

Sobre alguns trets geològics de Formentera

per A. Abad, J. A. Ferrer i Z. Gàsser



Penya-segat proper al pujol des Fum. Es troba situat a un quilòmetre al nord de cala Saona.

1.- Antecedents de la geologia de Formentera

A Thos i Codina (1876) es deu la notícia més antiga de l'illa de Formentera, si s'exceptua el *Bosquejo Geológico de España* de 1864, obra de Botella, que atribuïa al terciari la formació dominant a Formentera. Thos indica que la Mola està formada per material arenós (marès) sense fòssils i explotat en pedreres, sota el qual es troba un banc de sorres soltes que presenten closques i

ossos fòssils de mamífers; a les rodalies de l'estany Pudent, cap a les Salines, s'hi troben sorres amb closques.

Vidal i Molina (1880) realitzaren una descripció física de Formentera molt completa. Segons aquests autors, la seva "gea" estava formada per conglomerats quaternaris a la base, que suportarien filades de calcàries margoses, sabuloses, vermelloses, tendres, que es fan més dures a la part alta, on són calcàries bastes

de gra gruixut, agregat de partícules calcàries, unides per un ciment calcari (marès) i que tenen una potència considerable. Tots aquests materials són atribuïts al quaternari antic. Entre els dipòsits actuals de l'illa es troben tosques calcàries. A més, assenyalen que el marès s'explota com a pedra per a la construcció, així com també s'explota la sal; les tosques calcàries de la Mola podrien explotar-se com a calç.

Nolan (1895) estudia conjuntament totes les illes de l'arxipèlag Balear. Pel que fa a Formentera, assenyala que els materials de la Mola són comparables als del terciari mallorquí, essent atribuïbles al miocè. Per contra, els penya-segats septentrionals de Formentera (punta Prima) estan formats per bancs amb *Strombus coronatus* DeFrance (per comptes de *Strombus bubonius*) que formen l'illa de s'Espalmador. Aquests bancs són recoberts a la costa occidental per calcàries amb *Helix* pleistocens que s'estenen per una gran part de l'illa, elevant-se a 190 m d'alçària per damunt de la Mediterrània.

Vilà Valentí (1953) estudia les salines d'Eivissa i de Formentera.

Colom (1957) a la seva *Biogeografia de las Baleares* aporta moltes dades per comprendre l'evolució paleogeogràfica de les illes Pitiüses.

Escandell i Colom (1960) i Colom (1962) esmenten la presència, a un nivell margós argilós situat al dessota del penya-segat de la Mola, els gasteròpodes següents: *Rossmässleria* sp i *Iberellus pythiusensis* Bofill i Aguilar-Amat. I al costat dels anteriors, es troben restes d'ossos llargs, però de petites dimensions, de mamífers. Segons aquests autors, *Iberellus pythiusensis* està reduït actualment a les illes Bledes. *Rossmässleria* és un gènere extingit actualment a les Balears, que viu a la riba sud de la Mediterrània (vegeu Paul i Altaba, 1992).

Butzer i Cuerda (1962) citen una gran quantitat de jaciments nous al quaternari de les illes Balears, entre ells els de Formentera. Prèviament assenyalen que la base de l'illa la formen uns conglomerats burdigalians, que afluïren a la veïna illa de s'Espalmador, i altres del miocè mitjà, els quals foren destruïts per l'erosió marina post-miocena; aquests materials deurién suportar el recobriment pleistocè. Al decurs de diverses regressions marines pleistocenes, la deposició eòlica hauria afegit repetidament masses de terra.

Descriuen tres sèries: Sèrie de cala Savina, Sèrie de les Salines de cala Savina i Sèrie de la platja de Migjorn.



Grup de quatre ous i part de la closca del que està en primer terme, adherida a un tros de marès.

La Sèrie de les Salines de cala Savina:

a) >250 cm de duna amb molts motlles d'arrels. Sedimentada N170°E.

b) 10 a 20 cm de sorres llimoses rosades (7,5 YR 8/4) amb fauna marina arrossegada: *Pecten* sp, *Lucina lactea*, *Cardium tuberculatum* i *Dosinia lupinus*. Els mol·luscs semblen haver estat transportats pel vent, indicant una propra línia de costa del tirrenià III.

c) 100 cm de duna amb motlles d'arrels. Estratificació N160-165°E.

d) 0-10 cm de crosta llimosa semicimentada, color rosat (5-7,5 YR 8/2,4).

e) 20 cm de duna d'estratificació encreuada amb crosta superficial.

Al costat de les cases de la Savina, en estrats semblants, a +2 m damunt del nivell del mar, descriu les següents espècies, pròpies de fàcies sorrenques de poca profunditat, característiques del tirrenià III: *Arca noae* L., *Pectunculus violacescens* LMK, *Chlamys* sp, *Lucina lactea* (L.), *Chama gryphoides* (L.) i *Venus gallina* (L.).

A la platja de Migjorn, a 1 km del caló des Mort, dona la següent sèrie estratigràfica:

a) 250 cm de duna de gra gruixut, consolidada, color de terra, clar (10 YR 7/3) estratificada N65°E.

b) 60 cm de llims sorrenques, semicimentats, groc-rogenques (7,5 YR 7/6). Discordança.

c) 30 cm de duna cimentada semblant a "b".

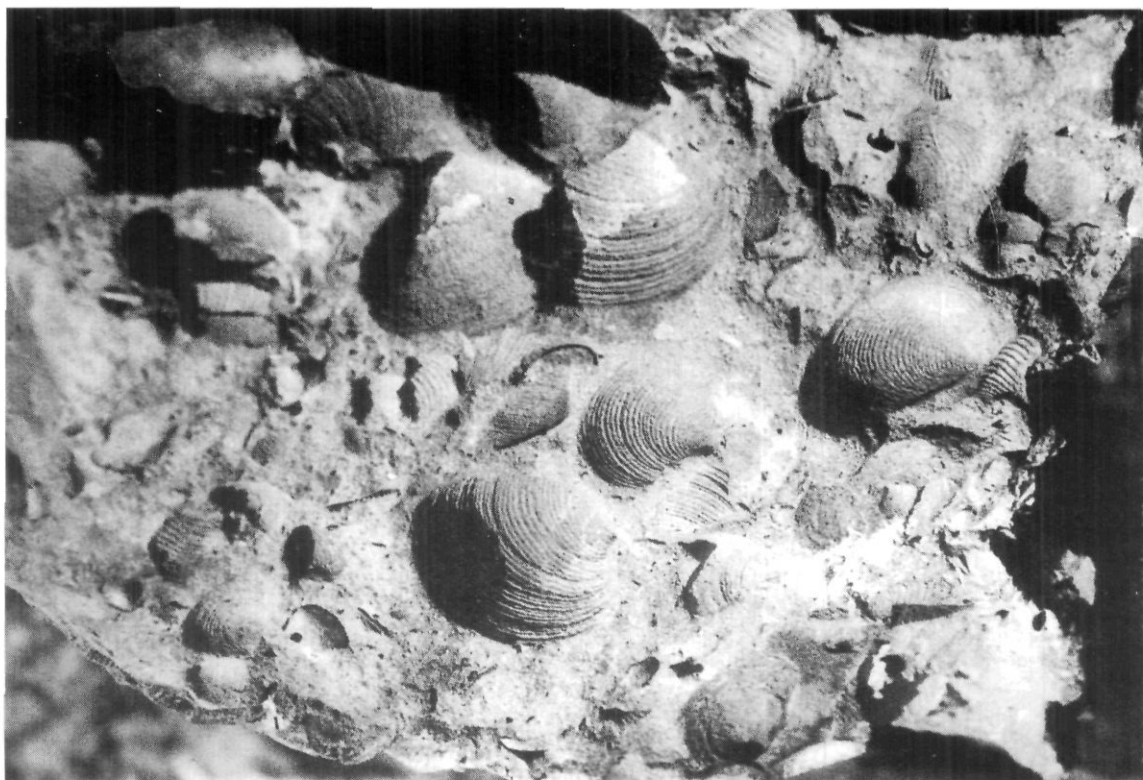
d) 10 cm de sorres de platja consolidades, amb còdols rodats i abundants fòssils, però pertanyents a molt poques espècies, ja que no pogueren recollir en aquest jaciment més que les següents: *Arca noae* L., *Pectunculus violacescens* Lamarck, *Spondylus gaederopus* (L.), *Lucina lactea* (L.), *Venus gallina* (L.) i *Donax trunculus* L.

Aquesta fauna marcadament litoral i sorrenca i els sediments que la contenen no ultrapassen l'alçària de 0,7 m damunt del mar.

e) 50 cm de duna consolidada groc-rogenca (7,5 YR 7/6) amb motlles d'arrels, no estratificada.

f) Sorra llimosa amb *Helicella* i horitzons d'elements detrítics de

Lumaquella o encopinyam del jaciment del penya-segat situat sota la cova de l'aigua. Tortonià marí.



mida mitjana. El seu color es grocrogenc (7,5 YR 5/4-6) i presentant crosta a la seva superfície.

Pel context estratigràfic, l'horitzó "d" el fa correspondre al tirrenià III.

Diuen aquests autors que els darrers sepulcres cartaginesos, o els inicials dels romans, foren excavats a les dunes al nivell actual del mar, prop des Caló, a la costa nord-est del Corredor; això indicaria, segons aquests autors, que el nivell del mar, a les darreres centúries abans de Crist, degué estar alguns metres més baix.

Finalment, descriuen un jaciment més antic que els anteriors, d'edat sicilià, descobert a Sant Ferran, a la cisterna de la Fonda Pepe, coberta i reomplida amb ciment armat, la qual s'asentava sobre sorres calcàries cimentades de color terrós pàl·lid, del miocè mitjà amb fauna mal conservada (a vegades sols són impressions). Els sediments del pleistocè ultrapassen els 30 cm de gruixària i es tracta de llims sorrencs semicimentats que contenen una fauna ben conservada, malgrat ser pobra en espècies: *Pectunculus violacescens* LMK, *Cardium tuberculatum* L., *Cardium edule* L. i *Venus gallina* L.

Els sediments que segueixen al seu damunt:

a) Més de 2,5 m de duna calcària cimentada amb estratificació molt poc visible, color vermell. Típica duna regressiva pretirreniana, intensament meteoritzada i després cimentada. La meteorització correspon probablement al tirrenià (Holstein).

b) 20 cm de crosta travertinoso cimentada, color terrós molt pàl·lid.

c) Més de 2 m de sòl relict de "terra rossa" roig-groguenc a les esquerdes. Una argila llimosa amb estructura polièdral subrodada mitja i un humus recent.

Solé Sabarís (1962) tracta sobre el quaternari de les Balears, ometent en aquest estudi el de l'illa de Formentera.

Brebion et al. (1968) realitzen una nota conjunta sobre el miocè d'Eivissa i Formentera. En relació a Formentera, indiquen que les calcàries formen penya-segats abruptes a la part E i W de l'illa, així com a punta Prima, a la part septentrional de l'illa. Aquestes calcàries tenen un color clar, de blanc a blancgroguenc o beix, es presenten en bancs de 50 cm a 2 m, i arriben als 3 m d'espessor. La seva potència visible és de 10 a 40 m als penya-segats de punta Prima, 50 m als del

promontori W i de 100 a 120 a l'E (la Mola). El seu examen microscòpic mostra que es tracta de calcarenites constituïdes per calcita cristal·lina, amb petits i rars grans de quars detrític i elements rodats de calcària criptocristal·lina, amb els següents organismes: melobèsides, mil·liòlides, *Textularia* sp., *Discorbis* sp., *Amphistegina* sp., *Cibicides* aff. *lobatula* (Walk i Jac), *Elphidium* aff. *crispum* L., *Elphidium* sp., *Penetroplis pertusus* (Forskal), *Planorbulina mediterraneensis* d'Orb, *Borelis melo* (Fichtel i Moll) i fragments de mol·luscs i equinoderms.

A excepció d'*Elphidium* aff. *crispum* L., els foraminífers són de fons sorrencs poc pregons, poblats per prats de posidònia. *Borelis melo* (Fichtel i Moll) apareix a Mallorca a l'inici de la transgressió vindoboniana.

Descriuen dos jaciments foraminífers:

1) El de la Cala, al N de la Mola (x=1055,150; y=467,425): *Tarbellastrea* cfr. *reussiana*; de l'helvècia-tortonià superior, molt comú en aquesta època a la Mediterrània. *Chlamys varia*; miocè-actual. *Astraea (Bolma) rugosa*, miocè-actual, *Triphora perversa*; miocè-actual. *Cerithium (Theridium) dertonense* May.; molt freqüent, característic del tortonià.

2) Penya-segat de punta Prima, a l'E de ses Roques (x=1048,60; y=469,07), sols subministra alguns lamel-libranquis: *Cardium* cfr. *tuberculatus* L., *Loripes dujardini* Desh., *Astarte solidula* Desh. i *Pectunculus* sp.

Rangheard (1970) realitzà un estudi exhaustiu sobre Formentera, amb motiu de l'aixecament geològic dels fulls 824-849 i 825-850 a escala 1:50.000 del Mapa Geològic d'Espanya, encarregat pel IGME (actual ITGE) i que és sintetitzat pel mapa 1:200.000 d'aquesta mateixa institució. Dintre de l'estratigrafia, distingeix al quaternari els següents materials:

Qd - Dunes i sorres de platja actuals.

Qn - Marès. Dunes o platges antigues. Conté: melobèsides, *Elphidium crispum*, *Elphidium* aff. *complanatum* (escadusser), *Ammonia beccarii* (freqüent), *Cibicides* aff. *lobatula* (rar), *Discorbis* sp., *Textularia pseudotrochus* (rara), *Sphaerogypsina globula* (rara), Miliolidae i fragments de lamel-libranquis, de gasteròpodes i d'equinoderms.

Qc - Crosta calcària.

Qlc - Llims més o menys calcificats, amb còdols angulosos.

Ql - Llims sorrencs.

Atribueix al tortonià (M3) calcàries organogèniques que conformen els promontoris W (fins a 50 m de potència) i E (de 100 a 200 m de potència); dóna aquí, íntegrament, el contingut de la nota de Brebion et al. (1968). Es tractaria de calcarenites formades per restes de melobèsides, foraminífers i restes de mol·luscs i d'equinoderms, amb rars grans de quars detrític. Cita els dos jaciments fòssils de la Mola (full 825) i punta Prima (full 824).

Els materials miocens són subhorizontals i posteriors a la tectònica tangencial que afecta Eivissa els terrenys que van des del triàsic mitjà al miocè mitjà. Finalment, es tracta l'evolució morfogenètica de les Pitiüses:

-Emersió d'Eivissa al miocè mitjà.

-Erosió dels terrenys emergits.

-Dipòsit de calcàries tortonianes, transgressives, formant llavors una llosa contínua que unia Formentera amb Eivissa.

-Nova pujada de les illes després del tortonià i erosió.

-Formació de dipòsits superficials quaternaris (llims, crostes calcàries...) amb repetició de diversos cicles.

-Moviments verticals, enfonsaments quaternaris. Moviments de basculament cap al W de l'illa de Formentera (nova pujada del promontori est).

-Constitució de cordons litorals (cordó litoral unint els dos promontoris de Formentera, cordons litorals delimitant petits llacs a Formentera: estany des Peix, estany Pudent).

Rangheard (1971) publica una memòria sobre la geologia de les illes d'Eivissa i Formentera.

Cuerda (1975) descriu diversos jaciments quaternaris de Formentera, dins del seu estudi sobre els temps quaternaris a les Balears. El jaciment quaternari més antic de Formentera, atribuït al sicilià II, fou trobat al barri de Sant Ferran per Butzer i Cuerda el 1962; fou el resultat de l'excavació d'una cisterna que travessà una duna vermella mindeliana que recobria sediments situats a 47 m per damunt del nivell del mar; contenia fauna abundant i ben conservada, però pobra en espècies: *Glycymeris violacescens*, *Cerastoderma glaucum* (BRUG.), *Rudicardium tuberculatum* (L.) i *Chamelea gallina* (L.).

La resta de jaciments (amb expressió del numeral donada per aquest autor) que s'esmenten, corresponen al pleistocè superior i ja foren descrits per Butzer i Cuerda (1962):

8) Caló des Mort.

9) Es Caló (sols se'n fa menció).

10) La Savina.

11) Cala Savina.

Cuerda indica la total absència de restes òssies als jaciments d'Eivissa i Formentera, a diferència de les Balears majors. A la fauna marina són absents les espècies senegaleses.

Al jaciment de cala Savina, al costat de ses Salines, foren trobades en estrats sorrencs de color rosat espècies marines pròpies de baixos fons sorrencs, barrejades amb helícids terrestres transportables pel vent. Contenen: *Flexopecten flexuosus*, *Loripes lacteus*, *Rudicardium tuberculatum* i *Dosinia lupinus*.

Al costat de la Savina, en estrats semblants, a +2 m per da-

munt del nivell del mar, cita les següents espècies, pròpies de facies sorrenques de profunditat soma: *Arca noae* L., *Glycymeris violacescens* (LMK.), *Chlamys* sp., *Loripes lacteus* (L.), *Chama gryphoides* (L.) i *Chamelea gallina* (L.).

Els dos jaciments anteriors són atribuïts al neotirrenià.

A 1 km del caló des Mort, aquest autor atribueix al neotirrenià la capa "d" (vegeu també Butzer i Cuerda, 1962), que conté: *Arca noae* L., *Glycymeris violacescens* (Lamarck), *Spondylus gaelderopus* (L.), *Loripes lacteus* (L.), *Chamelea gallina* (L.) i *Donax trunculus* L.

Simó va realitzar la seva tesi de llicenciatura sobre el miocè terminal d'Eivissa i Formentera el 1982, però no s'ha publicat i resta inèdita a la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona. Divideix l'estratigrafia de Formentera en tres seqüències deposicionals:

1) Inferior o complex d'esculls.

2) Intermèdia d'esculls a la Mola i de tipus marí de plataforma al cap de Barbaria.

3) Superior (l'autor no va profunditzar en l'estudi).

Rangheard, el 1984 i el 1985, resumeix la història geològica d'Eivissa i de Formentera, però no aporta res nou al ja dit en anteriors treballs.

Cuerda (1984) torna a tractar sobre els jaciments quaternaris ja coneguts de Formentera (Sant Ferran, cala Savina, platja de Migjorn) i n'aporta altres de nous (cap de Barbaria, cala en Baster), per intentar reconstruir les antigues línies de costa quaternàries de l'arxipèlag de les Pitiüses, tasca difícil atesa l'escassetat de jaciments. Segons aquest autor, durant el sicilià el nivell del mar estava a uns +50 m per damunt de l'actual. Els perfils degueren ser similars durant les èpoques glaciars (Riss i Würm), quan el nivell del mar descendí per dessota dels -100 m. Arriba a la conclusió que aquestes illes estaven separades de Mallorca-Menorca (per exemple, l'absència de *Myotragus* a les Pitiüses).

Quant als jaciments quaternaris ja coneguts de Formentera, no aporta res nou al de Sant Ferran i de cala Savina. Quant al de la

platja de Migjorn, l'interpreta com una antiga línia de costa que destruï les closques per l'acció de l'onatge; menciona que el doctor Omaston, de la Universitat de Bristol, li proporcionà fragments de *Strombus bubonius* i de *Conus testudinarius* procedents del caló des Mort, que indiquen l'eutirrenià.

El jaciment del cap de Barbaria és situat a la mateixa alçària que el sicilià de Sant Ferran, malgrat que la fauna que conté no permetria atribuir-lo a la dita edat: *Arca noae* L., *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.), *Cardita calyculata* (L.), *Patella* sp., *Gibbula divaricata* (L.), *Monodonta turbinata* (Born.) i *Vermetus* sp.

El jaciment de cala en Basteres Roques està format per sorres amb blocs que contenen fragments ben preservats de *Glycymeris violacescens* (Lmk.); aquest dipòsit indicaria una primera fase regressiva del Würm (Würm I).

Sanjaume et al. (1985) realitzaren una comunicació sobre el litoral pleistocè de Formentera. Després d'una introducció geogràfica i geològica, descriuen nou perfils estratigràfics situats al N de l'illa. La fauna identificada es deu a Cuerda. A les sorres s'analitza el contingut de minerals pesants, als quals atribueixen origen volcànic, probablement procedents del vulcanisme que es dona al triàsic d'Eivissa.

Dels dits perfils, en recollim aquí, solament, els nivells amb mencions paleontològiques:

Del tall A-1 (situat a la platja d'en Marroig), en el nivell de llims roigs I i a la crosta calcària II, es descriuen helícids.

Del tall A-2 (situat al SW de l'anterior), a la base del nivell II, que correspon a un dipòsit dunar: *Loripes lacteus* (L.) i *Cerastoderma glaucum* (Brug.).

Del tall A-3 (situat entre el port i l'estany Pudent), dintre del nivell II, s'han recollit *Trochoida caroli* (Dohon i Heymann). Per sota de l'anterior, al nivell I, crosta calcària blanquinosa, helícids terrestres propis d'aigües estancades o formacions llacunars.

Del tall A-6 (situat a la riba SW de l'estany Pudent, als voltants del port), en el nivell II es varen recollir fauna terrestre i mol·luscs

marins indeterminats, a excepció d'*Hynia incrassata* (Müller).

De l'estudi dels nou perfils deduïren l'existència de tres episodis dunars, a més de l'actual. El primer episodi, que anomenen F-1, permet suposar l'existència d'un cordó de dunes que unia Formentera amb Eivissa durant l'eutirrenià i, que, erosionades en part, creà la base del següent episodi, anomenat F-2, durant el pleistocè superior; l'episodi F-3 sols apareix manifest as Borronar. Les restinques dels estanys s'originaren entre els episodis F-1 i F-2.

Costa et al. (1985), autors que formen part del mateix equip que realitzà el treball anterior, tracten sobre l'evolució geològica de Formentera, resta de la "Gran Pitiüsa" que englobava també Eivissa. Una forta erosió post-miocena la reduí a arxipèlag, però el *shelf* del seu sòcol continuaria testimoniant la seva unitat. L'estudi dels nivells quaternaris dels voltants dels estanys des Peix i Pudent mostra l'existència d'una platja submergida sota ambdós estanys que, en acabar el tirrenià II ja tenien comunicació amb el mar. Suggereixen els autors que un enfonsament afectà durant el pleistocè superior l'àrea de les llacunes. Al Würm, dues regressions provocaren la formació de diverses dunes i una forta erosió al moment més intens. La transgressió fladriana porta a la situació actual.

En tractar sobre l'evolució geomorfològica de l'illa, citen l'existència de materials miocens carstificats a la pedrera de can Rita, a les proximitats de Sant Ferran de ses Roques.

Esmenten el nou jaciment de la platja d'en Marroig, del neotirrenià, compost per sorres amb còdols; foren trobats: *Arca noae* L., *Ctena decussata* (Da Costa), *Loripes lacteus* (L.), *Acanthocardia tuberculata* (L.) i *Patella caerulea* L.

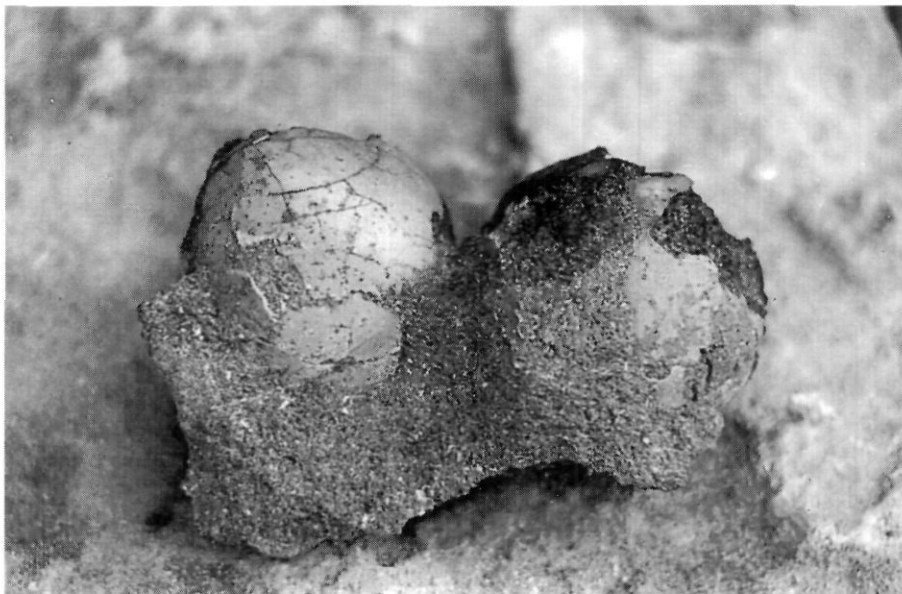
Aquests autors atribueixen al flandrià un sediment margós barrejat amb graves i *Cerastoderma glaucum*, situat al S de les salines d'en Ferrer. Així mateix, pertanyen a la dita edat els sediments sorrencs amb *Glycymeris violacescens* situats a llevant de la punta des Borronar.

Cuerda (1987) sintetitza els coneixements existents sobre els mol·luscs quaternaris de les Balears.

Aquest mateix autor, el 1989, recull els jaciments quaternaris de Formentera que ja descrigué el 1975, afegint cites dels descrits a partir d'aquell any.

Fornós i Pomar (1992) indiquen que el miocè de Formentera aflora a la totalitat dels penya-segats de l'illa, amb bons afloraments a la Mola i al cap de Barbaria. Es poden diferenciar, segons aquests autors, dos cicles, ambdós emmarcats dins la seqüència postorogènica

Dos ous del niu del Pleistocè superior.





Helicids
recollits al
marès miocè
de la pedrera
de can Rita.

del tortonià-messinià, equivalents a la unitat de les calcàries de Santanyí i a les de les altres illes.

El cicle inferior presenta a la base uns nivells formats per calcarenites i lutites calcàries bioclàstiques amb fragments de mol·luscs, briozous, formaminífers, equinoideus, plaques d'*Hali-medea* i, sobretot, algunes rodofícies amb rodòlits abundants i blocs amb restes de coralls que representen fàcies de talús escullós. Per damunt d'aquests nivells hi ha —a l'àrea de la Mola i el cap de Barbaria— calcarenites i calcàries bioconstruïdes per coralls, fragments de mol·luscs i rodòlits. Aquestes fàcies es disposen formant una alternança de nivells bioconstruïts de coralls i dels nivells de rodòlits. Hom creu que es formaren en un ambient de plataforma escullosa.

El cicle superior aflora tan sols al cap de Barbaria. És format per una alternança de nivells estromatolítics i calcàries oolítiques blanques amb estratificació encruada i, localment, encopinyam (lumaquel·les) de mol·luscs típics d'una plataforma carbonàtica.

Finalment, aquests autors atribueixen al plioquaternari les calcarenites d'origen eòlic, llims, *caliches* i sediments arenosos interpretats com a platges d'edat pliocè inferior.

Vicents et al. (1992) descriuen un nou jaciment quaternari marí al torrent Fondo (costa S de l'illa). Es tracta de sediments marins adossats a un penya-segat format per calcarenites mio-

cenés; en les dites calcarenites es modelà una rasa i una cova a 2 m d'alçària per damunt del nivell del mar actual, les quals reposen damunt clasts (alguns de fins a 40 cm de diàmetre) i llims atribuïbles al pleistocè superior per la flora i la fauna que contenen:

- Coralinacea* indet.
- Paracentrotus libidus* (Lmk.)
- Arca noae* L.
- Barbatia barbata* (L.)
- Spondylus gaederopus* L.
- Loripes lacteus* (L.)
- Dentalium vulgare* Da Costa
- Patella lusitanica* Gmelin
- Monodonta turbinata* (Born.)
- Turboella* cfr. *cornea*
- Cerithium vulgatum* (Brug.)
- Trunculariopsis trunculus* (L.)
- Thais haemastoma* (L.)
- Ocenebrina edwardsi* (Payr.)
- Mitrella scripta* (L.)
- Clumbellina rustica* (L.)
- Vexillum corniculum* (L.)
- Conus mediterraneus* Brug.

Totes aquestes espècies són litorals i pertanyen a les franges mesolitoral i infralitoral, principalment, de fons rocallosos amb algues o sense.

Paul i Altaba (1992) tracten sobre els mol·luscs terrestres fòssils de les Pitiüses. Primerament realitzen una àmplia classificació tipològica del seus jaciments: poden ser sorrencs; no sorrencs (de gra gruixut o fi); sediments al·luvials; de clasts i dipòsits cavernícoles (als quals pertany el jaciment de la costa de llevant de Formentera). Els jaciments sorrencs poden ser: platges (on els mol·luscs poden ser abundants); dunes, formades a partir de sediments de

platja (mol·luscs terrestres rars o absents); sorres atrapades per l'efecte pantalla de la vegetació, les quals presenten moltes restes de rizomorfs (amb mol·luscs terrestres molt abundants).

Atribueixen *Rössmassleria* citada per Escandell i Colom (1960) i per Colom (1962) a *Trochoidea* (*Xerocrassa*) *ebussitana gassulli* (Paul, 1984).

Filella et al. (1996) descriuen la troballa d'un niu amb ous de tortuga terrestre al penya-segat del pujol des Fum. Per correlació entre l'amplada dels ous amb la longitud de l'espatllera dels testudinids, l'estimen pertanyent a una tortuga semigegant, d'entre uns 45 i 85 cm de longitud.

Gasser i Ferrer (1997) tornen a descriure la troballa anterior del niu amb ous de tortuga, juntament amb alguns jaciments miocens i quaternaris no esmentats anteriorment. Dintre del miocè: cala Saona, pou des Ca Marí i cova de s'Aigua. Dintre del quaternari, com a marins: els Arenals, es Copinar, racó de ses Ampolles i es Cavall d'en Borràs; com a continentals: els Arenals, es Copinar, camí de cala Codolar, cala en Baster, racó de ses Ampolles, pujol des Fum, cala Saona i costa des Bou. Es mencionen per primer cop al miocè de Formentera *Hinnites crispus* i *Chamelea* cfr. *cothurnix* (que abans de la nostra indicació anomenaven *Venus* (*Ventricola*) *versatilis*). Al quaternari marí, s'esmenten per primer cop a Formentera: *Striarca lactea*, *Raphitoma linearis*, *Payraudeatia intricata*, *Hinia costulata*, *Conus testudinarius* i *Chauvetia minima*.

Al quaternari continental s'esmenten per primer cop a la Pitiüsa petita: *Trochoidea (Xerocrassa) lidiae*, *Eobania vermiculata*, *Xerosecta cespitum*, *Pomaties elegans*, *Tudorella ferruginea*, *Hygromia lanuginosa* i *Sphincterochila cariosula hispanica*.

2.- Descripció, interpretació i datació dels afloraments estudiats en el present treball

A l'illa de Formentera, han estat estudiats els afloraments de la cova de s'Aigua, pujol des Fum i pedrera de Can Rita (situació a la figura 1). El que aquí denominem "seqüència" a les diferents descripcions, s'aplica com a terme genèric i no segueix les denominacions d'aquest terme emprades pels autors indicats a l'apartat anterior.

2.1 – Cova de s'Aigua

Aquest jaciment es troba situat a un penya-segat al W de cap de Barbaria, pròxim a l'abocador de Formentera. Amb un desnivell d'uns 100 m, de dalt a baix, poden observar-se els següents horitzons:

1) Crosta carbonatada que té de 2 a 3 m de gruix i que s'atribueix al quaternari per alguns dels autors que han estudiat Formentera.

2) De 20 a 30 m de marès de color crema o cafè amb llet, ben cimentat. És observable, al seu interior, estratificació encreuada plana o *trough*, de petita a mitjana escala. No conté fòssils. Se li atribueix origen eòlic.

3) La resta del penya-segat, fins al nivell del mar, està composta per marès d'ídic color, ben cimentat, amb estratificació encreuada plana. A l'interior dels *sets* es troba una notable quantitat de motlles de closques de bivalves, més abundants a la base que al sostre del *set*; es troben desarticulades i recolzant la comissura de les valves sobre la base (posició de màxima estabilitat). El seu contingut faunístic (vegeu làmina 1, figura a): *Glycymeris sp* (ocasionalment amb motlles de perforacions de *Cliona sp.*), *Chamelea cfr. cothurnix* (Dujardin) i *Cardium sp* (ocasionalment

amb motlles de perforacions de *Cliona sp.*).

Se li atribueix un origen marí de transició, segurament proper a la platja. Les closques foren sedimentades un cop morts els organismes, desarticulades les valves i posteriorment perforades.

La seva edat és atribuïble al tortonià pel contingut faunístic. També es dona aquesta datació al nivell assenyalat aquí amb el número 2.

2.2 – Pujol des Fum

2.2.1 – Descripció

Aquest punt es troba situat a la costa W de Formentera, al peu d'un penya-segat, aproximadament un km al N de cala Saona. Al pujol des Fum (figura 2) poden observar-se diferents seqüències formades, en tot o en part, per les següents unitats deposicionals:

a) Nivells de bretxes *clast supported a matrix supported*, granodecreixents, constituïdes per elements locals (marès, marès negre i roques carbonatades); llur grandària pot superar els 5 cm de diàmetre major. La matriu és sorrenca i de la mateixa naturalesa del marès (calcarenites formades per restes d'algues, closques de diferents organismes marins, etc.). Solen estar ben cimentades. La base d'aquesta unitat és erosiva i sol trobar-se entapissant aquest contacte una crosta ferruginitzada.

b) Insensiblement, les bretxes de la unitat anterior passen verticalment a marès de gra mig, ben cimentat, massiu, o amb estratificació encreuada poc manifesta. Són observables en aquesta unitat nombroses rizocrecions, que arriben en algun cas fins als 40 cm de longitud. Es troben dispersos al seu interior motlles de gasteròpodes terrestres, així com també petits fragments de closca de mol·luscs marins. A la part superior d'una capa pertanyent a aquesta unitat litològica és on es troba el niu d'ous de tortuga (vegeu làmina 1, figura b) citat per Filella et al. (1996) i per Gasser i Ferrer (1997).

A i B es troben fortament envermellides.

c) Marès de color crema, de gra mitjà, integrat per nombrosos

fragments d'algues, foraminífers i grans de diversa natura, poc o gens cimentats, amb una forta porositat interparticular. Es fa evident a l'interior de la unitat, estratificació encreuada *trough*, amb capetes d'ordre centimètric. El contacte inferior amb les altres unitats és erosiu, però de geometria plana. La mesura d'inclinació dels *sets* indica que la seva sedimentació fou originada a partir d'un corrent de direcció N80°E. No falten al seu interior les rizocrecions, que solen ser més allargades que les de la unitat B.

Al sostre de les unitats B i C augmenten les rizocrecions i finalment passen a una crosta carbonàtica que arriba a una gruixària de 30 a 40 cm.

2.2.2 – Interpretació

Les bretxes basals de la unitat A es formaren a partir de la destrucció de les unitats d'anteriors seqüències. Els clasts de marès, així com la matriu, procedeixen de la destrucció de les unitats B i C; els carbonats són restes de crostes carbonàtiques, rizocrecions i restes remobilitzats d'altres unitats de tipus A. El marès negre no ha pogut ser observat *in situ*; al cop del martell aquests clasts desprenen una forta olor fètida. Al fons de l'estany Pudent, a l'actualitat, les sorres estan fortament carregades de matèria orgànica de color fosc; fou tal l'origen del marès negre un cop es cimentà?

El transport dels clasts fou mínim, atesa la seva angulositat; potser es degué a l'acció d'algun torrent local de curs curt.

El marès de la unitat B tindria el seu origen com a resultat de l'erosió del marès de la unitat C (quasi sense cimentar) per part dels mateixos agents que originaren les bretxes (pas vertical insensible de la unitat A a la B). Damunt seu, exposada a l'intempèrie, es desenvolupa una vegetació arbustiva i arbòria; les arrels foren les responsables de les rizocrecions, afavorint el desenvolupament d'una petita comunitat de gasteròpodes terrestres (malgrat que no es pot descartar que una part d'ells hagués estat sedimentada juntament amb la unitat). L'augment de les condicions d'aridesa, comportà l'enver-



Imatge feta des del punt del jaciment del niu d'ous de tortuga.

melliment d'aquests materials i la formació de crostes carbonatades. Quan la cobertura vegetal desaparegué, es produí l'erosió i el desmantellament total o parcial de totes les unitats de la seqüència.

Malgrat tot, la destrucció de la cobertura vegetal pogué haver estat deguda a la invasió de dunes, representades pel marès de la unitat C. La seva composició era quasi exclusivament de partícules d'origen marí, procedents de la remobilització de sorres de platges properes ocasionada pel vent. Aquestes dunes, finalment, eren detingudes i la vegetació acabava per consolidar-les.

Una tortuga terrestre elegí la superfície d'una unitat B per nidificar, però els ous mai varen eclosionar, ja que el niu fou recobert per una duna de la unitat C.

2.2.3 – Edat

Aquesta sèrie no conté fòssils característics que permetin conèixer la seva edat. Per correlació amb altres jaciments de l'illa,

mencionats a l'apartat d'antecedents, poden atribuir-se al tirrenià.

2.3 – Pedrera de Can Rita

2.3.1 – Descripció

Està situada a uns 100 m al N de la benzineria, al peu de la carretera que va des de Sant Francesc a Sant Ferran de ses Roques, al costat de la casa que li dona nom. La pedrera porta uns anys abandonada; actualment s'hi aboquen residus urbans i aviat quedarà recoberta. Fou aixecada una columna a l'entrada de la pedrera (figura 3). Els materials s'han dividit en dues seqüències:

a) Inferior.– Està formada per marès de color crema, massiu, molt recristallitzat, compacte. Conté abundants gasteròpodes terrestres (vegeu làmina 1, figura c) localitzats a l'entrada de la pedrera, al seu costat E: helícid, *Rumina sp.* i *Pomaties sp.*

A l'antic front de la pedrera, al W del punt anterior, presenta

major potència; no és tan massiva, i és observable estratificació encreuada en bancs decimètrics amb inclinació dels sets 105, 30N. En cap d'aquests punts es presenten rizocrecions i estan notablement carstificats.

b) Superior.– En discordància erosiva al damunt dels materials de la seqüència inferior, la qual conté perforacions degudes a litòfags, es troba una lumaquella bretxoide, formada per abundants restes de motlles de mol·luscs marins, rodolits (al voltant de 5 mm de diàmetre) i clasts subarrodonits o arrodonits procedents de la seqüència inferior i per altres procedents de crostes carbonatades envermellides, que no arriben als 5 cm de diàmetre major. El contingut de mol·luscs marins és el següent: *Calliostoma sp.*, *Rissoidea*, *Cerithium (Theridium) vulgatum* (Bruguère), *Conus mediterraneus* Bruguère (molt comú), Gasteròpodes indeterminables, *Arca sp.* i Bivalves indeterminables. També s'hi ha trobat el corall *Cladocora sp.*

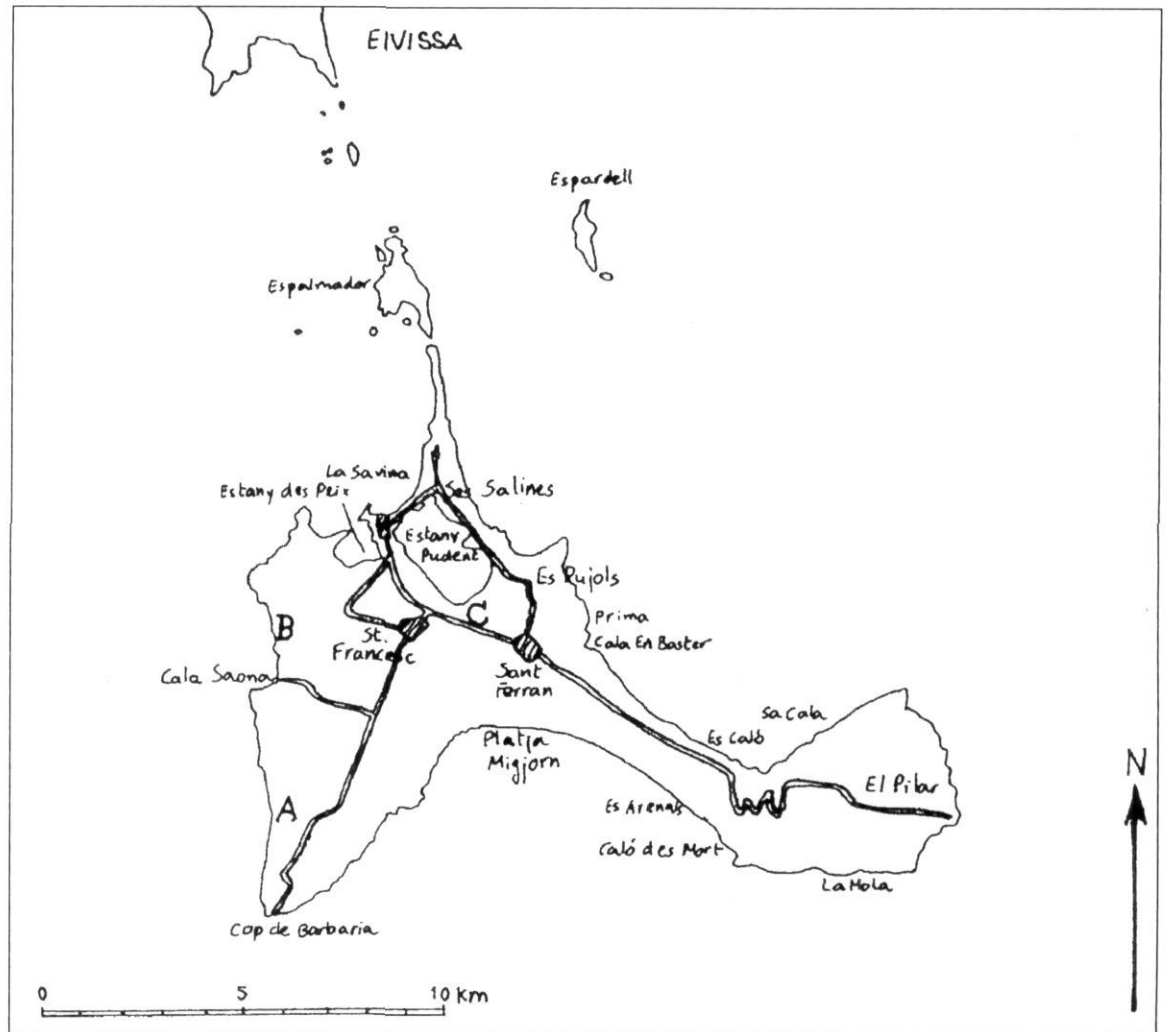
Segueix al seu damunt, en concordància, una capa de marès d'ídic color, cimentada i amb clasts angulosos de naturalesa carbonatada dispersos al seu interior, malgrat que en algun cas formen petits cossos lenticulars. No contenen cap mena de fauna. Es troben coronats per una capa hemimètrica de marès de color crema, massiu, però poc cimentat.

Finalitza aquesta seqüència amb un nivell hemimètric de bretxes envermellides, amb contacte inferior erosionat al damunt del marès crema anterior; són *clast a matrix supported*, matriu de naturalesa marèsica i fortament cimentats. Ocupa el sostre d'aquest nivell una crosta carbonatada d'espessor decimètrica.

2.2.2 – Interpretació

La seqüència inferior, pel tipus d'estratificació creuada, va poder tenir el seu origen en unes dunes eòliques. La falta de rizocrecions podria indicar la inexistència d'una cobertura vegetal important. Els helícids terrestres pogueren haver estat arrossegats pel vent des d'un lloc proper; no es creu que poguessin viure *in situ* per no donar-se les condicions idònies per desenvolupar-se

Figura 1:
Situació
dels afloraments
analitzats:
A) cova de
s'Aigua;
B) pujol des
Fum;
C) pedrera de
Can Rita.



(absència de rizocrecions que indiquin una coberta vegetal, etc.).

La seqüència superior es sedimentà sobre un paleorrelleu modelat al damunt dels materials de la seqüència inferior, que llavors ja es trobava ben cimentada i parcialment carstificada.

La lumaquel·la basal es sedimentà en un medi marí, segurament en una rasa costanera rocallosa, on els mol·luscs litòfags perforaven les roques d'un petit penya-segat. Com a resultat de l'erosió marina, s'originaven els clasts que seguidament retreballava el mar. A conseqüència dels temporals eren llançades les closques marines juntament amb els rodòlits algal, formats a la propera plataforma marina.

Finalment el mar va retrocedir, donà pas al domini terrestre i s'originaren la resta de les capes que es superposen a la lumaquel·la anterior, segurament

degudes a algun petit curs torrencial que, després de dipositar-se, el clima àrid rubificà, arribant el dit procés fins a alterar el color original de la lumaquel·la.

Malgrat això, la capa hemimètrica de marès crema, podria ser eòlica, atesa la seva analogia amb la unitat C de la sèrie del pujol des Fum? Falten elements per poder-ho afirmar amb rotunditat, a causa de l'escassetat d'elements diagnòstics a l'aflorament.

Finalment aquest marès crema fou erosionat en part per un corrent torrencial que sedimentà les bretxes d'elements carbonatats i matriu sorrenca, formada a partir de l'erosió d'altres formacions properes. Al seu damunt, s'originà la crosta carbonatada.

En aquestes formacions no degué desenvolupar-se una coberta vegetal important, vista la falta de rizocrecions.

2.3.3 – Dels helicids de la seqüència inferior

Han estat descrits per Gàsser i Ferrer (1997), treball on proporcionen un quadre de la seva biometria. Remarquem aquí el seu interès, malgrat que es tracta de motlles interns i que la seva descripció no encaixa dintre de les diverses formes descrites en l'obra general de Wenz (1959).

Foren recollits onze exemplars en total. La seva forma és semiglobosa, amb cinc voltes d'espira de creixement regular, lleugerament convexes entre sutura i sutura, la darrera de les quals és el doble de bombada que l'anterior; la línia de sutura no és carenada. L'apertura sembla ser ovalada i en declivi; a la part superior hi ha un bombament corresponent a un plec del marge paletal superior. Per la forma del motlle i contramotlle, l'umbèlic devia ser entre mitjà i petit, i no sembla que estigués tapat per una dilatació

del peristoma; per això, el marge col-lumelar no quedaria imprès, cosa que permet veure'l; el peristoma és reflectit i no interromput. A les formes juvenils no s'hi aprecia el plec ni tenen l'apertura en declivi.

2.3.4 - Edat

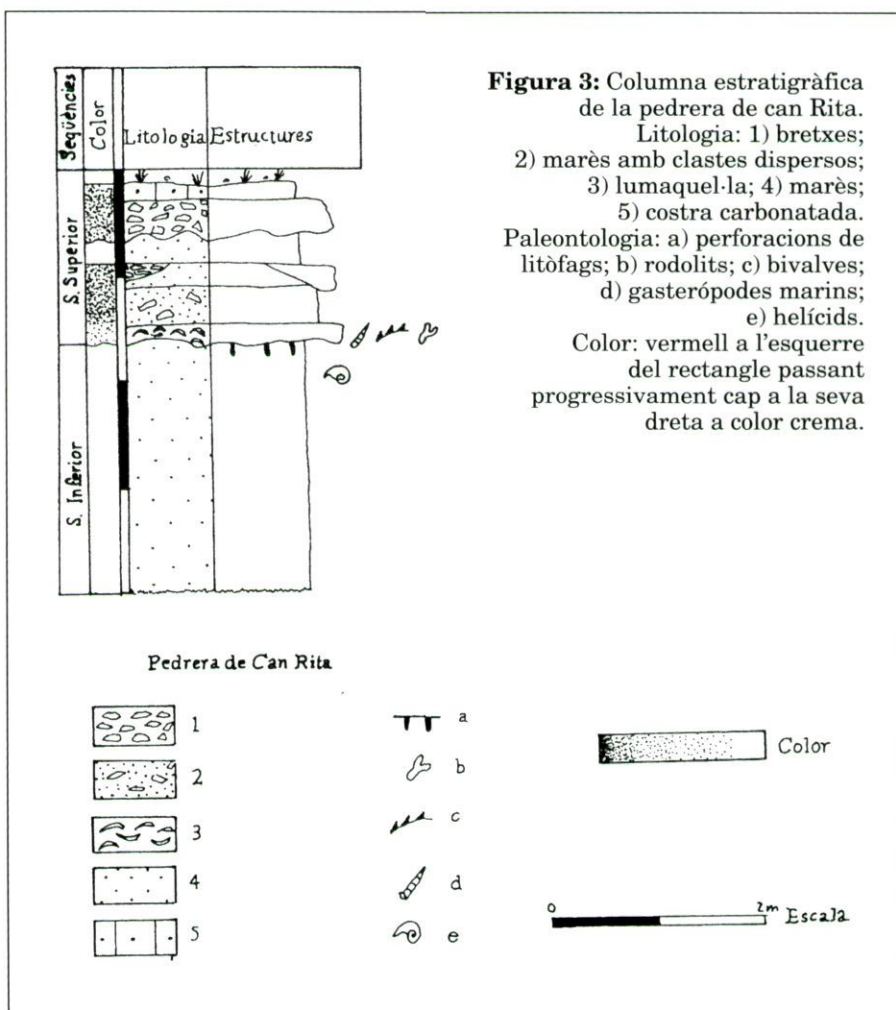
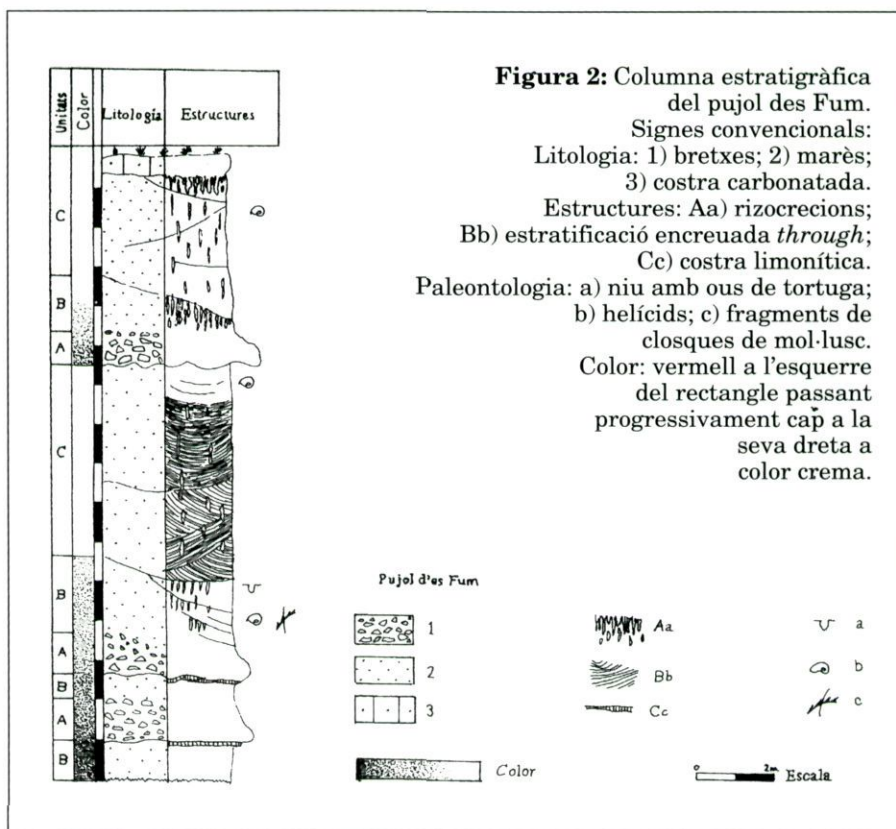
Costa et al. (1985) atribueixen al miocè els materials de la pedrera de can Rita. El cimall del paleorrelleu aflora, segons Rangheard (1970), uns metres més al S de la benzineria i li atribueix una edat miocènica. Per això, la seqüència inferior es pot incloure dintre del miocè, considerada, a més, la seva analogia amb els materials miocènics de l'illa que han pogut ser datats.

El tall de Sant Ferran de ses Roques, descrit per primer cop per Butzer i Cuerda (1962), i recollit per Cuerda (1975, 1984, 1989), ofereix una posició geogràfica i geològica molt similar al de la pedrera de can Rita. Aquests autors atribueixen al miocè la base calcària on es recolzen les formacions quaternàries. La seqüència superior, situada a una alçària sobre el nivell del mar d'uns 50 m, pertany al pleistocè. El contingut paleontològic de la lumaquel·la és banal i no permet atribuir-li una edat segura. Seria sicilià II, per analogia amb la lumaquel·la existent al tall de Sant Ferran de ses Roques?

3.- Conclusions

A Formentera sembla faltar el pliocè; si existeix, no ha pogut ser demostrada paleontològicament la seva existència fins ara. També semblen faltar afloraments de terrenys que continguin faunes fredes quaternàries.

Els diversos materials que componen Formentera i que s'atribueixen al miocè i al quaternari, foren sedimentats en ambients transicionals marins i terrestres, els quals es van repetint al llarg del temps, formant seqüències de major o menor entitat, separades per períodes erosius més o menys llargs. L'oscil·lació del nivell del mar, el clima (gran influència del vent i menor de les precipitacions) i la vegetació són les claus que dominen l'ambient sedimentari.



Els materials de la seqüència inferior de la pedrera de can Rita indiquen un ambient sedimentari situat per damunt del nivell del mar (presenten gasteròpodes terrestres), segurament d'origen eòlic. Malauradament, els helícids es presenten en forma de motlles; els caràcters que presenten no són suficients per erigir un nou tàxon a nivell genèric i específic, acció que es posposa fins a trobar especimens que presentin closca.

Chamelea cfr. *cothurnix* (Dujardin) procedent del miocè del penya-segat de la cova de s'Aigua s'esmenta per primer cop a Formentera.

Agraïm al Dr. Sebastià Calzada, Director del Museu Geològic del Seminari de Barcelona, la lectura crítica del manuscrit. ■

BIBLIOGRAFIA

- BREBION, PH.; CHEVALIER, J.P.; COLOM, G.; LECOINTRE, G. i RANGHEARD, Y. (1968): "Sur le tortonien de Formentera et d'Ibiza. (Baléares, Espagne)". *Comptes-Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*. 7^o Ser. 10: 152-153. Paris.
- BUTZER, K.W. i CUERDA, J. (1962): "Nuevos yacimientos marinos cuaternarios de las Baleares". *Notas y Comunicaciones Instituto Geológico y Minero de España*, 67: 25-70. Madrid.
- COLOM, G. (1957): *Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su flora y de su fauna*. Estudio General Luliano. 568 pp. Palma de Mallorca.
- COLOM, G. (1962): "Sur l'approuvissement de la faune baléaire. Le cas des *Rossmässleria* de l'île de Formentera". *Comptes Rendus Sommaires Seances Société de Biogéographie*, 39: 49-52. Paris.
- COSTA TALENS, M.; CUERDA BARCELÓ, J. i ROSSELLÓ VERGER, V.M. (1985): "Formentera i els Estanyans. Panorama Geoecològic des del quaternari". *Cuadernos de Geografía* 37: 75-96. Valencia.
- CUERDA, J. (1975): *Los Tiempos Cuaternarios en Baleares*. Diputación Provincial de Baleares. 303 pp. Palma de Mallorca.
- CUERDA, J. (1984): "A contribution to the Knowledge of Pleistocene coastal profiles in the Pityusic Islands". *Biogeography and ecology of the Pityusic Islands*. pp. 105-108. La Hague.
- CUERDA, J. (1987): *Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno Balear*. Caja de Baleares "Sa Nostra". 420 pp. Palma de Mallorca.
- CUERDA, J. (1989): *Los Tiempos Cuaternarios en Baleares*. Conselleria de Cultura del Govern Balear. 310 pp. Palma de Mallorca.
- ESCANDELL, B. i COLOM, G. (1960): "Notas sobre el empobrecimiento de la fauna balear. La *Rossmässleria* de Formentera". *Boletín Sociedad de Historia Natural de las Baleares* 6: pp. 31-33. Palma de Mallorca.
- FILELLA, E.; GASSER, Z.; GARCIA PORTA, J. i FERRER, J.A. (1996): "Sobre el hallazgo en el Pleistoceno de Formentera (Islas Pitiusas, Archipiélago Balear) de una puesta fósil de tortuga terrestre. Datos Preliminares". *Livro de Resumos. Herpetologia, IV Congresso Luso Espanhol*, p. 89, P58. Porto.
- FORNOS, J.J. i POMAR, L. (1992): "La Serralada Bètica. S-4: L'estructuració bético-balear a partir del Miocè Superior". A la p. 274 d'*Història Natural dels Països Catalans*. Geologia II. Coordinada per GUIMERA, J.J. Enciclopèdia Catalana. Barcelona, 1992.
- GASSER, Z. i FERRER, J.A. (1997): *Nous jaciments paleontològics del Miocè i Quaternari de Formentera (Illes Pitiuses, Mediterrani Occidental)*. *Butlletí de Societat d'Història Natural de les Balears*, 40. Palma de Mallorca.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1972): Mapa Geológico de España. Síntesis de la Cartografía Existente 1:200.000. Hoja nº 65, Ibiza-Formentera. Madrid.
- NOLAN, M.H. (1895): "Structure Géologique d'ensemble de l'archipel Baléaire". *Bulletin de la Société Géologique de France*. 3^a serie, 23: 76-91. Paris.
- PAUL, C.R. i ALTABA, C.R. (1992): "Els Moluscs terrestres fòssils de les Illes Pitiuses". *Butlletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 35. Palma de Mallorca.
- RANGHEARD, Y. (1970): Mapa Geológico de España 1:50.000. Hojas 824-849 y 825-850. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- RANGHEARD, Y. (1971): *Étude géologique des îles d'Ibiza et Formentera (Baléares)*. Memorias del Instituto Geológico y Minero de España. 340 pp. Madrid.
- RANGHEARD, Y. (1984): "The geological history of Eivissa and Formentera". *Biogeography and ecology of the Pityusic Islands*. Dr. W. Junk Publishers. pp. 25-104. La Hague.
- RANGHEARD, Y. (1985): "La història geològica d'Eivissa i Formentera". *Estudis Baleàrics*. Any 5, nº 16, pp. 13-64. Palma de Mallorca.
- RIBA, O.; BOLÒS, O.; PANAREDA, J.M.^a; NUET, J. i GOSÀLBEZ, J. (1979): *Geografía Física dels Països Catalans*. Edit. Ketres. 2^a edició, 226 pp. Barcelona.
- SANJAUME, E.; FUMANAL, M.P. i PÉREZ, A. (1958): "El Litoral Pleistoceno de Formentera". *Actas de la Reunión del Cuaternario Ibérico*. pp. 419-434. Lisboa.
- SIMO, J. (1982): *El Mioceno terminal de Ibiza y Formentera*. Tesina de llicenciatura inèdita. 165 pp. Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona.
- SOLÉ SABARIS, L. (1962): "Le Quaternaire marin des Baléares et ses rapports avec les côtes méditerranéennes de la Péninsule Ibérique". *Quaternaria*, 6: 309-342. Roma.
- THOS i CODINA, S. (1876): "Notas acerca de la constitución geológica de las islas de Ibiza y Formentera". *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 3: 363-376. Madrid.
- VICENS, D.; GARCIA, F. i CUERDA, J. (1992): "El Quaternari marí del Torrent Fondo (Formentera, illes Pitiuses)". *Butlletí de la Societat Històrica Natural de les Balears*, 35: 61-66. Palma de Mallorca.
- VIDAL, L.M. i MOLINA, E. (1880): "Reseña Física y Geológica de las Islas de Ibiza y Formentera". *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 7: 67-113. Madrid.
- VILÀ VALENTÍ, J. (1953): "Ibiza y Formentera, islas de la sal". *Estudios Geográficos*, 50: 363-408. Madrid.
- WENZ, W. (1959): *Gastropoda. Teil 2: Euthyneura*. Continuat per T. Zilch. 834 pp., 2515 figs. Gebüder Borntraeger. Berlín.