

### III. ESTRUCTURA GEOLÒGICA

F. SÀBAT, P. SANTANACH i J. M. CASAS

SÀBAT, F., SANTANACH, P. & CASAS, J.M. 1993: "Estructura geològica", in ALCOVER, J.A., BALLESTEROS, E. & FORNÓS, J.J. (Eds.): *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*, CSIC-Edit. Moll. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears 2: 61-78. L'illa de Cabrera, situada al sud de Mallorca, és la continuació de les Serres de Llevant i hi té grans similituds geològiques. La sèrie estratigràfica s'inicia amb les fàcies keuper del Triàsic. El Juràssic inferior és representat per fàcies de plataforma marina i la resta del Juràssic i Cretaci inferior són enregistrats per una sedimentació marina corresponent a ambients de talús, amb olistòlits i olistostromes, i conca. Després d'una llacuna estratigràfica important, la sedimentació es reprèn amb fàcies litorals de l'Eocè mitjà i superior. Novament hi ha interrupcions importants del registre sedimentari i només es troben uns pocs sediments del Miocè superior i del Quaternari. L'estructura de Cabrera ve determinada per l'existència de falles normals, encavalcaments i uns pocs plects. Algunes falles normals són juràssiques i s'han desenvolupat sincrònicament amb la sedimentació de les fàcies de talús; només es descriuen les existents entre el Cap des Morobutí i la Cova Blava, però de ben segur que algunes falles normals d'altres llocs de Cabrera tenen el mateix origen. D'altres falles normals tallen les roques eocenes i per tant hi són posteriors; se suggereix que aquestes podrien ser tardimiocenes o pliocenes. Si bé les falles normals són les estructures més evidents de Cabrera, considerem que els encavalcaments juguen un paper determinant. L'existència dels encavalcaments d'Es Penyal Blanc, d'Es Burrí i del Clot del Guix suggereixen dividir Cabrera en dues unitats estructurals diferents. La unitat inferior és la més gran i està constituïda per la sèrie estratigràfica sencera. La unitat superior ocupa les parts altes de l'illa i només està constituïda per roques de la fàcies de plataforma del Juràssic inferior.

**GEOLOGIC STRUCTURE.** The Cabrera Island is located South of Mallorca and has many geologic similarities with the Serres de Llevant. The older rocks in Cabrera belongs to Triassic (Keuper facies). They are folowed by Early Jurassic marine shelf rocks, Middle and Late Jurassic marly limestones of submarine talus facies, and Lower Cretaceous basin marls. Big stratigraphic gaps exist and Cenozoic sedimentary record is discontinuous; it includes Eocene litoral calcarenites, and Upper Miocene and Quaternary sediments. Normal faults are the more conspicuous structures of Cabrera Island. A conjugated normal fault system Middle and Late Jurassic in age has been described between the Cap des Morobutí and the Cova Blava. Syngenetic faults other then those probably exist in other localities in Cabrera. Another set of normal faults cut Eocene rocks, thus they are post-Eocene in age. It is suggested they could be Latemost Miocene and Pliocene in age. Thrust faults play a major role in the structure of Cabrera Island. Es Penyal Blanc, Es Burrí and the Clot des Guix thrusts are clearly exposed, they suggest the existence of two different structural units. The lower one is the biggest and consists of the complete stratigraphic sequence. The upper one outcrops in the higher parts of the island and only consists of Early Jurassic shelf rocks.

## INTRODUCCIÓ

L'illa de Cabrera és situada al sud de Mallorca i es presenta com un relleu emergit, continuació meridional de les Serres de Llevant de Mallorca. La geologia de Cabrera té grans semblances amb la de les Serres de Llevant: la sèrie estratigràfica i l'estructura de les dues àrees són molt similars i ambdues es poden considerar pertanyents al domini subbètic de la Serralada Bètica.

La costa de Cabrera, escarpada i retallada, ofereix uns afloraments de gran qualitat que proporcionen unes condicions òptimes per a l'estudi de la geologia, a diferència de les Serres de Llevant on les condicions d'aflorament són molt menys favorables. Això fa que molts fenòmens geològics siguin molt més clars a Cabrera que no pas a Mallorca i converteix aquesta petita illa del sud de Mallorca en un punt de gran interès. Per contra, el registre sedimentari del Miocè inferior i mitjà, que tan important és per entendre els processos compressius de Mallorca i la seva edat, és inexistent a Cabrera.

Aquest article és una recopilació de SABAT & SANTANACH (1984 i 1985) i es basa en el treball de camp fet entre els anys 1983 i 1985.

## ELS MATERIALS

Els materials més antics que afloren a Cabrera són les argiles amb guixos de fàcies keuper del Triàsic, les quals només afloren puntualment a la base d'algunes unitats encavalcants. GÓMEZ LLUECA (1920) fou qui primer estudià els materials mesozoics de Cabrera. Recentment se n'han ocupat POMAR (1976), COLOM (1980) i ARBONA et al. (1984). Aquests últims autors hi distingeixen dues grans unitats estratigràfiques: una d'inferior, que anomenarem sèrie de plataforma, i una altra de superior, que anomenarem sèrie pelàgica (Fig. 1).

La sèrie de plataforma és constituïda per dolomies i calcàries del Lias que corresponen a ambients de plataforma, d'on, el nom de la unitat estratigràfica. La base no aflora enlloc i el sostre ve marcat per una encrinita del Carixià, damunt de la qual hi ha un fons endurit (*hard-ground*). La potència visible de la sèrie de plataforma és d'uns 240 m. La relació estratigràfica entre les calcàries i les dolomies no és del tot clara ja que generalment el contacte entre aquestes dues litologies és per falla. A les Serres de Llevant les dolomies (unitats litoestratigràfiques P1 i P2 de FORNÓS et al. 1984 a) estan sempre davall les calcàries (unitat P3 dels autors citats) i sembla lògic pensar que a Cabrera passa el mateix (vegeu també ALVARO et al. 1989).

La sèrie pelàgica és constituïda per calcàries noduloses i per una alternança de calcàries margoses i margues, que corresponen a un ambient pelàgic. Localment és discordant sobre la sèrie de plataforma. Entre els materials pelàgics descrits hi ha intercalacions de material procedent de la plataforma (olistòlits, olistostromes, turbidites). L'edat d'aquesta sèrie pelàgica queda compresa entre el Bajocià i el Neocomià. La seva potència és superior als 160 m.

Els terrenys de l'Eocè es disposen directament sobre els del Neocomià; així doncs, hi ha una llacuna estratigràfica que comprèn el Cretaci superior, el Paleocè i, com veurem a continuació, una part de l'Eocè. L'Eocè de Cabrera és

constituït per calcarenites i lutites que corresponen a un ambient de plataforma soma. Els primers autors que se n'ocuparen foren HERMITE (1879), NOLAN (1897) i GÓMEZ LLUECA (1929). Recentment, LÓPEZ & SERRA (1979) han descrit, amb detall, els afloraments de la part meridional de l'illa. Basant-se en nummulits, aquests autors mostren l'existència de materials del Lutecià superior i del Biarritzia en una sèrie d'uns 80 m de potència. A la península septentrional, hi hem observat una sèrie d'uns 100 m formada per les mateixes litofàcies, amb un contingut faunístic similar.

Al Nord de l'illa, a la Punta de sa Corrent, FORNÓS et al. (1984 b) hi han descrit materials del Miocè superior discordants damunt dels terrenys mesozoics. Hi ha, doncs, una altra llacuna estratigràfica que comprèn l'Eocè superior, l'Oligocè i el Miocè inferior i mitjà.

## EL MAPA GEOLÒGIC

S'hi han diferenciat nou nivells estratigràfics (Fig. 2, vegeu mapa geològic annex). El més antic, tal com ja s'ha indicat a l'apartat de materials, és la fàcies keuper del Triàsic (Tk) que només aflora en el

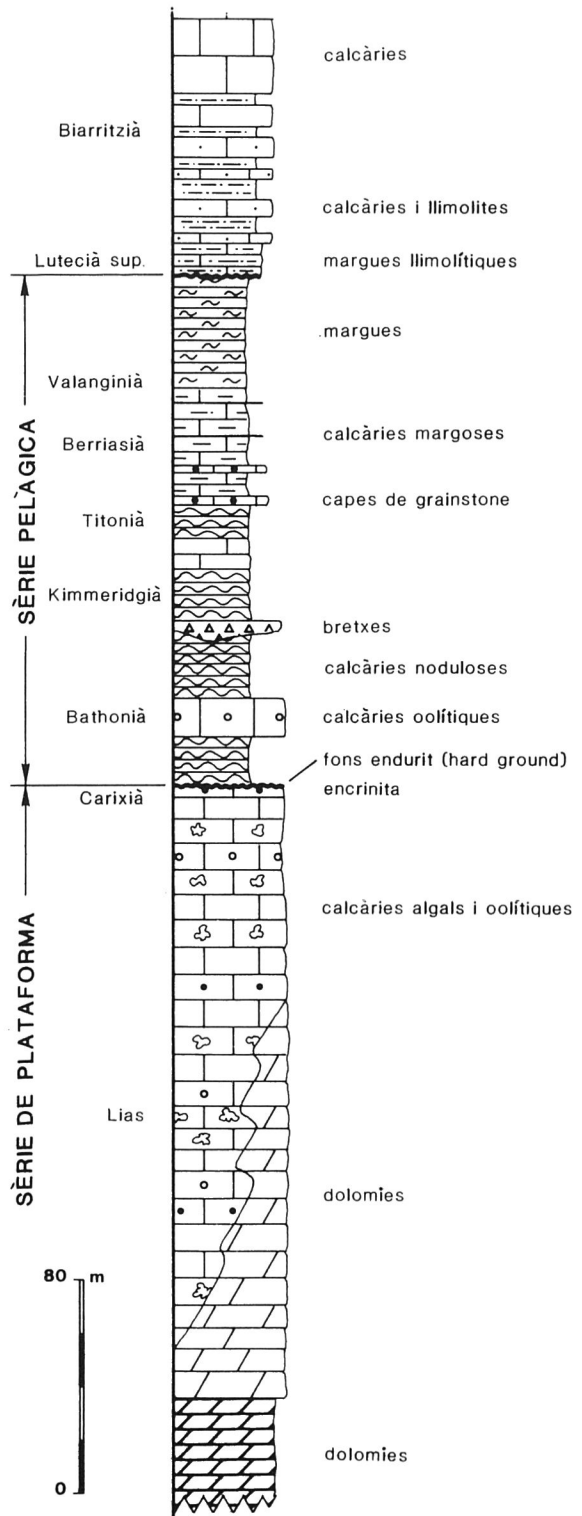


Fig. 1. Columna estratigràfica sintètica de l'illa de Cabrera (SÀBAT i SANTANACH, 1985).

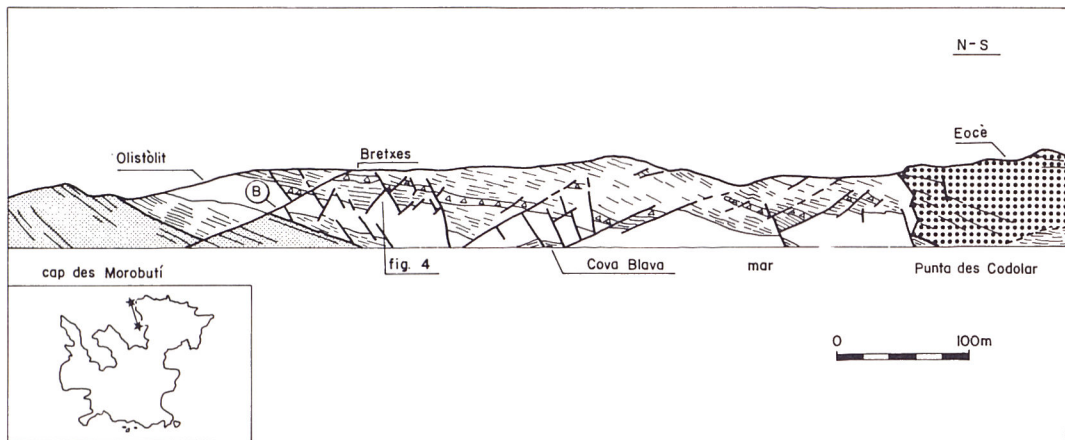


Fig. 3. Penya-segat entre el Cap des Morobutí i la Punta des Codolar. Hi destaca el sistema de falles normals conjugades que tallen la sèrie mesozoica. Esquema realitzat a partir d'un muntatge fotogràfic. Els materials de plataforma han estat marcats amb puntejat fi (SÀBAT I SANTANACH, 1984)

Clot des Guix i en un petit sector del bloc superior de l'encavalcament d'Es Burri. A la sèrie de plataforma marina d'aigües somes d'edat liàsica s'han diferenciat les dolomies (L1) i les calcàries (L2). Aquestes roques constitueixen la major part de Cabrera; són roques dures, resistents a l'erosió, que formen tots els caps de l'illa: Cap Xoriguer, Cap des Morobutí, Cap Ventós, Cap de sa Carabassa, Punta de ses Bledes, Cap Falcó, Punta de Na Picamosques i Cap Llebeig. El sostre de la plataforma ve remarcat per un "hard ground" (G) ben desenvolupat, que en general és força visible allà on les condicions d'aflorament són favorables. Els punts on millor es pot observar aquest nivell són la punta situada al SW del Cap Xoriguer i el Cap des Morobutí. La sèrie pelàgica (P) està constituïda fonamentalment per margues i margo-calcàries del Dogger, Malm i Cretaci inferior. Com que són materials tous i fàcilment erosionables, ocupen zones topogràficament deprimides, tals com l'istme entre Cala En Ganduf i el Codolar des Burri o l'àmplia àrea de l'interior de l'illa abocada a Els Estells.

A la sèrie pelàgica hi ha intercalades masses de calcàries de plataforma que han estat interpretades com olistòlits (O) (SÀBAT & SANTANACH, 1984) a partir d'observacions realitzades al Cap des Morobutí, el Cap Xoriguer i a la costa sud de l'illa. Els olistòlits es disposen formant un nivell força continu, la gran continuïtat d'aquest nivell, però, fa difícil l'acceptació de la hipòtesi dels olistòlits. Una baixada relativa del nivell del mar i la reinstauració d'un ambient de plataforma marina soma també podria explicar la intercalació d'un nivell continu de calcàries de plataforma a la sèrie pelàgica. Així doncs, si bé molts dels cossos representats en el mapa com a olistòlits no ofereixen dubtes sobre el seu origen, d'altres podrien ser explicats d'acord amb alguna hipòtesi alternativa. Aquest és un aspecte de la geologia de Cabrera que caldria treballar més àmpliament en el futur.

Els materials de l'Eocè (E) formen una part petita del volum de Cabrera; malgrat tot n'ocupen una extensió notable. Els afloraments més extensos se situen a la península septentrional i a la part interna d'Es Port. A Cabrera no hi ha dipòsits sintectònics del Miocè i només es coneixen dos petits afloraments



Fig. 4. Falles normals conjugades situades entre el Cap des Morobutí i la Cova Blava. A la part esquerra de la imatge s'aprecia, de la base cap al sostre: Olistòlit constituït per calcàries massives de plataforma, trams pelàgics ben estratificats, nivell olistostròmic amb base erosiva i, novament, nivells pelàgics.

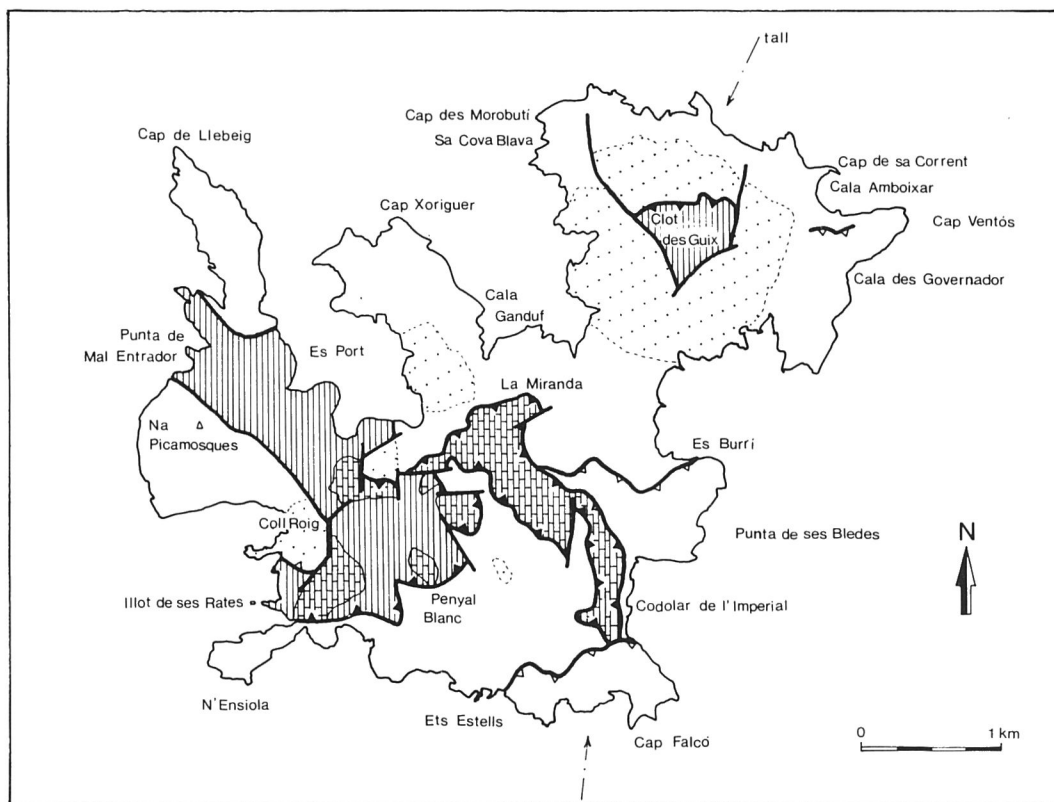


Fig. 5. Esquema estructural de l'illa de Cabrera. Unitat inferior: en blanc els materials mesozoics i puntejat, els eocens. Unitat estructural superior: ratllat, dolomies i bretxes dolomítiques; enrajolat, calcàries oolítiques i algals (SABAT i SANTANACH, 1985).

de Miocè posttectònic (M), situats a prop de la Cala Emboixar. El Quaternari (Q) només s'ha representat allà on n'hi ha guixos importants. L'àrea de més extensió se situa a l'àmplia vall que desemboca a la badia d'Es Port. A la part nord de la península septentrional –que és on creix una cobertura vegetal més desenvolupada– també hi ha extensions considerables de Quaternari, algunes de les quals no s'han representat al mapa, ja que els seus guixos són poc importants.

L'illa de Cabrera està travessada per un conjunt de falles que formen una xarxa que separa i desnivella blocs de diferents dimensions. Moltes d'aquestes falles tenen un cabussament fort i la majoria són falles normals. Algunes, però, tenen cabussaments més moderats i col·loquen roques antigues damunt de roques modernes i, per tant, cal considerar-les encavalcaments. Els encavalcaments més clars i espectaculars són el d'Es Burrí, que es pot seguir des d'Es Burrí fins al Quaternari d'Es Port, i el del Penyal Blanc. Tots dos situen roques de la sèrie liàsica de plataforma al damunt de roques de la sèrie pelàgica. També és molt clar, encara que la seva expressió en el paisatge no és tan evident, l'encavalcament que col·loca les dolomies del Lias i els guixos del keuper del Clot des Guix al damunt de les roques eocenes que afloren immediatament al nord.

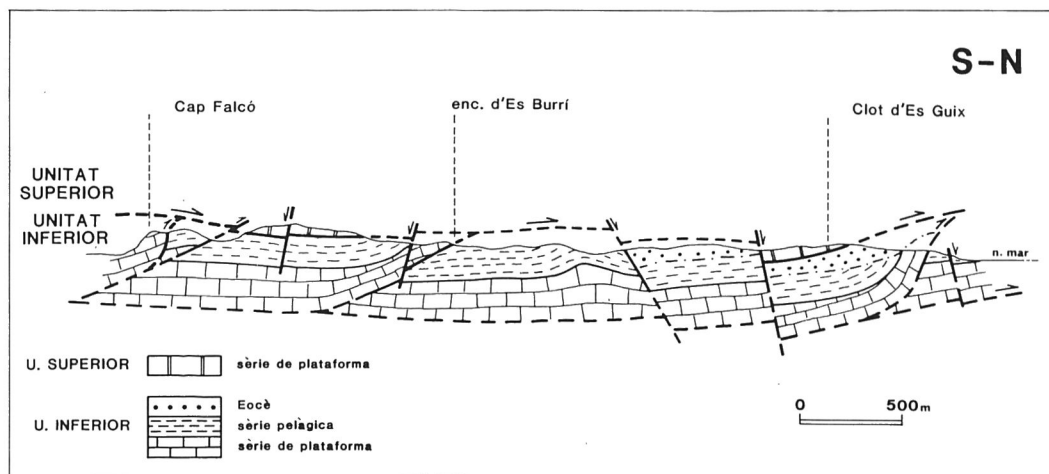


Fig. 6. Secció esquemàtica que il·lustra les principals característiques geomètriques del sistema d'encavalcaments de Cabrera. Vegeu la situació a la Fig. 5 (modificat a partir de SÀBAT i SANTANACH, 1985)

## TECTÒNICA EXTENSIVA MESOZOICA

A partir del Retià tot l'àmbit de la Mediterrània occidental fou ocupat per una plataforma carbonàtica soma de gran extensió. Durant el Lias aquesta plataforma es va fracturar i es desmembrà; la fracturació de la plataforma és un fet general a tot el Mediterrani, però la seva edat varia des de l'Hettangià fins al Domerià, segons les regions (BERNOUILLI & JENKINS, 1974). La ruptura de la plataforma ve marcada pel canvi bruscat d'una sedimentació de plataforma a una de pelàgica. Aquest fet, que ja fou posat de manifest per COLOM (1980), ha estat precisat recentment (ARBONA et al., 1984). Segons aquests autors els ammonits més moderns inclosos a les calcàries de plataforma són del Carixià mitjà i els més antics recollits en el fons endurit, i per tant posteriors a la ruptura, són del Carixià superior i de la base del Domerià.

A l'illa de Cabrera, a més del canvi bruscat del tipus de sedimentació, conseqüència de la ruptura de la plataforma i de l'enfonsament d'aquest compartiment, s'observen diverses estructures que poden ésser atribuïdes a la tectònica extensiva intrajuràssica: discordança de la sèrie pelàgica sobre la sèrie de plataforma, olistòlits i olistostromes, i falles normals sinsedimentàries. Totes aquestes estructures han estat descrites a SÀBAT & SANTANACH (1984) i aquí només farem referència a les falles normals sinsedimentàries.

Algunes de les característiques de les falles normals visibles als penya-segats de les costes de Cabrera indueixen a pensar que la seva formació és deguda a l'extensió juràssica.

a) Les falles es disposen en un sistema conjugat, simètric respecte de l'estratificació, que respon a una extensió paral·lela a l'estratificació. Aquesta disposició es manté allà on les capes estan basculades. D'altra banda aquestes falles són tallades per d'altres falles normals posteriors (probablement postmiocenes) relacionades amb una extensió horitzontal, però ja obliqua respecte de l'es-



Fig. 7. Vista parcial de l'encavalcament d'Es Burrí des del N. Les calcàries del Lias situades a l'esquerra encavalquen damunt de les margocalcàries del Cretaci, de la part dreta de la imatge.

tratificació. Així doncs, com a mínim, hi ha falles relacionades amb una extensió anterior al basculament de les capes. Al penya-segat entre el Cap des Morobutí i la Punta des Codolar hom pot observar clarament la disposició general de les falles conjugades i la seva relació amb l'estratificació (Fig. 3 i Fig. 4). Aquesta cabussa entre  $15$  i  $30^\circ$  cap al sud i és bisectriu de l'angle diedre obtús format per les dues famílies de falles. Les falles que cabussen vers el nord tenen un salt superior al de les falles de l'altra família; així, doncs, el basculament de l'estratificació està estretament relacionat amb el moviment de les falles conjugades. A més, el contacte entre el Mesozoic i l'Eocè es fa mitjançant un sistema de falles normals conjugades de disposició i característiques diferents que les de les falles que només es troben en el Juràssic. Per exemple, en el contacte Mesozoic-Eocè, les dues famílies de falles presenten cabussaments semblants i les que cabussen cap al sud tenen salts superiors als de les que cabussen cap al nord.

b) En els materials de la sèrie pelàgica hi ha petites discordances internes, que si bé en alguns casos poden correspondre a l'ompliment de cicatrius de slump, en qualsevol cas fossilitzen diferents estadis del basculament de les capes que hauria provocat els slumps esmentats. Si almenys una part del basculament és, doncs, juràssic, i si aquest és genèticament lligat amb les falles descrites a l'apartat anterior, les falles haurien d'esser juràssiques. De fet alguna falla mètrica d'aquest sistema acaba contra alguna discordança interna de la sèrie juràssi-



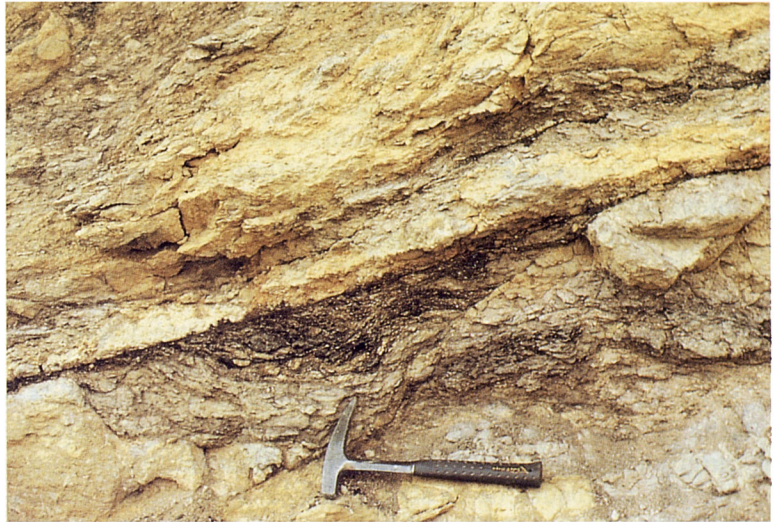


Fig. 8. Prop del Caló des Macs (península septentrional). Encavalcament en els materials margosos de l'Eocè que pinça nivells amb carbó.

ca. Això semblaria confirmar l'edat juràssica de les falles, però donada la mida d'aquestes falles, i per tant del seu salt, cal no sobrevalorar aquest fet.

c) Algunes falles decamètriques que provoquen desplaçaments considerables de la base dels olistòlits s'acaben de sobte en el seu interior, en zones més o menys bretxoses. D'altres desplacen bastants metres la base del nivell de bretxes olistostròmiques i amb prou feines desplacen el seu límit superior. Algunes fins i tot causen salts notoris del fons endurit i, en canvi, gairebé no afecten l'olistòlit que hi ha a la part baixa de la sèrie pelàgica. Aquests fets parlen a favor d'un caràcter sinsedimentari de les falles.

Al nord de la Cova Blava hi ha un bon exemple de falla que afecta amb un desplaçament notable el límit entre la sèrie de plataforma i els materials pelàgics i, en canvi, desplaça poc l'olistòlit que hi ha pocs metres per sobre, intercalat entre les calcàries noduloses (falla B a la Fig. 3).

d) A més, cal indicar que sobre algunes d'aquestes falles hi han estat observades també estries horitzontals, tot i que presenten una disposició típica de falles normals conjugades coherents amb una extensió horitzontal. Això indica que, posteriorment a la seva formació aquestes falles han estat sotmeses a altres camps d'esforços; les estries horitzontals suggereixen que aquests camps d'esforços se situarien en règims compressius o direccionals, l'edat dels quals probablement seria miocena.

## TECTÒNICA COMPRESSIVA CENOZOICA

Durant l'Oligocè terminal i el Miocè inferior i mitjà, les illes Balears van estar sotmeses a un règim tectònic compressiu que va originar un sistema d'encavalcaments que constitueix un dels trets geològics fonamentals de les Serres de Tramuntana i de Llevant de Mallorca. A Cabrera, potser a causa de les reduïdes dimensions de l'illa, aquesta tectònica compressiva no es manifesta tan

clarament. Malgrat tot la disposició dels encavalcaments, fàcilment identificables sobre el terreny o interpretables, suggereix l'existència de dues unitats estructurals (Fig. 5): la unitat inferior que, tot i ser probablement al·lòctona, constitueix l'autòcton relatiu i aflora gairebé tot al llarg de la costa; i la unitat superior que reposa sobre l'anterior i es localitza preferentment a les parts altes de l'illa. En el marc d'aquesta estructura d'encavalcaments, les capes presenten cabussaments majoritàriament suaus i els plecs només es troben localment.

El contacte entre les dues unitats estructurals és un encavalcament subhoritzontal (Fig. 6). Això no obstant, en certs sectors, ambdues unitats es troben secundàriament en contacte mitjançant falles més verticals de significació diversa. L'encavalcament basal de la unitat superior està format per falles subhoritzontals, damunt les quals hi ha els terrenys més antics de Cabrera i davall, d'altres més moderns. Aquest encavalcament és clarament observable en diversos indrets de l'illa. Des de la cala de N'Ensiola fins més al nord d'Es Penyal Blanc es pot seguir perfectament la traça d'aquest encavalcament que situa roques del Lias damunt de roques de la sèrie pelàgica; el contacte cabussa entre 15 i 20° cap al NW, fet que queda ben reflectit en la forma del seu traçat. Al nord del Clot des Guix, les dolomies del Lias estan situades al damunt de les calcarenites de l'Eocè mitjançant un coixí d'argiles i guixos del Keuper. Localment la superfície d'aquest encavalcament és horitzontal, però en conjunt cabussa suaument cap al sud. Per l'est i l'oest, tant l'encavalcament com les dolomies que suporta, queden limitats per falles subverticals. L'encavalcament basal de la unitat superior també és observable entre La Miranda i les cotes que dominen el Codolar de L'Imperial. Igual que en d'altres sectors de l'illa, col·loca roques del Lias al damunt de roques de la sèrie pelàgica i, localment, involucra materials del keuper.

Tal com ja ha estat apuntat, l'encavalcament basal de la unitat superior és tallat per falles més redreçades. Entre aquestes n'hi ha que són normals, d'altres són de direcció, i fins i tot n'hi ha d'inverses; no totes però, han pogut ésser ben caracteritzades. La falla que s'estén des d'Els Estells fins al Codolar de L'Imperial—falla de Cap Falcó—és inversa; cabussa uns 40° vers el SSE i col·loca roques del Lias i Dogger damunt de materials del Cretaci. Talla l'encavalcament basal de la unitat superior.

La falla que limita pel SE la klippe del Clot des Guix pot ser normal o inversa, però en qualsevol cas talla i és posterior a l'encavalcament basal de la unitat superior. La falla del Puig de Na Picamosques, que se segueix cap al Coll Roig, tampoc té un caràcter clar: si fos inversa (a la Fig. 5 s'ha indicat com a tal) caldria interpretar-la com l'encavalcament basal de la unitat superior; i probablement correspondria a una falla tardana en cas que fos normal. En tots dos casos, però, aquesta falla posa en contacte les unitats superior i inferior.

La unitat estructural inferior ocupa la major part de l'illa. Aquesta unitat és constituïda per les dolomies i calcàries de plataforma, les calcàries noduloses i margoses de la sèrie pelàgica i les calcàries detrítiques de l'Eocè. Les dolomies afloren només al Cap de Llebeig i al Cap Falcó. Les calcàries de plataforma afloren àmpliament al mateix Cap de Llebeig, a Na Picamosques, a la Punta de ses Bledes, al Cap Ventós, al Cap des Morobutí i al Cap Xoriguer. Les roques de la sèrie pelàgica afloren a una feixa que s'estén des de la Cova Blava fins més enllà de Cala Emboixar; també ocupen l'istme situat entre Cala En Ganduf i Es

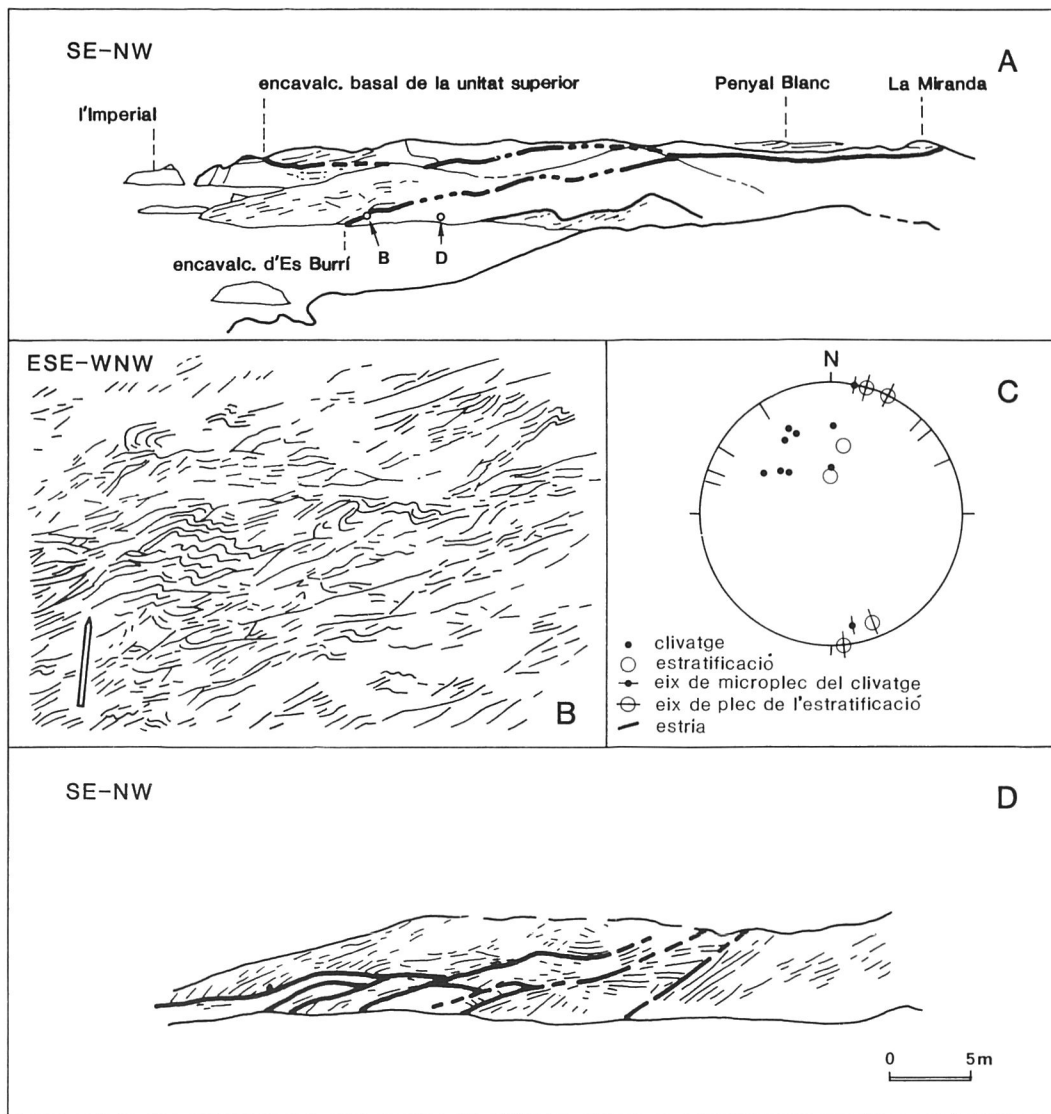


Fig. 9. Encavalcament d'Es Burri i estructures associades (esquemes dibuixats a partir de fotografies). A) Vista panoràmica des de la Cala des Governador, amb indicació de la situació dels afloraments B i D. B) Detall del clivatge plegat, pocs metres per sota de l'encavalcament. C) Estereodiagrama (hemisferi inferior) d'alguns elements estructurals associats a l'encavalcament. D) Geometria dels encavalcaments menors associats a l'encavalcament d'Es Burri, a l'interior de la sèrie pelàgica (SÀBAT I SANTANACH, 1985).

Burri, i una àmplia zona al sud de l'illa que només dona a mar enfront d'El Estells. L'Eocè ocupa una gran extensió a la península septentrional, i àrees relativament reduïdes en Es Port de Cabrera i en el Coll Roig.

A grans trets, l'estructura de la unitat inferior és constituïda per un conjunt d'escates o llentilles encavalcants vergents cap al NW (Fig. 6). Els encavalcaments d'Es Burri, de Cap Falcó i d'altres de menors enllacen l'encavalcament basal de la unitat superior i l'encavalcament que presumiblement hi deu haver



Fig. 10. Anticlinal ajagut i vergent al NW que afecta les calcàries de plataforma del Lias de l'Escala des Governador (península septentrional). Vista presa des del mar en direcció SW.

per davall del keuper de la unitat inferior (encavalcament basal d'aquesta unitat). A l'interior de les diferents escates, les capes són aproximadament horitzontals i només en pocs indrets es poden observar plects, en alguns casos clarament relacionats amb els encavalcaments. Justament aquestes estructures associades als encavalcaments han permès de determinar la vergència general de l'estructura.

L'encavalcament d'Es Burrí (Fig. 7 i Fig. 9) col·loca calcàries i dolomies del Lias damunt de materials cretacs de la sèrie pelàgica. Aquest encavalcament no talla l'encavalcament basal de la unitat estructural superior, sinó que s'hi paral·lelitzza tot enllaçant-hi en una línia d'entroncament. Just per sota de l'encavalcament, els materials de la sèrie pelàgica estan trinxats i formen una banda irregular de salbanda de falla que assoleix un gruix màxim de 80 cm. Immediatament per sota hi ha una àmplia zona amb clivatge. Es tracta d'un clivatge espaiat, fortament anastomòtic, amb microlitons lenticulars centimètrics, fracturats, amb esquerdes omplertes per calcita. A les superfícies de clivatge hi abunden les estries amb cristallitzacions de calcita. El clivatge, que a grans trets cabussa cap al SE, presenta plects asimètrics, vergents cap a l'W (Fig. 9 B i C). Si bé les estries indiquen dues direccions de lliscament segons el pla de clivatge (NW i NE), la disposició del clivatge i l'orientació dels plects, així com la seva vergència, indiquen un desplaçament de la unitat encavalcant cap al quadrant NW. A la península septentrional ha estat observada una estructura d'escates (Fig. 8) i la presència d'alguns plects força atapeïts de dimensions mètriques i

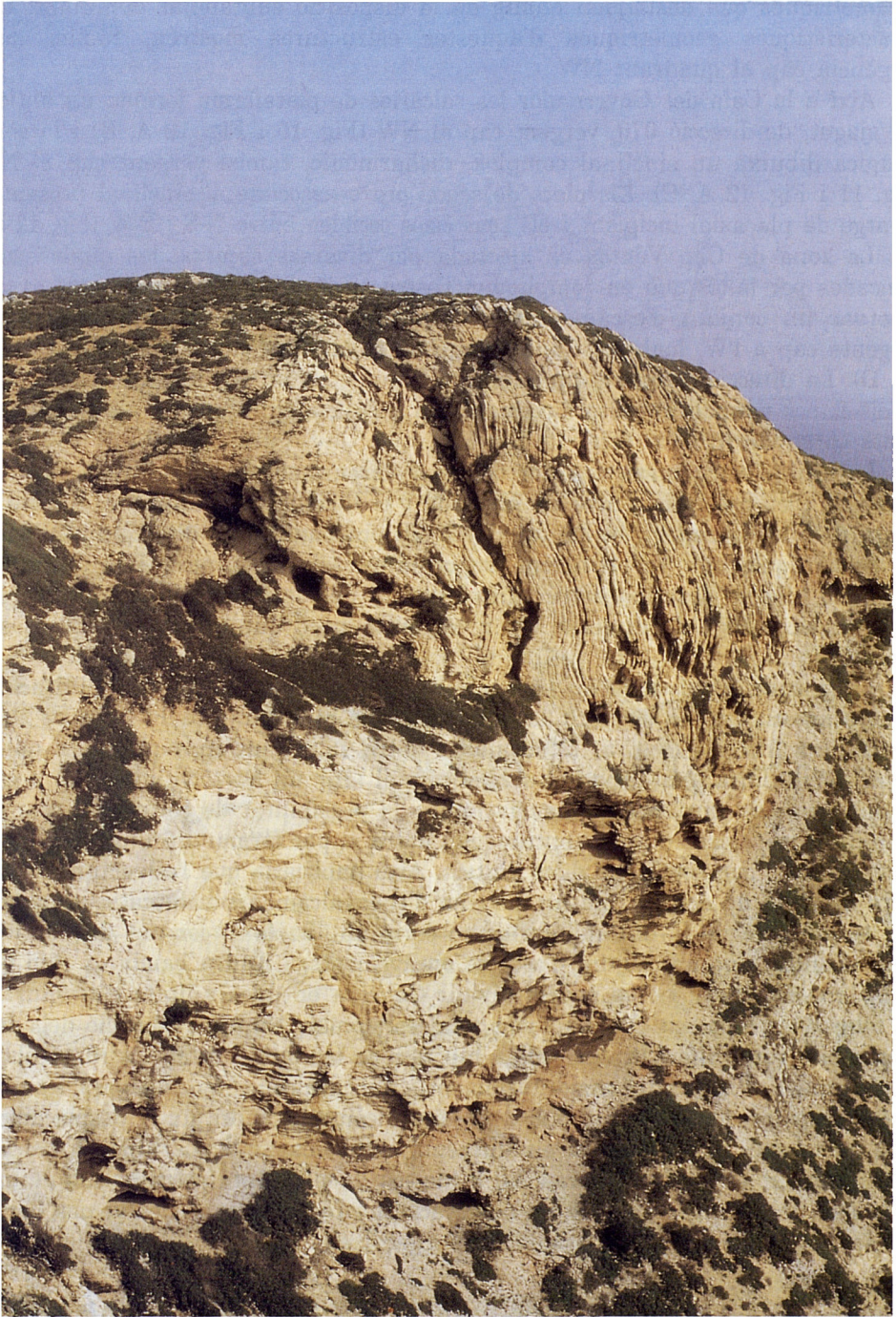


Fig. 11. Sinclinal lleugerament disharmònic i vergent cap al NW que afecta la sèrie pelàgica mesozoica de l'Escala des Governador (península septentrional). Vista presa des del SW.

decamètriques que destaquen enmig de la disposició subtabular dominant. Les característiques geomètriques d'aquestes estructures mostren, també, una vergència cap al quadrant NW.

Així a la Cala des Governador les calcàries de plataforma formen un anticlinal ajagut, de direcció 070, vergent cap al NW (Fig. 10 i Fig. 12 A, B) i la sèrie pelàgica dibuixa un sinclinal complex, disharmònic, també vergent cap al NW (Fig. 11 i Fig. 12 A, C). Els plecs de segon ordre associats al sinclinal presenten clivatge de pla axial incipient i els seus eixos oscil·len entre N-S i E-W (Fig. 12 E).

La zona de Cap Ventós és afectada per diverses escates, les quals estan trencades per falles que en compliquen l'estructura; tanmateix, localment es pot observar un conjunt d'escates amb plecs subdecamètrics associats, fortament vergents cap a l'W, amb els flancs capgirats tallats per falles inverses (Fig. 12 A i D). La direcció d'aquests plecs és N-S. Presenten un clivatge en ventall, que en els flancs normals cabussa fortament cap a l'est, mentre que en els flancs capgirats és subhoritzontal (Fig. 12 D i E).

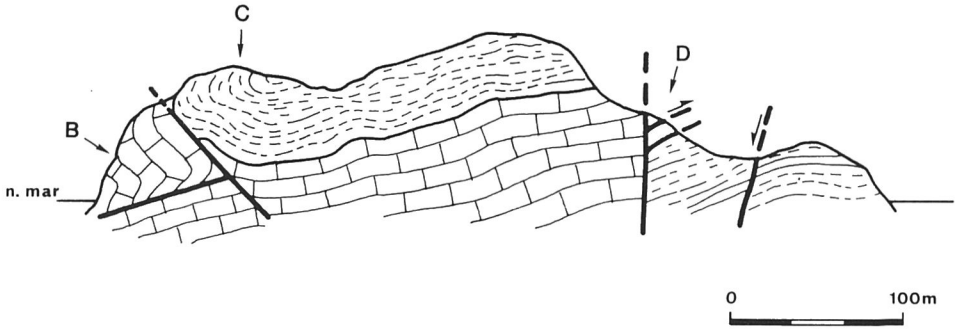
La unitat estructural superior ocupa preferentment les parts altes de l'illa. Aflora al Clot des Guix, entre La Miranda i el Codolar de L'Imperial, i entre la Punta de Mal Entrador i el Penyal Blanc. Hi predominen les dolomies i les bretxes dolomítiques que, en els turons, suporten calcàries oolítiques. A la unitat superior no hi hem observat estructures internes destacables. Només esmentarem un plec decaamètric de direcció 110 i vergència nord que hi ha a l'illot de ses Rates.

La geometria dels diversos encavalcaments descrits, alguns amb imbricacions menors associades, ha suggerit la possibilitat de considerar l'existència de dues unitats estructurals (Fig. 5) relacionades entre si per un encavalcament que a grans trets tindria una disposició subhoritzontal (Fig. 6). De totes maneres, a partir de les dades existents, hi hauria també la possibilitat de considerar que els diferents encavalcaments no s'entronquen entre si per formar un únic encavalcament superior que separi les dues unitats. Això implicaria que l'estructura de Cabrera s'hauria de definir com un sistema d'encavalcaments imbricats; en aquest cas, l'estructura de la unitat inferior no seria un "duplex" (conjunt de lletilles encavalcants), sinó un conjunt d'escates encavalcants, i d'altra banda és obvi que com a conseqüència, no es podria dividir Cabrera en dues unitats estructurals. En totes dues hipòtesis l'escurçament total és similar, però la repartició dels desplaçaments seria diferent. Així en la hipòtesi de les dues unitats estructurals el desplaçament es concentra majoritàriament a l'encavalcament que separa les dues unitats, mentre que en la hipòtesi dels encavalcaments imbricats el desplaçament total queda més repartit entre els diferents encavalcaments. La hipòtesi del sistema imbricat és més conservadora; la de les dues unitats estructurals és més arriscada, però considerem que les observacions i l'estructura de les veïnes Serres de Llevant, si bé no la demostren, la suggereixen.

Fig. 12. Plecs a la zona del Cap Ventós. A) Secció de conjunt amb indicació de la situació dels detalls B, C i D. Enrajolat: sèrie de plataforma; traços discontinus: sèrie pelàgica. B) Plec anticlinal ajagut, vergent cap al NW, a la sèrie de plataforma (Cala des Governador). C) Plec sinclinal, amb plecs menors associats, a la sèrie pelàgica (Els esquemes B i C han estat realitzats a partir de fotografies). D) Plecs amb clivatge associat, a la sèrie pelàgica, sobre la Cala Emboixar. E) Estereodiagrama d'alguns elements estructurals d'aquesta àrea (SABAT i SANTANACH, 1985).

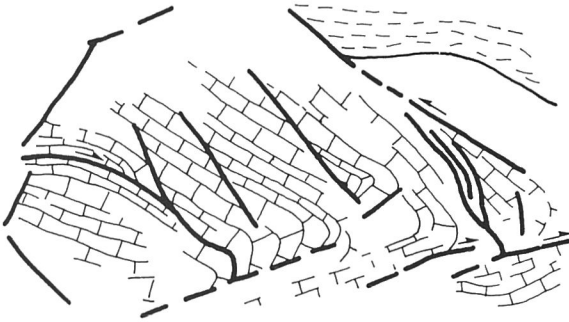
SSE-NNW

A



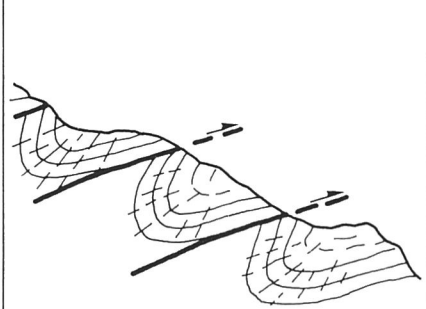
SE-NW

B



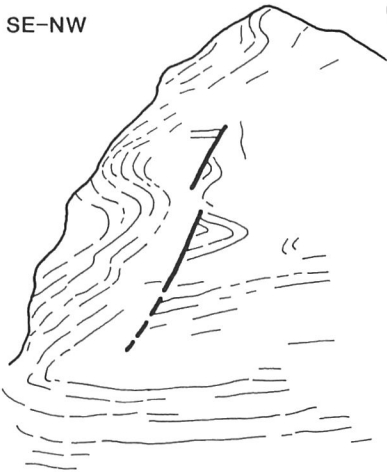
E-W

D



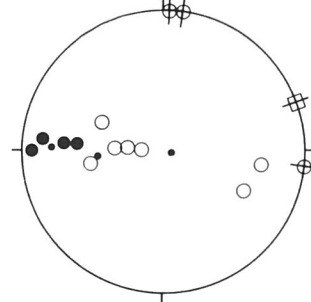
SE-NW

C



N

E



- clivatge
- estratificació
- estratificació capgirada
- ⊕ eix de plec
- ⊞ eix del plec de la figura B

## TECTÒNICA EXTENSIVA TARDANA

Tal com ja s'ha comentat anteriorment, en els penya-segats de Cabrera, es poden observar una gran quantitat de falles normals. S'ha argumentat que algunes són mesozoïques, d'altres però han de ser necessàriament cenozoïques, ja que tallen els materials eocens que sovint estan encaixats entre falles normals. LÓPEZ & SERRA (1979) descriuen un conjunt de falles normals paral·leles entre si que compartimenten l'Eocè d'Es Port. L'Eocè de la Punta des Codolar (Fig. 3), discordant damunt de les margo-calcàries del Mesozoic, també es posa en contacte lateralment amb aquests materials mitjançant un sistema de falles normals conjugades. A la costa occidental de la península septentrional, prop de L'Olla, hi ha un conjunt de petits afloraments de calcarenites de l'Eocè limitats per falles normals.

A Cabrera, l'absència de materials del Miocè dificulta enormement la datació d'aquestes falles. Tot el que es pot dir amb certesa en relació a la seva edat és que són posteriors a l'Eocè (Biarritzia) que és l'edat dels materials més moderns tallats. Es pot suggerir que les falles normals són posteriors a la tectònica compressiva ja que sembla que alguna de les falles normals talla l'encavalcament basal de la unitat superior (Fig. 6). Si fos així, probablement aquestes falles s'haurien format posteriorment al Miocè mitjà (edat de les estructures compressives més modernes a les Balears) i per tant s'haurien originat durant el Miocè superior o Pliocè, moment en què a Mallorca també es produïen una sèrie de falles normals que donaren lloc a la formació de les conques de l'interior de l'illa.

## CONCLUSIONS

A Cabrera, com a Mallorca i a la major part de la Mediterrània, durant el Lias se sedimentava un important gruix de roques carbonàtiques en un ambient de plataforma marina soma. Les calcàries del Lias formen la major part de l'illa. Aquestes roques es depositaren directament al damunt de les margues i guixos del keuper (Triàsic).

Durant el Pliensbaquià (Lias superior), concretament en el Carixià (fa uns 190 Ma), es va produir una subsidència pronunciada que va fer canviar radicalment l'ambient sedimentari de Cabrera.

D'aleshores ençà fins almenys el Cretaci inferior —entre 165 i 125 Ma— es van sedimentar margo-calcàries amb olistòlits i olistostromes en un ambient de talús submarí, que progressivament va deixar pas a la sedimentació de margues de conca.

Durant el període esmentat Cabrera estava sotmesa a un règim tectònic extensiu que va conduir a la formació d'un sistema de falles normals conjugades.

No hi ha registre estratigràfic del Cretaci superior, ni del Paleocè i l'Eocè inferior; per tant tampoc hi ha informació del que va passar durant aquests temps (entre 120 i 45 Ma).

Durant l'Eocè (entre 45 i 40 Ma) es van depositar calcarenites (i margues) en un ambient marí litoral.

A Cabrera hi ha plecs i encavalcaments que proven que l'illa va estar sotmesa a una compressió amb posteritat a l'Eocè superior i abans del Miocè superior. D'acord amb el coneixement que es té de les àrees veïnes (Serres de Llevant de



Mallorca) es pot suggerir que probablement la compressió es va produir entre l'Oligocè terminal i el Miocè mitjà (de 27 a 15 Ma).

La geometria dels encavalcaments suggereix dividir Cabrera en dues unitats estructurals. La major part de Cabrera formaria part de la unitat estructural inferior; la unitat superior encavalca damunt de la inferior i ocupa les parts altes de l'illa. Els encavalcaments, els plects i les falles normals tardanes determinen l'estructura actual de Cabrera i la seva fisiografia.

## AGRAÏMENTS

Aquests treball forma part del projecte CICYT GEO89-0426.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVARO, M., BARNOLAS, A., CABRA, P., COMAS-RENGIFO, M.J., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S.R., GOY, A., DEL OLMO, P., RAMÍREZ DEL POZO, J., SIMÓ, A. & URETA, S. (1989): "El Jurásico de Mallorca (Islas Baleares)". *Cuadernos de Geología Iberica*, 13: 67-120.
- ARBONA, J., FONTBOTE, J.M., GONZÁLEZ-DONOSO, J.M., LINARES, A., OLORIZ, F., POMAR, LL., RIVAS, P. & SABAT, F. (1984): "Precisiones bioestratigráficas y aspectos sedimentológicos del Jurásico y Cretácico basal de la isla de Cabrera (Baleares)". *Cuadernos Geológicos*, 12: 169-186.
- BERNOULLI, D. & JENKINS, H.G. (1974). "Alpine Mediterranean and Central Atlantic Mesozoic facies in relation to early evolution of the Tethys." *Soc. Econ. Paleon. Min.*, Sp.Publ., 19: 129-160.
- COLOM, G. (1980). "Estudios sobre las litofacies y micropaleontología del Lías inferior de la isla de Cabrera (Baleares)." *Rev. Esp. de Micropaleontología*, 12: 47-64.
- FORNÓS, J.J., RODRÍGUEZ-PEREA, A. & SÁBAT, F. (1984a). "El Mesozoico de la Serra de son Amoixa (Serres de Llevant, Mallorca)." *I Congr. español de Geología*, tomo I: 173-185.
- FORNÓS, J.J., POMAR, Ll. & RODRÍGUEZ-PEREA, A. (1984b). "A composite sequence of alluvial-fan coastal and sea-cliff deposits in the upper Miocene of the Cabrera Island." In: *Libro homenaje a Luis Sánchez de la Torre*. Publicaciones de Geología. U.A. Barcelona 20: 86-95.
- GÓMEZ-LLUECA, M.F. (1920). "Sur la geologie de Cabrera, Conejera et autres îles voisines." *C.R. Acad. Sc. Paris*, 171: 1158-1160.
- GÓMEZ-LLUECA, M.F. (1929). "Contribución al conocimiento de la geología de las islas de Cabrera." *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 15: 85-103.
- HERMITE, H. (1879). *Etudes géologiques sur les îles Baléares. Première partie. Majorque et Minorque*, Paris, 1 vol., 362 pp.
- LÓPEZ, C. & SERRA, J. (1979). "Noves dades sobre l'Eocè de Cabrera (Balears)." *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 23: 181-995.
- NOLLAN, H. (1897). "Note preliminaire sur l'île de Cabrera." *Bull. Soc. Geol. France*, 3ème série, 25: 73-142.
- POMAR, Ll. (1976). "Tectónica de gravedad en los depósitos Mesozoicos, Paleógenos y Neógenos de Mallorca." *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 21: 159-169.
- SÁBAT, F. i SANTANACH, P. (1984). "Tectònica extensiva d'edat juràssica a l'illa de Cabrera (Balears)." *Acta Geol. Hispànica*, 19(4): 227-234.
- SÁBAT, F. i SANTANACH, P. (1985). "Unitats estructurals de l'illa de Cabrera (Balears)." *Rev. Inv. Geol.*, 41: 111-121.