

## CENNI GEOMORFOLOGICI, LITOLOGIA E ANALISI POLLINICA DEI SEDIMENTI OLOCENICI DELL'ANTICO LAGO DI AGORDO (DOLOMITI ORIENTALI)

Giuseppe Dai Pra<sup>(1)</sup> & Marco Giardini<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Via Trionfale, 13840, 00135 Roma. E-mail: [bepo.daipra@libero.it](mailto:bepo.daipra@libero.it)

<sup>(2)</sup> Dipartimento di Biologia Vegetale, Università "La Sapienza", P.le A. Moro 5, 00185 Roma.  
E-mail: [marco.giardini@uniroma1.it](mailto:marco.giardini@uniroma1.it)

**RIASSUNTO** – *Cenni geomorfologici, litologia e analisi pollinica dei sedimenti olocenici del lago di Agordo (Dolomiti orientali).* Una breve analisi geomorfologica della conca di Agordo ha permesso di evidenziare più ripiani prodotti da fasi successive dell'erosione. Il più elevato di questi ripiani di erosione glaciale è probabilmente riferibile allo stadio 22 della curva isotopica dell'ossigeno (850 ka BP). La formazione del lago è avvenuta per lo sbarramento del torrente Cordévole, 5 km a valle di Agordo, 5800 anni dal presente. L'evoluzione successiva del lago ed il suo colmamento (durato circa 500 anni) sono invece dovuti allo sviluppo del conoide Missiàga-Bordina ed ai forti apporti, oltre che del corso principale, di tutti gli immissari. La successiva riduzione della larghezza della piana del Cordévole, in seguito all'abbassamento del fondo dell'alveo, dà origine a tre ordini di terrazzi. L'analisi granulometrica di alcuni campioni ha permesso di classificare i sedimenti lacustri come limi sabbiosi, limi e limi argillosi, mentre l'analisi diffrattometrica ha permesso di ricavare la composizione mineralogica di tali sedimenti. L'analisi del polline fossile, che ha consentito di ricostruire la vegetazione circostante il lago, ha mostrato un ambiente schiettamente forestale a conifere, dominato da *Picea* per tutto il periodo di tempo registrato dal diagramma pollinico. L'analisi del polline attuale ha consentito di effettuare confronti con la vegetazione esistente durante la vita del lago.

**ABSTRACT** – Geomorphological aspects, lithology and pollen analysis of Holocene sediments of Agordo lake (eastern Dolomiti). A geomorphological outline of Agordo valley pointed out many terraces produced by subsequent phases of erosion. The highest of this terraces is probably ascribable to stage 22 of the oxygen isotope curve (850 ka BP). The Agordo lake was formed by damming the Cordévole stream, 5 km a valle di Agordo, 5800 years BP. The following evolution and the filling up of the lake (lasted in all 500 years) are due to the development of Missiàga-Bordina conoid and to the strong contribution of the main river and of all tributaries. The successive reduction of the width of Cordévole plain, subsequent of the lowering of the lake bed, originated three orders of terraces. The granulometric analysis of some samples allowed the classification of lacustrine sediments as sandy silts, silts and clayey silts, while the diffractometric analysis singled out the mineralogical composition of the sediments. The vegetation of the surroundings of the lake was reconstructed by means of fossil pollen analysis and consisted of a well developed and dense coniferous forest, dominated by *Picea* for all the time stretch recorded by the pollen diagram. Pollen analysis of present time moss polsters gives a useful tool for comparison with the past vegetation recorded in the sediments of the lake.

**Parole chiave:** Olocene, geomorfologia, sedimentologia, palinologia, Lago di Agordo, Dolomiti orientali, Italia settentrionale.  
**Key words:** Holocene, geomorphology, sedimentology, palynology, Agordo lake, eastern Dolomiti, Northern Italy.

### 1. INTRODUZIONE

L'elemento morfologico caratterizzante la conca di Agordo (Fig. 1), di forma allungata lungo l'asse del torrente Cordévole, è la parte centrale, pianeggiante, posta a quote comprese tra 565 e 625 m s.l.m. Ne fanno corona i massicci carbonatici triassici delle Pale di San Lucano e Monte Agner sulla destra, del Framont, San Sebastiano-Tamer, sulla sinistra, dei Monti Celo e Pizzon a meridione. Questi picchi dolomitici si raccordano alla piana attraverso versanti poco acclivi e rotondeggianti (Fig. 2), modellati su un substrato costituito dalle arenarie della formazione di Werfen, dai calcari evaporitici a *Bellerophon* e dalle arenarie di Val Gardena, nonché dal complesso metamorfico pre-permiano della depressione Primiero-Agordo. I principali immissari del Cordévole sono i torrenti Tegnàs (Valle di San Lucano) e Sarzana sulla destra idrografica, Corpassa e Rova sulla sinistra. I torrenti Missiàga e Bordina confluiscono a valle della stretta di Pontealto dissecando il grande conoide di Pragrande (Fig. 3).

A seguito della grande alluvione verificatasi nel novembre 1966 il torrente Cordévole erose la sua

sponda sinistra nei pressi di Agordo, mettendo in luce depositi di origine chiaramente lacustre (Decima & Cimpellin, 1982). La presenza di sedimenti lacustri dimostrava inconfutabilmente che il lago oggetto di una antica leggenda dell'Agordino (Tamis, 1978) era realmente esistito.



Fig. 1 - Localizzazione dell'area studiata.  
Location of the study area.

Negli anni successivi sono stati pubblicati diversi lavori che hanno permesso di ricostruire gli eventi che hanno portato alla nascita del lago e la sua evoluzione, fino alla sua definitiva scomparsa (Decima & Cimpellin, 1982; Friz & Villi, 1991; 1993). Alcune datazioni  $^{14}\text{C}$  effettuate su frammenti di legno fossile prelevati da tronchi in posizione di crescita rinvenuti alla base della serie sedimentaria lacustre hanno permesso di stabilire la data di nascita del lago, che risale a circa 5880 anni dal presente (Decima & Cimpellin, 1982; Friz & Villi, 1991), mentre datazioni radiocarbonio realizzate su un reperto ligneo prelevato quasi al tetto della serie lacustre di Agordo hanno fornito un'età di circa 5350 anni dal presente (Friz & Villi, 1993). Queste informazioni, unitamente ad altre desunte in vario modo, hanno permesso di stabilire che la durata del lago è stata di circa 500 anni.

In questo lavoro si riportano i risultati di alcune altre indagini effettuate allo scopo di acquisire maggiori informazioni di carattere paleoambientale sull'antico lago ormai scomparso. Oltre che ad informazioni di tipo geomorfologico relative alla valle del Cordévole si presentano i risultati delle analisi effettuate sui sedimenti lacustri prelevati mediante un sondaggio geognostico, ubicato nei pressi della ex stazione ferrovia-

ria di Agordo, per una profondità di 25,40 m. Sono state eseguite la litostratigrafia del sondaggio, analisi granulometriche e diffrattometriche e analisi polliniche. In particolare l'analisi del polline fossile ha permesso di ricostruire la vegetazione circostante il lago e di seguirne l'evoluzione nel corso dei pochi secoli in cui esso è esistito. All'analisi del polline fossile è stata affiancata l'analisi del polline attuale, effettuata su campioni di muschio raccolti intorno ad Agordo in alcune località poste a diversa quota. L'analisi pollinica dei cuscinetti muscinali ha fornito informazioni sull'attuale pioggia pollinica dando anche la possibilità di effettuare confronti tra la vegetazione attuale e quella medio-olocenica. Informazioni preliminari sul contenuto in polline fossile dei sedimenti incontrati nel sondaggio sono state pubblicate da Giardini (1993).

## 2. CENNI GEOMORFOLOGICI (G. DAI PRA)

Si riportano alcune note e considerazioni sulla morfologia della conca di Agordo, ben consci che lo studio dell'evoluzione del rilievo di quest'area richiederebbe un'analisi geomorfologica dettagliata e approfondita.



Fig. 2 - La conca di Agordo percorsa dal torrente Cordévole. Si osserva in alto la valle di San Lucano percorsa dal torrente Tegnàs; al centro, a sinistra, la valle pensile di Voltago; in basso si può osservare il torrente Rovala che attraversa l'abitato di Agordo.

*Agordo valley crossed by Cordévole stream. At the top the San Lucano valley with Tegnàs stream; at the centre, left side, the hanging valley of Voltago; at the bottom Rovala stream running through the small town of Agordo.*

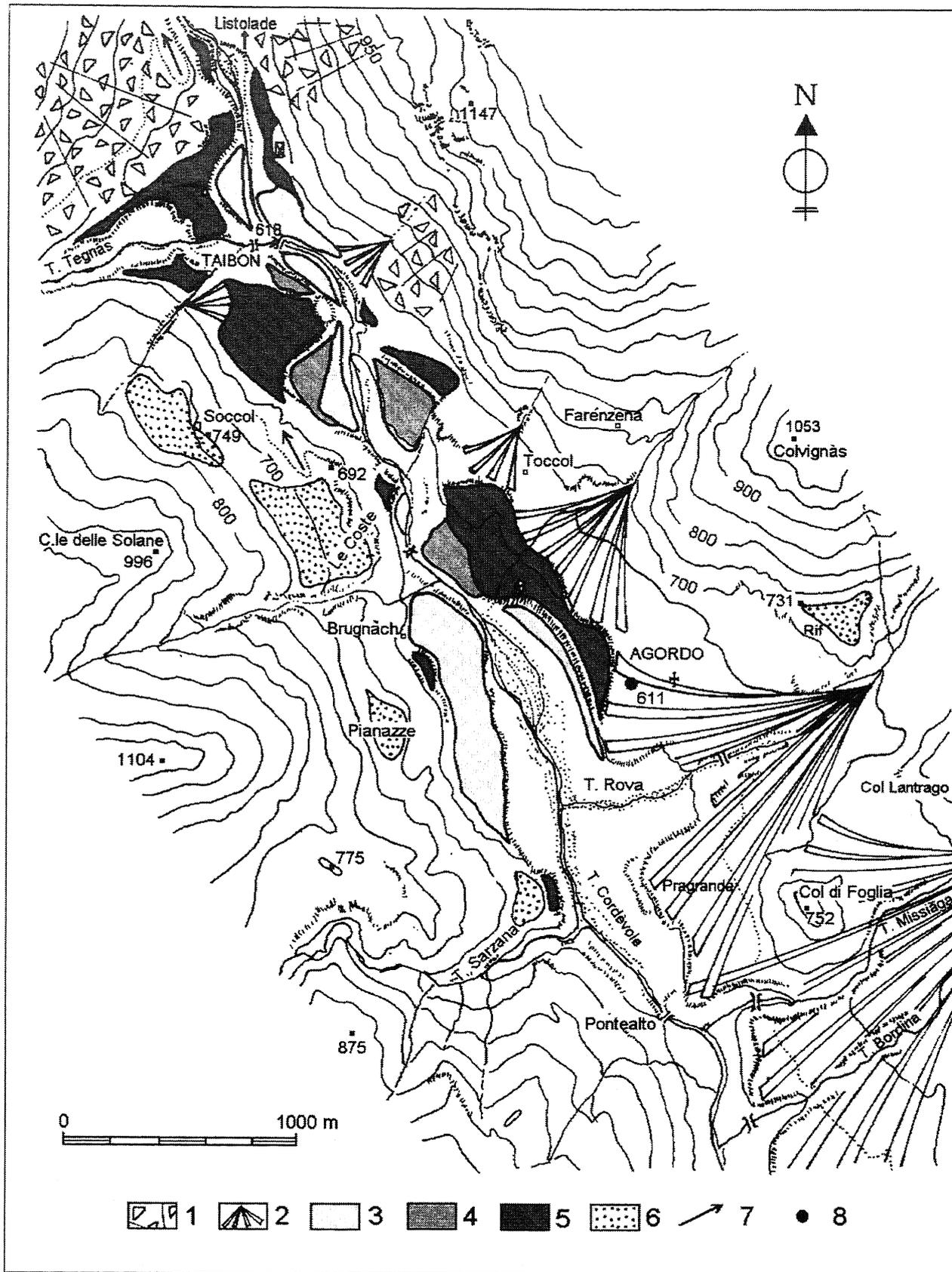


Fig. 3 - Carta geomorfologica schematica. 1. falda detritica; 2. coni alluvionali; 3. terrazzo III; 4. terrazzo II; 5. terrazzo I; 6. depositi morenici rimaneggiati; 7. deflusso inverso; 8. ubicazione del sondaggio.

Geomorphological schematic map. 1. scree slope; 2. alluvial fan; 3. terrace III; 4. terrace II; 5. terrace I; 6. reworked moraine; 7. inversed wash; 8. borehole location.

Penk & Brückner (1909) riferendosi all'escavazione glaciale della valle del Cordévole segnalavano nella zona di Agordo un antico fondovalle a quota 750 m e fasi erosive più antiche rappresentate dalla presenza di ripiani morfologici indicanti un fondovalle a quota 1100 m. B. Castiglioni (1939) riconosce l'esistenza di "forme vallive indicanti una o più soste dell'erosione" nelle valli del Cordévole, Mis e Cismon, fra 1000 e 1200 m di quota.

In destra Cordévole si individuano i ripiani più elevati alle seguenti quote: 1119 m a ONO di Listolade, 996 m a Colle delle Solane. In sinistra potrebbero corrispondere a Colvignàs (1053 m) e Col Lantrago (938 m).

I ripiani a quote inferiori, in destra idrografica, sono Soccol (749 m) (Fig. 3), Le Coste (700 m) e Pianazze (670 m), incisi nella formazione di Werfen, Giove (646 m), su arenarie permiane. In sinistra idrografica i ripiani corrispondenti sono quelli di Farènzana (750 m), Rif (732 m), Le Colle (725 m). Il Col di Foglia (Permiano e pre-Permiano) rappresenta un'isola risparmiata dall'esarazione glaciale, così come il Col Carele a Taibon (in arenarie werfeniane).

Il più elevato dei ripiani di erosione glaciale, prodotto probabilmente dagli effetti morfologici determinati dalla prima grande glaciazione pleistocenica, è riferibile allo stadio 22 della curva isotopica dell'ossigeno (850 ka BP; Shackleton *et al.*, 1990). Nelle aree costiere italiane questa fase corrisponde al forte ritiro del mare (alla fine del Pleistocene inferiore) che è seguito alla formazione dei più alti terrazzi (Ruggieri *et al.*, 1984; Carobene & Dai Pra, 1990; Miyauchi *et al.*, 1994). Il tasso di erosione verticale medio, considerando la quota di massimo approfondimento del Cordévole a 510 m (Friz & Villi, 1991), risulterebbe di circa 0,70 m/ka.

Massi erratici di porfido sono stati rinvenuti sul piccolo ripiano posto a quota 1119 m in destra Cordévole, inciso nella formazione "dolomia del Serla", provenienti molto probabilmente dal complesso vulcanico di Cima Bocche. Ciò indicherebbe che il ghiacciaio würmiano Biois-Cordévole occupava la valle fino ad una quota superiore a 1100 m, in accordo con G. B. Castiglioni (1964) e G. B. Pellegrini (1994) per quanto riguarda lo spessore del ghiacciaio.

Sui ripiani morfologici di Soccol e Le Coste (Fig. 4), si sono osservati grossi massi di dolomia che non possono provenire dai contraforti orientali del Gruppo dell'Agner, costituiti da arenarie del Werfen. Essi sono in realtà dei massi erratici dislocati fin là dal ghiacciaio würmiano della Valle di San Lucano, già unitosi a questa altezza a quello del Cordévole. Su queste superfici, molto irregolari e rimodellate, si osservano scarsissimi depositi morenici rimaneggiati e due esempi di valle a deflusso inverso (Fig. 3). I depositi morenici affioranti nell'area coprono superfici molto esigue e sono sempre di moderato spessore.

La scarpata in arenarie werfeniane ai piedi di Soccol, mostra, a circa metà altezza, delle scanalature di origine glaciale (*grooves*). Detta scarpata è stata prodotta dall'erosione del ghiacciaio durante l'ultima glaciazione.

La scarpata di erosione che incide i detriti di versante postglaciale in destra Cordévole a Calesine, subito a valle di Listolade, antecedente i depositi di riempimento del lago, che sono addossati ad essa, non può che essere attribuita ad una fase erosiva olocenica.

I versanti compresi fra Listolade e Agordo sono ricoperti da coltri detritiche, da coni di origine mista, da coni detritici (in parte ancora attivi) e dai coni alluvionali di Rova e Missiàga-Bordina (Fig. 3).

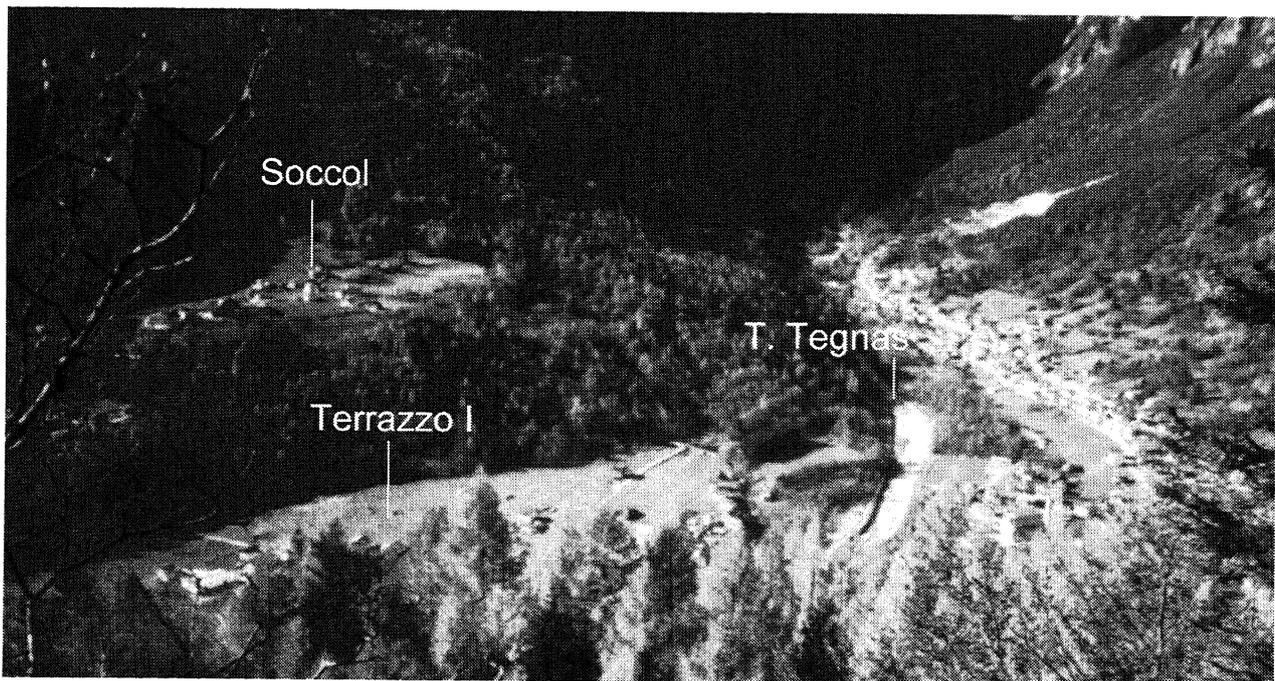


Fig. 4 - Ripiano di erosione glaciale di Soccol, in destra torrente Cordévole.  
Glacial erosional bench of Soccol, right Cordévole river.

## 2.1 Genesi del lago

Decima e Cimpellin (1982) segnalano per primi l'esistenza del lago olocenico di Agordo, oggetto di una antica leggenda dell'agordino (Tamis, 1978). Secondo questi Autori la formazione del lago è dovuta allo sbarramento del corso del Cordévole per una frana caduta dal Monte Pizzon alla stretta de I Castei (cinque chilometri a sud di Agordo).

Questa ipotesi sulla genesi del lago è stata confutata da Friz & Villi (1991, 1993) attraverso lo studio dell'evoluzione morfologica del versante sinistro della conca di Agordo e l'analisi stratigrafica di numerosi sondaggi. Questi Autori attribuiscono la formazione del lago "all'enorme massa detritico-alluvionale" che sotto forma di conoide, con alimentazione dalle pendici meridionali del San Sebastiano-Tamer, attraverso la valle glaciale Missiàga-Bordina, ostruì il corso del Cordévole creando il lago a monte di Pontealto.

Le datazioni radiocarbonio di tronchi fossili in posizione di crescita, alla base dei depositi lacustri, fornì una data di  $5890 \pm 110$  anni BP (Decima & Cimpellin, 1982). Friz & Villi (1991) con un'altra datazione ( $5870 \pm 75$  anni BP) confermarono la precedente. Inoltre nel 1993 gli stessi Autori datarono un livello a quota 595 m e ottennero  $5351 \pm 57$  anni BP. La durata del lago è stata quindi di circa cinquecento anni.

Non si può escludere, a nostro parere, che in un primo tempo l'origine del lago sia stata determinata dal tipico sbarramento per frana. Secondo Decima (1996) il bacino lacustre si estendeva da I Castei a Brugnach con un volume di 120-150 milioni di metri cubi. In tempi immediatamente successivi, in concomitanza ad un periodo caratterizzato da forti precipitazioni, si sviluppò il grande conoide Missiàga-Bordina che portò al colmamento del tratto inferiore della valle con le modalità descritte da Friz & Villi (1991). È noto infatti che durante l'*optimum* climatico Atlantico, ossia durante la vita del lago, si ebbero in Italia significative variazioni climatiche con forti precipitazioni (Pasuto *et al.*, 1997; Giraudi, 1995, 1997). Come ammettono sia Friz & Villi (1993) che Decima (1996) il conoide, a seguito dell'accelerata mobilitazione dei depositi detritico-alluvionali, supera l'ostacolo costituito dal Col di Foglia e invade la parte centrale del bacino lacustre. Questo fenomeno, accompagnato dall'apporto notevole del torrente Rova, determina l'estinzione del lago. Non si deve dimenticare che già nei primi tempi dell'esistenza del lago, da Listolade a Toccol, gli apporti solidi dei torrenti Tegnàs, Corpassa e dello stesso Cordévole avevano operato la colmata della parte settentrionale del medesimo. Infatti a monte di Toccol non sono stati rinvenuti depositi pelitici. Depositati lacustri in facies pelitica sono stati messi in luce in sinistra Cordévole, oltre che nei numerosi sondaggi descritti da Friz & Villi (1993), anche a monte di Pontealto, presso lo stadio del ghiaccio, alla casa cantoniera vicino al cimitero, in uno scavo edile a Toccol. Detti depositi sono ubicati infatti nell'area centrale, dove il lago presentava la maggiore profondità ed è durato più a lungo <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Durante la presentazione di questo lavoro ai *referees* della Rivista è uscito su "Le Dolomiti Bellunesi" (estate 2001) un articolo di A. Decima, il quale segnala che a seguito dell'esecuzione di 4 sondaggi nei pressi di Pontealto, in sinistra

A tutt'oggi non sono state rinvenute tracce di insediamenti umani sulle sponde del lago a causa principalmente della spessa copertura alluvionale e detritica depositatasi durante le fasi finali di colmata del lago.

## 2.3 Terrazzi

Successivamente alla colmata del lago, per effetto dell'erosione rimontante del Cordévole si produce l'escavazione della gola di Pontealto; la successiva riduzione della larghezza della piana alluvionale del torrente, in seguito all'abbassamento del fondo dell'alveo, dà origine a tre ordini di terrazzi. Il terrazzo più elevato, che rappresenta la superficie di colmamento del lago, presenta il margine interno che corre alla quota di 625 m tra Peden e Taibon, alla base della scarpata in roccia di Soccol (Fig. 3), e di 600 m all'altezza di Agordo. I depositi sono in genere rappresentati da ghiaie eterogenee da grossolane a ciottolose, con livelli centimetrici di limi sabbiosi immergenti verso valle e verso il centro del bacino.

Il terrazzo di secondo ordine incastrato nel primo attraverso una scarpata ben evidente, da monte a valle presenta le quote di 617 m a Peden, 615 m a Taibon e 594 m al ponte di Brugnach. I depositi di questo terrazzo inglobano grossi massi erratici, a volte emergenti dalla superficie, altre volte rinvenuti durante scavi per fondazioni.

Il terrazzo di terzo ordine si osserva invece a 610 m a Taibon e 583 m a valle di Brugnach sia in destra che in sinistra idrografica (Fig. 3).

Le varie fasi di accumulazione e di erosione succedutesi, hanno localmente lasciato delle forme ancora rilevabili sulle superfici libere da costruzioni edili ed industriali.

## 3. STRATIGRAFIA E GRANULOMETRIA DEL SONDAGGIO (G. DAI PRA)

È stata eseguita la litostratigrafia dettagliata della serie lacustre perforata con un sondaggio geognostico ubicato nei pressi della ex stazione ferroviaria di Agordo dalla Ditta C.i.S. Dolomiti per una profondità di 25,40 metri (Fig. 5). Il sondaggio non raggiunge la base dei depositi lacustri, che deve essere collocata pochi metri più in basso, come si evince dall'osservazione delle colonne stratigrafiche riportate in Friz & Villi (1993).

A partire dal basso si distingue un primo tratto di limi argillosi grigi (da 25,40 a 19,60 m dal piano campagna) che nella porzione compresa fra 24 e 19,40 m è caratterizzata da varvature millimetriche di colore alternativamente grigio e marroncino. A m 24 si evidenzia un livelletto di 20 cm di limo grigio scuro a scagliette, ricco in sostanza organica. Segue verso l'alto una spessa sequenza, fino a m 12, di limi argillosi

Cordévole, è stato rinvenuto un banco di argille lacustri a letto di depositi grossolani di conoide. L'Autore afferma quindi di poter escludere l'esistenza di uno sbarramento del Cordévole ad opera di depositi di conoide in corrispondenza dei torrenti Missiàga e Bordina, e dimostra la validità dell'interpretazione da lui data nei lavori precedenti, ossia che il Lago di Agordo è stato originato da sbarramento per frana.

grigi intercalati da sottili livelli di limi argillosi ricchi in sostanza organica. Seguono limi sabbiosi grigio-giallastri fino a 5 m. La parte superiore, fino al piano campagna (610 m s.l.m.), è rappresentata da un deposito clastico grossolano (elementi calcarei non arrotondati di dimensioni massime di 80 mm), intercalato, a 1,30 m, da un livello di limi sabbiosi di pochi centimetri.

Sono state eseguite da Bruno Anselmi (Laboratorio di Geologia Ambientale, ENEA Casaccia) analisi granulometriche su 12 campioni raccolti nei punti di evidente discontinuità (Fig. 5). Secondo la classificazione di Shepard, i sedimenti lacustri analizzati possono essere classificati da limi sabbiosi a limi, a limi argillosi (Fig. 6). Nel dettaglio la frazione sabbiosa, da fondo foro a 19,40 m, in corrispondenza di una sedimentazione tranquilla caratterizzata da varvature millimetriche, non supera l'1%. A 19,53 m è presente un livelletto di *silt* sabbioso in cui la sabbia raggiunge una percentuale del 16%. Essa è più abbondante (dal 5 al 20%) da 10 m a 5 m, tratto corrispondente alla chiusura del bacino, e si mantiene entro percentuali dallo 0,5% al 3% da 18 a 10 metri.

La frazione limosa e quella argillosa hanno comportamento antitetico e ritmico con valori oscillanti dal 77 al 53% per il limo e dal 10 al 46% per l'argilla (Fig. 7).

Dall'analisi diffrattometrica dei campioni si è ricavata la composizione mineralogica dei sedimenti che risultano costituiti nell'ordine da fillosilicati, dolomite, quarzo, calcite, feldspati, minerali pesanti (Fig. 8). Si è eseguita, utilizzando l'altezza dei picchi caratteristici, un'analisi semiquantitativa dei minerali. Da un confronto con l'analisi granulometrica si nota una perfetta coincidenza con l'andamento percentuale della frazione granulometrica inferiore ai 2 mm (argilla) ed i fillosilicati che pertanto la costituiscono. La percentuale della frazione limosa, invece, mostra una buona coincidenza con l'abbondanza in dolomite.

#### 4. PALINOLOGIA (M. GIARDINI)

Allo scopo di acquisire maggiori informazioni sulle caratteristiche ambientali circostanti l'antico lago di Agordo è stata effettuata l'analisi pollinica di alcuni campioni di sedimento. I risultati delle analisi delle polline fossile hanno permesso di ricostruire la vegetazione circostante il lago e di seguirne l'evoluzione nel breve periodo di tempo in cui esso è esistito. Questi risultati sono stati poi confrontati con quelli ottenuti mediante l'analisi del polline attuale contenuto in alcuni cuscinetti muscinali prelevati a diverse quote nella stessa area. L'analisi pollinica dei cuscinetti muscinali ha fornito informazioni sull'attuale pioggia pollinica dando anche la possibilità di effettuare confronti tra la vegetazione attuale e quella medio-olocenica.

##### 4.1 Analisi del polline fossile

Nella serie lacustre studiata sono stati prelevati 10 campioni per analisi polliniche, tra 5,00 e 25,00 m di profondità. Il sedimento tra 0,00 e 5,00 m è stato escluso dalla campionatura perchè non idoneo per l'analisi pollinica a causa della granulometria grossolana.

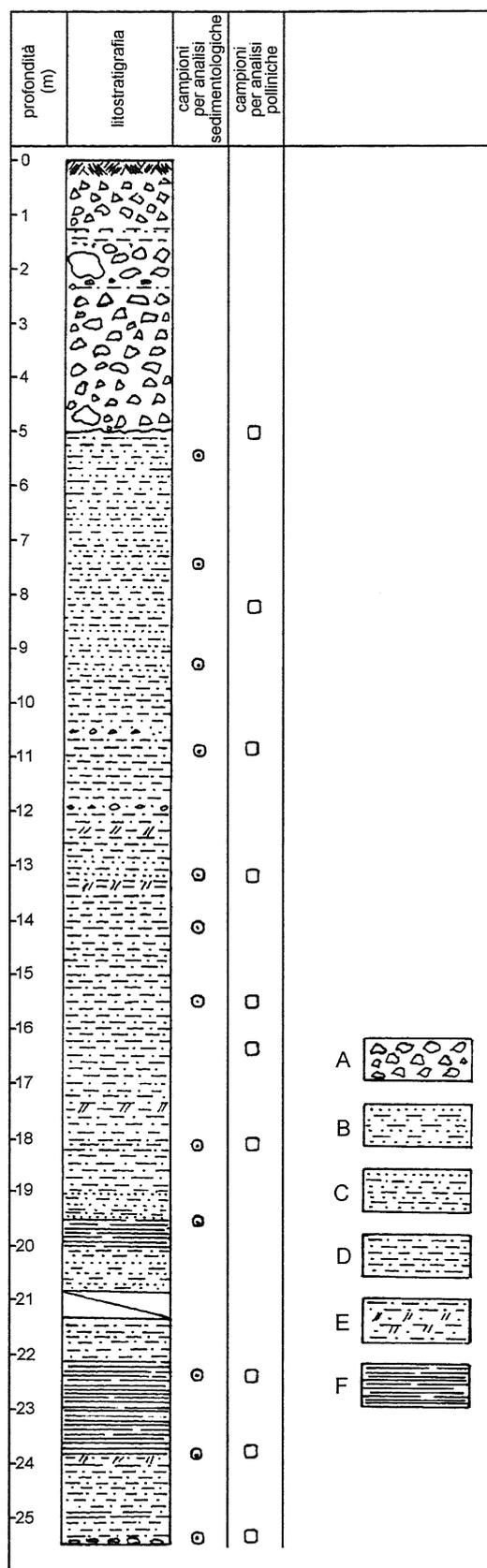


Fig. 5 - Litostratigrafia. A) depositi di cono alluvionale; B) sabbie limose; C) limo sabbioso; D) limo argilloso; E) limi con sostanza organica; F) limi argillosi varvati.

Lithostratigraphy. A) alluvial fan deposits; B) silty sands; C) sandy silts; D) clayed silts; E) silts with organic matter; F) varve in clayed silts.

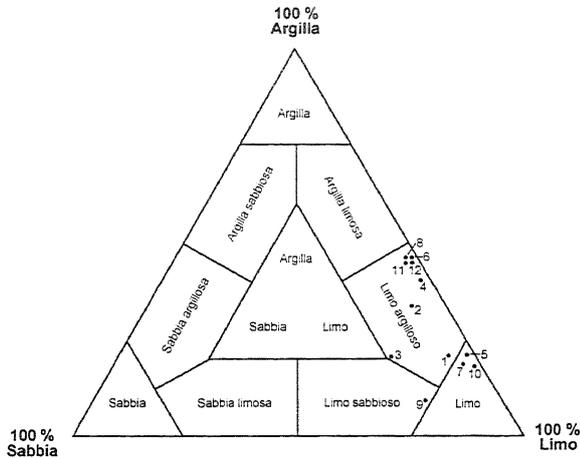


Fig. 6 - Diagramma di Shepard.  
Shepard diagram.

Soltanto 5 dei 10 campioni analizzati, tra 13,00 e 23,00 m, sono risultati polliniferi. I campioni dei limi sabbiosi grigio-giallastri, tra 5,00 e 12,00 m di profondità, e i due più profondi della sequenza, a m 23,80 e 25,40, sono risultati infatti completamente privi di palinomorfi.

I valori di concentrazione pollinica totale sono sempre molto bassi, non superando in nessun campione i 5000 granuli per grammo di sedimento secco.

Nel campione prelevato a maggiore profondità, a quota 22,38 m, si osserva sul diagramma percentuale (Fig. 9) un'associazione di piante pressoché esclusivamente arboree con *Picea* dominante (quasi 70%) cui si accompagna il 10% circa di polline di *Pinus*. Sono anche presenti varie Angiosperme arboree il cui

polline si attesta complessivamente su valori percentuali di poco inferiori al 20%. Tra queste *Corylus*, *Fagus* e le querce caducifoglie sono le più diffuse. Sono presenti inoltre *Tilia*, *Ulmus* ed *Alnus* con bassi valori percentuali. In questo campione compare anche qualche granulo di polline di *Vitis*, non osservato altrove nella sequenza. Tra le piante erbacee si trovano soltanto rari granuli di *Asteroidae* e *Caryophyllaceae*.

COMPOSIZIONE MINERALOGICA

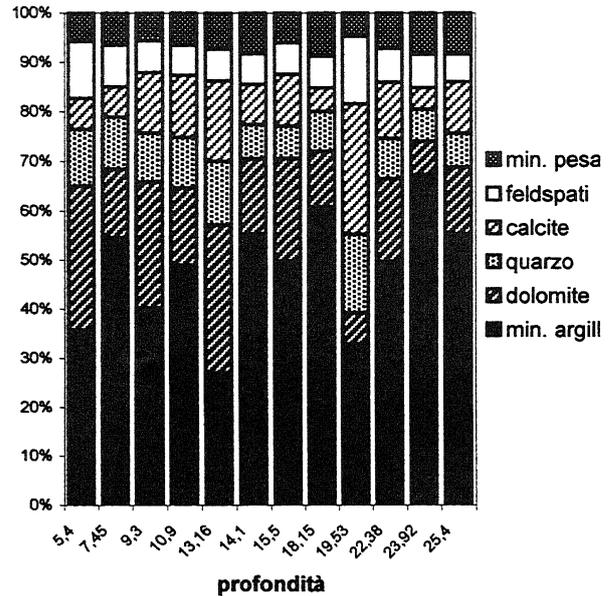


Fig. 8 - Composizione mineralogica.  
Mineralogic composition.

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA

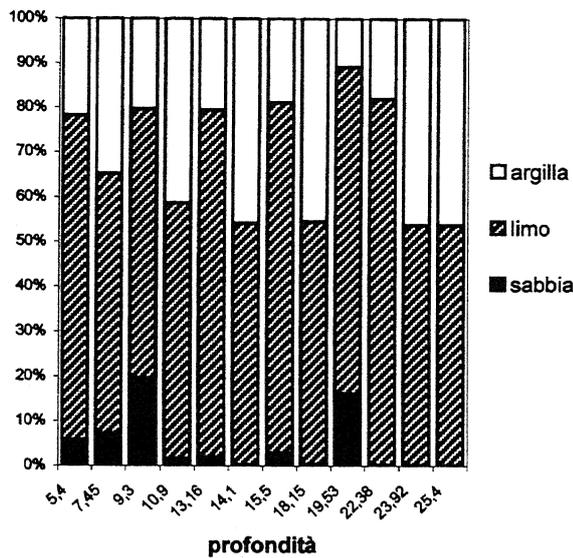


Fig. 7 - Composizione granulometrica.  
Granulometric composition.

Il campione a m 18,15 è il più ricco del diagramma pollinico dal punto di vista floristico. In particolare esso contiene tutti i taxa erbacei della sequenza. *Picea*, benché ancora dominante, mostra un considerevole calo scendendo al 40%, il valore più basso del diagramma per questo taxon. Tra le Gimnosperme, insieme a *Pinus* (circa 20%) si osserva la comparsa di polline di *Abies* con percentuali di poco superiori al 7%. A questi taxa si accompagnano numerose latifoglie decidue. Tra queste *Alnus* è la più diffusa, seguita da *Quercus* caducif. e quindi, con valori percentuali decrescenti, *Corylus*, *Fagus*, *Betula*, *Tilia*, *Carpinus betulus*, *Ulmus*, *Salix* ed *Ericaceae*. Tra le piante erbacee sono presenti, oltre ad *Asteroidae* e *Caryophyllaceae*, piccole quantità di *Chenopodiaceae*, *Cichorioideae*, *Umbelliferae* e *Cyperaceae*. Spore di *Pteridophyta* e spore fungine aumentano fino a raggiungere un valore percentuale circa doppio rispetto al campione precedente.

A m 16,38 la vegetazione è costituita quasi esclusivamente da *Picea*, che in questo campione raggiunge il valore più elevato della sequenza (oltre 87%). *Pinus* e *Abies* diminuiscono sensibilmente, attestandosi su valori rispettivamente di 5,5% e 4%. Tra le caducifoglie si osserva soltanto *Alnus*, con bassi valori

percentuali, e tra le piante erbacee solo qualche rara asteroidea. Scompaiono le spore monoete di Pteridofite, mentre le spore fungine mostrano il valore più basso del diagramma.

A m 15,50 la percentuale di polline di *Picea* decresce (76%), mentre *Abies* aumenta in maniera sensibile, superando l'8%. Aumentano anche, ma in misura minore, *Pinus* e *Alnus*, mentre ricompaiono, con valori percentuali molto bassi, varie caducifoglie, in particolare *Corylus*, ma anche *Fagus*, *Tilia* ed *Ericaceae*. Tra le piante erbacee si osservano *Asteroidae* ed in misura minore *Chenopodiaceae* e *Cichorioideae*. Le spore monoete raggiungono il valore più elevato della sequenza (10,5%), analogamente alle spore fungine (20%).

Il campione a m 13,20 mostra esclusivamente polline di piante arboree. *Picea* diminuisce fino a valori di circa 66%, mentre *Abies* scompare e *Pinus* continua la sua lenta crescita. Tra le Angiosperme arboree *Alnus* e *Fagus* aumentano sensibilmente, cresce in lieve misura anche *Corylus* e ricompare il polline di *Quercus* caducif. e *Carpinus betulus*.

Il diagramma sintetico percentuale PA/PNA (Fig. 9) mostra chiaramente che il polline di piante arboree (PA) rappresenta la quasi totalità del polline rinvenuto, con percentuali sempre superiori al 97%. La maggior parte del polline di piante arboree consiste in Gimnosperme, le entità maggiormente rappresentate in tutti i campioni, con valori compresi tra il 67% ed il 97%.

Si tratta dunque di un ambiente schiettamente forestale a conifere, dominato da *Picea* per tutto il periodo di tempo registrato dal diagramma.

Si osservano comunque nel tempo lievi variazioni nella composizione della pecceta, che inizialmente (m 22,38) è associata ad un significativo contingente di latifoglie decidue. La forte diminuzione di *Picea* registrata a m 18,15, accompagnata dalla comparsa di *Abies* e *Salix*, da un sensibile aumento di *Alnus* e da un complessivo aumento delle Angiosperme arboree, che mostrano in questo campione la loro massima espansione, è interpretabile come la risposta ad una debole oscillazione climatica in senso temperato umido, cioè verso condizioni di maggiore oceanicità.

Una variazione climatica in senso opposto è testimoniata dal campione a m 16,38, nel quale il brusco aumento di *Picea* è accompagnato da una marcata diminuzione di *Abies*, dalla scomparsa di *Fagus* e di tutte le altre latifoglie. Un'ulteriore prova a favore di una oscillazione del clima verso una più decisa continentalità è rappresentata dalla netta diminuzione di *Alnus* e delle spore di felci e funghi, che indica condizioni di minore umidità. D'altra parte l'abete rosso, benché specie mesofila, è in grado di resistere agevolmente a situazioni di moderata secchezza, poco o nulla tollerate da specie più spiccatamente oceaniche come il faggio o l'abete bianco. *Picea* tuttavia è un'entità dotata di un'elevata capacità di adattamento, che le consente di vegetare anche in consorzi igrofilii, con specie che necessitano di maggiore umidità atmosferica (come appunto *Abies*) o edafica (ad esempio *Alnus*) (Colpi *et al.*, 1990).

Nel campione seguente (m 15,50) si osserva una nuova inversione di tendenza. *Picea* infatti diminuisce, *Abies* e *Alnus* tornano ad espandersi e ricompaiono varie Angiosperme arboree, in particolare *Corylus*, *Fagus*, *Tilia* ed *Ericaceae*.

Nell'ultimo campione (m 13,20) persiste la tendenza ad una maggiore oceanicità. Il polline delle Angiosperme arboree aumenta sensibilmente, in particolare quello di *Alnus*, *Fagus* e *Corylus*, mentre le spore delle Pteridofite non mostrano variazioni significative.

I diagrammi pollinici presentano quindi un'unica fase forestale, una tipica pecceta montana (Giacomini & Fenaroli, 1958) simile per composizione a quelle attualmente osservabili al limite tra le fasce di vegetazione boreale e subatlantica (Pignatti, 1979, 1998), che mostra nel tempo lievi variazioni di composizione legate probabilmente a deboli oscillazioni del clima. Le variazioni climatiche in senso oceanico avrebbero favorito l'espansione delle Angiosperme arboree, il cui sviluppo sarebbe stato invece fortemente ostacolato nei momenti di più spiccata continentalità. In questi ultimi la quasi assoluta mancanza di polline di taxa non arborei (PNA) diventa ora spiegabile, considerato che il sottobosco della pecceta è normalmente molto povero, talvolta "quasi deserto, coperto soltanto da un tappeto di aghi secchi" (Giacomini & Fenaroli, 1958).

Attualmente nel Veneto *Picea abies* (L.) Karsten costituisce il principale componente dei boschi della regione (Regione Veneto, 1983), dove forma prevalentemente consorzi misti, particolarmente con faggio (*Fagus sylvatica* L.) e abete bianco (*Abies alba* Miller). Le formazioni pure sono per lo più relegate nelle zone interne a clima più continentale, come nell'alto Agordino. E' proprio nella provincia di Belluno che si ha la maggior concentrazione di peccete, presenti in quasi tutte le vallate (Agordino, Cadore, Comelico, Feltrino, Zoldano) (Colpi *et al.*, 1990).

#### 4.2 Analisi del polline attuale

Mentre nei campioni prelevati dai sedimenti lacustri le percentuali di polline di *Picea* variano tra 42% e 87% circa, l'analisi palinologica di alcuni campioni di muschio prelevati nei pressi dell'ex bacino lacustre, a quote di 600 (Campione 1), 770 (Campione 2) e 900 m s.l.m. (Campione 3), ha fornito valori percentuali di polline di *Picea* che sfiorano appena il 30% nel caso più favorevole (Tab. 1). Questo farebbe supporre, se si esclude l'eventualità di un arricchimento selettivo del polline di questo taxon, che le peccete presenti nella regione nel periodo in cui esisteva il lago, certamente simili per composizione a quelle attuali, fossero però ben più fitte ed estese, malgrado che *Picea*, pianta di notevole importanza selvicolturale, sia stata "diffusa larghissimamente in tutto il sistema alpino, anche nelle aree naturalmente favorevoli al Faggio e fino ai limiti della pianura" (Pignatti, 1982). Nella zona di Agordo tuttavia i rimboschimenti sono molto recenti (sicuramente posteriori al 1950), mentre nei secoli precedenti il bosco veniva tagliato per ricavarne pascolo o prato da sfalcio (G. Dai Pra, com. pers.). L'analisi actuopalinologica (Tab. 1) ha dato per le specie arboree dominanti, cioè *Picea*, *Pinus*, *Corylus* e *Ostrya*, valori percentuali simili, compresi tra 6% e 30% circa. *Corylus* in particolare mostra valori percentuali molto stabili (intorno al 16%) in tutti i campioni. Nei campioni di muschio non si osserva polline di *Abies* nè di *Ulmus*, che si trovano con bassi valori percentuali nei campioni di polline fossile. In questi ultimi non com-

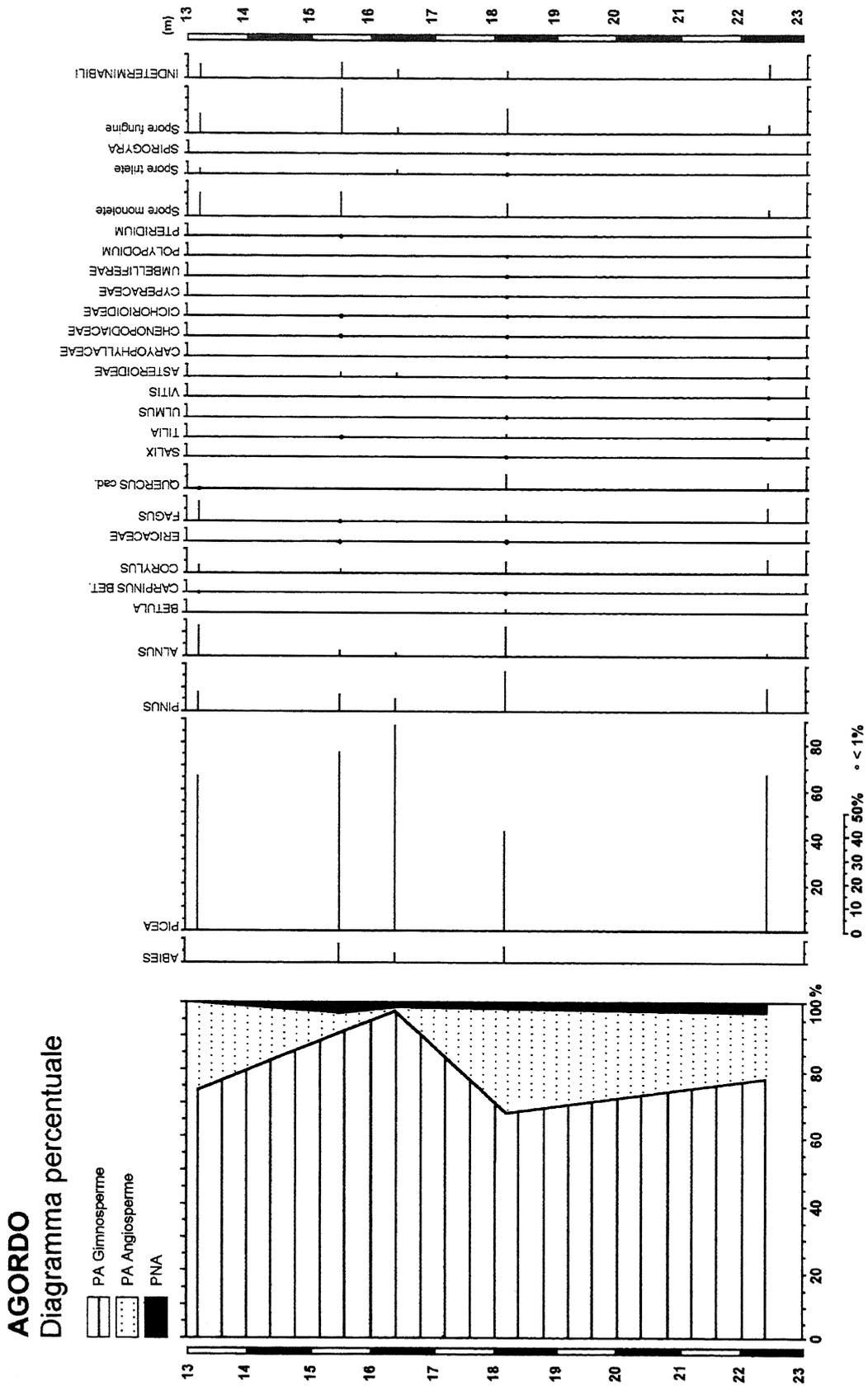


Fig. 9 - Diagramma pollinico percentuale.  
Percentage pollen diagram.

pare invece *Ostrya*, presente nei campioni attuali con discreti valori percentuali, nè si osservano *Castanea* e *Juglans*, rinvenuti in quelli attuali in piccolissime quantità. Inoltre, rispetto a quelli fossili, i campioni di muschio mostrano un contingente di taxa erbacei ben più numeroso, che suggerisce nel complesso un ambiente certamente più aperto che nel passato. Tra questi compaiono taxa come *Plantago*, *Polygonum*, *Rumex*, generalmente considerati buoni indicatori antropici (Behre, 1986), che non si rinvencono nei campioni di polline fossile.

Il polline di *Larix*, pianta attualmente presente nell'area studiata, non si trova nei campioni di sedimento lacustre né in quelli di muschio. Ciò può essere spie-

gato con l'elevata deteriorabilità del polline di questo taxon (Wodehouse, 1959), che, anche nei boschi in cui *Larix* è dominante, raramente si rinviene con percentuali superiori al 10% (Huntley & Birks, 1983).

#### 4.3 Considerazioni biostratigrafiche

I dati ottenuti attraverso l'analisi paleopalinologica permettono anche l'inquadramento biostratigrafico di questa brevissima sequenza. Nell'ambito della storia della vegetazione del Postglaciale delle Alpi è infatti nota in letteratura una fase in cui il versante meridionale delle Alpi orientali è caratterizzato dall'assoluta dominanza di *Picea* (Dalla Fior, 1935; Paganelli, 1959; Paganelli & Bernardi, 1981), soprattutto "nelle posizioni più endovalive" (Bertolani Marchetti, 1974), accompagnato da bassi valori di *Pinus*, *Abies* e *Fagus*. Questa fase forestale viene riferita dagli Autori all'Atlantico superiore (6000-5000 anni dal presente secondo Mangerud *et al.*, 1974; Orombelli & Ravazzi, 1996). Anche le mappe della vegetazione olocenica elaborate da Evans (1994) per l'Italia nord-orientale mostrano come nel periodo compreso tra 6000 e 5000 anni fa, nei siti più vicini ad Agordo studiati dal punto di vista palinologico, la vegetazione fosse dominata da consorzi forestali con prevalenza di *Picea*, *Pinus*, *Abies*, *Alnus*.

Nel settore occidentale dell'arco alpino si osserva invece una situazione piuttosto diversa. I diagrammi ottenuti da una serie di sondaggi effettuati in numerose località del versante meridionale delle Alpi piemontesi e lombarde (Schneider, 1978; Schneider & Tobolski, 1985; Scaife, 1997) non mostrano infatti nello stesso periodo valori tanto elevati di *Picea*. Nelle Alpi occidentali dominano gli elementi del querceto misto, si diffonde *Alnus* ed inizia appena la curva di *Picea*, che compare prima nell'arco alpino orientale per poi diffondersi in tutta la catena alpina migrando gradualmente verso occidente (Paganelli, 1959; Schneider, 1978).

#### 5. CONCLUSIONI

Gli studi condotti sulla morfologia e sui sedimenti lacustri che si sono depositati nell'antico lago di Agordo hanno fornito diverse nuove informazioni sull'ambiente circostante il lago nel corso dei pochi secoli in cui esso è esistito.

Una rapida analisi geomorfologica della conca di Agordo ha messo in evidenza più ripiani corrispondenti ad antichi fondovalle, prodotti da fasi successive dell'erosione. Il fondovalle più elevato può essere riferito allo stadio 22 della curva isotopica dell'ossigeno (850 ka BP; Shackleton *et al.*, 1990). Il tasso di erosione verticale medio, considerando la quota di massimo approfondimento del letto del Cordévole, risulta di circa 0,70 m/ka.

La nascita del lago di Agordo è dovuta allo sbaramento del corso del Cordévole per un evento franoso verificatosi in località I Castei. L'evoluzione ed il riempimento del lago sono la conseguenza dello sviluppo del conoide Missiàga-Bordina, alimentato dall'accelerata mobilitazione dei depositi detritico-alluvionali circostanti il bacino in un periodo caratterizzato

Campione	1	2	3
Quota s.l.m. (m)	600	770	900
Polline totale contato	282	318	359
Concentrazione pollinica totale (granuli/g)	369791	170625	286563
<b>Taxa identificati (%)</b>			
<i>Picea</i>	8,16	14,29	29,81
<i>Pinus</i>	14,54	23,86	12,53
<i>Alnus</i>	3,55	5,65	7,24
<i>Betula</i>	1,35	2,83	3,06
<i>Carpinus betulus</i>	1,42	1,88	1,67
<i>Castanea</i>	-	-	1,39
<i>Corylus</i>	18,09	16,95	16,43
<i>Ericaceae</i>	-	0,31	0,56
<i>Fagus</i>	0,35	0,31	0,28
<i>Juglans</i>	1,06	-	-
<i>Ostrya</i>	8,51	14,76	9,75
<i>Quercus</i> gr. caducifoglie	5,32	2,20	0,84
<i>Salix</i>	0,35	-	-
<i>Sambucus</i>	0,71	-	0,56
<i>Tilia</i>	0,35	0,63	1,67
<i>Vitis</i>	-	-	0,84
<i>Artemisia</i>	1,42	5,34	0,84
<i>Asteroidae</i>	-	0,63	1,67
<i>Cannabaceae</i>	-	-	0,84
<i>Chenopodiaceae</i>	1,42	-	0,28
<i>Cruciferae</i>	1,77	0,63	0,56
<i>Cyperaceae</i>	1,42	-	0,28
<i>Dipsacaceae</i>	-	0,31	-
<i>Filipendula</i>	0,35	-	0,56
<i>Gramineae</i>	11,70	3,77	4,46
<i>Helianthemum</i>	-	-	0,28
<i>Plantago</i>	2,13	0,63	0,28
<i>Polygonum</i>	-	1,57	-
<i>Poterium</i>	0,35	-	0,28
<i>Ranunculaceae</i>	0,35	1,26	1,11
<i>Rosaceae</i>	-	-	0,28
<i>Rubiaceae</i>	1,42	1,57	0,84
<i>Rumex</i>	0,35	0,31	0,56
<i>Umbelliferae</i>	3,55	0,31	0,28
Spore monoletete	-	27,34	-
Spore triletete	-	0,68	-
Spore fungine	9,62	7,81	3,75
Indeterminabili	3,75	4,50	3,75

Tab. 1 - Analisi pollinica dei cuscinetti muscinali.  
Pollen analysis of moss polsters.

da abbondanti precipitazioni. A seguito di variazioni del fondo dell'alveo ed a fasi alterne di accumulazione ed erosione si originano tre ordini di terrazzi fluviali.

L'analisi granulometrica ha permesso di classificare i sedimenti depositatisi nel lago come limi sabbiosi, limi e limi argillosi. L'analisi diffrattometrica ha consentito inoltre di ricavare la composizione mineralogica di tali sedimenti, costituiti nell'ordine da fillosilicati, che costituiscono la frazione argillosa del sedimento, dolomite, che costituisce la maggior parte della frazione limosa, quarzo, calcite, feldspati, minerali pesanti.

L'analisi pollinica dei sedimenti lacustri, che ha consentito di ricostruire la vegetazione circostante il lago, ha mostrato un ambiente schiettamente forestale a conifere, dominato da *Picea* per tutto il periodo di tempo registrato dal diagramma, in cui non si osservano tracce evidenti di attività legate alla presenza umana. L'analisi del polline attuale ha mostrato percentuali elevate di *Picea*, che tuttavia non superano in nessun caso il 30%. La maggiore presenza di taxa erbacei nei campioni di muschio suggerisce nel complesso un ambiente certamente più aperto che nel passato e diverso dal punto di vista vegetazionale, per la presenza ben più marcata di latifoglie. Tra i taxa erbacei compaiono *Plantago*, *Polygonum*, *Rumex* e *Chenopodiaceae*, generalmente considerati buoni indicatori antropici. Nell'Agordino quindi peccete simili per composizione a quelle attualmente esistenti (che hanno ovviamente subito un evidente impatto antropico) anche se probabilmente più fitte ed estese, erano già presenti 6000 anni fa ed occupavano ampiamente i versanti dei rilievi che circondavano il lago.

#### LAVORI CITATI

- Behre K.-E. (ed.), 1986 - *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. A. A. Balkema, Rotterdam, 232 pp.
- Bertolini Marchetti D., 1974 - *Lineamenti climatico-forestali del postglaciale nelle Prealpi venete*. Natura e Montagna, **21**(2-3), 45-54.
- Carobene L. & Dai Pra G., 1990 - *Genesis, chronology and tectonics of the Quaternary marine terraces of the Tyrrhenian coast of Northern Calabria (Italy). Their correlations with climatic variations*. Il Quaternario, **3**(2), 75-94.
- Castiglioni B., 1939 - *Il gruppo delle Pale di San Martino e le valli limitrofe (Alpi dolomitiche)*. Mem. Ist. Geol. R. Univ., Padova, **13**, 101 pp.
- Castiglioni G. B., 1964 - *Sul morenico stadiale nelle Dolomiti*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, **24**, 1-16.
- Colpi C., De Mas G. & Lasen C., 1990 - *Alcune note sull'abete rosso in Italia*. Cellulosa e Carta, **41**(3), 19-31.
- Dalla Fior G., 1935 - *Analisi polliniche di torbe e depositi lacustri della Venezia Tridentina. IV. Depositi torbosi dell'Alto Isarco e del Bacino idrografico della Rienza*. Memorie del Museo di Storia Naturale della Venezia Tridentina, **3**(1), 65-86.
- Decima A., 1996 - *Nuove riflessioni sulla formazione dell'antico lago di Agordo*. Le Dolomiti Bellunesi, **19**, 63-69.
- Decima A., 2001 - *L'antico lago di Agordo*. Le Dolomiti Bellunesi, **46**, 65-67.
- Decima A. & Cimpellin P., 1982 - *Il lago di Agordo: leggenda e realtà*. Le Dolomiti Bellunesi, **5**, 1-12.
- Evans S. P., 1994 - *Classificatory discriminant analysis of pollen data in northeastern Italy - II. Mapping of Holocene vegetation*. Il Quaternario, **7**(2), 627-642.
- Friz C. & Villi V., 1991 - *I grandi fenomeni di dissesto nella valle Missiàga-Bordina e loro influenza sull'evoluzione morfologica della conca di Agordo (Belluno, Italia)*. Mem. Sci. Geol., Padova, **43**, 1-16, 13 figg.
- Friz C. & Villi V., 1993 - *L'antico lago di Agordo*. Mem. Sci. Geol., Padova, **45**, 67-78, 9 figg.
- Giacomini V. & Fenaroli L., 1958 - *La Flora*. Conosci l'Italia, vol. 2, Touring Club Italiano.
- Giardini M., 1993 - *Indagini palinologiche sui sedimenti lacustri di Agordo (Dolomiti bellunesi)*. Giorn. Bot. Ital., **127**(3), 693.
- Giraudi C., 1995 - *I detriti di versante al margine della Piana del Fucino (Italia centrale): significato paleoclimatico ed impatto antropico*. Il Quaternario, **8**(1), 203-210.
- Giraudi C., 1997 - *I laghi effimeri postglaciali del massiccio della Meta (Parco Nazionale d'Abruzzo, Italia centrale): segnalazione e significato paleoclimatico*. Il Quaternario, **10**(1), 93-100.
- Huntley B. & Birks H. J. B., 1983 - *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago*. Cambridge University Press, 667 pp.
- Mangerud J., Andersen S. T., Berglund B. E. & Donner J. J., 1974 - *Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification*. Boreas, **3**, 109-128.
- Miyauchi T., Dai Pra G. & Silos Labini S., 1994 - *Geochronology of Pleistocene marine terraces and regional tectonics in the Tyrrhenian coast of South Calabria, Italy*. Il Quaternario, **7**(1), 17-34.
- Orombelli G. & Ravazzi C., 1996 - *The Late Glacial and Early Holocene: chronology and paleoclimate*. Il Quaternario, **9**(2): 439-444.
- Paganelli A., 1959 - *Diffusione postglaciale della Picea, Abies e Fagus a S. Martino di Castrozza (Trentino)*. Studi Trentini di Scienze Naturali, **36**(1), 60-72.
- Paganelli A. & Bernardi M. A., 1981 - *Contributo alla storia della vegetazione e del clima nel postglaciale del Trentino. Analisi pollinica del deposito torboso del Vedes (Val di Cembra)*. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Biologica, **58**, 375-391.
- Pasuto A., Siorpaes C. & Soldati M., 1997 - *I fenomeni franosi nel quadro geologico e geomorfologico della conca di Cortina d'Ampezzo (Dolomiti, Italia)*. Il Quaternario, **10**(1), 75-92.
- Pellegrini G. B., 1994 - *Late Pleistocene geomorphological evolution in the Vallone Bellunese, Southern Alps (Italy)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **17**, 67-72.
- Penk A. & Brückner E., 1909 - *Die Alpen im Eiszeitalter*. 1-3, 1199 pp.
- Pignatti S., 1979 - *I piani di vegetazione in Italia*. Giorn. Bot. Ital., **113**, 411-428.
- Pignatti S., 1982 - *Flora d'Italia*. 3 voll., Edagricole.
- Pignatti S., 1998 - *I boschi d'Italia. Sinecologia e biodiversità*. Utet, 677 pp.

- Regione Veneto, 1983 - *Carta Regionale Forestale*. Deltagraph, 261 pp., Padova.
- Ruggieri G., Rio D. & Sprovieri R., 1984 - *Chronostratigraphic classifications of Lower Pleistocene*. Mem. Soc. Geol. It., **103**, 251-259.
- Scaife, R. G., 1997 - *Pollen analysis of the Laghetti del Crestoso corrie basin*. In: Baroni C. & Biagi P. (eds.), *Excavations at the High Altitude Mesolithic Site of Laghetti del Crestoso (Bovegno, Brescia, Northern Italy)*. Ateneo di Brescia Accademia di Scienze Lettere ed Arti, 1997, 64-77.
- Schneider R. E., 1978 - *Pollenanalytische Untersuchungen zur Kenntnis der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Südrand der Alpen zwischen Turin und Varese (Italien)*. Bot. Jahrb. Syst., **100**(1), 26-109.
- Schneider R. & Tobolski K., 1985 - *Lago di Ganna - Late-Glacial and Holocene environments of a lake in the southern Alps*. Diss. Bot., **87**, 229-271.
- Shackleton N. J., Berger A. & Peltier W. R., 1990 - *An alternative astronomical calibration on the lower Pleistocene time scale based on ODP Site 677*. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Earth Sci., **81**, 251-261.
- Tamis F. 1978 - *Storia dell'Agordino*. Nuovi Sentieri ed., **1**, 377 pp.
- Wodehouse R. P., 1959 - *Pollen Grains*. Hafner Publishing Co., New York, 574 pp.

Ms. ricevuto il 26 giugno 2001

Testo definitivo ricevuto il 30 novembre 2001

*Ms. received: June 26, 2001*

*Final text received: November 30, 2001*