

L'UNITÀ DI BORGHETTO
ED I SUOI LEGAMI
CON QUELLA DI MOGLIO—TESTICO (ALPI LIGURI):
CONSEGUENZE PALEOGEOGRAFICHE

BENITO GALBIATI*

Key-words: Maritime Alps, Alpine orogenesis, Flysch, Cenozoic, Stratigraphy.

Abstract. The reasons for an early Cenozoic age of the basal part of the Borghetto succession, as an alternative to an upper Cretaceous age, are re-proposed.

Moglio Pelites have been found at the stratigraphic base of the "prepiemontese" succession of Borghetto. This proves that the paleogeographical location of the above succession had to be contiguous with the one of the Moglio—Testico unit, which was therefore interposed between the Borghetto deposition area and the San Remo one.

The olistostromes of Moglio Pelites retraceable inside and at the top of the mentioned Borghetto succession show that in the domains, which the western Liguria flysch come from, the tectogenesis started before the San Remo—M. Saccarello unit had been overthrust towards the external Brianzonese.

Of these premises, a possible model (Fig. 3) of evolution of flyschoid units, outcropping in the Maritime Alps, is build up.

1. Introduzione.

Questo lavoro riferisce su nuove ricerche condotte sull'unità di Borghetto, relative a due aspetti distinti, ancorchè connessi: a) stratigrafia ed analisi di facies dei terreni che costituiscono l'unità; b) descrizione ed interpretazione di lembi di terreni di pertinenza piemontese—ligure rinvenuti in essa. Per consentire la valutazione dei dati raccolti nel loro contesto regionale è opportuno iniziare con un breve inquadramento.

Nelle Alpi Marittime, in un ampio triangolo che ha ai suoi vertici San Remo, Albenga ed il Colle di Tenda, si sviluppano vasti affioramenti di sedimenti flyschoidi considerati alloctoni. Essi risultano compresi tra la copertura sedimentaria del massiccio cristallino Argentera—Mercantour (zona delfinese—provenzale), ad ovest, ed i principali affioramenti del «Brianzonese ligure», a nord (essendo l'area sud—orientale coperta dal Mar Ligure). Sono considerati

* Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pavia.

— Lavoro eseguito nel quadro degli studi dell'Unità di Pavia del "Gruppo Alpi" del C.N.R. e dei progetti di ricerca del M.P.I., fondi 40% e 60%.

(Lanteaume, 1958) come sovrascorsi da nord (o da nord-est), cioè da zone paleogeograficamente più all'interno (secondo la vergenza alpina) del Brianzonese ligure. Possono provenire in parte da quella zona oceanica (*piemontese-ligure*) che nel Mesozoico ha separato la zolla europea da quella insubrica; in parte, dal margine continentale europeo (zona *prepiemontese* s. l. o *piemontese esterna-prepiemontese*), cioè dal limite tra la già citata area oceanica e il Brianzonese. Le unità sovrascorse hanno sepolto il contatto tra il Brianzonese ligure e l'autoctono delfinese-provenzale.

I flysch della Liguria occidentale constano di diverse successioni, di età compresa tra il Cretacico superiore e l'Eocene, costituenti unità o elementi tettonici distinti, accavallati gli uni sugli altri in modo che generalmente quelli situati a SSW giacciono sotto quelli situati a NNE. L'attuale disposizione degli affioramenti delle varie unità risulta essere (da SSW a NNE) San Remo-M. Saccarello, Moglio-Testico, Borghetto d'Arroschia, Arnasco-Castelbianco.

Prima di esporre i nuovi risultati relativi all'unità di Borghetto si ricordano sinteticamente i principali dati concernenti le altre unità.

Unità di San Remo-M. Saccarello (o di San Remo). Sagri (1980) ha recentemente determinato l'ambiente deposizionale delle formazioni di questa unità, segnalando la presenza di corpi arenacei attribuibili ad una conoide sottomarina (Arenarie di Bordighera) inseriti entro depositi di piana bacinale (Formazione di San Bartolomeo e soprastante Flysch di San Remo).

Questi terreni, già attribuiti al Cretacico sup. (Lanteaume, 1956), presentano notevoli affinità, per litologia, facies sedimentaria e provenienza dei clasti, con alcuni flysch dell'Appennino settentrionale, precisamente: le Arenarie di Bordighera con le Arenarie di M. Gottero ed il Flysch di San Remo con quello di M. Antola (Sagri, 1980). A motivo di questa analogia conviene forse ipotizzare per il tetto dell'unità in esame un'età paleocenica.

Unità di Moglio-Testico. Consta di una successione poco conosciuta che comprende due formazioni (Boni & Vanossi, 1972): la Formazione di Testico e le Peliti di Moglio.

La Formazione di Testico, dubitativamente considerata come la più recente, è costituita da un flysch pelitico-arenaceo, localmente calcareo-marnoso, nel quale sono state rinvenute rare Globorotalie di tipo paleocenico (Membro di Cesio, superiore), e da torbiditi marnose, subordinatamente arenacee, di età non determinata (Membro di Pieve di Teco).

Le Peliti di Moglio, argilliti talora marnose, frequentemente mangesifere, con intercalazioni di siltiti silicizzate, con piccole masse di tipo diabasico, contengono rare Globorotalie di tipo paleocenico, associate a microfaune rimanegiate del Cretacico superiore e sono assegnate al Paleocene-Cretacico superiore (?).

I terreni di questa unità presentano marcate analogie con formazioni di pertinenza ligure affioranti nell'Appennino settentrionale: con la Formazione di Val Lavagna in particolare, e con i suoi equivalenti laterali affioranti più ad ovest.

Unità di Arnasco—Castelbianco. Comprende una successione che, partendo da dolomie noriche, si sviluppa, attraverso dolomie e calcari retici, brecce e calcari liassici, radiolariti del Malm, calcari micritici con selci del Titonico—Neocomiano, fino ad una formazione calcareo—arenacea («schistes Grésos—calcaires» di Lanteaume, 1958; Formazione di Albenga di Boni & Vanossi, 1972), di età sicuramente eocenica nel settore orientale e con una porzione basale non datata (Cretacico?, Paleocene—Eocene?) nel settore occidentale.

La Formazione di Albenga comprende un membro basale calcareo (Calcari di Curenna—M. Bello) ed un membro sommitale arenaceo—pelitico (Arenarie di Leuso—Quartarole); verso la costa (Ceriale) essa passa eteropicamente a facies conglomeratiche forse molto prossimali, i cui clasti, di provenienza da una successione prepiemontese analoga a quella di Castelbianco, legano il bacino di sedimentazione della Formazione di Albenga al margine continentale europeo (Vanossi, 1980).

Quanto all'ambiente deposizionale, i Calcari di Curenna—M. Bello possono essere attribuiti ad una scarpata sottomarina poco attiva, collegata alla (sopra-stante?) area di sedimentazione dei Conglomerati di Ceriale. Le più recenti arenarie di Leuso—Quartarole sembrano riferibili a lobi o frange di lobi, indicando un ambiente più distale (Galbiati, 1981).

Si ricorda infine che, dal punto di vista strutturale, l'unità può essere suddivisa in due elementi caratterizzati da una certa indipendenza tettonica: l'elemento di Castelbianco, affiorante essenzialmente con la parte pre—radiolaritica della successione; l'elemento di Arnasco, affiorante soprattutto con la Formazione di Albenga e sviluppato, verso il basso stratigrafico, solo fino alle Radiolariti.

2. Unità di Borghetto: ambiente di sedimentazione e considerazioni stratigrafiche.

L'unità di Borghetto presenta una successione (Galbiati & Andreoni, 1981; Galbiati et al., 1983) che, per quanto variabile nelle due estremità dell'area di affioramento, comporta sempre due termini sovrapposti: un flysch calcareo—marnoso simile ai flysch a Elmintoidi (Calcari di Ubaga) ed una sottostante formazione a quarziti, peliti e conglomerati (Quarziti di M. Bignone).

Le successive ricerche compiute dallo scrivente consentono di delineare l'ambiente di sedimentazione nel modo seguente.

Le Quarziti di M. Bignone sembrerebbero deposte su di una scarpata sottomarina (o meglio, al piede della stessa, presso la piana bacinale) in seguito ad

un'attiva risedimentazione gravitativa di materiali clastici ora quarzosi, ora carbonatici. Le facies sedimentarie deposte constano di conglomerati ed arenarie in strati massicci o suddivisi in spesse lamine parallele e/o oblique, talora estese in tutto lo spessore dello strato, e frequentemente associate a strutture da fughe d'acqua. Esse sembrano indicare una sedimentazione torbiditica molto veloce, quale si ha normalmente nelle zone canalizzate. A sostegno di ciò sarebbero anche gli accenni a megasequenze positive nell'organizzazione degli strati.

Le Quarziti di M. Bignone costituiscono un apparato di dimensioni areali ridotte, esteso per poche decine di km, e marcatamente lenticolare (il suo spessore si riduce nel giro di pochi km, da quasi 300 m a poco più di 50 m). Una conoide a bassa efficienza di trasporto, deposta su di un fondo particolarmente subsidente, può rappresentare l'ambiente deposizionale di questa formazione.

Quarziti e conglomerati a clasti prevalentemente calcarei si alternano nella formazione e si associano talora nello stesso strato dimostrando che l'ultima parte del trasporto è stata comune a tutti e due i tipi di clasti. Ma la grande diversità nella loro maturità fa presumere due aree alimentatrici distinte. I ciottoli e i blocchi calcarei provengono da rocce giurassiche (subordinatamente triassiche) prepiemontesi, presumibilmente soggette a bruschi sollevamenti e/o ad una tettonica di tipo fragile realizzatasi durante la sedimentazione dei conglomerati; sembra probabile che tale area dovesse essere prospiciente al dominio marino nel quale avveniva, soprattutto per gravità, la definitiva messa in posto dei clasti.

La maturità composizionale e tessiturale delle quarziti fa invece pensare a sabbie giunte sui fondali marini soprastanti alla scarpata da massicci cristallini forse anche lontani e comunque a seguito di una lunga elaborazione subaerea.

Per quanto riguarda l'altra formazione dell'unità, i Calcari di Ubagà, l'ambiente deposizionale sembra poter corrispondere ad una pianura sottomarina relativamente ristretta e non troppo lontana da scarpate poco attive.

Per l'età delle due formazioni in esame conviene ricordare (Galbiati & Andreoni, 1981) che:

1) le faune di età cenozoica antica segnalate nel tetto dei Calcari di Ubagà sono state in realtà estratte da livelli situati entro i calcari stessi;

2) il passaggio dalle Quarziti di M. Bignone ai Calcari di Ubagà avviene transizionalmente e senza lacune;

3) le Quarziti di M. Bignone sono state generate essenzialmente da flussi gravitativi molto energici, capaci di accumulare in breve tempo grandi spessori di materiali.

Queste osservazioni hanno indotto a modificare la datazione della formazione quarzitica, generalmente considerata cretacea superiore, proponendo una età cenozoica, eocenica o di poco precedente (Galbiati & Andreoni, 1981).

In questa ipotesi, l'intera successione di Borghetto può essere considerata cenozoica e all'incirca coeva di quella di Albenga, già sommariamente descritta.

due le successioni,

– arenarie massicce, un po' calcaree e tipicamente micacee, sono presenti al tetto di ambedue le successioni, costituendo l'aspetto distintivo di una di esse;

– conglomerati a clasti prepiemontesi, segnalati a Ceriale, sono intercalati, abbondanti, anche nella parte mediana e inferiore della successione di Borghetto (Vanossi, 1980);

– quarziti, così caratteristiche nella formazione di M. Bignone, sono state rinvenute, seppure sporadicamente, anche nei livelli inferiore della Formazione di Albenga. A proposito di queste ultime si può osservare che condizioni adatte allo sviluppo di sedimenti maturi si sono realizzate in altri dominî più esterni durante l'Eocene, con sedimentazione di corpi quarziticci più o meno consistenti (che sembrano invece mancare nel Cretacico): ciò costituisce un ulteriore motivo per preferire un'età cenozoica per le Quarziti di M. Bignone.

Poco o nulla si sa del substrato pre-cenozoico della successione di Borghetto: manca ogni legame con successioni giurassiche, sia ofiolitiche che carbonatiche (tipo Castelbianco); manca, come sopra evidenziato, anche una parte attribuibile al Cretacico con sicurezza.

3. Lembi di terreni piemontesi—liguri nell'unità di Borghetto.

Rilevamenti compiuti nella zona di Alassio e nell'entroterra di Albenga hanno rivelato la presenza di affioramenti di litofacies piemontesi—liguri in aree finora attribuite alle due formazioni descritte nel capitolo precedente. Gli affioramenti rinvenuti presentano chiari contatti sedimentari con le Quarziti di M. Bignone. Essi appaiono per lo più cartografati, nella carta geologica di Boni e Vanossi (1972), come Membro di Pogli e come Membro di P.ta Marina (della formazione di M. Bignone), ma occupano anche aree cartografate come Calcari di Ubagà.

3. 1. Lembi nella parte basale delle Quarziti di M. Bignone.

Gli affioramenti nella zona costiera.

Una prima serie di affioramenti si trova nell'area costiera ed è situata nella posizione strutturale indicata nella Fig. 1a con rigato verticale.

Si tratta di lembi potenti in genere da pochi metri a qualche decametro, frapposti con una certa regolarità tra il fianco diritto e il sottostante fianco rovesciato della grande anticlinale coricata (chilometrica) che costituisce la strut-

tura principale dell'unità di Borghetto in quest'area. L'anticlinale ha vergenza meridionale e presenta un ben sviluppato fianco diritto, suddiviso in almeno due elementi minori, sovrascorso sul rovescio, che risulta laminato e ridotto a trucioli discontinui. Una successiva fase retrovergente ha ulteriormente suddiviso la piega in scaglie tettoniche.

Gli affioramenti migliori sono visibili, sia sul versante meridionale di Costa di Oreto, di P.ta di Vegliasco e di M. Castello, disposti lungo l'allineamento di selle situato a circa q. 300 m, sia sul versante orientale di M. Bignone, in corrispondenza della strada panoramica S. Croce—S. Anna, e al porto di Alassio. Si descrive, indicativo per tutti, quest'ultimo affioramento.

Nella zona settentrionale del porto, poco sotto lo sbocco della galleria ferroviaria, è visibile un passaggio stratigrafico tra peliti ad affinità piemontese—ligure e la soprastante successione di Borghetto, in giacitura diritta. Si osservano dal basso:

1) 2 m, in parte coperti verso l'alto, di argilloscisti in foglietti nerastri debolmente lucenti, contenenti sottili lamine silteose millimetriche di colore grigio scuro ed alterazione rugginosa, talora costituite da treni di ripples, con foresets ben evidenti; altre volte invece parallele e associate in intervalli dello spessore massimo di qualche centimetro. Siltiti e argilloscisti costituiscono sequenze torbiditiche di tipo Tce, Tde, Te. Le prime sono talora silicizzate, interessate da tipiche «cariature» spalmate da ossidi di Fe e Mn, molto deformate. Il livello presenta spiccate affinità con numerose litofacies pelitiche di pertinenza paleogeografica piemontese—ligure («complesso di base» del Flysch di San Remo e, soprattutto, Peliti di Moglio).

2) 1,5 m di conglomerato a ciottoli e blocchi prevalentemente carbonatici simile ad analoghi conglomerati intercalati sia nella successione di Borghetto che in quella di Albenga. Il livello contiene un lembo decimetrico di argilloscisti nerastri che indica l'avvenuto rimaneggiamento di terreni piemontesi—liguri nel dominio prepiemontese s.l. Le non rare selci di colore grigio scuro (sotto certi aspetti simili a «lydiennes») contenute nel conglomerato, potrebbero anche corrispondere a siltiti silicizzate.

3) 2,5 m di impasto caotico di lembi di peliti nerastre (per lo più argilliti, talora debolmente marnose) e strati sottili boudinati di siltiti a lamine sedimentarie, areniti fini non laminate e calcareniti finissime. Sembra trattarsi di un accumulo (olistostroma) di materiali piemontesi—liguri franati nel bacino di sedimentazione della successione di Borghetto. Contiene numerosi frammenti di caratteristiche selci dal colore grigio—biancastro, di provenienza non chiara.

4) 3 m di conglomerato a ciottoli prevalentemente carbonatici, suddiviso in cinque strati da livelli discontinui, potenti al massimo 15 cm, di argilliti nerastre. E' possibile che tali argilliti si siano deposte per normale decantazione, ma l'affinità con le facies piemontesi—liguri e la presenza locale di ciottoli, induce piuttosto a supporre delle sottili colate fangose.

5) Separate da una faglia, seguono, in uno spaccato spettacolare, le potenti «quarziti inferiori» della formazione di M. Bignone (m 150—200) e quindi l'intera successione di Borghetto, fino ai Calcari di Ubaga, compresi.

Gli affioramenti tra Pogli e Borghetto.

Una seconda serie di affioramenti si trova nella valle del T. Arroscia, sia sul versante destro, che (soprattutto) su quello sinistro, nel tratto compreso tra

Pogli e Borghetto. La posizione strutturale degli affioramenti è illustrata nella Fig. 1 b, in cui le facies piemontesi–liguri, indicate con rigato verticale, si trovano al nucleo di un'anticlinale sinforme che interessa la successione di Borghetto. Tale piega ha dimensioni ettometriche e marcata asimmetria verso nord: risulta dunque interpretabile come parassita del fianco inverso di un'anticlinale chilometrica di prima fase, probabilmente identificabile con quella citata per gli affioramenti costieri (il cui fianco diritto sembra continuarsi anche in queste zone, affiorando sul versante destro della valle d'Arroschia).

Innumerevoli affioramenti nella zona di Borgo di Ranzo e di Bacelega, mostrano la successione di Borghetto caratterizzata dalle facies occidentali. In essa le «quarziti inferiori», ridotte a 2–3 decine di metri di spessore, si trovano in strati sottili (centimetrici) con frequenti intercalazioni argillitiche (grigio–verdi). Mancano completamente i conglomerati che, verso Alassio, caratterizzano la base del livello stratigrafico equivalente e si assiste invece ad un passaggio graduale ad argilliti varicolori. Queste argilliti, già indicate come «argilliti grigio–verdi» (Galbiati & Andreoni, 1981) ma più esattamente definibili come «argilliti inferiori», corrispondono litologicamente al Membro di Pogli delle Quarziti di M. Bignone di Boni e Vanossi (1972).

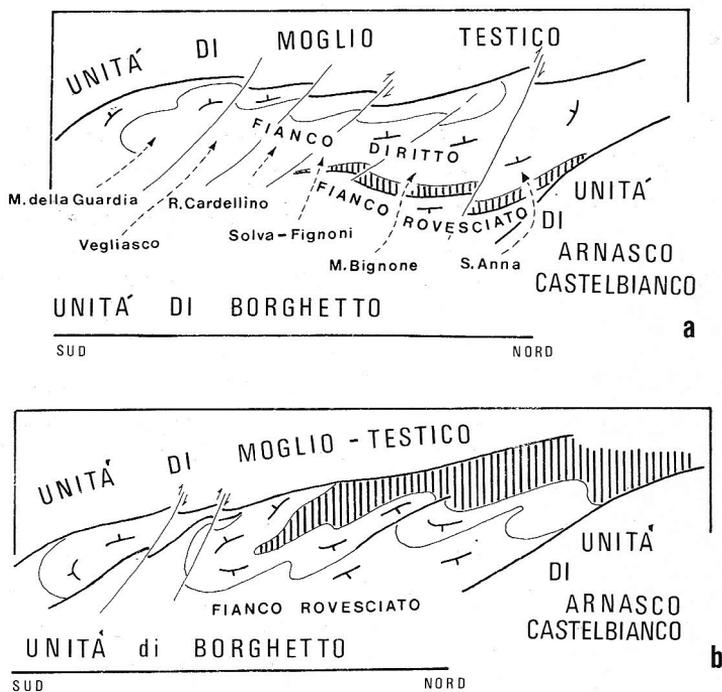


Fig. 1— Rappresentazione schematica della posizione strutturale degli affioramenti di litofacies piemontesi–liguri (in rigato verticale) entro l'unità di Borghetto nella zona di Alassio, presso la costa (1a) e nell'entroterra, in valle d'Arroschia (1b).

In tutta l'area indicata, le «argilliti inferiori», potenti poche decine di metri, presentano contatti stratigrafici con litofacies ad affinità piemontese—ligure, sviluppate in affioramenti estesi per km e con spessori di qualche decina di metri. Dette litofacies sono geometricamente sovrapposte alle «argilliti inferiori», ma, dato il ribaltamento della serie, sono stratigraficamente sottostanti. Sono caratterizzate da una colorazione da grigia fino a nerastra, con alterazioni bruno—rugginose, e da frequenti patine di ossidi di Fe e Mn. Predomina un argilloscisto, talora leggermente siltoso, su subordinate (10—15%) siltiti o areniti fini—finissime con caratteristiche laminazioni increspate, convolute e parallele. Le argilliti e le siltiti, frequentemente piegate in modo complesso ed interessate da boudinage, sono ricollegabili in sequenze torbiditiche di tipo Tce e Tde, aventi spessori variabili da pochi cm a più di 1 m. La base siltosa ed arenacea delle sequenze può assumere spessori di molti dm senza cambiare le caratteristiche strutturali, rappresentate da una delicata laminazione sedimentaria. Presenta solitamente un certo contenuto in CaCO_3 , ma è frequentemente silicizzata, assumendo talora l'aspetto di selci nerastre. Nelle argilliti sono intercalati anche frammenti di strati irregolari o masse globose di selce particolarmente pura, di colore grigio chiaro, biancastro o grigio—verdino; in essi non sono assolutamente riconoscibili strutture relitte.

3. 2. Lembi all'interno delle Quarziti di M. Bignone.

Lembi di materiali piemontesi—liguri si trovano rimaneggiati in altri livelli delle Quarziti di M. Bignone; si ricordano i seguenti casi:

1) nelle «argilliti mediane» affioranti sulla strada per Ubaghetta, sul versante destro della valle d'Arroscia, sono contenuti lembi, decimetrici, di peliti nerastre con siltiti e sedimenti silicei in ciottoli (paraconglomerato) e frammenti di strato. Le argilliti e le arenarie ad esse intercalate sembrano interessate da slumping;

2) nei primi metri delle «quarziti superiori» affioranti sulla strada per Ubagha, è intercalato un livello di conglomerato di spessore decimetrico, costituito da piccoli ciottoli e granelli sparsi entro ad argilliti nerastre simili a quelle piemontesi—liguri già descritte;

3) in stretto contatto col livello pelitico—conglomeratico che divide in due parti le quarziti della formazione di M. Bignone, a sud e a sud—ovest di Solva, poco a nord di Alassio, sono stati reperiti livelli di paraconglomerato a ciottoli silicei grigi sparsi entro matrice argillitica. I paraconglomerati formano strati lenticolari di spessore da qualche cm a uno o due metri, e sono associati a corpi consistenti (aventi dimensioni di svariate decine di metri) di una litofacies argillitica grigio—scura ascrivibile a formazioni piemontesi—liguri. Detti corpi, dato lo scarso sviluppo laterale e l'associazione con i paraconglomerati, possono essere considerati come olistoliti;

4) nella valletta a sud-ovest di S. Lucia, sulla strada che da Ligo porta a Marmoreo, sono presenti livelli di paraconglomerato a ciottoli silicei simili a quelli di Solva, sparsi in una matrice argillitica ora grigia, ora grigio-verdina. Tali conglomerati sono associati a facies clastiche costituite da minuscoli brandelli di argilliti rimaneggiate e sono intercalati, con contatto stratigrafico, nei livelli pelitici situati alla base e nel corpo delle Quarziti di M. Bignone;

5) analoghe facies paraconglomeratiche sono presenti in livelli stratigrafici non ancora ben determinati, comunque legati alla formazione quarzítica, a sud-ovest di Degolla.

3. 3. Lembi al tetto dei Calcari di Ubaga.

Secondo la già citata carta di Boni e Vanossi (1972) le Peliti di Moglio affiorano in tre fasce distinte. Quella più meridionale corrisponde al corpo principale dell'unità di Moglio-Testico. Una fascia centrale, passante per Colla Domenica, è cartografata in contatto (presunto stratigrafico e per eteropia) con la parte sommitale dei Calcari di Ubaga (distinti sulla carta come «membro di Leverone»). La fascia più settentrionale, passante per il Passo di Prale, è segnalata alla base stratigrafica della Formazione di Albenga.

Nel complesso le facies descritte ne ricordano alcune contenute nella Formazione di Val Lavagna e nelle formazioni ad essa equivalenti, affioranti più ad ovest. Sono però non di rado presenti, associate alle suddette, litozone più marnose, con intercalazioni di calcareniti fini a evidenti laminazioni convolute e più rari calcari micritici. Le sequenze, torbiditiche e simili a quelle già descritte, sono forse più potenti. Ricordano le facies ardesiache della Formazione di Val Lavagna e, forse più che alle Peliti di Moglio ed al «complesso di base» del Flysch di San Remo, potrebbero essere ascritte ai termini stratigraficamente loro soprastanti, in particolare al Membro di Pieve di Teco della Formazione di Testico.

Il contatto tra «argilliti inferiori» e litofacies piemontesi-liguri è chiaramente stratigrafico. Esso avviene mediante un passaggio sfumato da argilliti grigio-chiare e verdine ad argilliti grigio-scure e nerastre. Allontanandosi dal contatto, le due formazioni accentuano i loro caratteri distintivi: le peliti grigio-verdi possono diventare localmente rosso-vinose e contenere rare e sottili intercalazioni di quarziti; le peliti nerastre si arricchiscono in strati arenacei e siltosi a laminazione sedimentaria.

Il legame stratigrafico è indicato da altri caratteri: nelle «argilliti inferiori» sono contenuti lembi di peliti scure (e più scarse siltiti) talora rimaneggiati in seguito a frane sottomarine. Tali lembi conservano talora confini netti, ma sono per lo più in assetto caotico; verso il margine mescolano le loro argilliti nerastre con quelle chiare delle «argilliti inferiori», generando argilliti screziate nei due colori con disegni ad aspetto fluidale. Sembra evidente che la massa franata

abbia coinvolto le peliti chiare già deposte, impastandole con le sue parti argillose non ancora ben consolidate.

Talora si osservano passaggi sfumati da argilliti grigie ad argilliti verdine senza che le prime siano connesse ad accumuli di frana sottomarina. Le argilliti grigie costituiscono in questi casi strati centimetrici che presentano talora una base siltosa (raramente arenacea) spesso silicizzata. E' possibile che si tratti di facies laterali o distali delle masse franate, corrispondenti, per esempio, alla «coda» della frana dispersa nell'acqua ed operante il sorpasso della massa principale che si era arrestata. Il meccanismo di flusso sembra poter corrispondere a correnti di torbida molto diluite.

Lembi di argilliti di colore grigio-verde chiaro sembrano contenuti, con contatti sedimentari, entro il corpo principale delle litofacies piemontesi-liguri, che formano la base stratigrafica delle «argilliti inferiori». Ciò sembrerebbe indicare una notevole instabilità del bacino deposizionale al momento della sedimentazione delle argilliti inferiori. E' possibile pensare che la parte più antica di tali argilliti, appena deposta sulle peliti grigio-scure ad affinità piemontese-ligure, franasse con quest'ultime a seguito di sollevamenti o movimenti del substrato. L'intera parte basale della successione di Borghetto, fino alle prime regolari intercalazioni stratiformi di quarziti nelle argilliti grigio-chiare, potrebbe dunque avere origine olistostromica.

La non univoca caratterizzazione litologica di questi affioramenti settentrionali e la scarsa chiarezza della natura dei loro contatti con gli affioramenti contigui, ha fatto sì che, successivamente, essi potessero essere interpretati in modo diverso.

Vanossi (1980) considera gli affioramenti del Passo di Prale, già attribuiti alle Peliti di Moglio, come una nuova formazione (Formazione del Passo di Prale) situata alla base stratigrafica della Formazione di Albenga e rappresentante, nella sua porzione basale, una facies laterale delle Radiolariti di Arnasco. Rilevamenti recentemente effettuati dallo scrivente confermerebbero invece che si tratta, almeno in parte, proprio dei terreni piemontesi-liguri indicati sulla carta citata.

Lo stesso Autore (1980) fornisce anche una nuova interpretazione del lembo di Peliti di Moglio affiorante a Colla Domenica; esso viene considerato come una massa caotica franata dalla parte frontale della falda flyschoidale piemontese-ligure, in avanzamento verso posizioni più esterne («complesso di progressione» di Royant, 1978) entro il bacino eocenico, nel quale si stava depositando la «Formazione di Leverone», stratigraficamente sovrapposta sia alla successione di Borghetto che a quella di Albenga.

Secondo le ricerche condotte dallo scrivente, la Formazione di Leverone deve invece essere considerata come una litozona dei Calcari di Ubaga e non sembra avere rapporti diretti di sovrapposizione con la Formazione di Albenga, della cui parte superiore dovrebbe costituire un equivalente laterale.

Questo diverso inquadramento stratigrafico della Formazione di Leverone non cambia l'interpretazione che era stata data da Vanossi al lembo di Colla Domenica, che sarebbe franato durante l'Eocene nel bacino della successione di Borghetto dalla parte frontale della falda piemontese—ligure mentre si andava depositando la parte terminale dei Calcari di Ubaga. Esso potrebbe dunque rappresentare, nella successione di Borghetto, l'equivalente di quegli olistostromi (di natura imprecisata ma presumibilmente piemontese—ligure) che Vanossi (1980) segnala anche nella parte superiore, eocenica, della Formazione di Albenga: sarebbe questa un'ulteriore conferma della validità del quadro stratigrafico esposto nelle pagine precedenti.

Situazioni simili a quella di Colla Domenica, con olistoliti e olistostromi di Peliti di Moglio al tetto dei Calcari di Ubaga, sembra possano essere presenti anche al limite meridionale dell'unità di Borghetto dove la parte basale di quella che è stata cartografata (Boni & Vanossi, 1971) come unità di Moglio—Testico può essere almeno localmente costituita dal complesso di progressione. I Calcari di Ubaga presentano infatti, con le Peliti di Moglio contatti non sicuramente tettonici e per i quali è possibile supporre una natura stratigrafica.

4. Interpretazione dei dati.

Le peliti presenti alla base delle Quarziti di M. Bignone e rinvenute come olistoliti e olistostromi entro e al tetto della successione di Borghetto presentano somiglianze sia con il «complesso di base» del Flysch di San Remo che con le Peliti di Moglio. Esse potrebbero quindi essere attribuite a entrambe le formazioni; sembra tuttavia preferibile, come vedremo, associarle tutte ad una soltanto delle due.

Un'attribuzione al «complesso di base» del Flysch di San Remo sarebbe in accordo con la posizione paleogeografica finora presunta per tale flysch, contiguo verso l'esterno al dominio di Borghetto, e con la sua messa in posto precoce sul Brianzonese esterno (Vanossi & Gosso, 1983). Ne deriverebbe anche un'interpretazione «tradizionale» della formazione quarzitica che corrisponderebbe cronologicamente al Flysch di San Remo, costituendone un equivalente settentrionale dalle caratteristiche litologiche anomale.

Sembra tuttavia preferibile, secondo lo scrivente, riferire le peliti in questione alle Peliti di Moglio e, subordinatamente, alla Formazione di Testico. Ciò per una somiglianza litologica maggiore, che rende difficile la distinzione delle peliti rinvenute nell'unità di Borghetto da quelle di Moglio nei numerosi punti in cui esse sono a contatto. Questo fatto ha probabilmente contribuito a portare in passato altri AA. (Boni & Vanossi, 1972) ad attribuire a tale formazione il lembo di Colla Domenica ed altri ancora.

Per quanto dunque il riferimento al «complesso di base» del Flysch di San Remo non possa essere escluso, si ritiene preferibile sviluppare la seconda

ipotesi, considerando come Peliti di Moglio (e in parte di Testico) le litofacies piemontesi—liguri descritte nel capitolo precedente.

E' possibile, su queste basi, fare le seguenti considerazioni.

1) L'età sicuramente paleocenica e solo dubitativamente cretacea assegnata da Boni e Vanossi (1972) alle Peliti di Moglio avvalorata l'ipotesi che la intera successione di Borghetto, fin dalla sua base, sia ascrivibile al Cenozoico antico.

2) Le Peliti di Moglio rinvenute alla base stratigrafica della successione e gli olistostromi della stessa natura presenti all'interno inducono a modificare le ipotesi precedentemente fatte sui rapporti paleogeografici con le unità piemontesi—liguri. Nella ricostruzione generale dei bacini l'unità di Moglio—Testico dovrà essere disposta infatti all'esterno dell'unità di San Remo.

Per quanto riguarda la natura (oceanica o continentale) del substrato dell'area deposizionale della successione di Borghetto, il rinvenimento delle sovraccattate peliti non fornisce molti chiarimenti. I terreni piemontesi—liguri in questione potevano infatti già essersi scollati dal substrato originario ed averne assunto uno diverso. Anche nell'ipotesi che ciò non sia avvenuto rimangono aperte diverse possibilità.

Il substrato poteva infatti essere rappresentato: a) da una successione di tipo prepiemontese, copertura di una crosta continentale più o meno assottigliata (Vanossi, 1980); b) da litosfera oceanica metamorfica, subdotta e precocemente riesumata; c) da crosta oceanica non metamorfica, situata all'esterno (settore piemontese del dominio oceanico) o all'interno (settore ligure dello stesso dominio) rispetto alla zona di subduzione del Gruppo di Voltri, supposta in posizione intraoceanica con immersione verso la zolla insubrica (Vanossi et al., 1980).

Nel valutare tali possibilità occorre tener conto delle masse rimaneggiate di basalto non metamorfico presenti entro le Peliti di Moglio (Haccard, 1965; Boni & Vanossi, 1972). Esse indicano il denudamento (probabilmente tettonico) di crosta oceanica mai subdotta entro, o nelle immediate vicinanze del bacino di sedimentazione del flysch.

3) Gli olistostromi di Peliti di Moglio rinvenuti alla base e all'interno delle Quarziti di M. Bignone indicano un principio di tetto-genesi nel dominio piemontese—ligure. L'estensione di queste facies caotiche al tetto della successione di Borghetto indica che l'unità di Moglio—Testico deve aver preceduto, nella sua messa in posto sul margine prepiemontese, quella di San Remo.

Nel ricostruire la successione degli eventi dovrà dunque risultare che diverse unità di questo settore paleogeografico si sono mosse in un momento iniziale della principale fase tetto-genetica alpina e che il sovrascorrimento delle unità di Moglio—Testico, Borghetto ed Arnasco—Castelbianco da parte dell'unità di San Remo—M. Saccarello non si è realizzata mentre esse erano distese nell'originaria disposizione paleogeografica, ma quando erano già almeno in parte strutturate e

deformate, o durante tale evento.

4) La natura litologica delle frane piemontesi—liguri, corrispondente alle Peliti di Moglio oltre che alla soprastante Formazione di Testico, richiede una spiegazione. Se la sovrapposizione stratigrafica della seconda sulle prime era già realizzata in tutto il bacino al momento in cui prendevano avvio le frane sottomarine, non si capisce come mai non sia franata solo la coltre più superficiale (Formazione di Testico). E' dunque necessario ammettere che verso l'esterno del bacino le Peliti di Moglio sostituissero almeno in parte la Formazione di Testico (1). In alternativa ad una semplice e regolare eteropia è anche possibile supporre che, conclusa sull'intera area la deposizione delle Peliti di Moglio, la sedimentazione fosse continuata con la Formazione di Testico, salvo che verso il margine continentale europeo, dove potevano essere presenti locali rigonfiamenti (alti morfologici). Questi rigonfiamenti sarebbero stati causati da un incipiente scollamento della coltre sedimentaria più superficiale del bacino piemontese—ligure, connesso a traslazioni verso l'esterno legate a raccorciamento, per subduzione, della sottostante crosta. Essi renderebbero ragione sia della mancata sedimentazione della Formazione di Testico in quest'area, sia delle prime frane sottomarine di materiali pelitici nei bacini esterni.

5) La sporadicità delle frane rilevate nelle Quarziti di M. Bignone e nei Calcari di Ubagà potrebbe indicare che la falda di Moglio—Testico, già individuata tramite il succitato rilievo, abbia avuto un periodo di relativa immobilità durante la sedimentazione delle due formazioni. L'estensione delle frane presenti tra le unità di Borghetto e di Moglio—Testico potrebbe indicare che la falda si sia nuovamente mossa nell'Eocene superiore, avanzando progressivamente sulla successione prepiemontese appena deposta. Questa avanzata deve essersi realizzata in ambiente sottomarino tramite meccanismi tettonico—sedimentari, che avevano uno dei loro aspetti principali nella formazione di olistostromi precursori (v. anche Abbate et al., 1981) e, come effetto particolare, la mancanza di un piano di taglio evidente alla base dell'unità. Data la plasticità dei materiali (da poco deposti e rimossi senza emersioni), questo piano può infatti essere sostituito da un contatto totalmente sprovvisto di tettoniti, simile a quello che si rinviene alla base degli olistostromi, apparendo quindi come un «falso contatto stratigrafico». Esso limita inoltre masse litologicamente identiche; può essere confuso con residui di analoghi contatti presenti nella sottostante zona degli olistostromi (e olistoliti) precursori, che costituiscono il limite inferiore di parti frontali della falda superate dal corpo principale, rimaste intrappolate tra gli olistostromi in posizione arretrata e sottostante (si veda anche la Fig. 2)

(1) L'età eocenica? — paleocenica attribuita da Boni e Vanossi (1972) a tale formazione, nonchè la succitata eteropia, portano ad assegnare un'età sicuramente cenozoica almeno alla parte sommitale delle Peliti di Moglio, notando la parte basale essere di età cretacea superiore, come dubitativamente indicato

5. Un possibile modello evolutivo.

Le ipotesi sull'evoluzione tettonico-sedimentaria dei domini situati al limite tra la zolla europea e l'oceano piemontese-ligure, durante il Cretacico superiore ed il Cenozoico antico, dipendono in primo luogo dalla pertinenza paleogeografica (bacino di San Remo o di Moglio-Testico) che si vuole dare ai terreni ad affinità piemontese-ligure rinvenuti nella successione di Borghetto. Dipendono inoltre dall'età che si ritiene di ipotizzare per quei livelli stratigra-

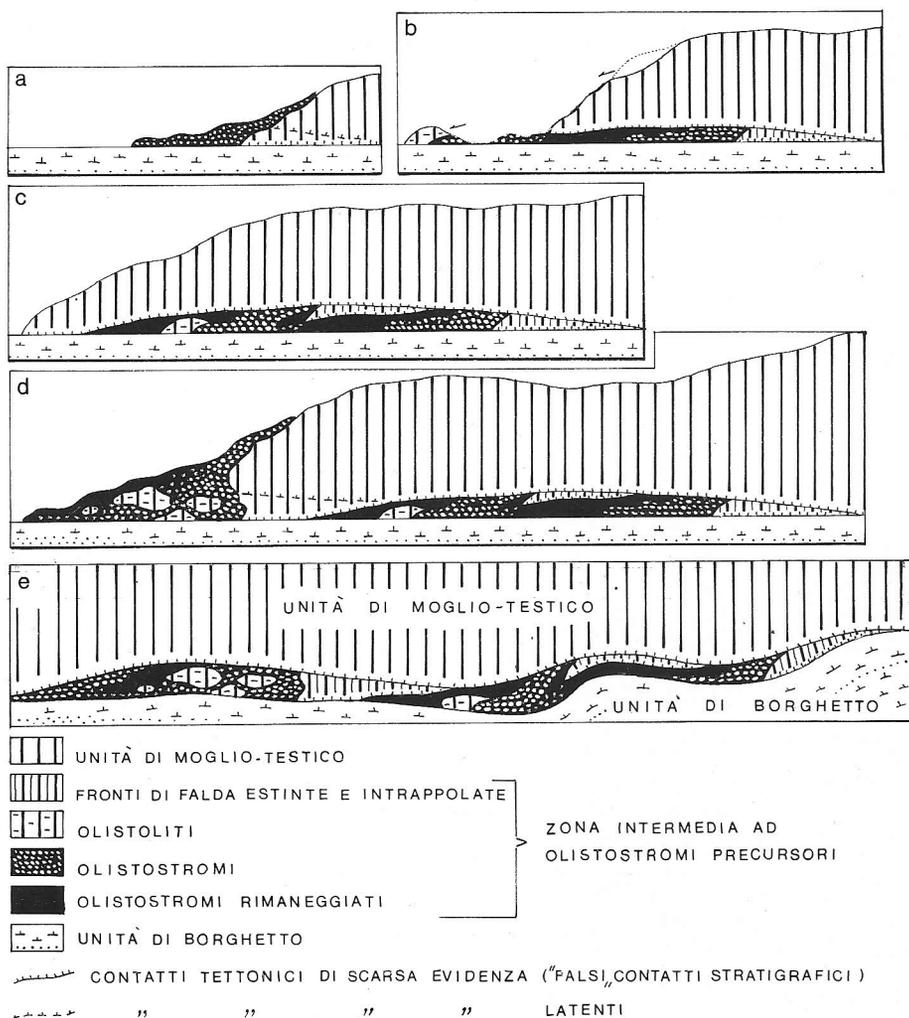


Fig. 2— Schema esemplificativo dell'avanzamento in fasi ripetute del fronte di una falda in ambiente sottomarino. Esso si suppone applicabile all'unità di Moglio-Testico in movimento nel bacino deposizionale di Borghetto (1).

fici privi di fossili significativi e sicuramente non rimaneggiati, rappresentati dalle porzioni basali della Formazione di Albenga (unità di Arnasco—Castelbianco), dalle Quarziti di M. Bignone (unità di Borghetto), nonché dalle facies ad affinità piemontese—ligure situate alla base delle quarziti stesse.

Dipendono inoltre dalle numerose spiegazioni alternative, già esposte nelle pagine precedenti, riguardanti diverse situazioni geologiche riscontrate nelle unità tettoniche studiate.

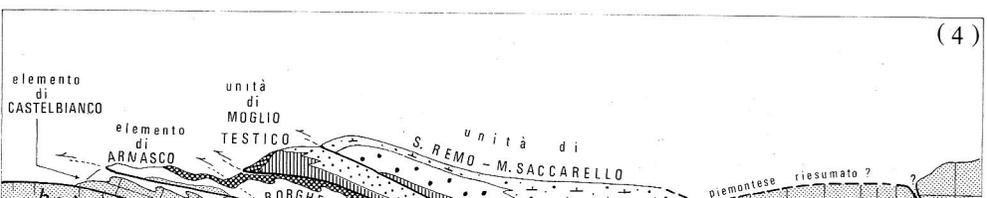
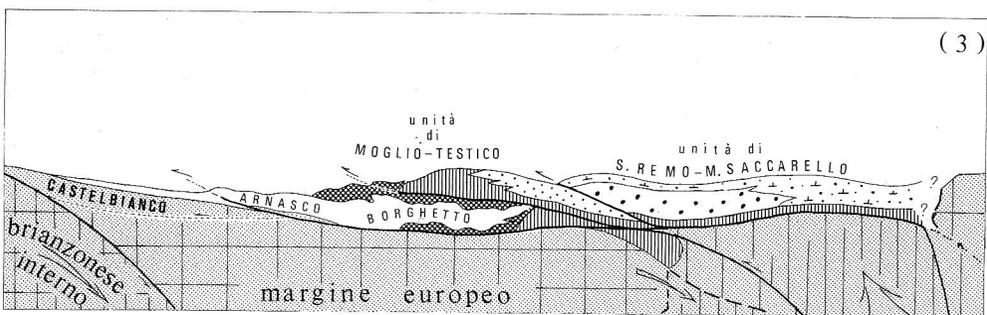
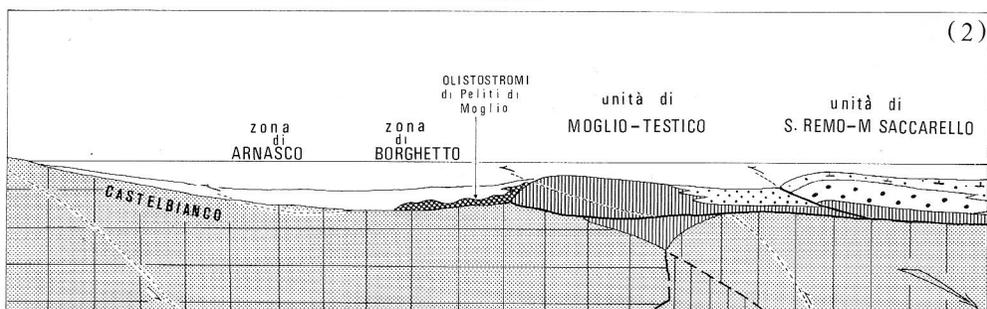
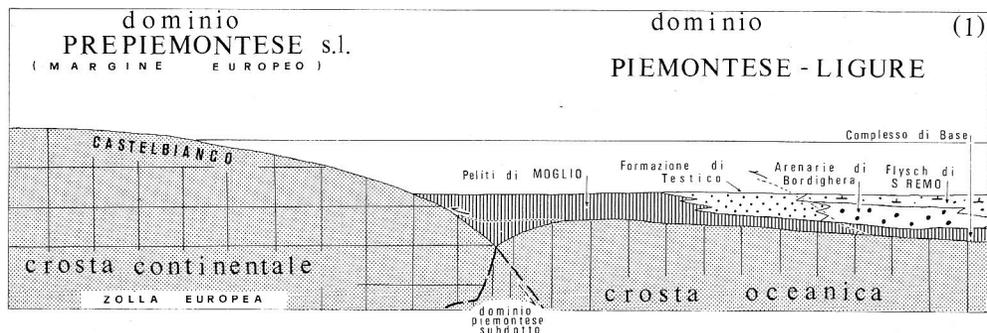
La successione di eventi ricostruita qui di seguito non è dunque l'unica che possa spiegare i fatti osservati, nè quella che consideriamo più probabile; è bensì quella che, presentando le soluzioni maggiormente innovative rispetto alle ipotesi tradizionali, potrà più facilmente delle altre stimolare nuove verifiche, a tutto vantaggio della conoscenza scientifica finale.

Fase I. Durante una fase iniziale (Fig. 3/1), sviluppatasi durante il Cretacico superiore e probabilmente in parte del Paleocene, la porzione oceanica più vicina al continente europeo era soggetta ad una sedimentazione terrigena fine, simile a quella dell'area (poi appenninica) della Val Lavagna, ma separata da essa, almeno localmente, dalla conoide di Bordighera e dal bacino del Flysch di San Remo. Nell'area più prossima al margine continentale si sedimentavano in continuità le Peliti di Moglio, mentre verso l'oceano, ad un'iniziale sedimentazione di tali peliti, seguì la deposizione della Formazione di Testico.

La sedimentazione di questi flysch avveniva presumibilmente sopra un substrato ofiolitico non metamorfico (vedasi a p.215), originariamente prossimo al margine europeo, o (e questa è l'ipotesi della Fig. 3/1) pervenuto nelle sue vicinanze in seguito alla subduzione di domini intermedi (il Piemontese anzitutto).

(1) Lo schema prevede la formazione di olistostromi e olistoliti precursori (che possono anche rimaneggiare più antichi accumuli di frana ofiolitiferi contenuti nella falda). Durante il movimento la parte frontale della falda può essere piuttosto inclinata (caso "b"), così da generare olistostromi e olistoliti precursori sui quali successivamente sovrascorre, o relativamente piana (caso "c") senza sviluppo di accumuli di frana. Il movimento può non essere continuo: la fronte può arrestarsi per un ostacolo e, per l'afflusso di nuovo materiale da tergo, subire rigonfiamenti che determinano la produzione di quantità particolarmente notevoli di materiali franati (riquadri "a" e "d"). Essi possono contribuire ad impedire l'avanzamento della fronte che rimane così "intrappolata" negli olistostromi: la ripresa del movimento potrà avvenire con la formazione di una nuova superficie di scollamento situata in posizione più elevata (vedansi i "contatti latenti" nei riquadri "a" e "d") sulla quale scorre il corpo principale della falda. Si può ragionevolmente supporre che le superfici di scorrimento, realizzatesi in ambiente sottomarino e tra materiali prevalentemente pelitici mai emersi, non presentino le tessiture delle tettoniti ma aspetti simili a quelli dei contatti, stratigrafici, alla base degli olistostromi e degli olistoliti. Si può inoltre supporre che la ripresa del movimento rimuova parte degli olistostromi già deposti producendo olistostromi rimaneggiati.

Con l'arrivo del corpo principale della falda sul bacino ormai estinto (unità di Borghetto; vedasi il riquadro "e") si ha presumibilmente contemporaneità tra lo scorrimento dell'unità di Moglio—Testico e le prime deformazioni duttili dell'unità sottostante. La superficie di scorrimento separerebbe dunque in questa fase una zona inferiore con deformazioni in atto da quella soprastante, probabilmente già deformata in questa porzione arretrata e la cui parte basale avrebbe tendenza ad essere intrappolata nei nuclei sinclinali della prima. Ciò renderebbe possibile ulteriori scollamenti delle porzioni più elevate dell'unità di Moglio—Testico in condizioni meccaniche probabilmente diverse da quelle precedenti.



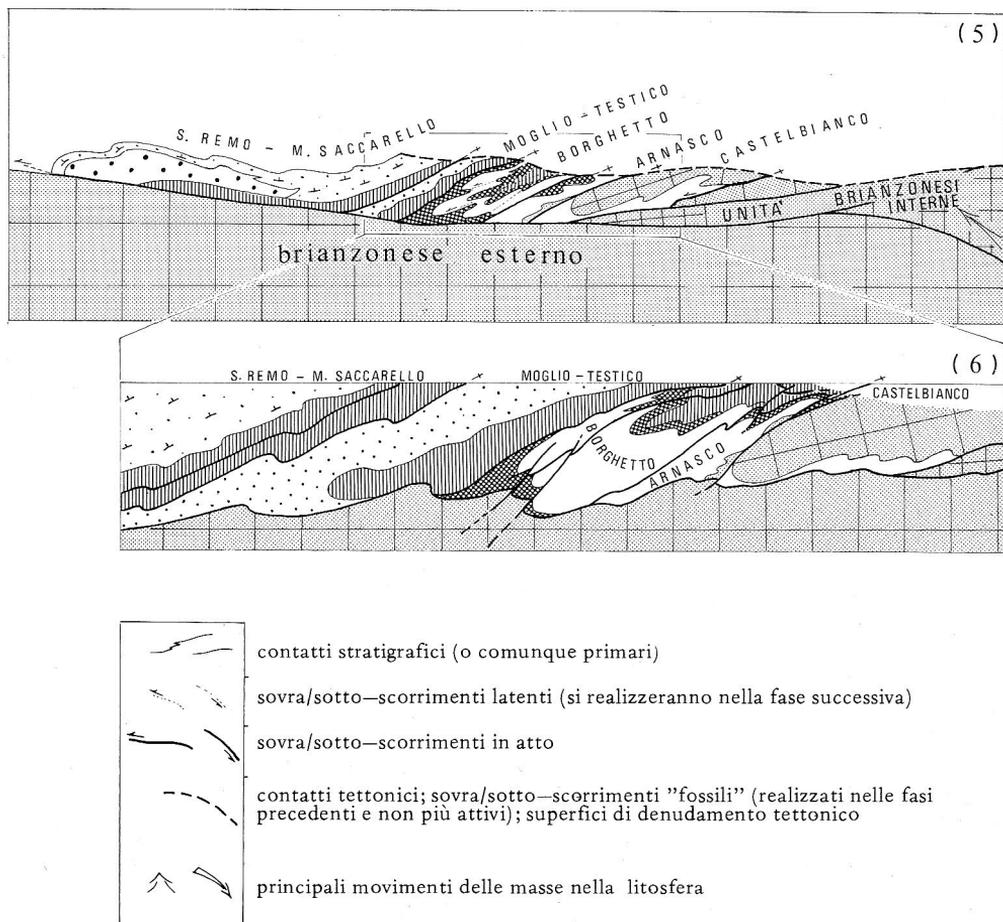


Fig. 3 — Evoluzione tettonico-sedimentaria dei flysch della Liguria occidentale, con particolare riguardo ai rapporti Borghetto/Moglio-Testico, secondo l'ipotesi prospettata nel testo (al quale si rimanda per la descrizione degli eventi raffigurati nei vari riquadri, 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 della figura). Gli eventi delle unità contigue a quelle di Borghetto e Moglio-Testico, non direttamente studiate dallo scrivente, sono molto schematizzati, soprattutto per quelle ricoperte, nelle figure, da retino grigio.

3 (1) — Situazione all'inizio del Paleocene (Cretacico superiore-Paleocene p.p., fase I del testo).

3 (2) — Situazione nell'Eocene inferiore (Paleocene p.p. - Eocene inferiore, fase II del testo).

3 (3) — Situazione all'inizio dell'Eocene superiore (Eocene medio-superiore, fase IV p.p. del testo; la III fase non è rappresentata in figura).

3 (4) e 3 (5) — Successive situazioni dell'Eocene superiore (fase IV p.p. del testo).

3 (6) — Particolare della 3 (5) in cui è schematizzata la situazione attuale.

to). Nella stessa fase il margine europeo (dominio prepiemontese s.l.) era parzialmente invaso, nella sua porzione più prossima all'oceano, da una sedimentazione terrigena di tipo torbido analogo a quella oceanica. Per il resto presumibilmente doveva presentare, esposte in superficie, rocce giurassiche, vuoi a seguito di emersioni, vuoi per lacune di sedimentazione analoghe a quelle presenti nel dominio Brianzone (Vanossi, comunicazione personale). Solo localmente si doveva avere sedimentazione in questo periodo.

Fase II. In una successiva fase (Fig. 3/2), realizzatasi durante il Paleocene e probabilmente anche nell'Eocene inferiore, si interrompeva la sedimentazione nel dominio piemontese-ligure ed iniziava (1) in esso lo scollamento della coltre sedimentaria più superficiale (Cretacico superiore-Paleocene?), a livello delle Peliti di Moglio o dei loro equivalenti, quale il «complesso di base» della unità di San Remo-M. Saccarello; lo scollamento era probabilmente connesso a rigonfiamenti nelle aree più esterne del dominio piemontese-ligure ed a successive traslazioni verso la zolla europea (2).

Il margine continentale (che presentava in superficie soprattutto rocce giurassiche) veniva nel frattempo e limitatamente alla sua porzione più interna sommerso dal mare (3), e riceveva dal bacino oceanico le prime frane sottomarine di materiali piemontesi-liguri.

In questa ipotesi (Fig. 3/2) si suppone per la successione di Borghetto un substrato prepiemontese di tipo Castelbianco (dal quale successivamente la stessa si doveva scollare e del quale dunque attualmente non rimane traccia). E' però possibile anche supporre un substrato oceanico, che potrebbe corrispondere ad una porzione di crosta originariamente esterna al dominio piemontese e che, a differenza di questo, non è stata subdotta. Su questa porzione di margine ricoperta da terreni piemontesi-liguri (area di Borghetto) e sulla restante parte più esterna (area di Arnasco) giungevano gli apporti clastici grossolani provenienti da quella parte del dominio prepiemontese che, rimasta emersa, doveva ora essere interessata da bruschi sollevamenti probabilmente accompagnati da faglie (4). Agli apporti di natura prepiemontese se ne aggiungevano altri, meno grossolani ma persino più consistenti, complessivamente ben selezionati anche da un punto di vista granulometrico e dotati di una notevole maturità composizionale, essendo costituiti da sabbie quarzose. Per essi bisogna supporre una maggiore elaborazione ad opera degli agenti subaerei ed una provenienza da massicci cristallini non necessariamente vicini.

buona parte delle coperture mesozoiche e dello zoccolo prepiemontese. Lembi di Brianzonese interno partecipano come unità tettoniche distinte (Calizzano, Castelvechio) (v. Fig. 3/4 e 3/5) al trasporto tettonico verso l'esterno, sopportando le unità prepiemontesi e piemontesi-liguri che li stanno scavalcando e che stanno portandosi sopra al dominio brianzonese esterno. Il trasporto tettonico delle unità flyschoidi avviene in modo tale che la loro disposizione finale risulta invertita rispetto alla originaria successione delle zone paleogeografiche (Fig. 3/5-6).

Si può ipotizzare che la prima fase tettogenetica a vergenza esterna (la principale alpina) si sia realizzata attraverso lo sviluppo di successive fasi minori di deformazione plicativa e di dislocazione lungo piani di taglio. Queste fasi potevano essere poco estese spazialmente e comunque non estese contemporaneamente a tutte le unità.

La fase tettonica retrovergente e fasi successive porteranno alla definitiva strutturazione delle unità esaminate, senza modificare sostanzialmente i caratteri interni ed i rapporti reciproci acquisiti (Vanossi et al., 1980).

Ringraziamenti.

Ringrazio Mario Vanossi per i numerosi dati di carattere regionale e più particolari, che ha voluto fornirmi e che sono risultati essenziali alla stesura della presente nota. Lo ringrazio altresì per la pazienza mostrata nelle numerose discussioni avute sull'argomento.

OPERE CITATE

- Abbate E., Bortolotti V. & Sagri M. (1981) - An approach to olistostrome interpretation. *Int. Ass. Sed. Excursion Guidebook*, pp. 165-185, 1 tav., 12 fig., Tecnoprint, Bologna.
- Abbate E. & Sagri M. (in corso di stampa) - Le unità torbiditiche cretacee dell'Appennino settentrionale ed i margini continentali della Tetide.
- Boni A. & Vanossi M. (1972) - Carta geologica dei terreni compresi tra il Brianzonese ligure s. l. ed il Flysch ad Elmintoidi s. s. *Atti Ist. Geol. Univ. Pavia*, v. 23, tav. 24, Pavia.
- Galbiati B. (1981) - Nuovi dati e considerazioni sull'elemento di Arnasco (Alpi Marittime). *Rend. Soc. Geol. It.*, v. 4, pp. 343-345, 1 fig., Roma.
- Galbiati B. & Andreoni G. (1981) - Nuovi dati e considerazioni sull'elemento di Borghetto di Arroscia (Alpi Liguri). *Rend. Soc. Geol. It.*, v. 4, pp. 339-341, 2 fig., Roma.
- Galbiati B., Oxilia M. & Seno S. (1983) - Aspetti stratigrafici e strutturali dell'elemento di Borghetto d'Arroscia (Alpi Marittime). *Riv. It. Paleont. Strat.*, v. 89, n. 1, pp. 119-134, 5 fig., Milano.
- Haccard D. (1965) - Nouvelles données sur les spilites de la série de Moglio, nappe du Flysch à Helminthoïdes des Alpes Maritimes franco-italiennes. *Bull. Soc. Géol. France*, s. 7, v. 7, pp. 147-151, Paris.

- Haccard D., Lorenz C. & Grandjacquet C. (1972) - Essai sur l'évolution tectogénétique de la liaison Alpes—Appennins (de la Ligurie à la Calabre). *Mem. Soc. Geol. It.*, v. 11, n. 4, pp. 309—341, 1 tav., 10 fig., Pisa.
- Lanteaume M. (1956) - Observations sur les flyschs de la Ligurie occidentale (prov. d'Imperie, Italie). *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, v. 12, pp. 199—201, Paris.
- Lanteaume M. (1958) - Schéma structural des Alpes Maritimes franco—italiennes. *Bull. Soc. Géol. France*, s. 6, v. 8, pp. 651—674, 1 tav., Paris.
- Messiga B., Oxilia M., Piccardo G. B. & Vanossi M. (1982) - Fasi metamorfiche e deformative alpine nel Brianzonese e nel Prepiemontese esterno delle Alpi Liguri: un possibile modello evolutivo. *Rend. Soc. It. Miner. Petr.*, v. 38, n. 1, pp. 261—280, 1 tav., 5 fig., Germignaga (Va).
- Royant G. & Lanteaume M. (1973) - Définition de la série pennique interne d'Arnasco—Castelbianco (Alpes ligures). Mise en évidence, dans cette série, de phénomènes tectogénétiques jurassiques. *C. R. Acad. Sc.*, v. 276, pp. 3093—3096, Paris.
- Sagri M. (1980) - Le Arenarie di Bordighera: una conoide sottomarina nel bacino di sedimentazione del Flysch ad Elmintoidi di San Remo (Cretaceo superiore, Liguria occidentale). *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 99 pp. 205—226, 1 tav., 17 fig., Roma.
- Vanossi M. (1980) - Les Unités géologiques des Alpes Maritimes entre l'Ellero et la mer Ligure: un aperçu schématique. *Mem. Soc. Geol. Univ. Padova*, v. 34, pp. 101—142, 1 tav., 7 fig., 1 carta geol., Padova.
- Vanossi M., Messiga B. & Piccardo G. B. (1980) - Hypothèses sur l'évolution tectogénétique des Alpes Ligures. *Rev. Géol. Dyn. Géogr. Ph.*, v. 22, n. 1, pp. 3—13, 2 fig., Paris.
- Vanossi M. & Gosso G. (1983) - Introduzione alla geologia del Brianzonese ligure. Ediz. Centro Studi Probl. Orog. Alpi Occ., pp. 1—36, Torino.