

RITROVAMENTO NELL'APPENNINO LIGURE-PIEMONTESE (VAL VOBBLIA-GENOVA) DI VARVE LACUSTRI APPARTENENTI ALLA CRONAZONA PREBOREALE.

G. C. Cortemiglia¹ e S. Pedemonte²

¹ DIPTERIS, Università degli Studi di Genova, Corso Europa 26, 16132 Genova (Italia). Ricerca eseguita col contributo del MURST nell'ambito del progetto "Risposta dei processi geomorfici alle variazioni ambientali".

² Località Giretta 5, 16017 Isola del Cantone, Genova (Italia).

RIASSUNTO – *Ritrovamento nell'Appennino ligure-piemontese (Val Vobbia-Genova) di varve lacustri appartenenti alla cronozona Preboreale.* Viene segnalato il ritrovamento, lungo un tratto di 600 m dell'alveo della Vobbia, nell'Appennino ligure-piemontese, di un deposito argilloso, dello spessore di 2,90 m, ricoperto dalle alluvioni oloceniche di piena ordinaria. Tale affioramento, messo sporadicamente in evidenza sulle sponde orografiche destra e sinistra per approfondimento dell'alveo prodottosi con l'alluvione del 23 ottobre 1999, all'altezza della confluenza con il Rio Rabbiosa, rivela, al suo interno, la presenza di un livello a varve dello spessore di 80 cm, al di sopra del quale, in posizione perfettamente orizzontale, affiora per 16 m di lunghezza un tronco di conifera del diametro di 50 cm verso la base del caule e di 25 cm verso l'apice.

Le caratteristiche morfologiche di questo tratto della Val Vobbia rivelano, sul versante orografico sinistro, all'altezza del Ponte di Zan, le tracce di una lizza di frana di crollo e di scoscendimento, che, per la notevole massa di materiale mobilizzato, deve aver provocato, con la sua messa in posto, lo sbarramento dell'asta principale.

La conseguente formazione di un lago ha così consentito sul suo fondo la deposizione del materiale argilloso. L'analisi tessiturale dello strato a varve ha messo in evidenza che il livello estivo, di natura sabbioso-siltosa, si caratterizza per un trasporto da correnti con deposizione per eccesso di carico e quello invernale, di natura argilloso-siltosa, si configura come deposito per decantazione da una sospensione uniforme.

La presenza delle varve consente di concludere che per tutto il periodo temporale della loro formazione le condizioni climatiche erano tali da provocare durante l'inverno il completo congelamento della superficie lacustre.

L'analisi al radiocarbonio sul materiale ligneo (campione 2) raccolto in un livello estivo di varve posto a 25 cm al di sotto del tronco di conifera ha rivelato un'età calibrata (intercetta) Beta-145740-RSd-Cal 9.250 BC (Cal 11.200 B.P.), mentre il soprastante tronco di conifera (campione 1) ha fornito un'età calibrata (intercetta) Beta-143343-Rsa-Cal 9.240 B.C. (Cal 11.190 B.C.). Risulta pertanto che il deposito argilloso, il tronco di conifera e la formazione del lago di sbarramento, sono coevi e vanno riferiti alla cronozona Preboreale.

ABSTRACT – *Discovery of lacustrine varves belonging to the Preboreal Chronozone in the Ligurian-Piedmontese Apennines (Val Vobbia-Genova).* The discovery of a clayey deposit of 2.90m thickness, covered by ordinary Holocene flood alluvium, was discovered along a 600-metre tract of the bed of the Vobbia River, in the Ligurian-Piedmontese Apennines. This outcrop, sporadically exposed on the right and left banks of the river bed, at its confluence with the Rio Rabbiosa, by the flood of 23 October, 1999, contains an 80 cm thick varve interval, overlain in a perfectly horizontal position, by a 16-metre long conifer trunk, 50 cm in diameter towards the caulis and 25 cm towards the apex.

The morphological study of the left orographic slope of relevant this tract of the Val Vobbia, at the site of the Zan Bridge, shows traces of a slip plane and slump that, because of the not yet eroded amount of material involved, must have blocked the principal river course when its mass was intact.

The subsequent formation of a dam impoundment permitted the deposition of clayey material. In particular, the textural analysis of the varve of sediment sequence has highlighted that the summer layer of sandy-silty material was laid down by currents with excess load and the winter one by the deposition of uniformly suspended, fines material.

The authors conclude that during the entire period of the formation of the varves the climatic conditions caused the complete freezing of the lake surface during winter.

The radiocarbon analysis of the ligneous material (Sample 2) recovered from a summer varve 25 cm under the conifer trunk gave a calibrated age (intercept) Beta-145740-RSd-Cal 9,250 B.C. (Cal 11,200 B.P.), while the conifer trunk above (Sample 1) provided a calibrated age (intercept) Beta-143343-Rsa Cal 9,240 B.C. (Cal 11,190 B.P.) It is therefore evident that the clayey deposits, the conifer trunk and the formation of the dam impoundment are contemporaneous and can be dated to the Preboreal period.

Parole chiave : geomorfologia, varve, Olocene inferiore, Appennino ligure-piemontese, Italia.

Key words: geomorphology, varve, Early Holocene, Ligurian-Piedmontese Apennines, Italy.

1. INTRODUZIONE

La Val Vobbia che, nell'Appennino Ligure-Piemontese, rappresenta un affluente della sponda orografica destra della Scrivia, mostra un'asta principale di 17 km di lunghezza diretta SE-NO dalla sorgente, posta, a quota 1250 m sul l.m.m., sulle pendici occidentali del M. Buio, allo sbocco (quota 298 m sul l.m.m.) nella Scrivia ad Isola del Cantone.

Questo percorso della Val Vobbia incide una successione stratigrafica che va dal Flysch (Cretaceo superiore, zona M. Buio), ai Conglomerati di Savignone (Oligocene, zona di Vobbietta), con un andamento, rispetto alla stratificazione, di tipo trasversale/cataclinale.

Le caratteristiche litostratigrafiche di questa ultima unità sono tali da aver consentito all'azione erosiva un modellamento dei versanti con profili trasversali pre-



Fig. 1 – Alveo della Vobbia in località foce del Rio Rabbioso con l'affioramento, al centro della fotografia, del deposito argilloso lacustre, contenente il tronco di conifera con il livello a varve e ricoperto, in alto nella fotografia, dalle alluvioni oloceniche di piena ordinaria. In primo piano nella fotografia l'attuale letto di magra della Vobbia.

Bed of the Vobbia River near its confluence with the Rio Rabbioso. The outcrop, with the lacustrine clayey deposit containing the conifer trunk and the varve layer are in the centre of the photograph. The ordinary Holocene flood deposit is in the upper part of the photograph. The present low-water mark of the of the Vobbia River can be seen in the foreground.

valentemente subverticali, in modo da presentare così tipici tratti a forra epigenetica.

L'intensità dell'erosione verticale è stata inoltre tale da formare meandri incassati (zona a E del Castello della Pietra) e da comportare un approfondimento dell'asta principale nella zona dell'affioramento dei Conglomerati di Savignone, sino a incidere la sottostante formazione dell'Antola, che affiora, nella sua litofacies marnosa (membro di Bruggi di Abbate & Sagri, 1967), lungo il tratto dell'attuale alveo della Vobbia compreso tra il Castello della Pietra ed il Ponte di Zan.

All'altezza del Castello della Pietra, sull'alveo della Vobbia, è stata realizzata nel 1935 una diga di sbarramento, la cui costruzione ha prodotto a monte un interrimento di 2 m d'altezza, mentre a valle ha dato luogo nel tempo ad un persistente fenomeno erosivo di approfondimento dell'attuale alveo di magra con conseguente scalzamento laterale della base dei depositi di piena ordinaria.

In occasione dell'alluvione del 23 ottobre 1999 tale approfondimento è stato tale che, all'altezza della confluenza della Vobbia con il Rio Rabbiosa, ha messo in evidenza una sezione verticale (fig.1), che mostra la presenza di un tronco di conifera della lun-

ghezza visibile di 16 m, con diametro verso la base del caule di 50 cm e verso l'apice di 25 cm, immerso in un deposito di natura argillosa.

Scopo pertanto della presente nota è quello di individuare la genesi di questo deposito argilloso ricoperto dalle alluvioni oloceniche attuali della Vobbia, determinandone altresì le caratteristiche tessiturali e l'età formazionale.

2. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'AFFIORAMENTO LACUSTRE

Il profilo (fig.1), generatosi, sulla sponda orografica destra della Vobbia all'altezza della confluenza con il Rio Rabbiosa, per effetto erosivo conseguente all'alluvione del 23 ottobre 1999, presenta la seguente successione litostratigrafica descritta dall'alto verso il basso :

- 110 cm di alluvioni oloceniche di piena ordinaria della Vobbia costituite da ciottoli e massi immersi in una matrice sabbiosa grossolana ;
- 50 cm di argilla siltosa ;
- 30 cm rappresentati dal diametro del tronco di conifera da cui è stato ricavato il campione ligneo n.1;

- 80 cm costituiti da una successione di varve (figg. 2 e 3) di spessore variabile da 1 centimetro ad alcuni centimetri, ciascuna rappresentata da uno strato basale (livello estivo) di colore più chiaro di sabbia siltosa contenente materiale ligneo e residui vegetali e da uno strato superiore (livello invernale) di colore nerastro di argilla siltosa con abbondanti residui organici vegetali (coni di *Pinus sylvestris*, squame di coni, legni di *Abies alba*, ecc.), pollini e spore. In questo deposito varvato sono stati prelevati: -alla profondità di 20 cm e di 25 cm dal soprastante tronco, in uno strato basale (livello estivo) di varva, rispettivamente il campione 3 del sedimento ed il campione ligneo n.2; -alla profondità di 40 cm dal soprastante tronco, in uno strato superiore (livello invernale) di una varva, il campione 4;

- 30 cm di argilla siltosa, la cui base visibile (fig.3) rappresenta la quota attuale di scorrimento delle acque dell'alveo di magra della Vobbia, ma il cui affioramento prosegue in realtà ancora in profondità per uno spessore, ispezionato con una trivella a mano da Montanari, Guido & Petrillo (1985), di 1 metro.

Complessivamente, quindi, il deposito argilloso contenente il tronco di conifera e le varve presenta uno spessore, all'altezza della sopraddescritta sezione litostratigrafica di fig.1, di 2,90 m.

Questo deposito argilloso, proseguendo verso valle nell'alveo della Vobbia sino all'altezza del Ponte di Zan, affiora sia sulla sponda orografica destra, sia su quella di sinistra, in sezioni di spessore metrico, per cui costituisce un affioramento continuo, posizionato lungo l'isoipsa di 380 m sul l.m.m., della lunghezza di circa 600 m.

La presenza lungo il profilo di questo deposito argilloso contenente un livello a varve ben evidenti (figg. 2 e 3) indica la sua natura di deposito lacustre, in cui, nell'intervallo temporale corrispondente al deposito di varve, la superficie lacustre gelava durante l'inverno per dar luogo alla sedimentazione del livello invernale scuro.

Le condizioni morfologiche indicano che, all'altezza del Ponte di Zan (fig.4), sulla sponda orografica sinistra, sono presenti evidenti segni di una antica lizza di frana e sull'alveo risultano presenti sia sporadici blocchi di conglomerato staccatisi dalla parete, sia una notevole rottura di pendenza a valle del loro accumulo, chiare tracce di uno sbarramento naturale del corso d'acqua per frana di crollo e di scoscendimento dovuta all'erosione laterale della Vobbia.

Tale franamento, conseguente al citato scalzamento alla base del versante, provocò la formazione di un laghetto di sbarramento lungo il tratto della Vobbia posto a monte, consentendo così la deposizione del descritto deposito argilloso per tutto il tempo di permanenza del lago.

Le caratteristiche tessiturali di questo deposito argilloso, ricavate dall'analisi granulometrica eseguita sui campioni 3 e 4, consentono di determinare i parametri e gli indici granulometrici della Tabella 1, da cui si

ricava che il livello estivo si caratterizza, in base al granulo medio, come sabbia fine, mentre il livello invernale come silt fine.

Tale indicazione dimensionale va peraltro ritenuta in senso lato, in quanto le curve granulometriche di frequenza cumulata (fig.5), presentando un andamento plurimodale, conducono ad una determinazione in eccesso del valore del granulo medio. Più significative al riguardo risultano le seguenti formule modali (Cortemiglia, 1978 e 1986) ricavabili dalle rispettive curve granulometriche

Campione 3 = (5,050) 3,94% + (0,357) 68,44% + (0,011) 15,77% + (0,002) 11,85%

Campione 4 = (0,050) 1,5% + (0,011) 52,89% + (0,002) 45,61%

in quanto evidenziano che nel livello estivo (campione 3) è prevalsa la mobilizzazione della frazione granulometrica modale della sabbia e nel livello invernale (campione 4) quella dell'argilla siltosa.

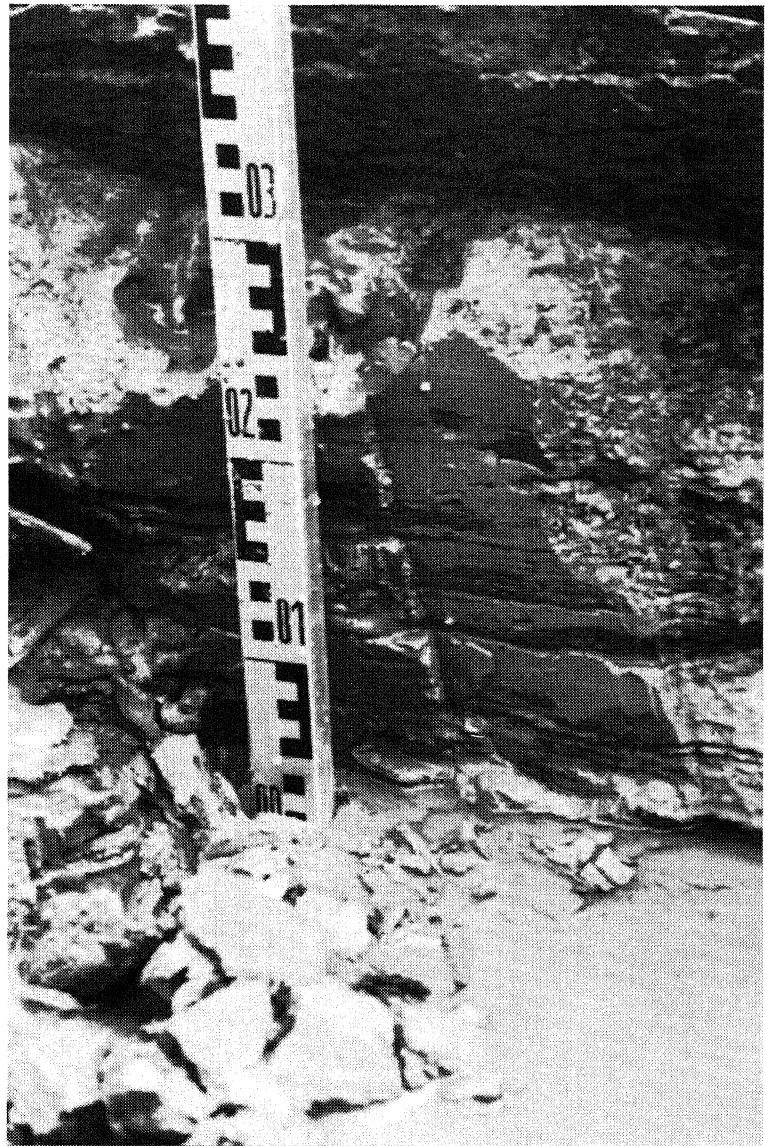


Fig.2 – Particolare della zona centrale di fig.1 in cui viene evidenziato il livello a varve sottostante al tronco di conifera visibile in alto nella fotografia.

Detail of the central zone of Fig 1, highlighting the varve layer under the conifer trunk, visible in the upper part of the photograph.

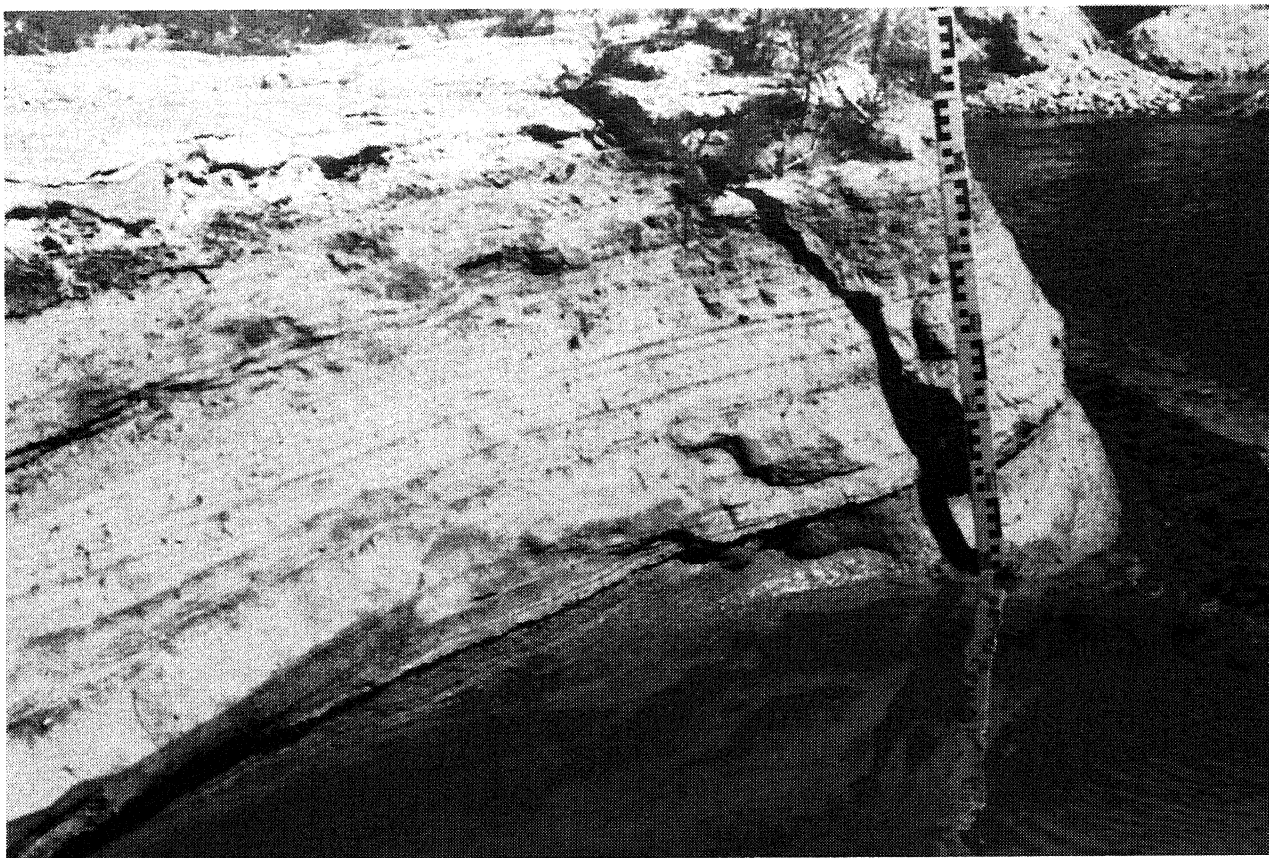


Fig. 3 – Particolare della zona a destra della fig.1 in cui viene messo in evidenza, per uno spessore di 60 cm il tetto dello strato a varve, che prosegue al di sotto del livello delle acque di scorrimento della Vobbia per altri 20 cm.

Detail of the right-hand zone of Fig. 1, highlighting the upper 60 cm of the varve layer, which continues for another 20 cm below the water level of the Vobbia.

Più in generale il diagramma triangolare di Shepard (1954) indica che il livello estivo si caratterizza per una sabbia e quello invernale per un silt argilloso, mentre il diagramma triangolare di Blanpied & Alii (1979) individua il livello estivo come una sabbia poco siltosa e quello invernale come un silt argilloso.

Il gradiente della curva cumulativa, calcolato secondo le indicazioni di De Leenheer & Maes (1952) tra il 75% ed il 25% della frequenza cumulata, fornisce un valore di 0,2529 per il livello estivo e di 1,2224 per quello invernale, da cui si evince come il livello invernale sia rappresentato da una mescolanza omo-metrica ben classata nella sua parte centrale, mentre quello estivo risulta eterometrico.

Il tracciamento del diagramma di Visher (1969) consente di verificare che entrambe le curve cumulative presentano due punti di troncatura, uno situato verso 0,001 mm e l'altro verso 0,09 mm; se ne deduce che tutta la frazione <0,09 mm rappresenta una subpopolazione trasportata per sospensione, mentre quella >0,09 mm indica una subpopolazione trasportata per saltazione.

I diagrammi di Pearson, di Craig e di Leroy (Leroy, 1981), che consentono di esprimere le curve granulometriche dei due livelli estivo ed invernale indipendentemente dalle condizioni fisiche deposizionali dei loro granuli, permettono di verificare che, nel piano

di Pearson e sul diagramma di Craig, il livello estivo rientra nel campo della distribuzione con forma ad U, mentre il livello invernale si posiziona su quello della forma a campana. Nel diagramma di Leroy la forma della distribuzione del livello estivo rientra nel campo della distribuzione accettabile, mentre quello del livello invernale si situa nell'area poco selezionata.

I valori della mediana e della moda (Tabella 1) confermano le diversificazioni dimensionali tra il livello estivo e quello invernale. I valori della classazione ed asimmetria (Tabella 1) indicano che il livello estivo è ben classato con forte asimmetria positiva, mentre quello invernale risulta mal classato e simmetrico. Il deposito estivo inoltre presenta la frazione grossolana predominante su quella fine.

I valori della curtosi (Tabella 1) rivelano che nel livello estivo la parte centrale della distribuzione prevale sulle code e la curva risulta molto leptocurtica, mentre nel livello invernale la curva presenta andamento platicurtico.

L'applicazione dell'analisi dinamica di Rivière (1977) consente di determinare, per il livello estivo, un valore di Elgm (scarto logaritmico medio) di 0,0179, che indica un trasporto per correnti in grado di provocare una selezione granulometrica dinamica ed un deposito per eccesso di carico, mentre il valore Elgm di -0,0634, ottenuto per il livello invernale, indica una

TABELLA 1 - Parametri ed indici granulometrici ricavati dall'analisi tessiturale ed espressi in millimetri di campioni di varva raccolti nel livello estivo (campione 3) ed invernale (campione 4)

Parametri ed indici granulometrici		Campione 3	Campione 4
Denominazione	Simbolo		
Granulo medio	MC	0,1811	0,0132
	MF	0,1830	0,0116
	MZ	0,2116	0,0120
Mediana	Q2	0,2820	0,0129
	IP	0,2682	0,0254
Moda	MT	0,1806	0,0129
	ME	0,4867	0,0130
Classazione	SO	1,4720	3,0298
	He	0,7795	0,3899
	Qd	0,6794	0,3330
	σ	0,3480	0,2249
	Ir	0,1976	0,0409
Asimmetria	Ei	0,0988	0,0204
	SK	0,6440	0,9639
Curtosi	Ai	-0,0148	0,0124
	KG	0,2000	0,5634

Legenda : MC = mean size Mc Cammon (1962) ; MF = Phi mean di Inmann 1952) ; MZ = Graphic mean Folk & Ward (1957) ; Q2 = secondo quartile ; IP = Indice di posizione $(Q3 + Q1) / 2$; MT = moda teorica ; ME = moda empirica ; SO = Sorting index di Trask (1932) ; He = eterometria di Cailleux (1963) ; Qd = Deviazione interquartile di Krumbein (1936) ; σ = Inclusive Graphic standard deviation di Folk & Ward (1957) ; Ir = Range interquartile di Ricci (1975) ; Ei = eterometria interquartile di Pomerol (1961) ; SK = Skewness di Folk & Ward (1957) ; Ai = asimmetria interquartile di Pomerol (1961) ; KG Graphic kurtosis di Folk & Ward (1957)

deposizione del materiale per decantazione lenta.

Tale indicazione dinamica viene confermata dai valori della differenza tra Elgma (scarto logaritmico medio assoluto) ed Elgm, in quanto nel livello estivo risulta di 0,2234, cioè indicante un'evoluzione granulometrica normale nel corso della mobilizzazione e trasporto, mentre nel livello invernale tale differenza risulta molto più elevata.

Per entrambi i livelli (estivo ed invernale) la facies granulometrica risulta di tipo parabolico, cioè appartenente a sedimenti poco evoluti con un tipo di evoluzione regressiva legata a sospensione gradata per le particelle grossolane ed a sospensione uniforme per quelle fini. In particolare il diagramma tra il parametro della grossolanità (media) ed il parametro energia (facies granulometrica) classifica entrambi i livelli (estivo ed invernale) nei sedimenti cosiddetti da Rivière (1977) ad evoluzione granulometrica anormale.

Il livello estivo (campione 3), mostrando $media=0,2134$ e facies granulometrica $N=0,8569$, e quello invernale (campione 4), presentando $media=0,1088$ ed $N=1,7336$, rientrano nelle facies di maturazione ultraparaboliche, dove cioè l'apporto del materiale sedimentato rientra tra i depositi di trazione (rotolamento e saltazione corta).

Il complesso quindi delle risultanze dell'analisi sedimentologica conferma sostanzialmente la natura



Fig. 4 - In primo piano l'alveo della Vobbia a monte del Ponte di Zan dove si verificò lo sbarramento dell'alveo in seguito ad una frana di crollo e di scoscendimento proveniente dal versante vallivo a sinistra nella fotografia.

the bed of the Vobbia River at Zan Bridge, where it is possible to distinguish where the river course was blocked by a landslide and slump originating in the valley slope on the left-hand side of the photograph.

lacustre di questo deposito, mettendo in evidenza la netta struttura a coppie ritmiche, quella estiva di base della varva legata ad un trasporto da correnti e deposizione per eccesso di carico, mentre quella invernale di tetto della varva chiaramente deposta per decantazione da una sospensione uniforme.

L'età di formazione del laghetto di sbarramento per frana di crollo e di scoscendimento, innestata sul versante N del Bric Rebora a seguito del suo scalzamento alla base ad opera della Vobbia, è stata valutata con datazione al radiocarbonio dei materiali lignei raccolti sia all'interno del deposito di varve (campione 2), sia dal tronco di conifera (campione 1), depositatosi (fig.1) sul fondo del lago sopra ai livelli di varva ed all'interno di uno strato d'argilla siltosa di 80 cm di spessore.

Il ritrovamento sulla sezione basale di questo tronco di conifera di bruciature nel legno associate ad evidenti segni di irregolare rottura del caule, induce a supporre un abbattimento, con conseguente deposizione sul fondo del lago, ad opera di un fulmine.

Il campione 2 di 170 g di legno, raccolto all'interno del deposito a varve, fornendo all'analisi radiometrica la data calibrata (intercetta) Beta-145740-RSd-Cal 9.250 BC (Cal 11.200 B.P.), indica che il deposito a varve appartiene alla cronozona Preboreale, mentre il campione 1 di 252 g di legno, prelevato dal tronco di conifera posto 25 cm al di sopra del precedente, ha fornito la data radiometrica calibrata (intercetta) Beta-143343-RSd-Cal 9.240 BC (Cal 11.190 B.P.).

Le due datazioni indicano quindi che il deposito argilloso lacustre ed il tronco di conifera sono coevi ed appartengono alla cronozona Preboreale. Si può concludere inoltre che lo sbarramento da frana, responsabile della formazione del lago in cui è avvenuto il deposito argilloso contenente il tronco di conifera e le varve, avvenne anch'esso nel Preboreale.

L'associazione floristica ritrovata nei livelli a varve e descritta da Montanari, Guido & Petrillo (1985) evidenzia la presenza di un bosco ad *Abies alba* (Abete bianco) con presenza di *Juglans* il cui polline viene considerato dai predetti autori in giacitura secondaria. Questo perché riferiscono erroneamente il deposito lacustre ad un'età radiometrica di 4.461 ± 5 anni a.C., cioè nel Subboreale, malgrado l'ormai documentata sostituzione per cambiamento delle condizioni climatiche già dall'Atlantico della abetina con il faggio. In sostanza vengono così indotti dall'errore radiometrico a ritenere (Montanari, Guido & Petrillo, 1985, pag.83) in questa zona la permanenza nel supposto Subboreale dell'abetina come un fatto accessorio.

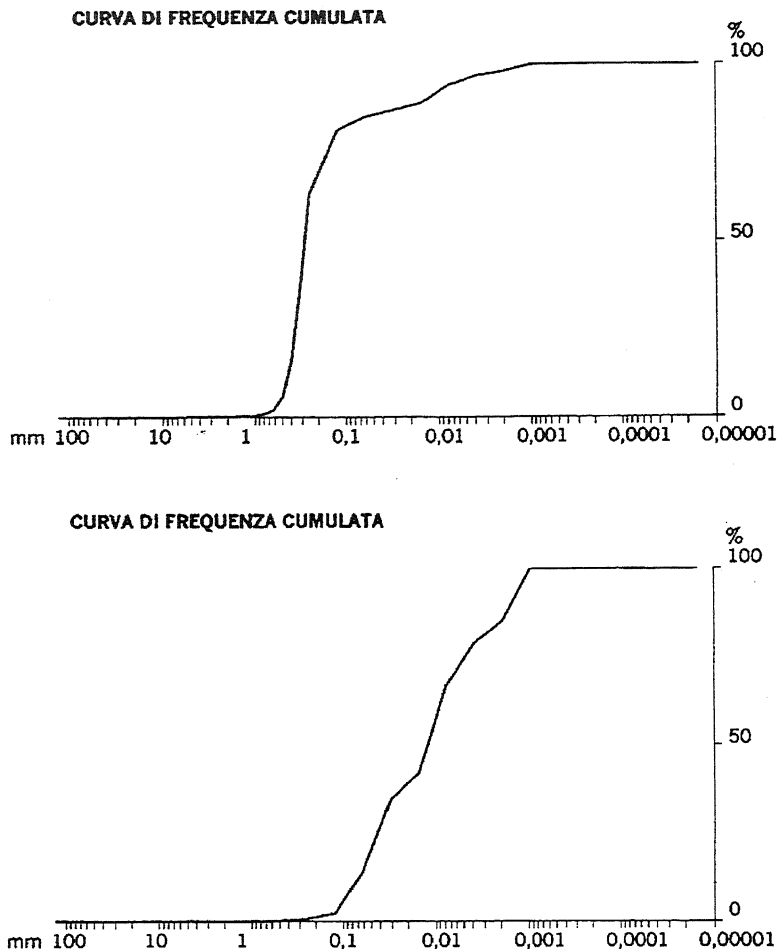


Fig. 5 - Curve cumulative del campione 3 in alto e del campione 4 in basso.

Cumulative curves of Sample 3, above, and Sample 4, below.

3. CONCLUSIONI

Le condizioni climatiche particolarmente fredde della piana tortonese-alessandrina durante l'ultimo periodo glaciale würmiano, testimoniate dal ritrovamento di crioturbazioni in località Maghisello (Cortemiglia, 1981) e di consistenti coperture loessiche (Biancotti & Cortemiglia, 1981) nell'area posta a NW di Novi Ligure, debbono essere perdurate almeno anche durante la fase iniziale del Preboreale, come indica, all'interno della Valle Scrivia (Val Vobbia), questo ritrovamento, alla quota di 380 m sul l.m.m., di varve lacustri.

L'associazione floristica rinvenuta nel deposito a varve conferma inoltre, secondo Montanari, Guido & Petrillo (1985), la presenza nell'arera circostante di una copertura forestale di bosco di Abete bianco predominante (60 %) rispetto al *Pinus sylvestris* (10÷15 %), per cui l'abetina risulta, in questa area dell'Appennino ligure-piemontese, la fitocenosi predominante nel Preboreale.

Il prolungamento di condizioni climatiche fredde in questa area dell'Appennino ligure-piemontese durante la parte iniziale del Preboreale potrebbe quindi rappresentare l'equivalente di quella fase fredda con avanzata glaciale segnalata come possibile in alcune aree dell'arco alpino.

4. BIBLIOGRAFIA

- Abbate E. & Sagri M., 1967 : *Suddivisioni litostratigrafiche nei Calcari ad Elmintoidi Auct. della placca dell'Ebro-Antola e correlazioni con terreni affioranti tra Voghera e Castelnuovo ne' Monti (Appennino Settentrionale)*. Mem. Soc. Geol. It., **VI**, 1, 1-65.
- Biancotti A. & Cortemiglia G.C., 1981 : *Ritrovamento di loes sul "Fluviale medio" della Scrivia presso Novi Ligure (Piemonte-Italia)*. Quaderni Ist. Geol. Univ. Genova, **2**, 5, 107-125.
- Blanpied C., Burolet P.F., Clairefond P. & Shimi Md., 1979 : *Sédiments actuels et holocènes*. Géologie Méditerranéenne, **VI**, 1, 61-82.
- Cailleux A. (1963) – In : Lang J. & Lucas G., 1968 : *Petit guide pratique pour l'étude des sédiments meubles*. C.D.U., Paris, 1-85.
- Cortemiglia G.C., 1978 : *Le modificazioni dell'assetto strutturale del litorale di Lavagna quale fattore erosivo della spiaggia*. Mem. Soc. Geol. It., **19**, 369-380.
- Cortemiglia G.C., 1981 : *Indizi di probabile trasporto fluviale per galleggiamento su lastre di ghiaccio osservate nelle alluvioni pleistoceniche della Scrivia presso Villalvernia (Piemonte)*. Riv. Geogr. Ital., **LXXXVIII**, 2, 175-182.
- Cortemiglia G.C., 1981 : *Segnalazione di crioturbaioni nel deposito costituente il terrazzo "Fluviale recente" a Tortona (Piemonte)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **4**, 75-86.
- Cortemiglia G.C., 1986 : *Dinamica dei sedimenti alla foce del Coriglianeto (Golfo di Taranto)*. Evol. Lit. Probl. Golfo di Taranto Centr. Ric. Ener. Trisaia, Policoro, 117-160.
- Cortemiglia G.C., 1992 : *Tracce di area palustre a Tortona (Piemonte – Italia) sul terrazzo fluviale delle alluvioni antiche (4.380 ± 70 B.P.)*. Julia Dertona, seconda serie, **XL**, 5-12.
- Cortemiglia G.C., 1998 : *Genesi ed evoluzione geologica del territorio tortonese-alessandrino*. Bibl. Soc. St. Arte e Arch. Prov. Alessandria e Asti, **30**, 31-48.
- De Leenherr L. & Maes L., 1952 : *Analyse granulométrique avec l'hydromètre a chaîne. Nouvelle technique rapide et précise*. Bull. Soc. Belg. Géol. Pal. Hydr. **LXI**, 2, 138-164.
- Folk R.L. & Ward W.C., 1957 : *Brazos River bar : A study in the significance of grain size parameters*. Jour. Sed. Petrol., **27**, 1, 3-27.
- Krumbein W.C., 1936 : *The use of quartile measures in describing and comparing sediments*. Amer. Jour.Sci., **32**, 98-111.
- Inmann D.L., 1952 : *Measures for describing the size distribution of sediments*. Jour. Sed. Petrol., **22**, 125-145.
- Leroy S.D., 1981 : *Grain-size and moment measures: a new look at Karl Pearson's ideas on distributions*. Journ. Sed. Petr., **51**, 1, 625-630.
- Mc. Cammon R.B., 1962 : *Efficiencies of percentile measures for describing the mean size and sorting of sedimentary particles*. Jour. Geol., **70**, 4, 453-465.
- Montanari C., Guido M. & Petrillo M., 1985 : *Tracce di un bosco di Abete bianco in Val Vobbia messe in luce dall'analisi pollinica*. Archivio Botanico Biogeografico It., **61**, 3/4, 169-184.
- Passera R., 1964 : *Grain size representation by CM patterns as a geological tool*. Journ. Sed. Petr., **34**, 4, 830-847.
- Pedemonte S., 1979 : *Nuovi elementi per la definizione dei complessi post-orogeni del bacino terziario del Piemonte tra Borlasca (Isola del Cantone) e Rocchetta Ligure*. Tesi di laurea, Facoltà di Scienze, Università di Genova.
- Pomerol Ch., 1961 : *Étude sédimentologique et micropaléontologique des sables bruxelliens et lédiens à Forest*. Bull. Soc. Belg. Géol. Pal. Hydr., **LXX**, 2, 151-165.
- Ricci F., 1975 : *Statistica ed elaborazione statistica delle informazioni*. Zanichelli, Bologna, 1-373.
- Rivière A., 1977 : *Methodes granulométriques. Technique et interpretation*. Éditeur Masson, Paris, 1-170.
- Shepard F.P., 1954 : *Nomenclature based on sand-silt-clay ration*. Journ. Sed. Petr., **24**, 3, 151-158.
- Trask P.D., 1932 : *Origin and environment of source sediments of petroleum*. Gulf Publ. Co. Houston, 1-323.
- Visher G.S., 1969 : *Grain size distributions and depositional processes*. Journ. Sed. Petr., **39**, 3, 1074-1106.

Ms. ricevuto il 10 ottobre 2000

Testo definitivo ricevuto il 5 dicembre 2000

Ms. received: October 10, 2000

Final text received: December 5, 2000