, una classificació geogràfica i un estudi dels factors ambientals que influeixen en el poblament de les coves submarines; tot plegat fa de l'obra de Riedl una guia indispensable per a l'estudi d'aquests indrets.

Posteriorment han estat molts els autors que han dedicat un gran esforç a l'estudi de les coves submarines, sobretot degut a l'interès faunístic que presenten, la qual cosa ha fornit un bon nombre d'estudis sistemàtics. Cal assenyalar, entre aquests, els de POULIQUEN (1972) i VACELET (1964) sobre esponges; els de ZIBROWIUS (1978) sobre madreporaris; els de STARMÜHLNER (1955) sobre mol·luscs; els d'HARMELIN (1969) sobre briozous; els de ZIBROWIUS (1968) sobre poliquets; els de MONTEIRO MARQUES (1981) sobre fauna fanguícola, etc. Actualment hom tendeix a fer estudis de la dinàmica d'aquestes poblacions (per exemple, OTT i SVOBODA, 1976, entre d'altres), per bé que les dificultats metodològiques són grans.

Pel que es refereix a les costes catalanes, i llevat de les coves prospectades al treball de RIEDL (1966), cal esmentar que gairebé tots els treballs es refereixen a les coves de les illes Medes (GILI *et al.*, 1982, i treballs en curs) o bé a una cova del litoral mallorquí (BIBILONI i GILI, 1982). Aquest article és una actualització del primer treball, completat amb dades recents pròpies i bibliogràfiques.

L'ambient de les coves

L'element que més caracteritza les coves submarines davant d'altres hàbitats bentònics marins litorals cal cercar-lo en l'ambient, els paràmetres del qual són dictats en bona mesura per les característiques geològico-estructurals de les coves.

El primer paràmetre ambiental que cal tenir en compte és la llum; és fàcil imaginar que dins una cavitat, que a més es troba submergida, el percentatge de llum ambient, comparat amb el que es troba a l'exterior de la cova, és molt inferior, fins al punt que certes coves manquen totalment de llum. Al llarg del recorregut d'una cova o d'un túnel, des de l'entrada cap a l'interior, hi ha una seriació de zones de penombra fins a zones fosques o d'obscuritat total. No sembla que sigui aquest, amb tot, el factor més determinant per als organismes presents a l'interior de les coves com veurem més endavant, car les espècies colonitzadores provinents de les comunitats cir-

calitorals són pròpiament de característiques esciòfiles. Això és aplicable a la fauna sèssil, i menys o gens a la fauna vàgil, ja que per la seva mobilitat es troba sovint fora de la cova (hi ha espècies que cerquen refugi a l'interior de coves, i d'altres que s'hi amaguen de dia per sortir a caçar o a menjar durant la nit; LEDOYER, 1968); aquest és en general el cas de molts peixos i crustacis.

La manca de llum és una de les causes que expliquen que molts organismes de l'interior de les coves perdin llur pigmentació habitual, malgrat que de vegades hom ha observat força espècies cavernícoles pigmentades, per bé que amb coloració diferent de la pròpia de les formes exteriors (BIBILONI i GILI, 1982). La manca de llum també explica l'absència total (almenys una mica més enllà de l'entrada) d'algues; només les espècies esciòfiles voregen la boca de les cavitats submergides. Així mateix, cal atribuir a l'absència de llum l'existència en algunes coves litorals d'espècies cegues (peixos i crustacis); es tracta, probablement, de formes d'origen batimètric profund.

L'existència a l'interior de les coves de l'esmentat gradient d'il·luminació permet d'observar, en un curt espai, una ràpida seriació d'espècies i poblaments que apareixen, molt més separats, en un transsecte de fondària (fig. 1); d'aquesta manera es presenta en sentit horitzontal una distribució de la fauna sèssil semblant a la que podria existir en sentit vertical, i molt més comprimida en l'espai. Hi ha, però, altres factors que tenen quelcom a veure amb aquesta distribució.

Un segon factor, molt important, es refereix a les condicions hidrodinàmiques de la zona de mar inclosa a dins de les parets de la cova o túnel. La morfologia de la cavitat hi té molt a veure, però també la seva situació en l'eix vertical: a les coves superficials, el moviment de les onades permet una renovació més fàcil de la massa d'aigua que en les coves profundes, on la maror amb prou feines es deixa sentir (al mateix temps, el moviment continu de l'aigua pot crear en aquestes coves superficials condicions inhòspites per a la colonització de segons quines espècies). Les dimensions de la cova també són importants: l'hidrodinamisme s'atenua cada cop més com més fonda (en el sentit de llargària) o més complexa estructuralment (cavitats secundàries, etc.) sigui la cova. L'intercanvi de l'aigua és primordial per a explicar la supervivència d'una fauna cada vegada més especialitzada en les zones més internes; en algunes coves s'ha demostrat que aquest intercanvi, llevat d'algunes èpoques de l'any, és per simple difusió (HARMELIN, 1969). L'intercanvi hídic és fonamental perquè aporta oxigen i aliments (matèria orgànica en suspensió, plàncton), necessaris per al manteniment de les comunitats cavernícoles (el zooplàncton arrossegat a l'interior de les coves és vital per a l'alimentació de molts madreporaris; ZIBROWIUS, 1978).

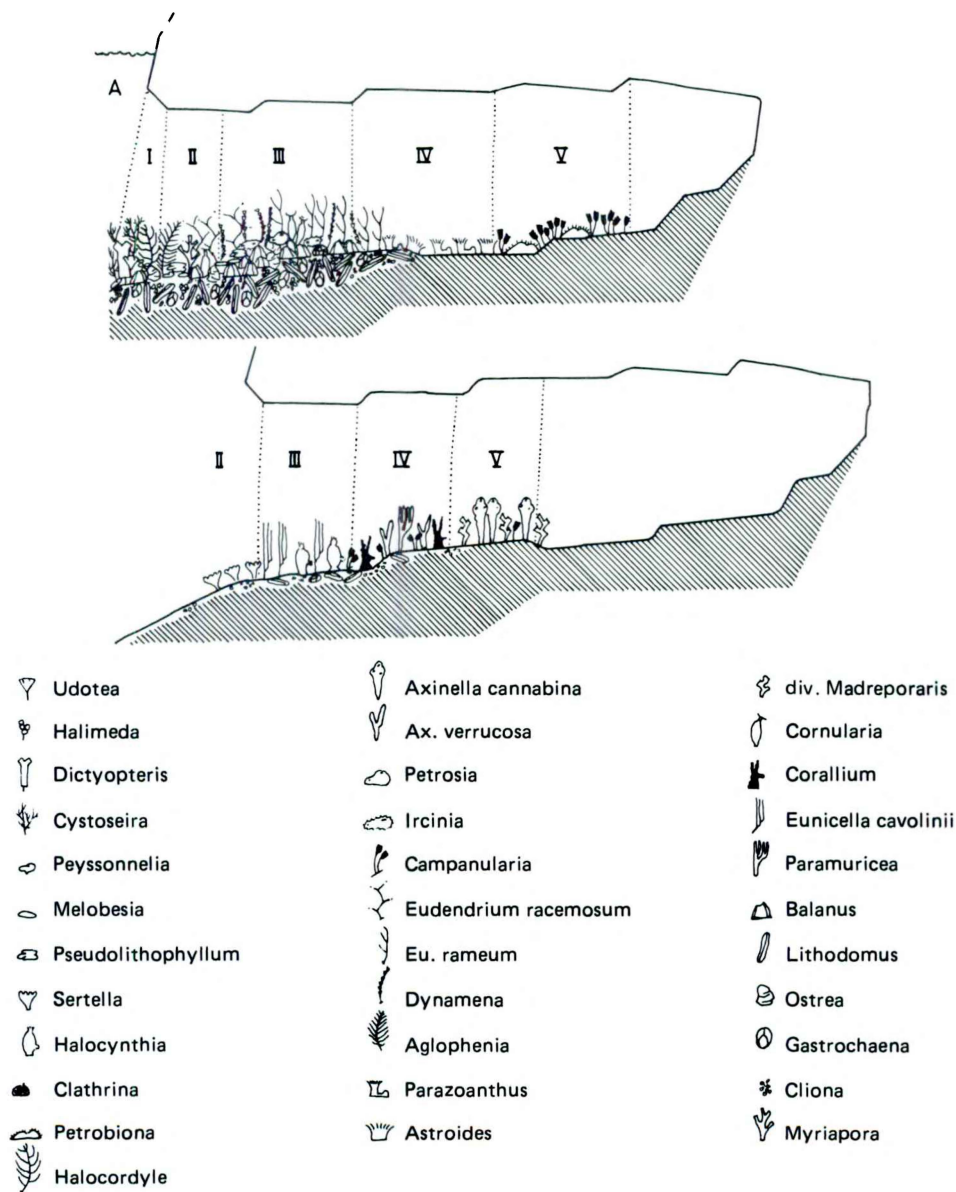


Fig. 1. Zonació de les espècies sedentàries a l'interior de les coves (modificat de RIEDL, 1966). Ha estat representat, només, el poblament del terra de dues coves, una superficial (1-5 m de profunditat, A) i una de profunda (15-40 m, B). Les zones identificades són: I, fital (algues fotòfiles, algues esciòfiles); II, entrada de la cova; III, poblament exterior de les coves; IV, poblament central; V, poblament interior (a continuació, zona buida).

La forma complicada d'algunes coves també suposa un diferent comportament hidrodinàmic del fluid en moviment segons el diàmetre de les diferents seccions i canals; tot això afecta la instal·lació de les larves i la localització d'organismes filtradors, per exemple.

Pel que fa referència als túnels (és a dir, coves amb dues entrades), l'existència d'una circulació contínua d'aigua per llur interior els diferencia fonamentalment de les coves tancades; efectivament, dins un túnel la circulació és més intensa que en una cova, i el poblament, que és funció directa de l'aliment en suspensió que té a l'abast, ho reflecteix, i és molt més ric en filtradors esciòfils, per exemple, i en els grups tròfics que en depenen. La circulació laminar que sovint s'estableix sobre les parets de baumes submergides pot explicar igualment la riquesa del poblament animal (i vegetal, si hi ha prou llum) d'aquests indrets. RIEDL (1966) ha tractat àmpliament aquests aspectes, en un intent d'emmarcar les comunitats esciòfiles dins unes condicions hidrodinàmiques que n'expliquin bona part de la composició i l'estructura.

L'escassa circulació en algunes zones de les coves tancades, a més d'una reduïda renovació d'oxigen, nutrients, etc., suposa que la temperatura també presenta una zonació notable. Diferents autors han demostrat les diferències de temperatura en una mateixa època de l'any i en una curta secció a dins de les coves, amb valors que oscil·len des d'un grau fins a diversos graus en els zones més inaccessibles (RIEDL, 1966; POULIQUEN, 1972; BIBILONI i GILI, 1982, etc.). És clar que en alguns moments hi ha un intercanvi de l'aigua suficient per a unificar momentàniament la temperatura, malgrat que la tendència natural vagi cap al restabliment del gradient (aquest és un altre efecte semblant al que s'observa amb la variació anual d'un perfil tèrmic típic a mar obert, amb les èpoques de barreja i estratificació). Cal recordar que la temperatura es relaciona estretament amb la viscositat de l'aigua, la qual cosa pot tenir importància en produir diferències que afectin la mobilitat de les larves, per exemple, així com per a l'intercanvi per difusió de l'oxigen i altres elements.

Tots aquests factors suara esmentats expliquen que, com molts autors havien intuït, l'establiment d'una constància de condicions dóna lloc a una estabilitat ambiental a l'interior de les coves més tancades ben semblant a la d'indrets similars en l'ambient aeri. Això beneficia espècies animals que necessiten condicions molt estables (creixement molt lent, etc.), que, com veurem més endavant, constitueixen el poblament típic d'aquests hàbitats.

Un altre factor, lligat amb els anteriors, és la sedimentació, especialment notable en les coves tancades (que actuen com a trampa de sediment, car no hi ha una circulació d'aigua suficient per a emportar-se'l, com passa en els túnels); el paper que la deposició de materials fins té a l'interior de les

coves és similar al que té en les comunitats de substrats rocosos externs: fa inhabitable el sòl o els trams horitzontals per part de les espècies filtradores, que veuen tapats llurs sistemes d'alimentació, i permet l'existència d'espècies sedimentívores i impossibilita la instal·lació de larves, directament (presència de sediment) o indirecta (abrasió produïda pel moviment d'aquest si hi ha un hidrodinamisme de moderat a intens). Al mateix temps, la sedimentació de matèria orgànica detrítica pot ésser l'única aportació energètica a la cova (vegeu més endavant).

Altres factors, menys importants perquè són menys generals, poden en certs moments arribar a ésser limitants. És el cas de la disminució de la salinitat en aquelles coves on hi ha una aportació d'aigua dolça per filtració (especialment clara a les coves de massissos càrstics, com ocorre a les Medes i a Mallorca).

Molt sovint les condicions d'estratificació n'impedeixen la barreja, i llavors l'aigua dolça resta sobre la salada, com en un estuari abiòtic. A l'acció directa de l'aigua dessalada (impedint la instal·lació d'espècies estenohalines, per exemple), s'hi afegeix sovint l'alteració de la textura de les parets de la cova, quan s'hi incrusten òxids metàl·lics (POULIQUEN, 1970; RIEDL, 1966; BIBILONI i GILI, 1982; etc.) o s'hi precipita carbonat càlcic. El resultat total és una fauna molt pobre.

Tots aquests factors, i potser d'altres de menys coneguts, influeixen, directament o bé indirectament degut als efectes secundaris, i específicament i esglaonada, en cada cova o túnel, fent-lo diferent dels altres quant a condicions ambientals; si, a això, hom hi afegeix el possible efecte de colonització a l'atzar d'aquestes veritables "illes" biològiques (en el sentit de MACARTHUR i WILSON, 1964), i l'antiguitat i el caràcter de "reserva" de formes primitives que tenen moltes coves, s'entendrà perfectament l'interès que llur estudi té per a la biologia marina; tractarem de nou aquests aspectes.

Una possible tipificació

Amb la finalitat de simplificar la informació referida a una munió de diferents coves i cavitats estudiades, en allò que respecta a paràmetres ambientals i estructura, hom ha fet un intent de classificació de les cavitats submarines que es poden trobar en el litoral marí. RIEDL (1966) establí així mateix una tipificació, basada fonamentalment en la fondària i alguns paràmetres ambientals. Aquesta classificació s'ha fet en funció de les característiques estructurals o geotopogràfiques, degut a l'elevada correlació d'aquestes amb els paràmetres ambientals, com abans ha estat vist, i al voltant d'aquestes se citen els paràmetres o les condicions més desta-

comes originades per llur localització i estructura. Una tal tipificació ja fou començada en conèixer les coves de les illes Medes (GILI *et al.*, 1982), però no se n'haurà assolit un quadre que creguem complet fins a haver conegut i estudiat coves d'altres localitats (BIBILONI i GILI, 1982 i estudis en curs). Hom ha distingit set tipus de coves submarines:

1) Una primera categoria correspon a les coves superficials, localitzades al nivell del mar, on les onades poden sentir-se tant a l'entrada com a l'interior, sigui aquest completament fosc o es trobi en penombra. En general, no acostumen a presentar grans dimensions, i moltes vegades són produïdes pel desgast de l'embat de les ones, amb la consegüent caiguda de zones del litoral rocós. Aquest efecte de les onades no és directe, com a mar obert, i sovint es tradueix en les zones més internes en un pujar i baixar continu del nivell de l'aigua, sense esquitxos (la humitat intensa supleix, però, les necessitats hídriques dels organismes supra- i mediolitorals). La poca o nul·la il·luminació, junt amb l'aportació directa de material i la renovació quasi contínua de l'aigua en fan un ambient idoni per a la instal·lació d'una fauna rica, sobretot en sponges (SARÀ, 1969). Les nostres costes abunden en aquestes coves superficials, les principals característiques de les quals han estat assenyalades per RIEDL (1966).

2) Els grans túnels o roques "foradades" costaners, sovint de grans dimensions, fins al punt de poder-hi passar embarcacions, també són ben coneguts. La principal diferència amb la categoria anterior ve de la circulació lliure de l'aigua i, sovint, de les aportacions d'aigua dolça notables; normalment, en cap lloc la foscor no es fa total; en els casos en que això ocorre, el túnel es comporta com les coves del grup anterior. Tot i tractar-se de zones molt espectaculars, sovint el seu poblament no difereix del litoral obert; no cal dir que els manca l'estabilitat ambiental que posseeixen els túnels i les cavitats més fondes o totalment submergides.

3) Una primera divisió de les cavitats totalment submergides es basa en les dimensions; repartits per tota la zona litoral existeixen petites cavitats, esclotxes, forats, etc., produïts tant per l'acció abrasiva del mar com per l'activitat constructora o destructora, de concrecionament o demolició, d'animals i vegetals (LABOREL, 1960). En aquestes cavitats de mida petita la penombra afavoreix la instal·lació d'espècies esciòfiles, funcionant doncs aquests forats com enclavaments de comunitats o poblaments de més fondària que els circumdants. L'hidrodinamisme hi és variable, segons el general de la zona, però sempre més atenuat que en la superfície de les roques.

4) Un estadi intermedi entre les cavitats del grup anterior i les coves pròpiament dites estaria constituït per les baumes o els grans sobreploms poc profunds. La il·luminació hi és atenuada però la foscor no hi és total; l'hidrodinamisme no és gaire diferent de les condicions envoltants, exceptuant pot-

ser l'efecte de canalització de corrents locals, i hom no hi aprecia altres factors diferencials. D'aquest tipus són les seccions que voregen les entrades de coves i túnels; en aquestes, igual que en els enclavaments anteriors i en les baumes i els sobreploms esmentats, les condicions d'esciofflia solen permetre la instal·lació de poblaments propis del coral·ligen o de la comunitat de coves semi-fosques, segons la fondària.

5) Els túnels submarins constitueixen, per totes les característiques esmentades en un apartat anterior, indrets ben diferenciats de les coves submarines. Deixant de banda la il·luminació, que pot deixar les zones intermèdies completament fosques, el tret més característic de les cavitats obertes per dos o més extrems és la presència de forts corrents, que evidentment possibiliten un poblament de filtradors molt més variat i abundant que en les coves tancades. Segons la llum, les espècies que s'hi instal·len corresponen a la comunitat de coves semi-fosques o a la de coves fosques, que és la predominant en les parts centrals i en les possibles ramificacions de la cavitat principal.

6) Les coves submarines senzilles són les constituïdes bàsicament per una cambra principal, sense cambres accessòries o amb molt poques. L'intercanvi d'aigua hi és reduït, normalment periòdic, a través d'una única entrada (o, en tot cas, d'un nombre reduït d'entrades). Per bé que la mida, evidentment, afecta aquest intercanvi i la importància de la zona d'obscuritat total (la qual també depèn de la fondària), la característica principal és l'homogeneïtat de la cavitat, que permet la renovació periòdica de la massa d'aigua, amb tots els efectes aparellats (vegeu l'apartat anterior).

7) Finalment, les coves submarines complexes, si entenem per tals no sols les de grans dimensions, sinó sobretot aquelles que, de mida mitjana a gran, presenten gran quantitat de cavitats accessòries: pous, xemeneies, cambres laterals, àdhuc cambres d'aire, etc. És fàcil de veure que això produirà zones molt aïllades, en alguns casos abiòtiques per manca de renovació de l'aigua i per les raons abans exposades, entre altres la constància tèrmica i la possible filtració d'aigua dolça o dessalada.

El poblament de les coves

De la mateixa manera que en el coral·ligen* s'accepta que l'origen de les espècies que el constitueixen és molt divers, però que en estructurar-se conjuntament caracteritzen aquesta comunitat, de les espècies que colonitzen les coves i els túnels hom pot dir que provenen de dos conjunts faunístics

* Vegeu *L'estatge circalitoral de les illes Medes: el coral·ligen*, en aquest mateix volum (N. del S. de R.).

principals: el primer, i més important, és el de la fauna circalitoral o coral·lígena (encara que la cova no es trobi situada pròpiament en el circalitoral), ja sigui representada per les mateixes espècies de fons oberts o bé per formes d'adaptació d'aquestes, que han pogut traspasar el sever filtrat de les condicions ambientals que suposa l'entorn cavernícola submarí (manquen les algues i els herbívors, per exemple). El segon component faunístic, molt més reduït, és constituït per espècies relictos que, com en l'ambient cavernícola terrestre, han pogut subsistir a les condicions canviantes de l'ambient extern pel fet d'haver-se trobat acantonades en un ambient molt estable i aïllat.

Diferents autors que han estudiat el tema (RIEDL, 1966; LAUBIER, 1966; SARÀ, 1969, etc.) n'assenyalen aquest origen coral·lígen i expliquen les característiques diferencials de la fauna de les coves per les adaptacions a un medi els condicionants ambientals del qual ja s'han esmentat. Les diferències faunístiques quantitatives suposen en realitat una gran diferència qualitativa: absència de producció primària, dependència consegüent i absoluta d'aportacions exteriors (plàncton, detritus), etc. Les espècies cavernícoles són esciòfiles i, sovint, espècies acrófiles de gran fondària esdevenen criptòfiles a les coves (cas del corall roig); aquesta "pujada" de fauna de profunditat és més complexa del que sovint s'ha admès (RIEDL, 1966) i, en part, explica l'acantonament dels grups relictos abans esmentats (esponges faretrònides, per exemple; VACELET, 1964), així com la persistència de peixos i altres organismes cecs.

D'altra banda, un poblament que ha de fiar-se d'aportacions externes no pot bastir les xarxes tròfiques normals; no sols hi manquen els primers nivells, sinó que en alguns casos els nivells superiors estan pobrament representats: no rebrien prou aliment. L'absència de depredadors pot influir sobre l'estructura demogràfica de les poblacions dels filtradors o micròfags en general, que sovint ja són molt abundants perquè no han de competir amb altres components del poblament bentònic (algues, etc.), i/o perquè reben un nodriment selectiu però abundant.

Les especials condicions ambientals de les coves suposen, doncs, que els animals que hi poden viure són molt especialitzats (en especial en aquelles coves més "rigoroses", com les del grup 7 de la classificació que hem fet). A l'esciòfilia, la resistència a tensions mínimes d'oxigen, els requeriments energètics baixos, l'estenotèrmia, la poca capacitat competitiva per l'espai, etc., va lligada una colla de trets fisiològics i ecològics que tipifiquen les anomenades espècies estratègiques de la *K*, en el sentit de MACARTHUR i WILSON (vegeu MARGALEF, 1974; ROS, 1982; etc.). Si el coral·lígen caracteritza una comunitat madura, formada essencialment per una proporció elevada d'espècies *K*, i el poblament de les coves és una selecció addicional d'aquestes característiques, això ens fa veure, a més de l'interès d'aquest poblament, la

seva fragilitat car aquestes són espècies pròpies d'ambients molt estables i molt propenses a l'extinció quan aquesta estabilitat desapareix.

Les condicions ambientals rigoroses de les coves submarines suposen una barrera, que actua en dos sentits: les espècies del circalitoral no poden franquejar-la, i les de les coves tampoc. Ens referim, especialment, a la fauna sèssil, les larves dels components de la qual s'han adaptat també a condicions estrictes; és fàcil de veure que la solució n'és l'autocolonització, i la conseqüència de l'aïllament ecològic és l'aïllament genètic. Si bé la comparació de les llistes faunístiques de diferents coves palesa l'efecte aleatori de la colonització abans esmentat (vegeu aquests llistats en RIEDL, 1966, per exemple), no hi ha encara estudis genètics que confirmin que aquest aïllament es tradueix a nivell hereditari i/o taxonòmic; des d'aquí ens atrevim a suggerir com a molt fecunda la recerca en aquest sentit.

Hi ha proves que aquestes barreres no sempre són infranquejables: l'existència d'organismes planctòfags en els indrets més recòndits de certes coves només s'explica si hi ha aportacions de zooplàncton, per bé que aquestes puguin ésser molt esporàdiques. El desenvolupament extraordinari d'algunes espècies en certs llocs afavorits amb més freqüència (madrepòaris; ZIBROWIUS, 1978) n'és una prova indirecta.

Tot això que hem dit s'aplica poc o gens als organismes vàgils, especialment als peixos i crustacis, que poden entrar i sortir de les coves submarines amb una certa independència de les condicions ambientals; és clar que l'existència de peixos cecs (com *Grammonus ater*, a les Balears; BIBILONI i GILI, 1982) s'aparta d'aquest model general.

Malgrat el que hom ha assenyalat sobre la similitud del poblament de les coves amb el del coral·ligen (i que havia portat a fer d'aquelles unes subcomunitats d'aquest: PÉRÈS i PICARD, 1964), és clar que el component faunístic de les cavitats submarines té prou característiques diferencials per a ésser considerat separatament. Les coves, a més, ni tan sols no pertanyen necessàriament a l'estatge circalitoral. LABOREL (1960), PÉRÈS i PICARD (1964), GAMULIN-BRIDA (1974) i altres autors distingeixen, però, dues comunitats diferents, la de les coves semi-fosques (GSO) i la de les coves fosques (GO); remetem a aquests autors per a la caracterització general, ultra el que aquí hem dit i direm més concretament sobre les coves de les illes Medes.

Un model senzill d'ecosistema

Tot el dit sobre les característiques ambientals i faunístiques de les coves submarines ha despertat el consegüent interès des del punt de vista ecològic. Bé que, ara com ara, hom no disposa d'informació suficient

per a fer una avaluació global del transport d'energia i del funcionament general de les coves submarines, diferents autors n'han aplegat les poques dades a l'abast i han especulat sobre la dinàmica cavernícola (RIEDL, 1966; OTT i SVOBODA, 1976; etc.). Nosaltres hem fet el mateix, potser sobre una base que encara és provisional i en curs de realització, però que ens ha permès d'esbossar breument un model d'ecosistema prou senzill i diferent dels més usuals al bentos per a fer-lo interessant d'estudiar (fig. 2). No cal dir que el que ara exposem no és sinó una sèrie d'idees sobre aspectes que creiem claus d'aquest model.

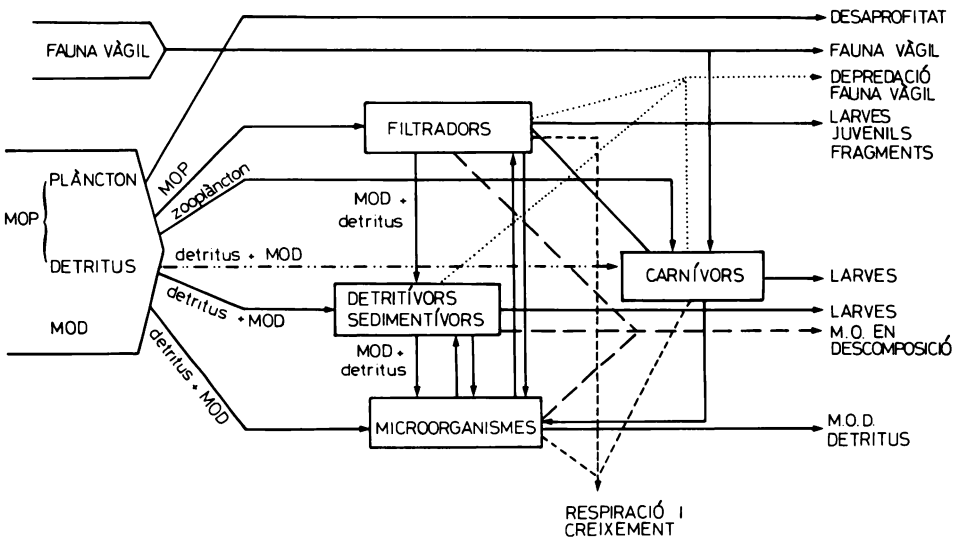


Fig. 2. Diagrama del flux energètic en una cova submarina; molt simplificat, car només s'hi indiquen les grans fraccions d'entrades de materials i les principals sortides. MOP, matèria orgànica particulada; MOD, matèria orgànica dissolta. Vegeu explicació al text.

En primer lloc, una característica que fa accessible l'estudi (deixant de banda les dificultats associades a la immersió en zones tancades, etc.) és el fet que el flux energètic ha de passar per un sol punt general: l'entrada única de la cova, en el cas més senzill. Que les entrades i sortides energètiques s'efectuïn per un sol lloc simplifica l'estudi del funcionament de la comunitat.

L'aportació energètica es redueix a matèria orgànica dissolta, matèria orgànica en suspensió i matèria orgànica particulada (plàncton, essencialment zooplàncton); una altra aportació pot ésser la d'organismes més grans (preses)

que ocasionalment penetren a la cova i, potser, el paper de les excretes de les espècies que mengen fora de la cova i es refugien (i potser defequen?) a l'interior d'aquesta. (Hi ha, aquí, un magnífic paral·lelisme amb el depredador "superprudent" de MARGALEF, 1980, que actua en contra de la tendència general a la pèrdua de nutriment cap al fons a mar obert; aquí el depredador "superprudent" actuaria aportant el nutriment a l'interior de les coves, que ja hem vist que degut al gradient ambiental és pobre, i alhora "trencant" aquest gradient en entrar i sortir; l'analogia mereix d'ésser estudiada.)

Els organismes sèssils de les coves són, fonamentalment, filtradors, i també s'hi troben alguns carnívors i sedimentívors; en general, són més abundants els micròfags (molts carnívors ho són) que els macròfags, per les raons adduïdes en un apartat anterior. Tots ells, cadascú al seu nivell, aprofiten una porció del flux de matèria orgànica i basteixen una xarxa tròfica anòmala, per tal com manquen els primers nivells i l'aportació alimentària és sovint aperiòdica. Sembla que és una característica del poblament de les coves la poca competència per l'aliment (són altres els factors limitants, com ja s'ha esmentat) i la relativament elevada competència per l'espai (recobriments d'unes espècies per altres, a la recerca dels "millors" llocs per a filtrar, per exemple). Tota aquesta energia es canalitza fonamentalment cap a la respiració, que seria la partida energètica més elevada en aquests organismes que ja s'ha dit que són estratègies de la K i, per tant, inverteixen més en el metabolisme de manteniment que en el de producció.

La devolució d'energia al sistema exterior de la cova, és a dir, al sistema explotat per la cova (car d'aquest li arriba el nutriment), es fa a base de la producció larvària de les espècies cavernícoles, de la sortida de matèria orgànica en descomposició i (més rarament) de l'explotació d'espècies que viuen a l'exterior i s'alimenten a l'interior de les coves. Hi ha, a més, una devolució de part de la matèria orgànica que entra i no és consumida després d'haver circulat per l'interior de la cova. No cal dir que els temps de renovació d'aquesta matèria orgànica han d'ésser llarguíssims en les coves més complexes, mentre que en els túnels no deuen ésser massa diferents als de les comunitats obertes.

Encara que aquesta breu exposició recordi el funcionament d'un sistema bentònic marí qualsevol, les relacions estrictes entre els organismes que colonitzen les coves i l'escassa competència entre ells poden fer senzilla la mesura de la dinàmica energètica. I, d'altra banda, hom pot parlar de transport lineal en l'espai, amb una sola entrada i una sola sortida, de tota la matèria orgànica, viva o morta, que circula per l'interior de les coves.

Una altra qüestió es refereix al paper ecològic propi de cadascuna de les espècies dins les relacions generals de la cova: si l'origen del poblament és un filtrat fet, no en funció de determinades característiques tròfiques,

sinó de certes toleràncies i rigors ambientals (fosca, poc aliment, circulació d'aigua restringida, etc.), i en funció d'una història evolutiva (espècies relictas), com han pogut arribar a maridar-se unes espècies amb les altres per a formar una comunitat estable?

Finalment, com de diferents són en realitat els poblaments de les diferents coves? És a dir, quin factor pesa més en llur colonització, l'atzar d'aquesta o la necessitat de superar una barrera ecològica que, pel que respecta als factors ja enumerats, pot ésser relativament uniforme? Aquesta pregunta obre un interrogant la resposta del qual només pot ésser possible després d'un estudi extensiu i comparat, mentre que les preguntes anteriors exigeixen un estudi intensiu i a nivell local. Ambdós estudis ja han estat començats, i aquí només n'hem avançat les preguntes que els motiven.

Les coves de les illes Medes

La característica més destacada de les cavitats submarines de les illes Medes (GILI *et al.*, 1982) és llur abundància i diversitat i les grans dimensions dels túnels. D'aquests n'hi ha dos que travessen la Meda Petita, i un altre a la Meda Gran, en el cap de la Vaca (extrem N). Les diferents coves es troben al voltant dels túnels, i hi estan íntimament relacionades; si no arriben a tenir-ne les dimensions presenten en canvi una complexitat gran (escletxes, xemeneies, cambres cegues, grans baumes, etc.). Tot el sistema de coves i túnels és conseqüència del caràcter càrstic de les illes.* En relació a la classificació feta anteriorment, les coves de les Medes pertanyen a tots els tipus descrits, llevat del primer (coves superficials) i el darrer (coves molt complexes). La concentració de túnels és única en la Mediterrània occidental.

L'estudi de les coves de la illes Medes es féu escollint com a cavitats representatives un túnel de grans dimensions i una cova tancada de petites dimensions; es tracta del Túnel Llarg de la Meda Petita i de la Cova Petita de la Vaca (GILI *et al.*, 1982).

El Túnel Llarg presenta una sèrie de característiques especials, resultat sobretot de les seves grans dimensions (que l'han fet gairebé mític entre els escafandristes; vegeu, per exemple, la idea que de la topografia d'aquest túnel hom tenia fins ara, a la fig. 3). Travessa la Meda Petita en direcció N-S, té 87 metres de longitud i un volum aproximat de 5.585 m³ (altres paràmetres són: alçada màxima, 15 m; alçada mínima, 3 m; amplada màxima, 20 m; amplada mínima, 2 m. La morfologia general es pot veure a les figs. 4 i 5).

* Vegeu *Geologia de les illes Medes*, en aquest mateix volum (N. del S. de R.).

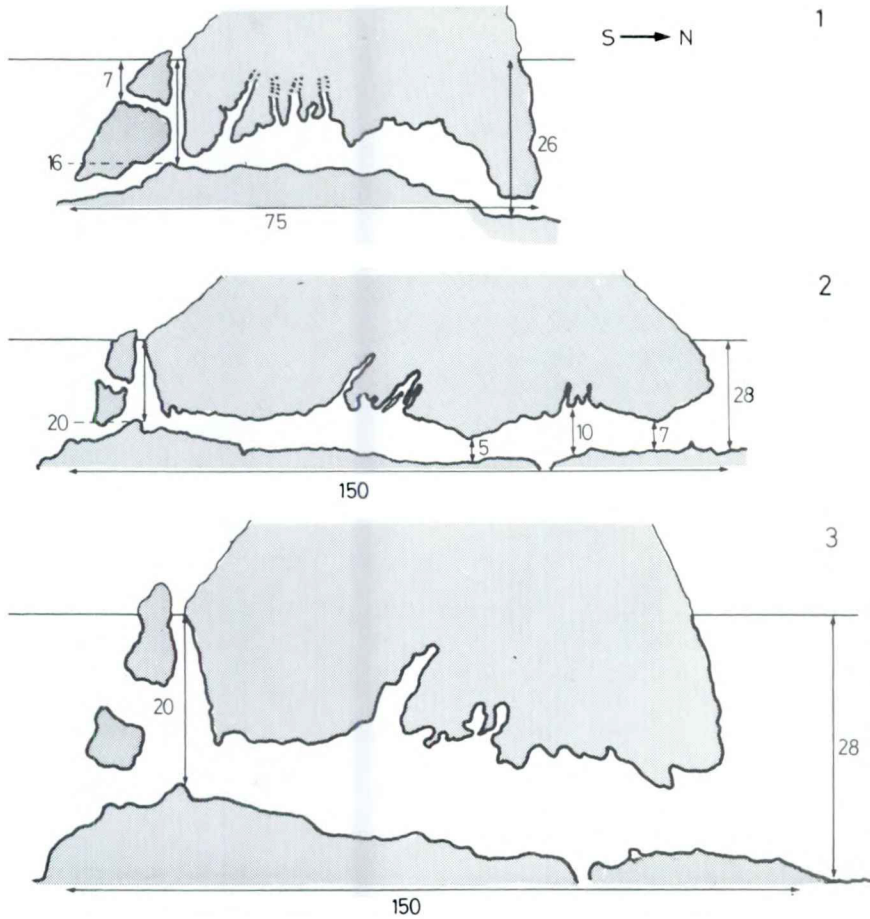


Fig. 3. El Túnel Llarg de la Meda Petita, tal com l'han vist tres escafandristes diferents, R. Díaz (1), E. Admetlla (2) i A. Ballester (3). Compareu-los entre ells i amb les figures 4 i 5. Les xifres són metres. Modificat de RIBERA (1956), ADMETLLA (1957) i BALLESTER (1971).

En la seva cara sud presenta una sèrie de petites boques d'entrada, situada a una profunditat mitjana de 17 m i sobre un fons de petits blocs que van desapareixent quan ens alluyem de l'entrada cap a l'interior de la cova. En la part central el túnel es fa més estret, i a aquest nivell hi ha algunes xemeneies, la majoria impracticables, que des del sostre arriben gairebé al nivell de 0 m. En el terra del túnel i a nivell d'aquesta zona comença un substrat de grava orgànica i còdols, en lloc del típic del terç anterior del túnel, format per grans blocs i fragments rocosos i sediments fins que

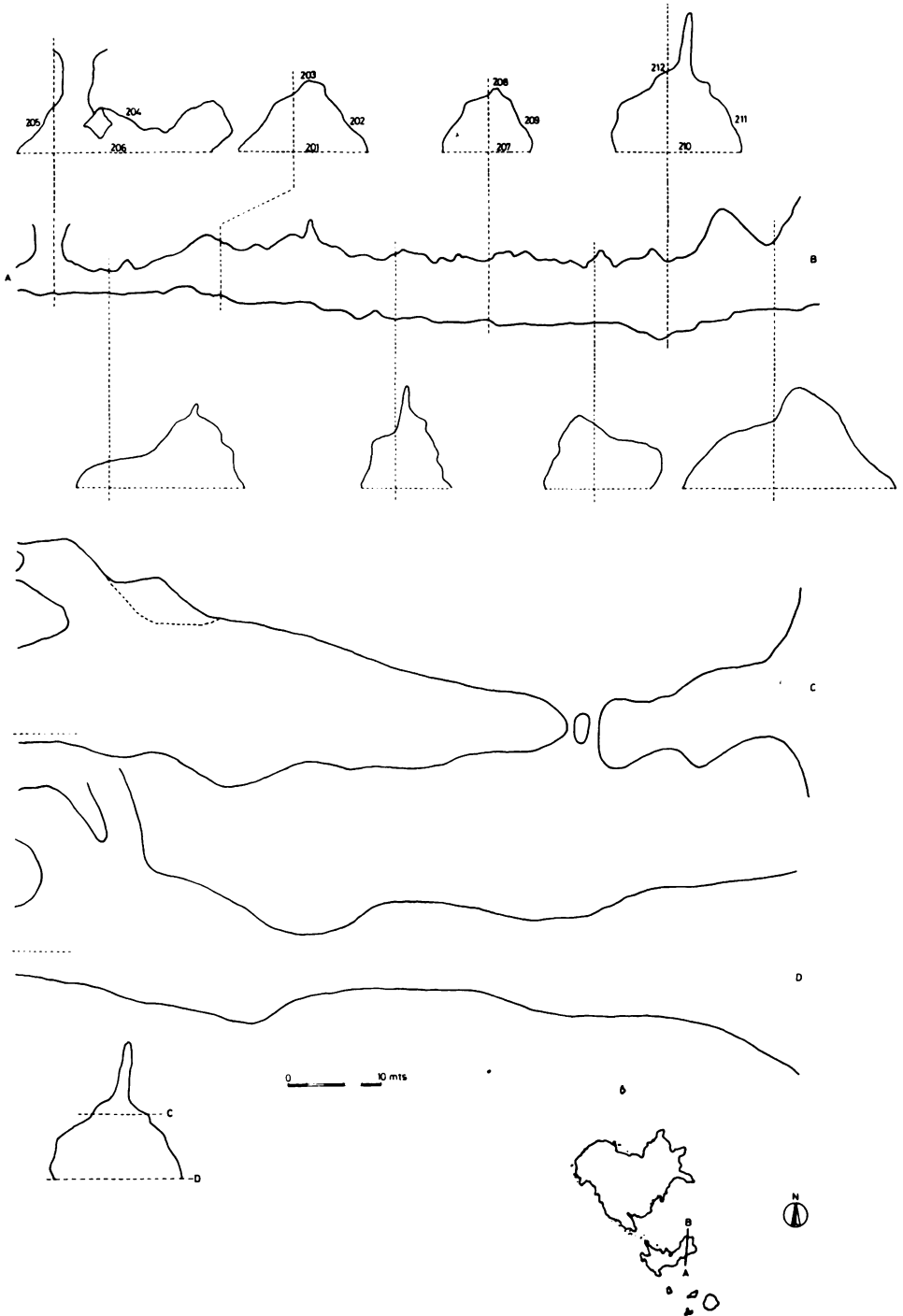


Fig. 4. Túnel Llarg de la Meda Petita. Situació, secció longitudinal i perfils de les vuit seccions transversals, i plantes al llarg del sostre (C) i del sòl (D) del túnel. (Els nombres de les seccions transversals indiquen la situació aproximada de les 12 mostres dutes a terme en el Túnel; vegeu *L'estudi de les comunitats bentòniques de les illes Medes: metodologia i relació de mostres*, en aquest mateix volum.)
 ← Modificat de GILI *et al.*, 1982.

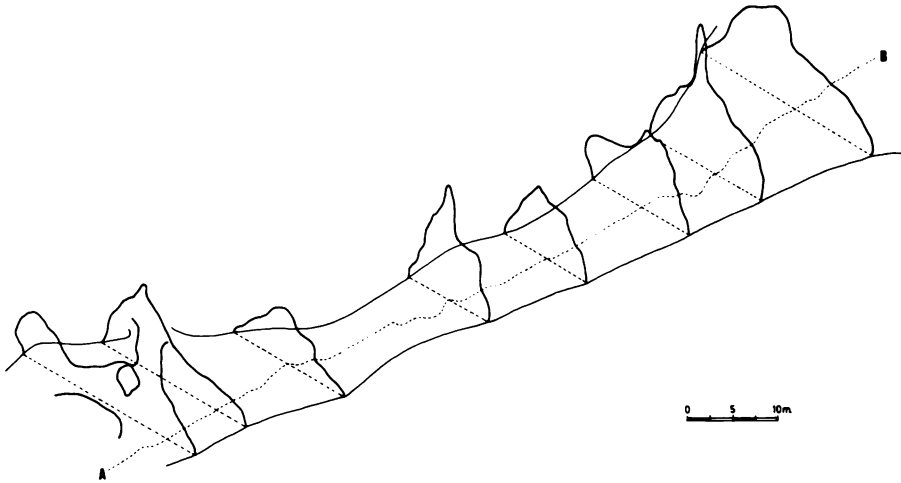


Fig. 5. Perspectiva axonomètrica del Túnel Llarg de la Meda Petita; compareu amb la fig. 4. De GILI *et al.*, 1982.

s'acumulen a les zones més favorables. L'entrada nord és de grans dimensions, amb una alçada de 15 m i una amplada de 20; la profunditat màxima és de 24 m, i aquí el terra és de sorra amb graves orgàniques, que cap a l'interior formen una petita platja d'acumulació molt característica; més endavant s'explica la relació entre el corrent principal que recorre el túnel i les característiques del sediment del seu sòl.

La Cova Petita de la Vaca està situada a la balma de la Vaca (fig. 6), a la Meda Gran. Té un volum aproximat de 225 m³ i una profunditat màxima de 17 m; després de l'entrada la cova s'estreny ràpidament, fins a arribar a un cul-de-sac de circulació mínima d'aigua i d'una certa sedimentació, en el fons d'un petit pou que marca el límit inferior de la cova; el límit superior (a 0 m) està constituït per una petita cambra d'aire.

La metodologia emprada per a l'aixecament cartogràfic i per al mostreig del poblament de les coves de les illes Medes ha estat exposada en un altre lloc;* aquí resumirem les dades físiques i biològiques publicades a

* Vegeu *L'estudi de les comunitats bentòniques de les illes Medes: metodologia i relació de mostres*, en aquest mateix volum (N. del S. de R.).

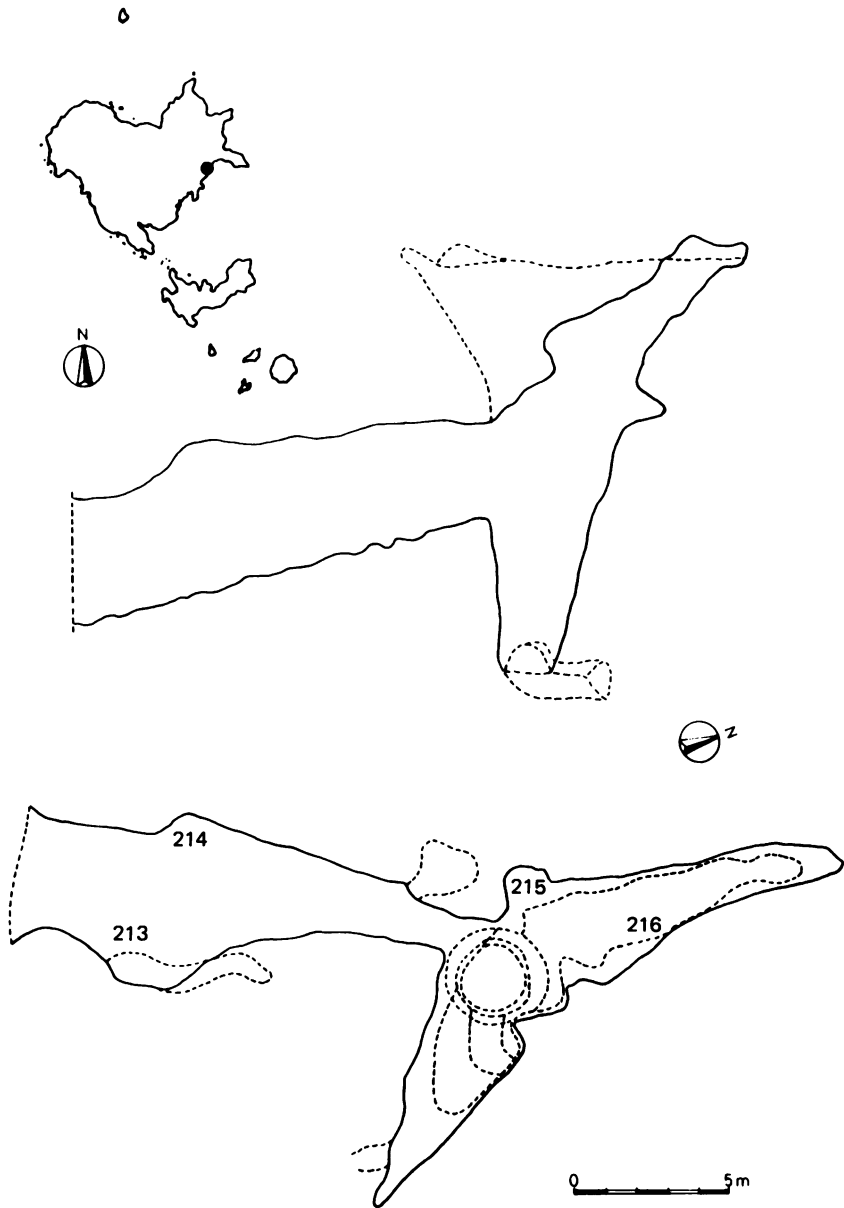


Fig. 6. Cova Petita de la Vaca. Situació, secció longitudinal i planta de la cavitat. Els nombres indiquen la situació aproximada de les 4 mostres dutes a terme a la cova (vegeu *L'estudi de les comunitats bentòniques de les illes Medes: metodologia i relació de mostres*, en aquest mateix volum). Modificat de GILI *et al.*, 1982.

GILI *et al.* (1982), ahora que són ampliades amb dades posteriors (BIBILONI i GILI, 1982, i estudis en curs).

Els paràmetres físics (extinció de la llum, temperatura, corrents i sedimentació) s'han estimat, deixant per a una fase posterior l'estudi ambiental. No fou possible fer funcionar correctament un correntímetre de molinet instal·lat a l'interior del túnel, però estimes indirectes (velocitat de desplaçament dels núvols de sediment aixecats per escafandristes, o de bosses de plàstic) indiquen que el corrent és intens, que corre sempre en sentit N-S i que s'atenua a les seccions més amples del recorregut (on es depositen els sediments més fins) i és màxima en les seccions més reduïdes (on el sòl és de grava grossa o pedres), essent aquest un vívid exemple del teorema de Bernouilli; el mateix efecte és el responsable d'una acumulació més gran de sediment en la secció S que en la N.

La temperatura de les aigües de l'interior del túnel no és sensiblement diferent de la que hom troba en les profunditats corresponents d'aigües obertes (fins a 12° C l'hivern i fins a 22° C l'estiu; VALLESPINÓS *et al.*, 1976).* L'extinció de la llum és molt sobtada en els primers metres de les entrades del túnel, més en la boca S que en la N, per llur topografia. Només en el centre mateix del recorregut del túnel pot parlar-se d'obscuritat "total", per bé que hi ha un punt concret des del qual, en condicions favorables, hom pot veure llum a ambdós extrems del túnel. Hom en justifica així la divisió, reflectida en les dades del recobriment animal, en cinc zones: dues d'externes il·luminades, una de central fosca i dues d'intermèdies semi-fosques.

Les característiques de la Cova de la Vaca la fan del tot assimilable a les del grup 6 de la nostra classificació.

El poblament del túnel és variat (GILI *et al.*, 1982), i la distribució de les diferents espècies trobades reflecteix la zonació horitzontal (entrades, zones de penombra, zona fosca central) i la vertical (sostre, parets i sòl) ja indicades; sobre aquesta doble zonació se superposen altres efectes diversos que permeten de fer les següents generalitzacions sobre el poblament del Túnel Llarg:

1) Hi ha una notable influència de la comunitat coral·lígena típica, instal·lada a les entrades del túnel, sobre el poblament d'aquest.

Hi ha enclavaments coral·ligens típics** en alguns indrets de les grans parets dels túnels i de les baumes, especialment en els situats més a prop de les boques d'entrada o sortida; hi ha llavors, característicament, una barreja de les espècies típicament representants de la macrofauna coral·lígena (gorgònies, grans esponges, briozous, etc.) i de les que caracteritzen les

* Vegeu també *Meteorologia i oceanografia de les illes Medes*, en aquest mateix volum (N. del S. de R.).

** Vegeu *L'estatge circalitoral de les illes Medes: el coral·ligen*, en aquest volum (N. del S. de R.).

fàcies clàssiques de la zona semi-fosca de les coves (*Corallium rubrum*, *Parazoanthus axinellae*, *Sertella septentrionalis*, etc.). Això passa també en les grans baumes de totes les illes i a l'interior dels túnels curts de la Vaca (Cara N de la Meda Gran).

Les espècies "coral·lígenes" sofreixen un empobriment paral·lel a la disminució de la llum, a mesura que entrem en el túnel.

2) El recobriment sobre el sòl del túnel és inferior en un 20%; a l'entrada S la presència d'organismes és superior que a la N: sobre el substrat tou (sorra i detritus orgànics) es troben principalment espècies caigudes del sostre, que s'instal·len sobre els blocs del sòl si hi troben les condicions mínimes de supervivència. Hi ha una zona fronterera entre el sòl i les parets, tot al llarg del Túnel, caracteritzada per un recobriment del 20 al 40%, amb predominància d'esponges.

3) A les parets s'arriba al 100% de recobriment en tot el túnel (feta excepció de les zones més inaccessibles, on la circulació d'aigua és restringida). Hi predominen sobretot les esponges, especialment en la zona central, i hi ha un major equilibri entre els diferents grups a la zona central (POULIQUEN, 1972; vegeu la fig. 7).

4) El sostre del túnel és diferent de les parets, no tant quant al recobriment (que pot arribar al 100%; en les xemeneies és molt més baixa, inferior al 40%, com hem dit en l'apartat anterior), sinó perquè hi ha un predomini clar dels madreporaris, que són més abundants a les zones més estretes i menys il·luminades (fig. 7).

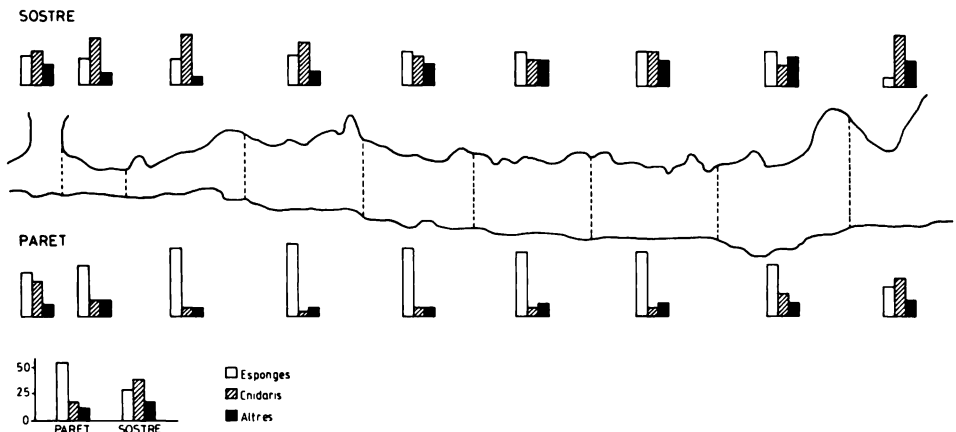


Fig. 7. Percentatge de recobriment, sobre les parets i el sostre del Túnel Llarg de la Meda Petita, d'esponges, cnidaris i altres grups. En el gràfic (esquerra, dessota), valors mitjans. Mostratges visuals. (Modificat de GILI *et al.*, 1982).

5) És notable el reduït recobriment que presenten espècies molt representatives de les comunitats de coves fosques i semi-fosques, com *Corallium rubrum* i, en menor mesura, altres cnidaris colonials (vegeu la fig. 6 de GILI *et al.*, 1982): és molt rara la presència de colònies grans i ben desenvolupades. I això cal atribuir-ho no pas a les condicions ambientals sinó a l'exploració comercial (coral-leig) i a l'"erosió" produïda pel turisme submarí.* Fa vint-i-cinc anys el corall roig era abundantíssim sobre les parets i els sostres del túnel (RIBERA, 1956; ADMETLLA, 1957, etc.), i avui només en resten algunes "mates" de mida petita.

6) Quant al poblament, esponges i cnidaris predominen sobre els altres grups, però els briozous també són abundants; la zonació ambiental és reflectida pels organismes: hi ha espècies de sostre, altres de paret i altres de terra; els antozous estan més ben representats a les parets i els madreporaris en el sostre; els hidraris estan més ben representats a prop de les entrades; a la zona N abunden les gorgònies al voltant de les zones d'entrada, però falten a la boca S; etc. (GILI *et al.*, 1982).

En allò que es refereix a la bionomia, la classificació i la tipificació de les comunitats i de les fàcies que les constitueixen s'ha fet a partir de dades de recobriment (percentatge) extretes d'inventaris de les espècies més característiques, sobretot esponges, cnidaris i briozous, però també ascidis, cucs i altra fauna sèssil, i de la fauna vàgil. La comunitat de coves semifosques es troba instal·lada a les entrades de les coves i en la quasi totalitat de la superfície interna del túnel, tant a les parets com en el sostre; zones baixes de les parets dels grans túnels i de llurs grans cubetes on la circulació és assegurada; microcavitats localitzades en totes les comunitats (en esclatxes, sobreploms i altres enclavaments); baumes i parets verticals profundes; i cavitats de la concreció orgànica dels massissos coral·lígens.

La comunitat de coves fosques és localitzada a l'interior de les coves, a les xemeneies i grans esclatxes dintre d'altres coves i túnels i la secció més interna del túnel (fig. 8). Hi influeix molt, en la seva presència, l'hidrodinamisme atenuat, i no tan sols la manca de llum; també, com era d'esperar, se situa en zones més externes en les coves profundes i més internes en les superficials.

Comunitat de coves semi-fosques

La comunitat de coves semi-fosques presenta una estructuració vertical similar a la coral·lígena, encara que no assoleix mai un estrat elevat** compa-

* Vegeu *Les illes Medes, parc natural*, en aquest mateix volum (N. del S. de R.).

** Vegeu la fig. 3 de *L'estatge circalitoral de les illes Medes: el coral·lígen*, en aquest mateix volum (N. del S. de R.).

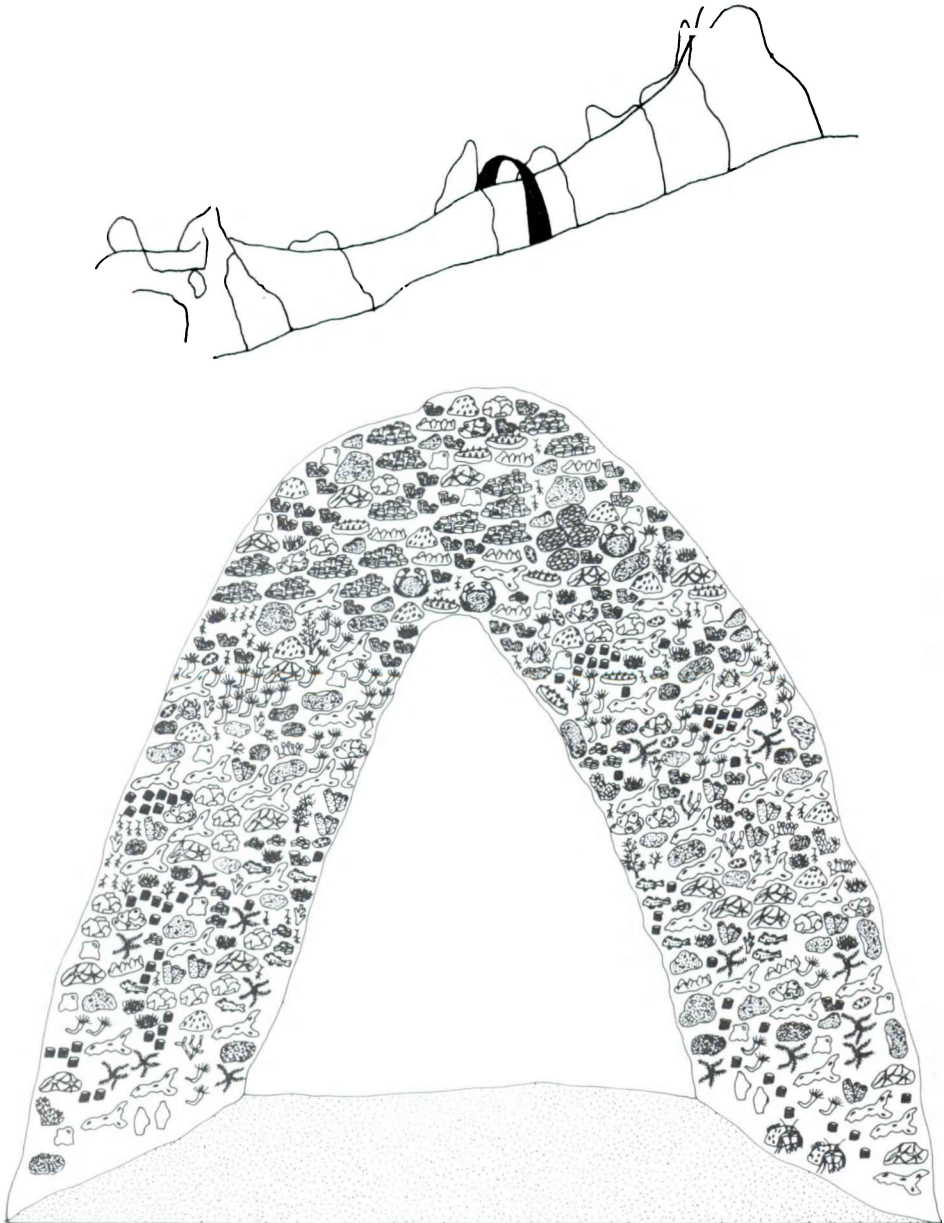
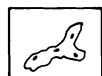


Fig. 8. Representació esquemàtica d'un transecte situat a la zona mitjana del Túnel Llarg de la Meda Petita; vegeu la llegenda de les espècies representades a la fig. 9. De GILI i ROS, 1982.

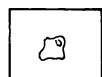
ESPONGES



Petrosia ficiformis



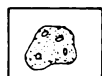
Verongia cavernicola



Reniera rosea



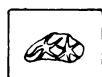
Ircinia fasciculata typica



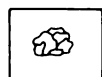
Spongia officinalis



Hemimycale columella



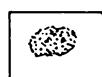
Spirastrella cunctatrix



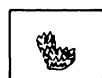
Anchinoe tenacior



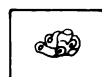
Chondrosia reniformis



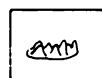
Ircinia dendroides



Dysidea avara



Agelas oroides



Oscarella lobularis

**ESPONGES / CNIDARIS
ANÈL·LIDS**



Axinella damicornis



Spongia virgultosa



Parazoanthus axinellae



Eudendrium racemosum



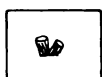
Campanularia ssp.



Aglaophenia



Hoplangia durotrix



Caryophyllia inornata



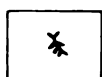
Leptopsammia pruvoti



Polycyathus muelleriae



Madracis pharensis



Corallium rubrum



Hydroides norvegica

Fig. 9. Equivalència dels símbols emprats a la figura 8. Modificat de GILI i ROS, 1982.

**ANÈL·LIDS / MOL·LUSCS
CRUSTACIS / BRIOZOUS**



Protula intestinum



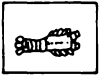
Serpula spp.



Peltodoris atromaculata



Dromia vulgaris



Scyllarus arctus



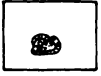
Maja verrucosa



Pagurus prideauxi +
Adamsia palliata



Myriapora truncata



Sertella spp.

**BRIOZOUS / EQUINODERMS
TUNICATS / PEIXOS**



Schismopora spp.



Porella spp. – *Adeonella* spp.



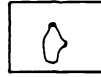
Caberea boryi



Ophiothrix fragilis



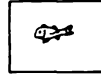
Holothuria spp.



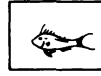
Halocynthia papillosa



Didemnum candidum



Apogon imberbis



Anthias anthias

Fig. 9. Continuació.

nable. L'estrat de concreció és limitat, però patent (hi manquen, és clar, les algues, que fan créixer la concreció coral·lígena), i per dalt es troben les espècies que perforen la roca, eminentment mol·luscs. El substrat més característic és el superior, en el qual s'implanten la majoria d'espècies representatives d'aquesta comunitat i que s'han escollit com a indicadors de les diferents fàcies.

Entre les diferents espècies característiques d'aquesta comunitat figuren, en primer lloc, les esponges (*Spirastrella cunctatrix*, *Agelas oroides*, *Haliclona* sp., *Spongionella pulchella*, *Ircinia dendroides*, *I. spinulosa*, *Suberites carnosus*, *Acanthella acuta*, *Aplysilla sulphurea*, *Hippospongia communis*, *Anchinoe fictitius*, *Spongia virgultosa* i *Chondrosia reniformis*), que poden formar diferents estrats entre elles i altres organismes, com madreporaris i poliquets.

Els cnidaris, amb una clara dominància d'antozous, són molt característics: *Leptopsammia pruvoti*, *Corallium rubrum*, *Hoplangia durotrix*, *Rolandia rosea*, *Parazoanthus axinellae* i *Caryophyllia inornata*; entre els hidrozous figuren *Eudendrium racemosum*, *Campanularia bicuspidata*, *Halcium beani* i *Aglaophenia pluma*, que viuen principalment epibionts d'esponges.

Entre els briozous hi ha tant espècies petites que recobreixen tot tipus de substrat com espècies grans que caracteritzen fàcies. Són típiques de la comunitat *Crassimarginatella maderensis*, *Cribrilaria radiata*, *Prenantia inerma*, *Sertella septentrionalis*, *Smittoidea marmorea*.

Poliquets i tunicats són els altres dos grups relativament importants entre la fauna sèssil; els primers viuen principalment dalt o entremig de les esponges, i sovint només la boca del tub calcari és aparent. Junt a les espècies sèssils *Serpula vermicularis*, *Pomatoceros triqueter* i *Spirobranchus polytrema* es troben les vàgils *Ceratonereis costae*, *Glycera tessellata*, *Lumbrinereis coccinea* i *Lysidice ninetta*. Entre els tunicats abunden *Cystodites dellechiajei*, *Didemnum maculosum* i algunes espècies del gènere *Botryllus*.

Els mol·luscs també tenen espècies sèssils, però llur representació és escassa: *Acar pulchella*, *Barbatia barbata*, *Lithophaga lithophaga*, *Aequipecten opercularis* i *Rocellaria dubia*. Les espècies vàgils són, sobretot, les que es troben associades a esponges, cnidaris i briozous: *Calliostoma zizyphinum*, *Monodonta turbinata* i, en especial, els opistobranquis *Peltdoris atromaculata*, *Hypselodoris elegans*, *H. fontandraui* i alguns eolidacis.

Entre els crustacis hi ha grans representants de la macrofauna vàgil: *Herbstia condyliata*, *Dromia vulgaris*, *Scyllarus arctus*, *Maja verrucosa*, *Galathea strigosa* i algunes espècies de pagúrids; a aquestes s'afegeix la microfauna que viu a dintre o enmig de les grans esponges i altres organismes, com els amfípodes *Elasmopus pocillimanus*, *Dexamine spiniventris*, *Lembos websteri* i *Amphithoe vaillanti*.

Els equinoderms més comuns són *Marthasterias glacialis* i *Coscinasterias tenuispina*, però també hi ha ofiures (*Ophiocomina nigra*, *Ophioderma longicaudum*, *Ophiothrix fragilis*) i, per bé que menys abundants, *Asterina gibbosa*, *Amphipholis squamata*, *Holothuria tubulosa* i *Echinaster sepositus*.

Algunes espècies de peixos es refugien a les coves i d'altres s'hi troben de forma gairebé permanent; a les illes Medes els principals són *Anthias anthias*, *Apogon imberbis*, *Scorpaena porcus*, *S. notata* i *Gobius niger*.

Dins la comunitat de coves semi-fosques hom ha reconegut diferents fàcies; són:

- Fàcies de *Parazoanthus axinellae*, a les zones il·luminades de les entrades;
- Fàcies de *Corallium rubrum*, en el sostre de les entrades i a les zones mitjanes, així com en sobreploms i esclètxes;
- Fàcies de *Leptopsammia pruvoti*, acompanyada de grans esponges, com *Agelas oroides* i *Spirastrella cunctatrix*, en sobreploms i entrades;
- Fàcies de madreporaris, especialment en els sostres de la zona mitjana dels túnels i de les coves, caracteritzada per l'abundància de *Polycyathus muelleriae*, *Hoplangia durotrix* i *Caryophyllia inornata*, principalment;
- Fàcies de grans briozous com *Sertella septentrionalis*, a les entrades de coves.

Comunitat de les coves fosques

Quan l'obscuritat es fa total, el percentatge de recobriment de les parets de coves i túnels es redueix a menys del 60-50 %, la fesomia de la comunitat també canvia i ens trobem en la comunitat de coves fosques. Les espècies són, en gran majoria, les mateixes que les de la comunitat anterior, però l'abundància relativa n'és diferent i la distribució n'és més desigual. Sense arribar a la raresa del poblament d'algunes coves més complexes (a Mallorca, per exemple; BIBILONI i GILI, 1982), podem citar algunes espècies que o bé són característiques de les zones fosques o bé s'hi troben més abundantment.

Tals són les esponges *Penares helleri*, *Rhabderemia minutula*, *Desmacidon* sp., *Reniera valliculata*, *R. sarai*, *Diplastrella bistellata*, *Petrosia ficiformis*, *Anchinoe tenacior* i algunes espècies d'*Haliclona*; la majoria són laminars, moltes perden la pigmentació i, en general, les característiques ambientals les afecten donant-los una morfologia molt diferent de la dels individus de fons il·luminats.

Entre els cnidaris cal esmentar *Guynia annulata*, *Polycyathus muelleriae* i *Madracis pharensis*, que poden formar fàcies característiques. Entre els

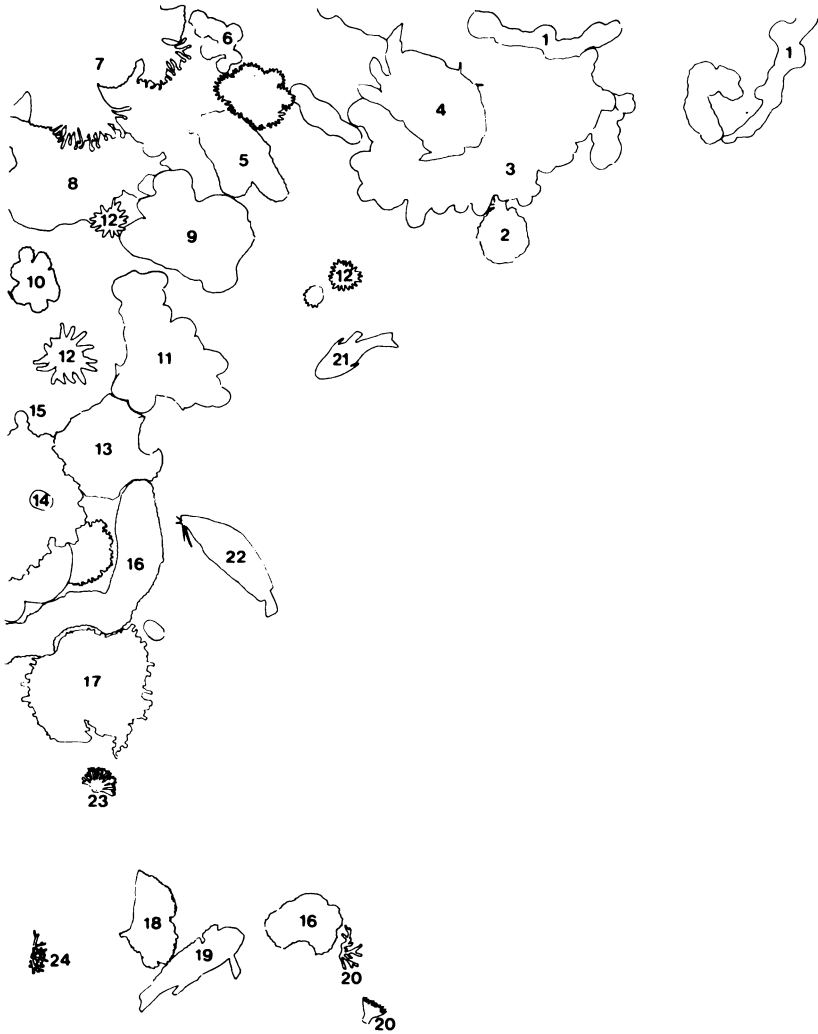
briozous, la petita mida de les colònies dels quals cal assenyalar, hi ha *Celleporina lucida*, *Crassimarginatella crassimarginata*, *Setocellina cavernicola*, *Ellisina* cf. *antarctica* i *Enthalophoroecia deflexa* f. *stomatoporina*. Altres espècies trobades a les coves de les illes Medes amb una certa abundància, o interessants per una o altra raó, són, entre els poliquets, molts serpúlids incrustants, en especial *Vermiliopsis infundibulum*; entre els crustacis *Periclimenes amethysteus* i *Stenopus spinopus* (BIBILONI i GILI, 1982, a Mallorca); entre els mol·luscs, *Bouvieria aurantiaca* i *Peltodoris atromaculata*; entre els equinoderms, finalment, *Ophiopsila aranea*.

La delimitació de fàcies és més difícil a les coves fosques, però les espècies citades de cnidaris, algunes esponges i els poliquets poden caracteritzar en determinades situacions poblaments assimilables a fàcies.

BIBLIOGRAFIA

- ADMETLLA, E. 1957. *La llamada de las profundidades*. Juventud. Barcelona.
- BALLESTER, A. 1971. Proyecto para el establecimiento de un Parque—Reserva Submarino en las islas Medas (Costa Brava, Gerona). *Inm. y Ciencia*, 3: 7-33.
- BIBILONI, M. A. i GILI, J. M. 1982. Primera aportación al estudio de las cuevas submarinas de la isla de Mallorca. *Oecologia aquatica*, 6: 227-234.
- GAMULIN BRIDA; H. 1974. Biocoenoses benthiques de la Mer Adriatique. *Acta Adriat.*, 15(9): 3-102.
- GILI, J.M., OLIVELLA, I., ZABALA, M. i ROS, J. D. 1982. Primera contribución al conocimiento del poblamiento de las cuevas submarinas del litoral catalán. *Actas 1^{er} Simp. Ibér. Est. Bentos Marino*, II: 813-836.
- GILI, J. M. i ROS, J. D. 1982. Bionomía de los fondos de sustrato duro de las islas Medas (Girona). *Oecologia aquatica*, 6: 119-226.
- HARME LIN, J. G. 1969. Bryozoaires des grottes sous-marines obscures de la région marseillaise. Faunistique et écologie. *Téthys*, 1(3): 793-806.
- LABOREL, J. 1960. Contribution à l'étude directe des peuplements benthiques sciaphiles sur substrat rocheux en Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, 33(20): 117-173.
- LABOREL, J. i VACELET, J. 1958. Étude des peuplements d'une grotte sous-marine du golfe de Marseille. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, 1120: 1-20.
- LABOREL, J. i VACELET, J. 1959. Les grottes sous-marines en Méditerranée. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 248: 2619-2621.
- LAUBIER, L. 1966. Le coralligène des Albères. Monographie biocénotique. *Ann. Inst. Océanogr.*, 43: 137-316.
- LEDOYER, M. 1968. Ecologie de la faune vagile des biotopes méditerranéens accessibles en scaphandre autonome. IV. Synthèse de l'étude écologique. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, 44(60): 125-296.
- MACARTHUR, R. H. i WILSON, E. O. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press. Princeton.
- MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Omega. Barcelona.
- MARGALEF, R. 1980. *La biosfera, entre la termodinámica y el juego*. Omega. Barcelona.
- MONTEIRO—MARQUES, V. 1981. Peuplements des planchers envasés de trois grottes sous-marines de la région de Marseille. Étude préliminaire. *Téthys*, 10(1): 89-96.
- OTT, J. A. i SVOBODA, A. 1976. Sea caves as model systems for energy flow studies in primary hard bottom communities. *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 40: 477-485.

- PÉRÈS, J. M. i PICARD, J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, 31(47): 1-347.
- POULIQUEN, L. 1970. Remarques sur la présence d'éponges de l'étage bathyal dans les grottes sous-marines obscures de la Méditerranée. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 217.
- POULIQUEN, L. 1972. Les espongieries des grottes sous-marines de la région de Marseille, écologie et systématique. *Téthys*, 3(4): 717-758.
- RIBERA, A. 1956. *Guía submarina de la Costa Brava*. Destino. Barcelona.
- RIEDL, R. 1966. *Biologie der Meereshöhlen*. Paul Parey. Berlín.
- ROS, J.D. 1982. Tipos biológicos en los opistobranquios. *Actas I^{er}. Simp. Ibér. Est. Bentos Marino*, I: 413-440.
- SARÀ, M. 1969. Competition and cooperation in Sponge populations. *Symp. Zool. Soc. London*, 25: 273-284.
- STARMÜHLNER, F. 1955. Zur Molluskenfauna des Felslitorals und submariner Höhlen am Capo di Sorrento, I & II. *Österr. Zool. Zeitschr.*, 6: 147-249, 631-713.
- VACELET, J. 1964. *Étude monographique de l'éponge calcaire pharétronide de Méditerranée Petrobiona massiliana Vacelet et Levi. Les Pharétronides actuelles et fossiles*. Tesi Fac. Sci. Universitat d'Aix-Marseille.
- VACELET, J. 1969. Éponges de la roche du large et de l'étage bathyal de Méditerranée. *Mem. Mus. nat. Hist. nat. Paris*. 49(2): 1-74.
- VALLESPINÓS, F., CAMPAS, L., JUAN, E. i POLO, L. 1976. Comunidades bentónicas de sustrato duro del litoral NE español. II. Tipos de costa, Hidrografía, Bionomía. *Inm, y Ciencia*, 10-11: 47-70.
- ZIBROWIUS, H. 1968. Étude morphologique, systématique et écologique des Serpuliidae (Annelida, Polychaeta) de la région de Marseille (provenant essentiellement des grottes sous-marines). *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, 59(43): 81-252.
- ZIBROWIUS, H. 1978. Les Scléractiniaires des grottes sous-marines en Méditerranée et dans l'Atlantique nord orientale (Portugal, Madère, Canaries, Açores). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 40: 516-545.



Làmina V

Representació idealitzada del poblament d'una cova típica (la Cova de la Vaca, a les illes Medes, de la qual en segon terme hom veu l'entrada múltiple). Fixats al sostre de la cova, de dreta a esquerra, i després a la paret de la cova, de dalt a baix, hi ha: *Petrosia ficiformis* (1), *Eudendrium racemosum* (2), *Oscarella lobularis* (3) amb el cranc *Dromia vulgaris* (4) a sobre, *Verongia cavernicola* (5), *Caryophyllia inornata* (6), *Polycyathus muelleriae* (7), *Anchinoe tenacior* (8), *Chondrosia reniformis* (9), *Hoplangia durothrix* (10), *Haliclona cratera* (11), *Leptopsammia pruvoti* (12), *Spirastrella cunctatrix* (13), *Reniera sarai* (14), *Clathrina coriacea* (15), *Dysidea avara* (16), *Spongia virgultosa* (17), *Petrosia ficiformis*, *Sertella septentrionalis* (18), el gòbit *Thorogobius ephippiatus* (19) i tubs de serpúlids (20). Nedant lliurement hom pot veure molls reials *Apogon imberbis* (21). Més avall hi ha una bròtola de roca *Phycis phycis* (22), *Caberea boryi* (23), *Scrupocellaria maderensis* (24) i, il·luminats per la llanterna, misids i altres crustacis del zooplàncton.

Il·lustració de Mikel Zabala. (Text S. de R.).

