

MODELAT DEL MASSÍS DE BEGUR

PER

CARLES ROQUÉ*

LLUÍS PALLÍ*

*Unitat Geologia, Estudi General de Girona
(Universitat Autònoma de Barcelona)

RESUM

En aquest treball es descriuen les diverses morfologies observables en el Massís de Begur, i s'hi analitzen les relacions entre elles i els factors que controlen llur desenvolupament. També se sistematitzen les macro i microformes dels diferents tipus de roca que hi són presents.

RESUMEN

En este trabajo se describen las diversas morfologías que se observan en el Macizo de Begur, analizándose las relaciones entre ellas y los factores que controlan su desarrollo. También se sistematizan las macro y microformas de los diferentes tipos de roca presentes en él.

ABSTRACT

In the present paper, the diverse morphologies observed in the Begur Mountain Range are described and the controlling development factors and their relationships are analyzed. Finally, a systematics of the different rock types macro and microforms is presented.

1.— SITUACIÓ GEOGRÀFICA

El Massís de Begur és a la part oriental de la comarca del Baix Empordà (Girona). Juntament amb les Gavarres forma l'extrem septentrional de la Serralada Costanera Catalana.

Limita al Nord amb la plana de l'Empordà. A l'Oest ho fa amb el

Corredor de Palafrugell, estreta depressió alineada Nord-Sud que el separa del Massís de les Gavarres. Els seus límits Sud i Est coincideixen amb la línia de costa compresa entre la Platja de Palamós i la de Pals. Aquesta costa, retallada i de forts espadats, forma part del sector central de la Costa Brava.

Ocupa una superfície d'uns 85 Km², i abraça total o parcialment, els municipis de Begur —que li dona nom—, Pals, Regencós, Palafrugell, Mont-ras i Palamós.

Queda inclòs parcialment a les fulles de Palafrugell (335) i de Girona (334) del «Mapa Topográfico Nacional» a escala 1:50.000.

2.— CONTEXT GEOLÒGIC

El Massís de Begur és un fragment d'un antic bloc afectat per l'orogènia herciniana i individualitzat més tard per l'orogènia alpina.

Hi aflora tot un regitzell de roques d'edat paleozoica afectades, la major part, per un metamorfisme regional feble, així com també, molt sovint, per un metamorfisme de contacte, degut a l'emplaçament de roques plutòniques i filonianes (Pallí i Roqué, 1991b).

El conjunt de sediments paleozoics és agrupable en dues grans unitats, fent atenció als materials que les componen i a llur edat. La unitat inferior està formada per una sèrie dominantment pelítica, en la que s'intercalen nivells de carbonats i de sorrenques. La unitat superior la compon un seguit d'esquists quarsfeldspàtics, calcoesquists i pissarres, visibles només a la meitat Sud del Massís (Roqué i Pallí, 1991a).

Altrament les roques ígnies —plutòniques i filonianes— arriben a aflorar en grans extensions, a la part central i meridional del massís. En quant a les roques plutòniques hem diferenciat varis tipus en funció de llur composició mineralògica i textura. A grans trets es poden agrupar en tres conjunts: roques de gra gros i composició dominantment granodiorítica; roques de composició pobre en quars (diorites, monzonites i sienites) i finalment, granits leucocràtics de gra fi. Les roques filonianes, molt abundants a la zona estudiada, hi són representades tant per les de composició àcida com per les de bàsica (Pallí i Roqué, 1990b i 1991a).

A les parts més externes del Massís de Begur, colindants amb la plana de l'Empordà i el Corredor de Palafrugell, apareixen sediments paleogènics de natura diversa, els quals es recolzen, discordantment o en contacte mecànic, sobre les roques paleozoiques. Manquen doncs ací els sediments mesozoics. Les diferenciacions de la successió estratigràfica terciària de llurs marges occidental i septentrional va ésser ja estudiada per nosaltres (Roqué i Pallí, 1991b).

Finalment, hi ha les formacions superficials quaternàries, representades per diversos tipus de material (Pallí i Roqué, 1990a; 1991a i 1991c). Uns, resultat de la dinàmica al·luvial o de la interacció entre aquesta i la dinàmica litoral, donen lloc als dipòsits propis del Corredor de Palafrugell o als de la zona costanera baixa. Altres, conseqüència d'una denudació dels relleus, donen dipòsits de vessant que circumden els turons. Finalment uns tercers, sorres ben seleccionades i transportades pel vent, s'enfilen pendís amunt, de Nord a Sud, fins i tot tapant diversos pujols.

El Massís de Begur està afectat per un conjunt de falles orientades majoritàriament NE-SO i NO-SE d'edat alpina. Aquests accidents són els responsables de la disposició i dels principals trets morfològics del massís, i estableixen, de fet, els seus límits naturals.

Així, el Massís de Begur és un bloc enlairat que, per mitjà d'un conjunt de falles esglaonades, s'enfonsa progressivament cap al Nord sota la Plana de l'Empordà, posant mecànicament en contacte el Paleozoic del Massís amb el Terciari de la depressió. A l'Oest, la fossa tectònica del Corredor de Palafrugell fa de límit entre el Massís de Begur i el de les Gavarres. S'estén en una longitud d'uns 15 km, i s'obre a la plana empordanesa al Nord, mentre que el seu extrem Sud arriba fins al mar. Aquesta fossa es va originar per mitjà de dos grups de falles orientades aproximadament N-S. Des de Regencós fins a Palafrugell el fons de la depressió està travessat per altres falles, disposades transversalment a les anteriors, que fan alternar Terciari i Paleozoic en un seguit de blocs enlairats i esfondrats a manera de tecles de piano. El Paleozoic que es troba sota Palafrugell constitueix una veritable connexió entre les Gavarres i el Massís de Begur. Des d'aquesta població fins al mar, la depressió està tota ella plena de sediments quaternaris, dipositats damunt d'un substracte dominantment plutònic. La presència de les falles en aquest sector es dedueix de la morfologia, ja que no arriben a aflorar enlloc. A l'Est, el Massís es posa en contacte amb el mar mercès a un conjunt de fractures que l'enfonsen a la Mediterrània.

3.— FACTORS QUE INFLUENCIEN EN EL MODELAT

Les formes presents en una serralada estan lligades en primer lloc al tipus de clima que hi impera o hi ha imperat, el qual controla la meteorització i els processos que sobre la roca actuen.

Així mateix, observant una zona d'una gran diversitat litològica, com és el Massís de Begur, ens adonem que la varietat de formes presents és també nombrosa i que existeix una relació entre formes i litologies. És lògic suposar doncs que els diferents tipus de roca es comporten de for-

ma desigual sota les mateixes condicions climàtiques, donant lloc a morfologies diverses.

Per altra banda, d'una observació més acurada, es desprén la conclusió que una mateixa varietat litològica no dona sempre el mateix tipus de relleu, degut que l'estructura en ella present també intervé d'igual manera en el seu modelat.

Així doncs, podem dir que els factors que controlen la presència d'unes formes o altres en un paisatge són tres: *el clima* (processos d'alteració), *la litologia* (composició mineralògica i textura de la roca) i *l'estructura* (fractures i esquistositat de la roca).

3.1.— EL FACTOR CLIMÀTIC

Si bé la litologia i l'estructura controlen majoritàriament el desenvolupament de les formes de les roques, aquest desenvolupament no seria possible sense la intervenció dels agents atmosfèrics —en definitiva, el clima— que donen com a resultat els processos de *meteorització* i *erosió*.

3.1.1.— LA METEORITZACIÓ

Els efectes de la *meteorització* en el Massís de Begur, sota condicions d'un clima temperat humit, són, principalment, la descomposició dels minerals i la disgregació i dissolució de la roca.

La *descomposició* consisteix en la formació de noves fases minerals més estables a les condicions atmosfèriques, provocant la modificació de part de la textura de la roca.

La descomposició és un procés molt actiu en les roques plutòniques i filonians de la zona estudiada, essent també observable, però en menor grau, en les roques metamòrfiques.

La conservació d'estructures, filons, diàclasis, etc., en les roques descomposades, mostra bé que aquesta meteorització és isovolumètrica, amb una simple fugida d'elements en solució i una pèrdua important de cohesió. La roca original adquireix un aspecte semblant a una sorra.

Així les roques plutòniques, sotmeses a un procés de descomposició intens, esdevenen sorres, constituint una catifa permeable coneguda com a mantell d'alteració o de sauló («saproilita mantel», «manteaux d'altérites»). El límit entre la roca inalterada i dit mantell s'anomena front d'alteració, superfície basal o superfície gravada («basal surface», «front d'altération»). Sovint dins el mantell d'alteració es conserven nuclis de roca sana («corestones») que evolucionen per meteorització esferoïdal cap a formes bolars. El desenvolupament d'aquests nuclis està lligat a condicions estructurals i litològics. Quan el mantell d'alteració és rentat per un procés d'erosió, apareixen les formes del relleu de fons i les contingu-

des a l'interior del mantell («etch forms», «formes nettoyées»). Aquest procés erosiu es coneix com a exhumació.

El gruix escàs que presenten les roques filonianes afavoreix llur descomposició quan la roca on s'introdueixen es troba fortament alterada. Així, el grau de descomposició que trobem en algunes d'aquestes roques depèn més de les característiques de la roca encaixant que no pas de les seves pròpies.

La *disgregació* és la tendència a compartimentar la roca en blocs, capes i grans. La disgregació es realitza per l'acció mecànica de ruptura i posterior esclavissament per gravetat i/o arrossegament per agents erosius. Els principals tipus de disgregació que es donen a les roques del Massís de Begur són:

—La disgregació en blocs. És l'alliberament de blocs per l'obertura de discontinuïtats, en general verticals o fortament inclinades. Les roques plutòniques i filonianes es disgreguen en blocs a favor de les diàclasis. Les roques metamòrfiques ho fan mercès a la combinació de diàclasis i esquistositat en uns casos (esquists, pissarres, fil.lites) o de diàclasis i estratificació en d'altres (dolomies, marbres, cornianes). Les roques sedimentàries (sorrenques, calcàries) ho fan també a favor de l'estratificació i les diàclasis.

—La disgregació en llesques. És la separació de capes gruixudes de roca, disposades horitzontalment o amb lleugera inclinació. Es dona en roques plutòniques de composició granodiorítica amb diàclasis corbes i de disposició horitzontal.

—La descamació. És similar a la disgregació en llesques, però afecta capes fines que s'alliberen dels afloraments rocosos. Es dona sobre moltes varietats de roques, tant plutòniques (granodiorites, leucogranits) com sedimentàries (sorrenques, conglomerats). Les capes alliberades poden tenir forma de grans làmines o de crostes.

—La disgregació en làmines. És l'alliberament de plaques o làmines, a favor dels plans d'esquistositat. Afecta roques metamòrfiques fortament esquistosades, tals com pissarres, fil.lites o esquists.

—La disgregació granular. És la separació dels grans que formen la roca. Es dona sobretot en les roques plutòniques i filonianes, però és també observable en les sorrenques. Es relaciona amb la humitat i, sovint amb l'acció mecànica de les sals (haloclasticisme).

La *dissolució* és un procés que implica la separació de les partícules o molècules de la roca per mitjà d'un líquid, generalment l'aigua, al qual s'incorporen. La transformació del carbonat (insoluble) en bicarbonat (soluble) per l'acció de l'aigua i del CO₂, fa que sobre les roques carbo-

natades (calcàries i dolomies paleozoiques i cenozoiques) s'hi desenvolupa tota una varietat de formes càrstiques. Sovint aquest procés és més intens en el contacte entre roques carbonatades i roques no carbonatades i a més impermeables, com succeeix entre els marbres o dolomies i les fil·lites.

Obviament, el major o menor desenvolupament de les formes dependrà del temps que hagin estat actuant aquests processos.

3.1.2.— L'EROSIÓ

Els efectes de l'*erosió* són diversos, depenent de l'agent que actua. Dins la zona estudiada els més importants són els deguts a les aigües torrencials, les quals donen lloc a encaixaments en materials tous. També l'erosió marina actua sobre les diferents litologies aflorants a la línia de costa, desenvolupant diverses morfologies que depenen de llur resistència a l'acció mecànica de les ones. Finalment, l'erosió eòlica dóna algunes formes de corrosió damunt les dolomies del sector septentrional del massís, però en conjunt hi dominen les formes d'acumulació.

3.2.— EL FACTOR LITOLÒGIC

El control de la litologia sobre el desenvolupament de les formes s'estableix en funció de tres paràmetres: la composició mineralògica, la textura i la cimentació.

3.2.1.— LA COMPOSICIÓ MINERALÒGICA

Els minerals que componen una roca no ofereixen la mateixa resistència a l'alteració atmosfèrica. En general la seva vulnerabilitat segueix l'ordre invers al de llur cristallització dins una massa intrusiva. Per això, a les nostres latituds el quarz pràcticament no es transforma, mentre que les plagiòclasis s'alteren moltíssim i permeten la dissociació de minerals no alterables. La biotita, quan s'oxida o s'hidrata, fàcilment es separa dels cristalls veïns, afavorint la disgregació granular.

El fet que les plagiòclasis s'alterin amb molta facilitat, condiciona que les granodiorites i les diorites del massís s'alterin amb major facilitat que els leucogranits, roques pobres en aquest mineral.

D'altra banda, la calcita i la dolomita estan sotmeses a un procés de dissolució, a causa del qual les calcàries, dolomies i marbres, a diferència de les roques compostes per silicats, donen un seguit de formes càrstiques.

3.2.2.— LA TEXTURA DE LA ROCA

La disposició, geometria i tamany dels cristalls que formen la roca condicionen en bona part el seu modelat, afavorint en major o menor grau la penetració de l'aigua dintre seu. Una roca amb textura compac-

te, o sigui, amb buits escassos entre els minerals, és molt més resistent que una amb textura porosa. Així mateix, les roques de tamany de gra fi presenten una major resistència a la descomposició que les de gra gros, en les que la disgregació és més fàcil.

Les granodiorites, roques de tamany de gra gros, s'alteren més que no pas els leucogranits, roques de gra fi a mig. Dins els mateixos leucogranits, els de gra fi (leucogranits aplítics) s'alteren menys que els de gra mig (leucogranits granofírics).

3.2.3.— LA CIMENTACIÓ

La composició i la distribució del ciment en les roques sedimentàries condiciona llur modelat. Així, un ciment carbonatat pot ser dissolt amb relativa facilitat, mentre que un de silici afavorirà la resistència de la roca a l'alteració. Una distribució heterogènia del ciment condueix a la presència de punts de feblesa en la roca, a partir dels quals s'hi desenvolupa una disgregació selectiva. Aquest fet és observable a les sorrenques paleocenes dels Caramanys (Pals).

3.3.— EL FACTOR ESTRUCTURAL

Un tret característic de molts massissos antics és la presència de discontinuïtats o fractures, que poden ser conseqüència de les tensions creades per processos tectònics o derivades de fenòmens expansius per lleugera ment de càrrega.

En el Massís de Begur es diferencien diversos tipus de discontinuïtats relacionades amb la tectònica: les *falles*, les *diàclasis*, les *esquistositats* i les *microfractures*. Unes i altres representen zones de debilitat, per on penetra l'aigua, afavorint la seva descomposició.

Les grans falles són fractures que donen lloc a un moviment relatiu dels blocs que limiten, orienten el sistema hidrogràfic del massís i desenvolupen una forta alteració en els seus voltants. A la zona costanera donen lloc a cales. Si hi ha recristal·lització amb dipòsit de quars en el pla de falla, el procés és invers, esdevenint una línia de resistència elevada a la meteorització. Això es tradueix en morfologies prominents a l'interior del massís i en sortints o caps a la línia de costa.

Les diàclasis, fractures sense moviment, són un element primordial per a donar tendències fisonòmiques al relleu, especialment en les roques plutòniques. Així, en aquestes, un diaclasat de tendència predominantment vertical dóna lloc a crestes, un d'horitzontal a formes dòmiques i una xarxa ortogonal a boles. També l'espaiat entre diàclasis és un factor a tenir molt en compte. Un d'estret afavoreix la penetració de l'aigua i l'alteració total de la roca. Una xarxa de diàclasis allunyades les unes

de les altres pot donar lloc a la preservació de nuclis inalterats de roca dins un mantell de sauló. També hi ha diàclasis en les roques filonianes i metamòrfiques, essent les vies per on aquestes es van disgregant en blocs.

El paper que les diàclasis tenien en el modelat de les roques plutòniques és pres en les metamòrfiques per l'esquistositat, essent aquesta un conjunt de discontinuïtats generades a la roca per efecte de la reorientació dels minerals. L'alteració que es produeix al llarg dels plans d'esquistositat és més superficial que en els de diàclasi.

Les microfractures o fractures a escala del cristall, poden potenciar l'alteració de la roca, ja que representen un factor addicional de feblesa dels minerals que la componen.

4.— MORFOLOGIA DEL MASSÍS

A grans trets, es pot definir el Massís de Begur com a una zona muntanyenca, de relleu suau i poc elevat, que sovint no excedeix els 150 m d'alçària, però que destaca sobre les planes que l'envolten.

La seva orientació és N-S a la banda interior i ENE-SSW a la línia de costa, ambdues en relació a la tectònica distensiva alpina.

Es tracta d'un massís clarament dissimètric des del punt de vista orogràfic. De fet, els seus cims més importants es localitzen a la part septentrional, destacant entre altres el Puig de Son Ric (325m), el Puig de Montcal (231m), el Puig Malaret (231m), el Puig Miret (226m), el Caramany Gros (221m) i el Puig de Sant Sebastià (164m). Aquesta dissimetria cal relacionar-la amb la litologia. La part meridional és composta principalment per granodiorites, molt alterables i fàcilment erosionables, que donen relleus poc prominents. A la part septentrional, per contra, dominen les roques metamòrfiques i els granits de gra fi, materials resistents a l'erosió, els quals generen relleus vigorosos.

Per una millor comprensió de la seva morfologia, dividim el massís en dos grans apartats: el que fa referència al seu interior i el de la seva façana litoral.

4.1.— MORFOLOGIA DE L'INTERIOR DEL MASSÍS

La morfologia de l'interior del massís es caracteritza per la presència de turons de relleu suau, amb vessant de poc angle, generalment recoberts per materials col·luvials.

La gènesi dels escassos relleus prominents cal cercar-la, en alguns casos, en la diferent resistència entre les roques metamòrfiques i les granodiorites. És el cas, per exemple, del Puig de Sant Sebastià (Palafrugell), del Cap Gros (Palamós) i de Montcal (Begur) on les roques metamòrfi-

ques (esquists cornubianítics, marbres i roques calcosilicatades, respectivament) donen lloc a turons vigorosos, importants, que contrasten amb els de les granodiorites, més aplanats. També les dolomies i marbres desenvolupen, enfront les fil·lites, relleus importants, orientant les carenes. En són exemples el Puig Rodó (Begur), el Puig Miret (Begur) i el Puig d'en Pou (Pals), entre altres. Altres vegades, és la diferent resistència entre les mateixes roques plutòniques la que dona lloc a la presència de relleus prominents. És el cas del Puig de Ses Falugues (Begur) i Aigua Xelida (Palafrugell), on els leucogranits de gra fi donen relleus més elevats enfront dels de les granodiorites.

A la part meridional del massís, on dominen les roques de tipus granodiorític, el turons venen condicionats per la presència de dics àcids resistents, que solen donar lloc a carenes amb prominències. Aquest és el cas dels turons del Nord de L'Ermedàs (Palafrugell) i de l'Oest del Puig de Sant Sebastià (Palafrugell), els quals presenten al seu cim un dic microgranític. Altres vegades, les carenes amb prominències són degudes a la presència de falles recristal·litzades, com és el cas del turó de Santa Margarida (Palafrugell).

Localment es desenvolupen alguns replans rere dic, al dors d'un filó resistent. Són replans formats per l'acumulació de col·luvions procedents de zones més enlairades. Es donen sobretot en relació amb dics de quars, com el que es troba a Cal Carreter (Mont-ras).

A l'extrem septentrional del massís, algunes capes dures donen lloc o a petits escarpaments o a ressals, fet observable a les dolomies paleozoïques del Puig Rodó (Begur), a les quarsites metamòrfiques del Puig de Son Ric (Begur), i a les sorrenques paleogèniques dels Caramanys (Pals).

La xarxa de drenatge del massís és formada per valls de fons en V, generalment encaixades, i que sovint són reblertes per una capa de sediments al·luvials d'escassa potència. En alguns casos, aquesta acumulació d'al·luvions pot donar lloc a valls de fons pla, com succeeix a les rodalies de Begur.

El sistema hidrogràfic es caracteritza per cursos de poc recorregut, que desguassen o bé directament al mar o bé a les rieres del Corredor de Palafrugell. S'instal·la, en molts casos, en relació o damunt línies de fractura, com en el cas de les rieres de Llafranc i de Tamariu (Palafrugell) o de Sa Riera (Begur). Els cursos d'aigua més importants, situats dins el Corredor de Palafrugell, es caracteritzen per presentar una plana al·luvial d'una certa amplada i sovint cursos de traçat antròpic.

Algunes rieres presenten un fort encaixament quan atravessen materials tous. Aquest fet és observable a les rieres de Salt Ses Eugues (Be-

gur) i de Regencós, que desguassen al Corredor de Palafrugell, i a les de Llafranc i d'Aigua Blava (Begur), que ho fan directament al mar. Aquest encaixament, lligat a un efecte de sobreimposició, dóna lloc al desenvolupament d'alguns saltants d'aigua, com per exemple, el de la Barraca del Fum (Begur) a la riera de Salt Ses Eugues (Begur).

Un tret morfològic interessant del Massís de Begur és la presència d'un conjunt de dunes continentals, actives fins a començaments de segle. Aquests dipòsits procedeixen de les aportacions fluvials que els rius Daró i Ter aboquen a la Plana del Baix Empordà, i han estat transportades per la Tramuntana des de la plana cap a l'interior del massís, recobrint les valls i suavitzant el relleu. Els afloraments són molt extensos, arribant des de la Platja de Pals fins prop de Tamariu. Les dunes presents en el Massís de Begur han estat classificades per Cros (1987). Les més importants són les de tipus parabòlica, crateriforme, dòmica, barkhana, passadís, escaladora i de vessant.

Les superfícies d'aplanament no hi són freqüents, havent-hi estat identificats, però, els següents nivells (Pallí i Roqué, 1990a): 260-280m, en el Pla de Son Ric (Begur); 210-225m, a la part alta de la vila de Begur, 175-210m, al Puig Miret (Begur), al Mas d'en Pinc (Begur) i a la part baixa de la vila de Begur; 140-175m, al Mas Prats (Begur), Camping Begur, Ses Comes (Begur), Mas Rustei (Begur) i Sant Sebastià (Palafrugell); 90-130m, al Mas d'en Llord (Begur), Mas d'en Bou (Begur), Mas Magre (Begur), Mas Marques (Begur) i Puig d'en Fina (Palafrugell); 40-90m, als Plans (Palafrugell) i a la Riera de Canyelles (Mont-ras) (Fig. 1).

4.2.— MORFOLOGIA DE LA LÍNIA DE COSTA

Un dels trets morfològics més característics del Massís de Begur és la costa, molt articulada i de forts penya-segats, que contrasta amb la suavitat de l'interior. Forma part de l'anomenada Costa Brava, costa alta per excel·lència, encerclada, al nord i al sud, per notables extensions de costa baixa.

4.2.1.— LA COSTA BAIXA

A les zones on el massís limita amb el començament i final del Corredor de Palafrugell, el seu litoral ho fa amb dues zones planeres, on es desenvolupa una costa baixa, de platges quilomètriques, sense cap altre accident que les interrompi que no sigui la desembocadura dels rius que les forneixen de sediments. Al Nord, la Platja de Pals, alimentada pels rius Ter i Daró; al Sud la Platja de Palamós, que rep els aports de la riera de l'Aubí. Una i altra presenten les parts característiques d'una costa baixa. De mar cap a terra hi trobem:

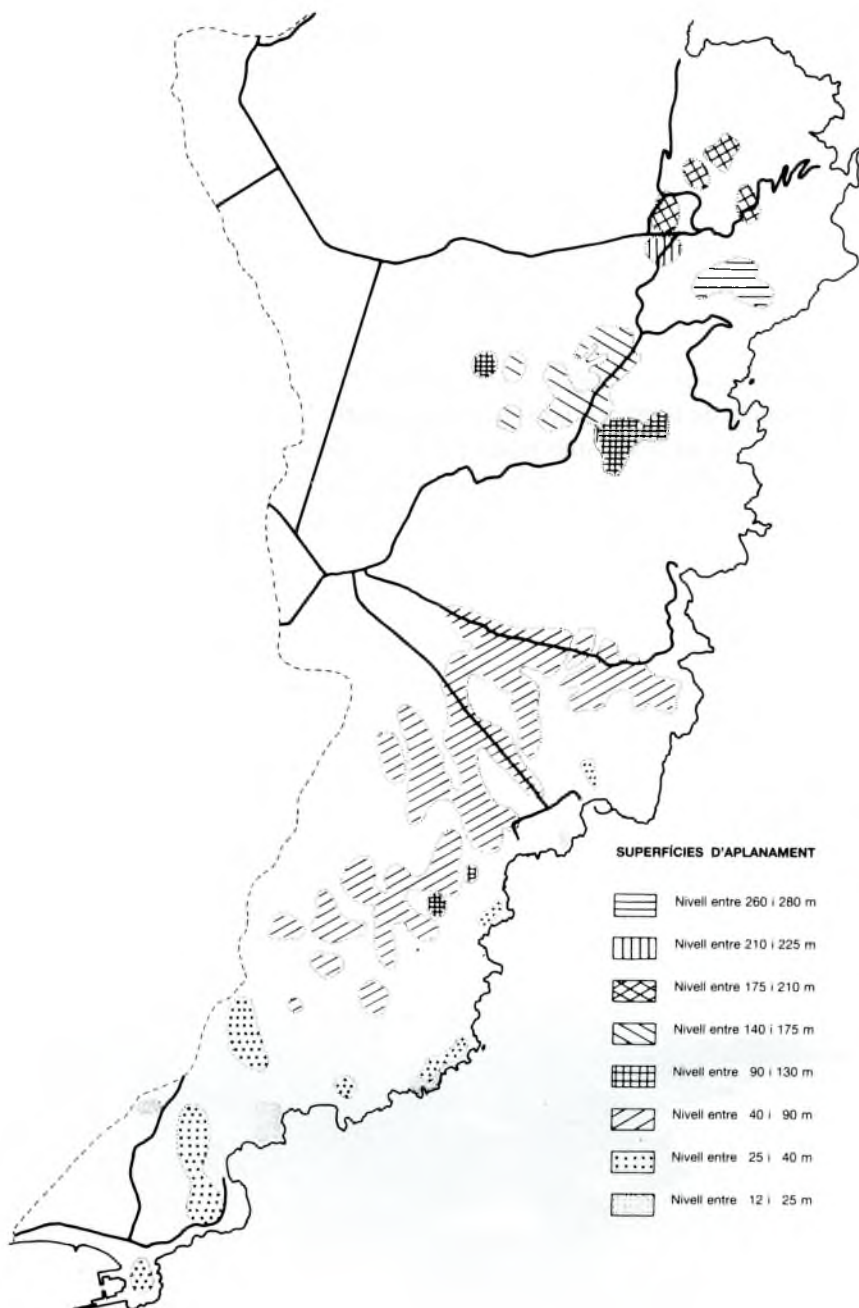


Fig. 1. Localització dels diferents nivells de les superfícies d'aplanament en el Massís de Begur segons Palli-Roqué (1990).

La platja de sorra, de granulometria fina a mitja, on dominen formes derivades de l'acció de les ones, tals com bermes i «swash marks».

Un cordó de dunes litorals, paral·lel a la línia de costa. Actualment es troba soterrat per edificacions a la Platja de Palamós, mentre que és visible, encara, a la de Pals.

Una zona de maresma, avui en dia inexistent a Palamós, però on s'hi troben els sediments típics que confirmen la seva presència en altres èpoques. A la Platja de Pals n'hi ha d'actuals, prop de la desembocadura dels rius Daró i Ter, fora de la zona estudiada.

4.2.2.— LA COSTA ALTA

Entre aquests dos sectors de costa baixa, el litoral es caracteritza per la presència de formes d'erosió, principalment forts penya-segats, desenvolupats en una costa amb multitud de sortints (caps) i entrants (cales). Les formes d'acumulació es redueixen a petites platges i a cons de pedruncalls al peu dels penya-segats.

Es tracta d'una costa influenciada per l'estructura i la litologia, amb una orientació general SO-NE, però amb alguns trams de direcció N-S, com succeeix entre Aigua Freda i el Cap de Begur; la Platja Fonda i la Punta d'es Banc; Tamariu i el Cap de Sant Sebastià; o Sant Roc i el Cap de Planes (Fig. 2).

L'índex de Martonne, sobre l'articulació de la costa, va ser calculat



Caps i cales. Aigua Blava (Begur).

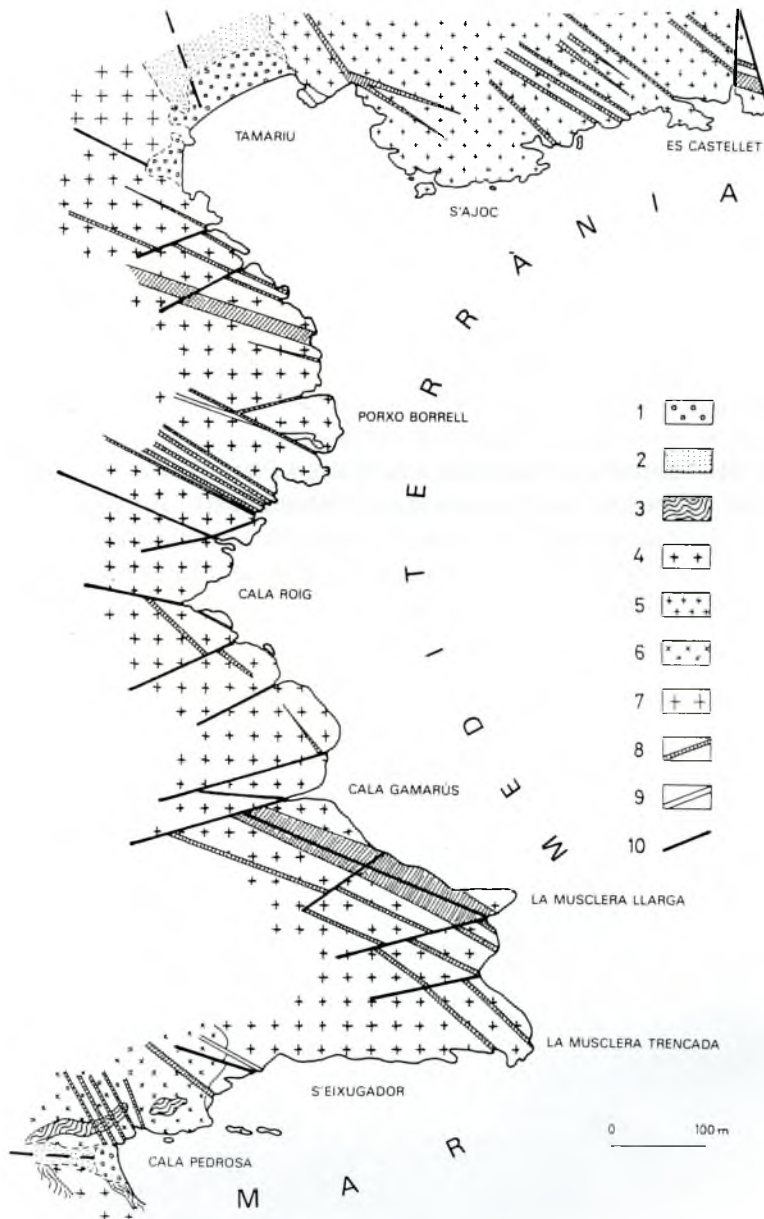


Fig. 2. Relació entre la fracturació dels diferents tipus de roques i l'articulació de la costa entre Cala Pedrosa (Palafrugell) i Es Castellet de Tàmar, segons Palli-Roqué (1991, modificat). *Llegenda*, 1: Platja, 2: Al·luvial, 3: Metamòrfic, 4: Granodiorites, 5: Leucogranits grano-fírics, 6: Leucogranits aplítics, 7: Leucogranits de gra fi amb granats, 8: Dics bàsics, 9: Dics àcids, 10: Fractures.

en el litoral català per Trilla *et al* (1985), donant un valor d'1,51 al tram comprès entre la Platja de Pals i Platja Fonda, i d'1,61 al comprès entre la Platja Fonda i Blanes.

4.2.2.1.— FORMES D'EROSIÓ

Si bé en alguns trams les parets dels penya-segats arriben a tenir més de 100m de caiguda vertical, com succeeix sota Sant Sebastià (Palafrugell) o entre la Platja Fonda i Sa Tuna (Begur), on afloren esquistos cornubianítics i dolomies, respectivament, generalment no excedeixen els 50m, sobretot a la part meridional del massís, on afloren granodiorites. Localment apareixen alguns penya-segats amb visera basal, com els de Sa Vinya Espatlada (Begur), però són poc freqüents. Si el penya-segat queda deslligat dels processos pròpiament costaners, per acumulació de sediments de deriva litoral, esdevé un penya-segat mort, com el de la Platja de Pals. També se'n localitzen a Sa Riera i Platja Fonda (Begur) formats, en aquest cas, per l'acumulació d'esbaldregalls. Els penya-segats del Cap de Planes (Palamós), desenvolupats en granodiorites molt alterades, retrocedeixen ràpidament per processos de disgregació granular, podent ser considerats penya-segats retrocedits.

Els caps es relacionen freqüentment amb roques resistents. Així, el Cap Roig (Palafrugell) respon a la presència d'uns granits i pegmatites cataclàstiques amb una forta recristal·lització de quars; les puntes de S'Al-



Caps i calcs. Cala Estreta (Palamós).

guer (Palamós), s'han format mercès a la presència de pseudodics de leucogranit de gra fi; el cap del Golfet és degut a un dic de quars; els de Cala Estreta (Palamós) i Sa Cadeneta (Mont-ras) es relacionen amb pòrfirs granodiorítics i granòfirs, que en ocasions desenvolupen una cadena d'illots, com la de Sa Cadeneta (Mont-ras).

També relacionades amb roques resistents es localitzen formes de tipus agulla. En són bells exemples l'agulla del Golfet (Calella), sobre un dic de quars; l'agulla d'Aigua Xelida i Es Castellet (Palafrugell) sobre un leucogranit granofíric; i l'agulla dels Forcats (Calella), damunt un pseudodic de leucogranit.

En els caps i zones properes, l'impacte de les onades erosiona la roca fins a polir-la, fet observable, a la Punta d'es Mut (Begur) o al Cap de Sant Sebastià (Palafrugell), entre altres.

Les valls dels torrents de poc recorregut solen quedar penjades en les parets verticals dels penya-segats, degut al retrocés dels mateixos. Aquestes valls penjades són freqüents en el Massís de Begur, destacant les que hi ha entre Sa Riera i Cap Sa Salt i entre Sa Tuna i Platja Fonda (Begur); entre el Cau i el Cap de Sant Sebastià (Palafrugell); i les del Cap de Planes (Palamós).



Zona polida per les ones. Punta des Mut (Begur).

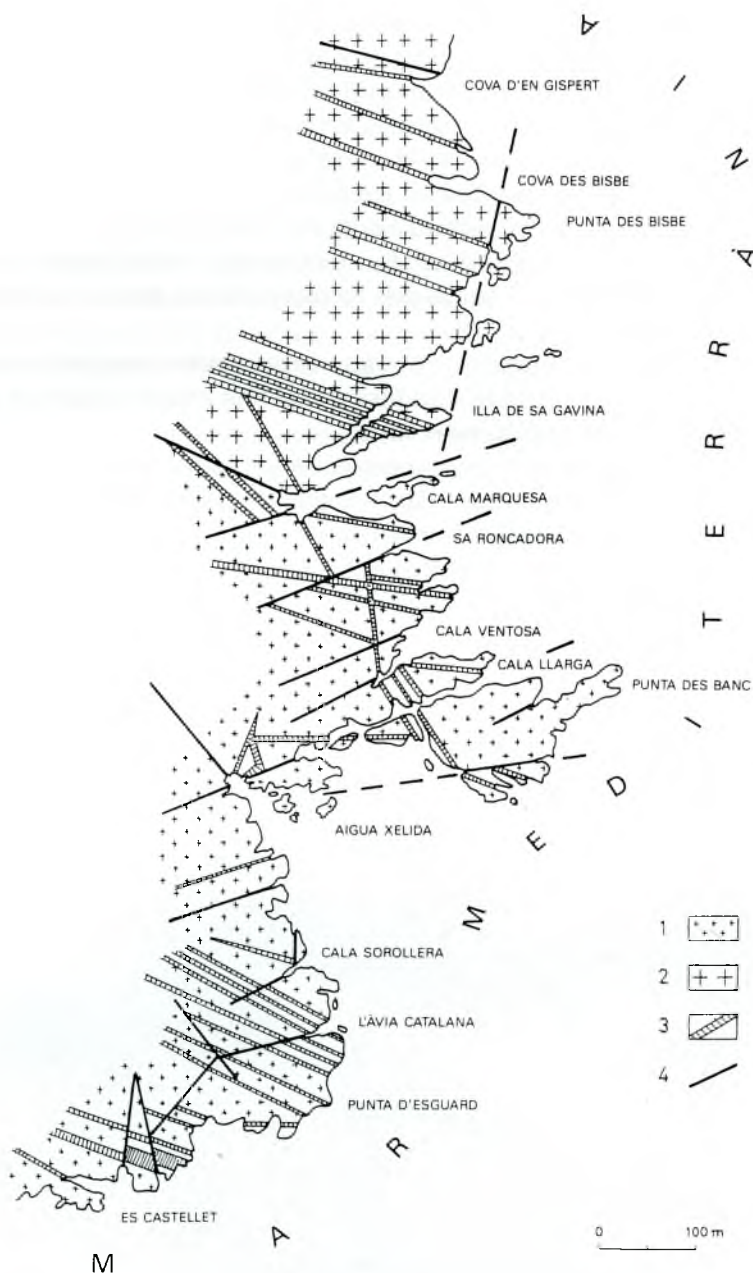


Fig. 3. Influència de les falles i dels dics bàsics en el retallament de la costa entre Es Castell de Tamarit i la Cova d'en Gispert (Begur), segons Pallí-Roqué (1991, modificat). *Llegenda*, 1: Leucogranits granofírics, 2: Leucogranits de gra fi amb granats, 3: Dics bàsics, 4: Fractures.

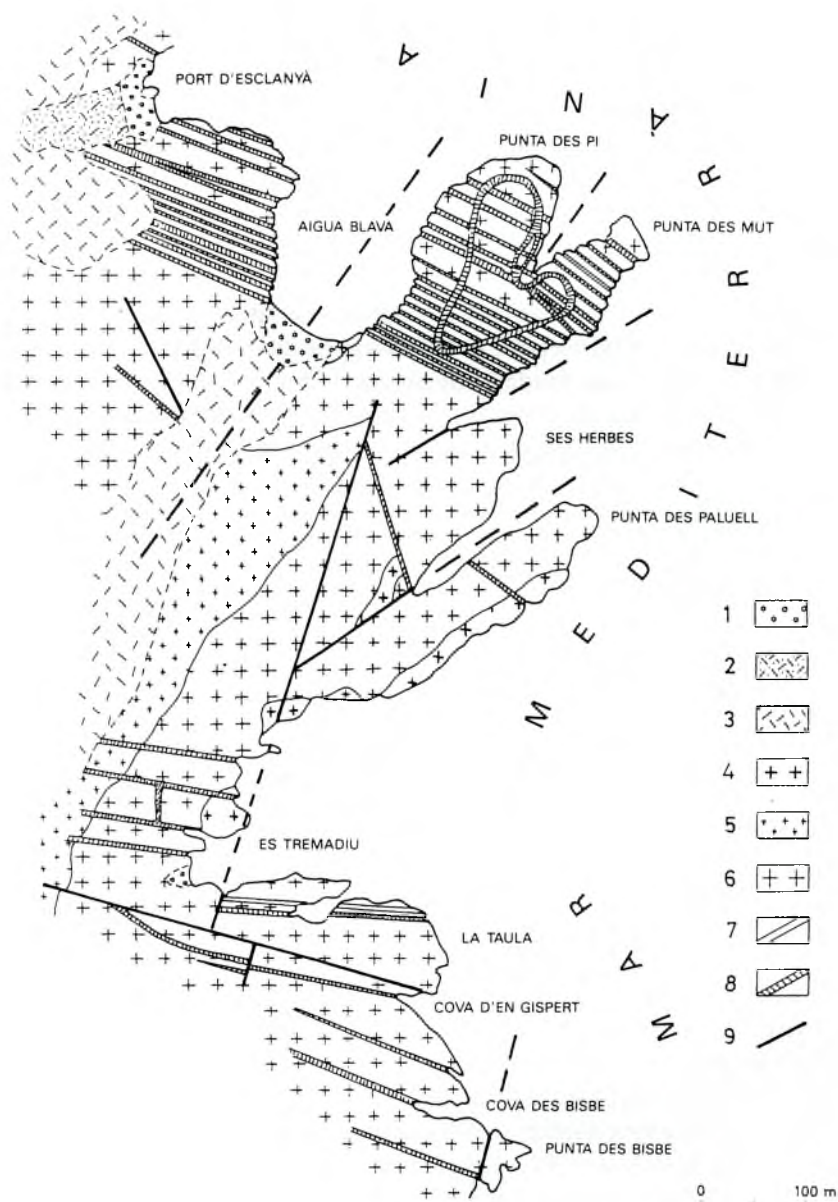


Fig. 4. Morfologia de la línia de costa en relació a la litologia i a l'estructura en el sector comprès entre la Punta des Bisbe (Palafrugell) i el Port d'Esclanyà (Begur), segons Pallí-Roqué (1991, modificat). *Llegenda*, 1: Platja, 2: Al.luvial-Col.luvial, 3: Col.luvial, 4: Granodiorites, 5: Leucogranits granofírics, 6: Leucogranits de gra fi amb granats, 7: Dics àcids, 8: Dics bàsics, 9: Fractures.

Les cales de petites dimensions, que no es troben associades a torrents, es disposen sovint les unes al costat de les altres, desenvolupades o bé a favor de dics bàsics fàcilment alterables, com a Ses Planalles i a la Punta d'es Mut (Begur), Es Portió (Tamariu), i Cap Gros (Palamós), o a favor de fractures com a la zona d'Aigua Xelida (Cala Llarga, Cala Ventosa, Cala Nova, L'Avia Catalana). Menys freqüentment es localitzen cales desenvolupades en esquistos cornubianítics i cornianes com a Ses Negres (Begur) (Fig. 3).

Les cales poden presentar en llur interior una cova més o menys gran i profunda. Les més importants al Massís de Begur són la Cova d'en Gispert (Begur), que té una fondària de més de 150m; la Cova del Bisbe (Palafrugell), que arriba als 40m; la Cova des Frares o del Tabac (Palafrugell); Es Tremadiu (Begur); i la Cova de ses Herbes (Begur), entre altres. A vegades, la cova s'ha engrandit fins a tenir dues entrades al mar, esdevenint una foradada o arcada, com la Foradada de Calella (Palafrugell), l'Arcada de Castell (Palamós) o l'arcada d'Es Caganer d'Es Duc (Begur). Un cas particular de foradada el tenim quan la cova presenta una entrada al mar i l'altra a terra ferma, com és el cas de Sa Roncadora a Aigua Xelida (Palafrugell) (Fig. 4).

Els freus són infreqüents en aquesta costa, observant-se'n en el sector d'Aigua Xelida (Palafrugell) en relació amb fractures.

Mercès a l'erosió de dics bàsics lamprofírics de camptonita arran de la línia de costa, es desenvolupen superfícies subhoritzontals. La més coneguda i extensa és Sa Planassa, sota el parador d'Aigua Blava (Begur), encara que n'hi ha d'altres incipients a la zona dels Forcats (Calella).

Similars a aquestes superfícies són les plataformes marines emergides, que de forma discontinua anem trobant en el litoral del Massís de Begur. Es caracteritzen per ser subhoritzontals, reconeixent-se'n dos nivells a la zona de Palamós (Pallí *et al.*, 1987), un entre 25 i 40m, i l'altre entre 12 i 25m. Al nivell més alt pertanyen els plans de Palamós, els de Cala Estreta —Cap de Planes (Palamós), el de la Urbanització El Golfet (Calella), el de Cala Pastora (Llafranc) i el de la carretera d'Aigua Blava (Begur). La plataforma inferior es localitza a S'Alguer (Palamós) i al Canadell (Calella) (Quadre I).

4.2.2.2.— FORMES D'ACUMULACIÓ

Al peu dels penya-segats es dipositen grans blocs, caiguts per processos d'inestabilitat generats pel fort pendent (sovint la verticalitat) de les seves parets. Molts dels blocs queden submergits totalment per les aigües; altres arriben a emergir parcialment esdevenint petits illots i esculls. Si l'acumulació és important, pot arribar a formar-se una barrera de pe-

druscalls on s'estavellen les ones, protegint la base del penya-segat de l'erosió mecànica que aquestes produeixen. Els blocs totalment emergits s'acumulen donant lloc a un con de pedruscalls, on només els temporals més violents poden arribar a accedir-hi. Són importants els que es troben entre Es Racó de Llevant i S'Encalladora (Begur) i entre Es Mal Pas i Platja Fonda (Begur).

Quan la roca que forma el penya-segat està alterada —cas de les granodiorites—, les acumulacions que es dipositen al seu peu són majoritàriament sorres i graves, arribant a formar-se platges en zones protegides, fornides únicament per aquests dipòsits: Platja des Falcó (Cap de

LITOLOGIA FORMES	ROQUES																			
	PLUTÒNIQUES							FILONIANES					METAMÒRFIQUES			SEDI-MENTÀRIES				
	Granodiorites	Granits cataclàstics	Diorites	Sienites	amb granats amb dos miques granofírics en pseudodícs	LEUCOGRANITS	Bàsiques	ÀCIDES					Fil.lites	Cornianes	Esquists cornubianítics	Marbres i Dolomies	Roques calcoscistatades	Calcàries	Conglomerats	
								Aplites	Pegmatites	Quars	Felsites i microgranits	Granòfirs								Porfirs granítics i granodiorítics
Penya-segats de més de 25 m		•				•	•	•				•								
Penya-segats de menys de 25 m	•		•	•									•						•	
Penya-segats amb visera basal																•		•		
Caps	•	•			•	•	•	•		•	•	•	•	•		•	•	•		
Agulles					•		•	•		•										
Cales	•							•							•	•				
Coves								•							•	•				
Superfícies subhoritzontals								•												

Quadre I: Relació entre les formes d'erosió de la costa alta i la seva litologia.

Begur), Platja del Golfet (Calella) i Platges del Cap de Planes (Palamós).

En els entrants o cales de grans dimensions, es construeix una platja a partir dels aportats dels torrents i dels esbaldregalls dels penya-segats. Les platges que es nodreixen de rieres importants, poden arribar a presentar les mateixes parts que una costa baixa. En elles trobem un cordó litoral i una zona de maresma, com és el cas de les platges de la Fosca i Castell (Palamós). El més freqüent, però, és que els entrants estiguin poc colmatats, com als voltants de Sa Tuna (Begur) degut que els torrents que desguassen a la línia de costa són de poc recorregut i que els materials del voltant de les cales són resistents.

Localment, i en relació amb les platges de sorra, trobem alguns tom-bolos, en general poc desenvolupats. Són presents a l'Illa Roja i Sa Riera (Begur); Calella (Palafrugell); i al Cap de Planes, S'Alguer, La Fosca i Sota Pedró (Palamós).

A més de les platges actuals se'n localitzen algunes de fòssils, situades per sota el nivell del mar. Es tracta de conglomerats i sorrenques de gra gros, disposades en plataformes d'uns tres metres de gruix que cabussen lleugerament en direcció oposada a la costa. Apareixen a la Platja de Llafranc i a la zona del Cap de Planes (Palamós), on arriben fins a uns 50m mar endins i a una profunditat d'uns 10m.

5.— FORMES LITOLÒGIQUES PRESENTS EN EL MASSÍS

Es contempla en aquest apartat les diferenciacions morfològiques que donen els diversos tipus de roca presents en el massís. S'estableix una divisió de les formes en funció de les seves dimensions, parlant-se de macroformes quan són superiors al metre i de microformes quan són inferiors (Figs. 5,6,7 i 8).

5.1.— MACROFORMES

Es tractaran aquí les formes que presenten un cert tipus de tamany i individualització.

* *Boles*: són formes residuals originades dins el mantell de sauló, trobant-se'n tant a prop de la costa com a l'interior del massís, i majoritàriament en les granodiorites porfíriques riques en biotita. S'originen «in situ» per meteorització esferoïdal de la roca a partir d'un enreixat de diàclasis més o menys ortogonal. Es localitzen exemples de boles a Calella i a la Fosca (Palamós). Generalment no es troben isolades, sinó agrupades en un caos de boles o zones de boles, com al Puig de Sant Sebastià (Palafrugell), al Mas Verd (Llafranc), al Mas Roques (Mont-ras), al Mas Batllia (Begur), i a la Fosca i a S'Alguer (Palamós), entre altres.

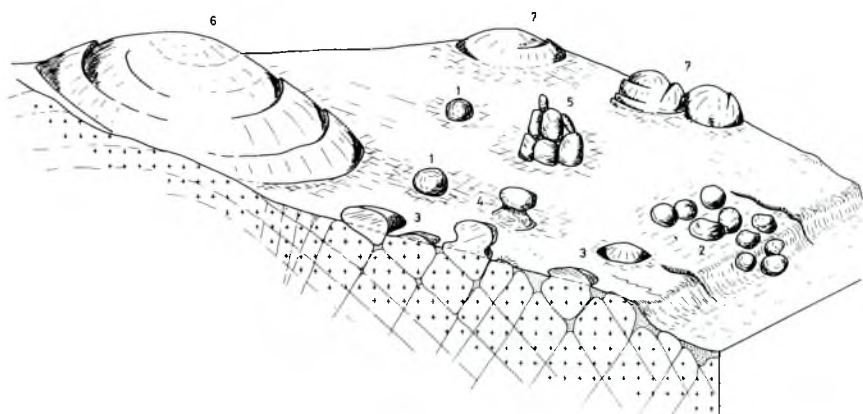


Fig. 5. Bloc diagrama esquemàtic de diferents tipus de macroformes. *Llegenda*, 1: Bola isolada, 2: Caos de boles, 3: Roca en dors de balena, 4: Roca en forma de bolet, 5: «Tor», 6: Dom, 7: Prolinència rocosa arrodonida.

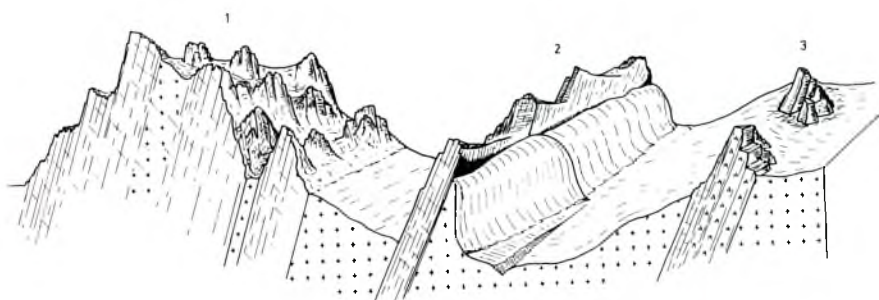


Fig. 6. Bloc diagrama esquemàtic de macroformes en prominències rocoses irregulars. *Llegenda*, 1: En zones, 2: Arrenglarades, 3: Aïllades.

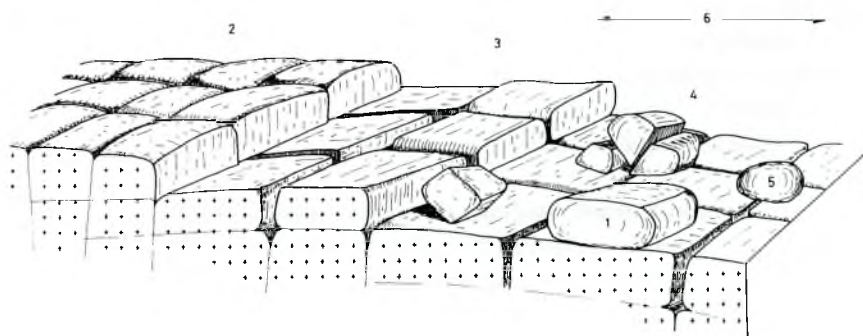


Fig. 7. Bloc diagrama esquemàtic de macroformes en blocs. *Llegenda*, 1: Isolat, 2: En paviment, 3: Separat, 4: Partit, 5: Arrodonit, 6: En zones.

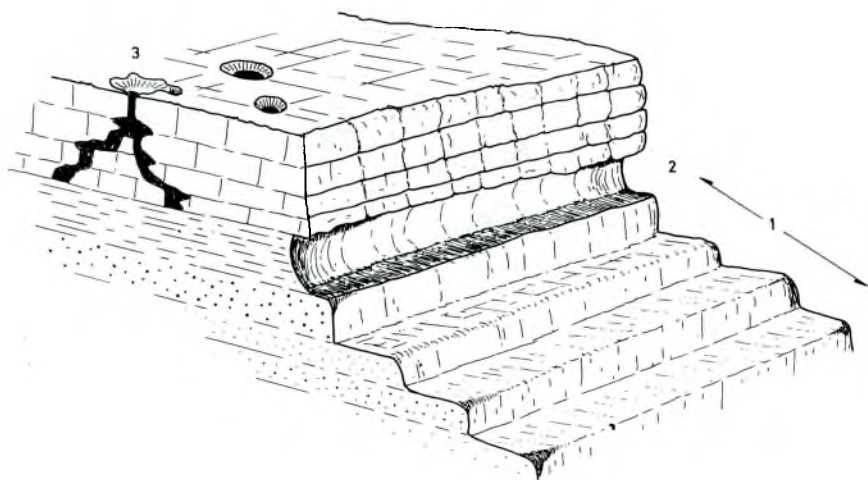


Fig. 8. Bloc diagrama esquemàtic de diferents tipus de macroformes. *Llegenda*, 1: Escarpament esglaonat, 2: Bauma, 3: Coves càrstiques.

A vegades, les cornubianites presenten una meteorització esferoïdal acusada, desenvolupant formes similars a les boles granodiorítiques, encara que menys disgregables. Únicament s'han observat al Puig de Sant Sebastià (Palafrugell).

* *Roques en dors de balena*: s'anomena així les boles que no han estat totalment exhumades, emergint parcialment del mantell d'alteració. Es localitzen exemples en els llocs citats pels caos de boles, sempre en granodiorites porfíriques. La morfologia pot variar en funció de la secció, podent ser des de circular fins a el·líptica allargada. Obviament, el grau de desenterrament de la bola en condiciona l'alçària. Quan aquesta sobrepassa el diàmetre major, esdevindrà una bola pròpiament dita.

* *Roques en forma de bolet* («flared boulder»): es desenvolupen, si l'exhumació és lenta, per l'alteració diferencial de la part enterrada d'una bola, degut a l'ascens capil·lar d'aigua continguda en el sòl. En tenim un exemple al Puig de Sant Sebastià (Palafrugell), en granodiorites fenoblàstiques.

* *Doms*: són formes residuals desenvolupades a la base del mantell d'alteració. Es tracta de formes en ressalt, convexes i limitades per parets netes, que es formen en zones de domini del diaclasat curvilini de descàrrega, per separació de grans llesques. Els doms presents a la zona estudiada corresponen als denominats «bornhardts», de parets poc inclinades i forma semiesfèrica, que en alguns casos arriben a assolir el cente-

nar de metres. Es troben únicament sobre les granodiorites fenoblàstiques. El més representatiu és el que es troba a l'Ermedàs (Palafrugell), a la pineda coneguda com a «La Illeta». Es tracta d'un dom compost, parcialment destruït per unes pedreres antigues, i d'uns 150m de diàmetre. Al costat d'aquest n'hi ha encara un altre, menys exhumat, amb grans blocs residuals que el coronen.

* *Prominències rocoses o sortints rocosos*: són formes en ressalt de dimensions, algunes vegades, decamètriques i de superfícies arrodonides o irregulars.

— Les prominències rocoses arrodonides són formes similars als doms encara que de menors dimensions. La seva geometria és variable, podent ser aplanades o cupuliformes. Ambdues solen presentar-se com a grans doms en procés d'exhumació, dels quals solament aflora la part més alta. Es troben només desenvolupades en les granodiorites del Mas d'en Llort (Begur), Mas Verd (Llafranc), i Puig de Sant Sebastià (Palafrugell) per les aplanades i a la pineda de La Illeta (Palafrugell) per les cupuliformes.

— Les prominències rocoses irregulars són formes en les que predomina el component vertical, gràcies al seu diaclassat que permet que es disgreguin en blocs angulosos de diferent tamany, donant formes en torre rocosa o pinacle, que poden evolucionar cap a formes més estilitzades com agulles o monòlits. Es troben majoritàriament damunt els leucogranits de gra fi, especialment a Ses Falgues (Begur) i a Aigua Xelida (Palafrugell).

A vegades aquestes prominències es troben agrupades en zones, les quals es caracteritzen pel fet de presentar vessants fortament inclinats. S'observen a Ses Falgues (Begur), Aigua Xelida (Palafrugell) i a l'Alt del Cap de Planes (Mont-ras). Altres, apareixen aïllades, desenvolupades sobre diferents tipus de roques: en pegmatites, al Far de Sant Sebastià (Palafrugell); en quarzites, al Puig de Son Ric i al Puig de la Guarda (Begur); en cornubianites al Puig de Sant Sebastià (Palafrugell), al Puig Rumí (Palafrugell), al Puig Pelegrí (Mont-ras) i al Puig de la Torre Mirona (Palamós); en cornianes al Puig del Terme (Palamós) i al Puig d'en Gervasi (Palafrugell) i en dolomies i marbres al Puig d'en Pou i al Puig Rodó (Begur). La recristal·lització d'algunes fractures arriba també a donar formes en prominència rocosa irregular aïllada a les sorrenques paleogèniques dels Caramanys (Pals), als conglomerats paleocens del Puig Sa Guilla (Pals) i a les dolomies lutecianes dels Masos (Pals). Finalment, en altres ocasions les prominències es troben arrenclarades, ja sigui al llarg d'un dic microgranític resistent com al Puig de Sant Sebastià (Pala-

frugell); en una fractura recristal·litzada com a Santa Margarida i Can Massoni (Palafrugell); o en una capa dura de dolomies i marbres com al Puig Rodó (Begur) o de quarsites com al Puig de Son Ric (Begur).

* *Blocs*: es caracteritzen per tenir una morfologia de tendència paral·lelepípedica. Es desenvolupen en roques no susceptibles de disgregar-se en sauló i caracteritzades per presentar un enreixat de diàclasis molt espès, dominantment vertical. Són formes típiques dels leucogranits de gra fi. A l'Alt del Cap de Planes (Mont-ras) i a la zona de Ses Falugues (Begur) es troben totes les modalitats de formes relacionades amb els blocs. En aquests llocs és possible seguir tots els passos de llur individualització. Així trobem formes en paviment («clefts»), situades en zones poc inclinades i formades a partir de diàclasis verticals, amb una simple compartimentació de la roca en rectangles; blocs separats a partir de l'obertura de les diàclasis; i finalment blocs que han arribat a individualitzar-se i separar-se totalment de les parets rocoses, acumulant-se pendent avall en una zona o vessant de blocs.

Cada bloc individualitzat pot arribar a partir-se en dos o més, seguint el mateix procés de disgregació. Si el desplaçament no és notable es parla de blocs partits («cracked blocks»). Són freqüents a l'Alt del Cap de Planes (Mont-ras).

Els blocs que s'acumulen als vessants són atacats pels agents atmosfèrics, descamant-se en crostes i disgregant-se. Aquests processos són més ràpids sobre les arestes i cantonades, de manera que tendeixen a donar, amb el temps, formes ovoidals, convergents amb les boles però amb un origen exogen (blocs arrodonits). En tenim exemples a Ses Falugues (Begur) i al Mas Roques (Mont-ras), entre altres.

* *Escarpaments esglaonats*: es tracta d'un conjunt d'escarpaments associats a roques ben estratificades. S'observen als Caramanys (Pals), en sorrenques paleogèniques.

* *Baumes*: són formes en depressió que es desenvolupen en una capa poc resistent en contacte amb una de superior més dura.

S'observen a la Punta Espinuda (Pals), en el contacte entre capes argiloses i conglomeràtiques.

* *Coves càrstiques*: són formes generades per la dissolució de la roca al llarg de plans de fractura o d'estratificació. Apareixen en les dolomies paleozoiques i, més infreqüentment, en els marbres metamòrfics i en les calcàries paleogèniques. En són exemples, el Rec Ses Graies (Begur), la més profunda del massís, amb combinació de trams verticals i horitzontals; la cova del Puig Miret (Begur) i la del Rec d'en Guard (Begur), que tenen una disposició horitzontal i una escassa profunditat. Localment,

les coves càrstiques apareixen submergides parcialment o en la seva totalitat, tal com es pot veure en el sector de costa entre Aiguafreda i Sa Tuna (Begur).

FOTOGRAFIES DE MACROFORMES



Bola isolada. Es Conillets de Calella (Palafrugell).



Caos de boles. Mas Verd de Llafranc (Palafrugell).



Roca en forma de bolet.
Sant Sebastià (Palafrugell).



Prominència rocosa aïllada (Agulla).
Aigua Xelida (Palafrugell).



Roca en dors de balena. Mas Verd de Llafranc (Palafrugell).



Tor. Mas Verd de Llafranc (Palafrugell).



Dom. Pineda de la Illeta, Ermedàs (Palafrugell).



Prominència rocosa arrodonida. Sant Sebastià (Palafrugell).



Zona de prominències rocoses irregulars.
Aigua Xelida (Palafrugell).



Bauma. Platja de Pals (Begur).



Bloc partit. Alt del Cap de Planes (Mont-ras).



Escarpaments esglaonats. Caramany Petit (Pals).

5.2.— MICROFORMES

Damunt les macroformes actuen els processos de meteorització, que condueixen al desenvolupament de microformes diverses sobre seu (Fig. 9). Hem diferenciat els següents tipus:

* «*Pitting*»: és un conjunt de rugositats a la superfície de certes macroformes, degut a una alteració diferencial dels minerals, que fa que els més resistents quedin en ressalt. Es freqüent en les granodiorites porfíriques, on s'observa com els fenoblastes d'ortosa queden en relleu respecte de la resta de roca. Es troben tant sobre les boles com sobre els doms i prominències rocoses arrodonides, en qualsevol de les localitats citades per a aquestes formes. Apareixen també en les sienites de l'Oest de la platja de Llafranc i en els leucogranits aplítics de dues miques de l'Alt del Cap de Planes (Mont-ras).

* *Microbolets o orellons* («orejones»): es tracta de formes de ressalt relacionades amb plans endurits de la roca, que preserven de la meteorització els materials que hi ha sota seu. S'han reconegut en els leucogranits de gra fi amb granats del Mirador d'Aigua Xelida (Palafrugell).

* *Pseudorellons*: Són formes similars als orellons, que es troben en les boles i en els doms granodiorítics, degudes al fet que els enclavaments diorítics esdevenen zones en relleu sobre la roca. Apareixen en gran quantitat al Puig de Sant Sebastià (Palafrugell), al Mas Verd (Llafranc) i a la Illeta (Palafrugell).

* *Nervacions* («nervations»): són petits dics resistents que atravessen la roca i que queden en ressalt degut a un procés de descamació («flaking»), tant en grans làmines com en crostes, en la superfície de les macroformes. Se'n localitzen alguns exemples en el dom granodiorític fenoblàstic de La Illeta (Palafrugell). També apareixen sobre diorites a la Marineda (Llafranc). Són bastant freqüents a la zona del Mirador d'Aigua Xelida (Palafrugell), en relació a aplites que travessen leucogranits de gra fi amb granats.

* *Peles gruixudes de ceba*: es tracta d'un conjunt de capes concèntriques desenvolupades, per meteorització esferoïdal, al voltant d'algunes boles granodiorítics, com a La Fosca (Palamós).

* *Peles fines de ceba*: són similars a les anteriors, però de menor gruix. És freqüent trobar-les en dics bàsics, preservant-se, al mig d'aquestes peles, petits nuclis bolars de roca inalterada. Aquestes microformes són abundants, entre altres localitats, en els dics lamprofírics de camptonita de la Punta d'es Mut (Begur).

* *Esquerdes poligonals* («polygonal cracking»): es tracta d'un sistema de fractures somes que s'estreten en profunditat. Formen un enreixat

de cel·les més o menys allargades i de vores irregulars. Generalment se les interpreta com a producte d'una expansió tangencial i esquerdament de capes concèntriques al voltant d'un nucli de roca, originades per la meteorització esferoïdal. Aquesta expansió pot respondre a una dilatació tèrmica o a altres causes. Apareixen, associades a boles granodiorítiques, a la pineda de La Illeta (Palafrugell). S'han observat també en blocs de leucogranit aplític de dues miques, a l'Alt del Cap de Planes (Mont-ras).

* *Cassoletes d'erosió o cadolles* («rock basins», «gnammas»): són formes desenvolupades sobre superfícies subhoritzontals nues. Es tracta de depressions tancades, subcirculars o irregulars, on s'acumula l'aigua de pluja, que desguassa per un sobreexidor («aliviadero»). El nivell mínim del sobreexidor no enrasa amb el fons de la cassoleta, sinó que és uns centímetres més elevat. Aquest fet permet la retenció temporal de part de l'aigua de pluja, fins que s'evapora totalment. El punt inicial del procés de formació de les cassoletes coincideix amb una debilitat de la roca, ja sigui un encreuament de diàclasis tancades o un nucli de roca més atacable. Es desenvolupen per disgregació granular i/o en plaques i per dissolució, engrandint-se en fondària i lateralment. Els detritus producte de la disgregació s'acumulen en el seu interior, i són evacuats paulatinament pel vent, l'aigua que desborda, l'impacte de gotes de pluja o per dissolució. L'evolució d'una cassoleta d'erosió finalitza quan no pot retenir aigua, ja sigui perquè el sobreexidor arriba a la seva base, o per l'obertura d'una diàclasi —cassoletes fallades—. A partir d'aquest moment sol ser colonitzada per la vegetació (molses, líquens, etc.). Es localitzen alguns exemples de cassoletes fallades a Ses Falugues (Begur).

Les cassoletes d'erosió es classifiquen en funció de les seves morfologies de superfície, de fons i de secció. La forma en superfície varia entre subcircular, el·líptica i irregular. El fons de la cassoleta pot ser pla, còncau o irregular. Les de fons pla s'anomenen «Pans». Els «Pits» són cassoletes d'erosió de fons còncau. Pel que fa a la secció, les cassoletes es poden classificar en funció de la presència o no de sobreexcavació en llurs parets.

Les cassoletes d'erosió desenvolupades sobre granodiorites són sempre, en el Massís de Begur, subcirculars, poc profundes i de fons pla. Corresponen, per aquestes característiques, a cassoletes de tipus «pan», de vora subcircular, a vegades amb una certa sobreexcavació a les parets. No excedeixen el mig metre de diàmetre. Els sobreexidors solen ser amples, reflectint la fàcil alteració de la roca. Se les localitza majoritàriament sobre les boles, al Puig de Sant Sebastià i La Illeta (Palafrugell). Una forma estranya dins les cassoletes presents en les granodiorites n'és

la de mitja lluna, amb dos sobreexidors, situada sobre una roca en forma de bolet al Puig de Sant Sebastià (Palafrugell). Probablement es va originar per la unió de dues cassoles inicialment separades.

En relació a l'alteració d'enclavaments diorítics, apareixen algunes cassoles de tipus «Pit» en els Forcats (Calella).

En els leucogranits aplítics de dues miques i en els de gra fi amb grànats, les cassoles d'erosió són de tipus irregular, influïdes per les diàclasis, i són molt abundants a l'Alt del Cap de Planes (Mont-ras), a Ses Falgues (Begur) i al Mirador d'Aigua Xelida (Palafrugell). Són de fons pla, és a dir, de tipus «pan», en general poc profundes i sovint amb sobreexcavació a les vores. Les dimensions varien des d'uns pocs centímetres a més d'un metre de diàmetre major. Es formen a partir d'una fractura no oberta i es van engrandint preferentment seguint llur direcció, donant lloc a formes elipsoïdals, amb l'eix major coincidint amb el pla de la diàclasi. Durant el creixement, poden interferir amb altres diàclasis paral·leles o ortogonals a la primera, adoptant una forma irregular, amb arestes ben marcades. Només a les zones on les diàclasis que afecten els leucogranits de gra fi són molt espaiades, es poden formar cassoles d'erosió subcirculars. La formació de les cassoles pot anar lligada també a l'alteració d'un punt de debilitat, sovint un nucli pegmatític, els quals són abundants en els leucogranits de gra fi. Aquests nuclis són de tamany de gra gros, i per tant, són fàcilment meteoritzables. Una altra característica de les cassoles en aquestes roques, és que els seus sobreexidors són estrets, reflectint la resistència de la roca a l'alteració. A més de cassoles irregulars, en els leucogranits de gra fi també se'n reconeixen algunes de fons pla, molt profundes i poc amples, que s'han classificat com a forats cilíndrics («cylindrical hollows»). N'hi ha a Aigua Blava (Begur). L'elevada densitat de cassoles que hi ha en algunes zones fa que arribin a intercomunicar-se les unes amb les altres, al llarg d'una diàclasi, pendent avall, donant formes en rosari, com a Ses Falgues (Begur). Altres vegades, el que queda és una superfície irregular, resultat del desenvolupament de nombroses cassoles, unes al costat de les altres. Aquesta superfície és coneguda com a «meringe surface», i se'n localitzen a Ses Falgues (Begur).

A Sant Sebastià, en dics de pegmatita poc inclinats, s'han observat cassoles d'erosió de característiques similars a les formades sobre els leucogranits de gra fi, és a dir, de fons pla i de geometria irregular. Un tret diferenciador és que, com que el dic no és horitzontal, sinó inclinat, la cassola no presenta sobreexidor, sinó que desguassa directament per una canalera de fons pla.

En les sorrenques del Paleogen dels Caramanys (Pals), apareixen casquetes de fons pla i forma circular, amb un diàmetre màxim de mig metre. La major part d'elles tenen les parets sobreexcavades i no presenten sobreexcavador. Apareixen en relació a defectes de cimentació a la mateixa capa o a la presència de diàclasis verticals, molt espaiades.

* *Canaleres* («channels»): són formes desenvolupades en superfícies subhoritzontals, amb capacitat per concentrar i canalitzar l'aigua d'escorrentia. Solen connectar amb el sobreexcavador d'una casqueta si augmenta el pendent de la superfície rocosa. Tenen una secció en «V» o «U» segons si estan o no situades damunt una diàclasi. Es formen per disgregació granular degut a la concentració d'humitat al llarg d'elles. Els productes de l'alteració són evacuats principalment per l'aigua d'escorrentia.

En les granodiorites apareixen canaleres incipients sobre boles a La Illeta i al Puig de Sant Sebastià (Palafrugell). Són freqüents sobre els leucogranits de gra fi, localitzant-se'n en relació amb casquetes a Ses Falugues (Begur) i a l'Alt del Cap Planes (Mont-ras).

* «*Flutings*»: són formes similars a les canaleres, de secció triangular, que es desenvolupen en parets verticals. S'han observat a La Illeta (Palafrugell) damunt granodiorites fenoblàstiques.

* *Taffonis* («cacholas», «cavernous weathering»): es tracta de depressions desenvolupades en parets verticals, originades per disgregació granular o en plaques a partir d'una zona de debilitat a escala de gra o lineal (diàclasi). D'aquest punt inicial, la disgregació es propaga radialment cap a l'interior de la paret, formant una petita cúpula que es va engrandint, sobre tot cap amunt, afavorida per la gravetat. A la part basal del taffoni es van acumulant els residus de la disgregació, que són evacuats, ajudats per la gravetat, pel vent i l'aigua. Poden afectar un sol bloc, formant una gran cavitat en llur interior, on es desenvolupen altres depressions de menor tamany. Altres vegades la disgregació granular afecta tota una paret, donant lloc a formes complexes. Cal fer notar que és a la línia de costa del Massís de Begur on es localitzen la majoria dels taffonis de màximes dimensions. Això és degut a la presència de parets verticals (penya-segats) on poden desenvolupar-se processos de disgregació, afavorits per un ambient més humit i per l'efecte d'haloclasticisme.

Se'n troben afectant grans blocs o tota una paret de leucogranit de gra fi amb granats, on apareixen formes complexes amb forma d'ocell i de castell, tal com és possible observar en el Mirador d'Aigua Xelida (Palagrugell). També se'n localitzen sobre granodiorites, com per exemple a La Musclera (Tamariu) i al Cap de Planes (Palamós), entre altres llocs. En alguns afloraments costaners de sienites s'han observat alguns

taffonis incipients, com és el cas del sector de ponent de la platja de Llafranc.

A l'interior del Massís apareixen també, com a formes incipients, al Puig de Sant Sebastià i a La Illeta (Palafrugell), en relació amb les boles granodiorítiques.

Els taffonis observats en les sorrenques paleogèniques dels Caramanys (Pals), es relacionen amb capes poc cohesives situades entre d'altres més cimentades, evolucionant la forma per disgregació al llarg de la capa.

* *Alvèols i nius d'abella*: són depressions similars als taffonis, però de menor tamany, generades per la disgregació granular tant en superfícies horitzontals com fortament inclinades. Quan aquestes depressions són petites s'anomenen nius d'abella, i quan assoleixen un tamany decimètric parlem d'alvèols. En alguns casos, la unió de molts alvèols dona lloc a una forma de dimensions majors, que es pot classificar, si està en posició vertical, com a un taffoni. Es relacionen amb debilitats de la roca a escala de gra. Sovint aquestes debilitats consisteixen en buits generats en el procés de solidificació de la roca. Aquestes formes apareixen en les roques plutòniques, en l'interior de taffonis. També en dies bàsics, sigui quina sigui la seva composició, situats a la línia de costa, prop de l'acció del mar; quan ens allunyem d'ella deixen de desenvolupar-se. Són molt freqüents a la costa entre Tamariu (Palafrugell) i Fornells (Begur). A Sa Riera i Ses Negres (Begur), i a La Marineda (Llafranc), s'observen desenvolupats damunt esquists cornubianítics i cornianes. Al Cap Gros (Palamós) són visibles sobre marbres.

* *Gropes* («arm chair-shaped hollows»): es tracta de depressions ober-tes —amb una morfologia que recorda un silló— degudes a la diferent cohesió de dues capes. Són molt manifestes i abundants a la zona del Caramany Petit (Pals), sobre sorrenques del Paleogen.

* *Rascler*: són depresions canaliformes, amb una disposició més o menys paral·lela. Es generen per dissolució parcial de la superfície de la roca, més intensa en plans de debilitat.

S'han observat en les dolomies del Puig Rodó (Begur) i en les calcàries grises de la Punta Espinuda (Pals) (Quadre II).

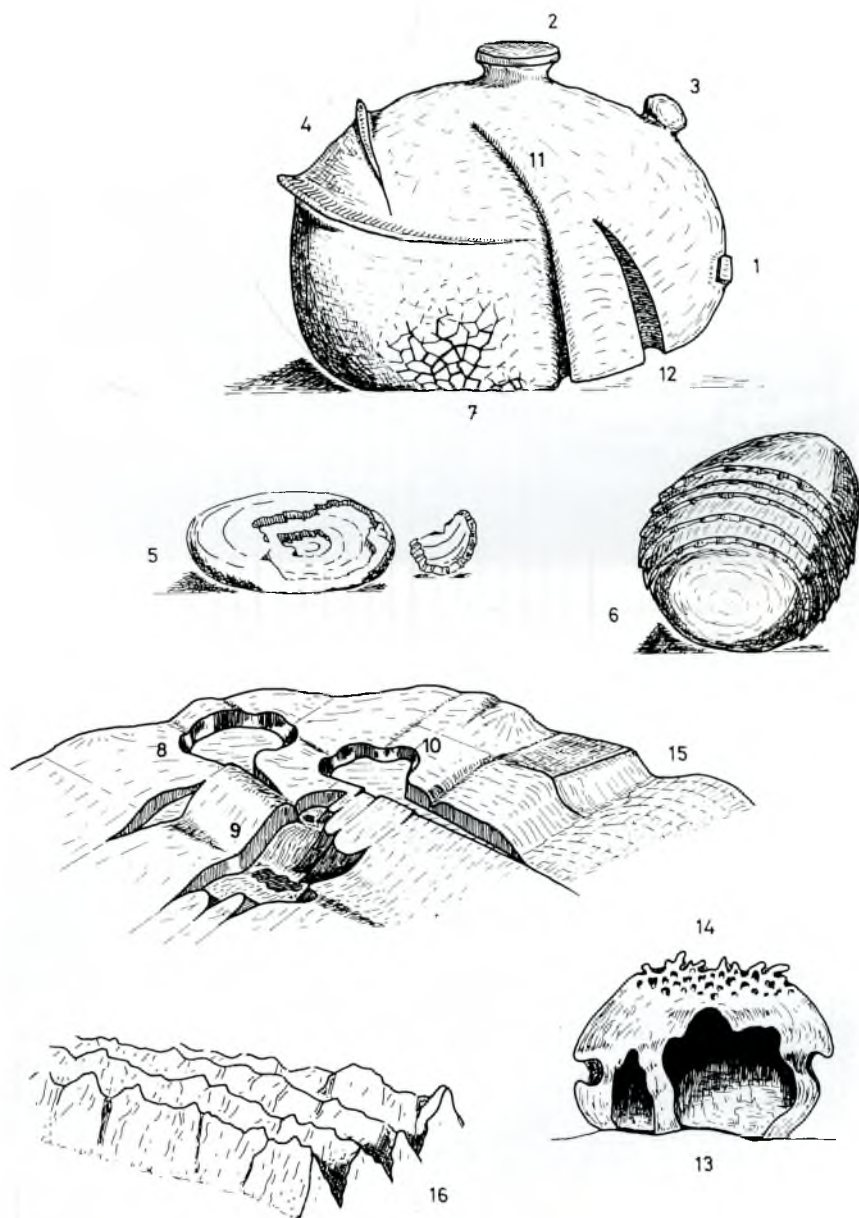


Fig. 9. Diverses microformes presents en el Massís de Begur. *Llegenda*, 1: «Pitting», 2: Orelló, 3: Pseudorelló, 4: Nervació, 5: Peles gruixudes de ceba, 6: Peles fines de ceba, 7: Esquerdes poligonals, 8: Cassoleta subcircular, 9: Cassoletes irregulars, 10: Cassoleta amb sobreeixidor, 11: Canalera, 12: «Fluting», 13: «Taffoni», 14: Alvéols i nius d'abella, 15: Gropa, 16: Rascler.

LITOLOGIA FORMES		ROQUES																			
		PLUTÒNIQUES					FILONIANES					METAMÒRFIQUES					SEDIMENTÀRIES				
		Granodiorites	Granits cataclàstics	Diorites	Sienites	amb granats amb dos miques granofírics en pseudodícs	Bàsiques	ACIDES				Quarsites	Cornianes	Esquistos cornubianics	Cornubianites	Marbres i Dolomies	Roques calcosilicatades	Calcofil·lites	Calcàries	Sorrentines	Conglomerats
								Apfites	Pegmatites	Quars	Felsites i microgranits										
MACROFORMES	Boles																				
	isolades	•																			
	en caos	•																			
	Roques en dors de balena	•																			
	Roques en forma de bolet	•																			
	Tors	•																			
	Doms	•																			
	Prominències rocoses																				
	arrodonides	•																			
	irregulars																				
	en zones					•	•														
	aïllades	•				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	arreglarades	•																			
	Blocs																				
	isolats					•	•														
en paviment					•	•															
separats					•	•															
partits					•	•															
arrodonits					•	•															
Escarpaments esglaonats																					
Baumes																			•	•	
Coves càrstiques																			•		
MICROFORMES	"Pitting"	•		•		•	•	•		•		•									
	Microbolets o orellons					•															
	Pseudorellons	•																			
	Nervacions	•		•		•															
	Peles gruixudes de ceba	•																			
	Peles fines de ceba									•											
	Esquerdes poligonals	•				•															
	Cassoletes d'erosió																				
	subcirculars	•		•																	•
	irregulars					•	•														
	Canaleres	•				•	•				•	•									
	"Flutings"	•																			
	"Taffonis"	•			•	•		•												•	•
	Alveols i nius d'abella	•	•	•	•	•		•						•	•		•	•	•	•	•
	Gropes																				
Rascler																			•	•	

Quadre II: Macro i microformes dels diferents tipus de roca del Massís de Begur.

FOTOGRAFIES DE MICROFORMES



«Pitting». Pineda de la Illeta, Ermedàs (Palafrugell).



Orelló o microbolet. Mirador d'Aigua Xelida (Palafrugell).



Pseudorelló. Pineda de la Illeta, Ermedàs (Palafrugell).



Nervació. Mas Verd de Llafranc (Palafrugell).



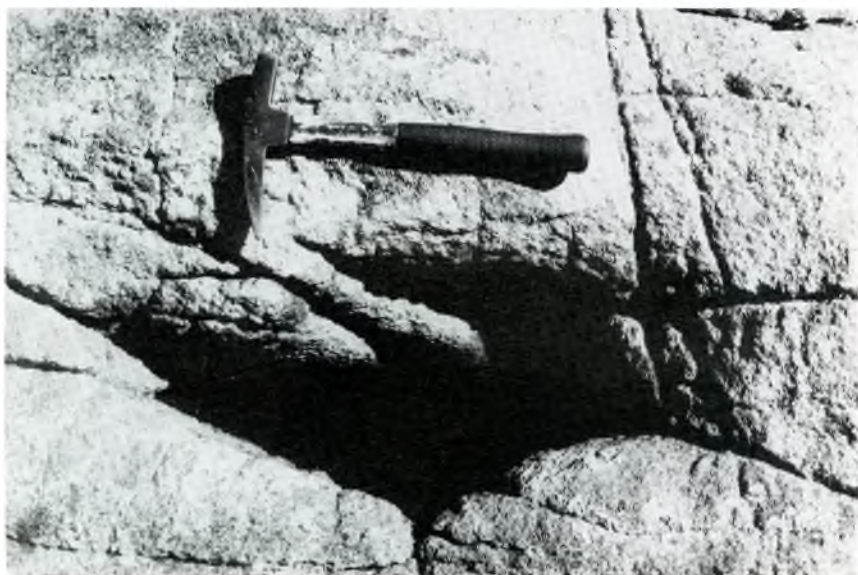
Peles fines de ceba. Parador d'Aigua Blava (Begur).



Esquerdes polygonals. Pineda de l'Illeta, Ermedàs (Palafrugell).



Cassoleta d'erosió subcircular. Ses Falugues (Begur).



Cassoleta d'erosió irregular. Mirador d'Aigua Xelida (Palafrugell).



Cassoleta d'erosió subcircular
amb sobreexidor.
Ses Falgues (Begur).



«Taffoni» amb alvèols.
Mirador d'Aigua Xelida (Palafrugell).



Canaleres. Ses Falgues (Begur).



«Taffonis». Mirador d'Aigua Xelida (Palafrugell).



Alvèols i nius d'abella. Punta d'es Mut (Begur).



Gropa. Caramany Petit (Pals).



Rascler. Platja de Pals (Begur).



Descamació. La Fosca (Palamós).

6.— BIBLIOGRAFIA

CROS, M. L. (1987). «Estudi sedimentològic dels dipòsits eòlics del Baix Empordà». Tesi de llicenciatura, Universitat de Barcelona. 140 pp. (Inèdit).

PALLI, L.; BRUSI, D.; TRILLA, J.; ESTALRICH, J. (1987). «Mapa morfològic de Palamós». *Publ. Col·legi Univ. Girona*. Escala 1:10.000; 53 simb; 3 esq.

PALLI, L.; ROQUE, C. (1990a). «Mapa lito-morfològic del Massís de Begur». *Editat per la Unitat de Geologia de l'Estudi General de Girona*. Escala 1:25.000; 11 tipus de materials; 68 signes convencionals.

PALLI, L.; ROQUE, C. (1990b). «Mapa geològic de Palafrugell». *Editat per la Unitat de Geologia de l'Estudi General de Girona*. Escala 1:10.000; 55 tipus de materials; 21 signes convencionals.

PALLÍ, L.; ROQUÉ, C. (1991a). «Mapa litològic del Massís de Begur». *Editat per la Unitat de Geologia de l'Estudi General de Girona*. Escala 1:25.000; 60 tipus de materials; 17 signes convencionals.

PALLÍ, L.; ROQUÉ, C. (1991b). «Mapa geològic de Begur». *Editat per la Unitat de Geologia de l'Estudi General de Girona*. Escala 1:10.000; 47 tipus de materials; 21 signes convencionals.

PALLÍ, L.; ROQUÉ, C. (1991c). «Mapa geològic de Regencós». *Editat per la Unitat de Geologia de l'Estudi General de Girona*. Escala 1:5.000; 35 tipus de materials; 28 signes convencionals.

ROQUE, C.; PALLI, L. (1991a). «El Paleozoic del Massís de Begur (Girona)». *Scientia Gerundensis*, 17:75-84.

ROQUE, C.; PALLI, L. (1991b). «El Paleogen del Massís de Begur (Girona)». *Scientia Gerundensis*, 17:85-90.

TRILLA, J.; PALLI, L.; ZARROCA, M. (1985). «El medi físic terrestre del litoral de Catalunya». *Conselleria de Política Territorial i Obres Públiques, Gen. Cat.* 167 pp. Barcelona.