

GR

3.- LA CONCA D'ORGANYÀ

3.1.- INTRODUCCIÓ

L'estudi dels materials geològics del Cretaci Inferior de l'àrea d'Organyà indiquen que aquesta zona forma part d'una conca petrolífera. Algunes de les roques calcàries d'aquesta conca constitueixen el que s'anomena una roca mare de petroli.

Les roques mare de petroli són roques sedimentàries, pissarres o roques calcàries, en les quals la matèria orgànica ha estat transformada en hidrocarburs en estat líquid o gas sota la influència de la pressió, el calor i el temps (Katz, 1995; Zimmerle, 1995). Els paràmetres que defineixen una roca mare són la quantitat de matèria orgànica, el tipus i la maduresa d'aquesta. Una roca mare activa es pot definir com aquella roca que presenta una quantitat suficient de matèria orgànica d'una naturalesa determinada i d'un grau de maduresa definit. Una roca mare potencial és una roca mare immadura (Zimmerle, 1995).

La generació d'hidrocarburs a partir de les roques mare s'acostuma a associar més amb la temperatura que no pas amb la pressió i el temps geològic. Quan la roca mare assolix un rang de temperatura òptima és quan té lloc la generació del petroli i la subsegüent migració d'aquest. El gradient de temperatures és variable depenent del tipus de conca geològica. Per indicar el rang de temperatures en el qual els hidrocarburs s'han generat, s'acostuma a fer servir el terme "finestra de petroli" (Zimmerle, 1995).

La primera etapa de la formació del petroli consisteix en la deposició subaquàtica de la matèria orgànica, en conjunció amb minúscules partícules d'argila i/o carbonat que es preserven en un ambient deposicional anòxic de baixa energia, on el subministrament de matèria orgànica és superior al de l'oxigen.

Les condicions que afavoreixen la formació de sediments rics en matèria orgànica i que poden conduir a la formació de jaciments potencials en hidrocarburs són: un subministrament abundant de partícules orgàniques riques en lípids, una sedimentació en ambients deposicionals de baixa energia, la protecció de l'oxidació abiòtica per la ràpida incorporació a la superfície de deposició, l'estancament (increment pel consum d'oxigen d'una part de la matèria orgànica durant l'oxidació aeròbica i per l'absència de corrents d'aigua), un ambient deposicional àcid amb un pH baix i una relació de sedimentació òptima, suficientment lenta per evitar la dilució per dispersió i ràpida per prevenir l'oxidació (Zimmerle, 1995).

La matèria orgànica que caracteritza els materials geològics d'origen sedimentari és el querogen; es tracta d'un geopolímer que es caracteritza per ser insoluble tant en els dissolvents orgànics més comuns com en els dissolvents alcalins aquosos.

Els querògens es poden classificar en quatre tipus mitjançant les relacions atòmiques H/C i O/C del diagrama de van Krevelen.

El *querogen de tipus I* és molt ric en hidrocarburs alifàtics, mentre que els hidrocarburs aromàtics són poc abundants. La relació H/C és gran i el potencial de generació de petroli i gas és elevat. Aquest querogen pot provenir de restes d'algues o de matèria orgànica que ha estat sotmesa a una gran activitat bacteriana.

El *querogen de tipus II* és més ric en compostos aromàtics i naftènics. La relació H/C i el potencial generador de petroli és inferior al del querogen de tipus I. Aquest tipus de querogen, quan ha estat generat en ambients deposicionals reductors d'origen marí, generalment presenta un contingut de sofre relativament elevat. Quan la relació S/C és superior a 0.04 es pot afirmar que el querogen és del tipus II-S (Orr, 1986).

El *querogen de tipus III* està format principalment per compostos aromàtics policondesats i grups funcionals oxigenats. La relació H/C és més baixa i el potencial generador de petroli és moderat. Aquest tipus de querogen encara pot generar abundant gas a profunditats més baixes. La relació O/C és més gran que en els darrers querògens i la matèria orgànica prové principalment d'aports terrestres de plantes superiors.

El querogen de tipus IV es compon de matèria orgànica residual, generalment s'associa al sapropel i no acostuma a generar hidrocarburs. La relació H/C és inferior a 0.65 i el quocient O/C és variable en funció del grau d'oxidació (Katz, 1995).

Segons la litologia, les roques mare d'hidrocarburs acostumen a presentar-se en forma de pissarres, roques calcàries, anhidrites o carbons.

Les roques mare de litologia calcària, com les d'Organyà, tradicionalment no s'han considerat com a bones roques mare de petroli, donat que no acostumen a mostrar un elevat potencial generador d'hidrocarburs. De fet, les roques carbonatades contenen poca matèria orgànica, generalment menys d'un 0.1% C_{org} (Zimmerle, 1995). No obstant això, les seqüències carbonatades poden incloure també margues o roques calcàries argiloses riques en matèria orgànica. El contingut en argila oscil·la entre el 10 i el 30%. El contingut mínim de carboni orgànic d'una roca mare de litologia calcària és del 0.3% (Tissot i Welte, 1984).

Les roques mare de litologia carbonatada han estat descrites a l'Europa Central (Permià al Juràssic), a l'Aràbia Saudí (Juràssic), a Veneçuela (Cretaci) i a Alberta (Devonià) (Zimmerle, 1995).

3.2.- SITUACIÓ GEOLÒGICA

INTRODUCCIÓ

La conca d'Organyà es situa al Sud de la unitat central de la serralada dels Pirineus (**figura 1**). Durant el Cretaci Inferior, la conca experimentà una evolució sedimentària complexa com a conseqüència de la tectònica distensiva que afectà els marges ibèric i europeu, la qual provocà, finalment, l'obertura del golf de Biscaia (Berástegui *et al.*, 1990; Malod i Mauffret, 1990; García-Senz *et al.*, 1991).

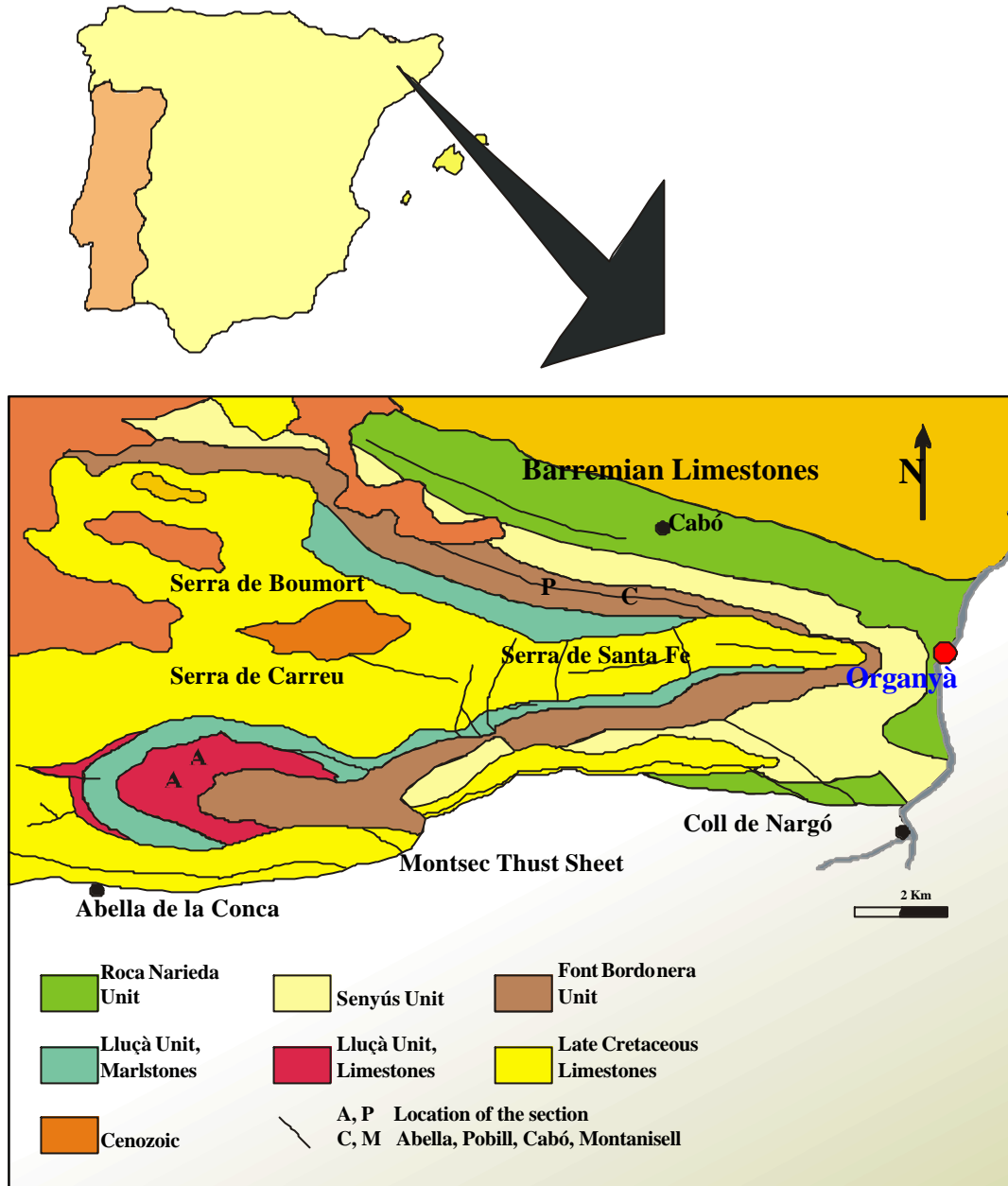
La conca d'Organyà va mantenir la seva individualitat durant uns 38 milions d'anys i els dipòsits de sediments assoliren gruixos superiors als 4000 metres (Berástegui *et al.*, 1993); 200 m dels quals es van acumular entre l'Aptià i l'Albià (Bachman i Willems, 1996). La longitud de la conca (de Nord a Sud) oscil.lava entre els 70 i els 100 Km (Berástegui *et al.*, 1993).

La sedimentació s'estructura en vuit seqüències que es poden correlacionar amb quatre etapes evolutives durant el Cretaci Inferior. Els ambients sedimentaris es poden classificar en tres grups: Lagoon, placa continental oberta i conca marina profunda.

Durant el Neocomià i el Barremià (Cretaci Inferior) s'escindí una plataforma calcària del Juràssic del marge Est del continent de l'Ebre. Com a conseqüència d'aquest trencament es van formar subconques, que encara estaven connectades amb el Mar del Tetis i l'Oceà Atlàntic (Puigdefàbregas i Souquet, 1986). La zona central dels Pirineus va ser afectada per una falla nord-pirinenca, que va provocar la formació de conques turbidítics locals fortament subsidents, les quals van ser immediatament deformades i els materials dipositats sotmesos a un metaformisme d'alta temperatura. Associats a aquest procés es van emplaçar mecànicament, a nivells superiors de l'escorça, fragments de l'escorça inferior (granulites) i del mantell superior (Herzolites) (Berástegui *et al.*, 1993).

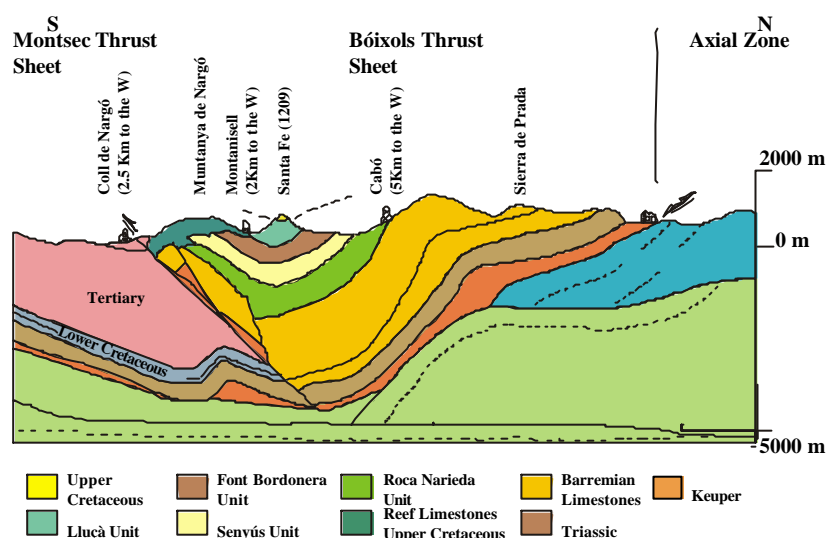
La sedimentació del Cretaci inferior es va donar acabada amb la primera compressió durant l'Albià inferior/Cenomanià, la qual va generar una important disconformitat a l'Est dels Pirineus (Puigdefàbregas i Souquet, 1986). Les principals fases de compressió i subducció que afectaren els Pirineus es van produir durant el Campanià.

Fig.1.- Localització de la conca d'Organyà (Vergés *et al.*, 1995; Bachmann i Willems, 1996).



La megaseqüència del Cretaci inferior està limitada en la seva base per la discordança Portlandiana i en el sostre per la discordança del Cenomanià. La sèrie del Cretaci inferior en la làmina de l'encavalcament de Bóixols inclou carbonats de plataforma i talús, així com margues de conca. Aquesta sèrie ha estat dividida en vuit seqüències sedimentàries (**figura 2**).

Fig.2.- Secció transversal de la conca d'Organyà i descripció geològica de les seqüències sedimentàries (Vergés *et al.*, 1995).



SEQÜÈNCIES SEDIMENTÀRIES

Les seqüències sedimentàries es divideixen en vuit: *Seqüència sedimentària d'Hostal Nou I i II* (Garcia-Senz *et al.*, 1991), *Calcàries de Prada I i II* (Garcia-Senz *et al.*, 1991), **Seqüència de Roca Narieda** (Garcia-Senz *et al.*, 1991), **Seqüència de Senyús** (Garcia-Senz *et al.*, 1991), **Seqüència de Font Bordonera** (García-Senz *et al.*, 1991), (Bachmann i Willems, 1996) **Seqüència de Lluçà** (Bachmann i Willems, 1996), (García-Senz *et al.*, 1991).

L'evolució sedimentària i històrica tectònica han estat ampliament descrites per Cabrera, 1999.

3.3.- ANÀLISI ELEMENTAL

Les mostres d'Organyà es recolliren en diferents afloraments i es van numerar amb la inicial Organyà seguida d'un número, de l'1 al 14 (**fig. 3**). Les mostres escollides es van agrupar en tres grups en funció de la seva situació en la paleoconca marina: Lagoon (O-1 a O-6 i O-10 a O-12), placa continental (O-13 i O-14) i conca marina profunda (O-7 a O-9). La **figura 4** il.lustra la columna estratigràfica de la conca d'Organyà.

Fig.3.- Secció transversal de la conca d'Organyà i situació de les mostres estudiades (de las Heras *et al.*, 1993).

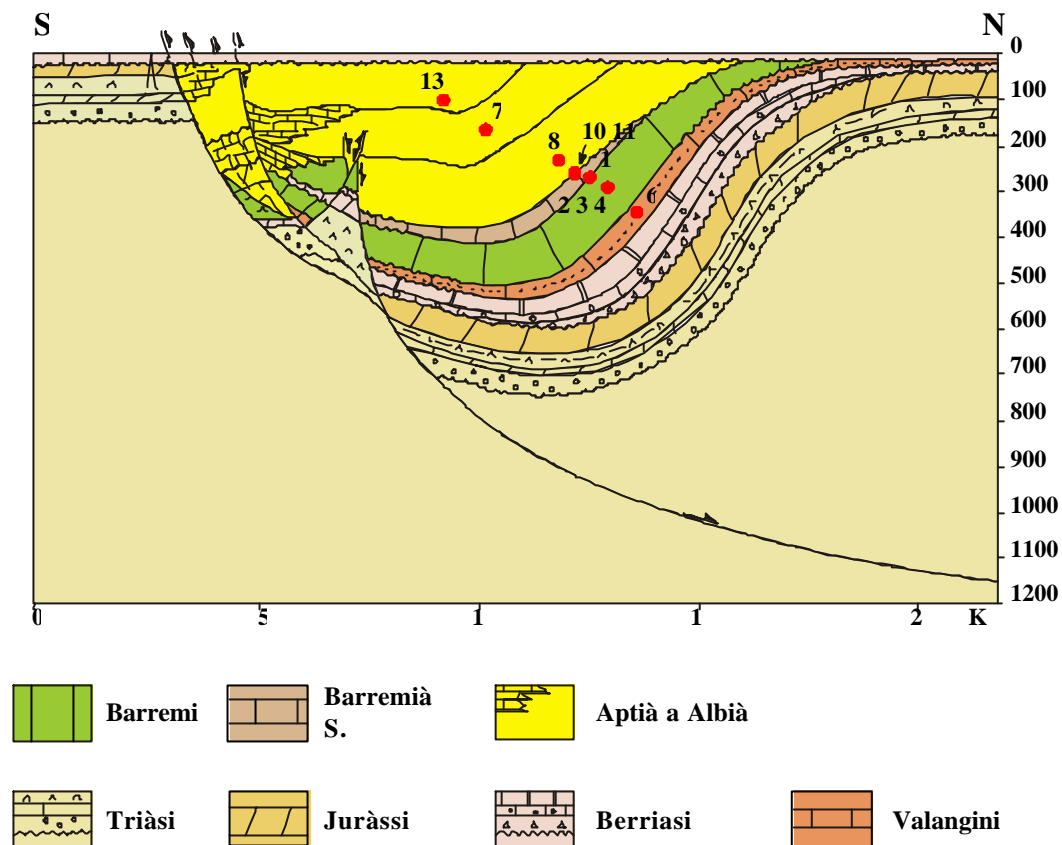
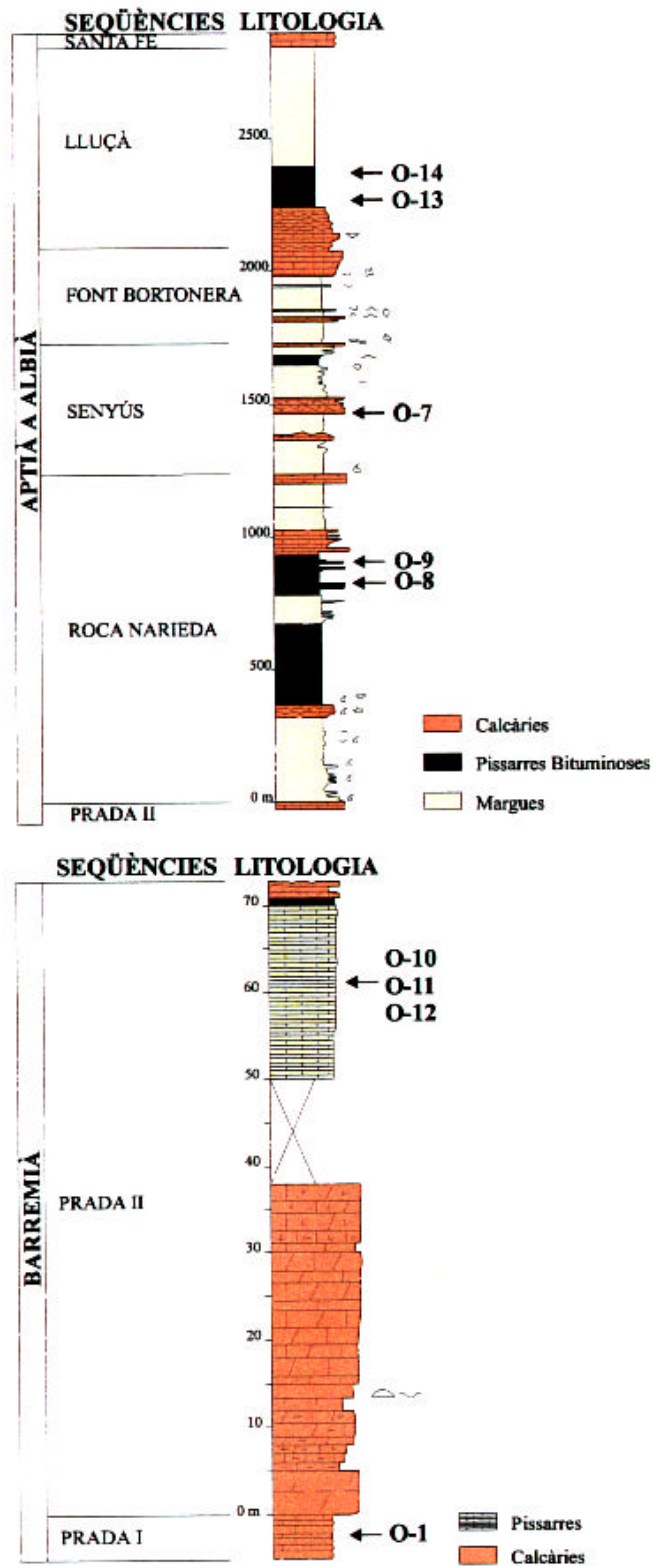


Fig.4.- Columna estratigràfica de la conca d'Organyà i situació de les mostres (Garcia-Senz *et al.*, 1991).



La **taula 1** recull el resultat de l'anàlisi elemental (%C, %S, S/C i C/N) i el percentatge en carbonat.

Totes les mostres estudiades són roques mare del tipus carbonat, perquè el percentatge en carboni és superior al 0.3% (Tissot i Welte, 1984; Köster *et al.*, 1988).

L'elevat percentatge en sofre de les mostres (**taula 1**) indica que es tracta d'una conca marina amb molt carbonat (Palacas, 1984).

La diferenciació entre el sofre incorporat en la matèria orgànica i el precipitat en forma de pirita pot donar idea del tipus de querogen i confirmar el tipus II-S d'aquestes mostres.

Taula 1.- Anàlisi elemental de les mostres de la conca d'Organyà. Els percentatges %C, %H, %N, %S i la relació atòmica C/N corresponen a les mostres sense descarbonatar.

Mostra	%C	%H	%N	%S	C/N	%CO ₃ ²⁻	S/C*	S _{org} /C*
O-1	0.88	0.066	0.027	0.17	33.08	93	0.070	0.056
O-2	0.79	0.047	0.033	0.13	24.00	95	0.060	0.048
O-3	2.70	0.13	0.059	0.54	45.42	93	0.076	0.074
O-4	3.75	0.2	0.13	0.72	28.93	82	0.072	0.067
O-5	1.63	0.15	0.097	0.61	16.87	86	0.142	0.0124
O-6	0.66	0.15	0.13	0.86	52.50	79	0.488	0.385
O-7	0.57	0.27	0.085	0.43	6.72	53	0.285	0.079
O-8	0.60	0.24	0.079	0.46	7.59	64	0.290	0.096
O-9	0.68	0.31	0.074	0.34	9.25	63	0.188	0.050
O-10	1.34	0.17	0.14	0.20	9.76	85	0.057	0.030
O-11	1.06	0.094	0.078	0.46	13.49	91	0.165	0.149
O-12	2.31	0.116	0.12	0.61	18.69	81	0.099	0.087
O-13	0.68	0.31	0.064	0.74	11.21	68	0.409	0.303
O14	0.68	0.29	0.048	0.69	14.07	68	0.382	0.247

* Resultats de les mostres des carbonatades.

El percentatge en sofre (**taula 1**) s'ha mesurat com el quocient entre el sofre atòmic total que prové de la pirita i de la matèria orgànica, i el carboni atòmic. Els valors d'aquest paràmetre oscil·len entre un valor mínim de 0.057 (O-10) i un valor màxim de 0.490 (O-6). Aquests valors permeten classificar les mostres en dos grups: el primer d'aquests, estaria format per les mostres que presenten una relació sofre/carboni atòmics relativament gran (O-6 a O-9, O-13 i O-14), les quals es podrien associar a medis deposicionals diferents en funció del percentatge en sofre; el segon grup el formarien les mostres amb una relació sofre/carboni més petita (O-1 a O-5 i O-10 a O-12).

Donat que el paràmetre S/C és superior a 0.04 es pot afirmar que el querogen és del tipus II-S (Orr, 1986), el qual s'ha suggerit genera petroli a madureses relativament més baixes que el querogen tipus II (Orr, 1986; Tissot *et al.*, 1987; Tomic *et al.*, 1995). La més ràpida degradació del querogen de tipus II-S es deu a què l'energia dels enllaços sofre-sofre i sofre-carboni és més baixa que la dels enllaços carboni-carboni (Tomic *et al.*, 1995). Aquest tipus de querogen s'acostuma a formar principalment en medis deposicionals caracteritzats per una litologia carbonatada on es desenvolupa el procés de sulfato-reducció, i a més el ferro és el reactiu limitant; en aquestes condicions el sofre s'incorpora a la matèria orgànica per formar querògens del tipus II-S els quals generen petrolis rics en sofre (Requejo *et al.*, 1994). Els valors de la relació atòmica C/N (taula 1) oscil·len entre un valor mínim de 6.7 (O-7) i un màxim de 52.5 (O-6). Les mostres que presenten valors significativament més grans són : O-1 a O-6 i O-11 a O-14. Dins d'aquest grup destaquen les diferències entre els valors de les mostres O-1 a O-4 i O-6 amb la resta de mostres. Si bé es podrien correlacionar amb un aport terrestre important, en mostres madures s'ha observat que aquesta relació presenta valors grans (Tissot i Welte, 1984). En canvi, els valors més baixos corresponen a les mostres O-7 a O-10 i es podrien correlacionar amb aportos principalment d'origen marí, més baixos com més autòctons siguin els aportos i més anòxic sigui el medi (Cranwell, 1986; Pillon *et al.*, 1986). La relació C/N del plàncton marí és aproximadament 5.7 i la degradació preferent dels aminoàcids provoca que aquesta relació augmenti a valors > 10 durant la diagènesi (Kettler, 1995; Tyson, 1995).

El paràmetre C/N permet classificar la matèria orgànica en funció de la seva maduresa. Segons aquesta relació, a les mostres O-1 a O-4 i O-6 els correspondria un grau de maduresa més gran que a la resta, donat que presenten els valors més grans del quocient C/N i O-6 seria la mostra més madura, confirmant així que les mostres més madures haurien de ser les més antigues, tal i com es pot observar en el mapa estratigràfic. No obstant això, aquest paràmetre no sembla justificar el grau de maduresa que s'hauria d'esperar per a la mostra O-5, donada la seva situació en la columna estratigràfica.

Després es troba un grup format per les mostres O-5, O-11 a O-14, que presenten una maduresa intermèdia i, finalment, les mostres O-7 a O-10, a les quals se'ls hauria d'assignar un grau de maduresa inferior. Segons la relació C/N, la mostra més immadura seria O-7 (Tissot i Welte, 1984). Si s'observa el mapa estratigràfic, es veu l'absència de correlació entre la maduresa i l'antiguitat de les motres, la qual cosa suggereix que aquest paràmetre pugui dependre d'altres factors, com per exemple els de caire litològic.

Segons el contingut en carbonat (**taula 1**), les mostres es poden classificar en dos grups: les que presenten un percentatge superior a 79 i aquelles amb un percentatge inferior a 68. El primer grup estaria constituït per les mostres: O-1 a O-6 i O-10 a O-12, on el valor màxim correspondria a O-5.

Aquestes mostres caldria associar-les a medis marins altament bioturbats (Jones, 1984), que en el context de la conca d'Organyà podrien ser esculls costaners, plataforma baixa i medis deltaics. La resta de mostres es podrien incloure dins el segon grup. O-7 a O-9, O-13 i O-14, on el valor mínim correspon a la mostra O-7. Aquestes mostres es poden associar a medis marins poc bioturbats (Jones, 1984) que en el context d'aquesta conca podrien correspondre a talussos allunyats dels aports costaners o bé a la conca més profunda.

El valor del percentatge en carbonat oscil·la entre 53 i el 95, segons s'apropa la costa.

Aquelles mostres costaneres amb un baix contingut en carbonat es podrien interpretar per la possible presència de silicats provinents d'alguns aport fluvial.

