

Riv. It. Paleont. Strat.	v. 96	n. 2-3	pp. 165-190	Novembre 1990
--------------------------	-------	--------	-------------	---------------

LA SEQUENZA NUMIDICA NEL SUO CONTESTO GEOTETTONICO: UNA PROPOSTA DI ORDINE PALEOGEOGRAFICO*

F. GUERRERA (1), F. LOIACONO (2), E. MORETTI (1) & D. PUGLISI (3)

Key-words: Numidian Sequence, Lateral Facies, Upper Oligocene-Lower Miocene, Betic, Maghrebian and Southern Apennine Chains, Palaeogeography.

Riassunto. Numerose e controverse risultano le interpretazioni formulate, nel tempo, per la Numidian Sequence e per le Lateral Facies nei differenti settori del Maghreb, della Cordigliera Betica e dell'Appennino meridionale. La Numidian Sequence può essere schematicamente suddivisa, a scala della catena, in tre intervalli stratigrafici principali che si ripetono in due successioni, differenti per posizione paleogeografica. Rispetto alla Numidian Sequence sono inoltre presenti Facies Laterali paleogeograficamente esterne (Numidian like Sequence) ed interne (Mixed Successions). Il Bacino Numidico si situerebbe, d'accordo con la grande maggioranza degli Autori precedenti, a sud del paleomargine europeo, verso le Zone Esterne del paleomargine africano, probabilmente in sovrapposizione con i settori paleogeografici Massylien e Ultra-Tellien p.p. più o meno deformati. Il Bacino Numidico rappresenterebbe un'avanfossa attiva durante l'Oligocene superiore-Miocene inferiore, relativamente più esterna rispetto al "bacino dei flysch maghrebidi", alimentata da sabbie quarzose di origine sahariana. Tuttavia, molteplici e sostanziali problemi di ordine paleogeografico e paleotettonico restano ancora aperti.

Abstract. Numerous and much debated are the interpretations given through time for the Numidian Sequence and Lateral Facies in the different sectors of the Maghreb, Cordillera Chain and Southern Apennine. The Numidian Sequence can be schematically subdivided, in the regional context, into three main stratigraphical intervals. They can be found in two successions which are different for their palaeogeographic position. Moreover, are present some Lateral Facies in the external (Numidian like Sequence) and internal (Mixed Successions) palaeogeographical position in relation to Numidian Sequence. The Numidian Basin may be located, in agreement with most of the previous authors, at South of the European Paleomargin, towards the African Paleomargin, probably over the Massylian and Ultra-Tellian p.p. palaeogeographic sectors (External Zones), more or less deformed. The Numidian Basin may represent an active Upper Oligocene-Early Miocene fore-deep, relatively more external with respect to the "Maghrebian flysch basin", supplied by quartzose sands of saharian origin.

* Contributo finanziario del M.P.I. 40% (resp. F. Guerrera) e del M.P.I. 40% (resp. D. Puglisi).

(1) Istituto di Geologia dell'Università, 61029 Urbino, Italia.

(2) Dip. di Geologia e Geofisica dell'Università, 70100 Bari, Italia.

(3) Istituto di Scienze della Terra dell'Università, 95100 Catania, Italia.

Introduzione.

Fra tutte le unità che costituiscono l'edificio a falde della catena maghrebide la Numidian Sequence è, senza dubbio, quella più nota in considerazione della sua notevole estensione verticale (sino a 3.000 m di spessore) e laterale (oltre 2.000 km), dall'Arco di Gibilterra all'Appennino meridionale (Fig. 1-3) ed anche per le numerose e appassionanti discussioni che nel tempo ha sollevato.

Il termine "Numidico" è stato per la prima volta proposto da Ficheur (1890) per designare una potente successione arenacea affiorante lungo il litorale algerino. Una analoga sequenza è stata successivamente descritta da Gavala (1924) nella Cordillera Betica con la denominazione Areniscas de l'Aljibe. Tuttavia, solo in tempi più recenti, la Numidian Sequence è stata riconosciuta nei diversi settori del Maghreb e dell'Italia meridionale.

L'allocaltonia del Numidico fu inizialmente stabilita in Algeria e in Marocco (Durand Delga & Mattauer, 1959), successivamente in Spagna (Chauve, 1960; Didon, 1960) e contemporaneamente nei settori più orientali (Gottis, 1953; Ogniben, 1960; Selli, 1962).

Sulla base della vasta letteratura esistente (v. Guerrero et al., 1990) e nonostante la notevole eterogeneità terminologica storicamente introdotta nei differenti settori, la Numidian Sequence può essere schematicamente suddivisa, a scala della catena, in tre intervalli stratigrafici principali. Questi si ripetono in due successioni differenti per posizione paleogeografica (Tab. 1).

Quella più interna è costituita dal basso da: a) argille varicolori, generalmente a *Tubotomaculum*; b) arenarie quarzose e peliti varicolori; c) marne con livelli silicei biancastri (di probabile origine vulcanoclastica) e subordinate arenarie quarzose.

Quella più esterna risulta formata da: a) argille-marnose brunastre con associati livelli carbonatici e sporadiche arenarie quarzose; b) arenarie quarzose e peliti brunastre; c) marne talora con livelli silicei biancastri (di probabile origine vulcanoclastica) e subordinate arenarie quarzose.

Sono inoltre individuabili, in alcuni settori, delle sequenze ad affinità numidica (es. Grès de Larache di Didon & Hoyez, 1978; Dj. Medelsou di Coiffait et al., 1983; Grès de Fortuna di Burollet, 1956) che vengono in questo lavoro considerate come delle facies laterali in posizione paleogeografica esterna della Numidian Sequence (v. Tab. 1).

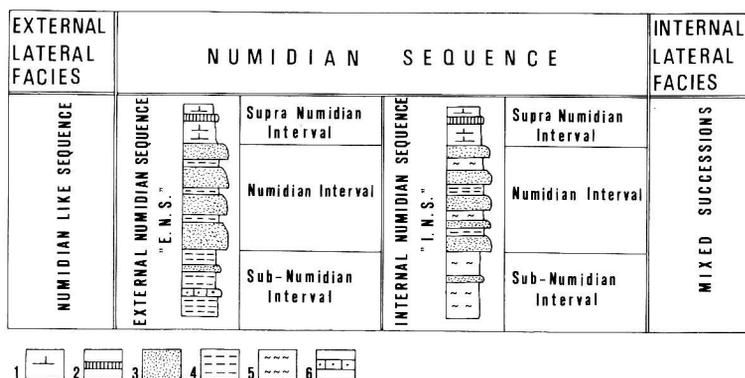
Altre facies laterali, ma in posizione esterna (sempre rispetto alla Numidian Sequence), sono individuabili nelle Mixed Successions se considerate nel senso di Guerrero et al. (1986), Grasso et al. (1987), Carbone et al. (1987b), Carmisciano et al. (1989) e comprese in differenti sequenze presenti nei vari settori della catena. Tuttavia, le Mixed Successions segnalate in Appennino meridionale devono essere considerate come termini di passaggio, di età langhiana (Carbone et al., 1987a), tra la External Numidian Sequence (v. oltre) ed i "flysch irpini esterni" (es. Formazione di Serra Palazzo) e quindi ubicabili in una posizione paleogeografica esterna ed in un'epoca più recente.

Sono ancora da chiarire meglio i rapporti tra la Numidian Sequence e alcune successioni ad evoluzione numidica (es. Formations des argiles à blocs di Bourgois, 1978;

Numidoïde di Olivier, 1984 e di Martin Algarra, 1987) che rappresentano facies dovute a particolari condizioni paleogeografiche e/o paleotettoniche. Considerata la differente e numerosa nomenclatura litostratigrafica, storicamente introdotta nei vari settori, si propone di ridefinire il Flysch Numidico come Numidian Sequence abbandonando, nel contempo, anche il controverso termine "flysch".

La Numidian Sequence viene quindi separata sia dalle External Lateral Facies (Numidian like Sequence), sia dalle Internal Lateral Facies (Mixed Successions). A seconda della differente posizione paleogeografica, la Numidian Sequence (N.S.) può essere distinta in External Numidian Sequence (E.N.S.) and Internal Numidian Sequence (I.N.S.).

Inoltre, sulla base delle litofacies più sopra elencate e schematicamente riportate in Tab. 1, la E.N.S. e la I.N.S. sono stratigraficamente suddivisibili nei seguenti intervalli: a) Sub-Numidian Interval (Sub-N.I.), b) Numidian Interval (N.I.), c) Supra Numidian Interval (Supra N.I.). Questa nuova proposta di ridefinizione terminologica è schematicamente riassunta nella Tab. 1.



Tab. 1 - Proposta di ridefinizione terminologica della Numidian Sequence. 1) Marne; 2) Silexiti; 3) Quarzoareniti; 4) Peliti brune; 5) Argille varicolori; 6) Torbiditi calcaree.

Tab. 1 - Proposal of terminological re-definition of the Numidian Sequence. 1) Marls; 2) Silexites; 3) Quartzarenites; 4) Brownish pelites; 5) Varicoloured clays; 6) Calcareous turbidites.

Approccio stratigrafico-strutturale.

L'insieme dei dati raccolti nei differenti settori del Maghreb, della Cordigliera Betica e dell'Appennino meridionale è presentato in Guerrero et al. (1990), a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Nelle Fig. 1-3 è schematizzata la distribuzione areale della Numidian Sequence, separata dalle External Lateral Facies, tenendo conto della classificazione proposta in Tab. 1. Sono stati inoltre distinti: un Dominio Interno, un Dominio dei Flysch Maghrebidi, un Dominio Esterno a scaglie, un Avampaese deformato e un Avampaese non deformato. Di questi domini fanno parte differenti unità tettoniche talora citate nel testo.

In generale si può dire che la N.S. poggia tettonicamente sul dominio dei Flysch Maghrebidi (Maurétanien + Massylien) e sul Dominio Esterno (Fig. 1-3), più raramente sul Dominio Interno, nel quale è stata compresa anche la "Chaîne Calcaire" (Rif e Kabylie) (Fig. 1-2). Nelle Maghrebidi siciliane e nell'Appennino meridionale essa è legata stratigraficamente (e talore trasgressivamente) al Dominio Esterno. In questi ultimi settori, inoltre, non si riscontra una N.S. retroscorsa sul Dominio interno come nei settori più occidentali. Ciò sembra essere in relazione con una particolare paleogeografia del bacino e con differenti meccanismi di messa in posto.

Numidian Sequence.

Nella Cordigliera Betica sono presenti i tre intervalli stratigrafici (v. Tab. 1) che compongono la Numidian Sequence, in gran parte riferibile alla I.N.S. L'intervallo Sub-Numidian è molto variabile in litofacies e per le differenti attribuzioni biostratigrafiche. La Formazione di Benaiza, ad esempio, riferita all'Eocene-Oligocene superiore da Didon et al. (1984) avrebbe un significato di Sub-Numidian Interval. Le attribuzioni dell'Aquitano superiore-Burdigaliano inferiore di Gonzàles Donoso et al. (1987) e al Burdigaliano inferiore di Coccioni (1989) giustificerebbero, invece, un significato di Lateral Facies a questa formazione.

Il Numidian Interval, di età aquitaniana (Didon et al. 1984), è ben rappresentato in alcune aree, mentre il Supra Numidian Interval, del Burdigaliano inferiore (Didon et al., 1984), è molto poco esteso.

In questo settore (Fig. 1), la N.S. poggia tettonicamente sul Dominio Esterno Betico (e più precisamente sul Penibético che rappresenta una variazione laterale verso occidente del Subbético interno) (Martin Algarra & Vera, 1982), sul Dominio Esterno Riffano e sul Dominio dei Flysch (Maurétanien e Massylien). Inoltre poggia sulle Unità Predorsaliene, interpretate da Olivier (1984) come una zona paleogeografica di transizione tra la Chaîne Calcaire e il Dominio dei Flysch.

Nel Rif sono presenti sia la I.N.S. (es. Série de la Montagne de Tanger; Didon & Hoyez, 1977) che la E.N.S. (es. Série de Seguelda; Durand Delga, 1966). Delle due sequenze sono ben rappresentati l'intervallo inferiore e medio, mentre quello superiore è segnalato solo nella sezione di Dar Fellak (Didon et al., 1984). Le attribuzioni biostratigrafiche dei tre intervalli concordano sostanzialmente con quelle dei settori telliani del Maghreb (v. oltre).

La N.S. affiorante in questo settore (Fig. 1) poggia, in gran parte, sul Dominio Esterno (Falde e Zone Intrariffane) e sul Dominio dei Flysch e, localmente (Zem Zem), si rinviene retroscorsa sul Dominio Interno (Gomarides).

I dati stratigrafici relativi alla N.S. del Tell occidentale (tra Oran ed Alger) (Fig. 1, 2) sono praticamente inesistenti, ad eccezione di generiche descrizioni dei limitati affioramenti segnalati da Guardia (1975) e Fenet (1975). Nei pressi di Beni Saf essa poggia tettonicamente sul Dominio Esterno (Unità Telliane). Nella regione di Oursenis si sovrappone, sempre tettonicamente, anche su parti degli Hauts Plateaux (Avampaese) coinvolte nell'orogenesi maghrebide (Boccaletti et al., 1985). La Numidian Sequence di questo

settore (Fig. 1) è riconducibile al Numidico in posizione sud-Kabyla di Durand Delga (1969).

Nel Tell orientale (tra Alger e Annaba), sono note le due sequenze principali. La I.N.S. è abbastanza ben rappresentata dalle successioni di Djebel Groua (Lahondère et al., 1979) e di Hamman Meskoutine (Moretti et al., 1988; in stampa), che affiorano in posizione sud-Kabyla nella regione di Constantine. La E.N.S. può essere individuata nelle Bibans (es. Djebel Dira; Bizon & Hoyez, 1979) e nella regione di Setif (es. Djebel Megriss; Bizon & Hoyez, 1979), anche se ancora non si dispone di sezioni stratigrafiche di dettaglio.

Le attribuzioni biostratigrafiche dei tre intervalli ben concordano con quelle del settore riffano e sono riferibili: all'Oligocene superiore il Sub-N.I., all'Aquitaniense il N.I. e al Burdigaliano inferiore il Supra N.I. (Feinberg et al., 1981a). Tali attribuzioni portano ad escludere importanti fenomeni di diacronismo nella sedimentazione.

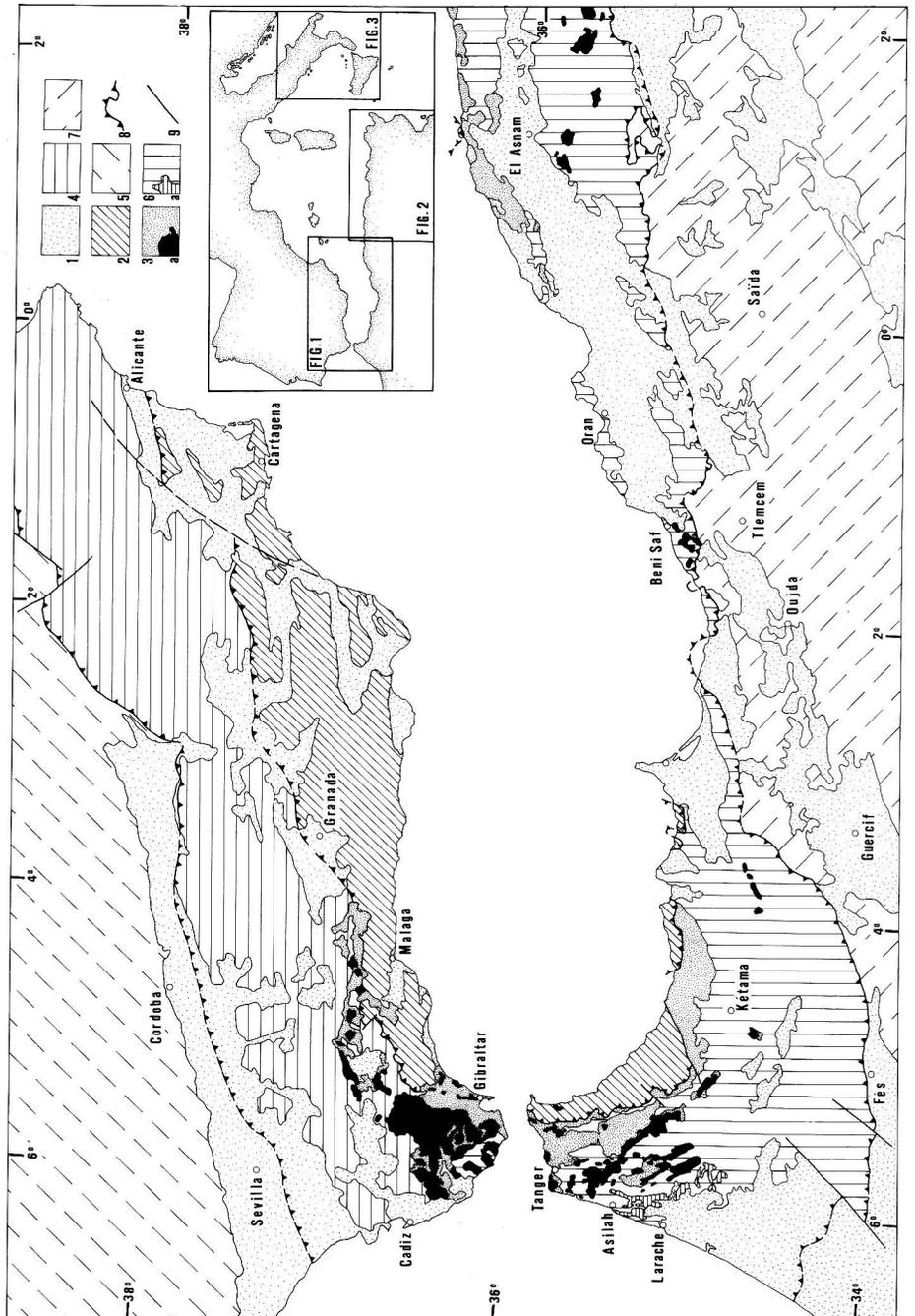
La N.S. affiorante estesamente in questo settore è stata distinta (Durand Delga, 1969) in una sequenza nord-Kabyla, retroscorsa cioè sul Dominio Interno, ed una sequenza sud-Kabyla a scaglie sul Dominio dei Flysch (Maurétanien e Massylien) e sul Dominio Esterno (Unità Telliane) (Fig. 2).

Nel Tell tunisino affiora estesamente la E.N.S. (Fig. 2), che è stata distinta in tre intervalli stratigrafici (Glaçon & Rouvier, 1967), ricostruiti in differenti sezioni della Krumeria (Msid e Zouza, Ben Metir e Babouch). In questo settore, la N.S. è in gran parte dislocata sopra il Dominio dei Flysch (Maurétanien), sopra il Dominio Esterno (Unità Telliane) e in limitati affioramenti fin sopra l'Avampaese.

Nelle Maghrebidi siciliane (Fig. 3), la I.N.S. è ben rappresentata in alcune aree della Sicilia centro-settentrionale ed è riconducibile al Numidien Interne degli AA. francesi (es. Broquet et al., 1975) e all'Unità di Nicosia (Giunta, 1985). La E.N.S., radicata invece al Dominio Esterno, affiora in numerose sezioni delle Madonie e dei Nebrodi. Essa può essere distinta in una successione stratigraficamente legata alla Unità Imerese (es. sezione di M. dei Cervi di Lentini & Vezzani, 1974) e in una seconda successione trasgressiva sull'Unità Panormide (Lentini & Vezzani, 1974). La E.N.S. corrisponderebbe al Numidien Externe e forse anche al Numidien Intermédiaire degli AA. francesi (es. Broquet & Duée, 1967), anche se questa distinzione è basata su criteri tettonici. La E.N.S. può raggiungere spessori complessivi sino a 2.500 m ed in essa sono ben rappresentati tutti gli intervalli stratigrafici, pur con differenze locali nelle litofacies.

Le attribuzioni biostratigrafiche del Sub-N.I. (Oligocene superiore) concordano con quelle dei settori più occidentali della catena. Nelle Maghrebidi siciliane la sedimentazione quarzosa (N.I.), che inizia nell'Aquitaniense basale continua, invece, sino al Langhiano inferiore. Verso l'alto la sequenza stratigrafica è completata da differenti unità (Formazione di Garbata, Marne di Gagliano, Argille con arenarie glauconitiche, Formazione di Castelbuono, etc.), in parte riferibili al Langhiano-Serravalliano inferiore (Lentini et al., 1987; Bianchi et al., 1989).

Nell'Appennino meridionale (Fig. 3), la N.S. è rappresentata, con tutta probabilità, solo da successioni riferibili alla E.N.S. del Bacino Lagonegrese. Di queste suc-



cessioni, quella depositata nella porzione occidentale del bacino (di età Aquitaniano-Burdigaliano p.p.) è caratterizzata dall'evoluzione Flysch Rosso-Numidico e dalla mancanza del Supra N.I. Essa è stata coinvolta nella fase tetto-genetica burdigaliana e attualmente si ritrova alla sommità delle Unità Lagonegresi. Quella depositata nella porzione orientale, presenta anch'essa l'evoluzione Flysch Rosso-Numidico, ma si estende sino al Langhiano (Carbone et al., 1987a). Essa, inoltre, passa stratigraficamente verso l'alto, attraverso le Marne arenacee di Serra Cortina (Langhiano-Serravalliano; Lentini, 1979), alle formazioni irpine esterne (Formazione di Serra Palazzo e Flysch di Faeto) ed è raggiunta dalla deformazione in età tortoniana (Pescatore, 1987); attualmente si ritrova nelle Unità sanitarie (Ortolani & Torre, 1981) corrispondenti a parte delle Unità Irpine Auct.

Sono inoltre stati segnalati (Perrone, 1981; Sgrosso, 1981; Perrone & Sgrosso, 1981), in trasgressione sulla piattaforma carbonatica campano-lucano-calabrese, diversi affioramenti (omologhi della Formazione del Bifurto di Selli, 1957), sempre riferibili alla E.N.S., di età infra-burdigaliana (V. Perrone, com. pers.). Molto più difficile risulta la definizione di una I.N.S., alla quale possono essere riferiti limitatissimi intervalli (pochi strati) di quarzareniti intercalate nella successione del Complesso Sicilide (Formazione di Corleto Perticara e Argille Varicolori Auct.; Pescatore & Tramutoli, 1980; Fornelli et al., in stampa).

Bisogna, tuttavia, tener presente che la sedimentazione numidica di questo settore avviene in un contesto paleogeografico sensibilmente differente dai settori precedenti, dal momento che essa interessa un bacino ubicato solo sul Dominio Esterno. Tale posizione paleogeografica, almeno limitatamente alle sequenze aquitaniano-burdigaliane, corrisponde sostanzialmente alla posizione paleogeografica della Numidian like Sequence presente nel Maghreb.

External Lateral Facies.

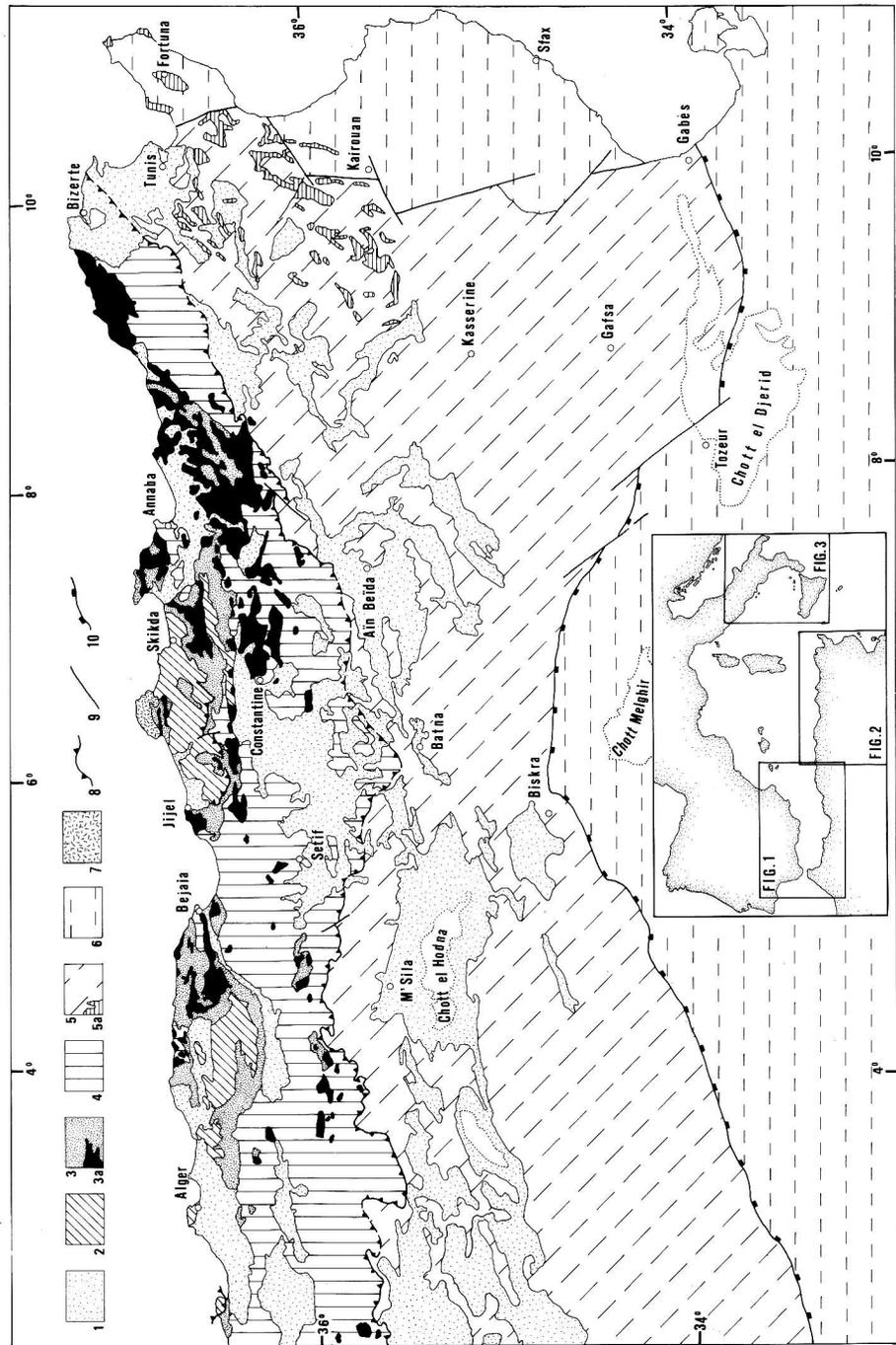
La Numidian like Sequence non è segnalata nella Cordigliera Betica ed è da tempo nota (Durand Delga et al., 1962) nel Rif sotto forma di differenti facies oligo-mioceniche (Fig. 1), indicate da vari AA. con diversa terminologia: Asilah Sandstones (Cazzola &

Fig. 1 - Schema geologico dell'Arco betico-riffano e del Tell occidentale (da Saadi et al., 1980; Wildi, 1983; Boccaletti et al., 1985; Grasso et al., 1987; Martin Algarra, 1987; modificati), con in evidenza la distribuzione della Numidian like Sequence.

1) Depositi post-orogeni; 2) Zone Interne; 3) Falde dei Flysch, 3a) Numidian Sequence; 4) Zone Esterne Betiche; 5) Meseta iberica; 6) Zone riffane e telliane, 6a) Numidian like Sequence; 7) Avampaese piegato ma non scagliato; 8) Fronti principali di sovrascorrimento; 9) Faglie principali.

Fig. 1 - Geological sketch map of the Betic-Rifain Arc and Western Tell (from Saadi et al., 1980; Wildi, 1983; Boccaletti et al., 1985; Grasso et al., 1987; Martin Algarra, 1987; modified) with the distribution of the Numidian Sequence and the Numidian like Sequence.

1) Post-orogenic deposits; 2) Internal Zones; 3) Flysch Nappes, 3a) Numidian Sequence; 4) External Betic Zone; 5) Iberian Meseta; 6) Rifain and Tellian Zones, 6a) Numidian like Sequence; 7) Folded but not thrust Foreland; 8) Main overthrust front; 9) Main faults.



Critelli, 1986/87); Flysch di Arzila, Ouezzane, Zoumi (Durand Delga et al., 1962; Critelli, 1985); Grès de Larache (Didon & Hoyez, 1978). Essa è stratigraficamente legata alle Unità Intra-Riffane (Dominio Esterno) e più precisamente è compresa nelle Unità di Habt e di Ouezzane, sovrapposte alle Unità Pre-Riffane.

Prime analisi petrografiche e sedimentologiche di queste facies (Critelli, 1985; Cazzola & Critelli, 1986/87) indicano una provenienza del detrito dal cratone africano.

Nel Tell algerino orientale (Fig. 2), la Numidian like Sequence è riconducibile a pochi strati quarzarenitici, stratigraficamente intercalati alle Unità Telliane (Dj. Medel-sou; Coiffait et al., 1983) (Sidi Affif; Chouabbi, 1987) del Dominio esterno ed è tettonicamente dislocata verso l'esterno. Questi strati quarzarenitici sono attribuiti all'Oligocene superiore da Chouabbi (1987) e costituiscono un'importante testimonianza del passaggio del quarzo numidico (proveniente da sud) o dell'estensione a meridione del Bacino Numidico.

In Tunisia (Fig. 2), si riconoscono vasti affioramenti di Numidian like Sequence stratigraficamente compresa nelle successioni dell'Atlas deformato e in quelle dell'Avampaese indeformato. Gli esempi più noti sono dati da: Grès de Fortuna (Burolet, 1956; Hoyez, 1975; Van Houten, 1980); Grès de Boghar e Chérichira (Castany, 1951; Wezel, 1968). Queste successioni, di età prevalentemente aquitaniana (Hoyez, 1989), sono indicative di ambienti (transizione di piattaforma esterna) ubicati in un contesto geotettonico differente rispetto al bacino in cui si depositava la N.S. Assumono una grande importanza in quanto le facies, prevalentemente di ambiente deltizio, testimonierebbero la provenienza sahariana del detrito del Bacino Numidico. Ciò sarebbe comprovato anche dagli spessori massimi (oltre 3.000 m) che la E.N.S. raggiunge in questo settore (Hoyez, 1975, 1989).

Internal Lateral Facies.

Le Mixed Successions (sensu Guerrera et al., 1986; Grasso et al., 1987) costituiscono una importante Lateral Facies, in quanto rappresentano i termini di interdigitazione

Fig. 2 - Schema geologico del Tell centro-orientale (da Castany, 1951; Wildi, 1983; Boccaletti et al., 1985; Moretti et al., in stampa; modificati), con in evidenza la distribuzione della Numidian Sequence e della Numidian like Sequence.

1) Depositi post-orogeni; 2) Zone Interne; 3) Falde dei Flysch, 3a) Numidian Sequence; 4) Zone Riffane e telliane; 5) Avampaese piegato ma non scagliato, 5a) Numidian like Sequence; 6) Avampaese indeformato; 7) Magmatiti; 8) Fronti principali di sovrascorrimento; 9) Faglie principali; 10) Flessura.

Fig. 2 - Geological sketch map of the Centre-Eastern Tell (from Castany, 1951; Wildi, 1983; Boccaletti et al., 1985; Moretti et al., in press; modified) with the distribution of the Numidian Sequence and the Numidian like Sequence.

1) Post-orogenic deposits; 2) Internal Zones; 3) Flysch Nappes, 3a) Numidian Sequence; 4) Rifain and Tellian Zones; 5) Folded but not thrusted Foreland, 5a) Numidian like Sequence; 6) Foreland non deformed; 7) Magmatites; 8) Main overthrust front; 9) Main faults; 10) Flexure.

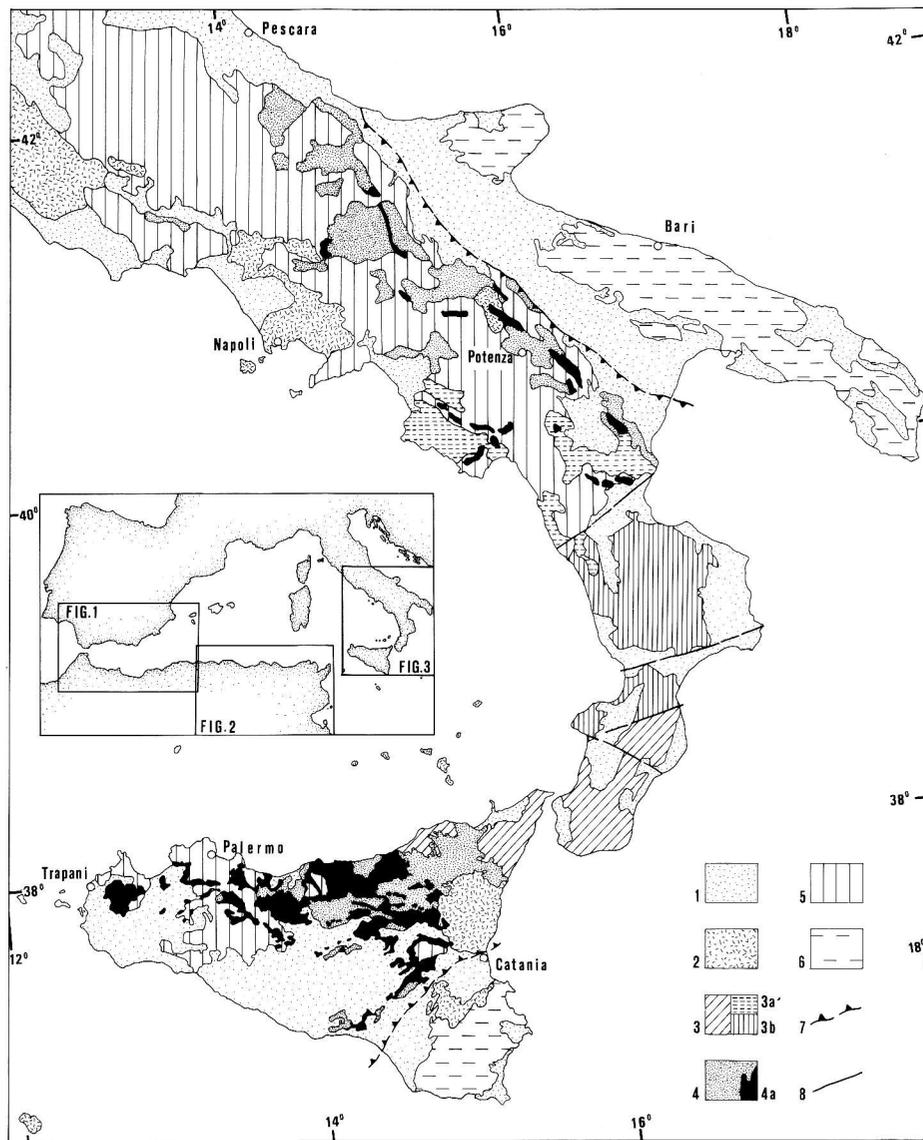


Fig. 3 - Schema geologico della Sicilia e dell'Appennino meridionale (da Boccaletti et al., 1985; Lentini et al., 1987; modificati), con in evidenza la distribuzione della Numidian Sequence.

1) Depositi post-orogeni; 2) Magmatiti; 3) Zone Interne, 3a) Unità della Catena Alpina e relativa copertura carbonatica, 3b) Dominio Ligure-Piemontese; 4) Falde dei Flysch, 4a) Numidian Sequence; 5) Zone Esterne; 6) Avampaese; 7) Fronti principali di sovrascorrimento; 8) Faglie principali.

Fig. 3 - Geological sketch map of the Sicily and Southern Apennines (from Boccaletti et al., 1985; Lentini et al., 1987; modified) with the distribution of the Numidian Sequence.

1) Post-orogenic deposits; 2) Magmatites; 3) Internal Zones, 3a) Units of the Alpine Chain and its carbonatic cover, 3b) Ligurian and Piedmont Domain; 4) Flysch Nappes, 4a) Numidian Sequence; 5) External Zones; 6) Foreland; 7) Main overthrust front; 8) Main faults.

tra la Numidian Sequence e le coeve sequenze torbidityche di tipo Maurétanien, di provenienza interna.

Queste successioni sono diffuse, e tra loro ben correlabili, nell'Arco betico-riffano, nel Tell e nelle Maghrebidi siciliane, dove sono state segnalate e studiate da diversi autori.

Nell'Arco betico-riffano le Mixed Successions sono ben rappresentate da differenti sequenze (es. Bologna, Grasso et al., 1987; Talaa Lakra, Chiochini et al., 1980; Série Méridionale, Didon & Hoyez, 1978). In questo settore (Fig. 1), è presente una particolare facies laterale, nota col nome di Numidoïde (Durand Delga, 1980). Secondo Olivier (1984), questa sequenza costituirebbe l'evoluzione inframiocenica, originariamente stratigrafica, delle Unità Prédorsaliennes, che costituiscono la zona di transizione tra la Chaîne Calcaire (Dominio Interno) e il Dominio dei Flysch. Martin Algarra (1987) ritiene, invece, che il Numidoïde si sia depositato durante l'Aquitano superiore-Burdigaliano inferiore in una regione profonda, tettonicamente attiva, situata lungo il margine interno del Dominio dei Flysch.

In questa ottica, le Mixed Successions rappresenterebbero le facies di transizione, all'interno del Dominio dei Flysch, tra le aree deposizionali numidiche e quelle relativamente più interne del segmento Maurétanien. Il Numidoïde, invece, rappresenterebbe una facies numidica, ancora più interna, legata ad una paleogeografia caratterizzata da una relativa vicinanza dei paleomargini e da una particolare morfologia del fondo favorevole all'immissione del materiale quarzoso.

Nella Cordigliera Betica, infine, sono state segnalate sequenze con elementi esotici ad affinità numidica (Formations des argiles à blocs e Néonumidien di Bourgois, 1978). La nozione di Néonumidien è stata contestata da Olivier (1984) che, tra l'altro, considera gli elementi esotici non numidici ma di tipo Numidoïde.

Nel Tell orientale le Mixed Successions sono rappresentate da diverse sequenze (es. Djebel Zima, Tefiani, 1967; Medjana, Hoyez, 1976; Carmisciano et al., 1989; Port-Gueydon, Gélard, 1971; Carmisciano et al., 1989).

Nel Tell tunisino non sono segnalate Mixed Successions, mentre sequenze di questo tipo sono presenti nei M.ti Nebrodi delle Maghrebidi siciliane: Sezione di Stretto del Casale (Hoyez & Andrejeff, 1975; Guerrera et al., 1986; Grasso et al., 1987) e sezione di Ponte di Cerami (Carmisciano et al., 1989).

In Appennino meridionale sono presenti delle sequenze tipo Mixed Successions, anch'esse caratterizzate da una alternanza stratigrafica di litofacies di opposta provenienza (Guerrera et al., 1986; Carbone et al., 1987a; Grasso et al., 1987). Tuttavia, la correlazione di queste sequenze con quelle degli altri settori risulta più problematica per l'età lievemente più recente e soprattutto per la loro differente posizione paleogeografica.

Caratteri sedimentologici.

I dati stratigrafici e sedimentologici, raccolti in modo omogeneo per una precisa definizione dei caratteri deposizionali, non sono ancora sufficienti per tentare una rico-

struzione completa del Bacino Numidico; non sono, infatti, numerosi i ricercatori che hanno descritto in dettaglio sezioni stratigrafiche utili per una ricostruzione verticale e laterale delle facies nei vari settori (Tab. 2).

	BETIC CHAIN	RIF CHAIN	ALGERIAN TELL	TUNISIAN TELL	SICILY	SOUTHERN APENNINES
SEQUENCE THICKNESS (m)	1150 (3)	500 (2) 800 (3)	200 (3) 400	>3.000 (1,3)	2.000 (1, 4)	1.000 (1, 3) 300 (2)
MAXIMUM BED THICKNESS (m)	amalgamated	amalgamated	2 - 3 (3)	10 (2)	1,5	amalgamated
GRAIN SIZE	medium - coarse sand	coarse sand	coarse sand conglomerates (3)	coarse sand conglomerates (3)	medium-coarse sand	medium-coarse sand
DEPOSITIONAL PROCESSES	grain flow: fluidized sediment flow	fluxoturbidites (1)	debris flow - high density turbidity current - slump	sand flow - slump	proximal turbidity current - distal turbidity current -hemipelagites slump	grain flow - distal turbidity currents
ENVIRONMENTAL INTERPRETATION	channel fill (1,3) (fining upward sequence)	channel-lobe transition (2, 3) rise-type sedimentary prism (2, 3) (regressive trend)	slope (3)	slope (3) base of slope shelf - slope - basin system (2)	slope - coalescing deep sea fan	base of slope (2) poorly efficient system (3)
PALEOCURRENT (FROM)	S; ENE (1)	S (1)	S	S - SW (2, 3) N (4)	ESE (1) WSW (2) NNW	SSW; SSE (2)
OTHER PROVENANCE INDICATORS				slope dipping northward		
SOURCE AREA	Nubian Sandstones	African Platform			African Platform	
REFERENCES	(1) Pondon, 1978; (2) Durand Delga, 1980; (3) Martin Algarra, 1987	(1) Didon & Hoyez, 1978a; (2) Chicchini et al., 1980; (3) Guerrero, 1981/82	(1) Hoyez, 1975; (2) Feinberg et al., 1981b; (3) Moretti et al., 1988; in press	(1) Glaçon & Rouvier, 1967; (2) Wezel, 1968; (3) Hoyez, 1975, 1989; (4) Parize et al., 1986	(1) Wezel, 1966, 1967, 1970, 1974; (2) Yelding, 1979; (3) Abate et al., 1985; (4) Giunta, 1985; (5) Lentini & Tortorici, 1987	(1) Ogniben, 1969; (2) Ciaranfi & Loiacono, 1983; (3) Carbone et al., 1987b

Tab. 2 - Principali caratteristiche sedimentologiche della Numidian Sequence.

Tab. 2 - Main sedimentological features of the Numidian Sequence.

Sono ben noti i caratteri generali della Numidian Sequence, la sua omogeneità a grande scala riguardo alla tessitura delle arenarie, la composizione principale e gli stessi caratteri di facies. Sono, invece, da definire in maniera più puntuale i caratteri sedimentari del Sub-Numidian Interval e del Supra Numidian Interval, di parte delle Lateral Facies, i caratteri di facies insoliti o secondari del Numidian Interval, che potrebbero mettere in evidenza disomogeneità nei processi deposizionali. Analisi approfondite sulla composizione delle arenarie, come si vedrà in seguito, potrebbero portare ad una più precisa definizione delle aree di alimentazione e della storia diagenetica delle stesse arenarie numidiche.

Per quanto riguarda il Sub-N.I. le descrizioni litostratigrafiche, anche se numerose nei vari settori, non contengono elementi sufficienti a differenziare una I.N.S. da una E.N.S. E' abbastanza costante in questo intervallo la presenza di facies pelitiche contenenti torbiditi calcaree in spessori variabili. Nell'Arco betico-rifano (Facies di Benaiza,

Pendon, 1978) esse indicano un'area di alimentazione settentrionale, opposta a quella meridionale del detrito quarzoso (Didon & Hoyez, 1978; Hoyez, 1989).

Più argilloso sembra, da alcune osservazioni, il Sub-N.I. nel Tell algerino, per lo scarso contenuto in carbonati e per la velocità di sedimentazione di circa 1 cm ogni 1000 anni (Feinberg et al., 1981b).

Nel Tell tunisino la successione argillosa sottonumidica, molto potente (1.500 m secondo Glaçon & Rouvier, 1967) è caratterizzata da alcuni intervalli conglomeratici torbiditici, costituiti da elementi sia quarzosi che calcarei e glauconitici appartenenti al substrato eocenico.

Anche in Sicilia e in Appennino meridionale alle facies argillose che caratterizzano la parte più assiale del bacino, si alternano facies carbonato-clastiche provenienti dai fianchi del bacino. Tuttavia il Sub-N.I. è in molti casi non preservato, e il N.I. appare distaccato dal suo substrato originario.

Il N.I., secondo le descrizioni di numerosi autori, si presenta molto omogeneo nelle sue caratteristiche sedimentologiche generali: le quarzareniti sono in banchi anche molto spessi separati da interstrati pelitici molto sottili. I caratteri interni di queste facies hanno generalmente portato i vari autori a interpretarle come risultati di colate granulari, caratterizzate da elevata concentrazione dei granuli (trasporto tipo "grain-flow") o da dispersione dei fluidi interni (flussi fluidificati) (Tab. 2). La scarsa cernita granulometrica, le concentrazioni irregolari dei clasti grossolani, osservate in numerosi strati arenacei, fanno pensare a flussi reologici laminari (Lowe, 1979, 1982), che possono essere mantenuti in movimento a lungo dalla dissipazione della sovrappressione dell'acqua, rallentata da una discreta quantità di matrice (sabbia fine).

Sono state anche riconosciute facies legate a correnti di torbida propriamente dette, caratterizzate da gradazione, lamine parallele e oblique. In questi casi sono frequenti anche le strutture di deformazione da fuga d'acqua. Le facies da slumping (in Algeria, Tunisia e Sicilia in particolare), costituite da strati quarzarenitici e intervalli pelitici con dicchi clastici, possono essere considerate associate geneticamente a quelle più grossolane, anche se raramente se ne osservano le relazioni geometriche. Complessivamente le facies numidiche sono compatibili con pendii ripidi e a tale proposito le interpretazioni ambientali tentate si riferiscono a sistemi di conoide interna o intermedia e a sistemi di base di scarpata.

Nella Catena Betica Pendon (1978) riconosce cicli positivi di riempimento di canali e facies di intercanale di un sistema di conoide interna e intermedia.

Nel Rif Chiocchini et al. (1980) individuano nella successione numidica una tendenza regressiva, che si sviluppa da facies di piana sottomarina a facies di lobo e facies canalizzate.

In Algeria alcune recenti osservazioni, in verità localizzate (Moretti et al., 1988; in stampa), hanno messo in evidenza facies di scarpata, caratterizzate da frequenti fenomeni di slump.

In Tunisia, dove la N.S. raggiunge il suo massimo spessore (oltre 3000 metri), Wezel (1968) distingue, da sud a nord, facies di piattaforma, di scarpata e di bacino in transi-

zione tra loro e riporta paleocorrenti dirette verso NNE e NNW. Hoyez (1975, 1989) attribuisce i corpi canalizzati ad un sistema di suprafan e osserva una dispersione delle paleocorrenti di oltre 100 gradi, con una media che indica provenienze da SW.

In Tunisia mancano direzioni W-E che invece prevalgono in Sicilia, dove Wezel (1970) individua una dispersione longitudinale (da W verso E) e apporti anche laterali (da S). La tendenza nella sedimentazione, anche per Wezel (1970), è regressiva e la velocità di sedimentazione raggiunge 64 cm/1000 anni per le facies arenacee grossolane. Il sistema deposizionale in Sicilia è costituito da conoidi sottomarine coalescenti, che giustificherebbero diversi punti di immissione del detrito (Wezel, 1970, 1974; Yielding, 1979).

In Appennino Meridionale, infine, i caratteri di facies suggerirebbero un ambiente di base di scarpata con tendenza aggradazionale-progradazionale e provenienze da sud secondo Ciaranfi & Loiacono (1983), fondamentalmente aggradazionale con elevata dispersione delle paleocorrenti, secondo Carbone et al. (1987b).

Il Supra N.I. è costituito, in gran parte delle aree studiate, da facies pelitiche con arenarie e silexiti, che indicano sia una variazione dell'ambiente di deposizione (da scarpata a piattaforma), che una trasformazione degli apporti (marnoso-calcarei e arenaceo-micacei con glauconite).

Per quanto riguarda le Lateral Facies molto scarse sono le indicazioni sedimentologiche soprattutto in merito ai rapporti con la Numidian Sequence. In linea generale si tratta o di facies costituite da litareniti ricche di quarzo, di provenienza africana, o di successioni miste, costituite cioè da alternanze di torbiditi differenti e per composizione (litareniti e quarzareniti) e per meccanismi (correnti diluite e flusso di elevata densità), e che pertanto indicano aree di confluenza di apporti da domini interni ed esterni.

Caratteri petrografici delle arenarie numidiche.

Da un punto di vista petrografico la Numidian Sequence è una delle unità meno studiate tra tutte le successioni torbiditiche che caratterizzano le principali catene del

SECTOR OF THE MAGHREBIAN CHAINS	BETIC CHAIN	RIF CHAIN	WESTERN TELL (Orano-Alger)	EASTERN TELL (Alger-Annaba)	TUNISIAN TELL	NEBRODI Mt. (Sicily)	SOUTHERN APENNINES
REFERENCES	Pendon, 1978	Chiocchini et al., 1980 Critelli, 1985		Moretti et al., 1988; in press		Carbone et al., 1987a	Loiacono et al., 1983 Ardito et al., 1985
NUMBER OF ANALYZED SAMPLES	7	7 5		15		9	59 9
COMPOSITION	Litharenites - Sublitharenites	Quartz-arenites Quartz-arenites		Quartz-arenites		Quartz-arenites	Sub-arkoses Quartz-arenites

Tab. 3 - Composizione delle arenarie numidiche.

Tab. 3 - Composition of the numidian sandstones.

Mediterraneo occidentale. I dati esistenti in letteratura sulle arenarie numidiche (Tab. 3) sono, infatti, estremamente scarsi e frammentari e certamente poco significativi sotto il profilo statistico, specialmente se si tiene conto dell'elevata potenza e della vasta distribuzione areale di questa sequenza nella Catena betica-maghrebide e appenninica.

Questi dati, inoltre, sono spesso contraddittori poichè evidenziano, per le arenarie numidiche, un quadro compositivo tutt'altro che omogeneo, denunciando variazioni troppo ampie e in contrasto con la tradizionale attribuzione di queste rocce al gruppo delle quarzo-areniti.

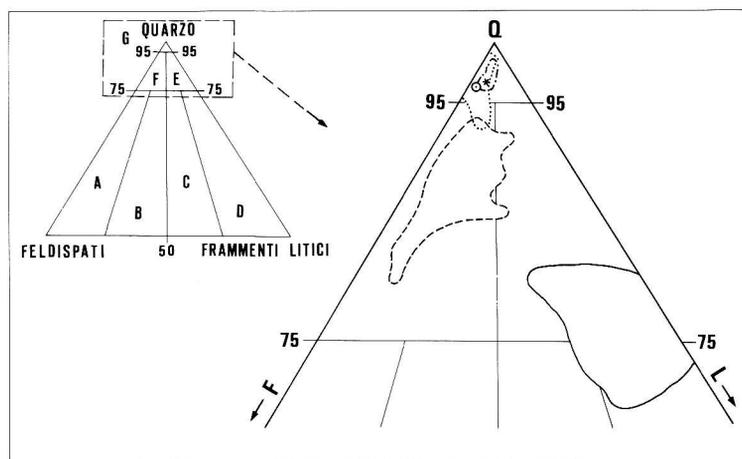


Fig. 4 - Diagramma QFL delle arenarie numidiche affioranti nella Cordigliera Betica, nel Maghreb e nell'Appennino meridionale.

Linea piena) Cordigliera Betica (Pendon, 1978); linea tratteggiata) Appennino lucano (Loiacono et al., 1983); linea punteggiato-tratteggiata) Maghrebidi siciliane (Carbone et al., 1987a); ⊙) composizione media del Rif (Chiocchini et al., 1980); *) composizione media dell'Appennino Dauno (Ardito et al., 1985); linea punteggiata) Tell algerino (Moretti et al., 1988; in stampa).

Fig. 4 - QFL plot of numidian sandstones cropping out in the Betic-Maghrebian and Southern Apennine Chains.

Solid line) Betic Cordillera (Pendon, 1978); dashed line) Lucanian Apennine (Loiacono et al., 1983); dashed-stippled line) Sicilian Chain (Carbone et al., 1987a); ⊙) average composition of the Rif Chain (Chiocchini et al., 1980); *) average composition of the Daunia Apennine (Ardito et al., 1985); stippled line) Algerian Tell (Moretti et al., 1988; in press).

Nel diagramma classificativo di Folk (1974) di Fig. 4 viene fornito un sintetico quadro di confronto dei dati della letteratura relativi alle composizioni delle arenarie numidiche. Queste rocce sembrano potersi riferire (Tab. 3) al gruppo delle litareniti e/o sublitareniti nella Cordigliera Betica (Pendon, 1978), a composizioni quarzo-arenitiche nel Rif (Chiocchini et al., 1980), nel Tell algerino (Moretti et al., 1988; in stampa) e nella catena maghrebide siciliana (Carbone et al., 1987a) e, infine, a composizioni subarkosiche e/o quarzo-arenitiche nell'Appennino meridionale (Loiacono et al., 1983; Ardito et

al., 1985). Le variazioni composizionali di queste rocce, pertanto, risultano troppo ampie e, se confermate da ulteriori analisi, denuncerebbero una tale variazione degli apporti che comporterebbe importanti implicazioni di ordine paleogeografico e paleotettonico. Comunemente le arenarie numidiche risultano caratterizzate da un'elevata maturità composizionale, anche se dal punto di vista tessiturale è sempre possibile riscontrare una cattiva cernita granulometrica, spesso confermata dalla presenza di abbondante matrice silicoclastica (Grasso et al., 1987; Moretti et al., 1988; in stampa). La bassa maturità tessiturale di queste rocce è in netto contrasto con i caratteri composizionali e, soprattutto, con l'elevato grado di arrotondamento dei granuli di quarzo, carattere quest'ultimo sicuramente indicativo di lunghi trasporti o addirittura di poliociclicità.

Il quarzo è sicuramente il minerale più abbondante nelle arenarie numidiche: tra i costituenti principali viene comunemente riscontrata la presenza di k-feldspato e plagioclasio e, solo sporadicamente, di selce e di frammenti di rocce a grana fine riferibili a quarzo-siltiti non carbonatiche. Tra i costituenti accessori sono sempre presenti, in contenuti minimi, miche e cloriti, glauconite e minerali opachi; tra i minerali pesanti, infine, sono state riscontrate soprattutto le specie ultrastabili (zirconio, tormalina e rutilo). Una recente indagine sui caratteri di "undulosity" e "polycrystallinity" del quarzo di arenarie numidiche affioranti nel settore orientale del Tell algerino (Moretti et al., 1988; in stampa) ha permesso di ipotizzare una provenienza diretta del materiale quarzoso anche da complessi cristallini costituiti da metamorfiti di grado intermedio-alto. Queste aree di alimentazione sono state in prima approssimazione correlate (Moretti et al., 1988) con le sequenze cristalline del margine meridionale del Sahara algerino (Séries pharusiennes Auct.). Queste sequenze soggiacciono alle estese coperture continentali arenaceo-argillose di età paleozoico-mesozoica (Continental intercalaire Auct.) le quali, insieme alle più note Nubian Sandstones affioranti nei settori più orientali (Dominio del Fezzan nel Sahara algerino meridionale, Libia, Egitto e catena arabica) o più meridionali, come in Ogaden (Guerrera & Puglisi, 1984), dovrebbero costituire, secondo le più recenti e ormai più accreditate ipotesi, le aree di provenienza del quarzo numidico poliociclatato.

Conclusioni.

Numerose e talora controverse risultano le interpretazioni di ordine paleogeografico e paleotettonico della Numidian Sequence e delle Lateral Facies, formulate nei differenti settori della catena.

Per contro, ipotesi complessive che abbiano tenuto conto dell'effettivo "dossier" dei dati a scala di tutta la catena, sono praticamente inesistenti, ad eccezione di quella formulata da Durand Delga (1980, p. 214). In accordo con la grande maggioranza degli autori precedenti questo autore situa il Bacino Numidico a sud del Dominio Interno (Massicci cristallini paleozoici + Chaîne Calcaire), in probabile sovrapposizione ai segmenti paleogeografici Massylien e Ultra-Tellien p.p., più o meno deformati e definiti a partire dal Cretacico-Paleocene. Il Bacino Numidico sarebbe rappresentato da un profondo solco (avanfossa aquitaniana essenzialmente), alimentato, per by-passing, da sab-

bie provenienti dal Sahara nubiano (per le Maghrebidi orientali) e dal Sahara sud-orane-se, per il Rif e la Cordigliera Betica. In sostanziale accordo con questa impostazione si trova una recente ed accurata revisione dei flysch oligo-miocenici del Maghreb curata da Hoyez (1989).

Alcuni aspetti paleogeografici e tettonici della vasta problematica numidica, messi in luce in questo lavoro e nella più completa revisione presentata in Guerrero et al. (1990), vengono di seguito richiamati e possono costituire dei punti di riferimento per le ricerche future.

Posizione strutturale (Numidian Sequence e Numidian like Sequence). La maggior parte della N.S. poggia sulle Unità Massyliennes del Dominio dei Flysch e sul Dominio Esterno (Fig. 1-3); più limitatamente essa poggia sulle Unità Maurétaniennes (es. Piccola Kabylia) e solo occasionalmente si trova retroscorsa sul Dominio Interno (es. Rif). In questo ultimo caso la N.S. è tettonicamente associata con parti delle Unità Massyliennes. Nelle Maghrebidi siciliane e nell'Appennino meridionale una parte della N.S. è radicata al Dominio Esterno.

Le Numidian like Sequences del Rif e del Tell algerino sono stratigraficamente inserite all'interno di unità tettoniche del Dominio Esterno, mentre parti di quelle affioranti nel Tell tunisino si ritrovano ancora radicate all'Avampaese (Tunisian Platform).

Questa differente posizione tettonica della N.S. e della N.L.S. non contrasta con il quadro strutturale e paleogeografico prospettato da Durand Delga & Fontboté (1980), Durand Delga (1980) e da Hoyez (1989).

La messa in posto della falda numidica, così come l'intero edificio strutturale, non sembra riconducibile ad un unico stile deformativo; infatti, alle fasi compressive principali si associano tardivi fenomeni di *rétrocharriage*, che hanno alterato l'originaria logica tettonica.

Età della Numidian Sequence. In tutto il Nord-Africa, l'età della N.S. si può considerare costante. Il Sub-Numidian Interval può essere attribuito all'Oligocene superiore e l'insieme Numidian Interval e Supra Numidian Interval non supera il Burdigaliano inferiore. Anche nella Cordigliera Betica l'età della N.S. corrisponde con quella nord-africana, ad eccezione di alcune attribuzioni biostratigrafiche controverse relative al Sub-Numidian Interval (es. Formazione di Benaiza). Nelle Maghrebidi siciliane il Sub-N.I. è coevo con il corrispondente intervallo dei precedenti settori, mentre i due intervalli superiori risultano più recenti. L'età del N.I. è infatti riferibile all'Aquitano-Langhiano inferiore, mentre il Supra N.I. è attribuibile al Langhiano-Serravalliano inferiore. Nell'Appennino meridionale l'età del Sub-N.I. non è ancora ben determinata, mentre l'attribuzione biostratigrafica dei due intervalli superiori sostanzialmente corrisponde con quella siciliana.

Questo quadro biostratigrafico permette di stabilire che la base del N.I. (cioè dell'inizio del massiccio apporto quarzoso) è sostanzialmente sincrona (Aquitano basale)

in tutti i settori della catena. Le differenti età riscontrate nella porzione superiore della N.S. indicano, invece, una differente evoluzione paleogeografica e tettonica del ramo orientale (Sicilia e Appennino meridionale) rispetto a quello centro-occidentale (Cordigliera Betica, Rif e Tell). Questa differente evoluzione riflette, probabilmente, un sensibile ritardo delle fasi tettoniche di chiusura dell'orogenesi maghrebide-appenninica nel ramo orientale.

Analisi sedimentologica. Gli studi sedimentologici sviluppati nei diversi settori hanno contribuito a chiarire i processi deposizionali implicati nella sedimentazione numidica: flussi gravitativi prevalentemente ad alta densità caratterizzati da sospensioni ricche di matrice sabbiosa fine. Tuttavia, considerando che la N.S. è quasi sempre dislocata in contesti geotettonici contrassegnati da forti raccorciamenti, i risultati raramente (es. Tell tunisino) consentono una soddisfacente ricostruzione delle relazioni tra le varie facies. Nonostante queste difficoltà diversi tentativi, talora con risultati contraddittori, sono stati fatti nei differenti settori della catena.

Evoluzione longitudinale. I dati disponibili non sembrano evidenziare particolari trends evolutivi della Numidian Sequence; la distribuzione areale della E.N.S. e della I.N.S., infatti, non è omogenea lungo tutta la catena. La E.N.S. sembra predominare nel ramo orientale della catena (dall'Appennino meridionale alla Tunisia) e forse anche nel settore betico, mentre nei rimanenti settori riffano-telliani predomina la I.N.S. La distribuzione della E.N.S. è ovviamente marcata dalla presenza di facies carbonatiche (diffuse nel Sub-Numidian Interval), legate all'attività delle adiacenti piattaforme carbonatiche.

Evoluzione trasversale. In una ideale sezione paleogeografica trasversale, le varie facies prima descritte della Numidian Sequence e delle Lateral Facies si collocherebbero, come segue, ad iniziare dalle facies più esterne: 1) Numidian like Sequence, legata alla Piattaforma sahariana, all'Atlas tunisino e sovrapposta in scaglie sul Dominio Esterno riffano e telliano; 2) External Numidian Sequence, ubicabile in aree esterne del Bacino Numidico; 3) Internal Numidian Sequence, deposta in aree relativamente più interne del Bacino Numidico; 4) Mixed Successions, in aree di transizione tra il bordo interno del Bacino Numidico ed il segmento Maurétanien del Dominio dei Flysch; 5) Numidoïde, infine, particolare Lateral Facies del settore betico-riffano, di incerta posizione paleogeografica, anche se alcuni elementi farebbero ipotizzare possibili legami con il Dominio Interno.

La sedimentazione numidica occuperebbe, così, il settore meridionale di una vasta area compresa tra la placca ALKAPECA (massicci cristallini paleozoici + Chaîne Calcaire), a nord, e il Dominio Esterno tello-riffano, a sud, durante l'Oligocene superiore - Miocene inferiore-medio. Il quadro paleogeografico può essere completato se si considera che nel settore settentrionale di tale area si depositavano le potenti e coeve successioni torbiditiche legate al Dominio Interno (v. ad es., Puglisi, 1987; Guerrera et al., 1989a, b).

Origine del quarzo numidico. L'origine del caratteristico e abbondante quarzo numidico (da 10.000 a 50.000 km³ secondo la stima di Durand Delga, 1980) è stata fortemente dibattuta. Due principali ed opposte ipotesi possono riassumere le differenti posizioni: la prima prevede un'origine da un continente "tirrenide" settentrionale e la seconda dai massicci precambriici africani. Una breve storia delle varie ipotesi viene tracciata da Durand Delga (1980), il quale conclude con un elenco di argomentazioni geologiche a favore di una provenienza africana del quarzo numidico. Ulteriori considerazioni in favore di questa ipotesi possono essere ancora tracciate:

1) incompatibilità di un'unica area di alimentazione per radicale differenza composizionale tra gli apporti supermaturo e policiclici delle litofacies numidiche e quelli immaturi delle coeve sequenze torbiditiche interne ben distribuite lungo tutta la catena (v. Guerrera et al., 1989a, b);

2) compatibilità mineralogico-petrografica nella provenienza delle litofacies numidiche da sequenze quarzose arenacee continentali africane, di tipo Nubian Sandstone (Chiocchini et al., 1980; Guerrera & Puglisi, 1984; Moretti et al., 1988; in stampa);

3) studi di carattere chimico-mineralogico delle peliti numidiche confermerebbero indirettamente la derivazione "africana" del materiale detritico numidico (es. Rivière, 1987, 1988);

4) studi morfologici e radio-cronologici di zirconi detritici inclusi nei quarzi numidici hanno fornito età comprese tra 1.300 e 1.800 MA (Gaudette et al., 1975; Lancelot et al., 1977). Lo stesso metodo applicato alla successione gréso-micacée della Sicilia (Lancelot et al., 1977), approssimativamente sincrona della Numidian Sequence, ha fornito invece un'età di 290-310 MA, confermando così la radicale differenza all'origine che separa le due sequenze; questo permette, inoltre, di attribuire alla successione gréso-micacée un'origine locale, identificabile nello zoccolo calabro-peloritano;

5) la distribuzione delle facies sedimentologiche numidiche della Tunisia, delineata principalmente da Hoyez (1975, 1989), ben si inquadra in un modello paleogeografico del sistema di dispersione, che prevede un'area meridionale di immissione principale delle sabbie numidiche;

6) la presenza di Numidian like Sequence nel Dominio Esterno e nell'Avampaese costituisce una testimonianza del passaggio del quarzo numidico, di provenienza meridionale, o comunque una estensione del Bacino Numidico verso queste zone.

Un'ipotesi alternativa definita "ultra" (Mattauer, 1963), sostenuta per molti anni da diversi ricercatori, prevede un'ubicazione dell'originario Bacino Numidico in posizione più interna rispetto ai massicci cristallini paleozoici e alimentato da aree ancora più settentrionali. Questa concezione si basa principalmente sulla ricostruzione della polarità tettonica ricavata dalla posizione della falda numidica, quasi sempre in sovrastruttura. Questa ipotesi, abbandonata dalla maggioranza dei ricercatori, è stata recentemente proposta in un commento di Coutelle & Delteil (in stampa) alla sintesi paleogeografica tetisiana delle Maghrebidi avanzata da Bouillin (1986). Lo stesso Bouillin (in stampa) controeplifica con una serie di argomenti sui differenti aspetti della questione, riaffer-

mando l'indiscutibile validità dell'ipotesi "infra".

Anche se diversi aspetti legati all'interpretazione della Numidian Sequence, delle Lateral Facies e dell'origine del quarzo numidico sembrano abbastanza indagati, importanti questioni di ordine paleogeografico e paleotettonico, talora sostanziali, restano ancora da approfondire e tra queste:

- 1) definizione mineralogico-petrografica, statisticamente significativa della Numidian Sequence e delle Lateral Facies;
- 2) esame delle relazioni tra Numidian Sequence e Numidian like Sequence, al fine di poter ricostruire il bordo meridionale del Bacino Numidico;
- 3) intensificazione di studi biostratigrafici integrati delle varie facies numidiche, per meglio precisare l'evoluzione, nel tempo e nello spazio, dei vari processi sedimentari;
- 4) accurate analisi sedimentologiche potrebbero chiarire il significato delle Lateral Facies ed individuare eventuali altri punti di immissione dei materiali numidici;
- 5) uno studio particolare meriterebbe l'intervallo a silexite, in quanto marker-bed del Supra N.I. presente anche in successioni torbiditiche interne (es. Oligo-Miocene kabylye). Questo marker-bed risulta legato a prodotti vulcanoderivati penecontemporanei alla sedimentazione; pertanto, datazioni biostratigrafiche e radiometriche consentirebbero di individuare un time-level valido per correlazioni regionali;
- 6) una più accurata ricostruzione dell'evoluzione tettonica della Numidian Sequence e delle Lateral Facies consentirebbe di precisare: numero ed età delle fasi, tipo di deformazione, paleogeografia compatibile e ruolo della tettonica trascorrente.

Più in generale, sono da identificare le relazioni tra il "bacino delle successioni torbiditiche oligo-mioceniche" e il "grande bacino dei flysch cretaco-paleogenici", corrispondente al Bassin Maghrébin di Bouillin (1986). Il "bacino oligo-miocenico" rappresenta l'evoluzione paleogeografica di quello cretaco-paleogenico, ma non sono ancora del tutto chiari gli effetti paleogeografici prodotti dalle precedenti fasi tettoniche. In altre parole, resta da stabilire quanto l'orogenesi alpina abbia modificato le zone Massyliennes e Maurétaniennes, successivamente implicate nell'orogenesi maghrebide-appenninica.

R E F E R E N Z E

- Abate B., Lo Cicero G., Pescatore T., Renda P. & Tramutoli M. (1985) - Il Flysch Numidico delle Madonie occidentali. Gruppo di Sedimentologia. Palermo 14-16 Giugno 1985, pp. 1-35, 14 fig., 1 tab., Palermo.

- Ardito M.C., Colaluca G., Dazzaro L., Del Gaudio V., Lops B., Moresi M., Piccarreta G. & Rapisardi L. (1985) - Le arenarie dell'Appennino Dauno - Osservazioni geologiche, mineralogiche e petrografiche. Atti 3 Conv. Naz. "Attività estrattiva dei minerali di II categ.", Bari, 1985, pp. 50-53, 6 fig., 2 tab., ANIM Ed. PEI, Parma.
- Bianchi F., Carbone S., Grasso M., Invernizzi G., Lentini F., Longaretti G., Merlini S. & Mostardini F. (1989) - Sicilia orientale: profilo geologico Nebrodi-Iblei. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, v. 38 (1987), pp. 429-458, 8 fig., 1 tav. f.t., Roma.
- Bizon G. & Hoyez H. (1979) - Données stratigraphiques sur les formations sous-numidiennes en Algérie. *C.R. Acad. Sc.*, v. 289, pp. 655-658, Paris.
- Boccaletti M., Conadera C., Dainelli P. & Gocev P. (1985) - Tectonic map of the Western Mediterranean Area. Scale 1:2.500.000, Litogr. Artist. Cartogr., Firenze.
- Bouillin J.-P. (1986) - Le "bassin maghrébin": une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'ouest des Alpes. *Bull. Soc. Géol. France.*, v. 2, n. 4, pp. 547-558, 5 fig., Paris.
- Bouillin J.-P. (in stampa) - Réponse au commentaire de A. Coutelle et J. Delteil "La suture alpine en Méditerranée occidentale. Remarques sur une synthèse et rappel d'une autre conception". *Bull. Soc. Géol. France*, Paris.
- Bourgeois J. (1978) - La transversale de Ronda, Cordillères bétiques, Espagne. Données géologiques pour un modèle d'évolution de l'Arc de Gibraltar. *Ann. Sc. Univ. Besançon*, v. 30, pp. 1-445, 4 fig., Besançon.
- Broquet P. & Duée G. (1967) - Nouvelles observations sur les flysch de Sicile. *C.R. Somm. Soc. Géol. France*, v. 7, pp. 270-271, Paris.
- Broquet P., Duée G. & Mascle G. (1975) - Style et chronologie des déformations affectant le Numidien interne de Gangi-Nicosia (Monts Nebrodi - Sicile). *Bull. Soc. Géol. France*, v. 17, n. 5, pp. 656-663, 5 fig., Paris.
- Burrollet P.F. (1956) - Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie Centrale. *Thèse Univ. Alger*, pp. 1-350, 12 tav., 56 fig., Alger.
- Carbone S., Catalano S., Grasso M., Lentini F., Monaco C., Puglisi D., Romeo M. & Tiralongo P. (1987a) - Nota illustrativa della carta geologica della Sicilia centro-orientale (1:50.000). *Conv. Soc. Geol. Ital. Naxos-Pergusa 22-25 aprile 1987*, pp. 30-31, Catania.
- Carbone S., Lentini F., Sonnino M. & De Rosa R. (1987b) - Il Flysch Numidico di Valsinni (Appennino Lucano). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 106, n. 2, pp. 331-345, 8 fig., 1 tab., Roma.
- Carmisciano R., Coccioni R., Corradini D., D'Alessandro A., Guerrera F., Loiacono F., Moretti E., Puglisi D. & Sabato L. (1989) - Nuovi dati sulle "Successioni Miste" inframioceniche dell'Algeria (Grande Kabilia) e della Sicilia (Monti Nebrodi): confronti con analoghe successioni torbiditiche nell'Arco di Gibilterra e nell'Appennino lucano. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, v. 38 (1987), pp. 551-576, 1 tav., 11 fig., 6 tab., 2 tav. f.t., Roma.
- Castany G. (1951) - Carte géologique de la Tunisie au 500.000e avec notice explicative. *Serv. Géol. Tunisie*, Tunis.
- Cazzola C. & Critelli S. (1986/87) - Litostratigrafia e petrologia delle quarzoareniti torbiditiche oligomioceniche di Asilah (catena del Rif, Marocco Nord-Occidentale). *Miner. Petrogr. Acta*, v. 30, pp. 203-226, 16 fig., 1 tab., Milano.
- Chauve P. (1960) - Etude de quelques affleurements jurassiques de la région d'Alcalà de los Gazules (prov. de Cadix, Espagne). *Bull. Soc. Géol. France*, v. 2, pp. 345-351, 4 fig., 2 tab., Paris.
- Chiocchini U., Franchi R., Guerrera F., Ryan W.B.F. & Vannucci S. (1980) - Geologia di alcune successioni torbiditiche cretacico-terziarie appartenenti ai "Flysch Maurétaniens" e alla "Nappe Numidienne" del Rif settentrionale (Marocco). *Studi Geol. Camerti*, v. 4, pp. 37-66, 13 fig., 10 tab., Camerino.

- Chouabbi A. (1987) - Etude géologique de la Région de Hamman N°Bails (SE de Guelma, Constantinois, Algérie: un secteur des zones externes de la chaîne des Maghrébides. *Thèse Univ. Paul Sabatier, Toulouse*, pp. 1-123, 1 tav., 57 fig., Toulouse.
- Ciaranfi N. & Loiacono F. (1983) - Il Flysch Numidico nel quadro dell'evoluzione tettonico-sedimentaria inframiocenica dell'Appennino meridionale. *Dip. Geol. Geof. Univ. Bari*, v. 16, pp. 1-43, 1 tav., 12 fig., 1 tab., Bari.
- Coccioni R. (1989) - Nuovi dati biostratigrafici relativi al substrato stratigrafico (alternanza di "Arcillas de Jimena" e "Formación de Benaiza") di facies tipo Numidico nella Spagna meridionale. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, v. 38 (1987), pp. 593-599, 1 tav., 1 fig., 1 tab., Roma.
- Coiffait Ph., Durand Delga M., Feinberg H., Lahondhère J.C. & Magné J. (1983) - Age post oligocène de la mise en place d'éléments allochtones ultra-telliens au Sud-Ouest de Constantine (Algérie). *C.R. Acad. Sc. Paris*, v. 297, pp. 735-742, 3 fig., 2 tab., Paris.
- Coutelle A. & Delteil J. (in stampa) - La suture alpine en Méditerranée occidentale. Remarques sur une synthèse et rappel d'une autre conception. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris.
- Critelli S. (1985) - Provenienza delle torbiditi oligo-mioceniche del dominio esterno e della falda Numidica del Rif (Marocco nord-occidentale). *Tesi Univ. Calabria*, pp. 1-128, 13 tav., 15 fig., 7 tab., Cosenza.
- Didon J. (1960) - Le flysch gaditan au Nord et au Nord-Est d'Algeciras (Prov. de Cadix, Espagne). *Bull. Soc. Géol. France*, v. 2, pp. 352-361, Paris.
- Didon J., Durand Delga M., Esteras M., Feinberg H., Magné J. & Suter G. (1984) - La Formation des Grès numidiens de l'arc de Gibraltar s'intercale stratigraphiquement entre des argiles oligocènes et des marnes burdigaliennes. *C. R. Acad. Sc. Paris*, v. 229, n. 3, pp. 121-128, 4 fig., 2 tab., Paris.
- Didon J. & Hoyez B. (1977) - Déplacement tardif de la Nappe Numidienne en direction du NNW à la périphérie de l'Arc de Gibraltar. 5 Réunion. Ann. Sciences Terre, Rennes 19-22 avril 1977, p. 199, Rennes.
- Didon J. & Hoyez B. (1978) - Le Numidien dans l'arc bético-rifain; hypothèse sur sa mise en place sédimentaire et tectonique. *Ann. Soc. Géol. Nord*, v. 98, pp. 9-24, 6 fig., 2 tab., Lille.
- Durand Delga M. (1966) - Titres et travaux scientifiques. V. di 42 pp., 6 fig., Imp. Priester, Paris.
- Durand Delga M. (1969) - Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. *Pubbl. Serv. Géol. Algérie*, v. 39, pp. 89-131, Alger.
- Durand Delga M. (1980) - La Méditerranée occidentale: étapes de sa genèse et problèmes structuraux liés à celle-ci. Livre Jubilaire. *Mem. H.-Sér. Soc. Géol. France*, v. 10, pp. 203-224, 7 fig., Paris.
- Durand Delga M. & Fontboté J.M. (1980) - Le cadre structural de la Méditerranée occidentale. *Mém. B.R.G.M.*, v. 115, pp. 67-85, 8 fig., Orléans.
- Durand Delga M., Hottinger L., Marçais J., Mattauer M. & Millard Y. (1962) - Données actuelles sur la structure du Rif. Livre Mém. P. Fallot. *Mém. H.-Sér. Soc. Géol. France*, v. 1, pp. 399-422, 7 fig., Paris.
- Durand Delga M. & Mattauer M. (1959) - Existence dans le Rif (Maroc) d'une nappe supérieure à matériel "Numidien" (nappe du J. Sougna). *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, v. 8, pp. 225-227, Paris.
- Feinberg H., Hoyez B. & Lahondhère J.C. (1981a) - Nouvelles données biostratigraphiques sur le Numidien de l'Algérie et du Maroc. *Cahiers Micropaléont.*, v. 3, pp. 93-99, 3 fig., 2 tab., Paris.
- Feinberg H., Hoyez B. & Tourmakine M. (1981b) - Les phénomènes de corrélation liés à la lysocline dans les séries "on shore": application paléobathymétrique. *Trav. Lab. Micropaléont., Univ. Pierre-Marie Curie, Paris VI*, v. 9, pp. 274-286, 2 tab., Paris.

- Fenet B. (1975) - Recherches sur l'alpinisation de la bordure septentrional du Bouclier africain à partir de l'étude d'un élément de l'orogène nord-maghrébin: les Monts du Djebel Tessala et les massifs du littoral oranais. *Thèse Univ. Nice*, pp. 1-301, 48 fig., 6 tab., Nice.
- Ficheur E. (1890) - Description géologique de la Kabylie du Djurdjura. Etude spéciale des terrains tertiaires. *Thèse Univ. Paris*, pp. 1-680, 5 tav., 51 fig., 9 tab., Paris.
- Folk R.L. (1974) - Petrology of sedimentary rocks. V. di 182 pp., 7 tav., 87 fig., 29 tab., Hemphill's, Austin.
- Fornelli A., Losito R., Guagliardi A. & Massenzio A. (in stampa) - Studio petrografico delle arenarie di Corleto. *Giorn. Geol.*, Bologna.
- Gaudette H. E., Hurley P. M., Faibairn N. W. & Lajmi T. (1975) - Source area of the Numidian flysch of Tunisia as suggested by detrital zircon ages. *Geol. Soc. Am. Ann. Meet. A.G.U.*, pp. 1083-1084, New York.
- Gavala J. (1924) - Mapa geológico de la provincia de Cadix, escala 1:200.000. *I.G.M.E.*, Madrid.
- Gélard J. P. (1971) - Les flyschs littoraux de la région d'Azazga-Port Gueydon (Algérie). *C. R. Acad. Sc.*, v. 272, pp. 917-920, 1 fig., Paris.
- Gélard J. P. (1979) - Géologie du nord-est de la Grande Kabylie (Un segment des zones internes de l'orogène littoral maghrébin). *Thèse Univ. Dijon*, pp. 1-335, 31 tav., 98 fig., Dijon.
- Giunta G. (1985) - Problematiche ed ipotesi sul Bacino Numidico nelle Maghrebidi siciliane. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 104, n. 2, pp. 239-256, 2 fig., 1 tab., Roma.
- Glaçon G. & Rouvier H. (1967) - Précisions lithologiques et stratigraphiques sur le "Numidien" de Kroumerie (Tunisie septentrionale). *Bull. Soc. Géol. France*, v. 9, pp. 410-417, 2 fig., Paris.
- Gonzales Donoso J. M., Linares D., Martin Algarra A. & Serrano F. (1987) - El complejo tectosedimentario del Campo de Gibraltar. Datos sobre su etad y significado geologico. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, v. 82, n. 1-4, pp. 233-251, 1 tav., 2 fig., 1 tab., Madrid.
- Gottis Ch. (1953) - Sur la discordance du flysch "numidien" en Tunisie septentrionale. *C. R. Acad. Sc.*, v. 236, pp. 2521- 2523, Paris.
- Grasso M., Guerrera F., Loiacono F., Puglisi D., Romeo M., Balenzano F., Carmisciano R., Di Pierro M., Gonzales Donoso J. M. & Martin Algarra A. (1987) - Caratterizzazione sedimentologica, biostratigrafica e mineralogico-petrografica di "Successioni Miste" inframioceniche affioranti in Spagna (Catena betica) e in Italia meridionale (M.ti Nebrodi e Appennino Lucano). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 106, n. 3, pp. 475-516, 1 tav., 14 fig., 8 tab., Roma.
- Guardia P. (1975) - Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie nord-occidentale. Relations structurales et paléogéographiques entre le Rif externe, le Tell et l'avant-pays atlasique. *Thèse Univ. Nice*, pp. 1-289, 5 tav., 141 fig., Nice.
- Guerrera F. (1981/82) - Successions turbiditiques dans les flyschs maurétanien et numidien. *Rev. Géol. Dynamique Géogr. Phys.*, v. 23, n. 2, pp. 85-96, 5 fig., 1 tab., Paris.
- Guerrera F., Coccioni R., Loiacono F., Puglisi D. & Moretti E. (1989a) - Sequenze fliscioidi oligomioceniche tipo "Maurétanien" (sinorogene e tardorogene) della Cordigliera betica (Spagna) e del Tell orientale (Algeria): confronti nel Rif, nella catena nord-siciliana e nell'Appennino meridionale. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, v. 38 (1987), pp. 521-550, 1 tav., 10 fig., 4 tab., Roma.
- Guerrera F., Loiacono F. & Grasso M. (1986) - Dati preliminari sulle successioni oligo-mioceniche "miste" affioranti lungo la catena Betico-Maghrebide-Appennino meridionale: una famiglia di flysch con evidenti implicazioni paleogeografiche e paleotettoniche. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 105, n. 1-2, pp. 99-110, 4 fig., Roma.
- Guerrera F., Loiacono F., Moretti E. & Puglisi D. (1990) - The Numidian Nappe in the Maghreb Chain: State of the art. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, Roma.

- Guerrera F., Puglisi D. (1984) - Le Arenarie di Yesomma in Somalia: un possibile equivalente meridionale delle più note "Nubian Sandstones". *Rend. Soc. Geol. Ital.*, v. 6 (1983), pp. 43-47, 2 fig., Roma.
- Guerrera F., Puglisi D. & Moretti E. (1989b) - The Flysch Domain of the Betic and Maghrebian Chains: State of knowledge. *28th. Int. Geol. Congr., Washington 9-19 1989*, v. 1, pp. 594-595, 1 tab., Washington.
- Hoyez B. (1975) - Dispersion du matériel quartzueux dans les formations aquitaniennes de Tunisie septentrionale et d'Algérie nord-orientale. *Bull. Soc. Géol. France*, v. 17, pp. 1147-1156, 3 fig., 1 tab., Paris.
- Hoyez B. (1976) - Précisions stratigraphiques, sédimentologiques et tectoniques sur les massifs de flysch au Nord de Medjana (Wilaya de Sétif, Algérie). *Ann. Soc. Géol. Nord*, v. 96, pp. 89-97, 3 fig., Lille.
- Hoyez B. (1989) - Le Numidien et les flyschs Oligo-Miocènes de la bordure sud de la Méditerranée occidentale. *Thèse Univ. Lille*, 1 v., pp. 1-459, 191 fig., Lille.
- Hoyez B. & Andrejeff P. (1975) - Présence d'une série turbiditique à débris pyroclastiques associée au Numidien de la Région de Gangi-Nicosia (Sicile). *III Réunion Ann. Sc. Terre, Montpellier 23-25 avril 1975*, p. 197, Montpellier.
- Lahondère J. C., Feinberg H. & Haq B. U. (1979) - Datation des grès numidiens d'Algérie orientale: conséquences structurales. *C. R. Acad. Sc. Paris*, v. 289, pp. 383-386, 3 fig., Paris.
- Lancelot J. R., Reille J.-L. & Wezel F. C. (1977) - Etude morphologique et radiochronologique de zircons détritiques des flyschs "numidien" et "gréso-micacé". Conséquences paléogéographiques à l'échelle de la Méditerranée occidentale. *Bull. Soc. Géol. France*, v. 19, n. 4, pp. 773-780, 1 tav., 5 fig., Paris.
- Lentini F. (1979) - Le Unità Sicilidi della Val d'Agri (Appennino Lucano). *Geol. Romana*, v. 18, pp. 215-225, 2 tav., Roma.
- Lentini F., Grasso M. & Carbone S. (1987) - Introduzione alla geologia della Sicilia e guida all'escursione. *Conv. Soc. Geol. Ital., Naxos-Pergusa 22-25 aprile 1987*, pp. 1-60, 18 fig., Catania.
- Lentini F. & Tortorici L. (1987) - Tentative correlation and paleogeographic evolution of the Sicilian-Tunisian orogen. *Giorn. Geol.*, v. 48, n. 1-2, pp. 93-98, 3 fig., Bologna.
- Lentini F. & Vezzani L. (1974) - Carta geologica delle Madonie (Sicilia Centro-settentrionale). *Regione Siciliana ESA*, Palermo.
- Loiacono F., Paglionico A. & Pellegrino M. C. (1983) - Le quarzareniti del Flysch Numidico di Campomaggiore (PZ): indagini per l'utilizzazione in campo industriale. *Geol. Appl. Idrogeol.*, v. 18, n. 1, pp. 73-80, 3 fig., 6 tab., Bari.
- Lowe D. R. (1979) - Sediment gravity flows: their classification and some problems of application to natural flows and deposits. In Doyle L.J. & Pilkey O.H. (Eds.) - *Geology of Continental Slopes, S.E.P.M.*, Spec. Publ., v. 27, pp. 75-82, 4 fig., London.
- Lowe D. R. (1982) - Sediment gravity flows: II Depositional model with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. *Journ. Sed. Petr.*, v. 52, pp. 279-297, 7 fig., Amsterdam.
- Martin Algarra A. (1987) - Evolucion geologica alpina del contacto entre las zonas internas y las zonas externas de la Cordillera betica. *Tesis Univ. Granada*, 2 v., pp. 1-1171, 48 tav., 248 fig., Granada.
- Martin Algarra A. & Vera J. A. (1982) - El Cretácico del Penibético, las unidades del Campo de Gibraltar, las Zonas Internas y las unidades implicadas en el contacto entre Zonas Internas y Externas. In *El Cretácico de España*, pp. 603-628, 4 fig., Univ. Complutense, Madrid.

- Mattauer M. (1963) - Le style tectonique des chaînes telliennes et rifaines. *Geol. Rundsch.*, v. 53, pp. 296-313, Berlin.
- Moretti E., Coccioni R., Guerrera F., Lahondère J.-C., Loiacono F. & Puglisi D. (1988) - Numidian Flysch of the Constantine Mountains (Tell oriental, Algeria). *A.A.P.G. "Mediterranean Basins Conference"*, Nice, sept. 1988, abstr. p. 65, Nice.
- Moretti E., Coccioni R., Guerrera F., Lahondère J.-C., Loiacono F. & Puglisi D. (in stampa) - The Numidian Sequence between Guelma and Constantine (Eastern Tell, Algeria). *Terra nova*, Oxford.
- Ogniben L. (1960) - Nota illustrativa dello schema geologico della Sicilia nord-orientale. *Riv. Min. Sicil.*, v. 11, pp. 183-212, 7 fig., Palermo.
- Ogniben L. (1963) - Il Flysch Numidico nel quadro della geologia della Sicilia *Mem. Soc. Geol. Ital.*, v. 4, pp. 1-18, 3 fig., Pisa.
- Ogniben L. (1969) - Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, v. 9, n. 4, pp. 453-763, Roma.
- Olivier Ph. (1984) - Evolution de la limite entre zones internes et zones externes dans l'Arc de Gibraltar (Maroc-Espagne). *Thèse Univ. Paul Sabatier*, pp. 1-229, 101 fig., Toulouse.
- Ortolani F. & Torre M. (1981) - Guida all'escursione nell'area interessata dal terremoto del 23/11/80. *Rend. Soc. Geol. Ital.*, v. 4, pp. 173-214, Roma.
- Parize O., Beaudoin B., Burollet P.-F., Cojan G. F. & Pinault M. (1986) - La provenance du matériel gréseux numidien est septentrionale (Sicile et Tunisie). *C.R. Acad. Sc. Paris*, v. 303, n. 18, pp. 1671-1674, 2 fig., Paris.
- Pendon J. G. (1978) - Sedimentacion turbiditica en las Unidades del Campo de Gibraltar. *Tesis Univ. Granada*, pp. 1-260, 1 tav., 66 fig., 2 tab., Granada.
- Perrone E. (1981) - Considerazioni sulla trasgressione del Miocene inferiore sulla piattaforma carbonatica. *Rend. Soc. Geol. Ital.*, v. 4, pp. 369-372, 1 fig., Roma.
- Perrone E. & Sgrosso I. (1981) - Il bacino pre-Irpino: un nuovo dominio paleogeografico miocenico dell'Appennino meridionale. *Rend. Soc. Geol. Ital.*, v. 4, pp. 365-368, Roma.
- Pescatore T. (1987) - Evolution of a flysch basin during continental collision: Irpinian Basin, Southern Italy. *Giorn. Geol.*, v. 48, n. 1-2, pp. 121-127, 4 fig., Bologna.
- Pescatore T. & Tramutoli M. (1980) - I rapporti tra i depositi del bacino di Lagonegro e del bacino irpino nella media valle del Basento (Lucania). *Rend. Acc. Sc. Fis. Mat. Soc. Naz. Sc. Lett. Arti*, v. 47, pp. 19-41, 5 fig., Napoli.
- Puglisi D. (1987) - Le successioni torbiditiche cretacico-terziarie della Sicilia nord-orientale nel quadro dell'evoluzione del settore meridionale dell'arco calabro-peloritano e della catena maghrebide siciliana. *Giorn. Geol.*, v. 49, n. 1, pp. 167-185, 5 fig., 2 tab., Bologna.
- Rivière M. (1987) - Les argilles numidiennes espagnoles. *1er. Congr. Franç. Sédiment. Paris*, 10-20 Novembre 1987, p. 291, Paris.
- Rivière M. (1988) - Sédimentologie et géochimie de formations du Miocène inférieur des Bétides et des Maghrébides. Implications paléogéographiques. *Thèse Univ. Paris-Sud, Orsay*, pp. 1-388, 5 tav., 136 fig., 136 tab., Orsay.
- Rouvier H. (1971) - Le problème de la patrie du "Numidien" de Tunisie septentrionale. *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, v. 8, pp. 38-40, Paris.
- Saadi S.E.M., Hilali E.A. & Boudda A. (1980) - Carte dressée au Service de la carte géologique Royaume du Maroc. Minist. Energie et Mines, Direct. Géol. Serv. Géol. Maroc, Notes Mém., v. 245a, b, scale 1:500.000, St. Ouen (France).
- Selli R. (1957) - Sulla trasgressione del Miocene nell'Italia Meridionale. *Giorn. Geol.*, s. 2, v. 26, pp. 1-54, 12 fig., Bologna.

- Selli R. (1962) - Il Paleogene nel quadro della geologia dell'Italia meridionale. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, v. 3, pp. 737-789, 9 fig., Roma.
- Sgrosso I. (1981) - Il significato delle calciruditi di Piaggine nell'ambito degli eventi del Miocene inferiore dell'Appennino campano-lucano. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 100, pp. 129-137, 4 fig., Roma.
- Tefiani M. (1967) - Le flysch crétacé-nummulitiques de l'Unité du Djebel Zima (Sud-Est Algérois). *Publ. Serv. Géol. Algérie*, v. 35, pp. 77-80, 2 fig., Alger.
- Van Houten F. B. (1980) - Mid-Cenozoic Fortune Formation, Northeastern Tunisia - Record of Late Alpine activity on North African Craton Margin. *Am. Journ. Sc.*, v. 280, pp. 1051-1062, 6 fig., New York.
- Wezel F. C. (1966) - La sezione tipo del Flysch Numidico: stratigrafia preliminare della parte sottostante al Complesso Panormide (Membro di Portella Colla). *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, v. 18, pp. 71-92, 1 tav., 3 fig., Catania.
- Wezel F. C. (1967) - Lineamenti sedimentologici del Flysch Numidico della Sicilia nord-orientale. *Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova*, v. 26, pp. 1-27, 1 tav., 18 fig., Padova.
- Wezel F. C. (1968) - Osservazioni sui sedimenti dell'Oligocene-Miocene inferiore della Tunisia settentrionale. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, v. 7, pp. 417-439, 5 fig., 2 tab., Pisa.
- Wezel F. C. (1970) - Geologia del Flysch Numidico della Sicilia Nord-orientale. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, v. 9, pp. 225-280, 2 tav., 36 fig., Pisa.
- Wezel F. C. (1973) - "Diachronisme" des dépôts et des phases orogéniques. *Riv. Min. Sicil.*, v. 142-144, p. 393, Palermo.
- Wezel F. C. (1974) - Flysch successions and the tectonic evolution of Sicily during the Oligocene and Early Miocene. In *Geology of Italy*, pp. 1-23, 6 fig., 1 tab., Ed. C. Squyres, Petr. Expl. Soc. Libya, Tripoli.
- Wildi W. (1983) - La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie): structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. *Géol. Dynam. Géogr. Phys.*, v. 24, n. 3, pp. 201-299, 30 fig., 1 tab., Paris.
- Yielding G. (1979) - Palaeocurrents and facies in the Numidian Flysch of Sicily. *Undergraduate Project Univ. Cambridge*, pp. 1-46, 7 tav., 12 fig., Cambridge.