

Riv. Ital. Paleont.	v. 88	n. 2	pp. 251 – 270	Marzo 1983
---------------------	-------	------	---------------	------------

**LA SUCCESSIONE OLIGOCENICA
TRA OVADA E CASSINELLE (ALESSANDRIA)
EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA ED IMPLICAZIONI STRUTTURALI**

ROBERTO FANTONI, IVANO LOVATI e PIETRO MARIO ROSSI

Key-words: Tectonic and Sedimentation, Oligocene, Piedmont Tertiary Basin (Italy).

Abstract. Facies succession of the Oligocene terrigenous sequences from a sector of Piedmont Tertiary Basin (between Ovada and Cassinelle, Alessandria) are here described and their significance discussed. The palaeogeographic evolution of the area results to be controlled by a synsedimentary tectonics. In the Early Oligocene, a generalised vertical mobility affected the region which, as a consequence, was splitted in some blocks with a differential tectonic behaviour by tensive lineaments; that is testified by a widespread continental facies characteristic of a high energy environment (lower part of "Formazione di Molare"). Successively, all the area subsided, and the sea transgressed over it (upper part of "Formazione di Molare"). During the Late Oligocene subsidence acted differentially along synsedimentary faults and the deeper portions are individuated; which became location of relatively deep marine deposition ("Marne di Rigoroso"). The intense tectonic activity was responsible for the deposition of large conglomeratic and arenaceous bodies interbedded within the hemipelagic sequences (in the areas with precocious and intense drowning).

Introduzione.

Vengono analizzate nella presente nota le facies della successione oligocenica nella zona compresa tra Molare e Cassinelle (Alessandria) per stabilire gli eventi tettonici, legati all'assetamento dell'edificio alpino-ligure, che hanno determinato l'evoluzione paleogeografica di questo settore del Bacino Terziario Piemontese. Il lavoro pertanto è finalizzato alla comprensione della dinamica oligocenica in questo bacino post-orogeno.

Nell'area esaminata sono presenti in affioramento le successioni terziarie oggetto di studio e le unità precenozoiche del Gruppo di Voltri (Fig. 1). Questo ultimo, strutturalmente formato da falde sovrapposte, è litologicamente costituito da metamorfiti derivanti da originarie sequenze vulcano-sedimentarie ofiolitifere del dominio oceanico piemontese (Chiesa et al., 1975).

I primi depositi che coprono localmente questo substrato metamorfico sono costituiti da litotipi brecciosi di ambiente continentale ad alta energia

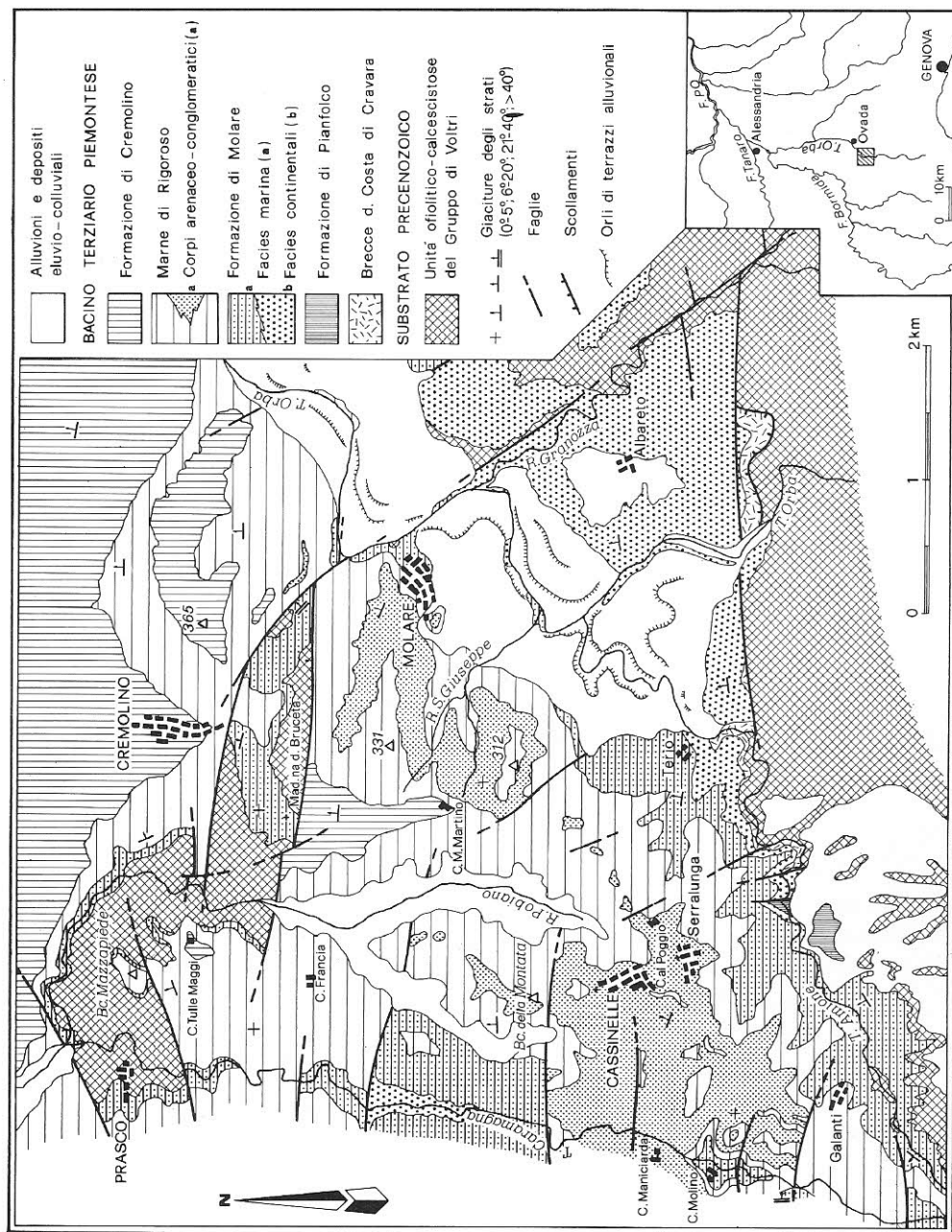


Fig. 1 — Carta geologica dei dintorni di Cassinelle, con particolare riguardo alla successione oligo-miocenica del Bacino Terziario Piemontese.

(Brecce della Costa di Cravara) e da discontinue successioni terrigene prevalentemente fini di origine lacustre (Formazione di Pianfolco) (Charrier et al., 1964). Separati talvolta da una sensibile discordanza angolare dai precedenti, e con diffusione areale generalizzata, si trovano depositi grossolani di ambiente continentale sedimentati da correnti fluviali (Gnaccolini, 1978; Gelati & Gnaccolini, 1978); lo spessore di questi termini è estremamente variabile, elevato alle estremità orientale ed occidentale del Bacino Terziario Piemontese, minimo o nullo tra Ponzzone e Cassinelle. I depositi trasgressivi, uniformemente distribuiti, sono costituiti da sedimenti arenacei con locali aree a sedimentazione carbonatica in posizione di alto strutturale. Tale successione conglomeratico-arenacea, indipendentemente dall'ambiente deposizionale, viene complessivamente indicata come Formazione di Molare nella II ed. del foglio geologico "Genova" (1971), anche se altri Autori (Lorenz, 1969) hanno in essa apportato notevoli diversificazioni.

All'approfondimento graduale dell'ambiente deposizionale corrisponde una sedimentazione marnoso-siltosa emipelagica (Marne di Rigoroso) localmente inquinata da apporti terrigeni grossolani depositi da correnti di torbida (Gelati & Gnaccolini, 1980; Andreoni et al., 1981) o da scivolamenti gravitativi di lastre coinvolgenti il basamento preterziario (Pasquarè, 1968; Michelotto, 1977).

La successione esaminata è chiusa da depositi arenaceo-marnosi attribuibili ad una deposizione torbidity in facies distale (Formazione di Cremolino).

La successione stratigrafica

Nell'ambito della successione descritta, lo studio si è focalizzato su alcune facies della Formazione di Molare e sui corpi arenaceo-conglomeratici presenti entro le Marne di Rigoroso.

Nella zona di Cassinelle, Franceschetti (1967) inserisce nella Formazione di Molare alcuni corpi conglomeratici e i sottostanti depositi marnosi e marnoso-siltosi ("marnes grises inférieures" di Lorenz, 1969, e parte basale dello "Stampiano" di Sacco, 1889-90). In questa sede, si preferisce porre il limite tra Formazione di Molare e Marne di Rigoroso in corrispondenza della comparsa dei primi livelli marnosi, ritenendo prioritaria la distinzione dei depositi continentali e di mare sottile dai depositi emipelagici.

La successione nei dintorni di Cassinelle.

Nell'alta valle del T. Caramagna, è visibile una successione comprensiva di parte della Formazione di Molare e delle Marne di Rigoroso; queste sono

caratterizzate dalla presenza di depositi grossolani il cui spessore complessivo supera gli 80 metri. Tra C. Molino – il Bricco – C. Vagli, è stata effettuata una sezione che illustra facies e spessori assunti da questo corpo arenaceo–conglomeratico (Fig. 2).

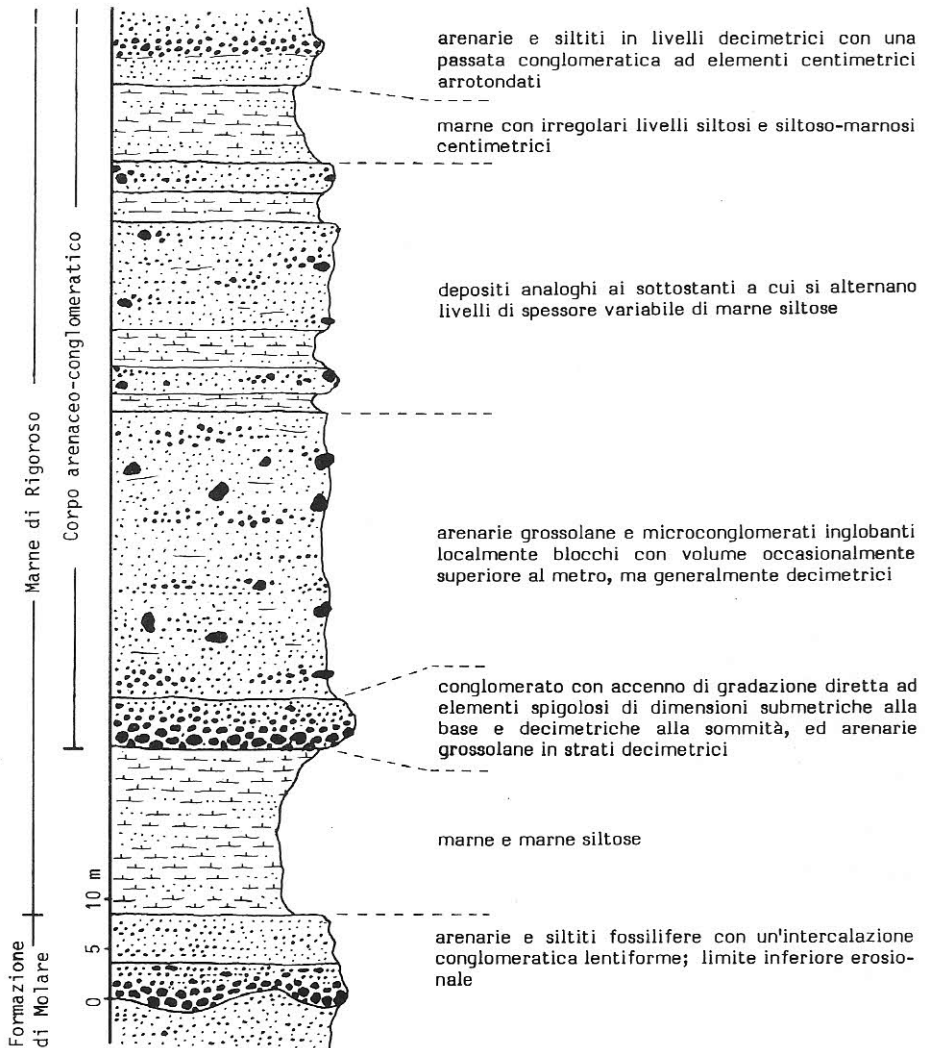


Fig. 2 – Sezione stratigrafica di C. Molino–il Bricco–C. Vagli.

I termini costituenti la parte sommitale della Formazione di Molare caratterizzavano un ambiente marino costiero sporadicamente interessato da correnti violente; la successiva deposizione di marne siltose testimonia un graduale approfondimento dell'ambiente.

L'annegamento dell'area non è comunque accompagnato dall'allontanamento definitivo degli apporti clastici che irrompono nel bacino dapprima con una certa continuità, e successivamente in modo irregolare, dando luogo ad alternanze variabili di depositi grossolani e fini.

Tra il T. Amione e il cimitero di Cassinelle affiora con continuità una serie costituita dalla Formazione di Molare e dalle Marne di Rigoroso, queste ultime inglobanti un altro corpo arenaceo-conglomeratico (Fig. 3).

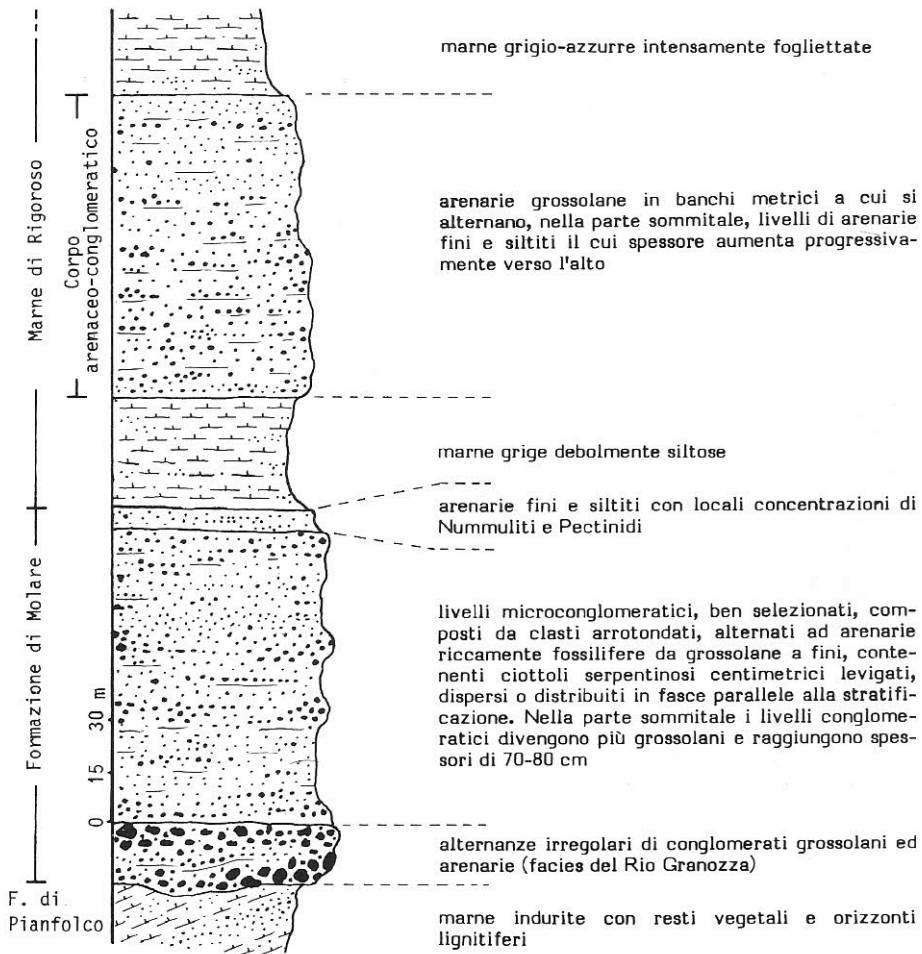


Fig. 3 – Sezione stratigrafica del T. Amione-Cassinelle.

La sezione è comunque rappresentativa di un intorno abbastanza limitato, in quanto la serie presenta notevoli variazioni laterali nella parte inferiore. Le caratteristiche della Formazione di Molare, ad ovest e ad est di Cassinelle, sono evidenziate dalle sezioni di Galanti (Fig. 4) e di Terio (Fig. 5).

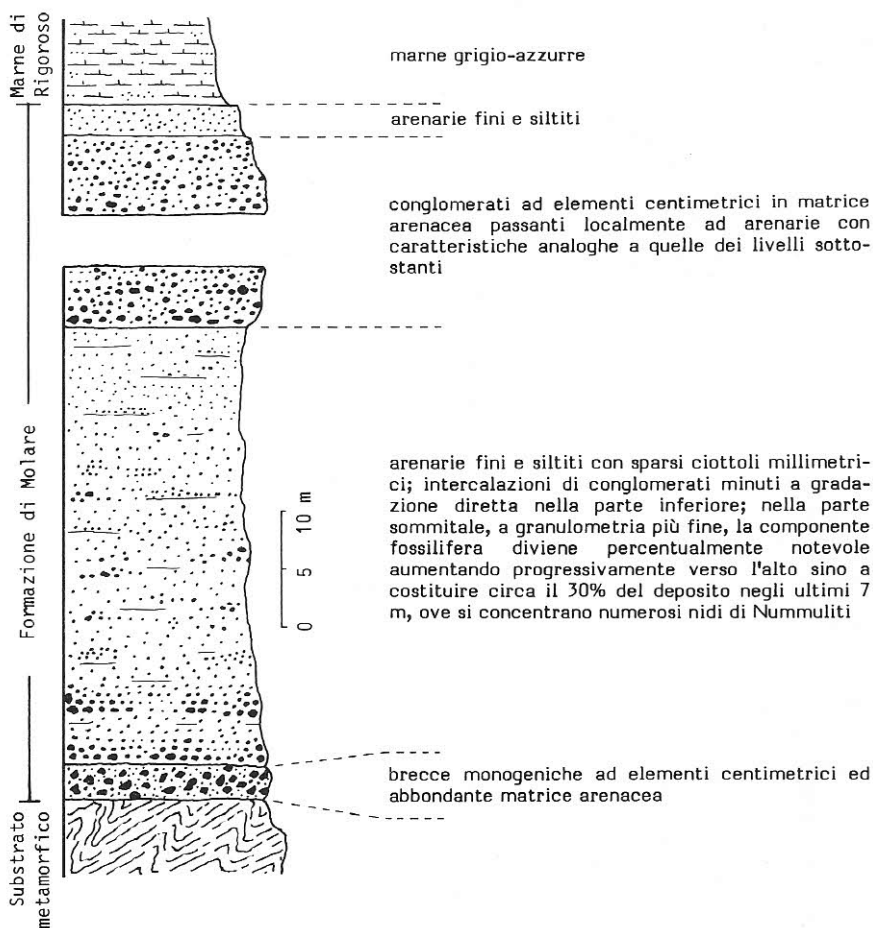


Fig. 4 — Sezione stratigrafica di Galanti.

Confrontando le sezioni in Figura 3, 4, 5, si può individuare un'area, aperta ad est, in cui la trasgressione è preceduta da una sedimentazione continentale in facies fluviale (facies del Rio Granozza). Con l'ingressione marina si ha la diffusione generalizzata di facies costiere e di transizione alla piattaforma. Nella serie di Terio si distinguono inoltre entro questi depositi, orizzonti conglomeratici di forma lenticolare, che si chiudono nel raggio di circa 500 m dando luogo ad una grande lente asimmetrica con maggior estensione rispetto

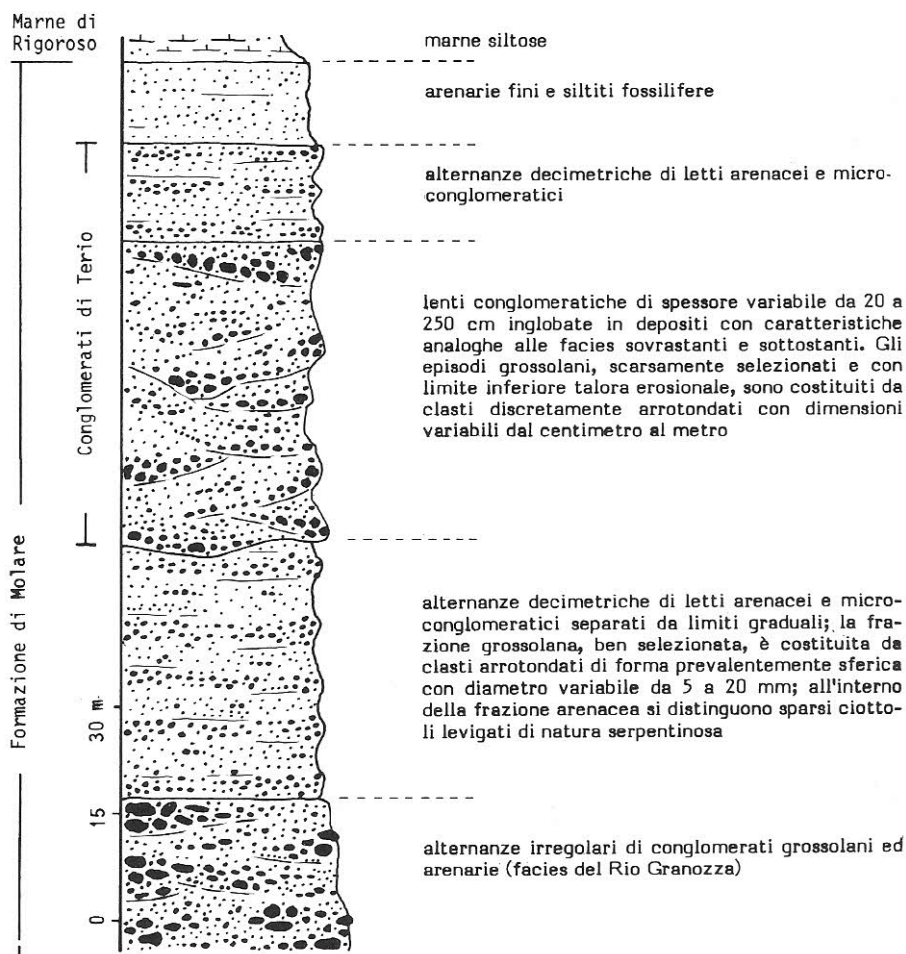


Fig. 5 — Sezione stratigrafica di Terio.

all'asse del corpo verso ovest (Conglomerato di Terio). L'origine di questo deposito è imputabile a mobilitazione di materiale nell'area a tergo in zone acclivi originate da movimenti verticali differenziali.

Nella sezione di Cassinelle si può notare come ad un ulteriore approfondimento dell'ambiente deposizionale, testimoniato dalla sedimentazione marnosa, segua un nuovo apporto terrigeno, che diviene localmente anche molto grossolano; questo è evidenziabile nella sezione dei dintorni di C. al Poggio (Fig. 6).

I depositi di C. al Poggio e di Cassinelle corrispondono quindi a facies rispettivamente centrali e periferiche di un corpo sedimentato in ambiente bacinale da un flusso violento e rapido, che ha impedito la classazione del materiale durante la sedimentazione.

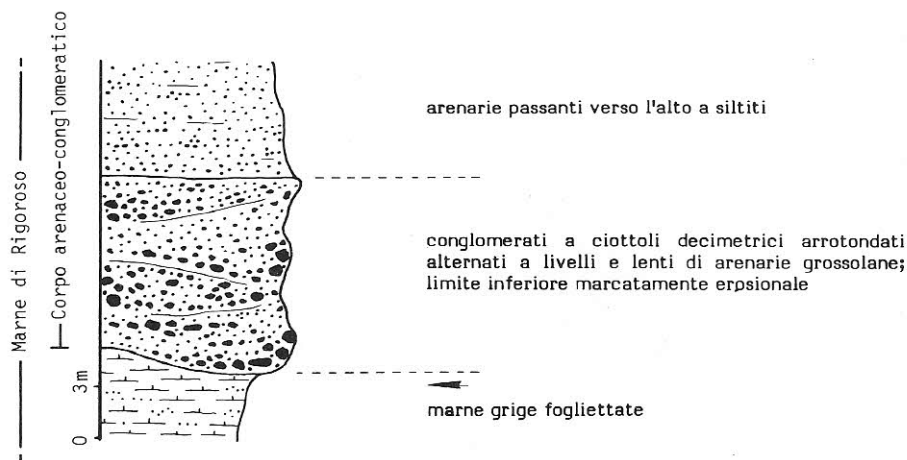


Fig. 6 — Sezione stratigrafica di C. al Poggio.

Il fenomeno è collocabile nell'Oligocene superiore poichè sono state riconosciute, entro i livelli marnosi a letto del corpo arenaceo-conglomeratico, forme che caratterizzano la base di questo intervallo di tempo, quali: *Globigerina venezuelana* Hedberg, *Globigerina angiporoides* Hornibrook, *Globigerina tripartita* Koch, *Catapsydrax dissimilis* Cushman & Bermudez, *Catapsydrax unicavus* (Bolli, Loeblich & Tappan), *Globoquadrina dehiscens praedehiscens* (Blow & Banner), *Globorotaloides suteri* Bolli, *Globorotalia opima nana* (Bolli).

Genesis analoga ha il corpo arenaceo-conglomeratico del Rio S. Giuseppe (Fig. 7), caratterizzato da una marcata asimmetria rispetto alla zona assiale, imputabile alla presenza di un altotondo in zona Roccasolo-Bc. Mazzapiede che impediva il progredire del flusso ad est.

Le forme più significative presenti nei livelli marnosi sottostanti ai depositi grossolani sono: *Globigerina tripartita tripartita* Koch, *Globigerina venezuelana* Hedberg, *Catapsydrax unicavus* (Bolli, Loeblich & Tappan), *Catapsydrax dissimilis* Cushman & Bermudez, *Globorotalia opima nana* (Bolli). Per tale ragione il fenomeno sembra correlabile anche per età a quello di Cassinelle (1).

A SW di Case Francia, entro le Marne di Rigoroso, in posizione stratigraficamente equivalente ai corpi arenaceo-conglomeratici, sono presenti alternanze arenaceo-marnose, il cui spessore complessivo raggiunge la decina di metri.

(1) Ringraziamo R. Gelati per l'esame della microfauna, proveniente dai livelli contrassegnati con freccia nelle sezioni.

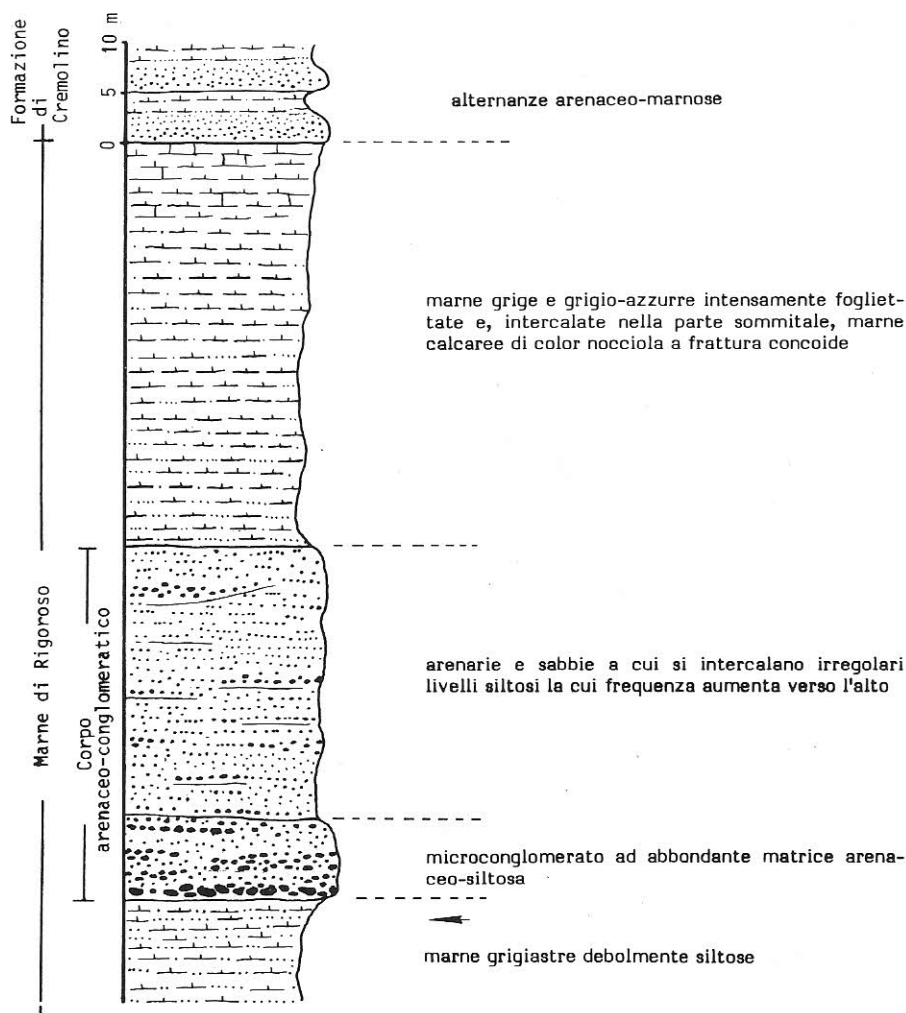


Fig. 7 — Sezione stratigrafica del Rio S. Giuseppe.

La successione del Rio Granozza.

In corrispondenza del crinale di Albareto e dell'inciso del R. Granozza, la Formazione di Molare raggiunge spessori notevoli ed assume facies caratteristiche nell'ambito dell'area esaminata. La sezione rilevata alla confluenza del R. Granozza con il T.Orba (Fig. 8), evidenzia caratteri litologici e spessori dei termini affioranti in questo settore.

La parte inferiore della successione sedimentaria è riferibile ad una sedimentazione fluviale caratterizzata dall'alternarsi di fasi a bassa ed alta energia,

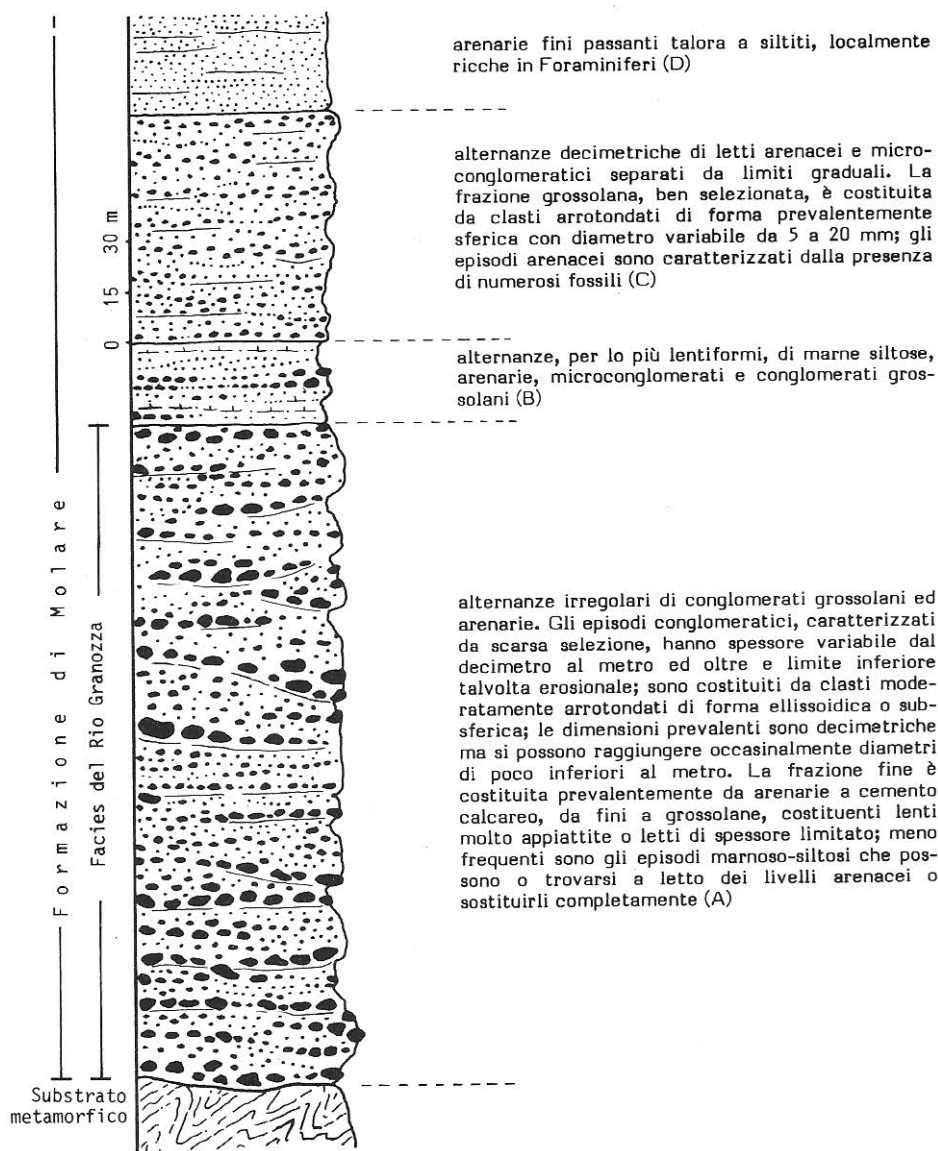


Fig. 8 — Sezione stratigrafica del Rio Granozza.

probabilmente causate dal continuo divagare dell'asse del canale. Se si tiene conto dell'estensione e dello spessore di questa litofacies (150–200 m), ciò sembra imputabile ad una idrografia non ancora impostata lungo percorsi preferenziali, anche se legata a determinate direttrici (Litozona A in Fig. 8).

L'ingressione marina è probabilmente preceduta dall'instaurarsi di piccole lagune a sedimentazione marnosa che venivano rapidamente colmate dai nuovi

apporti fluviali. La presenza di una debole eteropia tra depositi continentali e marini lascia supporre che la formazione di queste lagune avvenisse probabilmente quando il settore nord-orientale era già sommerso (B).

I primi depositi francamente marini sono riferibili ad un ambiente di spiaggia (C) che successivamente si approfondisce in modo graduale, evolvendo verso condizioni di piattaforma (D).

Spostandosi verso SE (Bric della Cacalupa, fuori carta) la facies dominante all'interno della serie continentale assume caratteri diversi rispetto al termine A della sezione rilevata lungo il R. Granozza, passando ad un conglomerato caotico, composto da materiale a pessima classazione, con blocchi di diametro talora superiore al metro immersi in abbondante matrice arenaceo-microconglomeratica; i clasti si presentano alquanto spigolosi, sino a dar luogo, in alcuni punti, a vere e proprie breccie.

La facies del Bc. della Cacalupa è riferibile ad una sedimentazione operata da correnti fluviali violente agenti in aree ad alto gradiente topografico. Questa area assumerebbe così una posizione prossimale nell'ambito del sistema drenante oligocenico, mentre la facies maggiormente elaborata del R. Granozza corrisponderebbe ad aree distali prospicienti l'ambiente costiero.

La successione del Bric Mazzapiede.

Tra Prasco, Cremolino e Molare il basamento metamorfico e i termini basali della serie oligocenica vengono riportati in superficie da faglie subverticali a direzione E-W e NW-SE. Dato comune a tutto questo settore è lo spessore estremamente ridotto dell'intera successione. Le sezioni di seguito riportate (Fig. 9, 10, 11) illustrano questa condensazione della serie e ne evidenziano le caratteristiche litologiche.

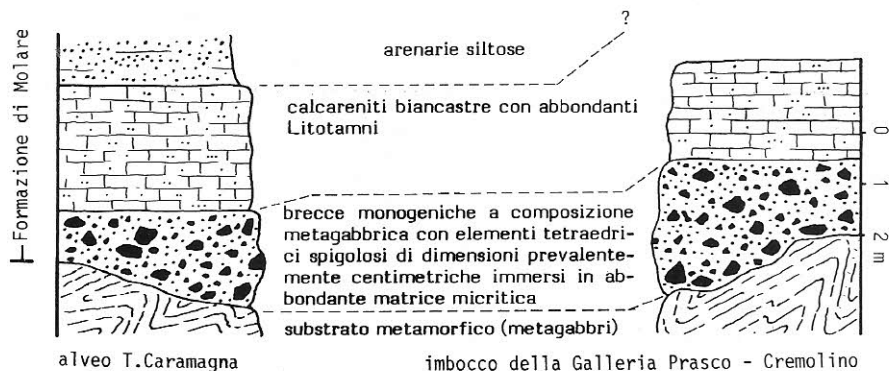


Fig. 9 — Sezioni stratigrafiche di Prasco.

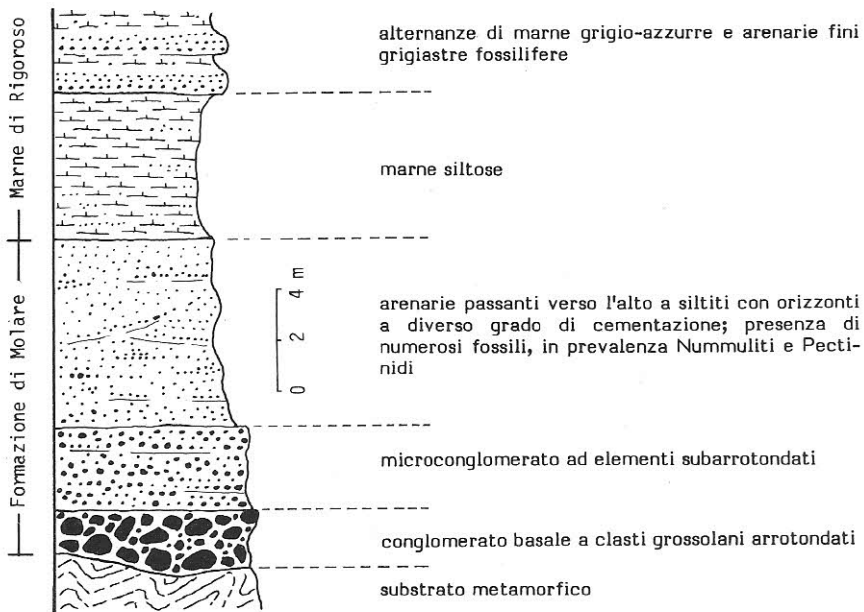


Fig. 10 — Sezione stratigrafica di Molare.

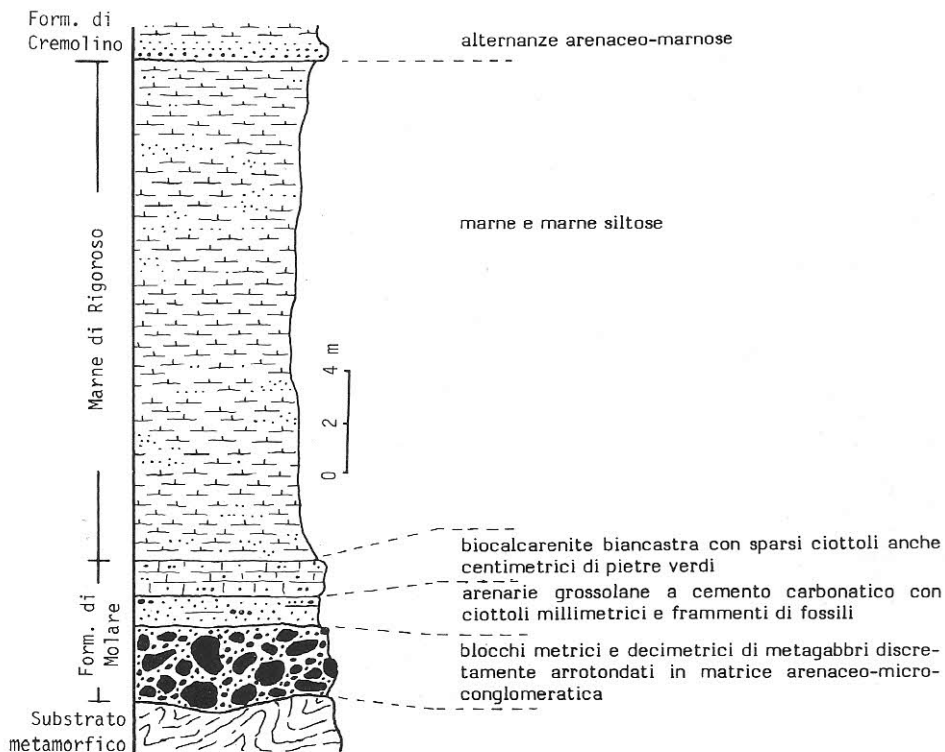


Fig. 11 — Sezione stratigrafica di C. Tulle Maggi.

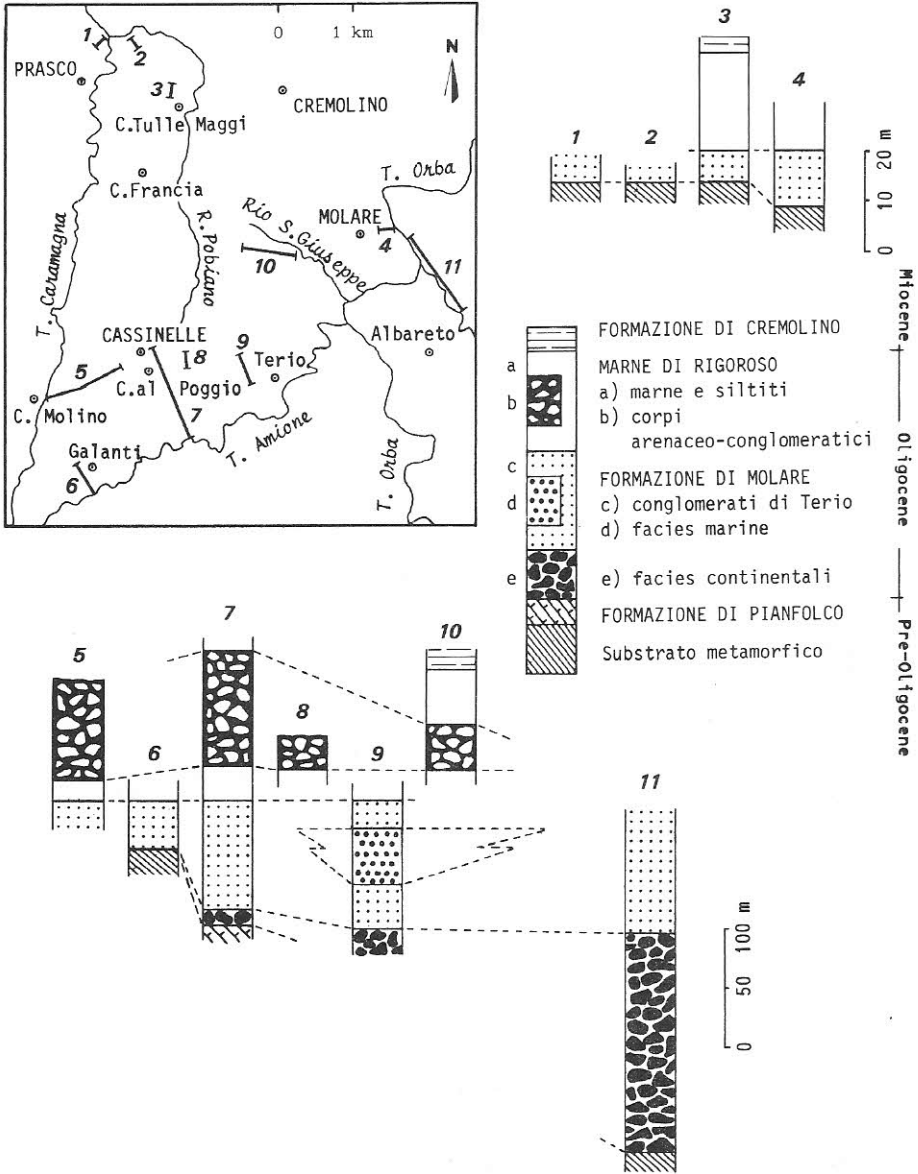


Fig. 12 — Ubicazione delle sezioni stratigrafiche e loro correlazione. *Successione del Bric Mazzapiede*: 1, 2, sezioni di Prasco; 3, sezione di C. Tulle Maggi; 4, sezione di Molare. *Successione dei dintorni di Cassinelle*: 5, sezione di C. Molino—il Bricco—C. Vagli; 6, sezione di Galanti; 7, sezione di Cassinelle; 8, sezione di C. al Poggio; 9, sezione di Terio; 10, sezione del Rio S. Giuseppe. *Successione del Rio Granozza*: 11, sezione del Rio Granozza.

I depositi presenti nell'area sono attribuibili ad un ambiente di mare sottile interessato solo parzialmente da apporti terrigeni, probabilmente per una posizione di sopraelevazione rispetto alle aree circostanti; ciò giustifica la percentuale elevata di materiale carbonatico, per lo più bioclastico, dovuta alla presenza di una ricca fauna in gran parte bentonica (Nummuliti, Coralli, Briozoi). La posizione rilevata rispetto alle aree circostanti sembra permanere anche durante la deposizione della serie marnosa che risulta analogamente condensata, non superando – al centro del settore – i 30 m di spessore.

Il rilevamento geologico a scala 1:10.000 e le sezioni stratigrafiche effettuate (Fig. 12) hanno permesso una ricostruzione di dettaglio dei rapporti stratigrafici (Fig. 13).

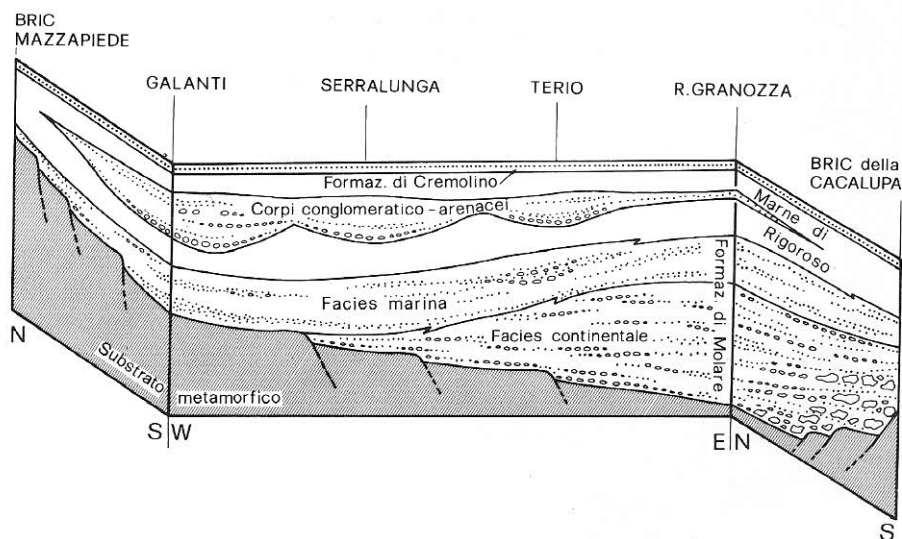


Fig. 13 – Schema dei rapporti stratigrafici delle formazioni oligo-mioceniche nell'area in esame.

Evoluzione paleogeografica

Dall'esame delle successioni rilevate emerge un quadro composito, caratterizzato dalla notevole variazione di facies sia in senso orizzontale che verticale. Le sezioni effettuate nell'ambito della Formazione di Molare evidenziano una tendenza al progressivo approfondimento dell'ambiente deposizionale testimoniato dalla sedimentazione delle Marne di Rigoroso. In senso orizzontale si può individuare un'area a SE (Bric della Cacalupa) origine delle direttrici fluviali oligoceniche che si estendono a zone limitrofe (Rio Granozza) dando luogo a spessi ed estesi depositi alluvionali in facies rispettivamente prossimali e

distali, ma entrambe accomunate da bassa maturità tessiturale indice di intensa erosione, di trasporto rapido ed altrettanto rapido seppellimento.

Più in particolare, le facies clastiche e arealmente discontinue del Bc. della Cacalupa caratterizzavano zone ad alto gradiente topografico, mentre le facies del R. Granozza si depositavano in ampie pianure costiere; ciò giustifica la rastrematura delle successioni clastiche verso l'area di rifornimento (sud). Ad ovest i depositi continentali diminuiscono progressivamente di spessore sino a scomparire tra Serralunga e Galanti. A scala regionale, l'aumento di spessore delle facies continentali verso est è confermato da studi condotti da Gnaccolini (1978) tra le valli Stura e Lemme.

L'ingressione marina, rappresentata da depositi di spiaggia prima e di transizione alla piattaforma poi, non sempre è accompagnata dal definitivo allontanamento degli apporti grossolani; nella zona di Terio, infatti, si trovano intercalati a depositi di spiaggia alcuni potenti banchi conglomeratici denotanti una ripresa degli apporti clastici connessa ad una nuova fase erosiva.

Nell'area settentrionale la paleogeografia risulta caratterizzata dalla presenza del paleoalto del Bc. Mazzapiede, altofondo a sedimentazione condensata prevalentemente carbonatica passante gradualmente alla zona a sedimentazione normale (abitato di Molare).

L'evoluzione paleogeografica successiva registra un generale approfondimento del bacino, in cui vanno però individuandosi zone a comportamento differenziale, testimoniate dal diverso spessore della successione marnosa (Marne di Rigoroso). L'instaurazione di un solco centrale, ad annegamento precoce ed intenso, determina condizioni favorevoli al richiamo gravitativo dalle aree marginali sud-occidentali; ciò è testimoniato dalla presenza di corpi conglomeratico-arenacei entro i depositi emipelagici. Questa situazione è localizzata a limitati settori della zona in esame; tuttavia la presenza diffusa di livelli arenacei entro le marne — in ampi settori circostanti — testimonia una deposizione torbidity generalizzata, benchè attiva per un periodo ben limitato di tempo.

Nel Miocene inferiore la serie marnosa è nuovamente inquinata da apporti più grossolani responsabili delle regolari alternanze arenaceo-marnose uniformemente distribuite nell'area esaminata (Formazione di Cremolino). Mentre la composizione petrografico-mineralogica della frazione arenacea delle Marne di Rigoroso rispecchia l'area di alimentazione, quella della formazione miocenica denota un bacino di alimentazione molto più ampio (quarzo e miche nettamente prevalenti, serpentino ed epidoti in percentuale minima). Si conferma in tal modo il carattere distale di questa seconda deposizione torbidity generalizzata e probabilmente originata da rimobilizzazione di materiale in aree lontane.

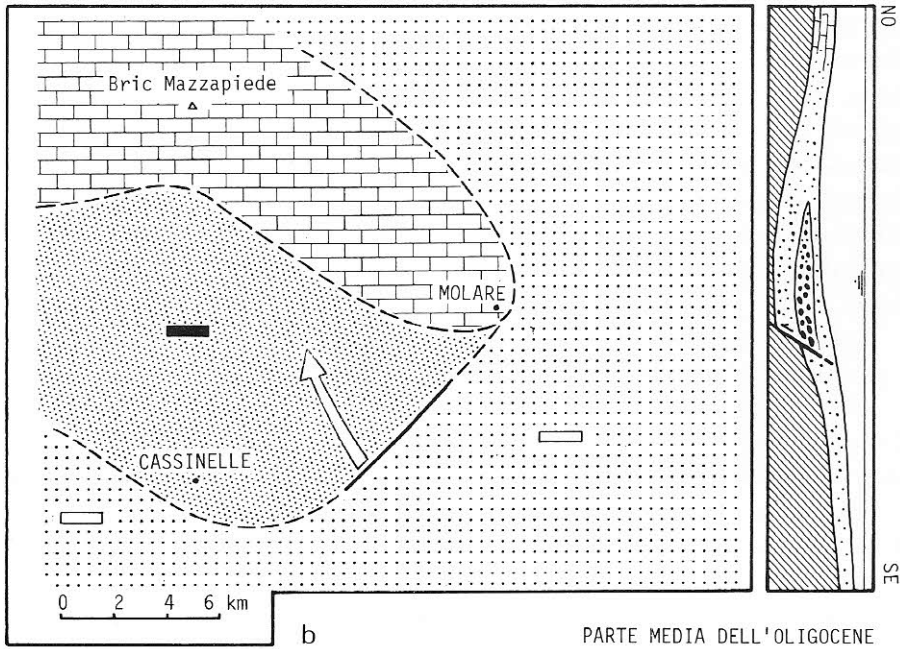
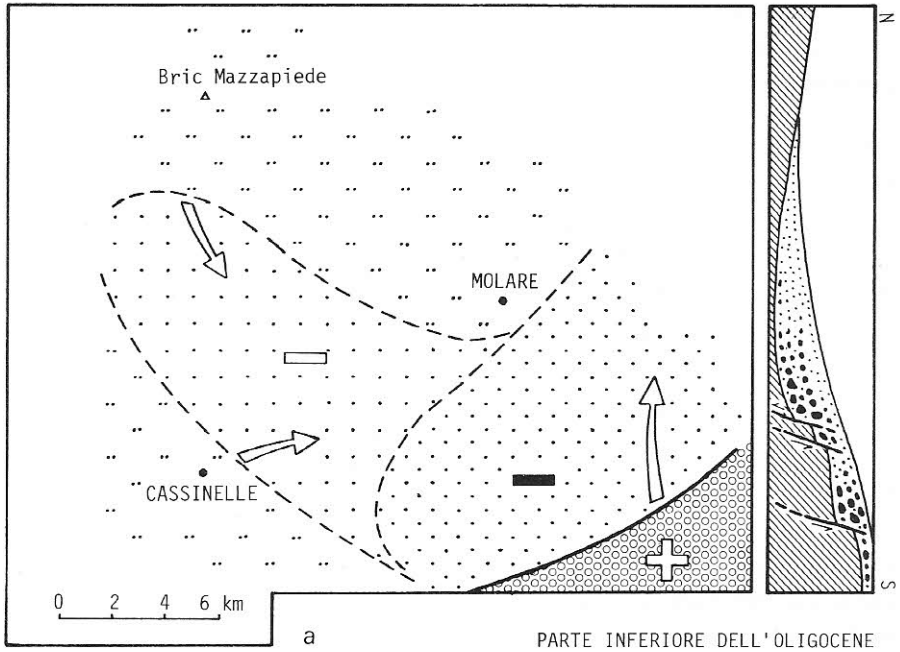
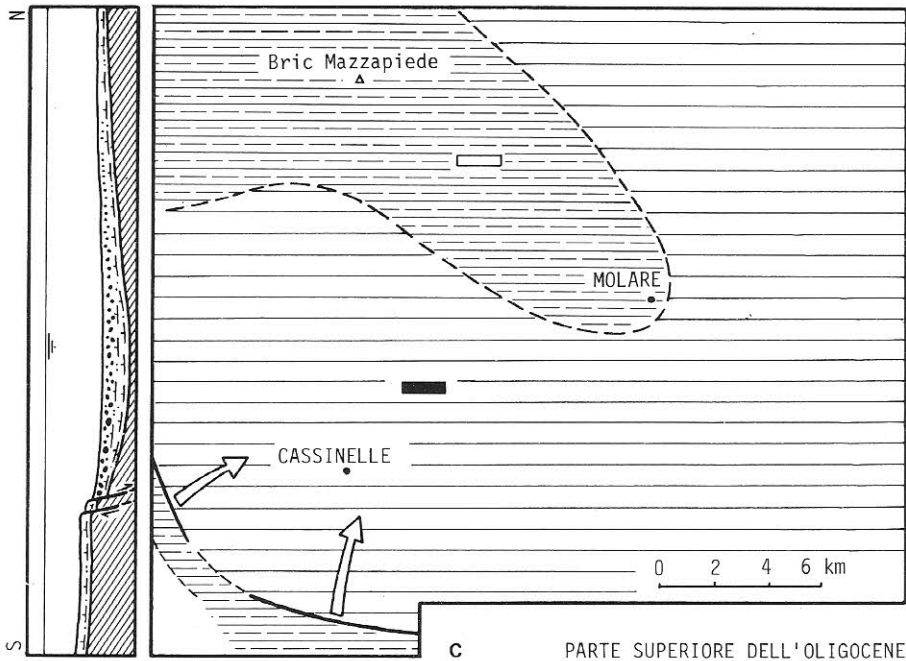


Fig. 14 - Ricostruzione paleogeografico-



- | | | | | | |
|---|--|---|---|--|---|
| 1 | | Depositi emipelagici (spessore < 100 m) | 8 | | Depositi fluviali distali (Facies del Rio Granozza, spessore > 150 m) |
| 2 | | Depositi emipelagici (spessore > 100 m) | 9 | | Depositi fluviali prossimi (Facies del Bric d. Cacalupa) |
| 3 | | Depositi prevalentemente carbonatici (spessore < 50 m) | | | Direzione degli apporti terrigeni e dei fenomeni di risedimentazione |
| 4 | | Depositi terrigeni di spiaggia e piattaforma (spessore < 100 m) | | | |
| 5 | | Depositi terrigeni di spiaggia e piattaforma (spessore > 100 m) | | | |
| 6 | | Aree emerse con formazione di paleosuoli | | | |
| 7 | | Depositi fluviali distali (Facies del Rio Granozza, spessore < 150 m) | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
- Zone interessate da movimenti relativi:
- Area subsidente
 - Area debolmente subsidente
 - Area a tendenza positiva
- Zona di giunzione tra aree a diversa tendenza:
- raccordo graduale
 - lineamenti distensivi

1-2 = Marne di Rigoroso; 3-4-5-6-7-8-9 = Formazione di Molare

-strutturale dell'area esaminata.

Implicazioni strutturali

La formazione dell'edificio costituente il Gruppo di Voltri, determinata dalla tetto-genesi pre-oligocenica che conduce all'appilamento ed al rinserramento delle falde (Chiesa et al., 1975), termina con la fase tettonica tardiva culminante nella locale rimobilizzazione delle unità strutturalmente più elevate c/o della loro copertura detritica (Brecce della Costa di Cravara) (Forcella, 1976).

La successiva impostazione del Bacino Terziario Piemontese è controllata dall'assestamento differenziale del complesso alpino-padano determinante una scissione dell'area esaminata in blocchi a diverso comportamento.

Nell'Oligocene inferiore (Fig. 14a) ad una tendenza positiva dei quadranti sud-orientali (Bric della Cacalupa) se ne contrappone una negativa del settore centrale. Gli sforzi di taglio che si originano nella zona di giunzione determinano la formazione di lineamenti distensivi, testimoniati dalle facies dei termini basali della Formazione di Molare (caratterizzanti ambienti ad alta energia meccanica) e dalla loro forte rastrematura verso l'area in sollevamento. Si delinea in tal modo l'instaurazione di un solco subsidente, probabilmente posto in corrispondenza di zone di debolezza del substrato; la mobilità verticale, maggiore al margine orientale ove lo spessore della serie continentale supera i 250 m, si smorza verso ovest, ove l'area a tendenza negativa si chiude progressivamente incuneandosi tra due zone relativamente stabili (Bric Mazzapiede, Galanti).

La tendenza negativa, seppur senza parossismi, si protrae nel tempo estendendosi anche ai quadranti occidentali e meridionali, sede di deposizione in ambiente costiero (Fig. 14b); la migrazione verso occidente del solco a maggior subsidenza determina probabilmente la formazione di lineamenti trasversali all'asse del bacino, in corrispondenza dei quali si generano locali fenomeni di risedimentazione per richiamo gravitativo.

Nell'Oligocene superiore (Fig. 14c) si assiste ad un notevole approfondimento dell'ambiente deposizionale causato da uno scatto di subsidenza, non compensato da sedimentazione di materiale per quiescenza degli apporti dovuta all'allontanamento della linea di costa. Il fenomeno di annegamento è accompagnato dalla presenza di lineamenti distensivi guidanti il collasso del settore meridionale, in progressivo arretramento. I movimenti differenziali creano condizioni favorevoli all'instaurazione di un forte gradiente topografico fra le aree di annegamento precoce ed intenso e le aree a tergo, determinando una nuova e intensa fase erosiva il cui prodotto sono i corpi arenaceo-conglomeratici, talora facenti transizione ad alternanze arenaceo-marnose.

Lo stesso fenomeno osservato nell'area esaminata nell'Oligocene superiore, si ripete in aree occidentali durante il Miocene inferiore, coinvolgendo nel pro-

cesso di annegamento nuovi ampi settori; da questi si diparte una deposizione torbidityca i cui apporti distali sono presenti anche nell'area qui esaminata (Formazione di Cremolino).

BIBLIOGRAFIA

- Andreoni G., Galbiati B., Maccabruni A. & Vercesi P.L. (1981)-Stratigrafia e paleogeografia dei depositi oligocenici sup. - miocenici inf. nell'estremità orientale del Bacino Ligure-Piemontese. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 87, n. 2, pp. 245-282, 3 fig., Milano.
- Charrier G., Fernandez D. & Malaroda R. (1964) - La Formazione di Pianfolco (Bacino Oligocenico Ligure-Piemontese). *Atti Acc. Naz. Lincei, Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat.*, s. 8, v. 7, n. 2, pp. 25-81, 12 tav., 4 fig., Roma.
- Chiesa S., Cortesogno L., Forcella F., Galli M., Messiga B., Pasquaré G., Pedemonte G.M., Piccardo G.B. & Rossi P.M. (1975) - Assetto strutturale ed interpretazione geodinamica del Gruppo di Voltri. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 94, n. 3, pp. 555-581, 3 tav., Roma
- Forcella F. (1976) - Avanzamento delle ricerche sull'assetto strutturale ed interpretazione geodinamica del Gruppo di Voltri. *Ofioliti*, v. 1, n. 2, pp. 243-254, 3 fig., Bologna.
- Forcella F. & Rossi P.M. (1980) - Tettonica sinsedimentaria oligocenica nei dintorni di Moretti - Cimaferle (margine meridionale del Bacino Terziario Piemontese). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 86, n. 1, pp. 187-202, 6 fig., Milano.
- Franceschetti B. (1967) - Studi geologici sulla regione ad ovest di Ovada (Prov. di Alessandria). *Mem. Soc. Geol. Ital.*, v. 6, pp. 379-420, 19 fig., Pisa.
- Gelati R. & Gnaccolini M. (1978) - I conglomerati della val Borbera, al margine orientale del Bacino Terziario Ligure-Piemontese. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 84, n. 3, pp. 701-728, 6 tav., 8 fig., Milano.
- Gelati R. & Gnaccolini M. (1980) - Significato dei corpi arenacei di conoide sottomarina (Oligocene-Miocene inferiore) nell'evoluzione tettonico-sedimentaria del Bacino Terziario Ligure-Piemontese. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 86, n. 1, pp. 167-186, 10 fig., Milano.
- Gnaccolini M. (1974) - Osservazioni sedimentologiche sui conglomerati oligocenici del settore meridionale del Bacino Terziario Ligure-Piemontese. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 80, n. 1, pp. 85-100, 2 fig., Milano.
- Gnaccolini M. (1978) - Depositi oligocenici di "fan-delta" nella regione compresa tra Bosio e la Cresta di Cravara (Bacino Terziario Ligure-Piemontese). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 84, n. 3, pp. 673-699, 9 fig., Milano.
- Gnaccolini M. (1981) - Oligocene fan-delta deposits in northern Italy: a summary. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 87, n. 4, pp. 627-636, 4 fig., Milano.
- Lorenz C. R. (1969) - Contribution à l'étude stratigraphique de l'Oligocène et du Miocène inférieur des confins ligure-piémontais (Italie). *Atti Ist. Geol. Univ. Genova*, v. 6, n. 2, pp. 253-888, 202 fig., 45 tab., 21 tav. n.t., 2 tav. f.t., 1 carta geol., Genova.
- Michelotto F. (1977) - Studi geologici nei dintorni di Cassinelle (Alessandria) ed osservazioni sui lembi carbonatici triassici dell'area ligure. Tesi ined. Ist. Geol. Univ. Milano.
- Pasquaré G. (1968) - La "Serie di Montenotte": un elemento alloctono sovrapposto al bacino oligocenico di Santa Giustina (Alpi Liguri). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 74, n. 4, pp. 1257-1273, 7 fig., Milano.
- Sacco F. (1889-90) - Il Bacino Terziario e Quaternario del Piemonte. *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, v. 31, pp. 289-398; *ibid.* v. 32, pp. 135-281 e pp. 331-390, 2 tav. f.t., 3 carte geol., Milano.

