

UNIVERSITAT DE BARCELONA
Facultat de Geologia
Departament de Geoquímica,
Petrologia i Prospecció Geològica

***SEDIMENTOLOGIA, PETROLOGIA I GEOQUÍMICA
(ELEMENTS TRAÇA I ISÒTOPS) DELS
ESTROMATÒLITS
DE LA CONCA EOCENA SUDPIRINENCA.***

Anna Travé i Herrero

Barcelona'92

Distribució:

Les columnes que presenten aquesta microfàcies són (Fig. 14):

- Nord de can Bestreta (VE2)
- Urbanització Fontanelles (VE5)
- La vall Llovera (VE6)
- Carretera del Bosc a can Ros (VE12)
- Serrat del Bosc - La Noguera (VE14)
- Santa Eulàlia de Riuprimer (VE15)

Aquesta microfàcies és la més abundant en les sèries realitzades al vorell Est. S'estén, de forma contínua, en l'àrea compresa entre el torrent de Sant Cugat, al sud, i la riera de Sant Joan, al nord.

Interpretació:

Com hem explicat per la mateixa microfàcies en el vorell Nord, els bacteris són els responsables de la laminació prima i de poca continuïtat d'aquesta microfàcies. El petit tamany d'aquests organismes (sempre inferior a 1 μm) no és capaç de desenvolupar tapissos extensos i contínuus de l'estil dels que formen els cianobacteris filamentosos.

La diferència de color entre les làmines clares i les làmines fosques és degut, molt probablement, a la quantitat de matèria orgànica present en unes i altres. Així, en les làmines fosques la matèria orgànica hauria estat més abundant que en les làmines clares.

La presència abundant de pseudomorfs de cristalls de guix, de creixement intersticial en el sediment, ens indica que l'aigua intersticial en aquests estromatòlits era una salmorra fortament evaporada, amb una salinitat suficientment alta com per a començar a precipitar el guix (salinitat major a 140 g/l en comparació amb les salines actuals de Santa Pola, Ortí *et al.*, 1984). Cal tenir en compte, també, que la salinitat del fluid intersticial dels estromatòlits no té per què ser la mateixa que la salinitat del fluid lliure, sinó que normalment és major.

El fet de què trobem els motlles de guix lenticulars (de creixement intersticial) especialment concentrats en les làmines clares, està d'acord amb els valors isotòpics. Els valors

més enriquits en ^{18}O i ^{13}C de les làmines fosques respecte les clares ens indiquen que les làmines fosques s'han format en moments més calorosos, amb poques pluges i per tant amb un major temps de residència de les aigües i una major evaporació. Mentre es produïa el desenvolupament de les làmines fosques, dins del sediment (làmines clares) s'originava el creixement del guix lenticular intersticial (Fig 18).

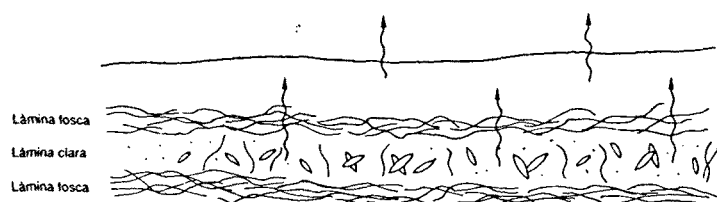


Figura 18: Les làmines fosques es formen en els moments de major evaporació. Mentre té lloc la formació d'aquestes làmines fosques, intersticialment en el sediment (làmines clares) creixen els cristalls de guix lenticular.

Aquest tipus de correlació estacional de làmines fosques formades a l'estiu i làmines clares formades a l'hivern ha estat descrit també per Casanova i Nury (1989). Tanmateix, i com ja hem explicat en la introducció, aquests doblets de làmina clara i làmina fosca, poden haver estat originats per d'altres variables com variacions diürnes de l'intensitat del llum, moviments fototàctics dels microorganismes,....

Les esquerdes de sinèresi, que trobem a les laminacions bacterianes, es produeixen en medi subaquós per la pèrdua d'aigua retinguda en el sediment. El sediment, originàriament molt porós, es reorganitza interiorment degut a la floculació, o bé a canvis de volum d'alguns minerals argilosos induïts per l'estratificació d'aigües de diferent salinitat (Collinson i Thompson, 1982).

Les estructures fenestrals amb morfologies irregulars solen originar-se per l'atrapament dels gasos produïts pels microorganismes que formen el tapís microbià, principalment originats pels processos d'oxidació de la matèria orgànica.

La pirita que trobem es pot haver format, quasi sinsedimentàriament o durant la diagènesi primerenca, en un ambient reductor degut a la combinació de l'àcid sulfhídric

(H₂S) procedent de la pròpia activitat bacteriana i de compostos de Fe del sediment (Love, 1967 i Berner, 1970).

Associades a les làmines bacterianes en aquesta àrea hi ha d'altres microfàcies com dolmicrita, micrita amb microfenestres, i micrita amb fauna.

MICROFÀCIES 2'.- DOLMICRITA

Descripció:

Es tracta d'un mosaic molt dens format per l'alternança de làmines fosques i làmines clares de dolomita en cristalls molt petits (Làm. XXVI, fig. 2). Les làmines fosques són molt homogènies, mentre que les làmines clares són formades per laminacions individualitzades més fines. En aquesta microfàcies les làmines clares varien bastant de gruix lateralment però sense arribar a formar doms, tractant-se només d'aprimaments i engruiximents laterals de les làmines. Podem trobar cristalls romboèdrics de mida de gra que oscil·la entre 2 i 10 µm (Làm. XXVII, fig. 1) i de dolomita fèrrica, i cristalls romboèdrics parcialment dissolts (Làm. XXVII, fig. 2). Associada a la dolomita podem trobar quars terrígen i il·lita (Làm. XXVIII, figs. 1 i 2).

Aquesta dolomitització afecta a l'estromatòlit únicament en una àrea molt reduïda, situada a la part més meridional del vorell Est (sèries VE9, VE10 i VE11).

Distribució:

Les columnes que presenten aquesta microfàcies són (Fig. 14):

- Pedrera de can Floriac (VE10)
- Pedrera del Garet (VE11)

Aquesta microfàcies la trobem en l'extrem més meridional del marge Est de la conca, on la potència de l'estromatòlit no sobrepassa mai els 32 centímetres.

LÀMINA XXVI

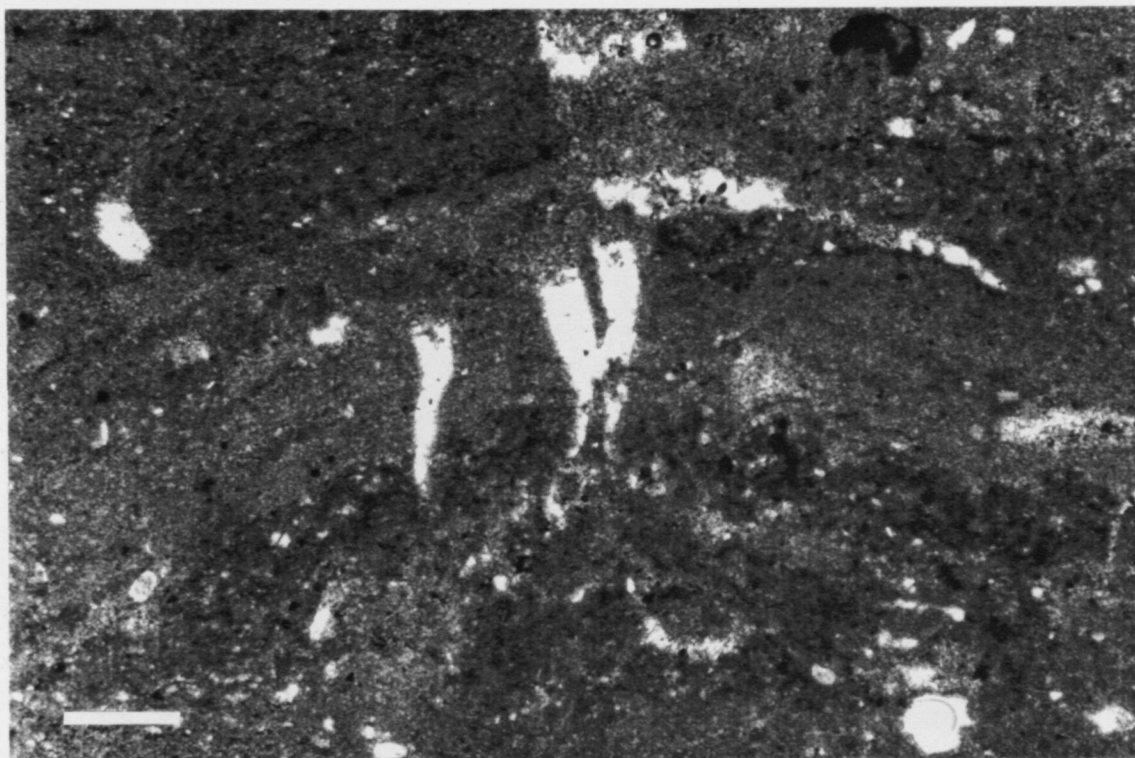


FIGURA 1 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE2). Microfàcies 1': laminacions bacterianes. Esquerdes de sinèresi afectant a alguns dels nivells d'aquesta microfàcies. Les esquerdes de sinèresi són produïdes per l'estratificació d'aigües de diferent salinitat. L'escala és de 0.5 mm.

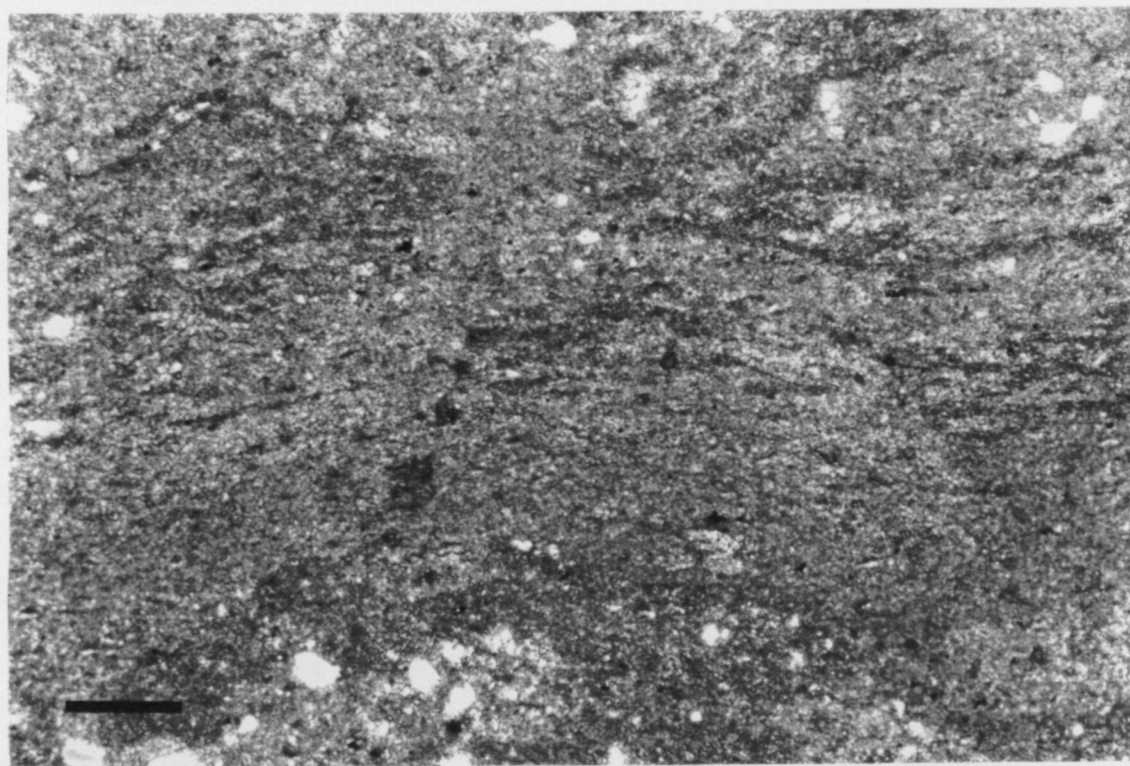


FIGURA 2 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE11). Microfàcies 2': dolmicrita. Fàbrica molt densa formada per l'alternança de làmines molt fines de dolmicrita, fosques i clares. L'escala és de 0.5 mm.

LÀMINA XXVII

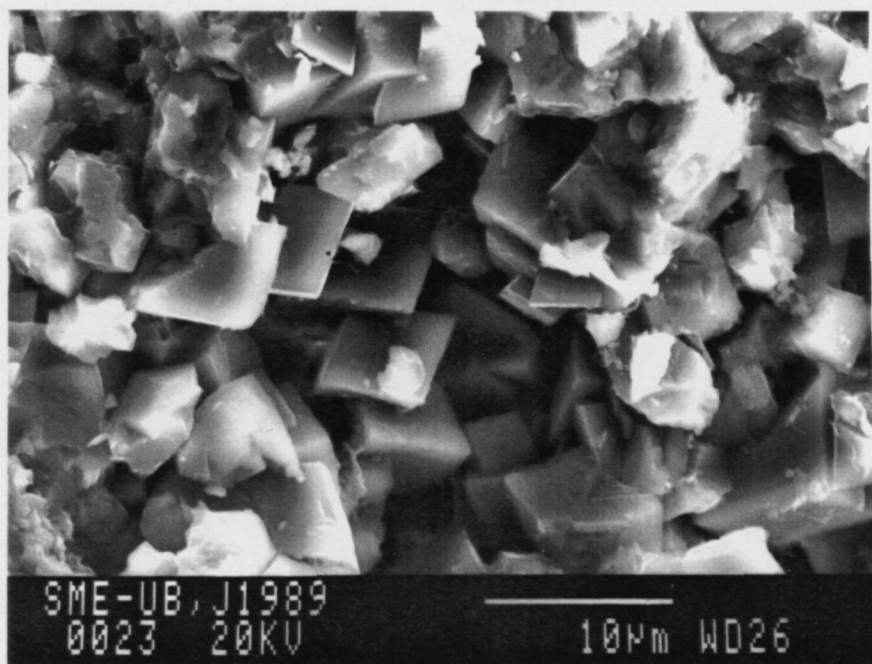


FIGURA 1 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE11). Microfàcies 2': dolmicrita. Microfotografia feta amb SEM. Cristalls romboèdrics de mida inferior a les 10 µm, formats per dolomita fèrrica.

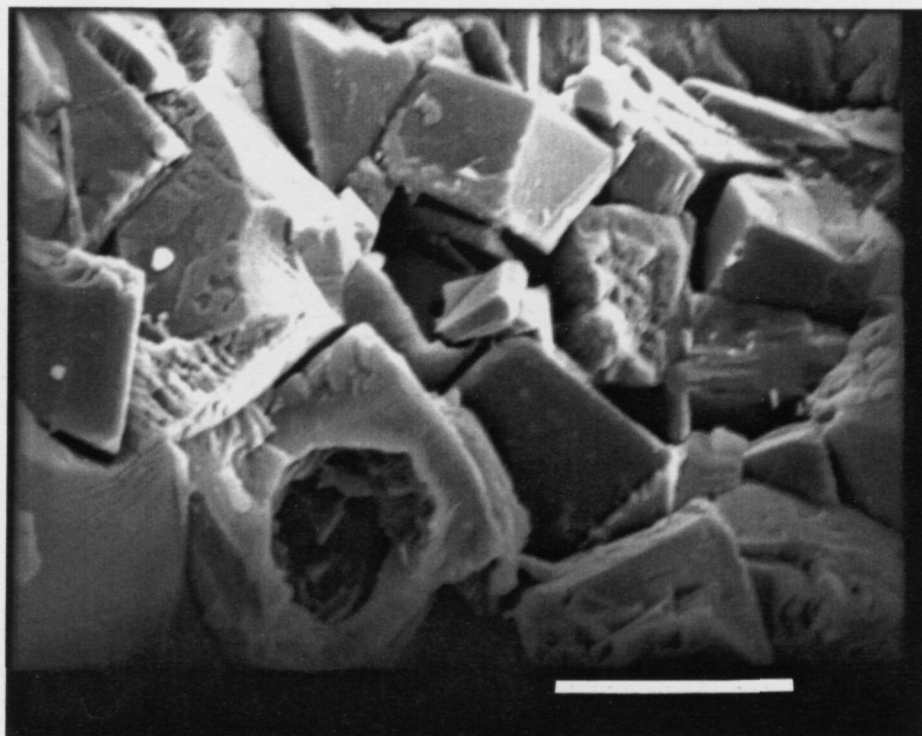


FIGURA 2 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE11). Microfàcies 2': dolmicrita. Microfotografia feta amb SEM. Cristalls de dolomita parcialment dissolts. L' escala és de 10 µm.

LÀMINA XXVIII



FIGURA 1 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE11). Microfàcies 1: laminacions cianobacterianes. Microfotografia feta amb microscopi electrònic de rastreig (SEM) d'una argila (il·lita) englobada a la matriu micrítica. Aquesta morfologia de plaques irregulars és típica d'argiles detrítiques i, per tant, no autigèniques (Welton, 1984).

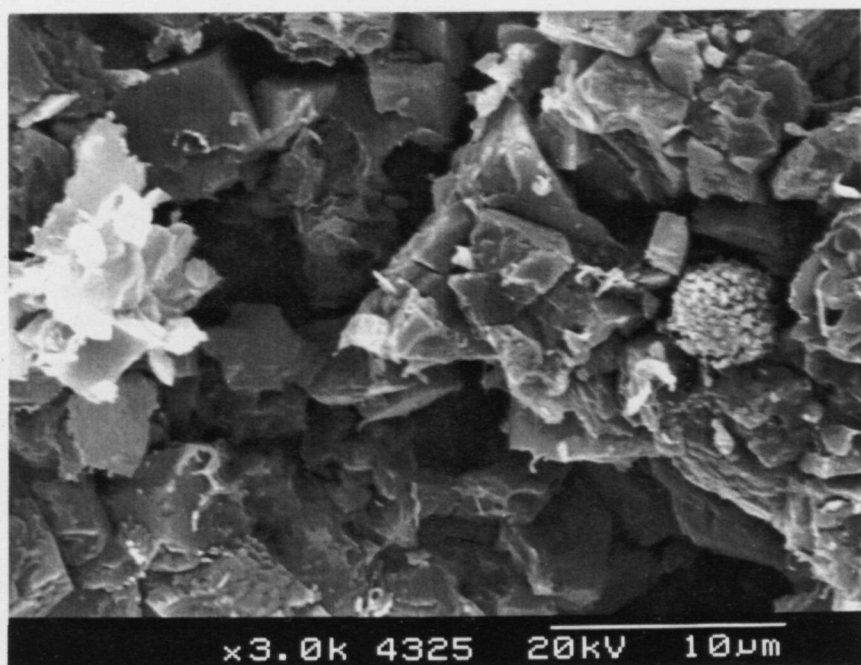


FIGURA 2 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE11). Microfàcies 1: laminacions cianobacterianes. Aspecte general de l'estromatòlit vist amb SEM. S'observen argiles (a) a l'esquerra de la fotografia, i un framboide de pirita (b) a la part dreta, enmig de la matriu micrítica.

Interpretació:

El fet de trobar-se la dolomita com un mosaic molt dens format per cristalls molt petits que no arriben a formar romboèdres es pot interpretar com que la nucleació era prou densa per no permetre el desenvolupament complet de cristalls euhedrals de dolomita.

Els dos mecanismes més coneguts per explicar la formació de dolomita són els que es produeixen en els medis tipus *sabkha* o anàlegs supramareals (Shinn *et al.*, 1965, Illing *et al.*, 1965), i el denominat de "reflux de salmorres" que es produeix a través d'un sediment carbonatat sota cossos hipersalins d'aigües originalment marines (Adams & Rhodes 1960, Deffeyes *et al.*, 1964, 1965). Aquests dos mecanismes però, no ens expliquen les dolomies que trobem en aquesta fàcies, doncs les dolomies en els medis de tipus *sabkha* estan relacionades a una forta evaporació i per tant s'hi haurien de trobar pseudomorfs de guix i/o anhidrita associats als sediments estromatolítics. D'altra banda, el model de "reflux de salmorres" sols afecta al sediment litificat i normalment a paquets potents de roques carbonatades, donant lloc a una gran porositat.

En la darrera dècada, s'ha discutit una altra possibilitat que explica la formació de dolomita com a resultat del reemplaçament del CaCO_3 quan el sediment encara no està litificat, pel pas de salmorres enriquides en Mg. L'origen d'aquestes salmorres enriquides en Mg^{2+} pot ser l'aigua marina intersticial expulsada de les margues adjacents, per compactació, durant l'enterrament. La progressiva expulsió del Mg^{2+} de les margues pot donar lloc a un fluid concentrat en aquest ió que produiria la dolomitització (Mattes i Mountjoy, 1980; i Morow, 1982). Aquest mecanisme donaria lloc a volums molt petits de dolomita (Morow 1982, p.97-98), i podria ser el responsable de la formació d'aquesta microfàcies de dolmicrita.

La mida de gra fi i la fàbrica densa és un caràcter que evidencia que la dolomita es va formar pel reemplaçament de fangs tous, abans de la litificació del sediment (Fisher i Rodda, 1969), doncs la poca permeabilitat dels sediments micrítics no permet la dolomitització per salmorres de refluxe.

La poca potència i extensió dels paquets dolomititzats és, també segons Fisher i Rodda (1969), una característica de què la dolomitització no s'ha originat per salmorres de refluxe.

Així, el reemplaçament per salmorres de refluxe després de la litificació, originaria potents paquets de dolomita amb una fàbrica porosa.

D'altra banda, els valors que hem obtingut amb l'estudi isotòpic d'aquestes dolomites (valors de la $\delta^{18}\text{O}$ entre -4 i -5 ‰ PDB i de la $\delta^{13}\text{C}$ entre -0.3 i +0.4 ‰ PDB) no es corresponen ni als valors típics de les dolomites formades en medis tipus *sabkha* o en altres medis marins de forta evaporació (sempre amb valors positius tant de la $\delta^{13}\text{C}$ com de la $\delta^{18}\text{O}$), ni a les dolomites formades pel mecanisme de refluxe, on els valors de la $\delta^{13}\text{C}$ són sempre positius, normalment majors de +4 ‰, ni tampoc als models de mescla d'aigua meteòrica i marina on hi ha una relació positiva entre els valors de la $\delta^{13}\text{C}$ i els de la $\delta^{18}\text{O}$ (Moore *et al.*, 1988).

Els resultats isotòpics obtinguts en aquestes dolomites podrien ser comparables als obtinguts en dolomites formades durant l'enterrament poc profund (Anderson, 1985 i Moore *et al.* 1988), gràcies a l'expulsió de Mg^{2+} de les margues durant la compactació.

MICROFÀCIES 3'.- MICRITA AMB ESTRUCTURES MICROFENESTRALS

Descripció:

Es tracta d'una microfàcies formada únicament per micrita on s'hi observen unes laminacions molt fines, originades per l'arreglament de microfenestres (Làm. XXIX, fig. 1).

Esporàdicament, hi trobem motlles lenticulars de guix dispersos en la matriu micrítica.

Hi ha molta piritita framboïdal dispersa per tota la roca.

Distribució:

Les columnes on s'ha reconegut aquesta microfàcies són (Fig. 14):

- La vall Llovera (VE6)
- Carretera del Bosc a can Ros (VE12)

Aquesta microfàcies sols l'hem identificada en una àrea poc extensa que es situa en la part més meridional del vorell Est, i que va des del barranc de Sant Cugat fins a l'àrea de Muntanyola.

Interpretació:

Aquesta microfàcies fangosa on l'única característica és la presència de l'arregliment de les estructures microfenestrals, té molt possiblement un origen orgànic.

La pirita dispersa en la roca estaria relacionada directament amb la reducció del sofre, dels sulfats (guixos), a sulfurs per part dels bacteris sulfato-reductors, que es produiria sinsedimentariament o en un estadi molt inicial de la diagènesi.

MICROFÀCIES 4'.- MICRITA AMB COMPONENTS DETRÍTICS I FAUNA

Descripció:

Es tracta d'una microfàcies laminada on el component detrític principal és el quars de mida sorra fina, també hi trobem miques, i argiles. Com a components biògens hi ha petits miliòlids, discòrbids, ostràcodes i restes vegetals allargats orientats paral·lelament a la laminació (Là. XXIX, fig. 2). Tots aquests components estan envoltats d'una matriu micrítica i, en menys proporció, microsparítica.

Distribució:

Aquesta microfàcies es localitza únicament en una àrea molt determinada que correspondria a la zona més distal aflorant de la conca del vorell Est.

Aquesta microfàcies forma un nivell poc potent (d'ordre decimètric) situat al sostre de les margues anòxiques i a la base de la sèrie evaporítica del vorell Est en la seva àrea més profunda (zona de l'Hostal Nou).

LÀMINA XXIX

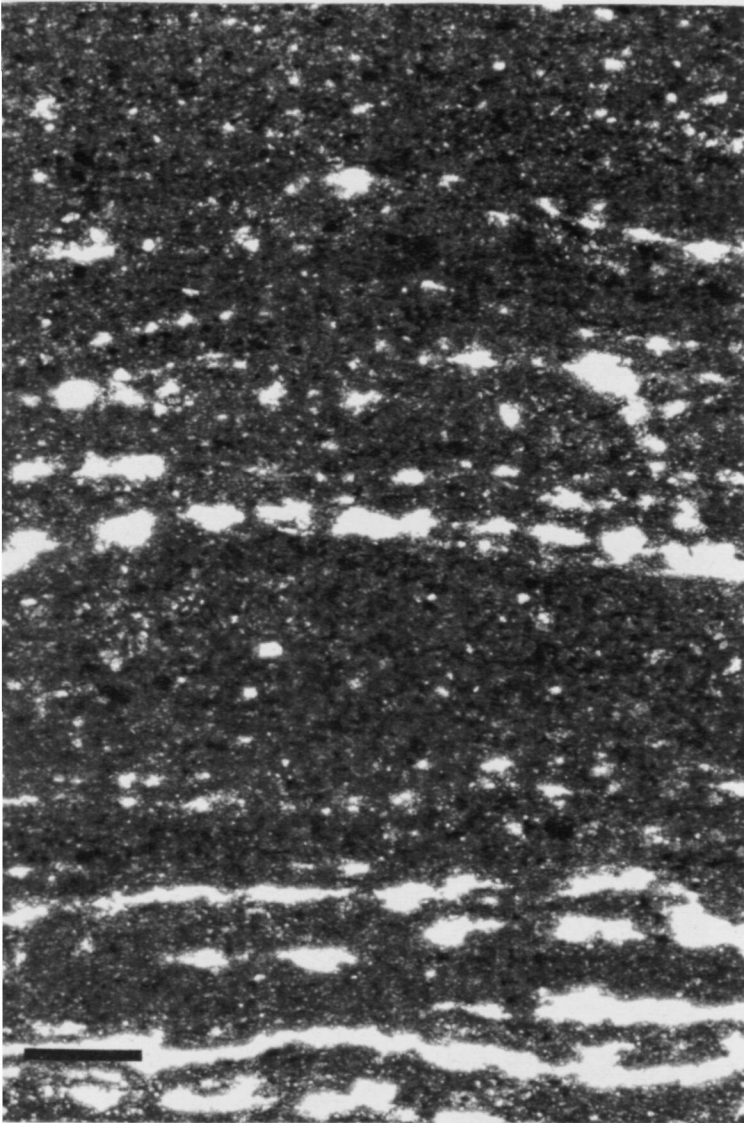
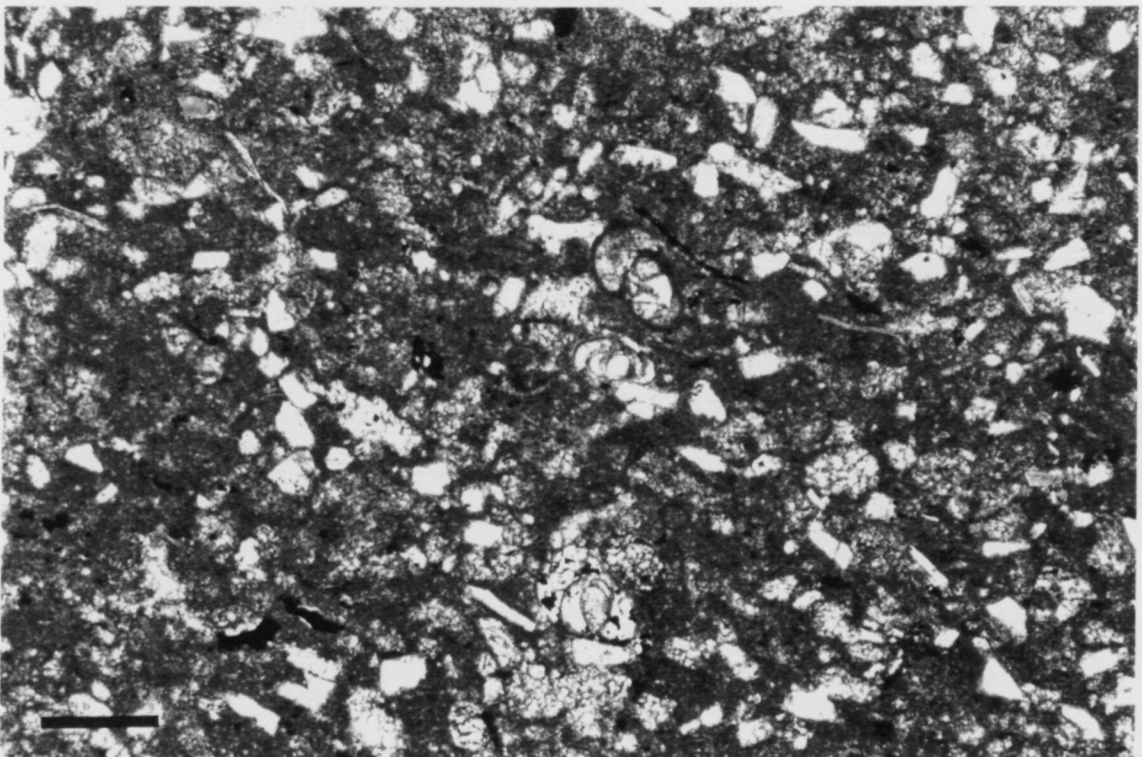


FIGURA 1 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE12). Microfàcies 3': micrita amb microfenestres. La microfàbrica laminada d'aquesta microfàcies és formada per l'arreglament de microfenestres, possiblement d'origen orgànic. L'escala és de 0.5 mm.

FIGURA 2 - (Zona de Santa Eulàlia, mostra DA1). Microfàcies 4': micrita amb components detrítics i fauna. Es tracta d'una microfàcies laminada amb molt quars detrític, miques i argiles. Com a components orgànics hi ha petits miliòlids, discòrbids, ostràcodes de closca sense ornamentació, i abundants restes vegetals allargades i orientades de forma més o menys paral·lela a la laminació. L'escala és de 0.5 mm.



Interpretació:

El tipus de microfàcies fangosa amb l'associació faunística que presenta (petits miliòlids, discòrbids, ostràcodes i restes vegetals) indica unes condicions d'aigües somes en un ambient de tipus maresmes.

El fet de trobar aquest ambient som en la que seria la zona més central del vorell de la conca, ho interpretem com el moment en què tota la part més proximal ja estava emergida, i sols quedava aquesta zona més central ocupada per les maresmes.

MICROFÀCIES 5'.- BRETXA FORMADA PEL CREIXEMENT D'EVAPORITES

Descripció:

La principal característica d'aquesta microfàcies és la presència de motlles grans d'evaporites. Es tracta d'una microfàcies destructiva ja que pot afectar a les diferents microfàcies definides fins ara en el vorell Est, distorsionant i trencant les estructures estromatolítiques prèviament formades. El sediment original està format per una alternança mil.limètrica de làmines clares i làmines fosques.

Els pseudomorfs d'evaporites que s'hi troben poden ser de mides i morfologies diferents. N'hi ha de morfologia lenticular de petit tamany i de fins a 5 mm de llargada, aïllats o en agregats, i de tamany gran de morfologies prismàtiques.

En tots els casos el mineral evaporític es troba dissolt i actualment podem trobar els motlles totalment buits o parcialment reomplerts per calcita esparítica de forma bastant caòtica.

Distribució:

Les columnes en que s'ha reconegut aquesta microfàcies són (Fig. 14):

- La vall Llovera (VE6)
- Pedrera del Garet (VE11)
- Carretera del Bosc a Can Ros (VE12)

La microfàcies de bretxa produïda pel creixement d'evaporites es troba principalment en el sector més meridional del vorell est, sempre dins dels estrats més superiors de l'estromatòlit carbonatat.

Interpretació:

La formació d'aquesta bretxa produïda pel creixement d'evaporites, és causada pel creixement intersticial de cristalls de guix dins del sediment. Aquest creixement del guix està relacionat amb una salmorra fortament concentrada que afecta al sediment ja format. Aquest creixement de les evaporites es pot produir en dos situacions:

1.- quan el sediment estromatolític encara no estava litificat. En aquest cas el guix és inclussiu (poiquilític) respecte al sediment envoltant, i ocasionalment, desplaçant, produint-se la distorsió del sediment.

2.- després d'una certa litificació del sediment. En aquest cas es produirà la brexificació.

La precipitació del guix correspondria a un moment de major salinitat que el del desenvolupament normal dels tapissos laminats bacterians.

La dissolució dels minerals evaporítics després de la consolidació del sediment, deguda a la circulació d'aigües no saturades en aquests ions, pot formar una segona brexificació per col.lapse de l'estructura.

MICROFÀCIES 6'.- LAMINACIONS DETRÍTIQUES

Descripció:

Es tracta de làmines detrítiques mil.limètriques i ocasionalment centimètriques que es troben enmig de les làmines micrítiques de l'estromatòlit bacterià. L'única mineralogia que es pot reconèixer dins d'aquest sediment detrític fi és quars de mida inferior a 0.03 mm, que es troba dispers en una matriu més fina.

Dins d'aquestes bandes detrítiques hi ha components bioclàstics com són: valves esparses d'ostràcodes, petits bivalves deformats i trencats, i algun discòrbid. D'altres cops hi ha restes vegetals primes i allargades, orientades paral·lelament a la laminació.

En aquestes laminacions detrítiques hi ha motlles d'evaporites amb morfologies lenticulars i prismàtiques (Làm. XXX, figs. 1 i 2). La mineralogia original d'aquestes evaporites està totalment dissolta i actualment es troben parcialment reomplertes per calcita microsparítica. En les laminacions detrítiques es troba també un major nombre d'ostràcodes i de lenticules de guix que en el sediment micrític estromatolític que l'envolta.

En algunes d'aquestes mostres s'han observat clastos de roques metamòrfiques.

Distribució:

Les columnes on s'ha reconegut aquesta microfàcies són (Fig. 14):

- A l'oest de can Güells (VE4)
- La vall Llovera (VE6)
- Barranc de Sant Julià (mostra AE)
- Barranc del pont del Llop (VE13)
- Santa Eulàlia de Riuprimer (VE15)

Es tracta d'una microfàcies que s'estén al llarg de tot el vorell Est de la conca, però especialment abundant en la zona del Pont del Llop, on el sediment detrític és un xic més groller.

Interpretació:

Aquesta microfàcies de laminacions detrítiques representa l'arribada de sediment molt fi detrític dins de les zones on s'estaven formant els estromatòlits. Possiblement es tractaria de corrents molt dèbils i efimers incapaçs, molts cops, de destruir els tapissos microbians formats, però suficients per impedir que aquests s'hi establissin. Significaria per tant, l'acabament, en la vertical, de les estructures estromatolítiques.

LÀMINA XXX

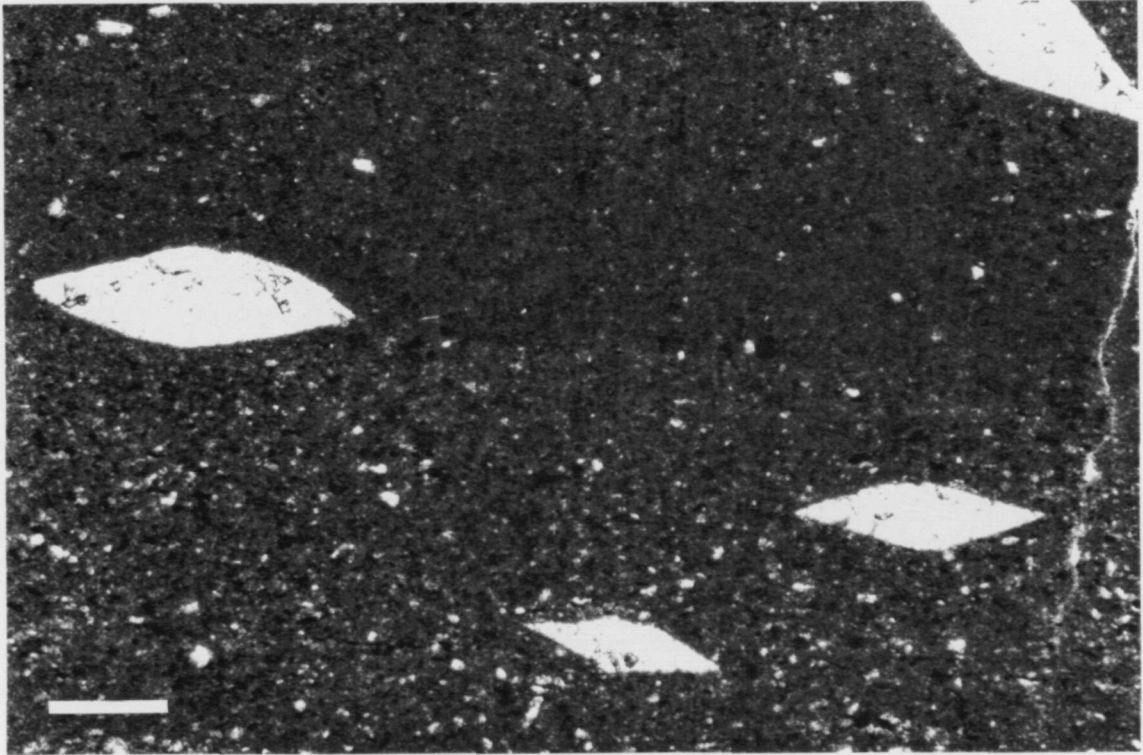


FIGURA 1 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE15). Microfàcies 7': laminacions detrítiques. Làmines mil·limètriques i centimètriques detrítiques que es troben enmig de l'estromatòlit bacterià. Observi's els pseudomorfs de guix amb morfologia lenticular, de creixement intersticial. L'escala és de 0.5 mm.

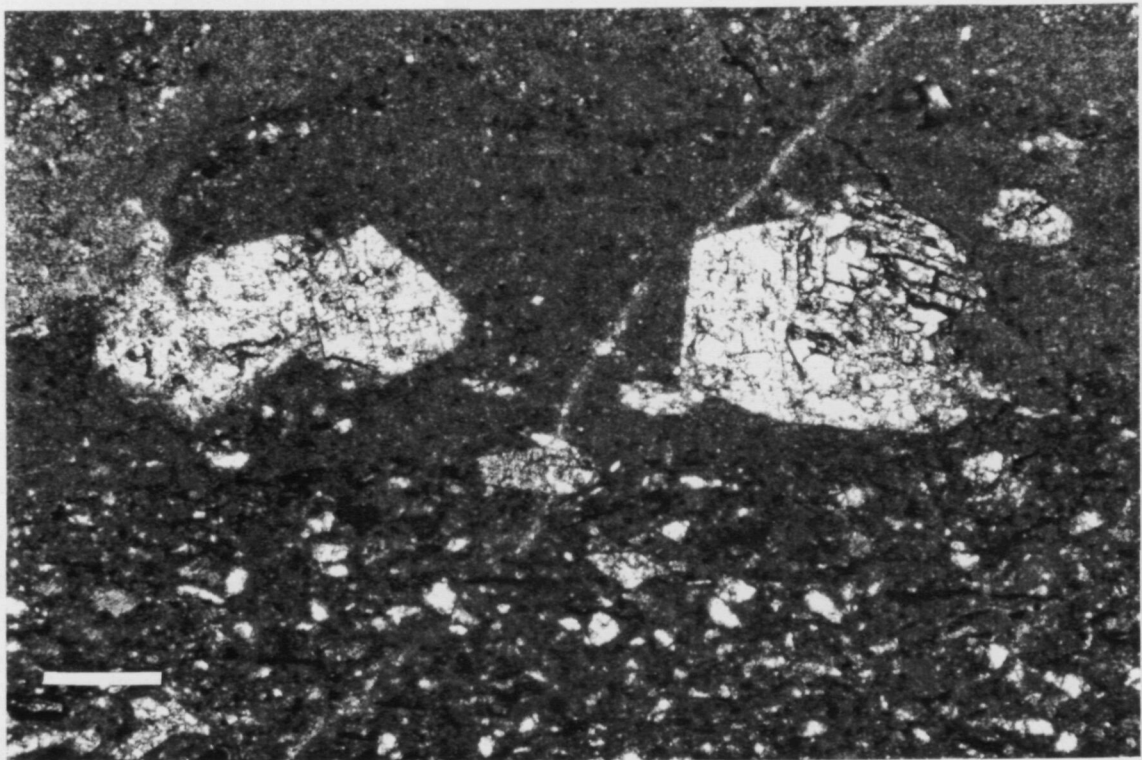


FIGURA 2 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE13). Microfàcies 7': laminacions detrítiques. En la fotografia s'observen pseudomorfs de guix amb una secció prismàtica. Observi's l'existència d'una major concentració de pseudomorfs en determinats horitzons, possiblement controlada per l'estructura laminada del sediment. L'escala és de 0.5 mm.

En la zona del Pont del Llop (VE13), on aquesta microfàcies és més important, l'arribada del sediment detrític podria justificar el per què no trobem les estructures microbianes en zones adjacents (zona de l'Hostal Nou).

Els cristalls de guix aïllats, amb morfologies lenticulars, creixen intersticialment dins del sediment detrític abans de la seva litificació.

Les valves desarticulades dels ostràcodes i dels petits bivalves, podrien indicar o bé, que els components biogènics van arribar amb el sediment detrític i el transport va produir la desarticulació, o que l'arribada d'aquest sediment en l'àrea en que ells es trobaven els va desarticular les valves.

MICROFÀCIES 7'.- LAMINACIONS GUIX-ESTROMATÒLIT

Descripció:

Es tracta d'una alternança mil·limètrica de làmines carbonatades i làmines de guix. Les làmines de carbonat són d'un gruix molt variable (entre 0 i 3.5 mm) i molt poc contínues, i presenten una geometria ondulada. Les làmines de guix solen ser més potents (de 0.5 a 5 mm de gruix), i són les que constitueixen la major part de la roca. Actualment el guix és de la varietat alabastrina, però encara s'hi pot reconèixer els pseudomorfs lenticulars del guix primari original. Aquestes làmines de guix poden estar formades per pseudomorfs de lentícules de guix primari amb l'eix llarg verticalitzat tipus *grasslike* (Richter-Bernburg, 1973, Nurmi i Friedman, 1977) conservant molt bé l'estructura original, o per guix secundari constituït fonamentalment per components d'extinció no uniforme (C.E.N.U. definits per Ortí, 1977), de tamany superior a 1 mm, i que es presenten com cristalls anhedrals, amb vorells interpenetrats i en l'interior dels quals hi ha inclusions sòlides romanents de l'anhidrita precursora (Làm. XXXI, fig. 1). També es reconeixen cristalls subhedrals inclosos o bé en els C.E.N.U., o bé dins de la matriu microcristalina (Làm. XXXI, fig. 2). La micrita relictada es pot trobar tant enmig dels C.E.N.U. com entre diferents cristalls. En el carbonat s'hi pot reconèixer la laminació crenulada.

El conjunt està atravesat per esquerdes, actualment omplertes per guix secundari en morfologia de guix fibrós.

LÀMINA XXXI

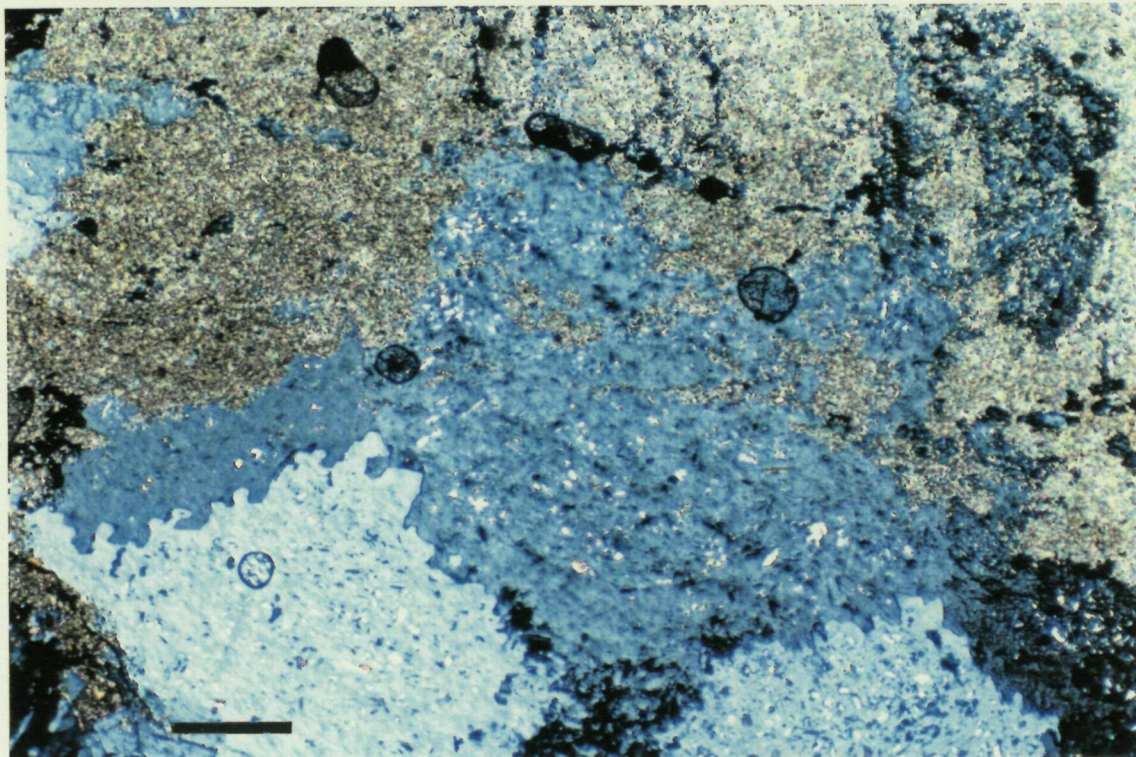


FIGURA 1 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE10). Microfàcies 8': laminacions guix-estromatòlit. Detall d'un interval de guix. Es tracta de cristalls de guix secundari constituïts per components d'extinció no uniforme (CENU), amb vorells interpenetrats. A l'interior dels cristalls de guix es poden observar inclusions sòlides d'anhidrita, precursora del guix secundari. L'escala és de 0.5 mm.

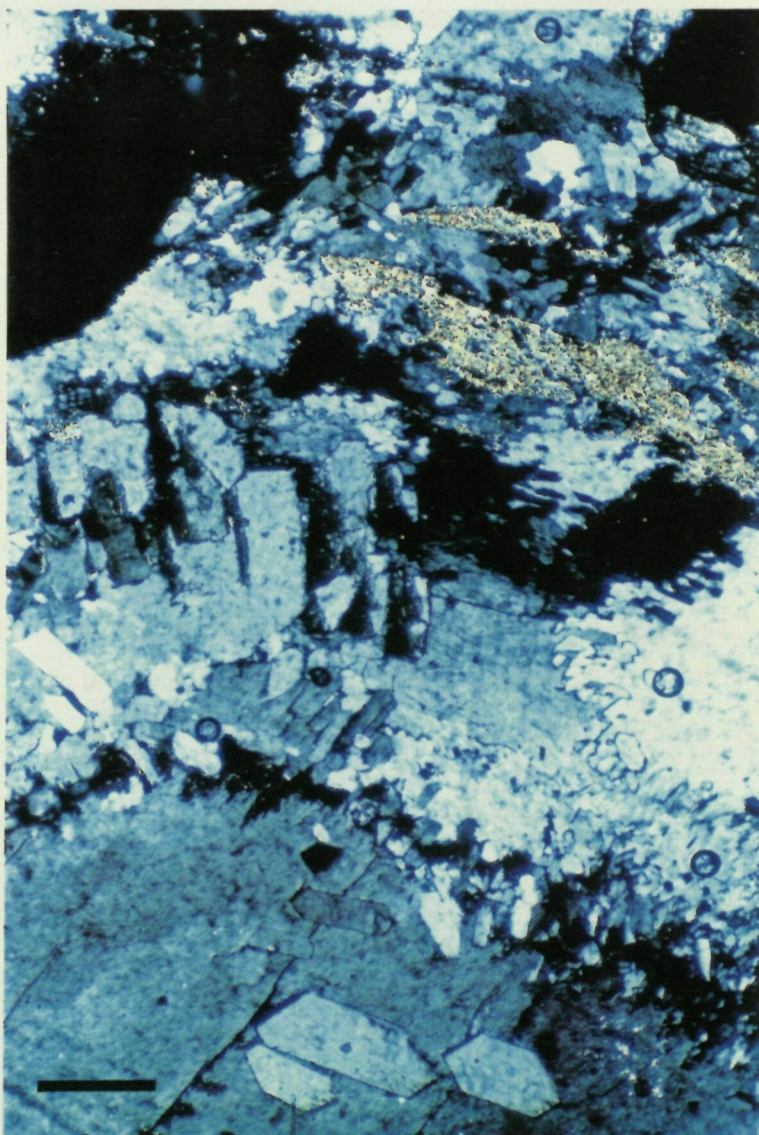


FIGURA 2 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE10). Microfàcies 8': laminacions guix-estromatòlit. Detall de l'interval de guix. Observi's els cristalls de guix secundari constituïts per components d'extinció no uniforme (CENU), i l'existència de cristalls subhedral inclosos en els anteriors. L'escala és de 0.5 mm.

Normalment les laminacions carbonatades són de calcita, sols en les sèries en què també l'estromatòlit carbonatat es troba dolomititzat, les laminacions són de dolomita (sèries VE10 i VE11).

Aquesta unitat, que Reguant (1967) va anomenar nivell "sy", pot arribar a tenir una potència màxima de 3.2 mètres en aflorament. Els petits nivells carbonatats estan interiorment formats per laminacions amb característiques molt semblants a les descrites en els estromatòlits de tipus bacterià. Dins dels nivells carbonatats podem trobar-hi pseudo-morfs de cristalls de guix amb morfologia lenticular i/o prismàtica.

El contacte entre les làmines carbonatades i les làmines de guix és transicional. Normalment el carbonat que forma les làmines microbianes és calcita excepte en una àrea poc extensa on aquestes làmines estan formades per dolomita i que correspon a l'àrea en què l'estromatòlit carbonatat, situat just per sota, també està dolomititzat.

- Distribució

Les columnes on s'ha reconegut aquesta microfàcies són (Fig. 14):

- Nord de can Güells (VE3)
- Camí al nord de can Bestreta (VE8)
- Pedrera del Guixòlit (VE9)
- Pedrera de can Floriac (VE10)
- Serrat del Bosc - La Noguera (VE14)

Aquesta microfàcies d'intercalacions de guix amb laminacions carbonatades estromatolítiques es situa per sobre de l'estromatòlit carbonatat, i a la base de la sèrie evaporítica quan aquesta existeixi.

Les úniques àrees on havent-hi la sèrie evaporítica, no hi ha aquesta microfàcies són la zona del Pont del Llop i la zona d'Artés. En ambdues àrees la sedimentació evaporítica comença amb els selenits de la unitat inferior evaporítica, essent els cossos selenítics de major tamany que en la resta dels afloraments. A més, en aquests dos sectors tampoc hi és present l'estromatòlit carbonatat reconegut en tots els altres afloraments.

Interpretació:

Aquest tipus de guix és similar al descrit per Warren (1982) en llacs salats del sud d'Australia, per Schreiber *et al.*, (1977) en els lagoons hipersalins del golf d'Aràbia, i per Youssef (1988) en Egipte. Youssef (1988) interpreta les làmines microbianes com a formades en els períodes de menor salinitat de la salmorra. Per tant, l'alternança de làmines carbonatades microbianes i làmines de guix representa petits cicles d'increment i disminució de la salinitat. Es tractaria d'ambients colonitzats per tapisos microbians que cíclicament veurien coberts per guix detrític o bé, per cristalls de guix autòcton.

Les làmines microbianes reflecteixen deposició en un medi menys concentrat que les làmines de guix. La dilució periòdica de la salmorra, possiblement deguda a entrades intermitents d'aigua, poc o gens concentrada, que inundaria el marge de la conca, donaria lloc a la formació de les làmines carbonatades, i quan la salinitat augmentés es formarien els nivells de guix.

En el cas en què els nivells de guix estan formats per lenticules amb l'eix llarg verticalitzat, aquestes s'han format molt possiblement a la interfase sediment aigua, en els moments de major concentració de les aigües.

MICROFÀCIES 8'.- BRETXA PEDOGÈNICA

Descripció:

Es tracta d'una microfàcies destructiva donat que s'origina pel trencament dels tapisos microbians prèviament formats. Aquesta bretxa està constituïda per fragments d'estromatòlits bacterians que es troben dispersos en una matriu microsparítica.

Sovint les mostres que presenten aquesta microfàcies de bretxa també presenten esquerdes de dessecació i inicis de nodulització.

No hi ha evidències d'evaporites que es puguin relacionar amb aquesta bretxificació.

A més, també hi trobem estructures fenestrals amb morfologies irregulars que poden presentar-se totalment buides, o amb un ciment intern de microsparita entapissant la part

interna del buit. Sols en els casos d'estructures fenestrals molt petites, aquestes es troben totalment reomplertes d'esperita.

Distribució:

Les columnes on s'ha reconegut aquesta microfàcies són (Fig. 14):

- Nord de can Bestreta (VE2)
- Urbanització Fontanelles (VE5)
- La vall Llovera (VE6)
- Barranc del pont del Llop (VE13)
- Serrat del Bosc - la Noguera (VE14)

Aquesta microfàcies es troba en la part superior d'alguns dels estrats que formen el paquet estromatolític, i de manera més abundant en la part alta de tot el paquet estromatolític.

Interpretació:

El fet de que la bretxa estigui formada per tapets d'estromatòlit indica que s'ha originat per l'exposició subaèria del tapís bacterià degut a la disminució de la làmina d'aigua.

MICROFÀCIES 9'.- CALCRETA.

Descripció:

Es tracta d'una alternança de làmines fosques i làmines clares. Les làmines fosques són més micrítiques i contenen més quars, i les làmines clares són de microsparita. Hi ha dos tipus de microsparita. La primera és més fina i forma làmines més potents (d'un gruix al voltant de 0.6 mm) i contínues. La segona és de mida de gra més gran, de color més clar, i es troba distribuïda en bandes fines i discontinües formant grumolls (Làm. XXXII, fig. 1).

Hi ha estructures fenestrals horitzontals reomplertes per dues generacions de ciments. La primera generació ocupa la part inferior de les cavitats, i la segona generació acaba d'omplir totalment la porositat.

És freqüent trobar-hi pisòides i pelòides.

A escala mil·limètrica, s'observen petites truncacions de les làmines produïdes pels canvis en el pendent entre la formació de les successives làmines.

En les bandes microsparítiques s'hi poden trobar motlles d'evaporites.

Les calcretes estan parcialment dolomititzades i localment tenen celestina.

També hi trobem abundant pirita concentrada en cavitats de mida gran, o en horitzons (Làm. XXXII, fig.2).

Distribució:

Les columnes que presenten aquesta microfàcies són (Fig. 14):

- Pedrera del Guixòlit (VE9)
- Pedrera de can Floriac (VE10)
- Pedrera del Garet (VE11)

Aquesta microfàcies es situa paleogeogràficament en les àrees marginals de la conca.

Interpretació:

Les calcretes laminars s'interpreten com a tapissos de sistemes horitzontals d'arrels, calcititzats. Són molt comunes en el registre sedimentari en ambients costaners, marges de llacs i en dipòsits de plana d'inundació. La seva microestructura és molt semblant a les estructures estromatolítiques. El reconeixement d'aquest tipus de calcretes laminars, en les seqüències sedimentàries, dona evidències d'exposició subaèria i d'una cobertura vegetal però també pot indicar en certes circumstàncies l'alçada en la que es trobava el nivell freàtic (Wright *et al.*, 1988).

LÀMINA XXXII

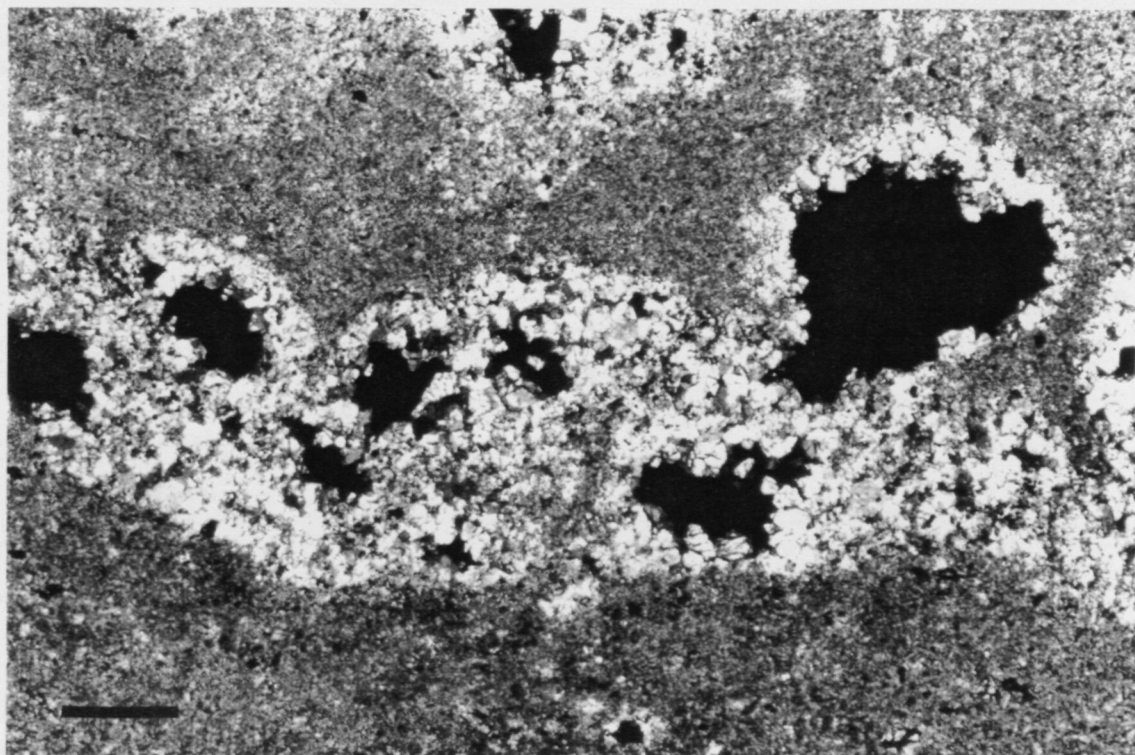


FIGURA 1 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE9). Microfàcies 9': calcreta. Alternança de nivells micrítics i nivells microsparítics amb abundants estructures fenestrals de gran tamany. Observi's l'estructura fenestral horitzontal, reblerta parcialment de microsparita. L'escala és de 0.5 mm.

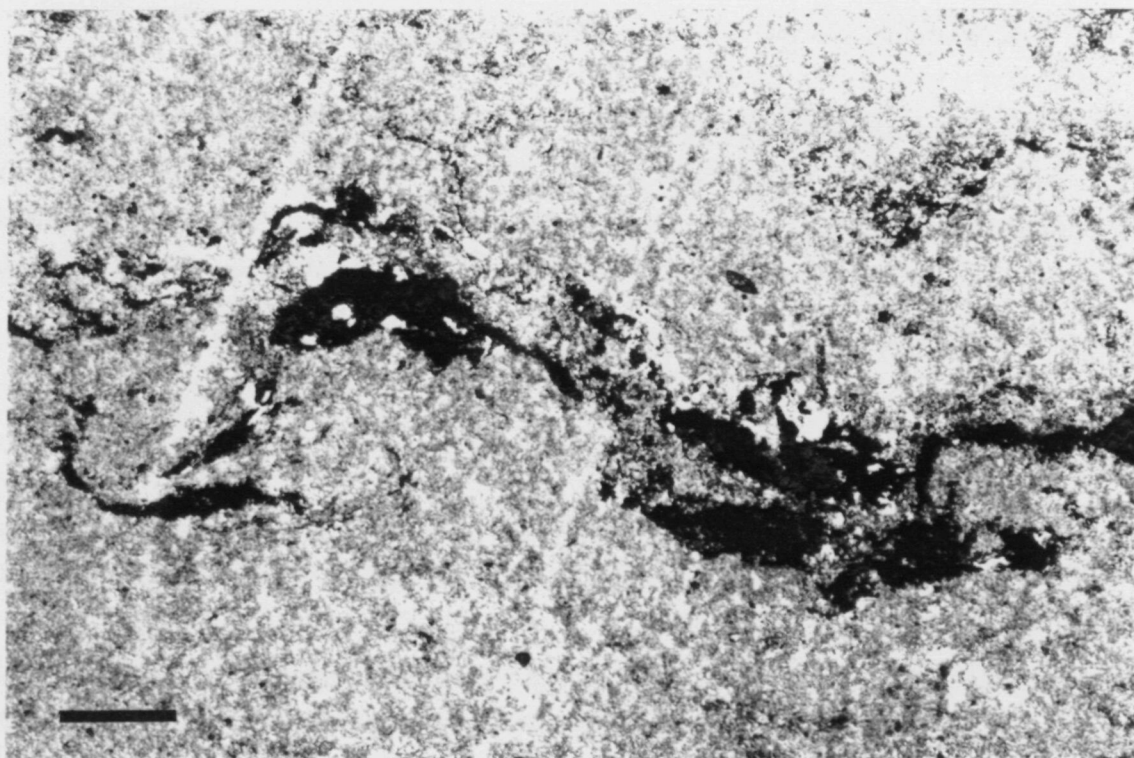


FIGURA 2 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE9). Microfàcies 9': calcreta. Detall de la concentració de pirita en uns nivells determinats. L'escala és de 0.5 mm.

Es tracta d'una dissolució i reprecipitació de carbonat de calci de gra fi (micrita), per tant, d'una acumulació secundària. Es formen en sols subaèris, en la zona vadosa.

En les mostres estudiades, la primera generació de ciment, que es situa sols en la part inferior de la porositat fenestral, s'hauria desenvolupat, possiblement, en un medi vadós. Mentre que el ciment que omple totalment les cavitats (segona generació) s'hauria originat en medi freàtic.

Les discontinuïtats i truncacions descrites entre les làmines són típiques en les calcretes (Klappa, 1979), i és una característica que les diferencia de les laminacions estromatolítiques.

Les calcretes representen una fase més avançada de desenvolupament de processos pedogènics que la microfàcies de bretxa pedogènica.

MICROFÀCIES 10'.- CARNIOLA

Descripció:

Es tracta de relictos de micrita laminada i nivells microsparítics sense cap tipus d'estructura, que origina una microfàcies càdica de gran porositat.

La porositat està reomplerta parcialment per ciments de calcita. Aquests ciments poden ser gravitacionals, i botroidals fibro-radials (Làm. XXXIII, figs. 1 i 2; i Làm. XXXIV, figs. 1 i 2). A les parts més externes el ciment està destruït i corroït, i transformat en micrita.

Distribució

Les columnes (Fig. 14) que presenten aquesta microfàcies són:

- Sud de can Bestreta (VE1)
- A l'oest de can Güells (VE4)

Es localitza lateralment a les sèries d'evaporites on aquests dipòsits han desaparegut per dissolució.

LÀMINA XXXIII

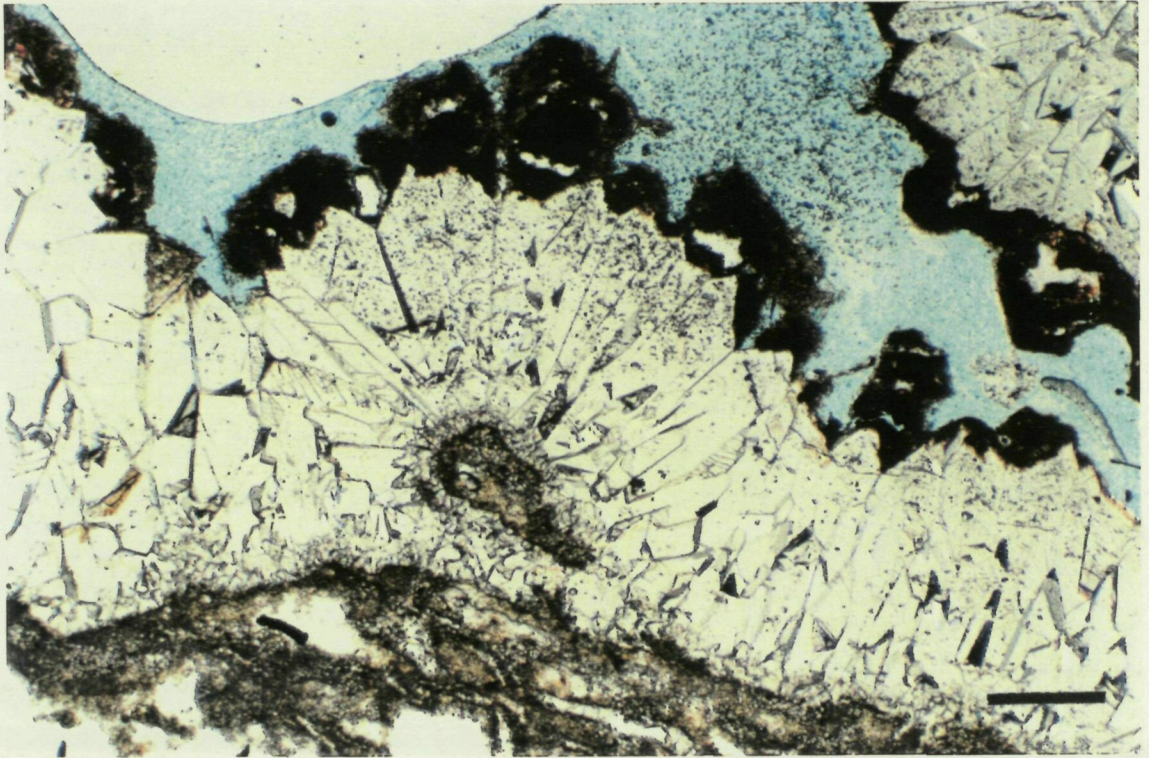


FIGURA 1 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE1). Microfàcies 10': carniola. Es tracta d'una microfàcies amb una fàbrica molt porosa. L'esquelet de la roca el forma micrita laminada amb distribució caòtica. La porositat és reblerta parcialment de ciments. Observi's els ciments fibroradials, i com l'activitat de microorganismes ha destruït la part més externa. L'escala és de 0.5 mm.

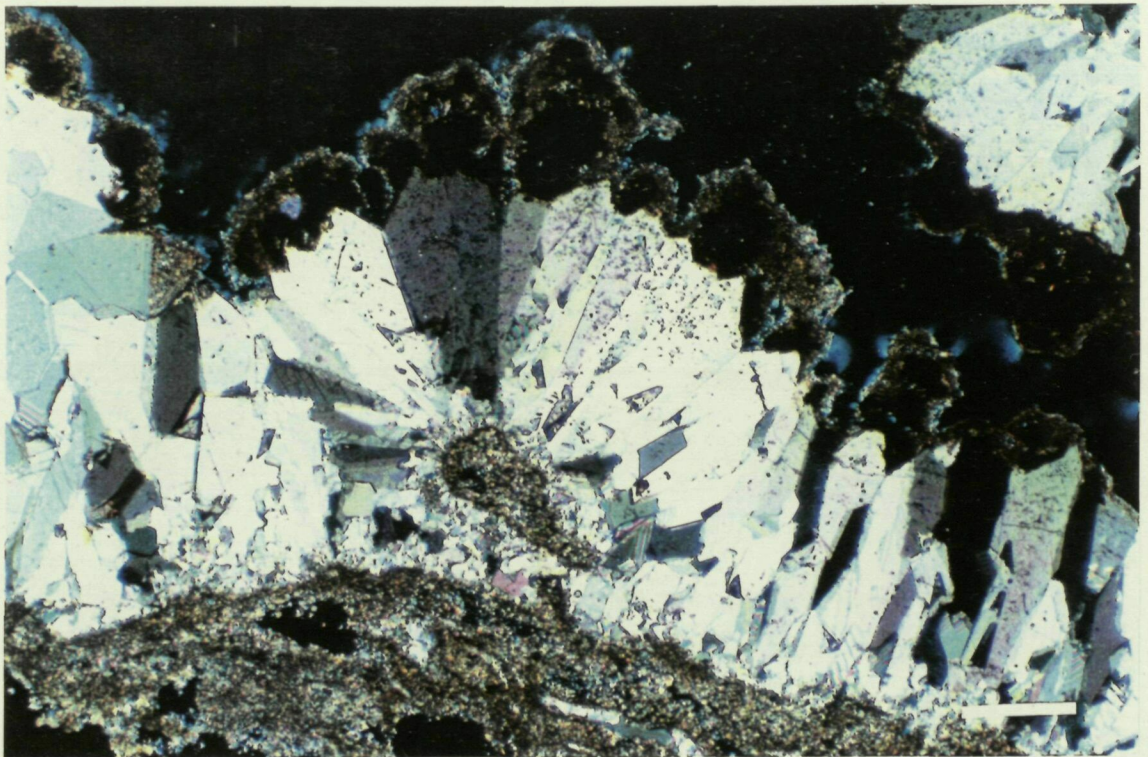


FIGURA 2 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE1). Microfàcies 10': Carniola. Fotografia que mostra el mateix detall anterior amb els nicols creuats. L'escala és de 0.5 mm.

LÀMINA XXXIV



FIGURA 1 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE1). Microfàcies 10': Carniola. Detall d'una cavitat parcialment reblerta de ciment, i amb la part més externa destruïda per microorganismes. L'escala és de 0.5 mm.

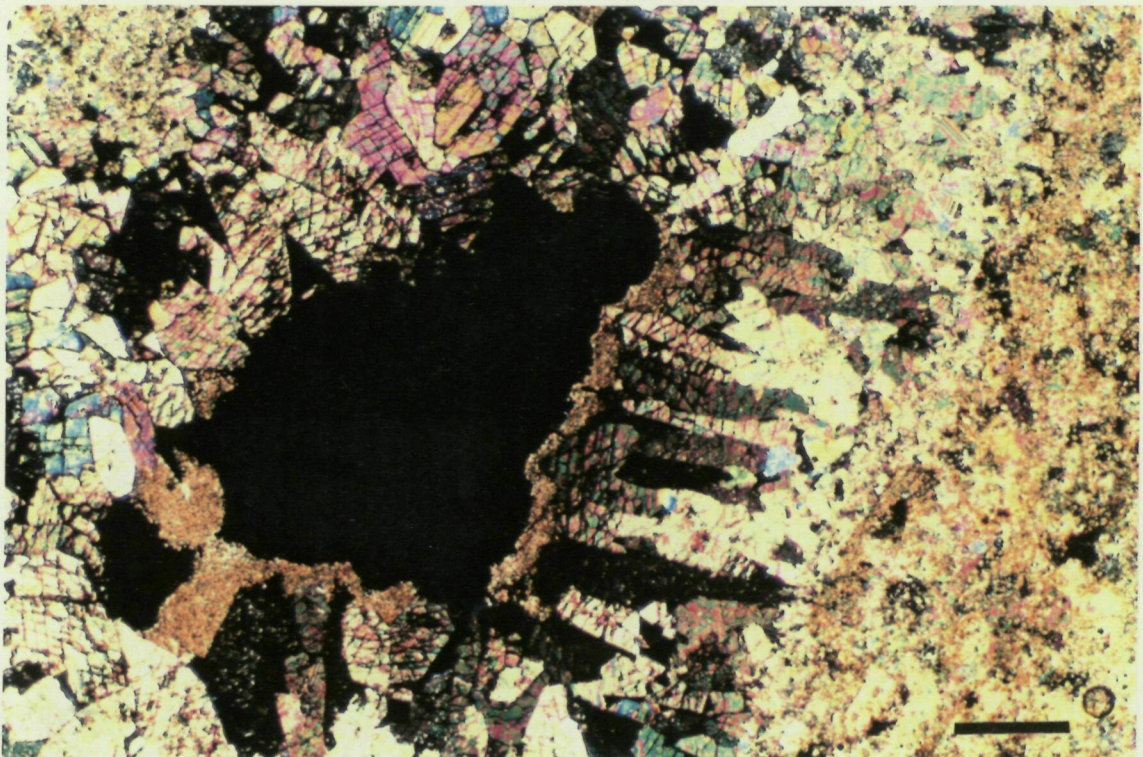


FIGURA 2 - (Zona de Santa Eulàlia, perfil VE1). Microfàcies 10': Carniola. Igual que la fotografia anterior amb llum polaritzada. L'escala és de 0.5 mm.

Interpretació:

Aquesta microfàcies correspon a la dissolució de les evaporites durant un episodi diagenètic tardà en un medi amb aport d'aigües meteòriques.

Els ciments gravitacionals que hi trobem són típics de medi vadòs, mentre que els ciments fibro-radials esferolític, són típics de medi freàtic.

La micritització de la part més externa dels ciments botroïdals és deguda a l'activitat d'organismes endolítics com líquens, bacteris,...

RELACIONS LATERALS ENTRE LES DIFERENTS MICROFÀCIES DESCRITES EN EL VORELL EST (ZONA DE SANTA EULÀLIA DE RIUPRIMER - TONA).

El vorell Est (zona de Santa Eulàlia de Riuprimer - Tona) representa la part més oriental aflorant de la conca. Com ja hem assenyalat, en aquesta zona l'estromatòlit es situa per sobre de les margues blaves anòxiques, i normalment els materials suprajacents són els dipòsits evaporítics.

La microfàcies formada per laminacions bacterianes és la més estesa en tot el vorell Est. S'observa des de la zona de la Noguera (columna VE14) fins al sud de la vall Llovera (columnes VE5, VE6 i VE8) a més d' estar també present en les columnes VE12 i VE15 properes a Santa Eulàlia de Riuprimer. La microfàcies de micrita amb estructures microfenestrals, es localitza només en dues columnes (VE6 i VE12), en les quals pot passar, verticalment, a la microfàcies de les laminacions bacterianes.

La dolmicrita ocupa l'extrem més meridional del marge Est, i com s'ha exposat, pot haver-se originat per la circulació de salmorres enriquides en Mg^{2+} .

La micrita amb fauna és una microfàcies localitzada molt puntualment en la que seria la part topogràficament més profunda del vorell Est.

Dins d'aquest vorell Est, la bretxa produïda pel creixement d'evaporites es troba només a la meitat més meridional (sèries VE6, VE11, i VE12). Mentre que la bretxa

pedogènica és especialment abundant en la part superior del paquet estromatolític i localment al sostre d'alguns dels estrats intermedis del paquet.

En conjunt, en aquest vorell Est, podem diferenciar tres dominis que, com veurem més endavant, també es diferencien en les anàlisis isotòpiques i en les anàlisis d'elements traça.

El primer domini està representat per la dolmicrita i comprèn la part més meridional del vorell Est (columnes VE10 i VE11), el segon domini està representat per les microfàcies de laminacions bacterianes que inclou el sector septentrional i central del vorell Est i, el tercer domini està representat per les sèries amb un major contingut en sediments detrítics que representen, en un moment donat, l'àrea més central, i topogràficament més deprimida de tot el vorell (columna VE13). Dins del segon domini, es poden diferenciar dos subdominis, un representat per les àrees relativament més marginals (columnes VE5, VE6, VE8, VE14), on es localitza la microfàcies de bretxa pedogènica, i l'altre representat per les àrees relativament més centrals (columnes VE6, VE12, VE15), on es localitza la microfàcies de micrita amb estructures microfenestrals i la microfàcies de bretxa produïda pel creixement d'evaporites.

L'absència d'estructures estromatolítiques en l'àrea més central del vorell Est de la conca (zona de l'Hostal Nou), podria explicar-se per l'arribada del sediment detrític el qual impediria el desenvolupament dels tapissos microbians.

La figura 19 mostra la relació de l'estromatòlit, en aquesta zona, amb les fàcies suprajacents.