

## **Evoluzione della vegetazione nei pressi del Lago di Lavarone (TN) negli ultimi 2200 anni**

Enrico ARPENTI<sup>1\*</sup> & Maria Letizia FILIPPI<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>C.N.R. - Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali, Unità di Milano, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano, Italia

<sup>2</sup>Sezione di Geologia, Museo Tridentino Scienze Naturali, Via Calepina 14, 38100 Trento, Italia

\*E-mail dell'Autore per la corrispondenza: [enrico.arpenti@fastwebnet.it](mailto:enrico.arpenti@fastwebnet.it)

**RIASSUNTO** - *Evoluzione della vegetazione nei pressi del Lago di Lavarone (TN) negli ultimi 2200 anni* - Lo studio pollinico e paleolimnologico della sequenza S5 proveniente dal Lago di Lavarone, condotto nel corso del progetto OLOAMBIENT, ha permesso di ottenere un quadro dettagliato sull'evoluzione del territorio nei pressi del lago negli ultimi 2200 anni. Sulla base delle informazioni archeologiche e palinologiche raccolte sappiamo che l'area iniziò ad essere frequentata in modo sporadico fin dall'età del Bronzo. Tuttavia, solo a partire dall'età medievale, durante la quale si succedettero fasi di intensa frequentazione e improvvisi abbandoni, la pressione antropica sull'ecosistema cominciò ad incidere profondamente sulla vegetazione naturale. Grazie all'interazione tra dati pollinici-limnologici e fonti storiche, è stato possibile ricostruire con un buon grado di dettaglio il succedersi di tre fasi di "colonizzazione" dell'Altopiano di Lavarone da parte di popolazioni tedesche, confermando quanto già affermato da studi precedenti. Il presente lavoro ha infine consentito di osservare le trasformazioni che si sono verificate sull'altopiano nel corso dell'ultimo secolo, derivanti dalla diminuzione dell'impatto antropico sull'ecosistema dovuta all'abbandono delle zone di montagna a favore delle aree cittadine.

**SUMMARY** - *Evolution of the vegetation near the Lago di Lavarone (TN) in the last 2200 years* - The palynological and palaeolimnological study of the sequence S5 from the Lago di Lavarone, carried out in the framework of the OLOAMBIENT project, has allowed to obtain a detailed outline of the land-use change in the last 2200 years. Thanks to archaeological and palynological information it is now well known that during the Bronze Age the area was already occasionally frequented, but it is only since the Middle Ages that the anthropic impact on vegetation became greater. Crossing pollen and paleolimnological data, it was possible to recognize and reconstruct three phases of colonization of the plateau by German people, confirming previous studies based on historical researches. Finally, our studies highlighted the changing happened during the last century, with a progressive abandonment of mountain areas to advantage of cities areas.

*Parole chiave:* Lago di Lavarone, Provincia di Trento, tardo Olocene, palinologia, paleolimnologia

*Key words:* Lago di Lavarone, Trento Province, late Holocene, palynology, paleolimnology

### 1. INTRODUZIONE

Negli ultimi duemila anni l'Italia del Nord ha visto un'avvicinarsi di popolazioni e culture che nel corso dei secoli hanno portato una modificazione nell'uso del territorio. In particolare, le zone alpine, pur caratterizzate da un ambiente a tratti inospitale, sono state teatro di movimenti migratori e frequentazioni stanziali a diverse quote, in quanto luoghi di valico e collegamento, ricchi di materie prime come legna e giacimenti minerali.

Informazioni su questi spostamenti e sull'uso del suolo da parte di varie popolazioni sono rintracciabili nelle cronache medioevali e in documenti successivi,

ma spesso si tratta di notizie puntuali legate ad avvenimenti specifici e prive di continuità. Inoltre, i documenti e gli archivi storici sono andati talvolta perduti, come è successo in molti casi, per guerre o incendi o incuria.

Un archivio meno noto, ma che può fornire indicazioni con una notevole continuità temporale sui cambiamenti ambientali legati al clima e/o alle frequentazioni antropiche è quello dei sedimenti lacustri (vedi Filippi & Festi 2007).

Nell'ambito del progetto OLOAMBIENT è stato svolto uno studio sulla storia della vegetazione nei pressi del Lago di Lavarone negli ultimi 2200 anni, mirato proprio alla ricerca delle principali trasforma-

zioni ambientali, dovute sia all'opera dell'uomo che a eventi naturali.

Da fonti archeologiche è noto che le prime frequentazioni nella zona degli altipiani di Lavarone e Folgaria sono molto antiche (Epigravettiano, Dalmeri *et al.* 2001) e in tutti i casi si tratta di insediamenti temporanei (stagionali). Tracce di stanziamenti nei pressi del lago sono state rinvenute a partire dall'età del Bronzo (Bagolini *et al.* 1976), anche se è solo per l'inizio dell'età medievale (VII/VIII sec.) che i rinvenimenti si fanno più abbondanti (Grossi 1997; Battisti & Ricci 1898; Morizzo 1889).

Il Lago di Lavarone si trova in una piccola conca di origine carsica a 1115 m s.l.m. Per un'accurata descrizione delle sue caratteristiche fisico-chimiche e del ciclo di sedimentazione annuale si rimanda agli articoli di Corradini *et al.* (2007) e Filippi *et al.* (2007). La sequenza studiata nel corso del presente lavoro proviene dalla carota a gravità S5, lunga 95 cm, prelevata nella zona più profonda del lago (ca. 17 m).

## 2. MATERIALI E METODI

La carota a gravità LA03 S5, lunga 95 cm, è stata prelevata in centro lago (17 m di profondità) nel luglio 2003 durante una campagna di sondaggi organizzata in collaborazione con la ditta UWITEC. La carota, tenuta in cella frigo a 4 °C, è stata tagliata in senso longitudinale: metà è stata descritta, fotografata e conservata come archivio, mentre l'altra metà è stata sub-campionata per le analisi del sedimento e per quelle palinologiche.

La descrizione sedimentologica è stata effettuata con l'aiuto di tavole di colore di riferimento (Munsell 1954), mettendo in evidenza le caratteristiche tessiturali e le eventuali strutture del sedimento, seguendo la metodologia e terminologia indicate da Schnurrenberger *et al.* (2003). Le unità litologiche sono state definite sulla base di queste caratteristiche e delle informazioni provenienti dalle altre analisi di tipo inorganico.

37 campioni della carota LA 03 S5 sono stati preparati per analisi pollinica presso il Laboratorio di Palinologia e Paleoecologia del C.N.R. - I.D.P.A. di Milano, applicando il metodo standard in uso in palinologia: il trattamento con HCl al 10% a caldo (per eliminare i carbonati), con KOH al 10% a caldo (per disgregare la sostanza organica), con HF al 40% a caldo e un successivo passaggio in HCl al 10% a caldo (per eliminare i silicati ed eventuali minerali di neoformazione) (Moore *et al.* 1991). Successivamente, i campioni sono stati setacciati a 250 µm, fatti decantare e colorati mediante il metodo dell'acetolisi. Lo studio dei preparati pollinici si è svolto al microscopio ottico a 400, 630 e 1000 ingrandimenti conteggiando almeno 600 granuli per campione. L'identificazione dei granuli pollinici, delle spore di pteridofite (*Equisetum* e

*Polypodium*), delle alghe d'acqua dolce (*Botryococcus*, *Pediastrum*) e dei microfossili non pollinici (uova di *Filinia*, *Glomus*, oocisti di Neorhabdocoela) che si conservano nei preparati di palinologia è avvenuta mediante chiavi di identificazione (Moore *et al.* 1991; Beug 2004), atlanti fotografici (Punt *et al.* 1976-1996; Reille 1992, 1995, 1998) e confronti con la collezione del C.N.R. - I.D.P.A. Il calcolo della concentrazione pollinica (granuli g<sup>-1</sup>) e della concentrazione di microcarbone >10 µm (particelle g<sup>-1</sup>) è stato effettuato aggiungendo spore di *Lycopodium* (Stockmarr 1971). I diagrammi pollinici sono stati disegnati mediante il programma TgView 2.0 (Grimm 1992).

La sequenza S5 è stata analizzata tra 90 e 0,25 cm. È stato prelevato 1 campione ogni 5 cm nell'intervallo tra 90 e 24,5 cm, e 1 campione ogni cm nell'intervallo tra 24,5 e 0,25 cm, con l'intento di dettagliare le trasformazioni avvenute nei dintorni del lago negli ultimi 200 anni. Le concentrazioni sono state calcolate rispetto al peso in grammi invece che su cm<sup>3</sup>, dal momento che il sedimento si presentava troppo sciolto per poter procedere a un campionamento volumetrico accurato.

I primi 25 cm di sedimento della carota LA03\_S5 sono stati analizzati per <sup>210</sup>Pb, <sup>226</sup>Ra, <sup>137</sup>Cs e <sup>241</sup>Am all'*Environmental Radioactivity Laboratory* dell'Università di Liverpool usando un Ortec HPGe GWL (Appleby *et al.* 1986, 1992). Le date radiometriche sono state calcolate servendosi del modello di datazione <sup>210</sup>Pb CRS (Appleby & Oldfield 1978), e le profondità corrispondenti al 1963 e al 1986 sono state determinate usando il record stratigrafico del <sup>137</sup>Cs/<sup>241</sup>Am (Appleby *et al.* 1991). La cronologia definitiva basata sulla visione d'insieme dei dati è stata calcolata utilizzando i metodi descritti da Appleby (2001).

Due frammenti di macroresti vegetali prelevati a 46,3 e 59,2 cm di profondità sono stati selezionati per datazione <sup>14</sup>C AMS, effettuata dal Laboratorio R.J. Van de Graaff dell'Università di Utrecht.

## 3. RISULTATI E METODI

### 3.1. Sedimentologia e cronologia

Sono state riconosciute due unità litologiche nella carota S5 (Fig. 1): una inferiore (Unità II, da cm 58 a cm 95) costituita da un fango sapropelico diatomaceo marrone scuro-rossastro, generalmente omogeneo o irregolarmente laminato, molto ricco di frammenti vegetali (foglie, aghi di pino ecc.); l'altra superiore (Unità I) costituita da un ooze diatomaceo carbonatico marrone chiaro ricco di materia organica, da irregolarmente (Unità Ib, 58-32 cm) a finemente (Unità Ia, 32-0 cm) laminato, con talora intercalate lamine distinte più chiare. Le due unità si distinguono bene per il colore, la struttura e la composizione.

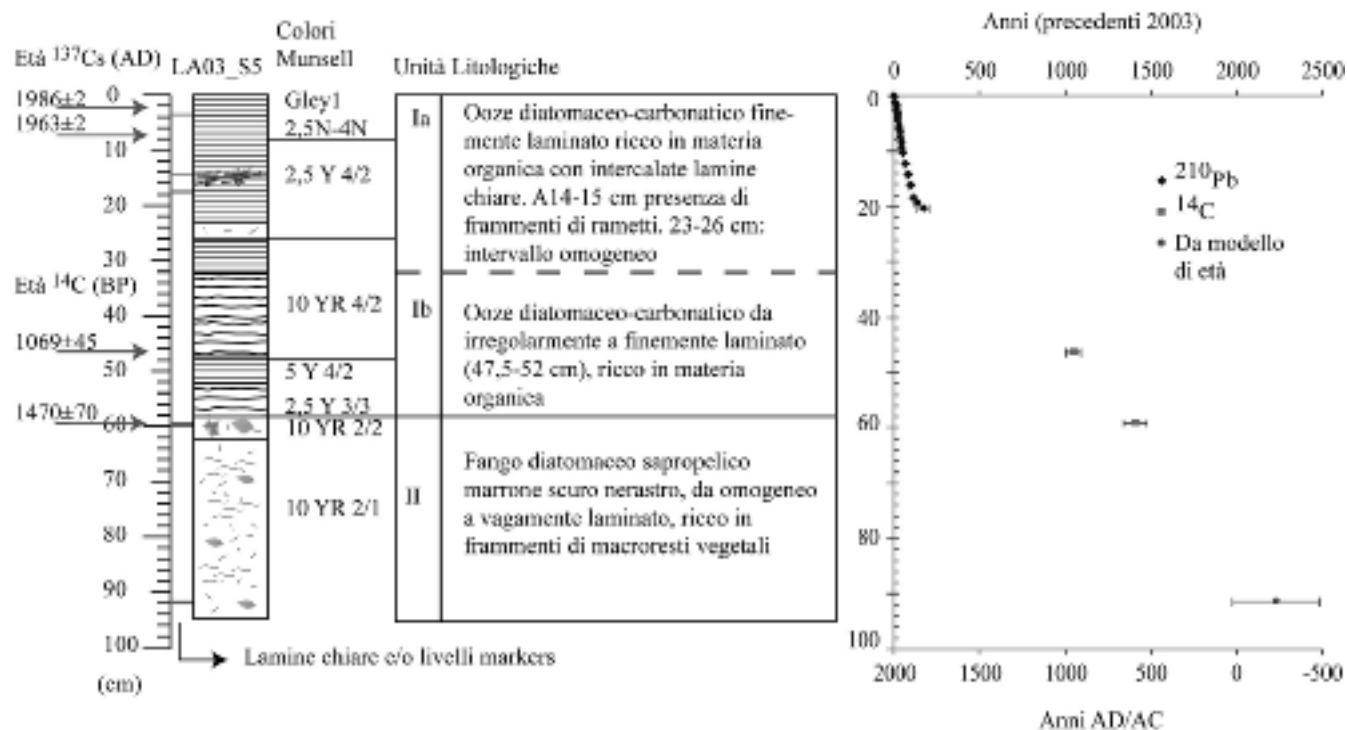


Fig. 1 - Litostratigrafia della carota LA03\_S5 e risultati delle datazioni al  $^{137}\text{Cs}$  e  $^{14}\text{C}$  non calibrate. A destra delle descrizione litologica è riportato il grafico con il quadro cronologico (datazione al  $^{210}\text{Pb}$  e radiocarbonio) utilizzato per i sedimenti recenti del Lago di Lavarone. Per la parte bassa della carota, dove mancano datazioni dirette, si è utilizzato il modello cronologico delle carote a pistone (Filippi *et al.* 2007 – Lavarone), correlate alla LA03\_S5 tramite livelli marker.

Fig. 1 - Lithostratigraphy of core LA03\_S5 with  $^{137}\text{Cs}$  and uncalibrated  $^{14}\text{C}$  dates. To the right of the lithological units description it is shown the chronological framework ( $^{210}\text{Pb}$  and  $^{14}\text{C}$  dates) used for the recent sediment of Lago di Lavarone. For the core bottom, where direct dating is missing, the age-depth model of the piston cores (Filippi *et al.* 2007 – Lavarone), correlated with the short gravity cores through marker layers, is applied.

Il quadro cronologico è definito tramite le datazioni al  $^{210}\text{Pb}$  e al radiocarbonio (Fig. 1), e sulla base delle correlazioni stratigrafiche. L'attività totale del  $^{210}\text{Pb}$  raggiunge l'equilibrio a ca. 22 cm di profondità. L'attività del  $^{137}\text{Cs}$  mostra due picchi ben definiti a 2,3 cm e a 7,3 cm, che rispettivamente corrispondono ai picchi di Cernobyl (1986) e dei test nucleari (1963), il secondo confermato dal picco dell'Americio. Il modello delle età del Pb, calcolato con il metodo CRS (*Constant Rate of Supply*), identifica il 1986 a una profondità di 2,75 cm, in buon accordo con i dati del Cs. Il tasso di sedimentazione medio calcolato per gli ultimi 100 anni ca è di 0,15 cm anno<sup>-1</sup>. Benché i risultati evidenzino variazioni significative del tasso di sedimentazione nel corso dell'ultimo secolo, non si riscontra un aumento evidente negli ultimi anni. I dati del Pb fanno supporre che oltre un secolo fa il tasso di sedimentazione fosse decisamente inferiore (0,03 cm anno<sup>-1</sup>); tuttavia, la risoluzione e i valori sono così bassi che questa affermazione deve essere accolta con cautela.

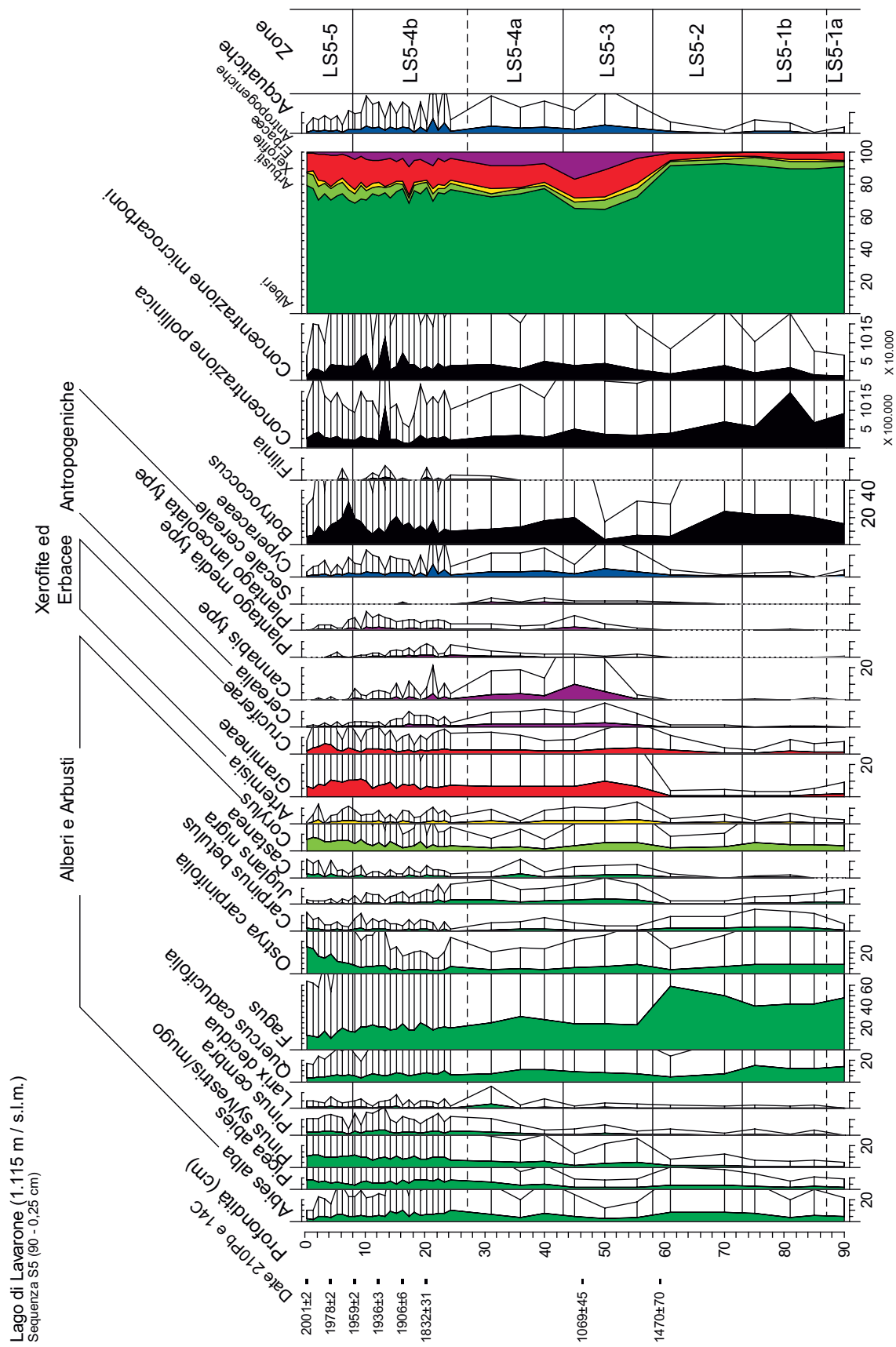
Grazie alle datazioni effettuate e alle correlazioni sedimentologiche con le vicine carote a pistone (Filippi

*et al.* 2007), si può affermare che il sedimento della carota S5 copre circa gli ultimi 2200 anni (Fig. 1).

### 3.2. Zone polliniche

Il diagramma pollinico è stato suddiviso in 5 zone, due delle quali a loro volta suddivise in sub-zone. Questa articolazione è stata fatta sulla base delle associazioni vegetali riscontrate e dei cambiamenti verificatesi nel corso del tempo (Fig. 2). Le curve delle erbacee antropogeniche e dei taxa forestali sono state prese a principale riferimento per la definizione delle zone stesse, in modo da sottolineare i principali cambiamenti avvenuti nella vegetazione in relazione all'attività antropica. Gli autori sono consapevoli che il criterio adottato non costituisce una procedura "standard", tuttavia ritengono che in questo caso sia più importante verificare le relazioni intercorse tra uomo e ambiente piuttosto che individuare le trasformazioni naturali avvenute nella composizione della vegetazione.

La prima zona pollinica, denominata LS5-1, tra 90 e 73 cm, è stata suddivisa in due sottozone. La prima (LS5-1a, tra 90 e 87 cm) è risultata dominata da pol-



Analisi: Enrico Arpentì

Fig. 2 - Diagramma pollinico della carota LA03\_S5. Dati espressi in percentuale, tranne dove altrimenti indicato. Le concentrazioni polliniche e dei microcarboni sono espresse in numero di elementi g<sup>-1</sup>.

Fig. 2 - Pollen diagram of core LA03\_S5. Data expressed as percentages, except where otherwise indicated. Pollen and microcharcoal concentration are expressed in number of elements g<sup>-1</sup>.



line di taxa arborei quali faggio (50%), quercia (15%) e carpino nero (8%), che suggeriscono la presenza di una densa foresta nei dintorni del lago. Le arboree rappresentano il 90% della somma pollinica, mentre erbacee e taxa antropogenici all'inizio della zona rappresentano meno dell'8% del totale. Nel conteggio sono stati rinvenuti anche alcuni granuli di cereali, piantaggini e canapa: le loro percentuali, però, sono così basse da far ritenere che essi provengano in gran parte dalla Val d'Astico, appena al di sotto dell'Altopiano di Lavarone, oppure da un punto dell'altopiano piuttosto distante dal lago.

In coincidenza con il passaggio alla sub-zona pollinica successiva (LS5-1b, tra 87 e 73 cm), si verificano alcune importanti trasformazioni dell'ambiente naturale. Nella prima parte della zona si assiste alla diminuzione delle percentuali dei taxa tipici di una foresta di ambiente temperato: il faggio decresce dal 50 al 40% e la quercia dal 15 al 12% allo stesso modo delle percentuali di abete bianco, abete rosso e pino cembro. Al contrario, aumentano le percentuali degli ontani (*Alnus glutinosa type* e *Alnus viridis*), di betulla, di carpino bianco e di frassino (*Fraxinus ornus*). Sono stati inoltre rinvenuti alcuni granuli di castagno. Vi è in generale una leggera diminuzione dei taxa arborei ed erbacei a favore di xerofite e antropogeniche. È probabile che piccole aree nei pressi del lago fossero state disboscate e destinate ad attività agricole e di allevamento. L'incremento di *Botryococcus*, un'alga tipica di ambienti lacustri, e della concentrazione di microcarboni sono una probabile conferma di queste modificazioni nell'uso del territorio.

La zona pollinica LS5-2, individuata tra 73 e 58 cm, rappresenta un tassello fondamentale per la storia della vegetazione nei pressi del Lago di Lavarone. Nella prima parte si assiste a un incremento delle percentuali polliniche di faggio (che passa dal 40 al 60%), così come delle conifere, la cui presenza sui versanti attorno al lago è confermata dal ritrovamento di numerosi *stomata*. Successivamente, il crollo delle percentuali di faggio (che cala dal 60 al 40%), ma anche di abete rosso e abete bianco suggerisce che si sia verificata una massiccia deforestazione nell'area, e che essa abbia coinvolto in maggior misura i taxa cresciuti in precedenza. Approfittano, almeno in parte, di questo brusco crollo quei taxa forestali che in precedenza erano stati sfavoriti (querco-carpineto). Tra le antropogeniche sono stati rinvenuti solo pochi granuli di cereali. In totale, i taxa arborei passano dal 90 al 70%, mentre quelli erbacei ed arbustivi dal 5 al 15%. La situazione qui illustrata è molto utile, perché permette una precisa correlazione con la sequenza pollinica principale ottenuta dallo studio delle carote a pistone prelevate dal lago e denominate P1 e P2, i cui dettagli saranno illustrati altrove (vedi articolo Filippi *et al.*, 2007).

La zona successiva LS5-3 (58-43 cm) completa il quadro già in parte delineato nella zona precedente. Si assiste a una nuova diminuzione delle percentuali dei taxa arborei, e in particolare al definitivo tracollo del faggio, che cala al 20% del totale. L'incremento delle percentuali di quercia, ontano bianco, carpino nero e nocciolo, taxa probabilmente favoriti nella competizione con altre specie a causa del diradarsi della foresta, non riesce a controbilanciare la forte diminuzione della percentuale delle arboree, che in totale passano dal 70 al 60%. A fronte di questo crollo, si registrano invece forti incrementi delle erbacee (Cruciferae, Plantaginaceae e soprattutto Gramineae, che passano dall'1 al 10%) e degli indicatori antropogenici (la canapa passa da ritrovamenti sporadici al 10%, i cereali da pochi punti decimali al 2,5% e compaiono sporadici granuli di segale e rumex). In totale gli indicatori antropogenici passano così da pochi punti decimali al 15% della somma pollinica. Questi dati, sommati all'incremento delle percentuali di acquatiche ed erbacee palustri (in particolare modo di Cyperaceae con presenze sporadiche di *Myriophyllum* sp. e *Sparganium*), avvenuto in concomitanza con un incremento della concentrazione di microcarbone e una diminuzione di pollini, lasciano supporre un aumento della pressione umana sul lago stesso e probabilmente un drastico cambiamento della vegetazione nelle aree dell'altopiano circostanti il bacino lacustre. L'alta percentuale di *Cannabis* rinvenuta in questi livelli fa supporre la presenza di attività di macerazione della canapa nelle acque del lago, secondo un uso già segnalato in Europa a partire dal Neolitico e nel Nord Italia per il periodo medievale.

Successivamente a questo forte impatto antropico si nota, in corrispondenza della sub-zona LS5-4a (43-27 cm), un iniziale recupero delle percentuali dei taxa arborei (dal 60 al 75% della somma pollinica), dovuto principalmente a una probabile espansione della foresta di quercia e faggio. Al contrario, le antropogeniche calano dal 15 al 10% della somma pollinica. Questo mutamento è dovuto principalmente alla diminuzione di *Cannabis*, sostituita da un incremento delle percentuali di specie erbacee tipiche di luoghi abbandonati, come le piantaggini. È quindi probabile che in corrispondenza di questo passaggio si sia verificato un primo parziale abbandono dell'area da parte dell'uomo o comunque una forte diminuzione delle sue attività economiche nei pressi del lago. Successivamente, per la parte rimanente della sub-zona, a fronte di una leggera crescita delle percentuali relative ai taxa forestali, si nota un nuovo crollo delle percentuali di faggio e quercia, che scendono ai rispettivi minimi (20 e 10%); le antropogeniche rimangono su valori stabili ma con una marcata tendenza alla diminuzione, probabilmente in corrispondenza con un lento abbandono dell'area da parte dell'uomo. In coincidenza con il passaggio alla sub-zona LS5-4b (LS5-6, tra 27 e 8 cm), si assiste a

un'iniziale ripresa delle percentuali dei taxa arborei, fino a circa metà della zona, seguita da una loro diminuzione. L'unica eccezione è rappresentata dal carpino nero, che invece registra un costante incremento fino al 10%. Le antropogeniche hanno chiaramente un andamento opposto, con una iniziale diminuzione seguita da incrementi sia delle specie coltivate che delle infestanti (canapa, cereali, plantaggini e sporadicamente mais e grano saraceno). Ad ogni modo, i cambiamenti nella vegetazione sono meno forti di quelli avvenuti in precedenza, come dimostrato dalle minori oscillazioni delle percentuali dei taxa coinvolti. In corrispondenza del livello a 16 cm si registrano significativi incrementi nella percentuale di *Botryococcus* (che raggiunge il 15%) e nella concentrazione di microcarboni (quasi 75 mila particelle per grammo), elementi imputabili a una maggior pressione antropica sul territorio nei pressi del lago.

Infine, l'ultimo tratto di sequenza studiata, corrispondente alla zona LS5-5 (tra 8 e 0,25 cm), fa registrare un aumento delle percentuali dei taxa arborei, dovuta principalmente al forte incremento di carpino nero (dal 7 al 25%), mentre faggio, quercia e abete bianco calano. I taxa erbacei (soprattutto Gramineae e Crucifereae) e quelli antropogenici diminuiscono. *Botryococcus* subisce un nuovo incremento raggiungendo il 30% in corrispondenza del livello a 7 cm; in seguito decresce fortemente e sembra stabilizzarsi attorno al 7% fino alla fine della sequenza.

#### 4. DISCUSSIONE

A partire dall'analisi della sequenza pollinica è stato possibile fare una serie di considerazioni, incrociando i dati naturalistici con quelli storici, ricavati da alcune fonti letterarie. Il rinvenimento di alcuni granuli di noce (*Juglans*) e la mancanza di granuli di castagno (*Castanea*) permettono di datare la base della sequenza tra la seconda parte dell'età del Ferro (tra il V e il I sec. a.C.) e un periodo precedente l'età romana imperiale (I sec. a.C.). A conferma di ciò, intervengono anche le fonti storiche, che fanno risalire al I sec. a.C. la prima colonizzazione dell'area da parte dei romani (Grossi 1970). A ulteriore supporto di questa tesi vi è il fatto che già da quel momento compaiono i primi segni di attività antropica nei dintorni del sito.

La comparsa del castagno in Italia settentrionale che già Burga faceva risalire all'età romana imperiale (Burga 1988), e la diminuzione di faggio indicano che dal punto di vista storico la zona pollinica è situabile nel pieno dell'età romana imperiale, tra il I sec. a.C. e i primi secoli d.C. In quest'ottica la forte diminuzione di faggio sarebbe imputabile al disboscamento, iniziato allo scopo di impiantare attività economiche agro-pastorali, come farebbe pensare il ritrovamento di diversi granuli di plantaggini.

Secondo la cronologia al radiocarbonio, una nuova forte diminuzione fatta registrare da *Fagus* e l'incremento di Gramineae e *Corylus* sarebbero da collocare tra il 570 e il 655 d.C. (1 $\sigma$  range), in un momento posteriore alla caduta dell'Impero Romano e coevo all'invasione longobarda dell'area (Reich 1974). Storicamente, quindi, la sequenza pollinica suggerisce che in seguito alla caduta dell'Impero romano si sia verificato un momentaneo abbandono della zona, la quale sarebbe stata colonizzata nuovamente solo con l'arrivo dei Longobardi, responsabili di una massiccia deforestazione.

È evidente che i cambiamenti avvenuti in coincidenza con l'insediamento dei Longobardi (prima immigrazione di genti tedesche in Trentino) sono continuati per un periodo piuttosto lungo, probabilmente fino al pieno medioevo, in un momento coevo alla seconda immigrazione di genti tedesche in Trentino (IX-X sec. d.C.) (Reich 1974). L'iniziale incremento delle percentuali di erbacee antropogeniche e successivamente il loro crollo suggeriscono che a partire dalla prima età medievale si sono verificati profondi mutamenti nelle attività economiche svolte nell'area: all'iniziale introduzione dell'attività di macerazione della canapa, è seguito, diversi secoli dopo, il quasi totale abbandono di questa attività economica, a favore di una maggiore presenza della pastorizia. Ciò è indicato dall'incremento di Plantaginaceae (soprattutto *P. lanceolata* e *P. media*), dalla comparsa sporadica di uova di *Filinia* (un parassita intestinale di animali da allevamento) e dal declino della percentuale di *Botryococcus* (dal 20 al 10%), che indicherebbe una diminuzione dei nutrienti disciolti nelle acque del lago. Si assiste perciò nel corso della parte centrale e finale del medioevo a un allontanamento delle attività produttive dalle rive del lago. Si registra anche una diminuzione nella concentrazione dei microcarboni (da 50 a 25 mila particelle per grammo), seguito da un nuovo incremento al termine della zona, anche se su valori inferiori. Ciò potrebbe essere in connessione con le attività di produzione di carbone attestata nell'area in particolare nel periodo tra il 1100 e il 1400 d.C., come confermerebbero anche i toponimi stessi presenti nei dintorni del lago, Nosellari e Carbonare, che indicano chiaramente sia la presenza di genti tedesche nell'area sia il tipo di mestieri primariamente svolti (Reich 1974). Queste attività potrebbero essere in connessione con la cosiddetta terza immigrazione di genti tedesche in Trentino, datata tra il XIII e il XIV sec. d.C. (Reich 1974).

Basandosi sui cambiamenti subiti dalla vegetazione, è possibile riconoscere nella prima parte della sub-zona LS5-4b (tra 27 e 8 cm) un probabile declino delle attività antropiche nei pressi del lago, seguita da una nuova deforestazione, condotta allo scopo di liberare terreni destinati alla coltura, e dalla ripresa di attività di macerazione della canapa nelle acque del

bacino (come avvenuto nei secoli passati), che ha probabilmente portato alla eutrofizzazione delle acque del bacino lacustre. Testimonianze storiche riportano effettivamente che tra fine del '700 e l'inizio dell'800 l'economia rurale ha subito una crisi, in seguito al distacco della Lombardia e del Veneto dall'Impero Asburgico, che per gli abitanti di quel territorio ha comportato l'inizio dell'emigrazione (Reich 1974). Nella seconda parte della zona, a partire dal livello a 19 cm, datato al  $1865 \pm 13$ , si assiste a una probabile ripresa delle attività economiche, che ha come conseguenza un incremento degli indicatori antropogenici e una diminuzione dei taxa arborei causato probabilmente da incendi (come lascia supporre la curva dei microcarboni).

L'ultima zona pollinica individuata, LPAZ LS5-5 (8-0,25 cm), datata mediante al  $^{210}\text{Pb}$  tra il  $1959 \pm 2$  e il  $2001 \pm 2$  mostra un nuovo incremento della percentuale di carpino nero. L'inizio della forte espansione di questo taxa, fatta risalire al  $1959 \pm 2$ , è coevo con quanto osservato in altri diagrammi pollinici a sud delle Alpi, quali il Lago di Origlio, quello di Bavera e il sito di Monte S. Giorgio (van der Knaap *et al.* 2000). L'incremento di alberi e arbusti può essere spiegato con i cambiamenti verificatisi nelle attività economiche svolte sull'altopiano, e con una diminuzione delle attività agro-pastorali e un aumento dell'immigrazione verso la città. Il forte picco fatto registrare da *Botryococcus*, che raggiunge il 30% in corrispondenza del livello a 7 cm datato al  $1963 \pm 2$ , è dovuto probabilmente all'introduzione su vasta scala di detersivi chimici e di fertilizzanti, che hanno portato a un incremento dell'eutrofizzazione delle acque.

## 5. CONCLUSIONI

Lo studio della sequenza S5 ha permesso di

- ottenere informazioni dettagliate sull'evoluzione della vegetazione nei dintorni del lago negli ultimi 2200 anni circa;
- verificare la stretta relazione esistente tra uso del territorio e impatto antropico;
- verificare le modalità di immigrazione di genti di lingua tedesca sull'altopiano nel corso dell'età medievale;
- osservare la graduale diminuzione dell'impatto delle attività umane sulla vegetazione nel corso dell'ultimo secolo, dovuta al progressivo inurbamento di una quota sempre maggiore di popolazione.

## RINGRAZIAMENTI

Lo studio in questione è stato condotto nel corso del progetto di ricerca OLOAMBIENT ("Risposte

dell'ambiente e degli ecosistemi alla variabilità climatica dell'Olocene in Trentino basata su serie di dati-proxy da sedimenti lacustri, latte di monte e tufo calcareo"), finanziata dalla Provincia Autonoma di Trento (PAT). Gli autori ringraziano Renza Miorandi e Samantha Manco della Sezione di Geologia del Museo Tridentino di Scienze Naturali per il lavoro di laboratorio e di subcampionamento; Cesare Ravazzi, Roberta Pini ed Elisa Vescovi della sezione del C.N.R. - I.D.P.A. di Milano per il campionamento, le preparazioni dei campioni e l'aiuto in fase di interpretazione; il Corpo Forestale dello Stato (distaccamento di Lavarone) e il personale addetto alla biblioteca del Comune di Lavarone. La parte palinologica del lavoro presentato è stata svolta presso il Laboratorio di Palinologia e Paleoecologia del CNR - IDPA, sezione di Milano.

## BIBLIOGRAFIA

- Appleby P.G., 2001 - Chronostratigraphic techniques in recent sediments. In: Last W.M. & Smol J.P. (eds), *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Volume 1: Basin Analysis, Coring, and Chronological Techniques*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands: 171-203.
- Appleby P.G. & Oldfield F., 1978 - The calculation of  $^{210}\text{Pb}$  dates assuming a constant rate of supply of unsupported  $^{210}\text{Pb}$  to the sediment. *Catena*, 5: 1-8.
- Appleby P.G., Nolan P.J., Gifford D.W., Godfrey M.J., Oldfield F., Anderson N.J. & Battarbee R.W., 1986 -  $^{210}\text{Pb}$  dating by low background gamma counting. *Hydrobiologia*, 143: 21-7.
- Appleby P.G., Richardson N. & Nolan P.J., 1991 -  $^{241}\text{Am}$  dating of lake sediments. *Hydrobiologia*, 214: 35-42.
- Appleby P.G., Richardson N. & Nolan P.J., 1992 - Self-absorption corrections for well-type germanium detectors. *Nucl. Inst. & Methods B*, 71: 228-33.
- Bagolini B., Barbacovi F., Castelletti L. & Lanzinger M., 1976 - Colbricon (scavi 1973-1974). *Preistoria alpina*, 12: 201-35.
- Battisti C. & Ricci L., 1898 - *Sul laghetto di Lavarone nell'altopiano dei Sette Comuni vicentini*. IV annuario degli Studenti Trentini, Trento: 15-40.
- Burga C.A. 1988 - Swin Vegetation History during the last 18.000 years. *New Phytologist*, 110: 581-602.
- Beug H.J., 2004 - *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München: 542 + 120 pp.
- Dalmeri G., Grimaldi S. & Lanzinger M., 2001 - Il Paleolitico e il Mesolitico. In: Lanzinger M., Marzatico F. & Pedrotti A. (a cura di), - *Storia del Trentino. Vol. 1. La preistoria e la protostoria*. Il Mulino, Bologna: 15-118.
- Filippi M.L. & Festi D., 2007 - Paleolimnologia in Trentino: metodi e stato dell'arte. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Geol.*, 82: 85-99.

- Filippi M.L., Heiri O., Arpentì E., Angeli N., Bortolotti M., Lotter A.F. & van der Borg K., 2007 - Evoluzione paleoambientale dal Tardoglaciale ad oggi ricostruita attraverso lo studio dei sedimenti del Lago di Lavarone (Altopiano di Folgaria e Lavarone, Trentino). *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Geol.*, 82 (2005): 279-298.
- Grimm E., 1992 - *Tilia 1.11 and Tilia graph 1.17*. Springfield, Illinois State Museum, Research and Collection Center.
- Grossi A., 1997 - *Conoscere Lavarone e dintorni*. Comune di Lavarone: 201 pp.
- Knaap van der W.O., Leeuwen van J.F.N., Fankhauser A. & Ammann B., 2000 - Palynostratigraphy of the last centuries in Switzerland based on 23 lake and mire deposits: chronostratigraphic pollen markers, regional patterns and local histories. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 108, 85-142.
- Moore P.D., Webb J.A. & Collison M.E., 1991 - *Pollen analysis*. 2<sup>nd</sup> ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 216 pp.
- Morizzo M., 1889 - *Un cenno su Lavarone*. Marchetto (tip.), Borgo Valsugana (TN): 62 pp.
- Munsell, 1954 - *Soil Color Charts*. Machbeth, Kollmorgen Ins. Corp, Newburgh.
- Punt W., Clarke G.C.S. & Blackmore S. (eds), 1976-1996 - *The Northwest European Pollen Flora*. Voll. I-VII. Elsevier, Amsterdam.
- Reich D., 1974 - *Notizie e documenti su Lavarone e dintorni*. Trento: 264 pp.
- Reille M., 1992 - *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord*. Faculté S. Jerome, Université de Marseille, Marseille: 520 pp.
- Reille M., 1995 - *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord*. Faculté S. Jerome, Université de Marseille, Marseille. Suppl. I: 327 pp.
- Reille M., 1998 - *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord*. Faculté S. Jerome, Université de Marseille, Marseille, Suppl. II, 521 pp.
- Schnurrenberger D., Russell J. & Kelts K., 2003 - Classification of lacustrine sediments based on sedimentary components. *J. Paleolimnol.*, 29: 141-54.
- Stockmarr J., 1971 - Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen and spores*, 13, 615-621.