

EVOLUZIONE DELLE PIATTAFORME CONTINENTALI TIRRENICHE E TETTONICA VERTICALE

INDICE

RIASSUNTO	pag. 391
ABSTRACT	" 391
PREMESSA	" 392
SISMOSTRATIGRAFIA DELLE SEQUENZE PLIO-PLEISTOCENICHE	" 392
RAPPORTI TRA TETTONICA E SEDIMENTAZIONE	" 394
DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	" 397
BIBLIOGRAFIA	" 397

RIASSUNTO

Le piattaforme continentali nord tirreniche sono interamente classificabili come piattaforme di costruzione sedimentaria. Le unità deposizionali e le superfici che le delimitano hanno caratteri ricorrenti, al punto che si può identificare una piattaforma tipo il cui schema evolutivo è applicabile a tutte le altre. Se si restringe l'area di interesse al settore compreso tra Genova e La Spezia, si riconosce un unico modello di sviluppo della piattaforma, caratterizzato da:

- presenza di un'ampia superficie erosiva alla base delle sequenze plio-pleistoceniche;
- presenza di orizzonti-guida, seguibili agevolmente su tutta l'area, all'interno delle sequenze plio-pleistoceniche, identificati come superfici erosive riferibili a regressioni glacioeustatiche;
- ricorrenza, nello stesso ordine, di sequenze diverse, raggruppabili in tre tipologie dipendenti dalle variazioni del rapporto tra tasso di subsidenza e tasso di sedimentazione.

Al termine di una importante fase erosiva (Messiniano) si verificano nell'ordine gli eventi di seguito sintetizzati:

- 1) inizialmente si deposita una sequenza progradante (costituita da 2-3 unità sismostratigrafiche) che traduce una ripresa dell'apporto terrigeno;
- 2) la seconda sequenza è caratterizzata da regradazione, derivante da una scarsità di accumulo sedimentario che non riesce a compensare gli effetti della subsidenza;
- 3) la progradazione torna a caratterizzare la sequenza del Pliocene superiore - Pleistocene inferiore a causa di un apporto terrigeno relativamente elevato che si combina con una subsidenza attenuata o assente;
- 4) le sequenze più recenti sono interessate in ugual misura da progradazione e aggradazione, fatto interpretabile in termini di bilanciamento tra effetti di subsidenza e effetti di accumulo;
- 5) il fronte attuale delle piattaforme è costituito da una sequenza progradante di importanza di gran lunga superiore alle altre già descritte.

Nell'insieme le sequenze descritte evidenziano una variabilità della subsidenza del margine continentale, schematizzabile come segue:

- relativa stasi nel Messiniano e nel Pliocene basale;
- ripresa della subsidenza nel corso del Pliocene;
- quiescenza della tettonica verticale durante il Pliocene superiore - Pleistocene inferiore;

— sensibile riattivazione nel corso del Pleistocene medio-superiore.

L'entità degli apporti terrigeni, manifesta una tendenza univoca all'incremento a partire dal Pleistocene inferiore, in conseguenza del sollevamento della catena appenninica. In particolare, una accelerazione di tale tendenza si riscontra nelle sequenze del Pleistocene superiore.

ABSTRACT

The north-tyrrhenian continental shelves are entirely classified as sediment-built shelves. The sedimentary sequences and erosional surfaces shows recurrent characters, so a typical evolutionary model is easily elaborated, which applies to all area.

In the zone between Genoa and La Spezia this type of shelf is particularly good represented and characterised by:

- a large erosional surface modeling the pre-Pliocene substratum;
- some important horizons, detectables in all area, identified as glacioeustatic erosional surfaces, in the Plio-Quaternary sedimentary body;
- three types of Plio-Pleistocene sedimentary sequences distinguished by rates of sedimentation and subsidence.

The plio-quaternary building of the shelf is due to deposition of some sedimentary sequences typical of a subsident passive margin.

- 1) The first pliocenic sequence shows the renewal of terrigenous supply after the arid climatic phase of Messinian;
- 2) during the deposition of the second sequence the shelf-break degrades toward the coast;
- 3) the third sequence is characterised, on the contrary, by a considerable progradation, because a strong sedimentary supply associated with a reduced or void subsidence;
- 4) the most recent sequences (Middle and Upper Pleistocene) are interested equally by progradation and aggradation;
- 5) the actual frontal sequence results from a very important episode of progradation, due to increase of sedimentary supply.

On the whole, the above described situation put in evidence important variations of subsidence in the time, as follows:

- relative stability of the margin in the Messinian and in the Lower Pliocene;
- restarting of subsidence in the Middle Pliocene;
- quiescence of whole vertical tectonics in the Upper Pliocene-Lower Pleistocene;
- reactivation in the Middle-Upper Pleistocene and Holocene.

The amount of terrigenous supply shows an unequivocal trend towards incrementation, starting from the Lower Pleistocene, as a consequence of the uplift of the Appennine chain. An acceleration of this trend is found in the sequence of the Upper Pleistocene.

PAROLE CHIAVE: Margine passivo, Sequenze sedimentarie, Tettonica verticale, Glacioeustatismo, Plio-Quaternario, Tirreno settentrionale.

KEY-WORDS: Passive Margin; Sedimentary Sequence; Vertical Tectonics, Glacioeustatism, Plio-Quaternary, Northern Tyrrhenian Sea.

(*)Istituto di Geodinamica e Sedimentologia - Università di Urbino.
(**)Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Genova.

PREMESSA

Le piattaforme continentali nord tirreniche sono interamente classificabili come piattaforme di costruzione sedimentaria. Le unità deposizionali e le superfici che le delimitano hanno caratteri ricorrenti, al punto che si può identificare un tipico schema evolutivo.

Alcuni riflettori ben evidenti sulle registrazioni sismiche costituiscono dei veri e propri orizzonti guida, seguibili su tutta l'area con caratteri uniformi (Figg. 1 e 3), e sono identificabili come superfici erosive, per lo più riferibili ai principali eventi glacio-eustatici del Plio-Pleistocene.

Da Genova a Viareggio (Fig. 1a) si riscontra un'estrema regolarità di caratteri delle piattaforme, disturbata solo da locali discontinuità tettoniche e da grandi frane che interessano settori instabili del ciglio.

La rilevanza della tettonica verticale nella determinazione dei caratteri di dettaglio è resa evidente soprattutto da queste constatazioni:

— l'orizzonte guida più antico rappresenta un'ampia superficie erosiva che modella il substrato pre-pleiocenico ed è riferibile alla regressione messiniana (FANUCCI *et alii*, 1974; FANUCCI, 1983). E' in parte smembrato verso il largo dalla tettonica posteriore ma sempre facilmente identificabile;

— le profondità a cui si situano i limiti esterni degli altri orizzonti-guida sono direttamente proporzionali alla profondità a cui si trova nei vari tratti la precedente superficie di riferimento e alla profondità del ciglio attuale della piattaforma. Stessa proporzionalità sussiste con la potenza di tutto il prisma sedimentario Plio-Quaternario.

Se ne può dedurre che la situazione osservata è determinata punto per punto dal locale tasso di subsidenza, che cresce regolarmente da W verso E. Ciò consente di prescindere dalle entità assolute delle regressioni glacioeustatiche, ponendo in evidenza il ruolo della tettonica verticale.

Tra l'altro, estrapolando la situazione osservata alla condizione di tasso di subsidenza nullo, gli orizzonti-guida plio-pleistocenici si vengono a situare tutti a profondità inferiori o paragonabili a quelle competenti alla superficie erosiva würmiana (Fig. 1b); questa conclusione è confortata, sia su scala regionale che globale, dal fatto che orizzonti del genere non vengono rilevati in zone di piattaforma sicuramente non subsidenti.

Se si restringe l'area di interesse al settore compreso tra Genova e La Spezia, già considerata zona campione per questo tipo di indagini (FANUCCI *et alii*, 1974a; Fig. 1a), si riconosce un unico modello di sviluppo caratterizzato da:

— subsidenza generalizzata a partire dal Miocene superiore;

— ricorrenza, nello stesso ordine, di sequenze diverse, raggruppabili in tre tipologie dipendenti dalle variazioni nel tempo del rapporto tra tasso di subsidenza e tasso di sedimentazione.

Il margine su cui insistono le piattaforme in questione è inquadrabile come un tipico margine passivo di neoformazione, facente parte della estrema propaggine settentrionale del Sistema tirrenico (Fig. 2a). Quest'ultimo si sviluppa parallelamente all'orografia appenninica, mostrando così di risentire nella sua strutturazione delle eredità tettoniche di precedenti fasi formative della Catena. Il settore ligure si origina tar-

divamente rispetto alle altre parti del Sistema tirrenico e si trova ancora in fase di *rifting* quando altrove è già iniziata la fase *post-rift*.

E' per questo motivo che il Messiniano è rappresentato da sequenze evaporitiche condensate nelle depressioni bacinali, mentre sul margine si osserva un'ampia superficie erosiva (Figg. 1b e 2b), parzialmente smembrata dalle ultime manifestazioni della tettonica di *rifting*. Si tratta di un'autentica piattaforma d'erosione modellata nel substrato pre-terziario; nei tratti di migliore conservazione è intaccata da valli erosive che si riferiscono al più basso livello di base dell'erosione subaerea messiniana nella zona. Il dislivello tra il *talweg* delle valli e la piattaforma si mantiene tra i 150 e i 200 m; la loro incisione appare anteriore al modellamento della piattaforma stessa (Fig. 2b).

SISMOSTRATIGRAFIA DELLE SEQUENZE PLIO-PLEISTOCENICHE

Nelle depressioni create dallo smembramento tettonico della piattaforma d'erosione (vedi Fig. 1b) si accumulano, come è osservabile direttamente sulla costa nell'area urbana genovese, i primi livelli pliocenici.

1) Verso il largo essi si organizzano in sequenze progradanti (2-3 unità), che traducono una ripresa dell'apporto terrigeno e sono troncate superiormente da superfici erosive, che si raccordano verso terra con la superficie messiniana (Fig. 1b).

2) In seguito si depositano corpi sedimentari ad alta riflettività, al di sopra della paleopiattaforma d'erosione, in posizione sempre più arretrata. Per analogia rispetto a quanto affiora sulla costa ligure si ritiene che anche questa sequenza vada ascritta al Pliocene e rappresenti la fase di massima ingressione marina (Fig. 3a).

3) La progradazione torna a caratterizzare le sequenze del Pliocene superiore - Pleistocene inferiore e medio (almeno 3 unità) a causa di un apporto terrigeno relativamente elevato che si combina con una subsidenza attenuata o assente (Figg. 1b e 3). Le superfici limite assumono nuovamente i caratteri di superfici erosive e questo vale per tutte le sequenze pleistoceniche (FANUCCI *et alii*, 1974b). Ognuna di esse rappresenta uno stadio di evoluzione della piattaforma posteriore ad un ciclo glacioeustatico completo (BOILLOT *et alii*, 1984).

4) Le sequenze più recenti (Pleistocene medio-superiore) sono limitate inferiormente dall'orizzonte guida Y (Figg. 1 e 3) e interessate in ugual misura da progradazione e aggradazione. Il prisma sedimentario avanza talmente, rispetto alle strutture del substrato, che ciglio e scarpata cominciano a divenire instabili; si evidenziano importanti fenomeni gravitativi che talora asportano completamente la parte frontale dell'accumulo plio-pleistocenico (Figg. 1b e 3b).

5) Il fronte attuale delle piattaforme è costituito da una sequenza progradante di importanza di gran lunga superiore alle altre già descritte. Essa è limitata superiormente dalla superficie di erosione corrispondente alla glaciazione würmiana, sulla quale si sistemano verso terra imponenti livelli olocenici e a cui si raccorda sul ciglio un corpo, sempre olocenico, costituito da sedimento fine e di forma prismatica, detto "struttura d'accumulo frontale" (REHAULT, 1981). Analoghe strutture, anche più imponenti, si riscontrano

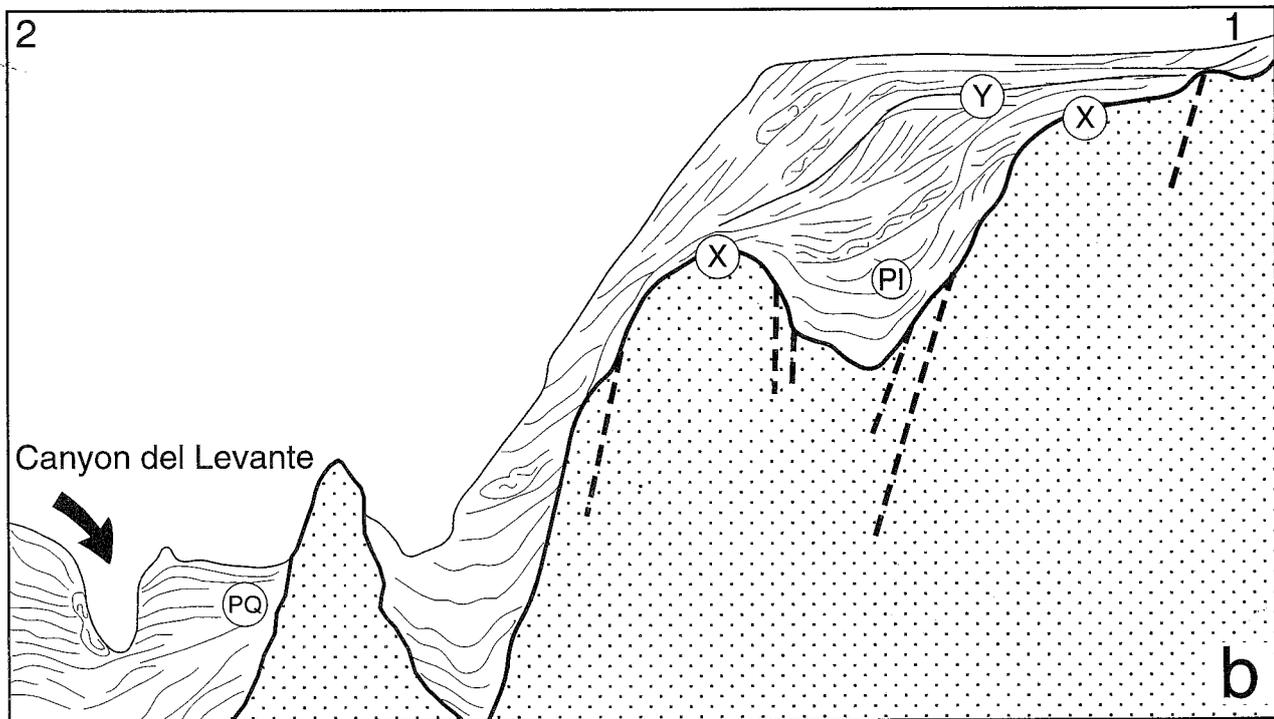
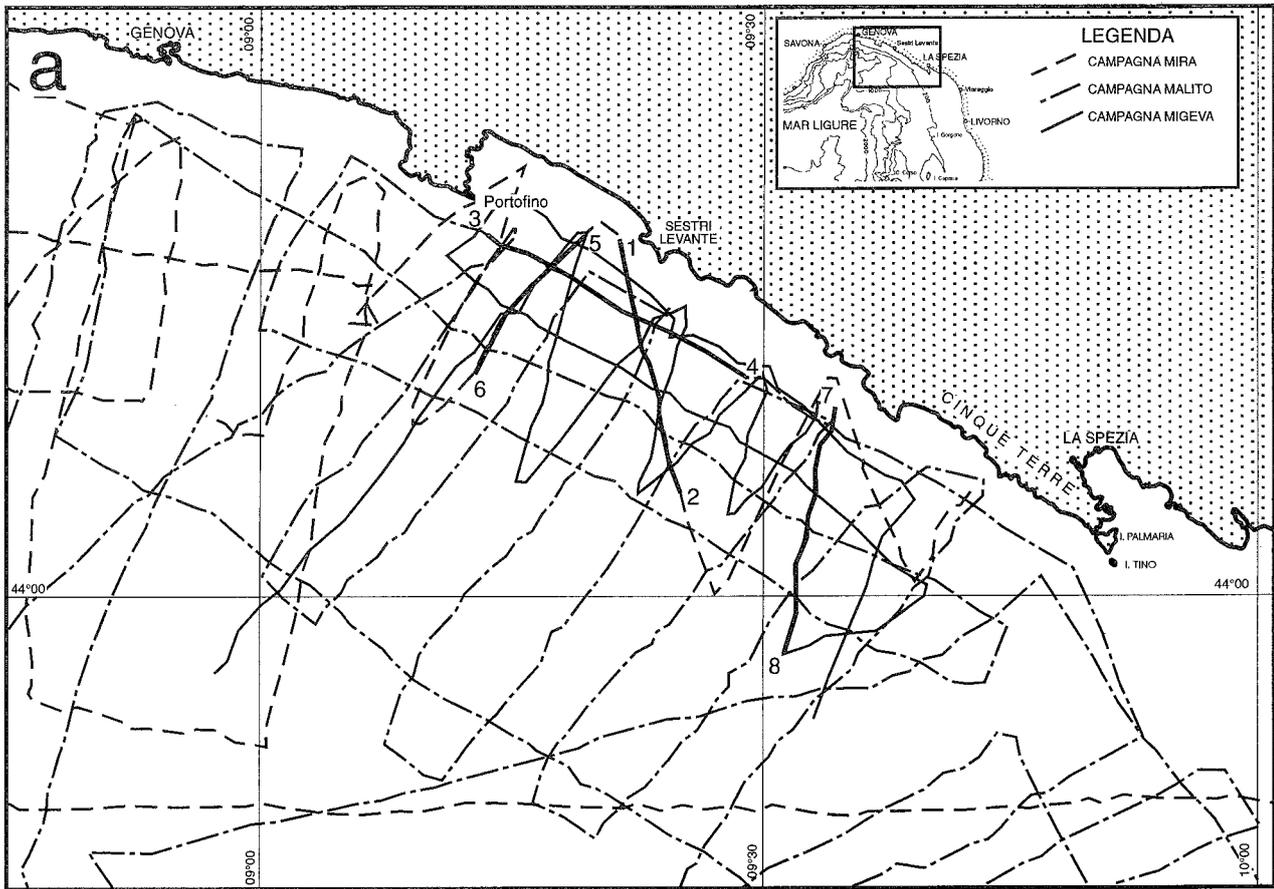


Fig. 1 - a) Copertura sismica dell'area studiata. Sono evidenziati i profili presentati nelle figure che seguono. b) Interpretazione del profilo Sparker 6000 J, 1-2 che evidenzia il tipico assetto morfostrutturale del margine appenninico ligure. X = superficie d'erosione messiniana. Y = orizzonte guida pleistocenico. Pl = Pliocene, PQ = Plio-Quaternario. Il punteggiato indica il basamento acustico.

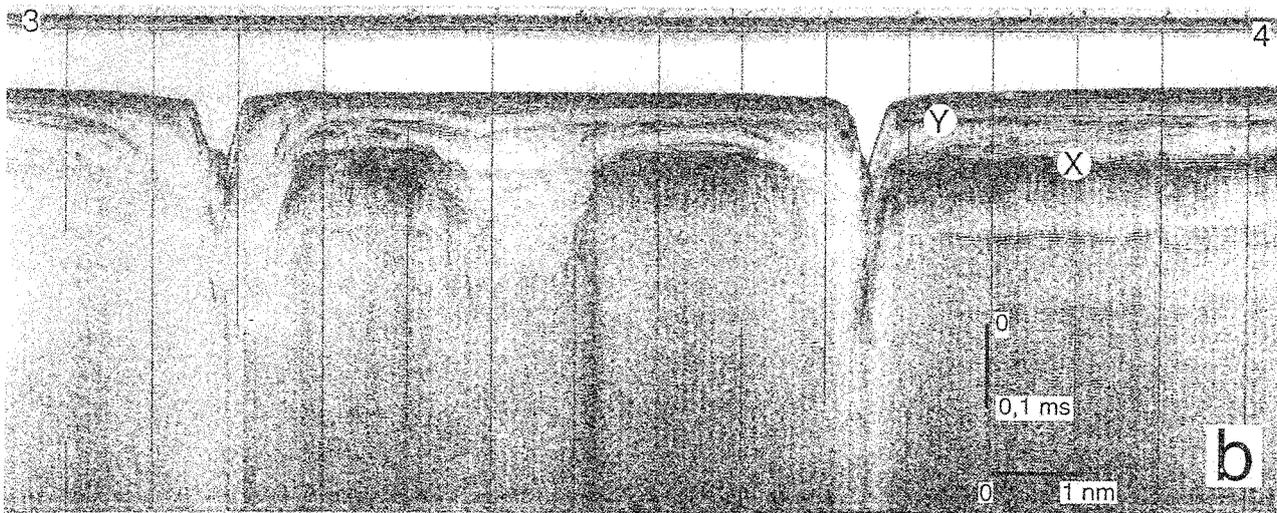
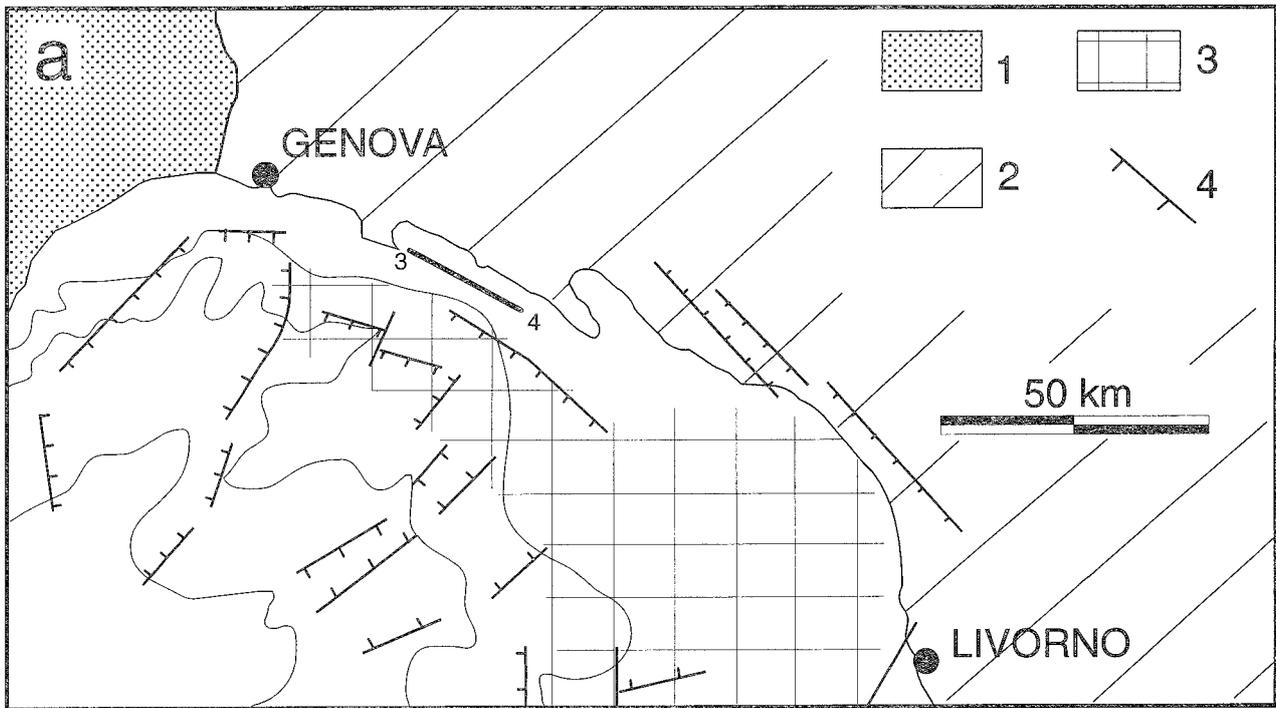


Fig. 2 - a) Assetto strutturale del margine ligure nell'area in studio. 1 = zona alpina; 2 = zona appenninica; 3 = bacini che rappresentano la propaggine settentrionale del Mar Tirreno; 4 = faglie dirette. b) Profilo longitudinale che copre un ampio tratto della piattaforma in esame. X = orizzonte-guida corrispondente alla superficie d'erosione messiniana. Si nota almeno una delle depressioni erosive che le intersecano. Y = principale orizzonte-guida del Pleistocene medio-superiore, correlabile ad un'importante regressione glacio-eustatica.

in fasi precedenti per cui non è esatto dire che le superfici più volte citate come orizzonti-guida, analoghe alla superficie würmiana, siano di natura erosiva in tutta la loro estensione (Figg. 1b, 2b e 3). Esse comunque rappresentano situazioni di *low-standing* del livello marino.

RAPPORTI TRA TETTONICA E SEDIMENTAZIONE

Come già accennato in premessa, lo studio degli orizzonti guida ha consentito di effettuare alcune constatazioni importanti:

- la profondità di ciascun orizzonte (compresa la piattaforma d'erosione messiniana) aumenta da W ad E proporzionalmente all'incremento di potenza di tutto il prisma sedimentario plio-pleistocenico;
- la distanza tra i livelli guida cresce verso E, obbedendo alla stessa proporzionalità;
- il numero di stadi di evoluzione della piattaforma conservati aumenta mediamente verso E.

Tutto ciò dimostra che lo sviluppo della piattaforma è stato accompagnato da una pressoché costante subsidenza dal Messiniano all'Olocene e che tale subsidenza è stata di importanza crescente verso E, dove in effetti troviamo una vasta depressione, il Bacino di

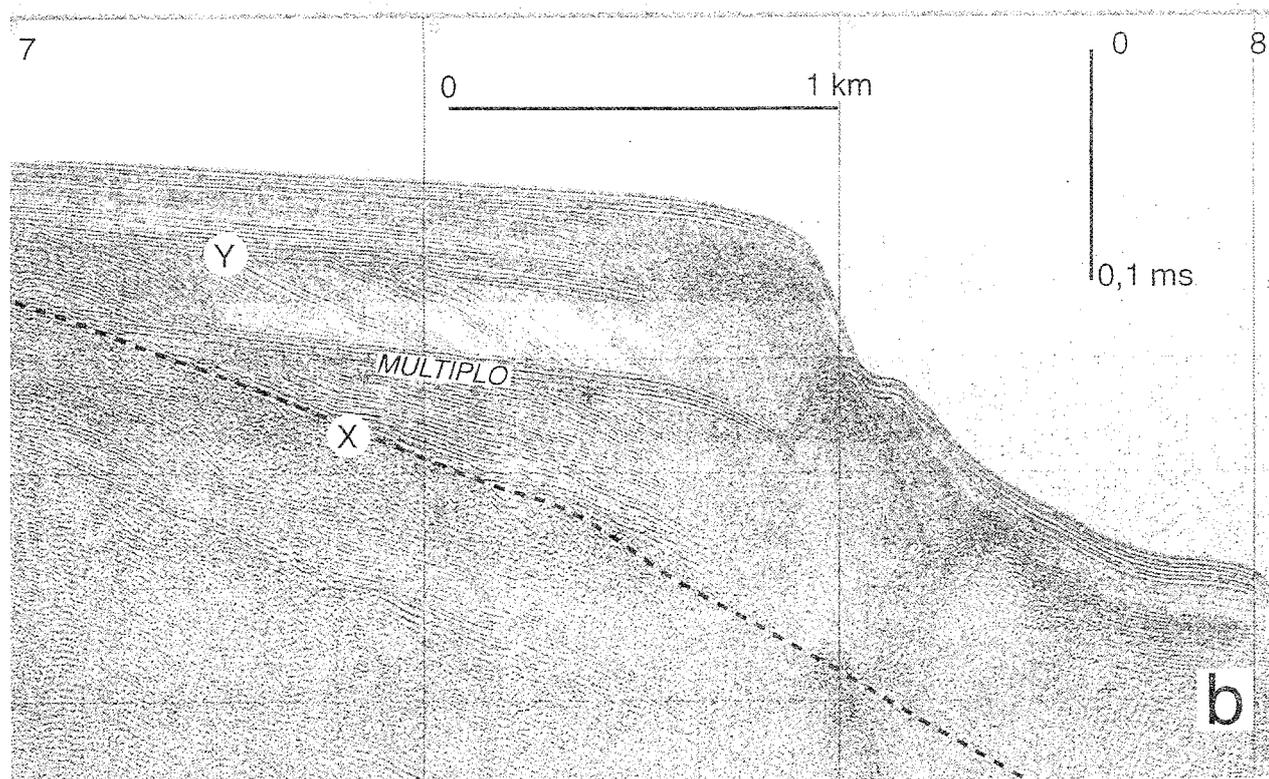
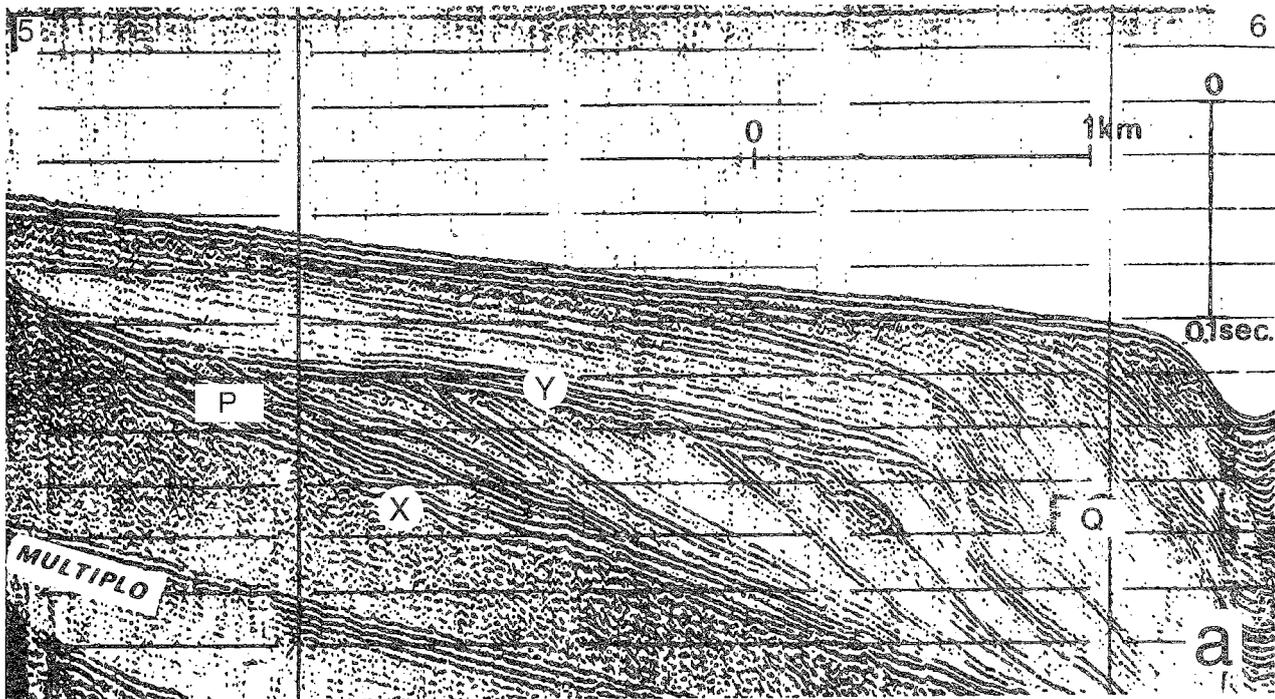


Fig. 3 - Esempi di situazioni diverse nell'area in esame. a) Profilo *air-gun* attiguo a Portofino. Particolarmente evidente la progradazione pleistocenica della piattaforma. b) Profilo Sparker nella zona delle Cinque Terre. Si noti l'ampiezza della superficie erosiva messiniana. E' evidente la dislocazione gravitativa del ciglio di piattaforma.

Viareggio, in cui si raggiungono i 2.000 m di potenza di solo Plio-Pleistocene ed è presente una sequenza evaporitica completa.

Sfruttando gli orizzonti più importanti, le sequenze descritte precedentemente (Fig. 4) sono state raggruppate in cicli di eventi. Analizzando i caratteri dei vari

cicli si pone in evidenza una variabilità della subsidenza e dei rapporti tra tettonica e sedimentazione.

Riguardo alla sola subsidenza, la sua evoluzione nel tempo è riassumibile come segue:

— relativa stasi nel Messiniano terminale e nel corso del ciclo C1;

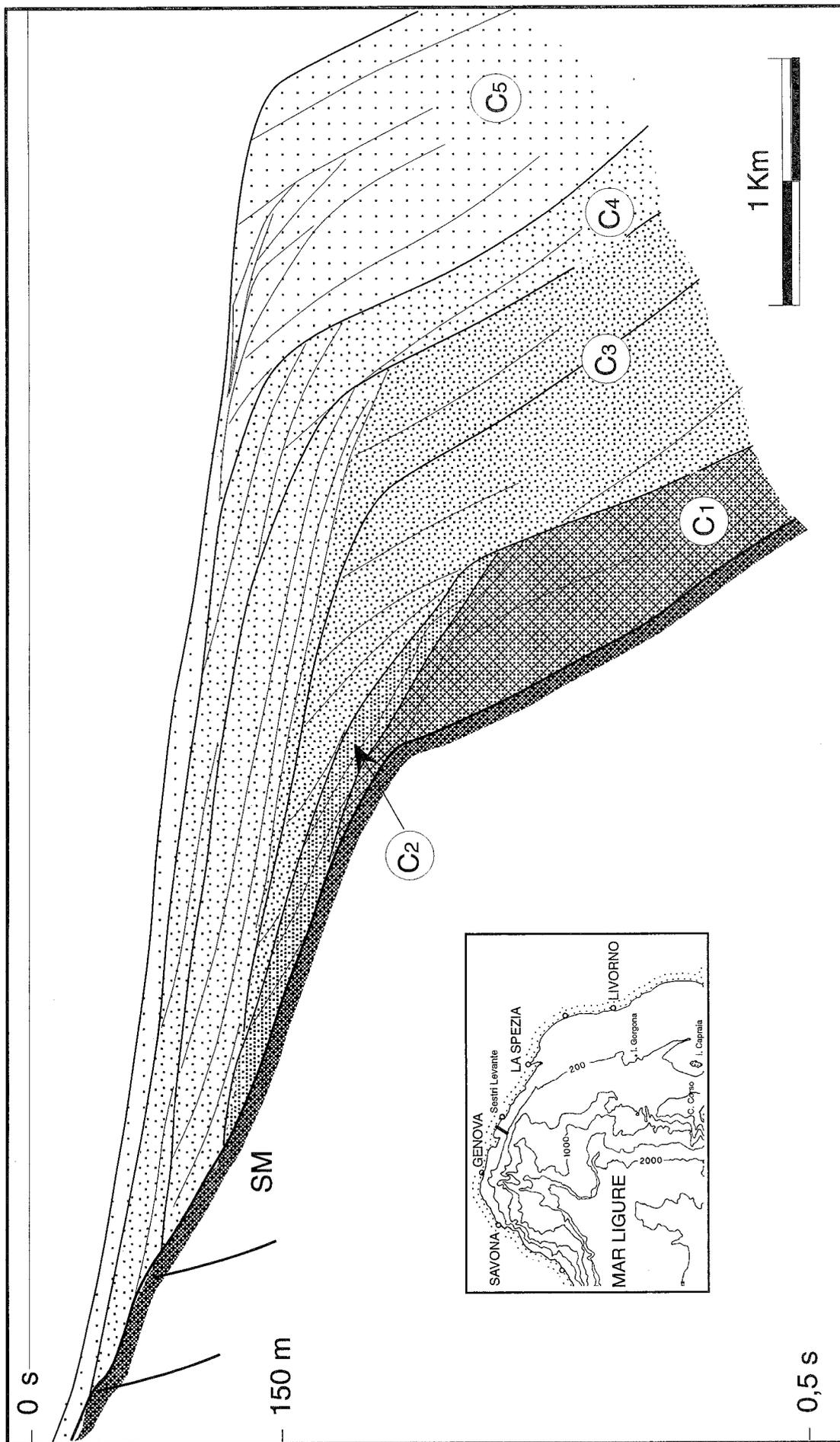


Fig. 4 - Schema sintetico delle sequenze e dei cicli di eventi che hanno determinato l'evoluzione delle piattaforme della Liguria orientale desunto da un profilo reale prospiciente Sestri Levante. Per il commento vedere il testo.

- ripresa della subsidenza nel corso del C2;
- relativa quiescenza della tettonica verticale durante il ciclo C3;
- sensibile riattivazione nel corso dello sviluppo del C4;
- relativo rallentamento nel corso del ciclo C5.

L'entità degli apporti terrigeni è scarsa durante C1 per cui è limitata la progradazione della piattaforma. La pressoché totale assenza di subsidenza si evince dal fatto che le diverse regressioni eustatiche, indipendentemente dalla loro entità fanno sì che l'erosione insista sempre sulla paleopiattaforma messiniana e che i depositi si conservino solo come ridotti corpi clinostратificati sul fronte dell'accumulo.

L'apporto terrigeno manifesta una tendenza univoca all'incremento a partire dal Pleistocene inferiore, in conseguenza del sollevamento della catena appenninica. In particolare, una notevole accelerazione di tale tendenza si riscontra nel C5 dopo una fase di relativo impoverimento corrispondente al C4.

Poiché il ciclo 5 rappresenta il Quaternario recente, il fenomeno detto viene interpretato in termini di marcata riattivazione della tettonica verticale dell'Appennino nel Pleistocene superiore. Data l'entità considerevole della regressione würmiana, non è detto che la subsidenza della piattaforma sia stata trascurabile in questo intervallo di tempo, considerandone anche la durata.

La posizione attuale del ciglio della piattaforma, a profondità crescenti verso E, mostra l'effetto di una subsidenza sensibile anche a livello dell'Olocene, coeva ad una ripresa della tettonica disgiuntiva in altre parti del margine.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Al termine di questa breve disamina occorre precisare, in chiave critica, che il modello proposto si basa prevalentemente su considerazioni di sismostratigrafia; esse hanno un riscontro di taratura nella geologia regionale solo per quanto riguarda gli eventi messiniano-pleistocenici, mentre per quelli pleistocenici, per la quasi totale assenza di Quaternario marino sulla costa, mancano i riferimenti alla stratigrafia classica. Sarebbero necessari carotaggi profondi in più siti della piattaforma studiata per poter procedere a una datazione precisa dei cicli.

Vanno comunque sottolineati alcuni fatti a nostro avviso importanti non solo in ambito locale.

1) La piattaforma tardo-miocenica estesa, ben modellata in substrato pre-terziario, non può essersi formata a seguito di un singolo episodio erosivo. Essa deve risultare da una serie di più cicli eustatici. Altri cicli (della stessa serie) accompagnano il ritorno della sedimentazione terrigena e il formarsi di un embrione di piattaforma sedimentaria nel Pliocene basale. Fenomeni di questo tipo a cavallo tra Messiniano e Pliocene sono già stati segnalati in sequenze a carattere ciclotemico dell'Andalusia (vedi CITA, 1973). Il fatto che essi influenzino la morfogenesi anche in Mediterraneo può indicare un collegamento continuo con l'oceano; laddove l'insaturarsi di una sedimentazione pliocenica di facies distale appare come un fatto brusco, è ipotizzabile una combinazione di effetti tettonici e di eustatismo positivo.

2) Il Pliocene "medio" è caratterizzato da una riduzione quantitativa dei sedimenti, con livelli a caratteri

acustici particolari che di solito sono attribuiti in Mediterraneo occidentale ad una frazione organogena abbondante (REHAULT, 1981): la regione attraversa una fase climatica o paleogeografica particolare. A questo proposito si può osservare che, se la tettonica pliocenica ha accentuato i dislivelli sottomarini, non pare aver fatto altrettanto per la morfologia subaerea, a giudicare dalla complessiva scarsità di apporti terrigeni. La subsidenza che si osserva nel tratto di margine studiato è l'effetto della tettonica *post-rift* del Tirreno settentrionale.

3) Lo sviluppo della piattaforma nel Pleistocene è indice nel suo complesso, tanto di una notevole ripresa della subsidenza che di progressivo incremento degli apporti terrigeni, interpretabile in termini di surrezione della catena. L'incremento di apporto terrigeno (ringiovanimento del rilievo) è evidente soprattutto per il Pleistocene superiore.

4) La tettonica verticale pleistocenica non si inquadra come semplice tettonica *post-rift* del Tirreno (esauritasi da tempo). Essa è un fenomeno nuovo, che si incrementa nel Pleistocene superiore e ha importanza regionale.

In sede di conclusione si vuole porre l'accento sul fatto che questa fase tettonica non è inseribile nel quadro ormai classico dell'evoluzione del sistema Tirreno - Appennino e neppure, con facilità, nel contesto della convergenza Africa - Europa. Va considerato inoltre che essa sembra interessare contemporaneamente più sistemi, anche al di fuori dell'ambito mediterraneo: solo un'analisi approfondita e mirata potrà dire se i fenomeni si risolvono, area per area, in fatti senza riferimento tra di loro, forse eterocroni, generati da cause diverse.

Se così non fosse, occorrerebbe far riferimento ad una causa unica, che determini uno sblocco delle varie unità litosferiche, provocando una disgiunzione a scala regionale.

BIBLIOGRAFIA

- BOILLOT G., MONTADERT L., LEMOINE M., BIJU-DUVAL B. (1984) - *Les marges continentales françaises de la Méditerranée* in: "Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la France" MASSON & C., Paris.
- CITA M. B. (1974) - *I pozzi profondi perforati nel 1970, nel quadro paleogeografico e geodinamico del Mediterraneo Occidentale* in "Paleogeografia del Terziario Sardo nel quadro del Mediterraneo Occidentale". C.N.R. Bologna.
- CORRADI N., FANUCCI F., FIERRO G., FIRPO M., PICCAZZO M., MIRABILE L. (1984) - *La piattaforma continentale ligure: caratteri, struttura ed evoluzione*. Rapporto Tecnico Finale del Progetto Finalizzato "Oceanografia e Fondi Marini" del C.N.R., 1-34, Roma.
- FANUCCI F. (1978) - *Neotettonica dei margini continentali del Mar Ligure*. Mem. Soc. Geol. It., 19, 535-542.
- FANUCCI F. (1983) - *Piattaforme mioceniche del margine continentale dell'Appennino Ligure*. Atti 4° Congr. Ass. It. Oceanol. Limnol., 35/1-35/12, Chiavari (1980).
- FANUCCI F. (1987) - *Lignes de rivage quaternaires sur la côte et le plateau continental ligure*. Zeit.für Geomorphologie, 31, 4, 463-472.
- FANUCCI F., EVA C., CATTANEO M., FIRPO M., PICCAZZO M. (1991) - *Tettonica e morfogenesi olocenica in Mar Ligure*. Mem. Soc. Geol. It., 42, 221-227.
- FANUCCI F., FIERRO G., FIRPO M., MIRABILE L., PICCAZZO M. (1979) - *La piattaforma continentale della Liguria appenninica*. Atti Convegno Scientifico Nazionale Progetto Finalizzato "Oceanografia e Fondi Marini" del C.N.R., 1275-1289, Roma.
- FANUCCI F., FIERRO G., REHAULT J.P. (1974b) - *Evoluzione quaternaria della piattaforma continentale ligure*. Mem. Soc. Geol. It., 13, 2, 233-240.

- FANUCCI F., FIERRO G., REHAULT J.P., TERRANOVA R. (1974a) - *Le plateau continental de la Mer Ligure de Portofino à La Spezia: étude structural et évolution plioquaternaire*. C. R. Acad. Sc., 279, Serie D, 1151-1154.
- FANUCCI F., FIRPO M. (1987) - *Neotectonic map of Italy (Sheets 1-3, marine areas)*. C.N.R., P. F. Geodinamica, Sottoprogetto Neotettonica.
- FANUCCI F., FIRPO M. (1992) - *Geodynamic model of Italy (Sheet 1, marine area)*. C.N.R., P. F. Geodinamica, Sottoprogetto Modello Strutturale Tridimensionale.
- FANUCCI F., FIRPO M., MIRABILE L., PICCAZZO M. (1984) - *Le Plio-Quaternaire de la Mer Ligure: épaisseur et conditions d'accumulation*. Marine Geology, 55, 291-303.
- FANUCCI F., MIRABILE L., PICCAZZO M. (1980) - *Le piattaforme continentali del Mar Ligure - Alto Tirreno: proposta di classificazione*. Atti 3° Congr. Ass. It. Oceanol. Limnol., 105-114, Sorrento (1978).
- FANUCCI F., NOSENGO S. (1977) - *Rapporti tra neotettonica e fenomeni morfogenetici del versante marittimo dell'Appennino ligure e del margine continentale*. Boll. Soc. Geol. It., 96, 41-51.
- REHAULT J.P. (1981) - *Evolution tectonique et sédimentaire du Bassin Ligure (Méditerranée occidentale)*. Thèse de Doctorat és Sciences Naturelles, inedita, Paris.