

### 3.- CRONOESTRATIGRAFIA.

La marcada absència de registre fòssil en els diferents nivells de la sèrie del Keuper, tant als Catalànids com en altres indrets de la Península, ha dificultat sempre la cronoestratigrafia d'aquests materials.

Les primeres referències que al respecte es troben corresponen a VIRGILI (1958) i posteriorment VIRGILI (1977). Aquesta autora va presentar en el primer treball un complet estudi paleontològic del Triàsic dels Catalànids, en el que pel que fa al Keuper va concloure:

- a) La presència en la part alta del Muschelkalk superior de Casianella, així com altres espècies de lamel.libranquis com Pecten alberdi i Myophoria golfussi, permeten considerar els nivells de trànsit Muschelkalk-Keuper, coincidents pràcticament amb el límit Ladinia-Carnià o lleugerament per sobre del mateix.
- b) Dintre de la sèrie del Keuper identifica Myophoriopsis keuperina, que defineix la seva unitat K-2 (Keuper mitjà), equivalent en el nostre cas als nivells argiloso-carbonatats de trànsit a la Fm Imón. La presència d'aquest lamel.libranqui en la sèrie permet fer corresponents aquests nivells a la part alta del Carnià i potser la base del Norià.
- c) La unitat K-3 d'aquesta mateixa autora (Fm Imón) la considerada com del Norià malgrat la seva total esterilitat paleontològica.
- d) Els primers nivells liàsics datats corresponen ja a l'Hettangià, no quedant clara la presència del Rhetià en el Triàsic dels Catalànids.

En els darrers anys l'estudi del contingut palinològic en les argiles dels nivells detrítics i evaporítics del Triàsic, ha permès avançar força en la datació de les seves unitats. SOLE DE PORTA i ORTI (1982) realitzen la datació del Keuper de València mitjançant el contingut palinològic, donant una edat carniana pel conjunt de la seva sèrie, tant del Keuper inferior evaporític, com del mitjà detrític i superior evaporític.

També MARZO et al (1985) presenten dades sobre el contingut en microflora del Triàsic dels Catalànids.

Pel que fa al Keuper els resultats no varien dels que havia presentat VIRGILI (1958).

Durant l'etapa de mostratge dels diferents talls de Keuper estudiats en el nostre cas, s'han recollit mostres d'argiles de les formacions Gallicant i Miravet, per tal d'estudiar el seu contingut en microflora, el qual ha estat realitzat per la Dr. NURIA SOLE DE PORTA, del Departament de Paleontologia de la nostre Facultat.

Pel conjunt de mostres recollides únicament algunes de les corresponents a la Fm Miravet han donat resultats positius: es tracta de mostres dels talls de Corbera - Gelida (Garraf) i del Gallicant (Prades).

Pel cas de Garraf s'ha pogut identificar una associació palinològica força més completa i rica en nombre de formes. Aquestes són:

Cyclotriletes sp.

Calamospora sp.

Vallasporites ignacii Leschik 1955

Patinasporites densus Leschik 1955

Triadispora plicata Klaus 1964

Triadispora suspecta Scheuring 1970

Triadispora obscura Scheuring 1970

Triadispora sp.

Alisporites sp.

Lunatisporites acutus Leschik 1955

Lunatisporites sp.

Microcachryidites fastidioides (Jansonius) Klaus 1964

Protodiploxypinus gracilis Scheuring 1970

Staurosaccites quadrifidus Dolby 1976

Ovalipollis ovalis (Krutzsch) Scheuring 1970

Ovalipollis cultus Scheuring 1970

Bisaccate Indet.

Duplicisporites granulatus (Leschik) Scheuring 1970

Duplicisporites scurrilis Scheuring 1970

Praecirculina granifer Klaus 1960

Camerosporites secatus Leschik 1955

Per la presència tant a Garraf com a Prades, de Camerospirites secatus associat a Patinasporites densus, acompanyats de formes com Vallasporites ignacii i tota la restant associació de microflora reconeguda, es pot considerar que els trams on s'ha presentat aquesta microflora perteneixen al Carnià.

Queden per tant sense datar les unitats del Molar i Gallicant, així com els nivells de trànsit a la Fm Imón i aquesta mateixa.

En resum podem concloure que als Catalànids la sedimentació de les fàcies Keuper s'inicia en el trànsit Ladinià-Carnià, tal com ja havia dit VIRGILI (1958) i posteriorment han confirmat MARZO et al (1985). La Fm Miravet queda perfectament datada com carniana. Malgrat que les dues altres formacions no han pogut ser datades considerem per comparació amb el Keuper valencià (SOLE DE PORTA i ORTI, 1982), que poden considerar-se també dintre del Carnià.

En respecte a l'edat de la Fm Imón, considerada per alguns autors com del Norià (VIRGILI, 1958; MARZO et al, 1985, etc), i com del Rhetià per altres (GOY et al, 1976, etc), en el nostre cas preferim no fer cap tipus de consideració donada la total manca d'informació que sobre aquest aspecte tenim.

. . . . .



#### 4.- PETROLOGIA I DIAGÈNESI DE CARBONATS I SULFATS.

Els diferents aspectes descriptius i interpretatius que s'exposen en aquest capítol són el resultat de les diverses observacions de camp i sobretot de l'estudi del material mostratjat. Sobre aquest darrer s'han realitzat un total de 85 làmines petrogràfiques dels següents talls i litologies:

	<u>Total</u>	<u>Carb.</u>	<u>Anh.</u>	<u>Guix</u>	<u>Limol.</u>
Gallicant	18	11	-	7	-
Benifallet	6	1	-	5	-
Musara	1	1	-	-	-
Gelida	1	1	-	-	-
Mediona	11	9	-	2	-
Pradell	1	-	-	-	1
Rasquera	11	2	-	9	-
Corbera	15	2	6	7	-
Espinagosa	21	2	4	15	-
-----					
Total:	85	29	10	45	1

Agruparem els diferents elements litològics reconeguts en tres grups principals: carbonats, guixos i anhidrites.

##### 4.1.- CARBONATS.

En les diferents unitats del Keuper aquesta litologia pot presentar-se de dues formes diferents: a) com a capes carbonatades individuals, intercalades entre l'argila o més rarament entre els sulfats. b) com a làmines de carbonat associades al guix i desenvolupades preferentment en la Fm Miravet.

##### 4.1.1.- Capes carbonatades individuals.

Hem distingit dos tipus de litofàcies diferents: nivells dolomítics i nivells carniolars:

- a) Els nivells dolomítics constitueixen capes que normalment tenen de 10 a 60 cms de potència. En làmina prima presenten una textura dolomicrítica força homogènia, en la que normalment no es reconeixen components. No obstant, en algunes ocasions s'han identificat "fantasmes" de bioclastes i peloids que han resistit parcialment a la dolomitització.

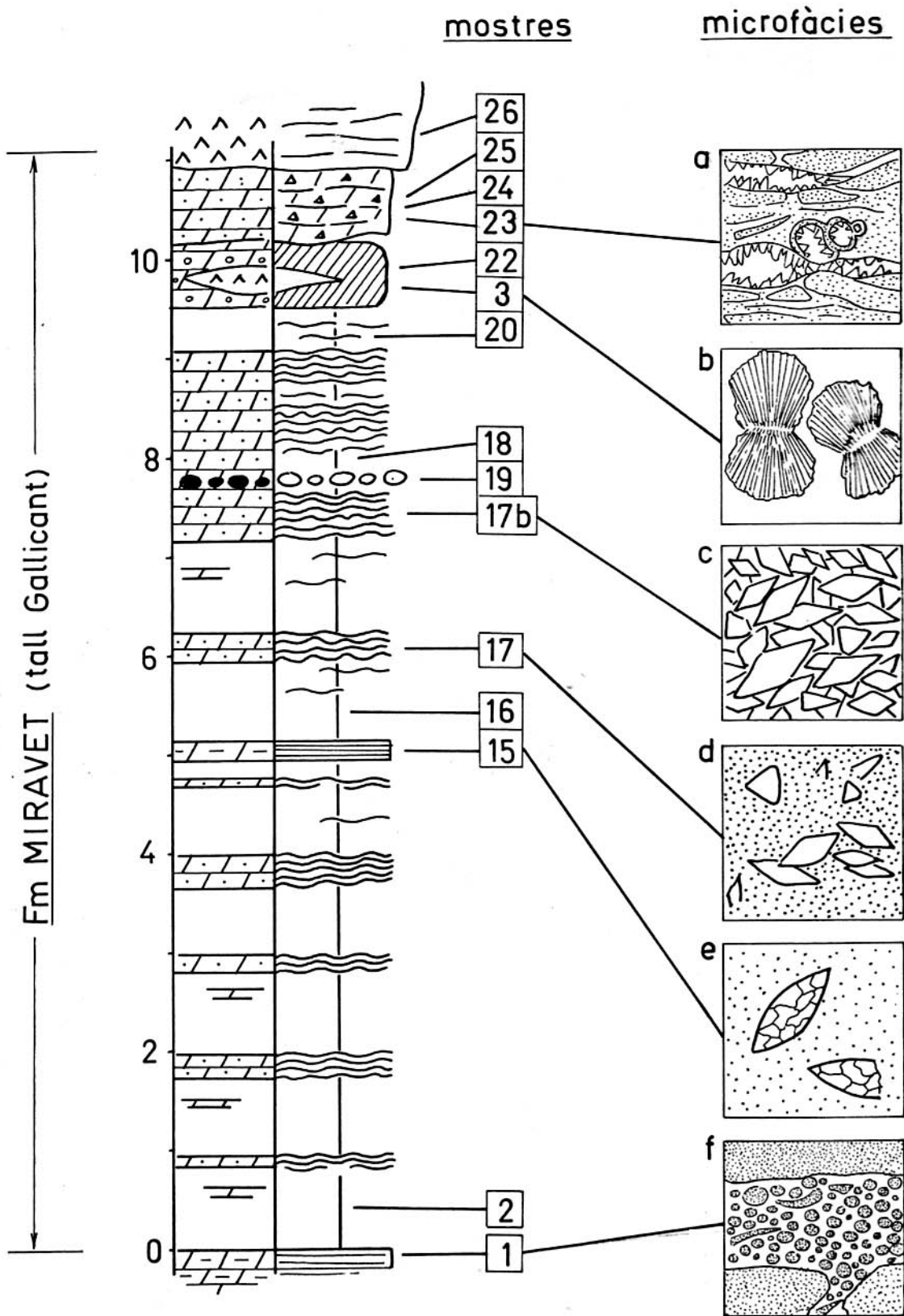


Fig 30.- Sèrie litoestratigràfica de la Fm Miravet en el tall del Galllicant, amb distribució de litofàcies i microfàcies: a) nivell carniolar. b) nivell massiu d'agregats fibrosos de calcita. c i d) nivells dolsparítics algal. e) nivell dolomicrític laminat amb pseudomorfs de cristalls de guix. f) nivell bioclàstic (fragments esquelètics, intraclastes, peloids, ooids, etc) del sostre del Muschelkalk superior.

Microscòpicament, la laminació que correntment caracteritza aquests nivells, pot reflexar-se en llum paral·lela, com un bandejat fosc-clar en la textura micrítica, o bé per una alternança de bandes de micrita i microesparita. Tot i així, la laminació pot passar desapercebuda en làmina prima encara que sigui força evident en mostra de ma.

Els pseudomorfes d'antics cristalls de guix (foto 53, 54, làm 12) o d'anhidrita (foto 52, làm 12) reemplaçats per ciment esparític (calcita, dolomita), són habituals en aquests nivells. També ho són els nòduls i micronòduls de chert (foto 10, làm 3 i foto 15, làm 4).

El grau de bioturbació és mínim, i la poca porositat que presenten (alguns components dissolts) està ocupada normalment per ciment esparític.

. . . .

Sedimentològicament aquestes capes corresponen al desenvolupament de petites llacunes carbonatades de feble estabilitat, instal·lades en les depressions de la plana fangosa entre les que es troben. Les variacions en concentració d'aquestes aigües es posa de manifest pel creixement de petits cristalls de guix i nòduls d'anhidrita entre el sediment carbonatat.

En diferents casos es poden veure en la laminació, morfologies que posen de manifest el clar control algal d'aquest sediment en el medi sedimentari.

El caràcter dolomític pot considerar-se com un procés diagenètic precoç, dintre del propi medi sedimentari, degut a la circulació d'aigües marines força concentrades en magnesi.

- b) Amb el terme carniola, agrupem un conjunt de roques carbonatades de característiques més complexes, tant d'estructura com d'evolució diagenètica, que les fins ara descrites. En el camp constitueixen capes d'aspecte càdric, bretxós i bastant poroses, de distribució lateral força irregular i amb potències de 30 a 50 cms (ocasionalment fins 1 m). Sovint estan limonitzades, donant tonalitats ocres a les argiles entre les que es troben.

Són una litologia corrent sobretot en els nivells de trànsit de la Fm Gallicant a la Imón, i també en



aquells trams de la Fm Miravet on el caràcter evapotípic és pobre.

A grans trets, les carnioles estan constituïdes per fragments carbonatats i argilosos (intraclastes o litoclastes) que ocasionalment poden estar acompanyats per fragments esquelètics (bioclastes), englobats en una matriu micrítica més o menys abundant que és la que dona consistència a la roca.

. . . .

Els fragments carbonatats (mud clasts) provenen de la fracturació i resedimentació de capes dolomítiques del tipus anteriorment descrit, quan es troben en dèbil estat de litificació i estan sotmeses en un medi sedimentari poc estable, a freqüents processos de dissolució i colapament. El grau de transport d'aquests litoclastes pot considerar-se mínim.

Els fragments argilosos (clay chips) provenen de la plana fangosa que envolta el medi carbonatat, al qual hi poden arribar a través de fluxes de diferents tipus: aixaregalls, vendavals, etc.

Aquestes carnioles presenten un grau de porositat elevat, que en làmina prima es pot veure, en bona part, reomplert per diferents generacions de ciment (foto 61, làm 14). La mineralogia d'aquest ciment és normalment de calcita o dolomita, encara que també pot ser-ho de guix, celestina o quars. Pot considerar-se que les primeres generacions, diageneticament precoces (medi sedimentari), són de ciments carbonatats, mentres que les més tardanes, diagenètiques tardanes (registre sedimentari), són d'altres mineralogies.

En la foto 12, làmina 4, es pot veure un aspecte típic en mostra de ma, d'aquestes carnioles. En aquest cas únicament es conserva la matriu micrítica envoltant, havent-se dissolt els seus intraclastes (es tractava de fragments argilosos del mateix tipus que envolten la capa).

En la foto 60, làmina 14, es pot veure un nivell carniolar bioclàstic. Les càmares dels gasteròpodes que el constitueixen es presenten parcialment reomplertes per celestina.

c) Particularitats.

La Fm Miravet, en el tall del Gallicant, presenta una variada distribució de fàcies carbonatades (fig.30).



Dominantment està constituïda per nivells dolomítics laminats, rics en matèria orgànica, que s'intercalen entre les argiles grises típiques d'aquesta unitat. L'origen algal d'aquests carbonats queda ben de manifest per les típiques morfologies i estructures sedimentàries que es poden veure.

Aquests nivells laminats estan totalment recristallitzats presentant una textura dolsparítica força desenvolupada. En les fotos 55 i 56, làmina 13, es poden veure dos exemples d'aquestes fàcies al microscopi: en el primer cas es tracta d'una homogènia textura dolsparítica constituïda per cristalls romboèdrics de més-menys 200  $\mu$ m de llargada, en els que s'hi pot veure clarament una zonació de creixement. Aquesta es posa de manifest per les impureses que contenen els cristalls, que molt probablement són de matèria orgànica, força abundant entre les làmines d'aquests nivells estromatolítics.

En el segon cas, es distingeix una textura bimodal en la mida de gra dels cristalls, presentant els més grans unes característiques similars als cristalls del primer cas i quedant englobats en una matriu microesparítica de característiques més anhedrals.

En aquest mateix tall, es presenta un nivell carbonatat (80 cms) constituït per petits agregats fibrosos radiats en forma de "gavells" (foto 57, làm 13) de mida 0,5-1 mm. Els anàlisis de difracció de R-X han donat una mineralogia de calcita per aquests agregats.

Com un cas excepcional, s'ha identificat un nivell oolític entre els guixos de la Fm del Molar en el tall de Corbera, del que ja en feiem referència en la pàgina 34. En làmina prima (foto 74 làm 16) es poden veure els ooids micrititzats i es reconeixen diferents generacions de ciment. En la figura 31 s'ha esquematitzat l'evolució sedimentària i diagenètica d'aquests nivells tal com nosaltres l'interpretem a partir del seu estudi petrogràfic i el seu emplaçament estratigràfic.

En la pedrera d'Espinagosa es troben alguns nivells d'acumulació de bioclastes (10-20 cms) que s'intercalen entre les argiles i la part basal del pa-

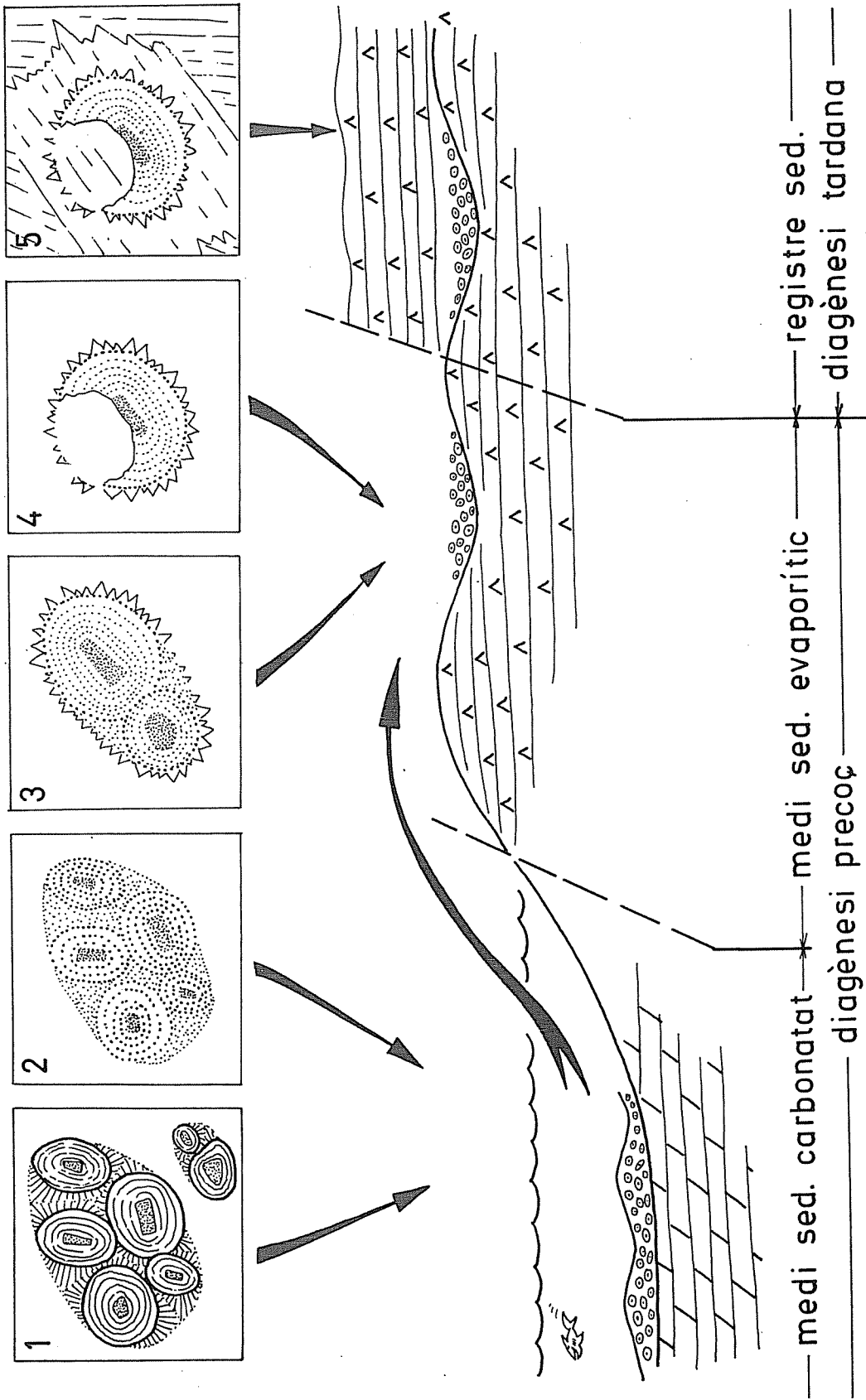


Fig 31.- Evolució sedimentària i diagènètica del nivell oolític de Corbera:  
1) sedimentació dels ooids en el medi carbonatat amb formació d'una primera generació de ciment aragonític (grans compostos). 2) micritització. 3) segona generació de ciment esparític en condicions subaèries i fora del medi carbonatat. 4) dissolució parcial dels components micrititzats. 5) en una etapa diagènètica tardana desenvolupament d'una tercera generació de ciment poiquilític d'anhidrita.

quet sulfatat (mostres ES-8,9,10 fig 16) del tercer cicle que aflora (Fm Miravet).

Al microscopi aquests nivells estan constituïts per peloids i bioclastes, als que també s'associen en menor importància alguns intraclastes. Aquest conjunt de components es presenten de forma desordenada i barrejats entre sí a l'atzar. Els bioclastes estan micrititzats i parcialment dissolts, i conjuntament amb els altres components queden englobats entre ciment esparític-microesparític que en alguns punts pot arribar a ser dominant.

Normalment es presenta una darrera generació tardana de ciment de guix, celestina o quars (quarcina), reomplint esquerdes o altres tipus de porositat.

Un d'aquests nivells (ES-9) el constitueix un dipòsit granoclassificat, de 20-30 cms, en el que els bioclastes es presenten totalment dissolts, únicament conservant-se l'envolta micrítica i part de la matriu carbonatada que els conté. En aquesta matriu es conserva una densa estructura pseudomòrfica de cristalls elongats d'anhidrita. Tot el conjunt està ocupat per guix alabastrí, que omple tant les zones dissoltes com les pseudomòrfiques (fig.32).

. . . . .

Al igual que els ooids de Corbera, aquests nivells desordenats o granoclassificats d'acumulació de bioclastes, intercalats entre la sèrie evaporítica de forma sobtada, els interpretem com un sediment alòcton arribat al medi evaporític per causes accidentals (tempestes o similars).

Aquests casos posen de relleu una relativa proximitat d'aquests medis evaporítics (restringits) interns, amb els carbonatats litorals més directament oberts al mar que constituïrien l'àrea font d'alguns d'aquests nivells clàstics intercalats en les sèries evaporítiques.

#### 4.1.2.- Laminació carbonatada en el guix.

En el transcurs d'aquest escrit hem anat fent referència en diferents ocasions a l'alternança guix-carbonat que sovint presenten les capes sulfatades de litofàcies

laminada en la Fm Miravet. De l'estudi petrogràfic en làmina prima d'aquestes fàcies hem pogut veure que la laminació carbonatada fonamentalment es presenta de dues formes diferents:

- a) Mitjançant làmines dolomicrítiques massives de pocs mms de potència (ocasionalment fins 1 cm), individualitzades entre el guix. Aquestes sovint les podem veure trencades, plegades o "boudinades" per la tectònica, formant diferents fragments aïllats entre el guix (fig.33-A). En la foto 18, làmina 5, es pot veure l'aspecte típic d'aquesta fàcies en mostra polida. També, en les fotos 42 i 43, làmina 10, podem veure alguns d'aquests fragments envoltats per guix en làmina prima.
- b) De forma més corrent la laminació carbonatada es presenta al microscopi, com un entramat més o menys dens de partícules de micrita o microesparita englobades en guix alabastrí (fig.33-B) (fotos 62,63, làm 14). Aquestes partícules constitueixen petits cristalls anhedrals de dolomita (5-10 $\mu$ ) que els veiem de forma individual o bé agrupats formant agregats ("grumolls") de tendència elongada. En llum paral·lela es pot veure com aquest entramat de partícules dolomítiques es disposa en forma de bandes (pocs mms) separades per zones més pures de guix.

Altres components (diagenètics tardans) que acompanyen la laminació carbonatada són:

- c) Calcites fússiformes. (fotos 59, làm 13 i 62, làm 14) Constitueixen un tipus de component força habitual entre els guixos laminats del Keuper. Presenten un hàbit molt característic: cristalls elongats que normalment tenen 100-150 $\mu$  de llargada, de morfologia fússiforme i amb seccions transversals circulars o de tendència hexagonal.

Es disposen de forma individual i a l'atzar, encara que en algunes ocasions tendeixen a la posició subvertical. Es desenvolupen tant entre el bandejat micrític com entre el guix.

En llum paral·lela tenen relleu alt i color marron, i ressalten sobre el fons transparent del guix que les engloba. En llum creuada presenten colors moderadament alts de birrefringència.

Calcites amb característiques similars han estat descrites per ROSELL i ORTI (1980), entre altres autors.

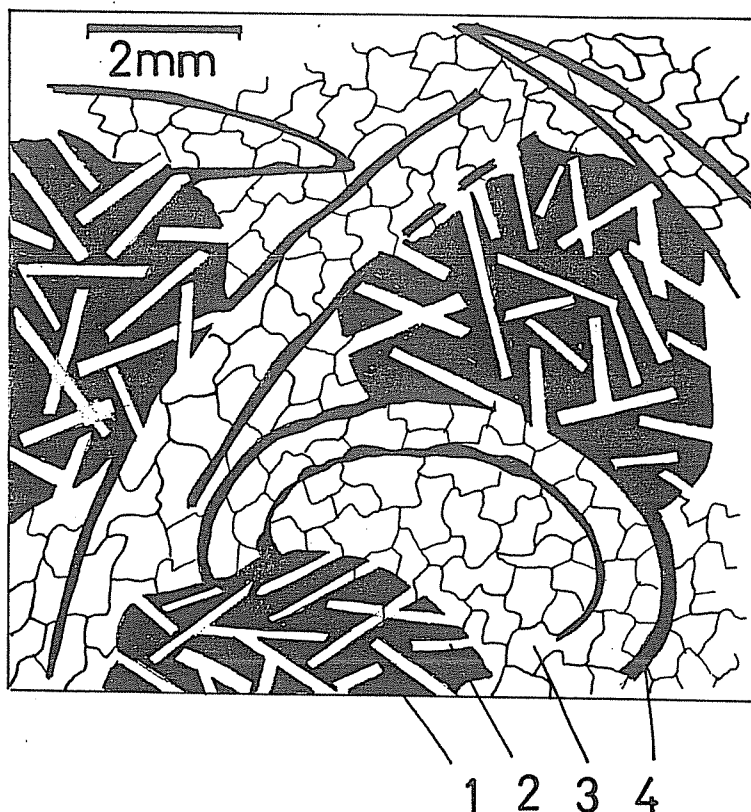


Fig 32.- Nivell bioclàstic (ES-9) de la pedrera d'Espinagosa. Al microscopi es poden veure els fragments esquelètics dissolts, únicament conservant-se l'envolta micrítica (4) i part de la matriu carbonatada que els contenia (1). En aquesta matriu s'hi troba desenvolupada una densa estructura pseudomòrfica de cristalls prismàtics d'anhidrita (2). El conjunt està englobat en una matriu alabastrina de gra fi (3).

- d) Esferulits carbonatats (làmina 15). Són un altre tipus de component força habitual i en aquest cas de fàcil reconeixement a simple vista. Es tracta de petits esferulits, de color beig clar, de 0,5 a 2 mms de diàmetre, que es troben desenvolupats sobretot en les fàcies laminades blanc-ocre de la Fm Miravet. També poden presentar-se en altres tipus de guixos (no s'han observat entre l'anhidrita).

En làmina prima es pot veure una microestructura fibrosa radiada ben desenvolupada. El seu color és marron tant en llum paral.lela com creuada.

La presència de laminació carbonatada en el guix pot ser interpretada bàsicament de la següent manera: Per variacions cícliques en la salinitat del medi llacunar, produint sedimentació carbonatada en els períodes de major dilució i se-

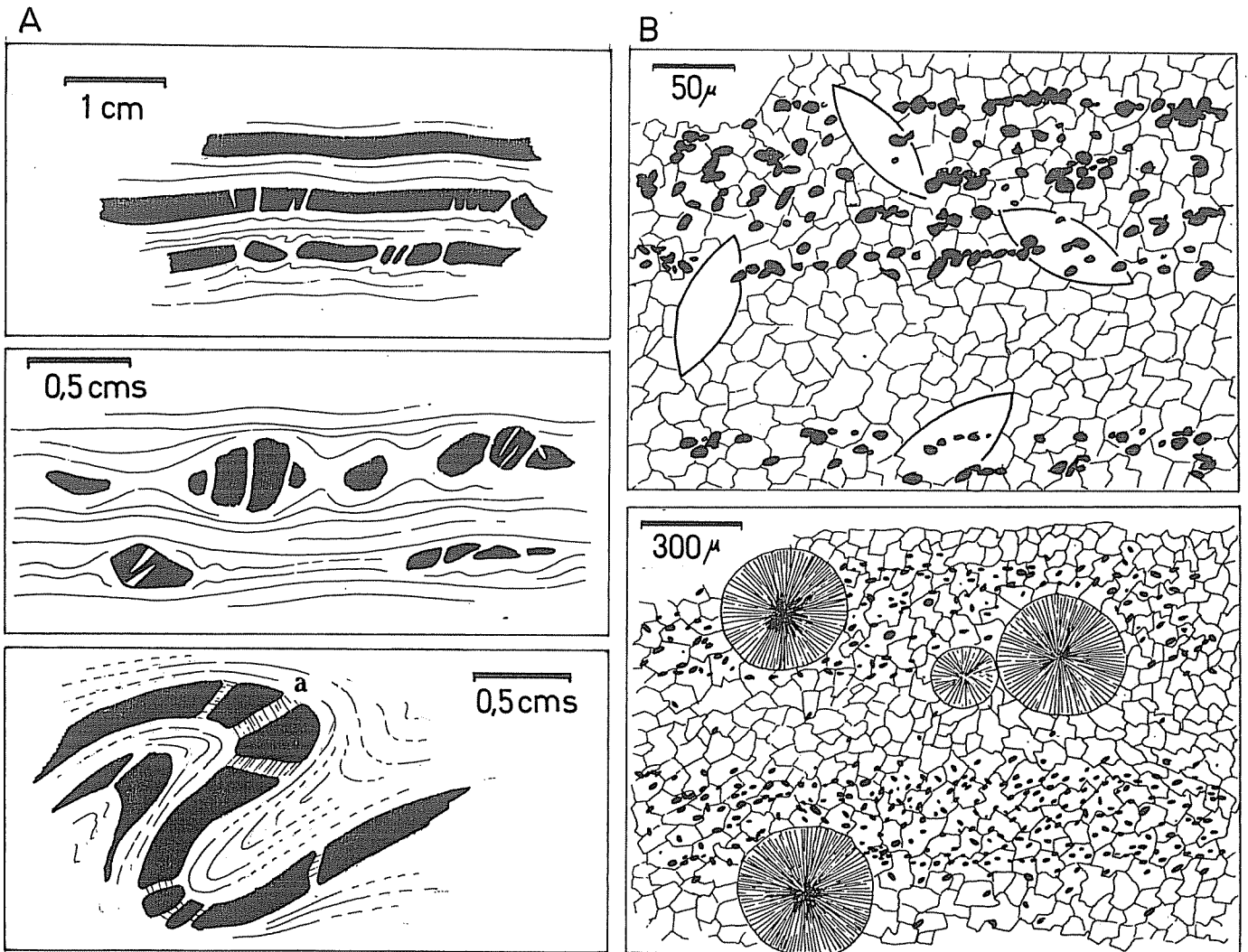


Fig 33.- Laminació carbonatada en el guix: A) làmines dolomíctiques massives, de mida milimètrica, que les podem veure sovint fracturades, boudinades o plegades. Normalment, al voltant de les línies de fractura es desenvolupen generacions tardanes de guix fibrós (a).

B) Trama de partícules de micrita-microesparita entre el guix alabastri, definint un bandejat carbonatat. Sovint pot estar acompanyat per altres components: calcites fusiformes (a dalt) o bé esferulits fibroso-radiats de carbonat (a baix).

dimentació sulfatada en els de major concentració, degut a canvis estacionals (hivern-estiu) o altres tipus de dilucions més o menys periòdiques. La laminació carbonatada més definida (làmines massives) correspondria a variacions més acusades en la salinitat, mentre que la més difusa (trama micrítica) serien canvis més febles de salinitat. Poden donar-se casos intermedis entre aquests dos casos.

#### 4.2.- GUIXOS.

Els sulfats són el segon element litològic en importància en el Keuper dels Catalànids, després de les argiles. Es presenten de dues formes: com anhidrita o bé com a guix secundari.

El guix és la forma en que sempre veiem a aquests sulfats en els afloraments, a excepció d'algunes pedreres on també hi pot arribar a presentar-se l'anhidrita.

En profunditat, les formacions sulfatades del Triàsic es presenten en forma d'anhidrita, que en les zones més pròximes a la superfície s'hidrata a guix secundari, degut a la circulació d'aigües meteoriques a través de les discontinuïtats de la roca.

Aquesta hidratació pot arribar a posar-se de manifest fins a gran profunditat, com s'ha pogut veure en mostres d'anhidrites de sondeig en les que ja s'hi presenten alguns cristalls de guix secundari (porfiroblastes) com a primers símptomes d'aquesta hidratació. No obstant, la total transformació a guix secundari queda limitada únicament a

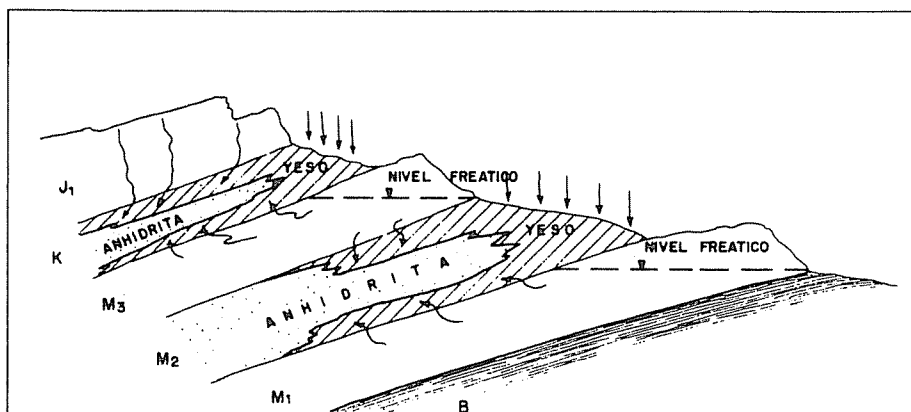


Fig 34.-

Possible model d'hidratació de l'anhidrita triàsica segons ORTI i BAYO, 1974.



a algunes desenes de metres per sota les zones d'aflorament. ORTI i BAYO (1977) en el seu treball sobre el Keuper i Muschelkalk mitjà del Baix Ebre, mitjançant l'estudi de material de sondejos i superfície han proposat el model d'hidratació que pot veure's en la figura 34.

En detall, el guix secundari presenta una rica varietat de components i textures cristallines, que són el reflexe de les diferents fases d'hidratació i recristallització que els caracteritza.

L'estudi d'aquests diferents tipus de components i textures ha estat realitzat per diferents autors, però pel que fa al Keuper, hem de destacar bàsicament els treballs de: SAN MIGUEL i ORTI (1973), sobre els "Procesos porfiroblásticos en el yeso", que suposa una important aportació al coneixement d'aquests elements texturals tant freqüents entre els guixos del Keuper. ORTI (1974), que en la seva tesi sobre "El Keuper del Levante español", dedica bona part del tema de treball a l'estudi petrogràfic del guix. I també, molt especialment, el treball d'ORTI (1977) "Aproximación al estudio petrográfico de las microestructuras de las rocas de yeso secundario y a su origen", en el que es presenta una extensa i completa documentació sobre el tema del guix secundari fent molt directament referència al Keuper.

Amb aquests antecedents, i altres no citats, la nostre aportació al coneixement petrològic dels guixos del Keuper queda limitada a la descripció i integració de dades al conjunt de treballs ja existents, sense que aparentment s'hagin identificat altres components o textures que les ja descrites pels treballs citats.

En aquest sentit, utilitzarem la nomenclatura proposada per ORTI (1977), vàlida tant pel conjunt de guixos del Keuper com pels d'altres formacions evaporí-tiques.

Podem distingir tres grups texturals principals: porfiroblastes, components alabastrins i venes.

#### 4.2.1.- Porfiroblastes.

Constitueixen un tipus de component molt freqüent entre els guixos del Keuper i fàcilment reconeixibles a simple vista. Hem de citar el tall de Miravet com un dels més rics en aquest tipus de components (Fm Miravet). També en els altres talls es presenten amb major o menor freqüència.

Es tracta de cristalls de guix de 1 mm a 1 cm de mida normal, que els podem veure de forma aïllada, formant venes o bé en agregats de variables característiques. Poden presentar hàbits molt variables, des d'un idiomorfisme ben desenvolupat fins a formes arrodonides o molt anhedrals.

En mostra de mà els porfiroblastes destaquen força per la seva tonalitat més fosca (gris, negre, etc) sobre la matriu microcristalina de guix que els conté (blanca quan és més pura o gris, ocre, etc, quan presenta carbonat o altres tipus d'impureses) (fotos 33,34, làm 8 i 36,37, làm 9).

Els porfiroblastes constitueixen els primers estadis d'hidratació de l'anhidrita, en condicions d'equilibri i creixement lent, produïdes a una certa profunditat (fase precoç d'hidratació). Més pròxim a la superfície, quan la hidratació es generalitza es trenca aquest equilibri i de forma relativament més ràpida es produeixen els diferents tipus texturals alabastrins que els engloben.

Les venes porfiroblàstiques representen, en la majoria dels casos, físsures per on ha penetrat el fluid hidratant, generen en les seves parets aquestes primeres generacions de guix secundari.

Els agregats de porfiroblastes poden presentar diferents tipus d'estructures: agregats irregulars (foto 34, làm 8), en disposició radial (foto 33, làm 8), etc.

Al microscopi, són freqüents les inclusions d'anhidrita i més ocasionalment de carbonats. Presenten extinció homogènia de forma normal, i en ocasions extinció ondulant (per efecte tectònic) o zonada (diferents fases de creixement).

Les vores dels cristalls poden ser nítides, però amb freqüència es tracta de vores interpenetrades pels petits cristalls de la matriu que els envolta o bé amb línies de sutura entre els diferents porfiroblastes que formen agregats i venes. Entre aquests també són habituals les vores de sobrecreixement (foto 41, làm 9).

Quan la quantitat de porfiroblastes és important en un determinat nivell, es parla de textura porfiroblàstica. No obstant, en el cas del nostre Keuper es tracta freqüentment de porfiroblastes més o menys abundants en una matriu microcristalina de guix dominant.

#### 4.2.2.- Components alabastrins.

En mostra de mà el guix alabastrí pur presenta unes característiques físiques força homogènies: guix blanc o rosat de textura microcristalina. No obstant, en làmina prima poden identificar-se nombroses varietats texturals i de components. Seguint les idees d'ORTI (1977), bàsicament podem agrupar el guix alabastrí en quatre tipus de components principals:

- a) L'agregat microcristallí constitueix, al microscopi, un homogeni mosaic equigranular de petits cristalls anhedrals de 20-100  $\mu$  de tamany. Aquests cristalls presenten extinció pròpia i normalment tenen límits ben definits.

Ocasionalment aquest agregat de gra fi dona textures fluidals degudes als efectes de la tectònica (re-cristal·lització) en la que els diferents cristalls, amb tendència elongada, es disposen tangencialment a les línies de deformació de la roca. Aquest tipus de textura s'ha pogut reconèixer en diferents ocasions en els guixos del Keuper dels Catalànids.

- b) Els cristalls sub-euhedrals són de mida superior (0,5 a 1 mm normalment), amb tendència al idiomorfisme, de vores ben definides i d'extinció molt homogènia. Es presenten com cristalls molt nítids en els que mai s'hi observen inclusions d'anhidrita. Ocasionalment poden tenir una certa foliació molt poc desenvolupada.

Normalment es presenten aïllats o formant petits agregats entre la matriu microcristalina de guix, però en ocasions poden arribar a formar nivells importants constituint l'hàbit cristallí dominant. En aquests casos es parla de textura porfirítica (Foto 46, làm 10).

- c) Els components d'extinció no uniforme també són força freqüents entre els guixos del Keuper dels Catalànids. Es tracta (al microscopi) de grans cristalls (d'1 mm a 1 cm) molt anhedrals, de límits imprecisos i molt irregulars i d'extinció no uniforme (irregular, zonada, etc).

Els trobem bàsicament constituint venes, horitzons o bé agregats. En algunes ocasions poden presentar inclusions d'anhidrita.

- d) Els cristalls fibrosos (fotos 42,43, làm 10) es presenten sobretot associats a la laminació carbonatada disposant-se normalment a aquesta i ocupant zones de fractura. Pot considerar-se una textura diagenètica tardana relacionada amb els processos tectònics que afecten aquests guixos.

L'ordre d'aparició d'aquests components pot ser variable. A grans trets, i de forma general, pot pensar-se que primer serien els components d'extinció no uniforme i cristalls sub-euhedrals, en forma de venes o agregats, i que la matriu microcristallina suposaria la darrera etapa d'hidratació, englobant tots els components anteriorment desenvolupats.

El guix fibrós, les textures microcristal·lines foliades i ocasionalment alguns components d'extinció no uniforme, són causats per efecte de la tectònica, tractant-se de recristallitzacions que poden ser bastant tardanes.

#### 4.2.3.- Les venes.

Sovint, els nivells nodulars i laminats de guix es presenten atravesats per venes, que es posen de manifest per les seves característiques texturals diferents dels conjunt alabastrí més fi que les engloben. Hi ha una àmplia jerarquia en el tamany d'aquestes venes, des de les porfiroblàstiques, centimètriques, molt fàcilment visibles en els afloraments, fins altres més petites únicament distingibles al microscopi.

Les venes que es distingeixen més fàcilment solen estar relacionades amb discontinuïtats de la roca (plans d'estratificació, fissures, etc), per on els fluids hidratants han circulat precoçment, produint les primeres generacions de guix secundari.

Aquestes línies normalment no arriben a soldar-se del tot, constituint punts de debilitat de la roca per on fàcilment es trenca en arribar a la superfície. Una darrera generació tardana de guix fibrós pot disposar-se ocupant la seva part central, com s'ha pogut veure en diferents ocasions (fig.35).

Les venes d'escala menor o microscòpiques s'han produït per penetració dels fluids hidratants a través de zones de debilitat en l'estructura cristallina de la roca anhidrítica, sense que tinguin que manifestar-se per microfissures o accidents similars. Són venes més irregulars, constituïdes per alineaments de cristalls sub-euhedrals, components d'extinció no uniforme o bé grans i allargats monocristalls. Es presenten sovint ramificades i formant xarxes que poden arribar a englobar la pràctica totalitat de la roca.

#### 4.2.4.- Distribució de textures en les litofàcies nodular i laminada.

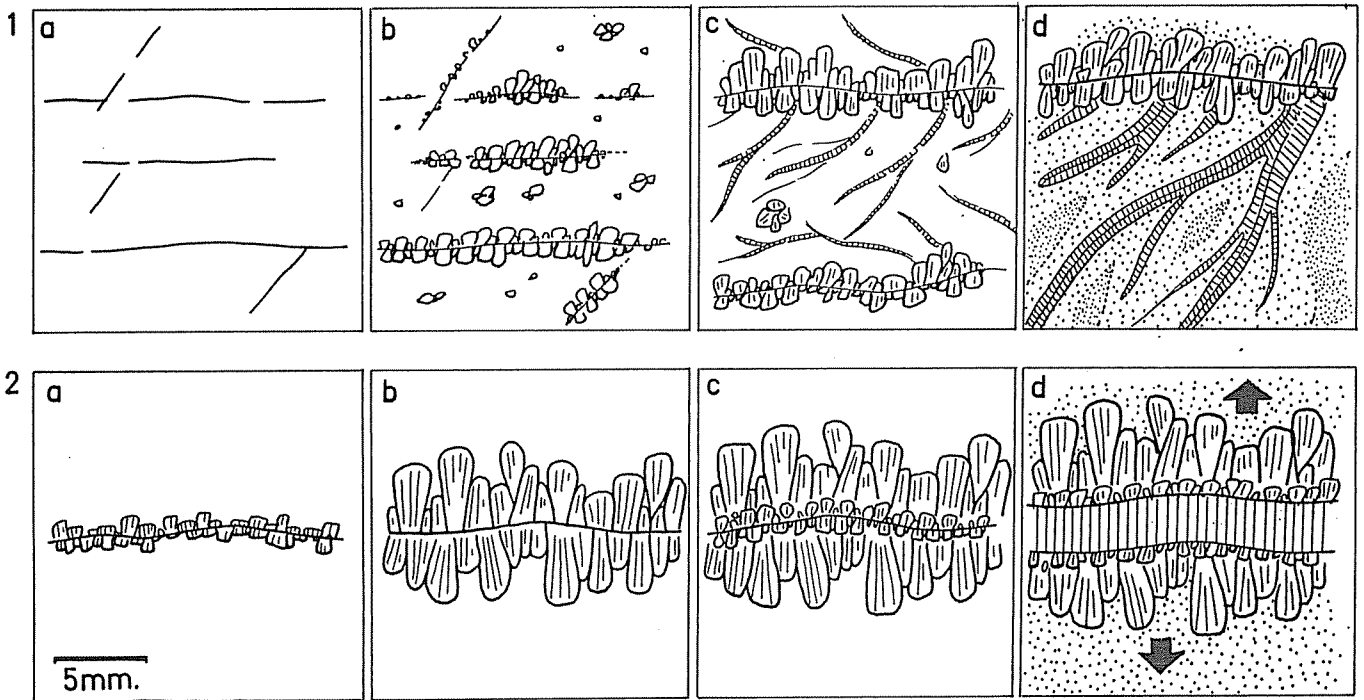
Els diferents tipus de components i textures cristallines de guix es presenten tant en les litofàcies laminades com nodulars. No obstant, hi ha alguns aspectes que permeten considerar cada cas per separat.

- a) Litofàcies laminada. El seu caràcter laminat condiciona directament la distribució de textures en bandes més o menys definides i paral·leles a la laminació de la roca. Aquesta distribució únicament es presenta interferida pels diferents tipus de venes que l'atravessen en qualsevol direcció.

En alguns casos on les capes són més massives o estan molt afectades per la tectònica, poden donar-se distribucions més irregulars o apartades del bandejat. Ben al contrari, aquest es posa especialment de manifest en aquelles litofàcies on la laminació carbonatada està ben desenvolupada. En aquests casos poden observar-se els següents fets:

- La textura de guix que de forma normal engloba l'entramat micrític en les bandes carbonatades és la granoblàstica de gra més fi (matriu microcristalina), i més ocasionalment pot tractar-se de components d'extinció no uniforme.
  - Els cristalls sub-euhedrals i els porfiroblastes tendeixen a desenvolupar-se en les bandes més pures de guix o bé en capes més massives i netes de carbonat.
  - Les làmines carbonatades més massives es presenten normalment trencades i constituint fragments aïllats entre el guix alabastrí. En aquests casos el guix fibrós es desenvolupa ocupant o envoltant les zones de fractura.
- b) Les litofàcies nodulars resulten més pobres en varietat textural. La distribució de components és més irregular o bé amb tendència concèntrica. Sovint hem observat en els micronòduls envoltetes de components d'extinció no uniforme, mentres que en la part interior es conserva un agregat microcristallí més pur.

Fig 35.- Dos exemples d'evolució de venes de guix en el procés d'hidratació de l'anhidrita: 1) anhidrita amb línies de discontinuïtat al voltant de les quals s'hi desenvolupen venes porfiroblàstiques. Amb posterioritat es formen venes menors de guix per penetració dels fluids hidratants a través de les zones de debilitat en l'estructura de la roca anhidrítica. Finalment formació de la matriu alabastrina. 2) evolució d'una vena amb diferents generacions de porfiroblastes i una fase final de guix fibrós en el seu nucli.



Normalment els nòduls es presenten com una homogènia textura microcristalina en la que s'hi poden trobar desenvolupats individus o agregats de cristalls sub-euhedrals o d'extinció no uniforme, amb distribució irregular.

En altres casos poden veure's algunes venes atravesant aquesta homogènia textura.

#### 4.2.5.- Guix fibrós trabecular.

Una varietat de guix molt freqüent en els afloraments és la del guix fibrós, en venes de mida centimètrica, que es presenta formant denses estructures trabeculars superimposades indiferentment en les capes de guix i els nivells argilosos.

El seu origen està relacionat amb la precipitació tardana de guix en fissures i altres tipus de discontinuïtats que atravesen les sèries sulfatades. La seva presència es posa especialment de manifest en els aflo-

rament molt tectonitzats, on aquesta estructura trabecular pot complicar força les característiques originals del dipòsit.

La seva presència no s'ha considerat en el transcurs d'aquest treball donat el seu poc interès cara als aspectes que ens ocupen.

#### 4.3.- ANHIDRITA.

Sobre les característiques petrogràfiques i diagenètiques de l'anhidrita del Keuper dels Catalànids ja s'han publicat algunes dades (ORTI i ROSELL, 1982), a partir del material dels sondejos del Baix Ebre (ORTI i BAYO, 1977), del Keuper i Muschelkalk mitjà.

En el nostre cas únicament hem reconegut aquest mineral en els talls de Corbera i Espinagosa, on l'anhidrita arriba a aflorar per causes artificials (pedreres).

La presència d'anhidrita en els materials del Keuper pot posar-se de manifest de tres maneres diferents:

- a) Com aquest mineral propiament, en mostres de profunditat i superfície.
- b) Com inclusions en alguns cristalls de guix o quars.
- c) Com a pseudomorfes d'antics cristalls reemplaçats per guix o calcita.

##### 4.3.1.- L'anhidrita.

Les diferents làmines primes d'anhidrita estudiades permeten veure que aquest mineral no presenta en el Keuper grans variacions texturals. Es tracta normalment d'una homogènia textura equidimensional granular o microgranular, en la que els cristalls es disposen desorientats i interpenetrats entre sí (foto 70 làm 16). (nomenclatura segons ORTI i ROSELL, 1982).

En alguns casos, quan els cristalls estan menys interpenetrats poden donar-se hàbits més idiomòrfics. També poden intercalar-se alguns cristalls més elongats (hàbit prismàtic) ocasionalment.

Un altre tipus de textura que també es dona, en menor freqüència, és la de cristalls elongats disposats de forma desorientada o amb una certa orientació



subparal·lela a la laminació de la roca. Aquesta està sempre relacionada amb el bandejat micrític entre el que s'encaixa (foto 71, làm 16). ORTI i ROSELL també citen alguns casos de textures bimodals, poc representatives.

Com un cas excepcional hem de fer referència al nivell anhidrític-oolític de Corbera (foto 74, làm 16), del que ja n'hem fet menció en diferents ocasions. L'anhidrita presenta una textura en grans cristalls poiquilítics, de 2 a 5 mm de tamany, d'extinció molt uniforme i amb una foliació ben desenvolupada.

En la capa, part d'aquesta anhidrita està cimentant els ooids, i part es presenta com una massa homogènia sense incloure altres components.

#### 4.3.2.- Inclusions d'anhidrita.

La presència d'anhidrita com a inclusions en porfiroblastes, components d'extinció no uniforme i alguns quarsos de creixement diagenètic, són força habituals. Es presenten com un entramat de fines partícules anhedrals de mida normalment no superior a les 10 $\mu$ .

Es distingeixen fàcilment pel seu alt relleu i colors vius d'interferència, que contrasten sobre els colors grisos dels cristalls de guix o quars que els contenen. Normalment es disposen ocupant les parts centrals dels cristalls, però també es poden presentar més irregularment repartides o bé ocupant tot el seu conjunt. (foto 50, làm 11).

#### 4.3.3.- Pseudomorfes de cristalls d'anhidrita.

En diferents ocasions hem identificat entre la laminació carbonatada o en la matriu de nivells nodulars, motlles d'antics cristalls d'anhidrita d'hàbit prismàtic i de talla igual o superior als que podem veure actualment en làmina prima (foto 51, làm 12) (fig 32-B).

En aquest sentit hi ha dues possibilitats a tenir en compte: 1) la formació d'aquests cristalls té que haver-se produït abans de la litificació total del sediment, per tal de que l'anhidrita al créixer hagi pogut desplaçar el carbonat entre el

que s'encaixen. Aquest aspecte ja va ser considerat per ORTI i ROSELL (1982) en identificar aquestes estructures pseudomòrfiques en la laminació carbonatada de les mostres de sulfats del Baix Ebre. 2) S'ha de considerar també la possibilitat del reemplaçament diagenètic més o menys avançat, del carbonat per l'anhidrita, de forma similar als reemplaçaments citats en el treball de CLARK i SHEARMAN (1980).

En el primer cas l'anhidrita s'ha d'haver format, en les primeres fases de subsidència del sediment, abans de la seva total litificació. En el segon cas el desenvolupament dels cristalls d'anhidrita poden donar-se en diferents moments del cicle diagenètic del dipòsit.

#### 4.5.- ALTRES MINERALS.

En l'estudi petrogràfic dels carbonats i sulfats que fins ara hem exposat, es presenten en diferents ocasions alguns minerals accessoris que amb característiques diagenètiques variables poden arribar a tenir un desenvolupament remarcable. Entre aquests destacarem bàsicament la celestina i el quars.

No hem identificat entre els sulfats els cristalls idiomòrfics (romboedres) de dolomita que amb el nom de "teruelitas" són tant freqüents en el Keuper de València (ORTI, 1974).

##### 4.5.1.- La celestina.

Es presenta tant entre guixos com entre carbonats, en forma de petits agregats de cristalls de mida variable: de 50-100  $\mu$  fins a 1 mm. Són anhedrals i amb tendència prismàtica.

Entre el guix s'ha pogut veure indiferentment entre litofàcies nodular i laminada, amb un comportament similar al dels porfiroblastes de guix. En el primer cas ocupa les zones perifèriques dels nòduls. En el segon, poden arribar a formar bandes força contínues, paral·leles al laminat o bé tractar-se d'individus o petits agregats aïllats entre la matriu de guix. En algunes ocasions els agregats de celestina donen disposicions radials en forma d'esferulits.

Entre els diferents tipus de carbonats, la celestina es presenta ocupant esquerdes o altres tipus de porositat, en forma de ciment de darrera generació. Pot estar relacionat amb altres ciments, de guix o quars.

#### 4.5.2.- El quars.

A part de presentar-se com fracció detrítica fina en els nivells limolítics i carniolars, el seu principal paper és com element diagenètic. Es tracta bàsicament de tres tipus diferents:

- a) En forma de chert, en nòduls enclavats entre els carbonats, les argiles i més ocasionalment entre el guix. Sovint els interpretem com a nòduls de sulfat silicificats.
- b) Com a petits cristalls idiomòrfics (Jacintos de Compostela) que es desenvolupen entre el guix o bé poden formar costres entre l'argila. La seva mida és normalment de 1 a 5 mm en el cas del Keuper dels Catalànids, però poden presentar tota la gama possible de mides inferiors: en les fotos 66 i 67 (lám.15), es poden veure alguns exemples de diminuts "jacintos" observats al microscopi electrònic.
- c) Com a ciment diagenètic tardà ocupant porositat en els nivells carbonatats (bioclàstics i carniolars especialment). Pot tractar-se de ciment microgranular o bé formant hàbits esferulítics fibroso-radiats (quarcina).

. . . . .



## 5.- GEOQUIMICA DE L'ESTRONCI EN ELS SULFATS DEL KEUPER.

El contingut en estronci dels sulfats de les formacions evaporítiques antigues és un aspecte que en els darrers anys ha anat creant interès a la vista dels resultats obtinguts en l'estudi sedimentològic i geoquímic de les salines marítimes.

En aquestes, utilitzades com a model evaporític actual (ORTI i PUEYO, 1983; GEISLER, 1985; ORTI et al, 1985; UTRILLA, 1985; ORTI, PUEYO i DRONKERT, 1985 i INGLÉS et al, 1985), s'ha pogut veure que hi ha una estreta relació entre la salinitat de l'aigua marina en el seu procés d'evaporació, i la quantitat d'estronci retingut en l'estructura cristallina del guix precipitat per aquesta: quant més alta és la salinitat de l'aigua major contingut en estronci presentarà el guix produït.

Aquest fet ha permès pensar en la utilització de l'estronci com a element indicador de paleosalinitat en els guixos del registre sedimentari fòssil, de manera similar com s'han utilitzat el Br i Rb com a indicadors per la sal (halita) (PUEYO, 1977; ORTI i PUEYO, 1983) o bé, en menor importància, pel Mg en algunes argiles.

El cas de l'estronci com a indicador en els guixos cal plantejar-lo de moment, amb unes certes reserves degut a diverses causes:

- a) No està clar el comportament d'aquest element en el cicle diagenètic del guix (guix primari → anhidrita → guix secundari), que pot suposar pèrdues o guanys d'estronci en les diferents fases de recristal·lització.
- b) Pràcticament no es té coneixement sobre la funció d'aquest element en altres medis evaporítics (sabkhes, playa-lakes continentals, etc) que representen els ambients de formació de gran part de les formacions evaporítiques antigues.
- c) No hi ha encara dades definitives sobre la forma general de comportament de l'estronci en el conjunt de salines estudiades. En algunes ocasions els resultats entre les diferents salines presenten valors amb certes variacions.

### 5.1.- L'ESTRONCI EN ELS GUIXOS DE LES SALINES.

Les dades fins ara obtingudes en les salines perme-

ten posar de relleu la relació directa que hi ha entre salinitat, fàcies cristallines i contingut en estronci dels guixos que s'hi formen:

- a) El guix és la fase mineral que precipita de l'aigua marina entre els valors de salinitat de 140 a 325 gr/l (domini sedimentari del guix). Entre aquests valors, les fàcies minerals que es poden donar són:

140-230 gr/l Guix organo-arenós laminat.

100-200 gr/l guix travertínic (fàcies anòmala).

230-300 gr/l guix selenític.

300-325 gr/l guix prismàtic-acicular.

El desenvolupament d'aquestes fàcies no està únicament en funció de la salinitat, sinó que també hi juguen altres factors ambientals: clima, pH, presència de matèria orgànica, constància en la salinitat, etc.

Així, per exemple, els selenites només es formen en les salines on les condicions de salinitat es mantenen força constants, sense que s'assequin les basses o es produeixin barreges de salmorres. També, les fàcies travertíniques són pròpies d'algunes salines amb condicions irregulars de funcionament. Les fàcies de guix prismàtic-acicular estan relacionades amb la precipitació simultània de guix i sal, i també en la barreja de salmorres de diferents concentracions. Etc.

- b) Entre els 140 i 325 gr/l, a mesura que la salmorra es va concentrant per evaporació, es va enriquint en els elements de les fases minerals més solubles encara no precipitades ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ , etc), i també en altres elements minoritaris com l' $\text{Sr}^{++}$ .

Paral·lelament, el guix que es va formant capta progressivament més estronci com més alta va sent la salinitat de la salmorra que el produeix.

Hi ha una relació que tendeix a ser constant, entre els valors d'estronci de la salmorra i del guix, de l'ordre de 45 vegades superior el de la primera sobre el del segon (coeficient de repart) (GEISLER, 1985).

- c) Els valors d'estronci donats per les diferents fàcies de guix presenten algunes variacions segons les salines considerades.

En línies generals es pot veure que les salines de funcionament més regular, amb salinitats més constants,

tendeixen a un millor desenvolupament de les diferents fàcies de guix i a donar valors d'estronci més alts (Sta Pola). Pel contrari, les salines amb característiques anòmales, sigui per barreja de salmorres, per assecament periòdic de les basses, etc, tendeixen a donar una associació de fàcies més pobre i valors d'estronci més baixos (La Trinitat, Roquetas, etc).

A continuació exposarem alguns dels valors en contingut d'estronci de les diferents fàcies de guix, donats en en algunes de les salines estudiades:

A.- Salines de Sta Pola (Alicant) (ORTI et al, 1985).

1.- Làmines de guix fi intercalades entre l'algal mat . . . . .	1372 ppm
2.- Cristalls de les fàcies de guix organo-arenós laminat. . . . .	1443 ppm
3.- Cristalls lenticulars de guix de les fàcies travertíniques. . . . .	1372 ppm
4.- Cristalls selenítics dels concentradors anteriors als de capçalera . . . . .	1750 ppm
5.- Cristalls selenítics en els "alts" dels concentradors de capçalera . . . . .	2098 ppm
6.- Cristalls selenítics de petita talls, en els "baixos" dels concentradors de capçalera . . . . .	2411 ppm
7.- Cristalls de guix prismàtic-acicular (crostes) . . . . .	2302 ppm
8.- Cristalls de guix prismàtic-acicular, associats a halita en els capçaleres. . . . .	2571 ppm

B.- Salines de Roquetas (Almeria) (ORTI, PUEYO, DRONKERT, 1985).

C, Fàcies de guix de salinitat variable:

1.- C1, guix "travertínic" porós . . . . .	de 400 a 600 ppm
2.- C2, crostes dures . . . . .	de 500 a 600 ppm
3.- C3, guix organo-arenós laminat . . . . .	-- --
4.- D, crostes de guix selenític . . . . .	de 1200 a 2000 ppm

C.- Salines de la Trinitat (Tarragona) (UTRILLA, 1985).

1.- Guix organo-arenós . . . . .	entre 419 i 1456 ppm
2.- Guix selenític (poc desenvolupat) . . . . .	entre 922 i 1392 ppm

D.- Salines de San Pedro del Pinatar (Murcia) (UTRILLA, 1985).

1.- Fàcies organo-arenós . . . . .	entre 723 i 1123 ppm
2.- Guix selenític . . . . .	1576 i 1808 ppm



3	Nº de Ref	Unit		Litofàcies			ppm Sr++
		M - 2	Keuper	Nodular	Laminada	Massiva	
	<u>S2E</u>						
	3.26						440
	28.35						930
	41.80						810
	42.90						825
	54.27						1000
	67.85						1365
	78.30						1605
	94.45						1450
	95.20						660
	97.90						825
	108						365
	114						190
	<u>S6S</u>						
	40						375
	60						600
	72						840
	105						5170
	115						1590
	133.5						1130
	142.2						895
	147.9						1080
	148						990
	150.1						670
	154.3						255
	155.1						255
	<u>S7R</u>						
	21.8						260
	38.5						1410
	49.5						1545
	70.6						815
	89.95						1055
	96.27						685
	124						1015

2	Nº de Ref	Unitats				Litofàcies			ppm Sr++
		M - 2	Fm Miravet	Fm del Molar	Fm Galllicant	Nodular	Laminada	Massiva	
	ES-13								245
	ES-16								260
	ES-17								230
	ES-18								820
	ES-19								335
	ES-20								385
	ES-21								255
	ES-22								255
	ES-23								425
	ES-24								510
	CO-3								255
	CO-20								290
	CO-22								295
	COB/h								1165
	MI-1								235
	MI-2								495
	MI-3								200
	MI-4								475
	MI-5								280
	MI-6								460
	MI-8								365
	MI-9								340
	S7R 90,68								1190
A N H I D R I T A									
	ES-5								715
	ES-14								940
	ES-15								685
	CO-6								675
	CO-16								1140
	CO-17								270
	CO-24								1347
	CO-25								670
	PA-1								920

1	Nº de Ref.	Unitats				Litofàcies			ppm Sr++
		M - 2	Fm Miravet	Fm del Molar	Fm Galllicant	Nodular	Laminada	Massiva	
G U I X									
	GA-5								510
	GA-8								575
	GA-10								310
	GA-11								320
	GA-22								445
	GA-26								360
	GA-27								670
	GA-28								470
	GA-29								1845
	GA-30								595
	GA-33								580
	GA-34								605
	RA-3								790
	RA-4								680
	RA-7								570
	RA-9								555
	RA-10								580
	RA-12								385
	RA-14								580
	RA-16								410
	RA-18								215
	RA-19								650
	BE-3								220
	BE-5								615
	BE-7								550
	ME-2								190
	ME-7								220
	MEs/h								340
	ES-7								365
	ES-9								435
	ES-11								410
	ES-12								510

Fig 36.- Taula de valors en ppm d'Sr de les mostres de guix i anhidrita del Keuper i Muschelkalk mitjà dels Catalànids. Les dues primeres taules corresponen a mostres recollides en aflorament, la taula nº 3 correspon a mostres dels sondejors del Baix Ebre.

## 5.2.- ANÀLISI D'ESTRONCI EN ELS SULFATS DEL KEUPER (I MUSCHELKALK MITJÀ).

S'han analitzat un total de 95 mostres de sulfats (55 de guix i 40 d'anhidrita) corresponents al Keuper i al Muschelkalk mitjà (en menor importància), de les quals 63 són mostres de superfície i les altres 32 provenen dels testimonis de sondeig del Baix Ebre.

Es tracta tant de litofàcies nodulars com laminades. En la figura 36 estan representats els diferents valors obtinguts i les unitats i litofàcies a que corresponen. En la figura 37 estan representats aquests mateixos valors de forma gràfica.

S'han despreciat 15 valors en els quals per difracció de R-X o al microscopi, s'han identificat celestina ( $\text{SrSO}_4$ ). La presència d'aquest mineral entre el guix o l'anhidrita fa augmentar, com hem pogut veure, de forma notable el contingut en estronci de la roca (arribant a duplicar i triplicar els valors normals).

El sistema utilitzat en l'anàlisi s'estronci en aquests sulfats ha estat el següent:

- 1er.- Molturació de la roca de guix o anhidrita escollint-ne les seves parts més pures.
- 2on.- Dissolució del  $\text{CO}_3^{=}$  que pugui tenir la roca mitjançant  $\text{HCl}$  (10%). (El carbonat associat al guix o anhidrita pot contenir quantitats importants d'estronci que interessa eliminar per tal de que no contaminin els valors que volem conèixer d'aquest element en els sulfats).
- 3er.- Posteriorment assecada ( $50^\circ\text{C}$ ) i tornada a molturar la mostra, es dissol 0,5 gr de mostra en 50 ml d'acetat amònic (300 gr/l).
- 4art.- Es mesuren els valors d'estronci de les mostres diluïdes en acetat amònic per espectrometria d'absorció atòmica comparant-les amb patrons de  $\text{CaSO}_4$  i Sr coneguts.

## 5.3.- CONCLUSIONS.

A partir dels resultats d'aquestes anàlisis, i comparativament amb les dades de les salines, podem concloure els següents punts:

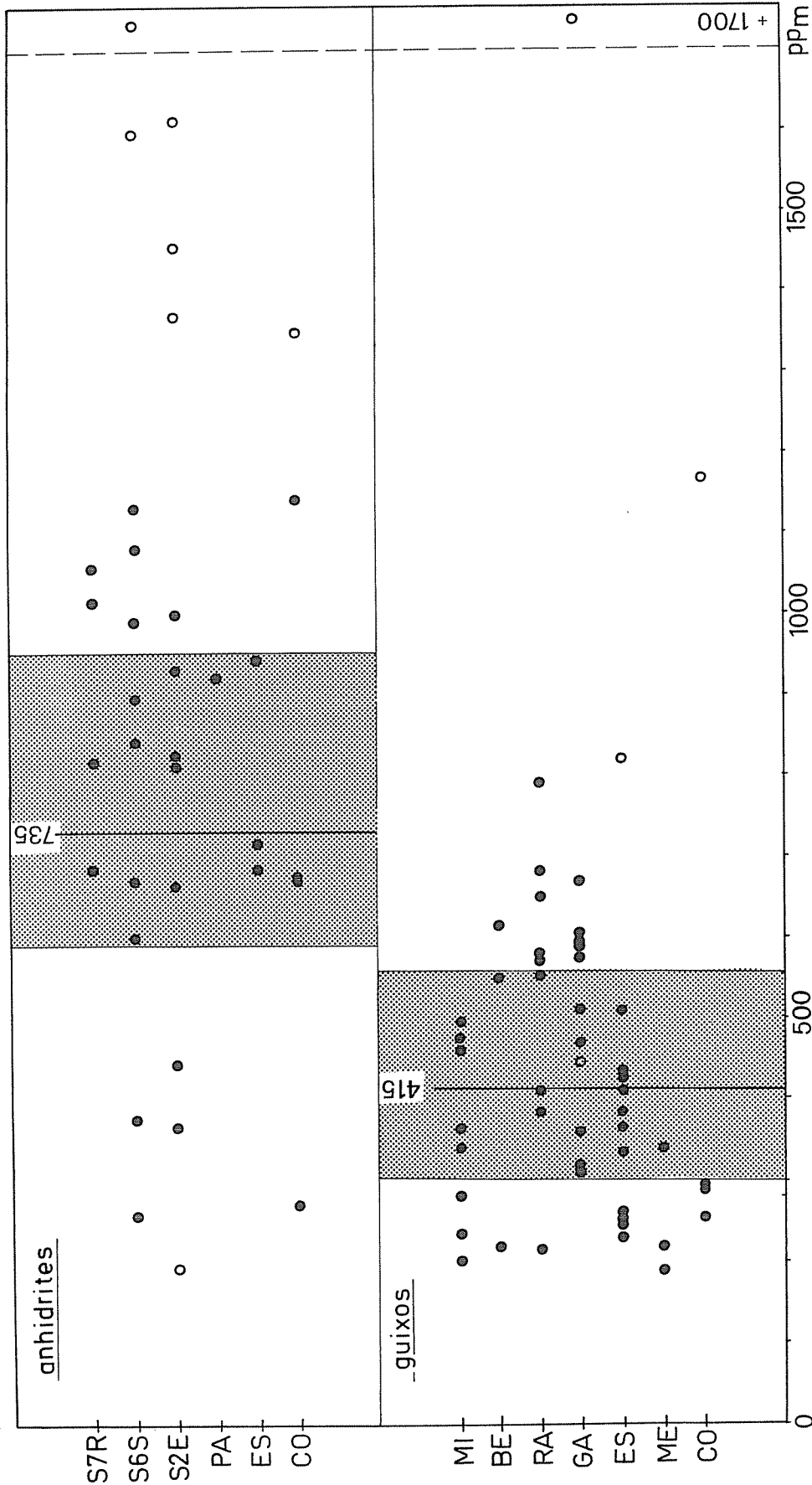


Fig 37.- Representació dels valors d'Sr de guixos i anhidrites de la figura 36, ordenats per sèries: MI.- Miravet; BE.- Benifallet; RA.- Rasquera; GA.- Galllicant; ES.- Espinagosa; ME.- Mediona; CO.- Corbera; PA.- Paüls; S7R-S6S-S2E.- sondejós Baix Ebre.

● Mostres considerades ○ Mostres despreciades

Pel cas de les anhidrites la mitjana dels valors considerats és de 735 ppm. En l'interval dels 650-950 ppm quedan compresos el 50% d'aquests valors.

De la mateixa manera, en els guixos la mitjana és de 415 ppm i el 50% dels valors considerats queden entre els 310-550 ppm.

- a) Els valors d'estronci obtinguts per les litofàcies nodular i laminada, no mostren un tipus especial de diferència. Els valors en els dos casos són molt similars:

	Guix
Mitjana valors (14) litofàcies nodular . .	458 ppm
Mitjana valors (35) litofàcies laminada .	397 ppm

- b) El conjunt de valors d'estronci presentat per les mostres d'anhidrita són més alts que els de les mostres de guix (fig 37):

Mitjana valors (32) anhidrita . . . . .	735 ppm
Mitjana valors (49) guix . . . . .	415 ppm

Pot considerar-se, per tant, una pèrdua important d'aquest element en el procés d'hidratació de l'anhidrita a guix secundari. Aquesta pèrdua seria de l'ordre d'un terç del contingut en estronci o lleugerament superior.

- c) Si considerem pel cas de les litofàcies laminades del Keuper, una equivalència amb les fàcies organo-arenoses de les salines (veure capítol 6), poden donar-se dos fets:

1.- Si comparem les dades del Keuper amb les de les salines de funcionament regular (Sta Pola), es posa de manifest una pèrdua progressiva d'estronci en el transcurs del cicle del guix ( $Sr$  guix primari  $>$   $Sr$  anhidrita  $>$   $Sr$  guix secundari).

2.- Si comparem les dades del Keuper amb les de les salines de comportament anòmal, sotmeses a freqüents inestabilitats (Roquetas, La Trinitat, etc), els valors de l'anhidrita poden representar un màxim dintre del cicle o bé donar-se entre aquests i els guixos primaris equivalents de les salines, uns valors similars ( $Sr$  guix primari  $\leq$   $Sr$  anhidrita  $>$   $Sr$  guix secundari).

- d) No s'han notat diferències especials en el contingut en  $Sr$  dels sulfats (guixos) de les diferents unitats del Keuper, ni entre les d'aquest i el Muschelkalk mitjà:

Mitjana valors (36) Fm Miravet . . . . .	381 ppm
Mitjana valors (7) Fm del Molar . . . . .	489 ppm
Mitjana valors (6) Fm Gallicant . . . . .	483 ppm

En resum podem dir que pel cas dels sulfats del Keuper (i molt probablement generalitzable al conjunt dels triàsics), a partir dels valors obtinguts, no sembla poder considerar-se l'estronci com un indicador (directa) de paleosalinitat, donades les pèrdues successives que es donen en el cicle del guix.

Es posa també de manifest una marcada homogeneïtat entre els valors de les diferents litofàcies (nodular i laminada) i entre els guixos de les diferents unitats del Keuper.

No obstant, la relativa semblança de valors d'estronci dels guixos laminats podrien ser reflexe d'unes característiques també semblants en les fàcies primàries de guix i el seu contingut original d'estronci.

Malgrat les pèrdues en aquest element, caldrà veure més endavant, amb noves dades, fins a quin punt els valors d'estronci són reflexe dels seus valors originals o bé responen a unes característiques totalment aleatòries.

. . . . .

## 6.- INTERPRETACIÓ SEDIMENTOLÒGICA I PALEOGEOGRÀFICA.

### 6.1.- INTERPRETACIÓ SEDIMENTOLÒGICA DE LITOFÀCIES.

Considerarem primer per separat els tres grups litològics principals que constituïxen la sèrie del Keuper: argiles, sulfats i carbonats.

A) Les argiles són en volum el component litològic més abundant en el Keuper. Entre elles s'hi intercalen els altres diferents elements litològics i diagenètics que les acompanyen. Malgrat no haver-se fet un estudi de detall, podem distingir a grans trets dos tipus diferents:

- 1.- Argiles pròpies de medis oxidants, típicament de colors vermells, violetes o taronjades.
- 2.- Argiles de medis reductors, de tonalitats grises més o menys fosques o verdoses.

Aquestes coloracions són reflexe de les condicions sedimentàries en que es varen depositar, i són també les que ens han servit per diferenciar les tres formacions del Keuper.

Les interpretem com argiles de mud-flat, arribades al medi sedimentari evaporític com a fàcies distals dels sistemes aluvials de vora de conca.

El color vermell d'oxidació és degut al fet d'haver-se mantingut en exposició subaèria de forma més o menys constants. Els colors grisos en canvi, suposen condicions de permanent saturació en aigua, tractant-se en bona part d'argiles sota làmina d'aigua, constituint els fons de llacunes o basses efímeres.

En les zones més properes a la franja litoral el desenvolupament llacunar és major degut a la influència marina més directa. En aquests casos les argiles són preferentment grises i intercalen nombroses capes de sulfats i carbonats.

En les zones més distals les argiles són preferentment vermelles degut a les menors condicions d'inundació. En aquestes la presència de capes de sulfats i carbonats són més variables, i en canvi, podem trobar-hi alguns nivells limolítics que hem considerat com les fàcies més distals dels aparells aluvials del Keuper mitjà molt poc desenvolupats en els Catalànids.

Els trams argilosos versicolors representen zones de trànsit entre els dos tipus de medis (proximals i distals a la franja litoral).

- B) Els sulfats al estar transformats a anhidrita o guix secundari han perdut bona part de les seves característiques sedimentàries originals. Les textures cristallines inicials estan totalment transformades després de les diferents etapes de recristallització, tant sols arribant a conservar-se ocasionalment algunes estructures pseudomòrfiques encaixades entre el carbonat. No obstant, les litofàcies primàries si es reconeixen fàcilment encara que molt sovint força deformades per la tectònica.

Com ja s'ha anat veient en el transcurs d'aquest treball, bàsicament hem diferenciat dos tipus de litofàcies: nodular i laminada.

Els guixos laminats poden anar acompanyats de laminació carbonatada o bé tractar-se de capes més massives en les que la laminació es posa de manifest per un bandejat de coloració variable degut, en bona part, al seu contingut en impureses argiloses. La morfologia de les làmines pot ser també variable: laminació plano-paral·lela, ondulada, crenulada, formant ripples, etc.

En tots aquests casos hem atribuït les litofàcies laminades al desenvolupament de medis llacunars evapotítics instalats en les depressions del mud-flat sobre el que s'hi troben.

La dinàmica d'aquestes llacunes de forma resumida pot considerar-se de la següent manera:

- 1.- L'aigua marina sotmesa a evaporació en un medi restringit, es va concentrant i les seves sals en dissolució van precipitant: en un cicle complet primerament, en la fase més diluïda, la sedimentació seria carbonatada; en una fase intermèdia de concentració precipitaria el guix; i finalment, en una fase més avançada, seria la sal (halita).
- 2.- Amb l'arribada d'un nou aport d'aigua el medi torna al seu estat inicial, dissolvent en un primer moment la sal depositada en el cicle anterior suposant que aquest hagués arribat als seus estadis més evolucionats. De fet, en el nostre cas únicament arriba a conservar-se en el registre sedimentari les sals menys solubles (sulfats i carbonats).



La més o menys prolongada successió de cicles inundació-dilució i evaporació-precipitació, donaria lloc al desenvolupament dels nivells laminats, que amb potències variables constitueixen bona part dels dipòsits sulfatats del Keuper.

Pel que fa a la forma de recàrrega d'aigua d'aquestes llacunes evaporítiques poden considerar-se diferents possibilitats:

- 1.- Inundacions més o menys periòdiques per aigües marines a causa de mareas excepcionals, tempestes, o altres fenòmens similars. Aquestes inundacions podrien penetrar fins a grans distàncies en l'interior del mud-flat supra-mareal donades les seves característiques planes i extenses.

Aquest tipus de fenòmens afavoriria sobretot els medis llacunars més propers a la franja costanera, i explicaria a la vegada la presència de nivells bioclàstics, oïds o altres components carbonatats que sovint veiem intercalats de forma brusca en les sèries evaporítiques (tempestites).

- 2.- Inundacions també més o menys periòdiques d'aigües continentals provinents dels desbordaments dels sistemes aluvials en arribar a les seves parts més distals.

En aquest cas les dilucions serien majors al tractar-se d'aigües dolces, i afectaria principalment a les llacunes més allunyades de la línia de costa.

- 3.- Pot pensar-se en una certa alimentació per aigües marines freàtiques de les llacunes més profundes, impedit el seu total assecament en els períodes prolongats sense fenòmens dels tipus 1) i 2).

En aquest cas també el benefici seria preferentment per les llacunes més properes a la franja litoral.

Per aquest conjunt de causes pot considerar-se doncs, que el desenvolupament de les llacunes evaporítiques deuria localitzar-se preferentment en les àrees més properes a la costa i que amb major o menor extensió aniria perdent importància cap a l'interior.

Independentment de les diferents morfologies de la laminació del guix, del seu color i de la presència o no de carbonat, els sulfats laminats del Keuper posen de

manifest una marcada homogeneïtat de fàcies sedimentàries. Malgrat estar les textures originals transformades, es pot considerar que es tractaria en el medi sedimentari de guix de mida de gra fi. Amb aquestes característiques no és d'extranyar la presència de ripples o altres estructures similars en aquests guixos per retreballament del sediment.

Les característiques de gra fi, laminat, associat a carbonat i en un medi de salinitat variable, ha fet pensar en la semblança dels guixos (laminats) del Keuper amb les fàcies organo-arenoses laminades de les salines (ORTI, PUEYO i DRONKERT, 1985).

Un altre aspecte que es posa de manifest en els guixos del Keuper és la quasi total absència de fàcies selenítiques, que en canvi són força freqüents en altres formacions evaporítiques antigues (Eocè, Messinià, etc). Aquest aspecte, que ja ha estat plantejat en altres ocasions (ORTI, 1985), creiem que és degut a les condicions de marcada variació en la salinitat d'aquests medis llacunars del Keuper.

Ja s'ha comentat (apartat 5.2) que les fàcies selenítiques requereixen condicions de salinitat bastant constants i valors alts de salinitat.

. . . . .

En resum es pot concloure que:

- 1.- La presència de làmines de carbonat massives i ben individualitzades entre el guix són reflexe de variacions de salinitat de forma cíclica, amb producció de carbonat en les etapes de major dilució i de sulfat en les de major concentració. Els bandejats carbonatats més difusos (trama micrítica) serien reflexe de variacions menys acusades d'aquesta salinitat.
- 2.- Les capes de guix massiu, amb bandejat versicolor, poden estar relacionades amb llacunes evaporítiques més estables o amb valors de salinitat superiors.
- 3.- La presència en algunes ocasions de ripples o altres estructures sedimentàries similars posen de manifest un retreballament del sediment inconsolidat del fons de les llacunes (carbonat i guix). Aquest retreballament pot estar causat per les ones produïdes pel vent en l'aigua (wave ripples), encara que no es descarten altres possibles causes.

Quan en el medi evaporític la làmina d'aigua ocupa una posició freàtica, la forta evaporació que es produeix en la superfície dona lloc a la formació de nivells nodulars en la zona vadosa-capilar del subsòl. Es tracta freqüentment, en el medi sedimentari, de nòduls d'anhidrita.

Aquests nivells poden presentar-se com a nòduls apretats entre sí, formant les típiques estructures chicken-wire, o bé com a nòduls més o menys dispersos entre l'argila que els engloba.

Es una litofàcies molt freqüent que pot trobar-se desenvolupada entre l'argila o intercalada entre els guixos laminats: en el primer cas es tractaria d'una plana fangosa amb permanent posició subterrània de la làmina d'aigua, generant un ambient de tipus sabkha. En el segon cas es tracta d'una llacuna evaporítica amb sedimentació de guix laminat, en la que una caiguda de la làmina d'aigua a posició subterrània, per canvi en les condicions de règim del medi, donaria pas al desenvolupament de nòduls intercalats entre els guixos laminats.

. . . . .

Es freqüent que els nivells laminats i nodulars de guix es presentin en la sèrie ordenats de diferents maneres i conjuntament amb els nivells argilosos donguin cicles sedimentaris de característiques variables.

Aquestes associacions de fàcies poden estudiar-se amb un cert detall en la sèrie evaporítica del Keuper inferior (Fm Miravet). En les figures 25 i 26 es presenten alguns dels principals exemples d'aquests diferents tipus de cicles. <sup>taven</sup>

El tipus d'associació més característic al que ja feiem referència en la fig 25, l'hem interpretat seguint les idees fins ara vistes, com un cicle de progressiva implantació d'un medi llacunar evaporític. En la figura 38 s'exposa la seva interpretació sedimentològica.

- C) Sobre l'origen i característiques sedimentàries de les capes carbonatades individuals (nivells dolomítics i carniolars), en l'apartat 4.1.1 s'han exposat ja les idees que hem considerat a partir del seu estudi.

Unicament recordarem que es tracta de carbonats que provenen del desenvolupament de llacunes evap. de

més baixa concentració, en les quals el control algal en la sedimentació i els freqüents canvis en la concentració de les seves aigües, són característiques que es posen sovint ben de manifest.

6.2.- PALEOGEOGRAFIA.

La sedimentació del Keuper dels Catalànids es realitza en una àrea moderadament subsident, compartimentada en diversos blocs amb enfonsaments diferencials que han jugat de forma variable i relaticament independents entre sí constituint els diferents dominis sedimentaris.

Aquest fet queda igualment constatat per les altres unitats triàsiques: Buntsandstein i Muschelkalk dels Catalànids (MARZO, 1980; CALVET i RAMON, 1985; CALVET et al, 1985).

Degut a la manca de continuïtat entre els afloraments del Keuper, els límits d'aquestes zones resulten difícils o impossibles de precisar. Pot pensar-se que aquests límits estarien delimitats per línies de fractures tardihercinianes que haurien actuat de forma sin-sedimentària durant el Keuper (i el Triàsic en general) definint els alts paleogeogràfics i les àrees més subsidents.

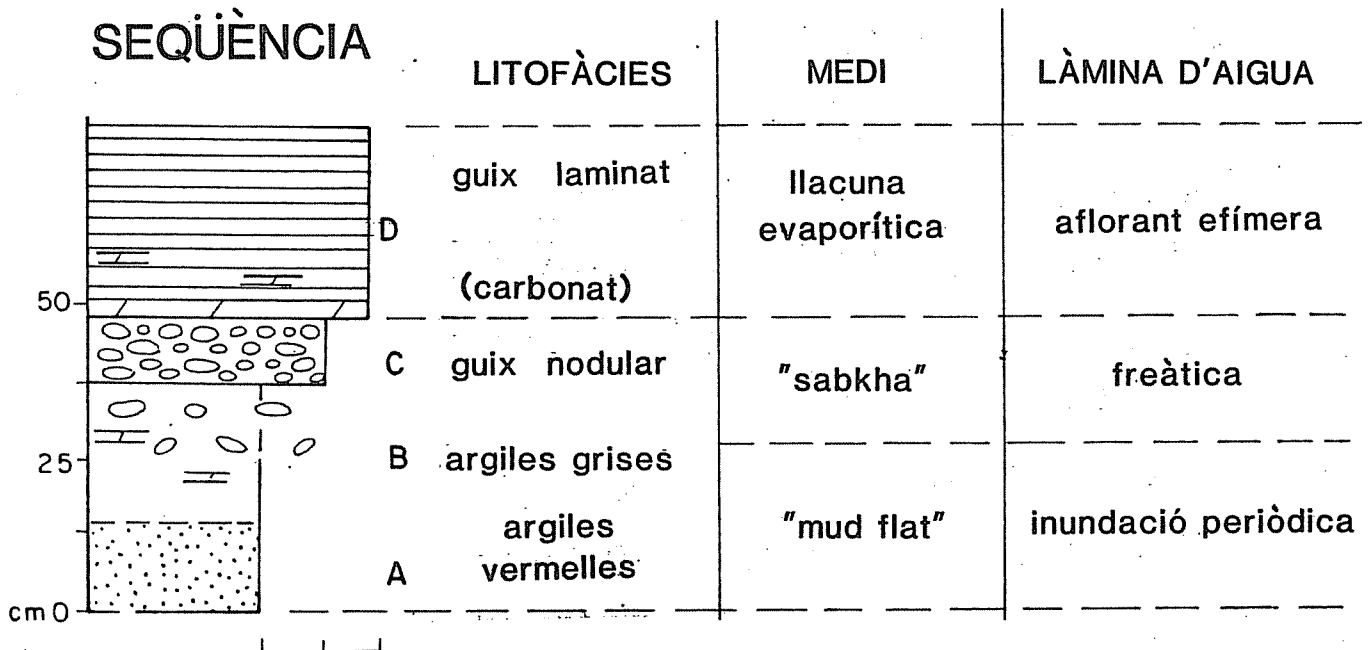


Fig 38.- Seqüència ideal complerta de progressiva implantació d'un medi llacuna evaporítica. Es pot veure la relació entre litofàcies, medis sedimentaris i posició de la làmina d'aigua.

En la figura 39 s'han representat tres etapes diferents en l'evolució sedimentària de la conca catalana del Keuper, a partir dels valors de potència i distribució de fàcies observades en els diferents tallis estudiats. D'aquesta reconstrucció podem concloure els següents punts:

- a) Durant la deposició de la Fm Miravet (fig 39 A) el domini central, o bona part d'ell, es comporta com una àrea d'alt paleogeogràfic, obrint-se cap al NO i SE a uns dominis força més subsidents, tal com es posa de manifest per les potents sèries evaporítiques del Keuper inferior al Baix Ebre i als blocs de Garraf i Gaià.

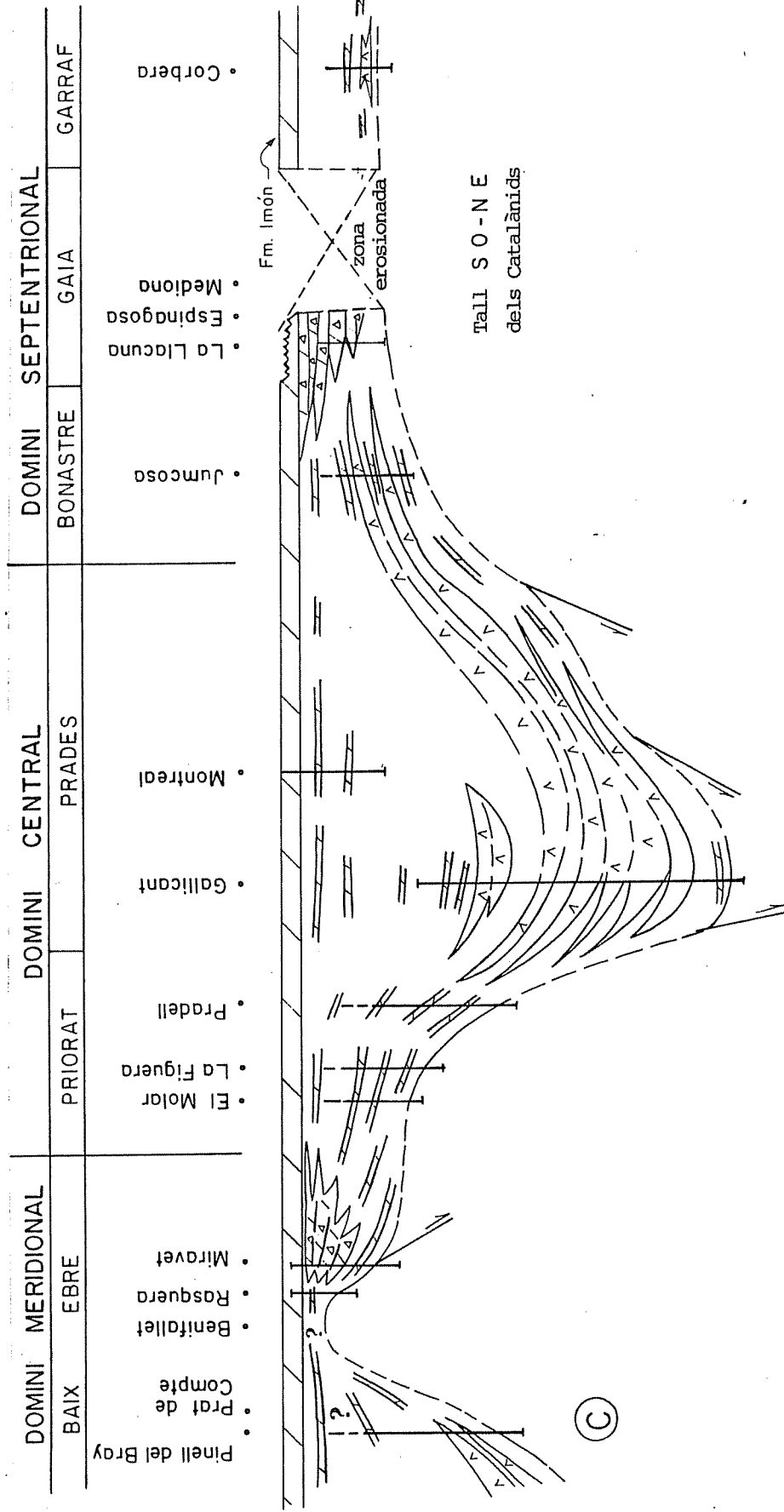
En el domini central (Prades, Priorat) únicament es troben desenvolupades fàcies marginals (nivells estromatolítics, nòduls de chert, etc) o inclús la Fm Miravet pot estar totalment absent (Pradell). En la figura 40 es presenta una possible interpretació del canvi lateral des de les zones més subsidents a les d'aquest alt en el domini central.

- b) Amb el desenvolupament de la Fm del Molar es produeix una certa homogeneïtzació en les condicions de subsidència (fig 39 B) en el conjunt dels Catalànids, com posen de manifest els valors similars de potència en els diferents tallis estudiats. No obstant, la zona de Pradell sembla mantenir-se com a alt, donades les particulars condicions i el poc desenvolupament que s'hi presenten per aquesta unitat.

Un fet interessant a destacar és el vulcanisme sinsedimentari a aquesta formació, que es posa de manifest únicament en el domini del Baix Ebre, amb la presència de dipòsita vulcanoclàstics, laves i masses "ofítiques" intrusives.

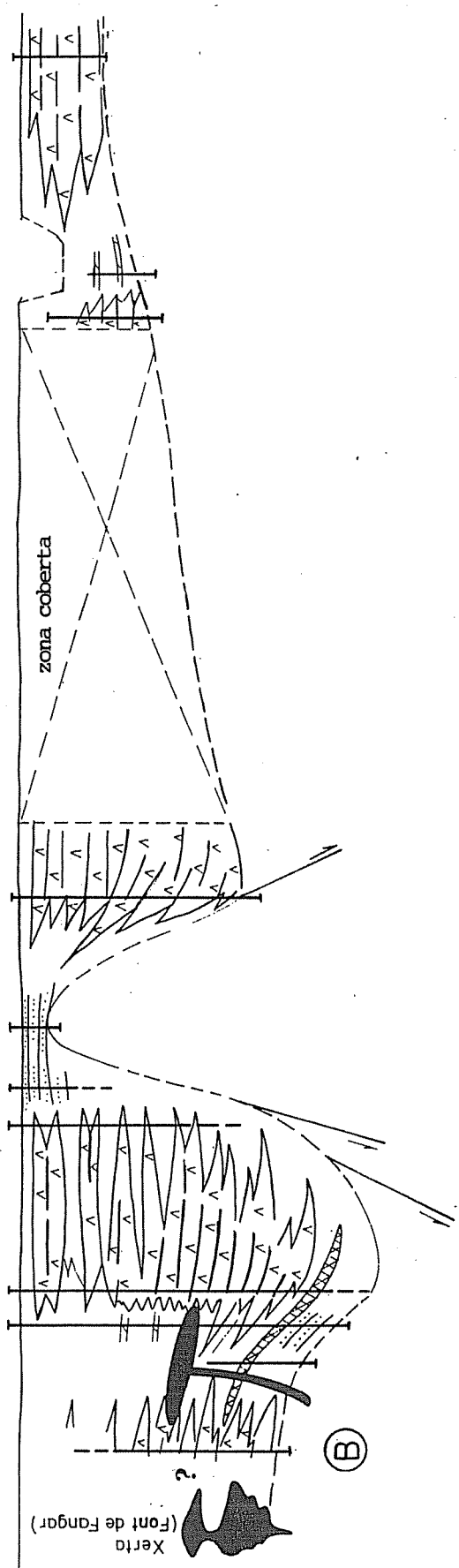
- c) En el transcurs de la sedimentació de la Fm Gallicant el règim de subsidència canvia marcadament (fig 29 C). El domini central en converteix en l'àrea més subsident i amb major desenvolupament evaporític dels Catalànids. A Prades es presenten els valors màxims de potència (80 m), però en els demés tallis (Pradell, la Figuera, el Molar) també es donen valors importants en potència.

Fig 39.- Tres moments en l'evolució paleogeogràfica de la conca catalana del Keuper: A) durant la Fm Miravet; B) durant la Fm del Molar; C) durant la Fm Galllicant (les reconstruccions s'han fet a partir dels valors de potència i distribució de fácies en els diferents talls estudiats).

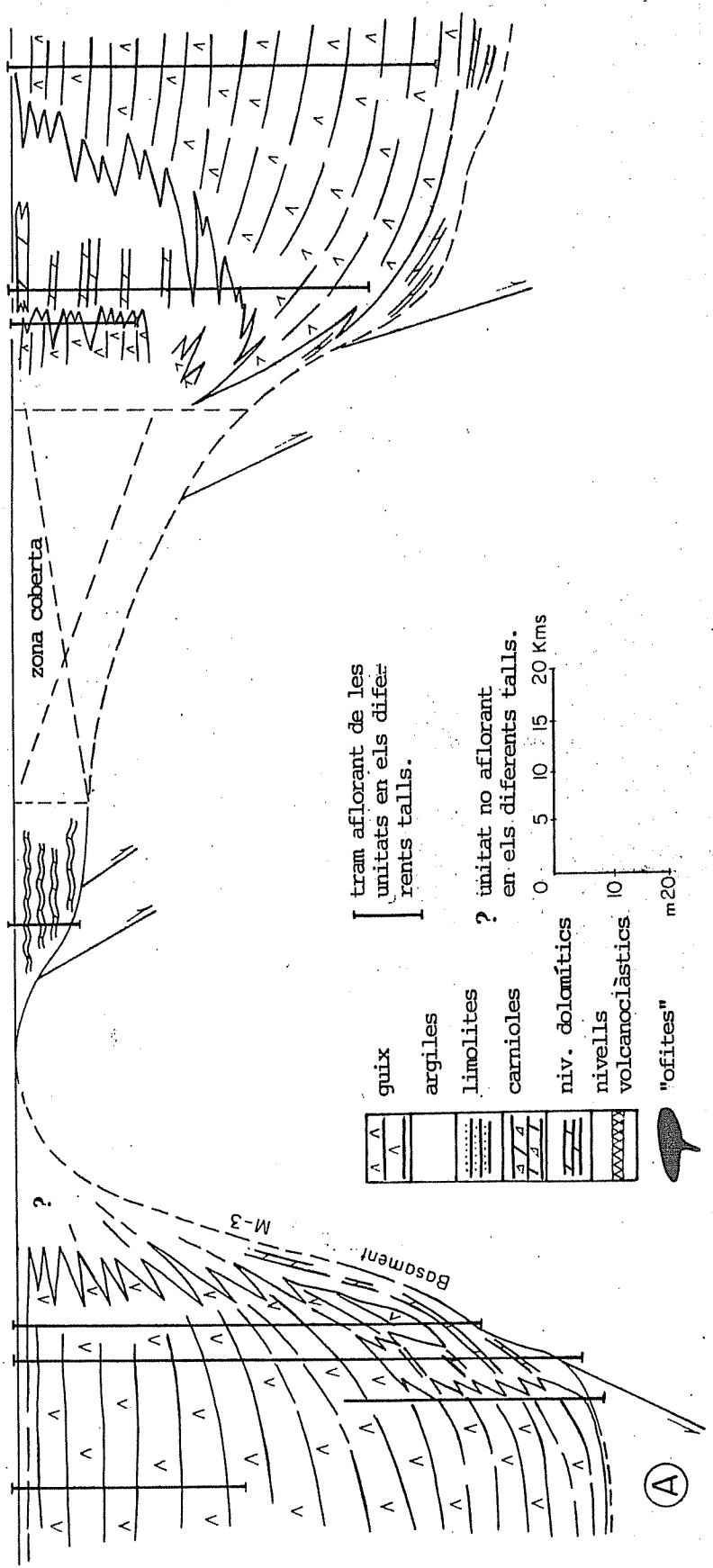


Fm Argiles i Carbonats del Galllicant

Fm Argiles i Guixos del Molar



Fm Guixos de Miravet



[ tran aflorant de les unitats en els diferents talls. ]  
 ? unitat no aflorant en els diferents talls.

0 5 10 15 20 Kms  
 0 10 m 20

guix  
 argiles  
 limolites  
 carnioles  
 niv. dolomítics  
 nivells volcàniciàstics  
 "ofites"

Cap al Baix Ebre la Fm Gallicant sembla presentar el seu mínim desenvolupament, tal com posen de manifest els reduïts valors en potència (4-10 m) en els tall de Rasquera i Miravet. No obstant més cap al sud, en el tall de Pinell del Bray (tall més meridional dels Catalànids on aflora aquesta unitat), torna a recuperar un desenvolupament més normal.

Finalment, aquest joc de blocs amb moviments individuals tendeix a ammortir-se cap al sostre de la sèrie del Keuper, i amb l'arribada del medi mari carbonatat de la Fm Imón, el caràcter subsident estaria molt homogeneïtzat pel conjunt dels Catalànids.

### 6.3.- SEQUÈNCIES DEPOSICIONALS.

Des d'un punt de vista de cicle deposicional a escala del Triàsic dels Catalànids, agrupem les unitats litoestratigràfiques del Keuper en dues sèries evaporítiques separades per un contacte bruscat (fig 29):

- a) Una sèrie evaporítica inferior (o Keuper inferior) que es correspon amb la Fm Miravet.
- b) Una sèrie evaporítica superior (o Keuper superior) corresponent a les formacions del Molar i Gallicant.

La unitat Miravet la interpretem com una sèrie evaporítica regressiva que marcaria l'etapa final del cicle mari del Muchelkalk superior. Aquest cicle regressiu, iniciat segons MARZO et al (1985) en la superfície de discontinuïtat (hard ground) intra-Muschelkalk superior, evoluciona des d'un medi carbonatat amb progressiva somerització i concentració de les seves aigües, a un medi evaporític supra-mareal, de tipus mud-flat, amb implantació de sabkhes i salines marítimes, de les que el seu desenvolupament donaria la sèrie del Keuper inferior.

Les similars característiques entre la Fm Miravet i la unitat K1 (Fm Jarafuel) valenciana, suposa un cert paral·lelisme en l'evolució sedimentària de les dues conques (valenciana i catalana), encara que amb valors de subsidència diferents degut al major desenvolupament en el cas valencià.

Les unitats del Molar i Gallicant, al igual que les K4 i K5 valencianes, les hem interpretades com una sèrie evaporítica transgressiva, que de forma gradual evolucionen fins la Fm Imón, que en constitueix el seu



sostre carbonatat. No obstant, en aquest cas les sèries en les dues conques presenten variacions importants, representant en cada cas una evolució sedimentària diferent.

La reactivació (possiblement per causes tectòniques) de l'erosió dels massissos paleozoics durant el Keuper mitjà, va donar lloc a un nou desenvolupament dels sistemes aluvials de vora de conca, tal com es posa de manifest en les unitats detrítiques K2 i K3 en el Keuper de València. Aquestes unitats s'intercalen amb límits graduals entre les sèries evaporítiques inferior i superior, i suposen l'inici del cicle o seqüència deposicional del Keuper superior.

En els Catalànids, aquesta influència terrigènica es deixa sentir únicament en el color vermell dominant de les argiles de la Fm del Molar, que suposen l'expansió sobre el medi evaporític, de les fàcies distals d'un sistema aluvial molt poc desenvolupat en el nostre cas.

Aquest feble desenvolupament de les fàcies aluvials es manifesta també per la presència d'alguns nivells limolítics que ocasionalment veiem intercalats en la Fm del Molar.

En quant al vulcanisme del Baix Ebre pensem que pot estar relacionat d'una forma més o menys directa, amb les causes que varen reactivar l'erosió en els massissos paleozoics, doncs en bona part l'emplaçament dels seus dipòsits vulcanoclàstics coincideix amb la posició estratigràfica de les Areniscas de Manuel al Keuper de València.

El desenvolupament evaporític de la Fm del Molar és no obstant la influència terrigènica, força important en la majoria dels casos, presentant una major similitud amb la unitat K4 de València. En altres ocasions en canvi, el seu pobre desenvolupament evaporític la fa més semblant a la Fm Arcillas de Cofrentes (K3). En qualsevol d'aquests casos la relació d'equivalència de la Fm del Molar al conjunt K3-K4 queda justificada al jugar un mateix paper dintre del cicle deposicional del Keuper superior.

En el cas dels Catalànids la unitat K2 no presenta cap equivalent, però aquest fet no dificulta la diferenciació de les dues sèries evaporítiques, que normalment les veiem separades per un canvi bruscat en la coloració de les argiles.

La Fm Gallicant suposa en la conca catalana el desenvolupament d'un estens mud-flat en el que la influència marina es va posant progressivament de manifest cap als nivells alts de la sèrie (augment en capes de carbonats).

La presència de nòduls de guix en les parts baixes de les sèries més potents, són reflexe de l'evolució de medis de tipus sabkha, que suposen la màxima representació del seu pobre desenvolupament evaporític.

En el cas valencià les condicions sedimentàries són força diferents: les fàcies laminades de guix de la Fm Ayora (K5), que s'estenen en la vertical fins la mateixa base de la Fm Imón, representen un desenvolupament llacunar evaporític molt generalitzat. El trànsit del Keuper (medi evaporític) a la Fm Imón (medi carbonatat) resulta en aquest cas força més ràpid que no pas en el cas dels Catalànids.

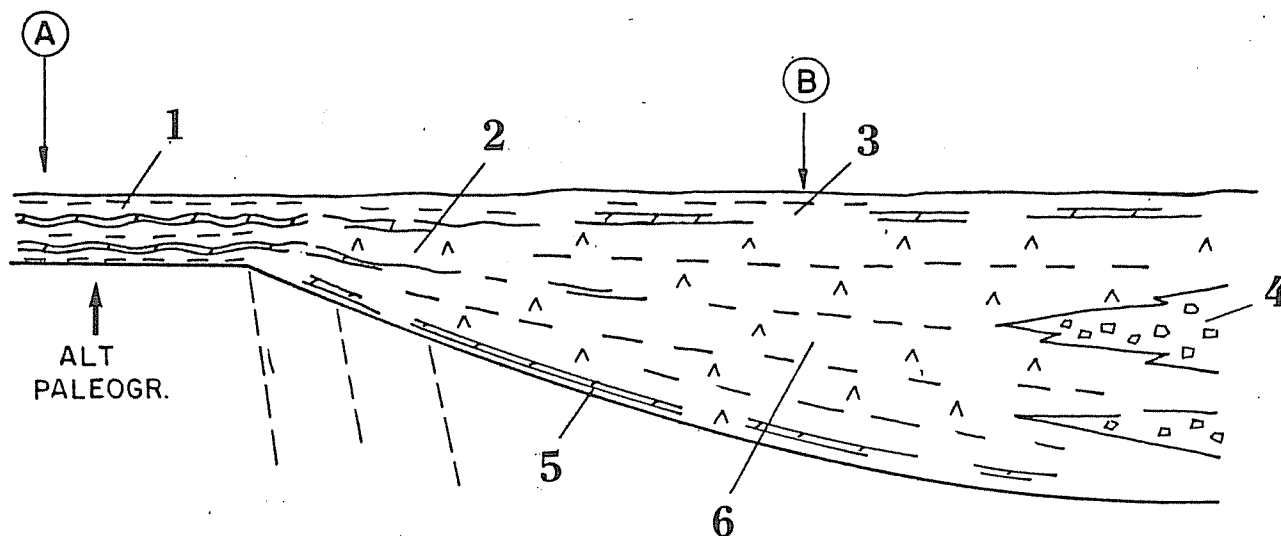


Fig 40.- Esquema ideal de distribució de fàcies en la Fm Miravet: A) tall del Gallicant; B) tall de Rasquera o Miravet, on la Fm Miravet presenta les seves característiques normals. 1)estromatolits perifèrics; 2) cos carbonatat marginal; 3) carbonats de sostre; 4)halita en les zones més centrals de la conca (no arriba a aflorar); 5) carbonats de base; 6) cos sulfatat central.

## 7.- CONCLUSIONS.

S'exposen a continuació de forma molt sintètica les principals conclusions que s'han obtingut a partir d'aquest treball:

### A.- Litoestratigrafia.

- 1) En el Keuper dels Catalànids es poden distingir tres unitats a les quals els hi hem donat rang de formació i hem anomenat respectivament, de baix a dalt, Fm Guixos de Miravet, Fm Argiles i Guixos del Molar i Fm Argiles i Carbonats del Gallicant.

Les seves característiques generals i particularitats s'han anat exposant en els apartats 2.1 i 2.2 respectivament.

- 2) Hem realitzat la comparació i correlació d'aquestes unitats amb les del Keuper de València definides per ORTI (1974), sent les formacions Miravet, del Molar i Gallicant, equivalents respectivament a les K1, K3-K4 i K5 valencianes.
- 3) Es confirma la no presència de la unitat detrítica intermèdia del Keuper (Fm Areniscas de Manuel) en els Catalànids.
- 4) En el Keuper dels Catalànids es desenvolupa un vulcanisme sinsedimentari a la Fm del Molar (preferentment cap a la seva base) restringit únicament al Baix Ebre. A part dels materials vulcànics extrusius que marquen l'emplaçament del vulcanisme en la sèrie del Keuper (dipòsits vulcanoclàstics i laves), també es presenten altres materials intrusius ("ofites") que es presenten més irregularment repartits en la sèrie i que poden correspondre a altres fases vulcàniques triàsiques o posteriors.
- 5) El Keuper i el Muschelkalk mitjà presenten algunes diferències importants: A part de la presència de gresos en el Muschelkalk mitjà, que mai es troben en el Keuper (aspecte que ja va remarcar VIRGILI, 1955), el Keuper es diferencia d'aquesta altra unitat per la seva dominant presència de les argiles grises de reducció sobre les vermelles i pel seu major desenvolupament en fàcies carbonatades. Pel que fa a les litofàcies sulfatades de les dues unitats aquestes són idèntiques i no permeten distincions.

### B.- Cronoestratigrafia.

- 6) A partir de dades palinològiques es confirma una edat

carniana pel Keuper inferior (Fm Miravet), tal com ja s'havia citat en altres treballs. Els resultats negatius en el contingut esporo-polinic de les argiles de les formacions del Molar i Gallicant no han permès la seva datació. No obstant, per comparació amb el Keuper de València (SOLE DE PORTA i ORTI, 1982) i les dades bibliogràfiques (VIRGILI, 1958) pensem que l'edat carniana pot ser generalitzable al conjunt de la sèrie.

#### C.- Petrologia.

- 7) En l'estudi petrològic dels carbonats hem pogut veure que aquesta litologia es presenta de tres formes diferents: nivells dolomítics, nivells carniolars i com a laminació entre els sulfats. En l'apartat 4.1 hem exposat les seves característiques i possible origen.
- 8) Pel que fa als guixos i anhidrites hem reconegut els seus diferents components i textures cristallines, que en la seva major part ja havien estat descrites per diferents autors en altres formacions equivalents.
- 9) També hem reconegut alguns minerals accessoris (guars, celestina...) que amb major o menor importància es presenten entre els sulfats i carbonats.

#### D.- Geoquímica.

- 10) En l'estudi comparatiu del contingut en estronci dels guixos i anhidrites del Keuper (i Muschelkalk mitjà), s'ha pogut veure que hi ha una pèrdua de l'ordre d'un 40% d'aquest element en el procés d'hidratació de l'anhidrita al guix secundari. Els valors d'estronci d'aquests guixos secundaris oscila entre 300 i 550 ppm en la majoria dels casos, mentre que per l'anhidrita ho són entre 600 i 900 ppm, sense que es mostrin diferències entre els valors de les diferents litofàcies o unitats.
- 11) Comparant aquests valors amb els de les fàcies equivalents de guix en les salines marítimes actuals, s'ha vist que durant el cicle del guix es dona una pèrdua progressiva en el contingut en aquest element en les diferents fases de recristallització, si ho comparem amb salines de funcionament regular, o bé l'anhidrita pot suposar un màxim dintre d'aquest cicle si la comparació es realitza amb salines de funcionament anòmal.
- 12) Pensem que la relativa homogeneïtat de valors d'estronci entre els guixos laminats del Keuper pot ser un reflexe d'una també homogènia repartició de fàcies en el medi sedimentari original. Deixem per més endavant aquesta possible confirmació a partir de nous anàlisis que més endavant es realitzin.

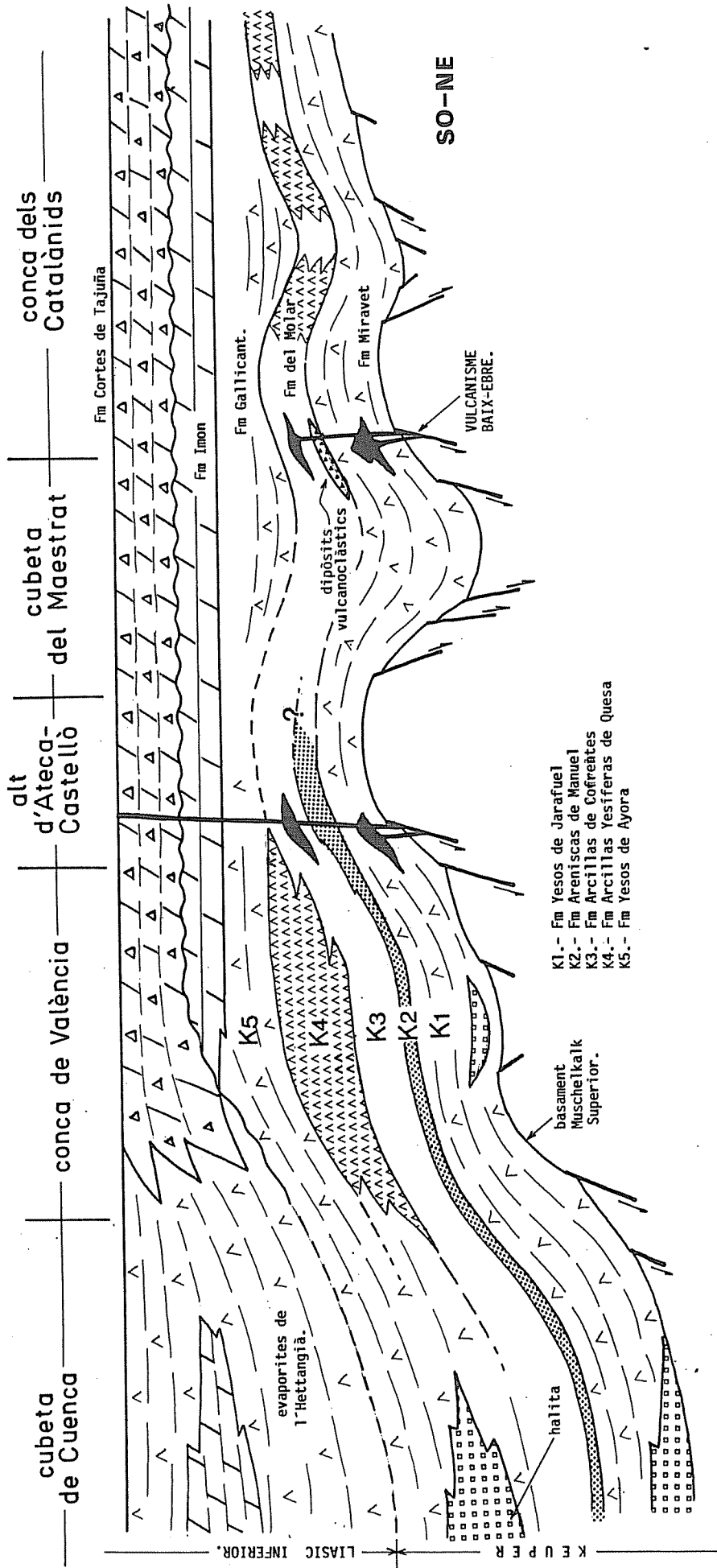


Fig 41.- Relació geomètrica entre les unitats litoestratigràfiques del Keuper i Liàsic inferior de les conques de València-Cuenca i Catalànids (sense escala) (la mitat esquerra de la figura correspon a ORTI, 1982).

E.- Sedimentologia i paleogeografia.

- 13) S'exposen els models sedimentològics de formació de les diferents litofàcies sedimentàries (argiles, carbonats i sulfats) i la seva relació en les seqüències o cicles sedimentaris que s'han observat en la Fm Miravet.
- 14) Es proposa una evolució paleogeogràfica de la conca catalana del Keuper a partir dels valors en potència i distribució de fàcies que s'han observat en els diferents talls. S'ha pogut veure que al igual que per les altres unitats triàsiques dels Catalànids, la sedimentació del Keuper va ser controlada pel joc sinsedimentari de fractures tardihercinianes, compartimentant la conca en diferents dominis. Aquesta compartimentació a grans trets, pel cas del Keuper, respon a tres grans àrees: septentrional, central i meridional, que han jugat de forma diferents en el transcurs de la sedimentació de les formacions Miravet, del Molar i Gallicant.
- 15) S'exposa també la relació de la Fm Miravet com a sèrie evaporítica que constitueix el sostre de la seqüència deposicional regressiva del Muschelkalk superior - Keuper inferior; i la de les formacions del Molar i Gallicant com a sèrie evaporítica basal de la seqüència deposicional transgressiva del Keuper superior - Fm Imón. Aquest context seqüencial es compara amb el de les unitats del Keuper de València.

. . . . .

8.- BIBLIOGRAFIA.

- ANADON, P (1978): El Paleógeno continental anterior a la transgresión biarritziense (Eoceno medio) entre los rios Gaiá y Ripoll (prov.de Tarragona y Barcelona). Tesis doctoral, Deptº de Estratigrafía y Geología Histórica, Univ de Barcelona, 267 pp.
- ASHAVER, H ; TEICHMULLER, R (1946): Origen y desarrollo de las cordilleras variscas y alpídicas de Cataluña. Publ. extr. sobre Geología de España, C.S.I.C. Inst. Lucas Mallada de Invest Geol. T.III, Madrid, pp 1-93.
- BUSSON, G (1974): Le Trias évaporitique d'Afrique du Nord et d'Europe occidentale: données sur la paléogéographie et les conditions de dépôt. B. S.G.F., (7), T.XVI, nº 6, pp 653-665.
- BUSSON, G (1982): Le Trias comme période salifère. Geologische Rundschau, Band 71, Helft 3, pp 857-880.
- CALVET, F ; RAMON, X (1985): Estratigrafia, sedimentologia y diagénesis del Muschelkalk inferior de los Catalánides. In Libro de resúmenes del II Coloquio de Estratigrafia y Paleogeografia del Pérmico y Triásico de España. La Seu d'Urgell - Septiembre 1985. pp 26-27.
- CALVET, F; MARCH, M; PEDROSA, A (1985): Estratigrafia sedimentologia y diagénesis del Muschelkalk superior de los Catalánides. In Libro de resúmenes del II Coloquio de Estratigrafia y Paleogeografia del Pérmico y Triásico de España. La Seu d'Urgell - Septiembre 1985. pp 28-29.
- CASTILLO HERRADOR, (1974): Le Trias évaporitique des bassins de la Vallée de l'Èbre et de Cuenca. B. S.G.F., (7), T.XVI, pp 666-676.
- DUBOIS, P; UMBACH, P (1974): A propos du Trias de deux bassines sédimentaires français: le Bassin de Paris et le Bassin du Sud-Est. B.S.G.F., (7), T.XVI, nº 6, pp 696-707.
- ESTEBAN, M; CALZADA, S; VIA, L (1977): Ambiente deposicional de los yacimientos fosilíferos del Muschelkalk superior de Alcover - Mont Ral. Cuadernos de Geología Ibérica, Vol.4, Madrid, pp 189-200.

- ESTEBAN, M; ROBLES, S (1979): Periodo preorogénico: el Mesozoico. In ANADON et al, Evolución tectonoestratigráfica de los Catalánides. Acta Geológica Hispánica, Homenatge a Ll.Solé i Sabarís, T.14, pp 246-257.
- GARRIDO, A; VILLENA, J (1977): El Triásico germánico en España: paleogeografía y estudio secuencial. Cuadernos de Geología Ibérica, Vol.4, pp 37-56.
- GEISLER, D (1985): Approches sédimentologiques et géochimiques des mécanismes générateurs de dépôts évaporitiques. Sur les exemples actuels des salines de Camargue et d'Espagne, et fossiles des Mesiniens méditerranéen et du Trias lorrain. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Nancy I, Decembre 1985.
- GINER, J (1980): Estudio sedimentológico y diagenético de las formaciones carbonatadas del Jurásico de los Catalánides, Maestrazgo y rama aragonesa de la Cordillera Ibérica (sector oriental). Tesis doctoral, Deptº de Petrología y Geoquímica, Univ. de Barcelona, 316 pp.
- GOY, A; GOMEZ, JJ; YEBENES, A (1976): El Jurásico de la rama castellana de la Cordillera Ibérica (mitad norte). Unidades estratigráficas. Estudios Geológicos, 32, pp 391-423.
- JURADO, MJ (1985): Aportación al conocimiento del substrato triásico de la cuenca del Ebro. In Libro de resúmenes del II Colóquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico de España. La Seu d'Urgell - Septiembre 1985. pp 245-256.
- LLOPIS, N (1947): Contribución al conocimiento de la morfología de los Catalánides. C.S.I.C. Inst. L. Mallada, 373 pp.
- MARZO, M (1980): El Buntsandstein de los Catalánides: Estratigrafía y procesos de sedimentación. Tesis doctoral, Deptº de Estratigrafía y Geol. Histórica, Univ. de Barcelona, 317 pp.
- MARZO, M; CALVET, F; ORTI, F; SOLE DE PORTA, N (1985): Evolución sedimentaria del ciclo triásico en los Catalánides. In Libro de resúmenes del II Colóquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico de España. La Seu d'Urgell - Septiembre 1985, pp 89-90.



- MARTI, J; MITJAVILA, J; PANIELLO, X (1985): Algunas consideraciones sobre el volcanismo triásico del sur de Catalunya y de Mallorca. In Libro de resúmenes del II Colóquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico de España. La Seu d'Urgell - Septiembre 1985. p 83.
- ORTI, F (1974): El Keuper del Levante español. Estudios Geológicos, 30, pp 7-46.
- ORTI, F (1977): Aproximación al estudio petrográfico de las microestructuras de rocas de yeso secundario y a su origen. Rev.Inst.Inv.Geol. Dip. Prov.-Univ. de Barcelona. Vol.XXXII, pp 87-152.
- ORTI, F; BAYO, A (1977): Características litoestratigráficas del Triásico medio y superior en el "Baix Ebre" (Tarragona-España). Cuadernos de Geología Ibérica, Vol.4, pp 213-238.
- ORTI, F (1981): Diapirismo de materiales triásicos y estructuras de zócalo, en el sector central valenciano (España). Estudios Geológicos, 37, pp 245-256.
- ORTI, F (1982): Sur les conditions de dépôt, la diagenèse et la structure des evaporites triasiques dans l'Est de l'Espagne. In Le Trias évaporitique de France et des Pays limitrofes. Nancy, pp 16-28.
- ORTI, F; ROSELL, L (1982): Fábrica cristalina de la anhidrita nodular y laminada. Acta Geológica Hispánica, T.16, nº4, pp 235-253.
- ORTI, F; PUEYO JJ (1983): Origen marino de la sal triásica del domo de Pinoso (Alicante, España). Acta Geológica Hispánica, T.18, nº2, pp 138-145.
- ORTI, F; PUEYO JJ (1983): Salinas de evaporación del litoral mediterráneo peninsular, sedimentología y geoquímica de sus precipitados. In Llibre de resums del X Congrés de Sedimentologia de Menorca. G.E.S., pp 2.27-2.30.
- ORTI, F (1985): Las evaporitas del Triásico y Lias basal del Este de España. Cuadernos de Geología Ibérica, Vol.11, en preparació.
- ORTI, F; PUEYO, JJ; GEISLER, D; DULAU, N (1985): Evaporitic sedimentation in the coastal salinas of Santa Pola (Alicante, Spain). Rev. d'Invest. Geol.,

- Dip.de Barcelona, Univ. de Barcelona, Vol 39, en preparació.
- PUEYO, JJ (1977): El bromo y el rubidio como indicadores genéticos en las evaporitas de la cuenca potásica catalana. Rev.Inst.Inv.Geol.Dip.Prov.Univ. de Barcelona, Vol.32, pp 77-86.
- RAMON, X (1985): Estratigrafia y sedimentologia del Muschelkalk inferior del Dominio Montseny-Llobregat. Tesis de licenciatura. Dptº de Petrologia y Geoquímica, Univ. de Barcelona. 100 pp.
- ROBLES, S (1974): Estudio geológico del Mesozoico del Bloque del Cardó y sectores adyacentes. Tesis doctoral, Univ. Autónoma de Barcelona, 436 pp.
- SALVAN, HM (1984): Les formations évaporitiques du Trias marocain. Problèmes stratigraphiques, paléogéographiques et paléoclimatologiques. Quelques réflexions. Rev.Geol.Dynamique et Géographie Physique, Vol.25 Fasc.3, pp 189-203. Paris.
- SALVANY, JM; ORTI, F (1985): El Keuper de los Catalánides. In Libro de resúmenes del II Colóquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico de España. La Seu d'Urgell - Septiembre 1985, pp 105-106.
- SAN MIGUEL ARRIBAS, A (1950): Estudio de la región volcánica del Bajo Ebro. Premio Juan de la Cierva. C. S.I.C., Inst. Lucas Mallada, Madrid, 224 pp.
- SAN MIGUEL ARRIBAS, A; ORTI, F (1973): Procesos porfiroblásticos en yeso. Rev.Inst.Inv.Geol.Dip.Prov.Univ. de Barcelona, Vol XXVIII, pp 15-44.
- SOLE DE PORTA, N; ORTI, F (1982): Primeros datos cronoestratigráficos de las series evaporíticas del Triásico superior de Valencia (España). Acta Geológica Hispánica, T.17,nº3,pp 185-191.
- STEVAUX, J; WINNOCK, E (1974): Les bassins du Trias et du Lias inférieur d'Aquitaine et leurs épisodes évaporitiques. B.S.G.F., (7), T.XVI, pp 679-695.
- UTRILLA, R (1985): Sedimentologia i geoquímica a les salines de La Trinitat (Delta de l'Ebre) i San Pedro del Pinatar (Mar Menor). Tesis de Llicenciatura. Deptº de Petrologia i Geoquímica, Univ. de Barcelona.
- VIRGILI, C (1955): El tramo rojo intermedio del Muschelkalk de los Catalánides. Mem. y Com. Inst.Geol.Prov., XIII, pp 37-78, Barcelona.

VIRGILI, C (1958): El Triásico de los Catalánides.  
Bol. I.G.M.E., 69, 856 pp.

VIRGILI, C; SOPEÑA, A; RAMOS, A; HERNANDO, S (1977):  
Problemas de la cronoestratigrafía del Triásico  
en España. Cuadernos de Geología Ibérica, Vol.4,  
pp 57-88, Madrid.

ADDENDA.

BENZAQUEN, M; NUÑEZ, A; MARTINEZ, W; CABAÑAS, I; MEN-  
NIG, JJ (1973): Memoria explicativa del Mapa Geo-  
lógico de España 1:50.000, nº 447 - Villanueva i  
Geltrú, I.G.M.E., 35 pp.

BENZAQUEN, M; NUÑEZ, A; MARTINEZ, W; CABAÑAS, I; MEN-  
NIG, JJ (1973): Memoria explicativa del Mapa  
Geológico de España 1:50.000, nº 418 - Montblanch,  
I.G.M.E., 41 pp.

BENZAQUEN, M; NUÑEZ, A; MARTINEZ, W; CABAÑAS, I; MEN-  
NIG, JJ (1973): Memoria explicativa del Mapa Geo-  
lógico 1:50.000, nº 419 - Vilafranca del Penedés,  
I.G.M.E., 48 pp.

BENZAQUEN, M; NUÑEZ, A; MARTINEZ, W; CABAÑAS, I (1973):  
Memoria explicativa del Mapa Geológico de Espa-  
ña 1:50.000, nº 446 - Valls, I.G.M.E., 44 pp.

CLARK, DN; SHEARMAN, DJ (1980): Replacement anhidry-  
te in limestones and the recognition of moulds  
and pseudomorphs: a review. Rev.Inst.Inv.Geol.  
Dip.Prov.-Univ. de Barcelona. Vol 34, pp 161-186.

COLOBRON, I; NUÑEZ, A; RUIZ, U (1978): Memoria expli-  
cativa del Mapa Geológico de España 1:50.000, nº  
445 - Cornudella, I.G.M.E., 22pp.

COLOBRON, I; ORCHE, E (1979): Memoria explicativa del  
Mapa Geológico de España 1:50.000, nº 444 - Flix,  
I.G.M.E., 24 pp.

I.G.M.E. (1972): Memoria explicativa del Mapa Geológi-  
co de España 1:200.000, nº 48 - Vinaroz, 25 pp.

NUÑEZ, A; COLOBRON, I; RUIZ, U (1980): Memoria expli-  
cativa del Mapa Geológico de España 1:50.000, nº  
472 - Reus, I.G.M.E., 33 pp.

ORCHE, E; ROBLES, S; ROSELL, J (1980): Memoria explica-  
tiva del Mapa Geológico de España 1:50.000, nº  
497.- Perelló, I.G.M.E., 40 pp.

- ORCHE, E; ROBLES, S; ROSELL, J (1981): Memoria explicativa del Mapa Geològic de España 1:50.000, nº 471 - Mora de Ebro, I.G.M.E., 45 pp.
- ORTI, F; PUEYO, JJ; DRONKERT, H (1985): Evaporitic sedimentation in salina of Roquetas (Almeria, Spain). In Abstracts and Poster Abstracts book, 6th European Regional Meeting of Sedimentology I.A.S. Lleida '85, pp 341-344.
- SOLÉ SABARIS, L (1972): Memoria explicativa del Mapa Geològic de España 1:200.000, nº 42 - Tarragona, I.G.M.E., 42 pp.
- SOLÉ SABARIS, L (1972): Memoria explicativa del Mapa Geològic de España 1:200.000, nº 34 - Hospitalet, I.G.M.E., 34 pp.
- SOLÉ SUGRAÑES, L; SOLÉ SABARIS, L; OBRADOR, A; MARQUÉS, M A; MEDIALDEA VEGA, J (1973): Memoria del Mapa Geològic de España 1:50.000, nº 420 - Hospitalet del Llobregat, I.G.M.E., 55 pp.
- SOLÉ, L; RIBA, O; MALDONADO, A; QUIRANTES, J; VILLENA, J; GARRIDO, A (1980): Memoria explicativa del Mapa Geològic de España 1:50.000; nº 41 - Tortosa, I.G.M.E., 45 pp.