

IL TARDOGLACIALE NELLE ALPI ITALIANE E IN PIANURA PADANA. EVOLUZIONE STRATIGRAFICA, STORIA DELLA VEGETAZIONE E DEL POPOLAMENTO ANTROPICO

Cesare Ravazzi¹, Marco Peresani², Roberta Pini¹, Elisa Vescovi^{1,3}

¹Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali

- Laboratorio di Palinologia e Paleoecologia - cesare.ravazzi@idpa.cnr.it, roberta.pini@idpa.cnr.it

²Università di Ferrara - Dipartimento di Biologia ed Evoluzione - Sezione di Paleobiologia, Preistoria e Antropologia
marco.peresani@unife.it

³Institute of Plant Sciences, University of Bern - elisa.vescovi@ips.unibe.ch

RIASSUNTO: C. Ravazzi, M. Peresani, R. Pini, E. Vescovi, *Il Tardoglaciale nelle Alpi e in Pianura Padana. Evoluzione stratigrafica, storia della vegetazione e del popolamento antropico.* (IT ISSN 0394-3356, 2007).

Viene presentato un quadro di sintesi dell'evoluzione stratigrafica e paleoambientale nel Tardoglaciale (19 – 11,5 mila anni cal BP) e dei suoi rapporti con il popolamento antropico sul versante meridionale delle Alpi e in Pianura Padana, basato su successioni stratigrafiche ad alta risoluzione e dotate di datazioni radiometriche. Dopo il ritiro dei ghiacciai dagli anfiteatri pedemontani e dai grandi laghi prealpini, nella prima parte del Tardoglaciale si verifica il collasso dei ghiacciai entro le vallate alpine, accompagnate da una intensa evoluzione dei fondovalle e dei versanti in ambiente paraglaciale. In questo intervallo, che registra le prime installazioni antropiche al piede delle Prealpi, la vegetazione forestale era limitata alle aree stabili del settore pedemontano, agli anfiteatri deglaciatati in corso di colonizzazione e alle aree prossimali della pianura, mentre i settori distali dei megaconoidi erano in attiva aggradazione. Con l'inizio (14,5±0,2 mila anni cal BP) dell'interstadiale di Bölling –Allerød, le foreste avanzarono rapidamente fino a 1700-1800 metri. Gli effetti del riscaldamento sono rilevabili da un aumento di produttività dei sistemi lacustri e palustri nelle Alpi. Gli insediamenti epigravettiani si portano nella fascia montana delle Alpi orientali. In conseguenza dei mutamenti ecologici durante gli interstadiali, ha inizio la colonizzazione epigravettiana delle Prealpi e delle Dolomiti e si verifica la diffusione di insediamenti differenziati per posizione altimetrica e orientamento funzionale. Nella seconda parte dell'interstadiale si diffusero latifoglie termofile. La culminazione di quest'ultima fase coincide con la deposizione del Laacher See Tephra (13 – 12,9 mila anni cal BP) e precedette di due secoli l'inizio del Dryas recente, che pertanto appare sincrono con il centro-Europa. Gli effetti del Dryas Recente nel bacino padano sono riconducibili a condizioni climatiche continentali quasi semiaride, con stagioni molto contrastate. Nella seconda metà del Dryas Recente inizia una fase complessa di avanzata dei ghiacciai (stadi di Egesen, Kartell, Kromer), che interessa anche i primi due millenni dell'Olocene. Allo stato attuale, i dati archeologici non sono in grado di rilevare l'impatto del Dryas Recente sulle dinamiche insediative.

ABSTRACT: C. Ravazzi, M. Peresani, R. Pini, E. Vescovi, *The Late Glacial in the Italian Alps and in the Po Plain: stratigraphy, vegetation history and human peopling.* (IT ISSN 0394-3356, 2007).

The palaeoenvironmental evolution and its relationship with the human peopling of the southern side of the Alps, their foreland and the Po plain during the Lateglacial, i.e. the interval following the global Last Glacial Maximum between 19 and 11.5 ka cal BP, is reconstructed on the base of high-resolution stratigraphic successions. After the major glaciers retreat from the pedemontane amphitheatres and from the great pre-alpine lakes, a collapse of the dendritic valley glaciers occurred during the first part of the Lateglacial and well before the Bölling –Allerød interstadial. Forest vegetation was limited to the foreland and the external belt of Pre-Alps, and did not enter the inner valleys, still subjected to intense paraglacial evolution. This period records the first human occurrences at the Pre-Alpine foothills. The onset of the Bölling–Allerød interstadial, dated 14.7 – 14.3 ka cal BP, allowed the treeline to reach 1700-1800 m a.s.l., promoted productivity in the lacustrine and palustrine systems, and peat formation commenced up to an altitude of 1800 m a.s.l. Together with warming and reforestation, human settlements expanded in the Eastern Alps. As a consequence of the interstadial ecological modifications, the epigravettian colonization of the Pre-Alps and the Dolomites starts. Sites increase in number and differentiate in altitude and function. The second part of this interstadial is marked by the expansion of thermophilous broad-leaved trees, the peak of which coincided with the deposition of the Laacher See Tephra in Lago Piccolo di Avigliana, dated 13 or 12.9 ka cal BP, and anticipated the beginning of the Younger Dryas by about two centuries. The YD onset, therefore, appears to be synchronous in Northern Italy and Central Europe. The YD in the Po Plain was characterized by continental dry climate, close to the semiarid regime, with strong seasonal contrast. During the second half of YD, a renewed glacial activity (Egesen, Kartell, and Kromer stadials) is recorded in the high valleys. This glacial multiphase extends well into the early Holocene. At the present state, the archaeological data are still insufficient for revealing the possible impact of the YD on the settlement dynamics.

Parole chiave: stratigrafia, Tardoglaciale, storia della vegetazione, popolamento umano, Dryas Recente, Alpi, Pianura Padana.

Keywords: stratigraphy, Lateglacial, vegetation history, Alps, human peopling, Younger Dryas, Po Plain.

1. INTRODUZIONE

La parte finale dell'ultima glaciazione che segue l'Ultimo Massimo Glaciale (UMG) è uno dei momenti più salienti della storia del paleoambiente alpino e padano e del popolamento preistorico dei territori montani, durante il quale si configura l'assetto moderno delle vallate alpine e di parte della pianura, e si sviluppano i biomi forestali che hanno caratterizzato l'am-

biente naturale durante il presente interglaciale, prima delle modificazioni antropiche.

Durante questo intervallo, che si estende tra 19 e 11,5 mila anni cal BP e dura circa 8 millenni, si sono succeduti eventi brevi e bruschi e il paesaggio dell'Italia Settentrionale si è via via diversificato dando origine ad un complesso insieme di ambienti con il quale si sono relazionati i cacciatori-raccoglitori della fase recente del Paleolitico superiore. Per ottenere una scansione più

dettagliata possibile di questo complicato periodo è perciò importante disporre di una cronologia raffinata che consenta di svolgere correlazioni tra eventi climatici a scala regionale e di coglierne il rapporto con gli eventi bio-culturali.

Il presente contributo è inteso a presentare un quadro di sintesi aggiornato (lavori pubblicati fino all'anno 2007) dell'evoluzione stratigrafica, glaciale, vegetazionale delle Alpi Italiane e della Pianura Padana. La prima parte del lavoro prende in considerazione una serie di problemi di suddivisione e correlazione che si incontrano nelle indagini stratigrafiche sull'ultima transizione glaciale-interglaciale. La seconda parte esamina l'evoluzione del versante meridionale delle Alpi e della pianura antistante, ma contiene anche richiami e spunti di indagine derivanti dal versante settentrionale alpino. Sono di particolare utilità le conoscenze geocronologiche relative agli stadi glaciali tardoglaciali e alla struttura fine degli eventi climatici tardoglaciali della regione alpina, recentemente acquisite nelle Alpi Svizzere e Austriache.

Le informazioni paleoclimatiche e paleovegetazionali provengono, in gran parte, da successioni polliniche ad alta risoluzione (= distanza cronostatigrafica media tra i campioni inferiore a 150 anni), e dotate di più datazioni radiometriche nell'intervallo corrispondente al Tardoglaciale. Datazioni radiometriche e isotopiche sono anche disponibili per gli stadi che individuano la posizione dei ghiacciai durante la deglaciazione e per le fasi di aggradazione dei megafan della pianura. A fronte di questi sviluppi nelle conoscenze sull'evoluzione paleogeografica e paleobiologica, si è tentato di interfacciare il quadro climatostratigrafico ed ecologico con le dinamiche comportamentali proprie al popolamento umano della regione in esame avvenuto nel corso dell'Epigravettiano. I dati archeologici a riguardo di questo vasto fenomeno sono in continua acquisizione grazie a nuove scoperte e ad un rinnovamento concettuale e metodologico.

La localizzazione dei siti selezionati per la ricostruzione stratigrafica e del popolamento è indicata in Fig. 1. La Tab. 1 contiene indicazioni bibliografiche per la consultazione delle informazioni di dettaglio relative a ciascun sito. Le date sono sempre espresse in età calendario, calibrate secondo STUIVER & REIMER (1986-2005), e indicate come anni cal BP. In pochi casi vengono riportate anche età radiocarbonio (indicate come anni ^{14}C BP). La nomenclatura botanica fa riferimento a PIGNATTI (1982).

2. METODI E PROBLEMI NELLO STUDIO DELL'ULTIMA TRANSIZIONE GLACIALE-INTERGLACIALE

2.1. Gli archivi naturali utili per gli studi sul Tardoglaciale

Gli archivi naturali continentali utili per la registrazione di eventi di durata decennale, secolare o millenaria devono essere caratterizzati da continuità stratigrafica, assenza di modificazioni post-deposizionali, alta risoluzione nella registrazione paleoclimatica e sensibilità alla variabilità inter e intra-annuale. Questi archivi sono rappresentati da successioni lacustri (con i dati *proxy* costituiti da polline, isotopi stabili dell'ossigeno,

varve, cronologia radiometrica), da calotte di ghiaccio (con i seguenti *proxy*: isotopi stabili dell'ossigeno e dell'idrogeno sull'acqua e i gas imprigionati, polveri, strati annuali di ghiaccio), da serie dendrocronologiche (isotopi stabili dell'ossigeno e del carbonio, cronologia radiocarbonica, anelli annuali di legno) e da speleotemi (isotopi stabili dell'ossigeno e del carbonio, isotopi radiogenici, cronologia radiometrica, lamine di crescita annuale, elementi in traccia, luminescenza UV attivata da molecole organiche).

Nella regione alpina è ampiamente diffuso lo studio di successioni lacustri e palustri, che abbondano nelle regioni glacializzate a partire dall'ultima deglaciazione (Fig. 1). Anche gli archivi dendrocronologici tardoglaciali sono significativi sul versante meridionale delle Alpi (Fig. 1), poichè diverse conifere erano già presenti a partire dall'inizio della deglaciazione (RAVAZZI *et al.*, 2004). Lo studio degli speleotemi tardoglaciali delle Prealpi sud-orientali è stato avviato con successo nell'ultimo decennio (FRISIA *et al.*, 2005).

Depositi fluviali, fluvio-glaciali, alluvionali e di versante presentano tassi di accumulo molto variabili e scarsa continuità stratigrafica, ma, se accompagnati da accurate datazioni radiometriche, il loro studio consente di riconoscere gli effetti degli eventi climatici su svariati processi attivi durante la deglaciazione (FONTANA *et al.*, 2004).

Più difficile la datazione di depositi glaciali riferibili agli stadi tardoglaciali, per la scarsità di vegetazione nelle vallate al tempo della deglaciazione. Il quadro cronostatigrafico resta maldefinito, anche se da diversi anni si stanno affinando tecniche di datazione tramite isotopi cosmogenici (^{10}Be) che datano il tempo intercorso dalla stabilizzazione di erratici su morene (IVY-OCHS *et al.*, 2007) e luminescenza su depositi sabbiosi proglaciali (KLASEN *et al.*, 2007).

2.2. Il Tardoglaciale: definizione e limiti

Il termine Tardoglaciale – che è una traduzione dell'inglese *Lateglacial* – indica il complesso di eventi che hanno caratterizzato la transizione climatica tra l'ultima culminazione glaciale dell'ultima glaciazione e l'inizio dell'interglaciale attuale, cioè dell'Olocene.

Il limite cronostatigrafico superiore del Tardoglaciale è definito in maniera precisa e univoca da un brusco e vistoso evento di aumento della temperatura globale, ben riconoscibile in quasi tutti gli archivi naturali dell'Emisfero nord del pianeta, datato 11,57 mila anni cal BP nelle successioni di anelli degli alberi dell'Europa Centrale (FRIEDRICH *et al.*, 1999) e 11,6 \pm 0,24 mila anni cal BP (GISP2) ovvero 11,55 \pm 0,90 mila anni (GRIP) nelle successioni di ghiaccio (DANSGAARD *et al.*, 1989). L'età radiocarbonica corrispondente (10 mila anni ^{14}C BP) è stata assunta come limite cronostatigrafico Pleistocene / Olocene nella scala del tempo geologico internazionale (GRADSTEIN *et al.*, 2004).

Al contrario il limite inferiore del Tardoglaciale non è segnato da un episodio climatico altrettanto brusco ed evidente con cui far iniziare l'ultima deglaciazione del Pleistocene. Inoltre è ben noto che l'ultima deglaciazione non è avvenuta con modalità sincrone nelle diverse aree glacializzate del Pianeta. Attualmente sono in uso tre diverse definizioni per il limite inferiore del Tardoglaciale (Fig. 2):

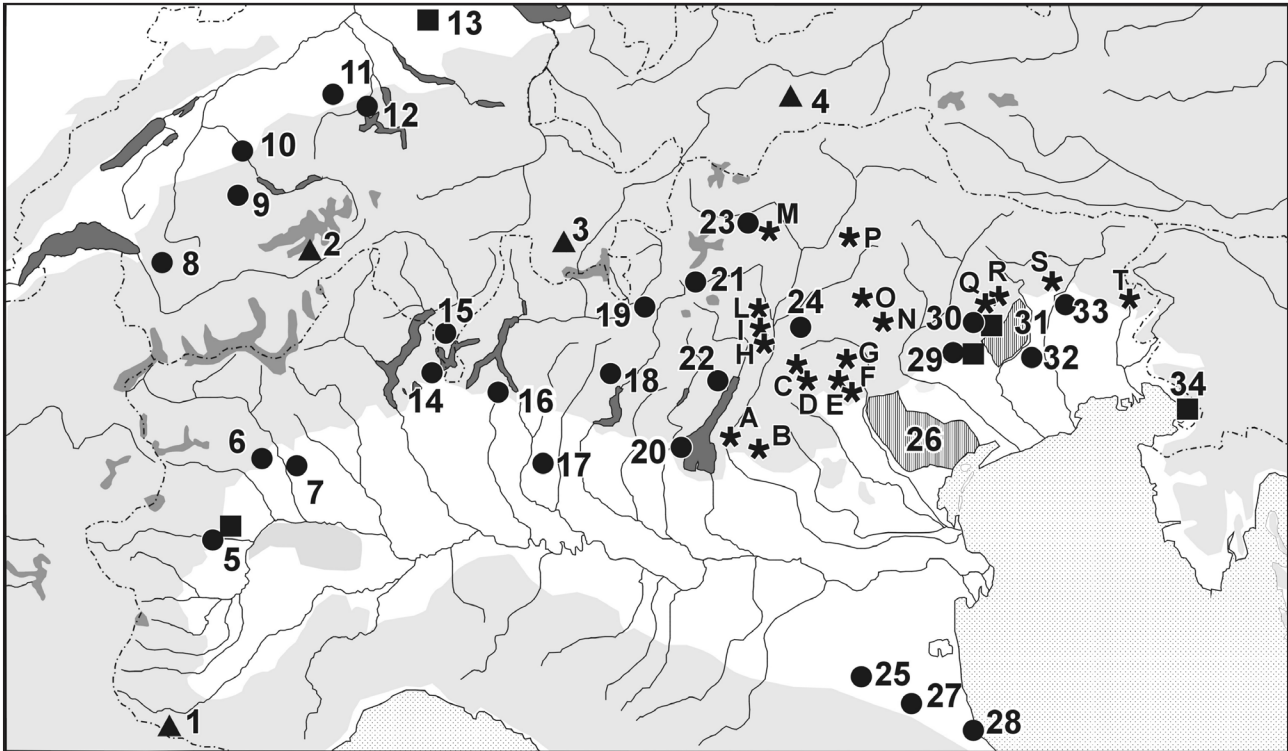


Fig. 1 - Ubicazione geografica delle località citate nel testo. Sono stati scelti i siti di maggiore rilevanza per la ricostruzione della storia del Tardoglaciale delle Alpi Italiane e della Pianura Padana, in quanto dotati di una cronologia radiometrica o cosmogenica affidabile. Area in grigio chiaro: rilievo oltre 200 m s.l.m.

Triangoli: siti di interesse paleoglaciale.

1 - Argentera; 2 - Aletschgletscher; 3 - Julier Pass; 4 - Gschnitz.

Cerchi pieni: successioni lacustri, fluviali e di torbiera. 5 - Lago Piccolo di Avigliana; 6 - Lago di Alice Superiore; 7 - Lago di Viverone; 8 - Leysin; 9 - Regenmoos; 10 - Gerzensee; 11 - Soppensee; 12 - Rotsee; 14 - Lago di Ganna; 15 - Lago di Origlio; 16 - Lago di Annone; 17 - Moso di Crema; 18 - Paleolago e torbiera di Cerete; 19 - Paleolago / torbiera del Pian di Gembro; 20 - Lago Lucone; 21 - Torbiera del Passo del Tonale; 22 - Lago di Ledro; 23 - Totenmoos; 24 - Lago di Lavarone; 25 - Depositi fluviali di Bubano; 27 - Depositi fluviali e palustri di Forlì; 28 - Depositi fluviali e palustri di Rimini; 29 - Laghi di Revine; 30 - Paleolago / torbiera di Palughetto di Cansiglio; 32 - Depositi fluviali e di torbiera di Bannia; 33 - Lago di Ragogna.

Quadrati: siti di interesse dendrocronologico e speleotemi.

5 - Avigliana; 13 - Dätt nau, Svizzera; 29 - Cava presso laghi di Revine; 30 - Palughetto di Cansiglio; 34 - Grotta Savi.

Aree barrate: alcuni dei grandi corpi sedimentari in formazione durante il Tardoglaciale in Pianura Padana.

26 - Megafan di Bassano; 31 - Megafan del Cellina.

Asterischi: distribuzione dei siti epigravettiani Tardoglaciali di maggiore importanza nel Trentino - Alto Adige, Veneto e Friuli. Le Alpi centro occidentali non dispongono di un insieme altrettanto rilevante e pertanto sono state omesse dalla figura. A - Riparo Soman; B - Riparo Tagliente; C - Riparo la Cogola; D - Altopiano dei Fiorentini e Malga Campoluzzo di Mezzo; E - Val Lastari; F - Riparo Battaglia; G - Riparo Dalmeri; H - Le Viotte del Monte Bondone; I - Terlaggio; L - Andalo; M - Le Regole; N - Ripari Villabruna; O - Pian dei laghetti; P - Riparo Tschonstoan; Q - Bus de La Lum e Palughetto; R - Busa di Villotta e Pian delle More; S - Grotte Verdi di Pradis e Grotta del Clusantin; T - Riparo di Biarno.

Location of sites mentioned in the text. Only successions relevant for the reconstruction of the Late Glacial history in the Italian Alps and in the Po Plain were chosen, as they provide a reliable radiometric or cosmogenic chronology. Light grey area: reliefs above 200 m

Triangles: sites of palaeoglaciological interest.

1 - Argentera; 2 - Aletschgletscher; 3 - Julier Pass; 4 - Gschnitz

Solid circles: lacustrine, fluvial and peat-bog successions. 5 - Lago Piccolo di Avigliana; 6 - Lago di Alice Superiore; 7 - Lago di Viverone; 8 - Leysin; 9 - Regenmoos; 10 - Gerzensee; 11 - Soppensee; 12 - Rotsee; 14 - Lago di Ganna; 15 - Lago di Origlio; 16 - Lago di Annone; 17 - Moso di Crema; 18 - Palaeolake and peat-bog of Cerete; 19 - Palaeolake / peat-bog of Pian di Gembro; 20 - Lago Lucone; 21 - Peat-bog of Passo del Tonale; 22 - Lago di Ledro; 23 - Totenmoos; 24 - Lago di Lavarone; 25 - Fluvial deposits of Bubano; 27 - Fluvial and palustrine deposits of Forlì; 28 - Fluvial and palustrine deposits of Rimini; 29 - Quarry near Laghi di Revine; 30 - Palaeolake / peat-bog of Palughetto di Cansiglio; 32 - Fluvial and peat-bog deposits of Bannia; 33 - Lago di Ragogna.

Squares: sites of dendrochronological interest and speleothems.

5 - Avigliana; 13 - Dätt nau, Switzerland; 29 - quarry near Laghi di Revine; 30 - Palughetto di Cansiglio; 34 - Grotta Savi.

Dashed areas: some large sedimentary bodies formed during the Late Glacial in the Po Plain.

26 - Megafan of Bassano; 31 - Megafan of the Cellina River.

Asterisks: distribution of Late Glacial Epigravettian sites of interest in Trentino - Alto Adige, Veneto and Friuli. Sites in the central-western Alps are not shown in this figure, because they do not yield comparable evidences. A - Riparo Soman; B - Riparo Tagliente; C - Riparo la Cogola; D - Altopiano dei Fiorentini and Malga Campoluzzo di Mezzo; E - Val Lastari; F - Riparo Battaglia; G - Riparo Dalmeri; H - Le Viotte del Monte Bondone; I - Terlaggio; L - Andalo; M - Le Regole; N - Ripari Villabruna; O - Pian dei laghetti; P - Riparo Tschonstoan; Q - Bus de La Lum and Palughetto; R - Busa di Villotta and Pian delle More; S - Grotte Verdi di Pradis and Grotta del Clusantin; T - Riparo di Biarno.

Tab. 1 - I siti impiegati per il presente studio (la numerazione fa riferimento alla Fig. 1).

Sites selected for this study. Numbering refers to figure 1.

Siti di interesse paleoglacologico (depressione della linea di equilibrio dal AD 1850)		
1	Argentera	- FEDERICI <i>et al.</i> , 2006
2	Aletschgletscher	170-240 m KELLY <i>et al.</i> , 2004
3	Julier Pass	- IVY-OCHS <i>et al.</i> , 1999
4	Gschnitz	700 m IVY-OCHS <i>et al.</i> , 2006
Successioni lacustri, fluviali e di torbiera		
5	Lago Piccolo di Avigliana	353 m SCHNEIDER, 1978; FINSINGER <i>et al.</i> , 2006
6	Lago di Alice Superiore	570 m SCHNEIDER, 1978
7	Lago di Viverone	220 m SCHNEIDER, 1978
8	Leysin	1230 m WICK, 2000
9	Regenmoos	1260 m WICK, 2000
10	Gerzensee	603 m WICK, 2000
11	Soppensee	596 m LOTTER, 2001
12	Rotsee	419 m LOTTER, 1990
14	Lago di Ganna	452 m SCHNEIDER & TOBOLSKI, 1985
15	Lago di Origlio	416 m TINNER <i>et al.</i> , 1999
16	Lago di Annone	226 m WICK, 1996
17	Moso di Crema	75 m DEADDIS <i>et al.</i> , 2007;
18	Cerete	458 m OROMBELLI & RAVAZZI, 1995
19	Paleolago/torbiera di Pian di Gembro	1350 m PINI, 2002
20	Lago Lucone	249 m VALSECCHI <i>et al.</i> , 2006
21	Torbiera del Passo del Tonale	1883 m GEHRIG, 1997
22	Lago di Ledro	652 m BEUG, 1964
23	Totenmoos	1718 m HEISS <i>et al.</i> , 2005
24	Lago di Lavarone	1100 m ARPENTI, inedito
25	Depositi fluviali di Bubano	12,5 m RAVAZZI <i>et al.</i> , 2006
27	Depositi fluviali e palustri di Forlì	- AA.VV., 2005
28	Depositi fluviali e palustri di Rimini	- AA.VV., 2005
29	Laghi di Revine	224 m CASADORO <i>et al.</i> , 1976;
30	Paleolago / torbiera di Palughetto di Cansiglio	1040 m AVIGLIANO <i>et al.</i> , 2000; VESCOVI, 2007
32	Depositi fluviali e di torbiera di Bannia	20 m DONEGANA <i>et al.</i> , 2005
33	Lago di Ragogna	188 m WICK, 2006b
Siti di interesse dendrocronologico e speleotemi		
5	Avigliana	353 m FRIEDRICH <i>et al.</i> , 1999
13	Dättnau, Svizzera	ca. 400 m FRIEDRICH <i>et al.</i> , 2001
29	Cava presso i laghi di Revine	ca. 220 m FRIEDRICH <i>et al.</i> , 1999; KROMER <i>et al.</i> , 1998
30	Palughetto di Cansiglio	1040 m FRIEDRICH, KROMER, TALAMO, in corso
34	Grotta Savi	300-350 m FRISIA <i>et al.</i> , 2005
Alcuni grandi corpi sedimentari in formazione durante il Tardoglaciale in Pianura Padana		
26	Megafan di Bassano	- FONTANA <i>et al.</i> , 2004
31	Megafan del Cellina	- FONTANA <i>et al.</i> , 2004
Siti epigravettiani Tardoglaciali di maggiore importanza nel Trentino-Alto Adige, Veneto e Friuli		
A	Riparo Soman	110 m BATTAGLIA <i>et al.</i> , 2002
B	Riparo Tagliente	226 m FONTANA <i>et al.</i> , 2002
C	Riparo La Cogola	1070 m DALMERI, 2004
D	Fiorentini	1482 m BARTOLOMEI & BROGLIO, 1967
D	Malga Campoluzzo di Mezzo	1400 m ANGELUCCI, 1995
E	Val Lastari	1060 m BROGLIO <i>et al.</i> , 1992; PERESANI <i>et al.</i> , in stampa
F	Riparo Battaglia	1050 m BROGLIO, 1964
G	Riparo Dalmeri	1240 m BROGLIO & DALMERI, 2005; DALMERI & CUSINATO, 2005
H	Le Viotte del Monte Bondone	1600 m BAGOLINI & GUERRESCHI, 1978
I	Terlago	414 m BAGOLINI & DALMERI, 1983
L	Andalo	1039 m GUERRESCHI, 1984
M	Le Regole	1240m DALMERI <i>et al.</i> , 2004
N	Ripari Villabruna	500 m AIMAR <i>et al.</i> , 1992
O	Pian dei Laghetti	1488 m BAGOLINI <i>et al.</i> , 1984
P	Riparo Tschonstoan	1870 m AVANZINI <i>et al.</i> , 2002
Q	Bus de La Lum	995 m PERESANI <i>et al.</i> , 1999-2000
Q	Palughetto	1040 m DI ANASTASIO <i>et al.</i> , 1995
R	Busa di Villotta	1200-1300 m GUERRESCHI, 1975
R	Pian delle More	1193 m DUCHES <i>et al.</i> , in stampa
S	Grotte Verdi e	515 m BARTOLOMEI <i>et al.</i> , 1977
S	Grotta del Clusantini	520 m PERESANI <i>et al.</i> , in stampa
T	Riparo di Biarzo	165 m GUERRESCHI, 1996

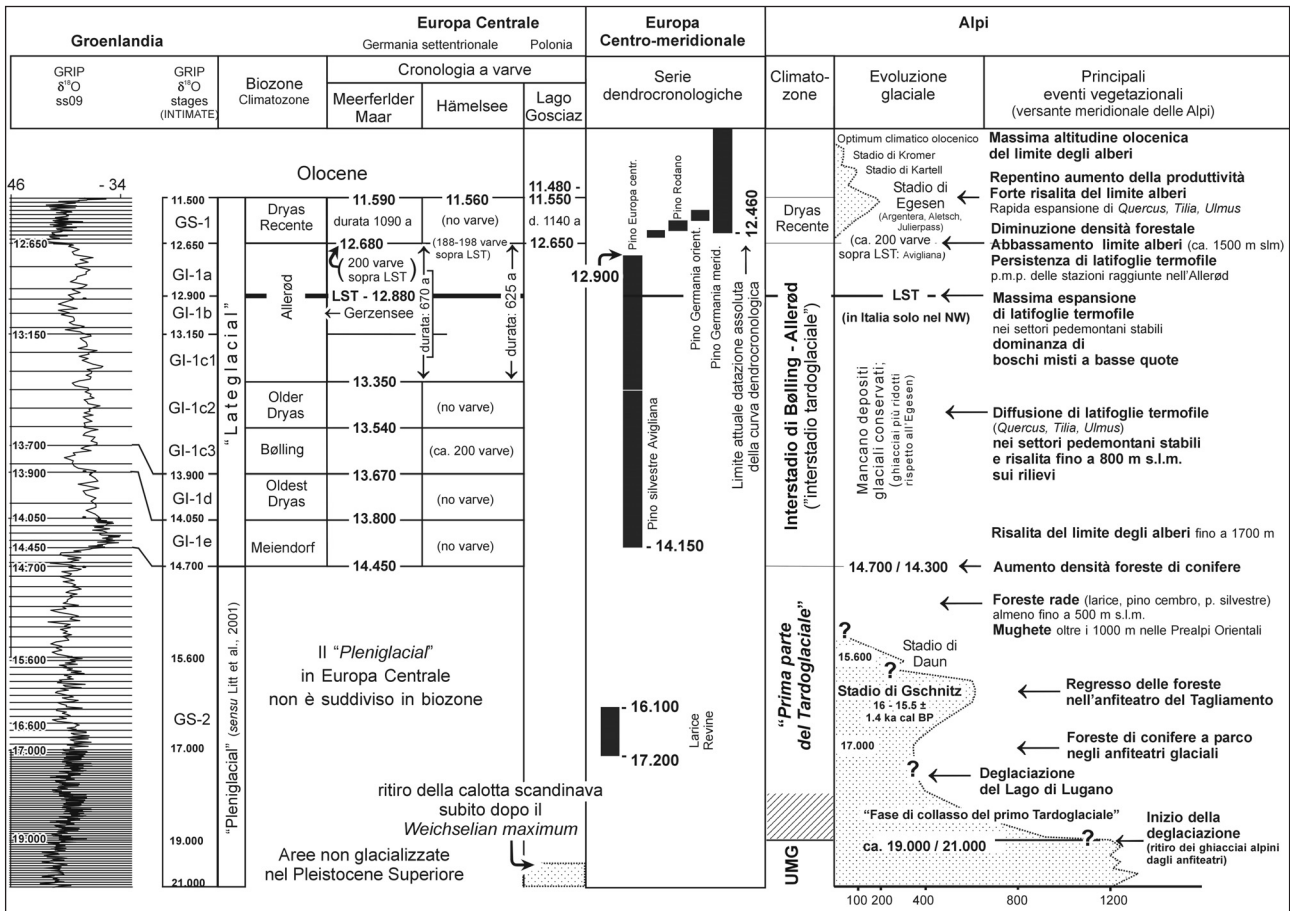


Fig. 2 - Schema della stratigrafia climatica del Tardoglaciale in Groenlandia e in Europa Centrale, dei principali vincoli cronologici disponibili e degli eventi vegetazionali documentati sul versante sud delle Alpi. Sono illustrate: Fig. 2a - La stratigrafia isotopica GRIP (cronologia ss09, JOHNSEN *et al.*, 1997; le barre orizzontali indicano intervalli di 100 anni); la cronologia e la suddivisione stratigrafica proposta da INTIMATE (cronologia di BJÖRCK *et al.*, 1998); la cronologia e la stratigrafia delle successioni varvate dell'Europa Centrale (cronologia di LITT *et al.*, 2001); le serie dendrocronologiche (cronologia di FRIEDRICH *et al.*, 2001; 2004). Tra le due cronologie ss09 e INTIMATE relative alla carota GRIP esistono discrepanze (evidenziate da tre livelli di correlazione). Fig 2b (Alpi) - Le climatozone proposte nel presente lavoro; la successione di stadi glaciali definiti negli Alpi su base paleoglacologica (MAISCH, 1982; IVY-OCHS *et al.*, 2006); i principali eventi vegetazionali documentati sul versante meridionale delle Alpi. Sono stati abbandonati i termini Bühl e Steinach, in base alle considerazioni di REITNER (2007). Il termine Pleniglacial viene impiegato tuttora nella stratigrafia del Pleistocene Superiore dell'Europa Centrale (Fig. 2a) per indicare l'intervallo (circa 60 mila anni) a dominanza di steppa e tundra artica che si sviluppa tra l'inizio dello Stadio Isotopico Marino 4 e la riforestazione all'inizio dell'interstadio di Bölling -Allerød. *Pleniglacial* ha un significato ambiguo nelle regioni centro-meridionali dell'Europa. Il suo impiego va perciò evitato. Si sottolinea che le climatozone sono definite sulla base di biozone polliniche, la cui definizione non corrisponde ai criteri tempo-tra-sgressivi comunemente impiegati per la definizione di "zone polliniche di associazione". Si tratta invece di zone polliniche di abbondanza, i cui limiti fanno riferimento alle variazioni nelle proporzioni tra i tipi dominanti, causate da variazioni della paleoproduttività (vedi discussione nel cap. 2.7). Si noti inoltre che l'Oldest Dries (Dries più antico) in Europa centrale è inteso come un episodio di breve durata all'interno dell'interstadio di Bölling-Allerød. La sua posizione cronostatigrafica non è univoca (vedi discussione nel testo). L'individuazione di stadi glaciali è basata sul calcolo dell'abbassamento della ELA, cioè della linea di equilibrio dei ghiacciai, proprio di ciascuno stadio, e dei rapporti stratigrafici tra i depositi riferibili a ciascuno di essi.

*Climatostratigraphic scheme for the Late Glacial, showing the main chronological constraints available and the vegetational events documented on the southern side of the Alps. Fig. 2a - Isotopic stratigraphy from GRIP (ss09 chronology, JOHNSEN *et al.*, 1997; horizontal bars indicate intervals of 100 years); chronology and stratigraphic subdivision proposed by INTIMATE (chronology after BJÖRCK *et al.*, 1998); chronology and stratigraphy of central European varved successions (chronology after LITT *et al.*, 2001); dendrochronological series (chronology after FRIEDRICH *et al.*, 2001; 2004). Between the two available GRIP chronologies (ss09 and INTIMATE) there are discrepancies, evidenced by shifts in three selected correlation lines. Fig. 2b (Alps) - Climatozones proposed in the present paper; the succession of glacial stages defined in the Alps on a paleoglaciological base (MAISCH, 1982; IVY-OCHS *et al.*, 2006); the main vegetation events documented on the southern side of the Alps. The terms Bühl and Steinach were abandoned based on considerations by REITNER (2007). The term Pleniglacial is still used in the central European Late Pleistocene stratigraphy (Fig. 2a) for the interval of about 60 thousand years dominated by steppes and arctic tundra constrained between MIS 4 and the reforestation at the beginning of the Bölling - Allerød interstadial. In the central and southern regions of Europe the term Pleniglacial has an ambiguous meaning and its use has to be avoided. Please note that the definition of climatozones is based on pollen biozones, the definition of which does not correspond to time-transgressive criteria used for pollen assemblage zones. They are indeed pollen abundance zones, the boundaries of which refer to changes in the ratio between dominant types, caused by paleoproduttivity changes (see discussion in chapter 2.7). Please note that in Central Europe the Oldest Dries is intended as a short-lived event inside the Bölling-Allerød interstadial. Its chronostratigraphic position is not univocal (see discussion in the text). The recognition of glacial stages is based on calculation of ELA (Equilibrium Line Altitude of glaciers) lowering during each stage and of stratigraphic relationships between their deposits.*

- (i) Il brusco evento di miglioramento climatico posto a 14,7 mila anni cal BP nel record isotopico della carota GRIP, che segna l'inizio del GI-1 (Greenland interstadial 1) e a circa 12,4 mila anni ^{14}C nelle successioni lacustri dell'Europa centro-occidentale, che segna l'inizio dell'interstadio Bølling- Allerød. Con questa accezione è stato usato ad esempio da JOHNSEN *et al.* (1997), LOWE & WALKER (1997), LITT *et al.* (2003).
- (ii) Il primo gradino di risalita della curva glacioeustatica del livello del mare, cioè l'inizio della deglaciazione a scala globale, ovvero il termine dell'Ultimo Massimo Glaciale globale (UMG, Last Glacial Maximum), posto a 18-19 mila anni cal BP (LAMBECK *et al.*, 2002).
- (iii) L'inizio della deglaciazione in una specifica area glacializzata.

Adottando il criterio (iii), basato sull'età della deglaciazione locale, si hanno diverse età per l'inizio del Tardoglaciale. Ad esempio: 15,8 -14,4 mila anni cal BP in Scozia (BIRNIE *et al.*, 1993), e 17,5 mila anni cal BP in Svizzera (PREUSSER *et al.*, 2003; PREUSSER, 2004). D'altra parte il miglioramento climatico che segna l'inizio del GI-1 (14,7 mila anni cal BP) posticipa di quasi 4 millenni il termine dell'UMG globale (18-19 mila anni cal BP). Nel presente lavoro si impiegherà il criterio (ii), che fa iniziare il Tardoglaciale al termine dell'UMG globale, come indicato in OROMBELLI *et al.* (2005).

2.3. Criteri bio- e climatostratigrafici per la suddivisione del Tardoglaciale

La suddivisione impiegata in Europa centro-settentrionale fin dal 1930 era basata su criteri biostratigrafici, soprattutto l'identificazione di zone polliniche distinte sulla base delle trasformazioni subite dalla vegetazione sotto la pressione dei cambiamenti climatici e dei fattori ecologici (JESSEN, 1935). Poiché i limiti delle zone polliniche sono spesso tempo-trasgressivi, MANGERUD *et al.* (1974, 1982) proposero una suddivisione in cronozone, che impiegava limiti arbitrariamente basati su età ^{14}C multiple di 1000 o 500, ma che utilizzava gli stessi nomi assegnati a suo tempo alle zone polliniche. Negli ultimi vent'anni, il confronto tra gli eventi bruschi individuati su base isotopica, pollinica e tefrostratigrafica nelle carote di ghiaccio in Groenlandia, nell'Oceano Atlantico settentrionale e nelle successioni lacustri ad alta risoluzione in Europa Centrale ha portato all'abbandono di questa cronozonazione in favore di una divisione climatostratigrafica (BJÖRCK *et al.*, 1998, LOWE, 2001; LOWE *et al.*, 2001; LITT *et al.*, 2003). Il confronto tra gli archivi dell'Europa centro-occidentale e settentrionale ha infatti evidenziato una successione di eventi climatici sostanzialmente sincroni nelle regioni artica e centro-europea (LITT *et al.*, 2003, Fig. 2), anche se le stime di temperatura media e precipitazioni per ciascuna climatozona forniscono differenze regionali connesse con la circolazione atmosferica e forti gradienti causati dall'influenza della calotta glaciale della Fennoscandia di spessore chilometrico (LOWE *et al.*, 1994).

2.4. Tempo-trasgressività delle biozone

E' noto che la dinamica della vegetazione dipende solo in parte da fattori climatici: processi come la migrazione e l'espansione delle popolazioni forestali possono richiedere millenni, anche in assenza di perturbazioni climatiche.

Si veda l'esempio della storia dell'abete rosso nelle Alpi, che è stato oggetto di vari studi recenti (RAVAZZI, 2002; RAVAZZI & PINI, 2002; VAN DER KNAAP *et al.*, 2005; LATALOVA & VAN DER KNAAP, 2006). In breve, la migrazione dell'abete rosso inizia circa 14 mila anni fa nelle Prealpi sud-orientali e, avanzando verso ovest, invade progressivamente l'intero arco alpino. In una parte delle Alpi Marittime l'abete rosso è arrivato dopo l'età romana, e, in alcuni territori, non è ancora giunto oggi. Per queste ragioni la maggior parte delle zone polliniche di associazione, basate sull'espressione di processi ecologici, è tempo-trasgressiva e insoddisfacente per le finalità di correlazione cronostatigrafica (MANGERUD *et al.*, 1974).

Un diverso approccio palinologico consiste nell'individuazione di zone polliniche di abbondanza, basata sulla valutazione della paleoproduttività. Questa procedura ha altresì consentito di riconoscere gli effetti di eventi climatici anche brevi e rapidi e di dimostrarne il sincronismo in successioni a risoluzione annuale (LITT *et al.*, 2001, 2003). Il presupposto è il seguente: poiché la produzione pollinica dipende dalle condizioni climatiche stagionali e dal numero di individui (cioè dalla loro biomassa), livelli stratigrafici caratterizzati da una brusca espansione di una popolazione di una specie, già precedentemente presente in una data località, ma limitata nella sua capacità di espansione da fattori climatici, possono segnalare un evento di natura climatica. La risposta della produttività di polline di una popolazione di angiosperme ad una variazione del clima è immediata, tanto che il tasso annuale di deposizione di polline (*pollen accumulation rate* o *pollen influx*) viene impiegato per valutare comportamenti meteorologici di carattere stagionale (HICKS, 2001). Inoltre, l'incremento di una popolazione forestale indotta da una trasformazione climatica permanente può tradursi in un processo esponenziale che può essere modellato (MAGRI, 1994). Questi criteri consentono di impiegare le curve polliniche come *proxy* per l'individuazione di variazioni climatiche. I risultati di questa analisi possono essere testati mediante indagini multistratigrafiche, ad esempio correlando serie polliniche con serie di isotopi stabili dell'ossigeno e serie di chironomidi dallo stesso sito (MAGNY *et al.*, 2006). Infine, il confronto tra diversi parametri paleoclimatici fornisce la base per la delimitazione di unità climatostratigrafiche (WALKER *et al.*, 1999; RAVAZZI, 2003; WALKER, 2005), che saranno impiegate nel presente lavoro. Si noti che il segnale pollinico delle popolazioni forestali, con le precisazioni sopra discusse, fornisce un criterio importante per la suddivisione climatostratigrafica.

In base a queste considerazioni appare chiaro che, nei territori privi di alberi e/o di arbusti, l'individuazione di eventi climatici su base palinologica è più difficile. Durante l'Ultimo Massimo Glaciale e la prima metà del Tardoglaciale, il versante nord-alpino rimase privo di vegetazione forestale (AMMANN *et al.*, 1989), mentre numerose conifere e betulle sopravvissero al margine meridionale delle Alpi (RAVAZZI *et al.*, 2004). Non sorprende quindi che le vicende biostratigrafiche relative a questo intervallo di tempo sono più articolate a sud delle Alpi.

2.5. La suddivisione classica del Tardoglaciale nei sistemi biostratigrafici centro-europei

La storia oramai secolare della ricerca paleoeco-

logica sul Tardoglaciale è stata condizionata da una visione nordica, dovuta prima alla formulazione e alla reiterazione della classica zonazione pollinica tardoglaciale tra la Danimarca, la Germania settentrionale e la Svezia, tra 14,5 e 11,5 mila anni cal BP (JESSEN, 1935; IVERSEN, 1954; MENKE, 1968; VAN GEEL *et al.*, 1989), alla sua ridefinizione in cronozona (MANGERUD *et al.*, 1974) e, di recente, alla sua reinterpretazione climatostratigrafica nelle carote di ghiaccio in Groenlandia (WALKER, 1999; WALKER *et al.*, 1999; Fig. 2a).

In questi schemi, il *Lateglacial* inizia al termine del "*Pleniglacial*", circa 14,45 / 14,7 mila anni cal BP ed è suddiviso nella seguente successione di zone polliniche: (Meiendorf), Oldest Dryas, Bølling, Older Dryas, Allerød, Younger Dryas. La validità della zona Meiendorf (MENKE, 1968), accettata da LITT *et al.* (2003) e nel presente lavoro (Fig. 2a), non è accolta da altri, che la comprendono nel Bølling (si veda DE KLERK, 2004). Conseguentemente, la posizione cronostatigrafica dell'Oldest Dryas e dell'Older Dryas non è univoca: con lo stesso nome diversi autori hanno indicato eventi climatici diversi. Tuttavia, in tutti i sistemi, *Oldest Dryas* e *Older Dryas* indicano eventi di breve durata che si verificano nella prima parte dell'interstadio con cui si conclude il "*Pleniglacial*".

Nel presente lavoro si impiegherà la seguente definizione climatostratigrafica: l'interstadio compreso tra il brusco miglioramento climatico evidenziato a 14,45 – 14,7 mila anni cal BP e il deterioramento climatico a 12,7 mila anni cal BP è complessivamente indicato come "Interstadio di Bølling –Allerød" (Fig. 2b).

2.6. L'età della deglaciazione nelle Alpi e il problema dell'Oldest Dryas

La correlazione tra la stratigrafia centro-europea e circumalpina ha evidenziato diverse difficoltà nomenclaturali e sostanziali, solo in parte oggi risolte. Innanzitutto va sottolineato il forte anticipo della deglaciazione alpina rispetto alla fine del "*Pleniglacial*" nell'Europa Centrale (sull'impiego di questo termine si veda la Fig. 2). Il ritiro dei ghiacciai alpini dagli anfiteatri pedemontani è datato tra 21 e 18 mila anni cal BP, sia in Svizzera che in Italia (IVY-OCHS *et al.*, 2004; VAN HUSEN, 2004; MONEGATO *et al.*, 2007) e si sa che i principali laghi prealpini, situati all'interno degli anfiteatri, erano già sgombri dai ghiacciai circa 14,6 mila anni ¹⁴C BP, cioè circa 17,5 mila anni cal BP (LISTER, 1988; NIESSEN & KELTS, 1989). Circa 19,5 – 19,3 mila anni cal BP il settore inferiore del ghiacciaio del Piave, chiuso nella conca del Vallone Bellunese, stazionava ad una quota circa 100 m inferiore al massimo invaso raggiunto durante l'UMG (PELLEGRINI *et al.* 2005). Datazioni sensibilmente più recenti per la deglaciazione degli anfiteatri e dei laghi pedemontani, spesso riportate anche nella letteratura più recente (BINI *et al.*, 2007), devono essere intese come età minime.

Tra l'inizio della deglaciazione delle valli alpine e l'interstadio di Bølling –Allerød corrono dunque circa 3500 anni che sono tuttora privi di una qualsiasi sistemazione cronostatigrafica. Il problema è evidente nei bacini situati nelle aree pedemontane alpine e nella Pianura Padana, ove la sedimentazione non si è mai interrotta dopo il termine dell'UMG (KALTENRIEDER *et al.*, 2004; WICK, 2006a; PINI, ined.). Nel presente lavoro questo intervallo è indicato come "prima parte del Tardoglaciale". Durante questa fase il versante alpino

settentrionale rimase totalmente privo di vegetazione forestale (LANG, 1994), e sinora è stato possibile distinguere solo sottozone polliniche basate sulla vegetazione erbacea pioniera, steppica e camefitica (legnosa nana) che vi allignava (GAILLARD, 1984; AMMANN *et al.*, 1989). In assenza di criteri biostratigrafici, l'Oldest Dryas è stato esteso indietro nel tempo fino alla base delle successioni lacustri nei bacini originati a seguito della deglaciazione alpina (ad es. ZOLLER, 1960; WELTEN, 1982). Questa palese difformità rispetto al significato originario della biozona non è ancora stata corretta dagli autori che lavorano sul versante francese delle Alpi e nel Giura, dove si continuano a riproporre schemi privi di valore stratigrafico (ad es. MAGNY *et al.*, 2006). Infatti, una biozona delimitata inferiormente su base litostratigrafica non è accettabile in base al Codice Internazionale di Stratigrafia (SALVADOR, 1994). L'impiego della biozona / climatozona Oldest Dryas va quindi evitato, almeno fintanto che non se ne dimostrerà l'effettiva correlabilità con le sezioni ad alta risoluzione del centro-Europa. Inoltre deve essere fatto uno sforzo per giungere ad una nuova biozonazione della prima metà del Tardoglaciale nelle Alpi.

2.7. Problemi di visibilità e di variabilità del record archeologico

Nelle Alpi, il grado di preservazione degli insediamenti paleolitici dipende dalle dinamiche dei fattori post-deposizionali, spesso responsabili di profonde riduzioni nelle categorie di reperti, limitate nella maggior parte dei casi alle sole industrie litiche (ANGELUCCI *et al.*, 1995; ANGELUCCI & PERESANI, 2000). Vi sono palesi difficoltà nella distinzione delle singole occupazioni antropiche soprattutto nei siti all'aperto, anche se resti di strutture abitative associate a testimonianze di attività economiche complesse possono essere rinvenuti nei suoli d'abitato dei ripari sottoroccia e delle cavità atriali.

La possibilità di attribuire delle evidenze culturali ad una delle fasi dell'Epigravettiano recente dipende anche dalla diversità nell'orientamento funzionale degli insediamenti. Numerosi siti a predominante attività produttiva sono correlati alla vicinanza con giacimenti di selci, di campi temporanei di caccia con trattamento delle prede o vocati al trattamento di una più ampia gamma di materie prime animali e vegetali, di luoghi deputati a cerimonie. Attività diverse producono insiemi litici diversi che alterano i rapporti strutturali tra le categorie principali di manufatti, fornendo da un lato indicazioni relative alla funzione (BROGLIO, 1988-89; ZIGGIOTTI, 2005), ma vanificando la possibilità di formulare un'attribuzione crono-culturale del sito in assenza di elementi o di associazioni culturali diagnostiche. A questi problemi si aggiunge il fatto che, a fronte dell'elevato dettaglio di risoluzione raggiunto nella cronologia e nella paleoclimatologia del Tardoglaciale e della variabilità del record archeologico, la periodizzazione dell'Epigravettiano recente appare sempre più come uno strumento insufficiente nel supportare la ricostruzione delle dinamiche insediative e della loro evoluzione.

Nell'ultima quindicina di anni l'approccio allo studio del popolamento antropico è stato allargato prendendo in considerazione un'insieme di indicatori archeologici, peraltro ancora disomogeneo, tra i quali si è recentemente inserita con efficacia la tecnologia litica. Nello studio rivolto a riconoscere i diversi sistemi della produzione litica e ad individuarne gli obiettivi

specifici, sia dal punto di vista delle tecniche e dei metodi applicati, sia in relazione alle scelte operate dagli epigravettiani, MONTROYA (2004) e MONTROYA & PERESANI (2005) ne hanno tracciato l'evoluzione nel corso del Tardoglaciale correlandola ad importanti modificazioni nel modo di espressione dell'arte mobiliare. A questo contributo si sono aggiunte le scoperte di nuovi insediamenti e l'incremento nel numero di date radiocarbonio, venute a comporre nelle Alpi orientali italiane un quadro di riferimento ricco di elementi che, per contro, si presenta decisamente più frammentario negli altri settori della catena.

2.8. L'Epigravettiano Tardoglaciale: criteri per la suddivisione

Il sistema di riferimento per l'attribuzione di fatti e di eventi culturali ed economici propri del periodo in esame porta a prendere in considerazione l'Epigravettiano italico (LAPLACE, 1966), un'entità culturale autonoma originatasi nel corso dell'ultimo glaciale dallo sviluppo del Gravettiano e caratterizzata dalla persistenza di determinate tradizioni riconosciute nella tecnologia e, principalmente, nella tipologia delle industrie litiche. Seppure si sia prestata anche una certa attenzione ad altri aspetti come l'evoluzione dell'arte e, recentemente, dei sistemi tecnici della produzione litica, attraverso il medesimo criterio è stata costruita la suddivisione di tale periodo, distinguendo un Epigravettiano antico (tradizionalmente da 20 a 15 mila anni ¹⁴C BP) da un Epigravettiano recente interamente compreso nel Tardoglaciale (tradizionalmente da 15 a 10 mila anni ¹⁴C BP) caratterizzato quest'ultimo dalla differenziazione in facies regionali (PALMA DI GESNOLA, 1993). Nell'Italia nord-orientale, dove il numero di insediamenti consente di costruire una sequenza di evoluzione culturale, la periodizzazione dell'Epigravettiano recente si basa sulle variazioni delle caratteristiche tecnologiche delle industrie e tipologiche degli strumenti e delle armature litiche. La fase più antica viene riferita alla prima parte del Tardoglaciale e rappresenta uno sviluppo dell'Epigravettiano antico; la seconda fase riguarda l'interstadio Bølling/Allerød e il Dryas Recente; la terza fase cade sul limite Tardoglaciale - Olocene, comprendendo forse anche una parte del Preboreale. Le ultime due fasi sono interessate da innovazioni che incidono sempre maggiormente sull'aspetto degli insiemi litici (BROGLIO & IMPROTA, 1994-95). La diffusione di determinati strumenti come i grattatoi frontali corti, i coltelli a dorso curvo e diversi tipi di punte a dorso, trapezi, segmenti e triangoli tra le armature, l'affermazione stessa della tecnica del microbulino (PERESANI, 2006), modificano in maniera assai profonda lo strumentario epigravettiano condividendo questa evoluzione con altri complessi, sia epigravettiani dell'Europa orientale e mediterranea, sia dell'Europa occidentale atlantica e della Grande Pianura europea (DJINDJIAN et al., 1999).

3. IL TARDOGLACIALE: LA STORIA NELLE ALPI E NELLA PIANURA PADANA

3.1. La prima parte del Tardoglaciale (19/18 - ca. 14,5 mila anni cal BP)

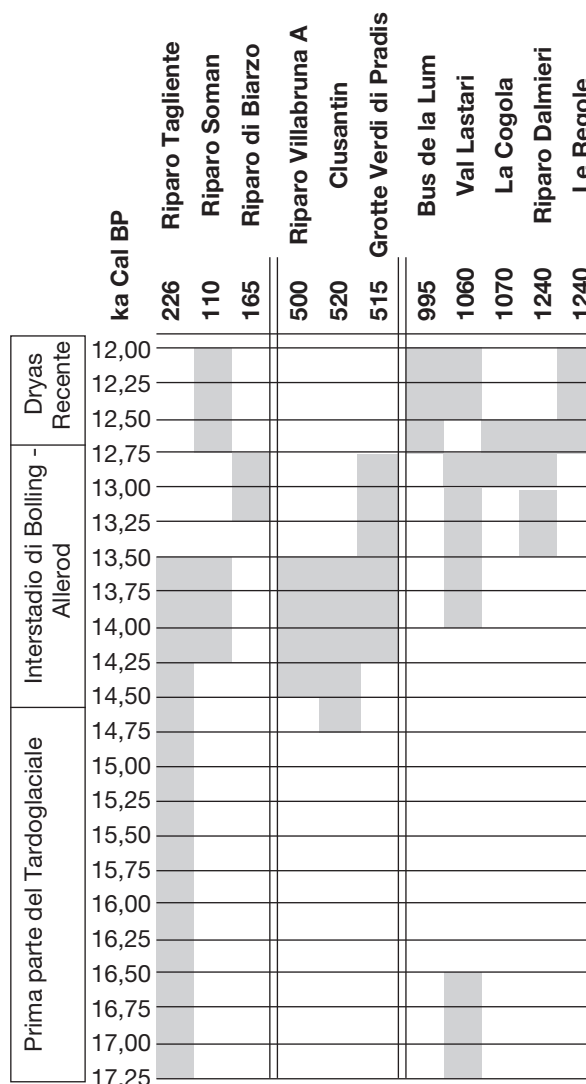
Le Figg. 3 e 4 forniscono una sintesi delle informazioni palinostratigrafiche relative a quattro biozone -

climatozone del Tardoglaciale riconosciute e correlate lungo il versante alpino meridionale (VESCOVI et al., 2007). Le correlazioni discusse nelle figure non riguardano la parte iniziale del Tardoglaciale (19/18 - 15,5 mila anni cal BP) per la quale non disponiamo ancora di un controllo cronologico sufficiente utile a correlare i siti lacustri di riferimento presenti in N-Italia. Per la storia della vegetazione, oltre ad Avigliana (FINSINGER et al., 2006), è importante il sito di Ragogna (WICK, 2006b e ined.; MONEGATO et al., 2007). Entrambi questi siti sono dotati di 5-6 datazioni ¹⁴C ciascuna, eseguite su macroresti di piante terrestri, nell'intervallo 18 - 11,5 mila anni cal BP. Per l'evoluzione fluviale vi sono approfondite informazioni cronostratigrafiche limitatamente alla pianura veneta (MOZZI et al., 2006). Le datazioni disponibili sulla storia della deglaciazione in gran parte riguardano il versante alpino settentrionale.

Sono stati presi in considerazione i siti epigravettiani con date radiocarbonio e ordinati sulla base della loro posizione altimetrica (Tab. 2). Essi rappresentano

Tab. 2 - Distribuzione altitudinale delle date radiocarboniche per intervalli di 250 anni cal relative a siti epigravettiani dell'Italia nord-orientale.

Distribution of radiocarbon ages along time-windows of 250 yrs. from Epigravettian sites of northern Italy along an altitudinal transect. See tab. 1 for references.



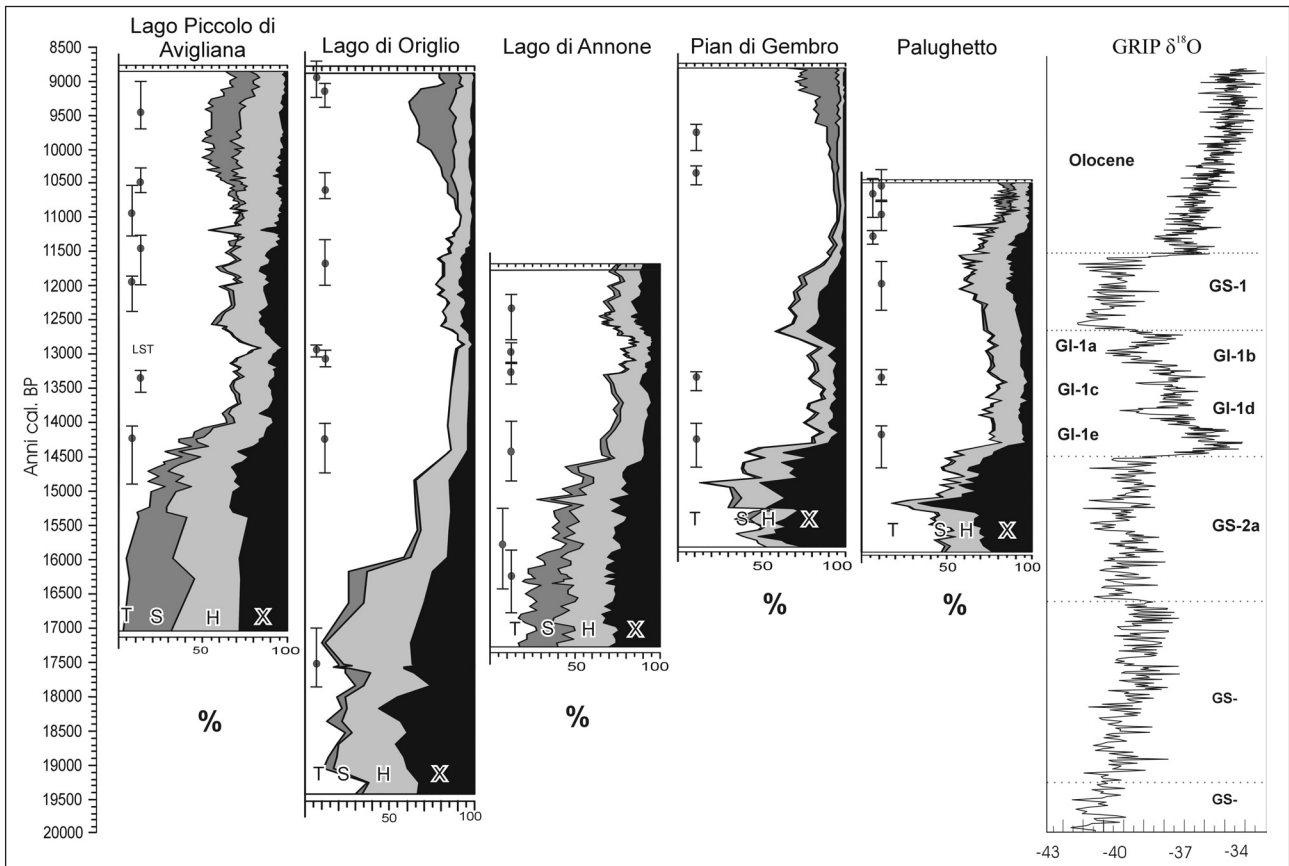


Fig. 3 - Sincronizzazione tra diagrammi pollinici sintetici relativi a cinque siti lacustri e palustri di riferimento per il Tardoglaciale delle Alpi Italiane. In ordinata è riportata una coordinata cronologica (in anni calendario), ottenuta dal modello età profondità proposto da Vescovi *et al.* (2007). E' indicata la posizione delle date ¹⁴C impiegate per la costruzione del modello e la rispettiva deviazione standard. A destra la stratigrafia isotopica GRIP, cronologia ss09. T = somma polline alberi; S = somma polline arbusti (soprattutto *Juniperus* nel Tardoglaciale e *Corylus* nell'Olocene); H = somma polline erbe e camefite (xerofite escluse); X = somma polline xerofite (comprendono: *Artemisia*, *Hippophaë*, *Chenopodiaceae*, *Helianthemum*). Le piante erbacee acquatiche, palustri e di ambienti umidi sono escluse dalla somma pollinica, cioè sono escluse dal calcolo dei valori percentuali. Il diagramma pollinico del Lago di Annone è troncato sotto una discontinuità stratigrafica tra la fine del Dryas Recente e l'inizio dell'Olocene (da Vescovi *et al.*, 2007, con variazioni).

*Synchronisation of synthetic pollen diagrams of five Late Glacial lacustrine and palustrine sites in the Italian Alps. Y Axes shows the chronology (calendar years) based on the depth-age model provided by Vescovi et al. (2007). Position of ¹⁴C ages used for the depth-age model and standard deviations are shown. On the right: isotopic stratigraphic after GRIP, ss09 chronology. T = sum of tree pollen; S = sum of shrubs pollen (mainly *Juniperus* in the Late Glacial and *Corylus* in the Holocene); H = sum of herbs and camephytes pollen (xerophytes excluded); X = sum of xerophytes (*Artemisia*, *Hippophaë*, *Chenopodiaceae*, *Helianthemum*). Aquatic and wetland species are excluded from the pollen sum, i.e. they are not used for the calculation of the percentage values. The pollen diagram of Lago di Annone is cut below a stratigraphic discontinuity between the end of the Younger Dryas and the beginning of the Holocene (modified after Vescovi et al., 2007).*

una porzione minoritaria di un più vasto corpus dell'occupazione antropica del periodo, composto da numerosi siti montani, tuttavia privi di dati cronologici o di collocazione culturale incerta.

3.1.1. L'evoluzione glaciale e paraglaciale delle valli alpine

Dopo il collasso dei ghiacciai alpini nei settori di anfiteatro e dei grandi laghi (21 a 17,5 mila anni cal BP) si sono verificate riavanzate e stazionamenti, indicati come "stadi tardoglaciali" che hanno dato luogo ad apparati di deposizione glaciale via via più arretrati nelle valli alpine. MAISCH (1982) distingue nelle Alpi Svizzere interne gli stadi Bühl, Steinach, Gschnitz, Clavadel, Daun, Egesen. I primi due stadi sono stati descritti come fasi di riavanzata all'inizio della deglaciazione (PENCK & BRÜCKNER, 1909), ma una recente revisione sedimentologica nell'area tipo indica una fase di acco-

modamento di corpi stagnanti di ghiaccio a seguito del collasso delle lingue e della reazione dei ghiacciai tributari, senza implicare un meccanismo climatico forzante (REITNER, 2007). Il termine "stadiale" non è quindi appropriato per queste prime fasi della deglaciazione (REITNER, 2007, cfr. Fig. 2). Al contrario gli stadi successivi si sviluppano dopo la deglaciazione delle vallate e l'impostazione dei sistemi sedimentari vallivi pro- e paraglaciali (REITNER, 2007). La collocazione cronologica di Gschnitz, Clavadel e Daun resta problematica, perché la mancanza di vegetazione legnosa rende molto difficile la datazione radiocarbonica. Lo stadio di Gschnitz è stato datato con il metodo del ¹⁰Be a 16-15,5 ± 1,4 mila anni cal BP nell'area tipo (presso Innsbruck, Austria) e correlato con lo Heinrich Event 1 da IVY-OCHS *et al.* (2006). Questo dato smentisce una ipotetica correlazione con la parte iniziale dell'intersta-

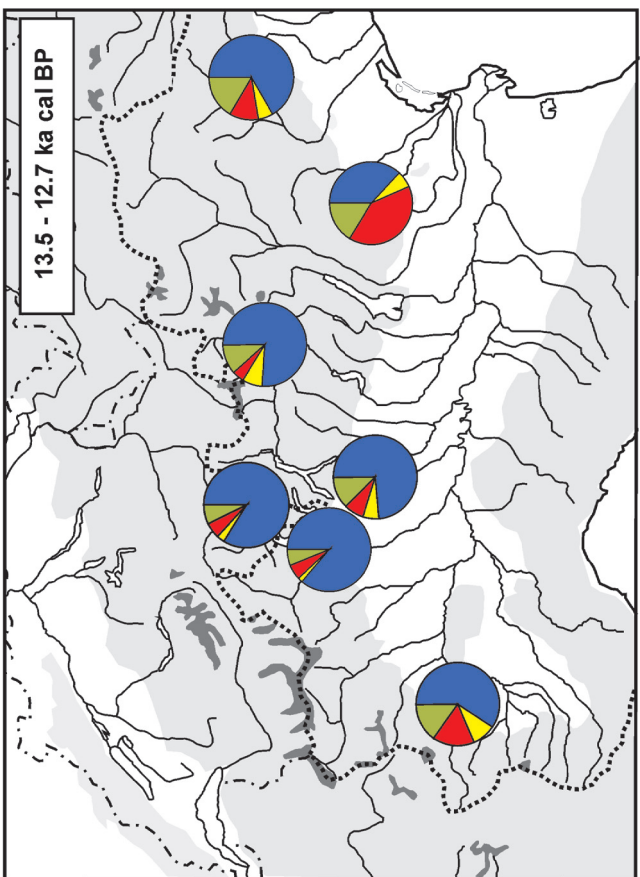
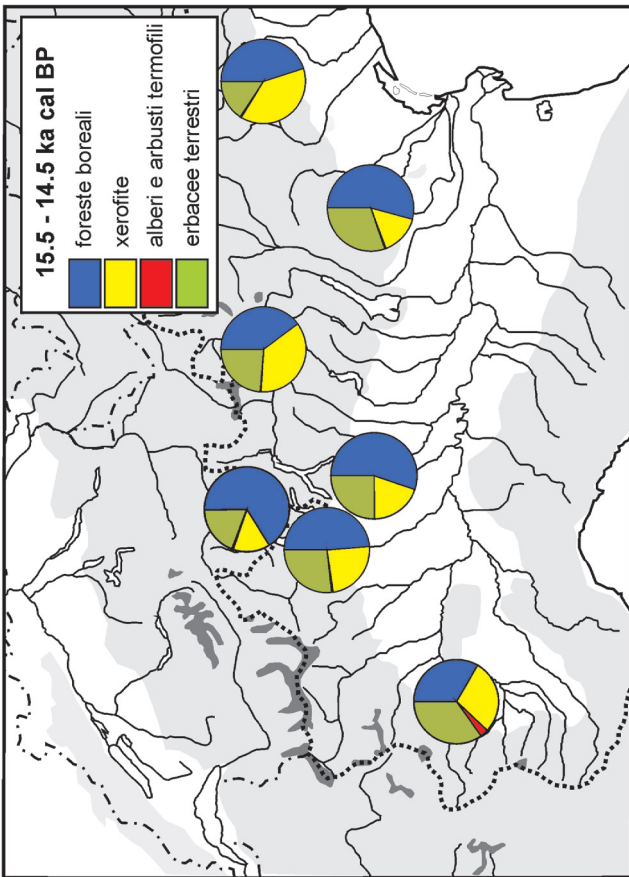
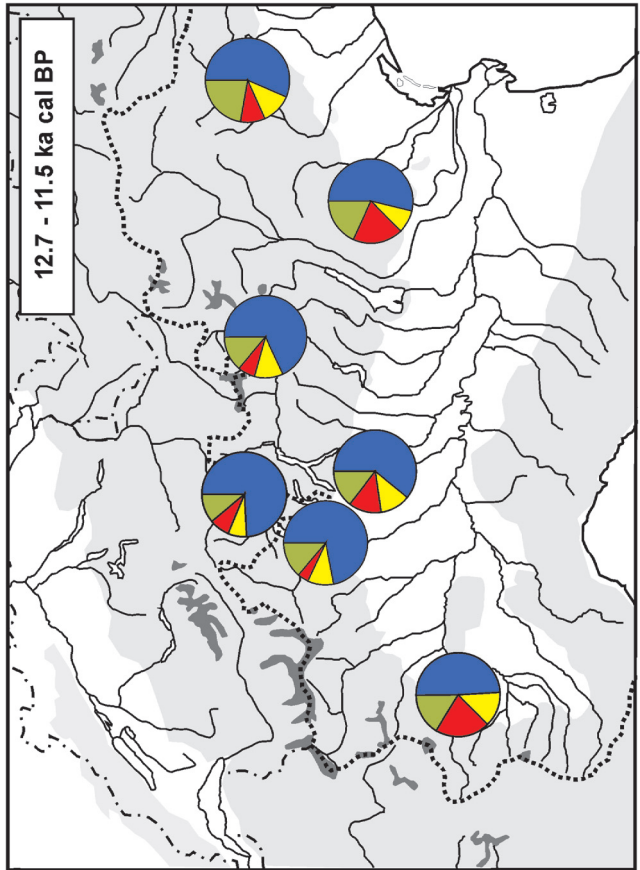
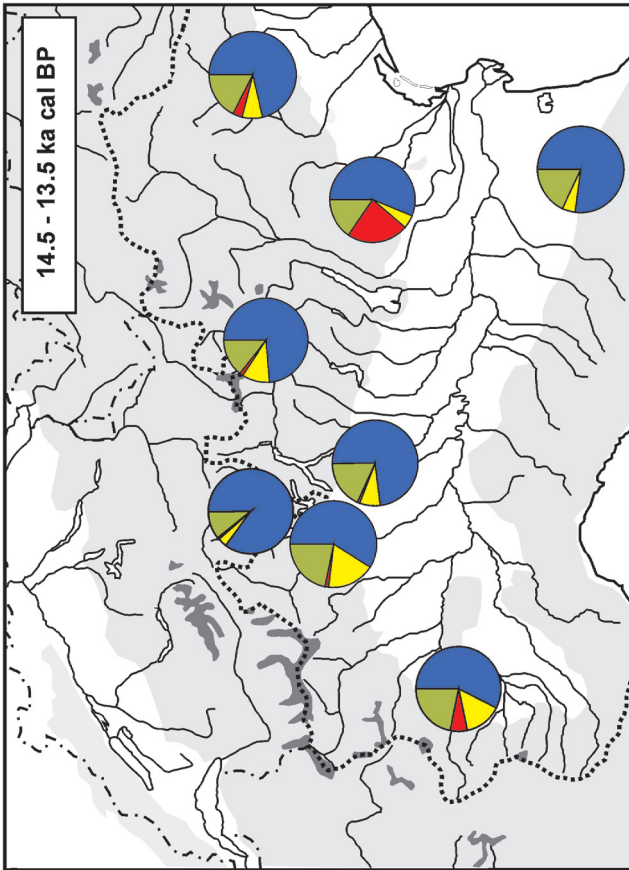


Fig. 4 - Rappresentazione schematica delle percentuali polliniche cumulative medie relative a quattro finestre temporali per alcuni siti lacustri e palustri. **Piante legnose di foreste boreali** (in blu): somma delle percentuali di *Pinus*, *Picea*, *Larix*, *Juniperus*, *Betula*, *Alnus viridis*, *Salix*, *Vaccinium*. Xerofite (in giallo): *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ephedraceae*, *Hippophaë*. **Alberi e arbusti termofili** (in rosso): *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Corylus*, *Alnus glutinosa* type, etc. **Erbacee terrestri** (in verde): include anche le camefite (piante legnose nane) non xerofile. Da Ovest verso est i siti rappresentati sono: Lago Piccolo di Avigliana (FINSINGER *et al.*, 2006), Lago di Ganna (SCHNEIDER & TOBOLSKI, 1985), Lago di Origlio (TINNER *et al.*, 1999), Lago di Annone (WICK, 1996), Paleolago / torbiera del Pian di Gembro (PINI, 2002), Lago di Fimon (WICK, 2006); Depositi fluviali di Bubano (RAVAZZI *et al.*, 2006), Paleolago / torbiera di Palughetto di Cansiglio (AVIGLIANO *et al.*, 2000; VESCOVI *et al.*, 2007).

*Schematic representation along four time-windows of mean total pollen percentages concerning some lacustrine - palustrine successions. **Woody species of boreal forests** (in blue): sum of % of *Pinus*, *Picea*, *Larix*, *Juniperus*, *Betula*, *Alnus viridis*, *Salix*, *Vaccinium*. **Xerophytes** (in yellow): *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ephedraceae*, *Hippophaë*. **Thermophilous trees and shrubs** (in red): *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Corylus*, *Alnus glutinosa* type, etc. **Upland herbs** (in green): including non-xerophyllous camephytes (dwarf woody species). Sites indicated from West to East are: Lago Piccolo di Avigliana (FINSINGER *et al.*, 2006), Lago di Ganna (SCHNEIDER & TOBOLSKI, 1985), Lago di Origlio (TINNER *et al.*, 1999), Lago di Annone (WICK, 1996), Palaeolake / peat-bog of Pian di Gembro (PINI, 2002), Lago di Fimon (WICK, 2006); Fluvial deposits of Bubano (RAVAZZI *et al.*, 2006), Palaeolake / peat-bog of Palughetto di Cansiglio (AVIGLIANO *et al.*, 2000; VESCOVI *et al.*, 2007).*

dio di Bølling -Allerød (VAN HUSEN, 2004). Morene frontali attribuite a questo stadio sono ampiamente distribuite sul versante alpino settentrionale, ad una quota di 800-1200 m s.l.m., mentre l'altitudine della linea di equilibrio (ELA) è situata a 1900-2000 m s.l.m. (VAN HUSEN, 1997).

E' stata proposta una correlazione tra lo stadio di Daun e la climatozona Older Dryas (VAN HUSEN 2004). Secondo LITT *et al.* (2001), la durata dell'Older Dryas è di 190 anni (Fig. 2), mentre secondo FRIEDRICH *et al.* (2001) la sua durata dendrocronologica è di soli 20-25 anni, quindi troppo breve, se confrontato con il tempo di risposta di un grande ghiacciaio alpino. Viceversa, secondo IVY-OCHS *et al.* (2006, 2007) lo stadio di Daun precede l'inizio dell'interstadio di Bølling-Allerød. In attesa di datazioni, si può collocare il Daun tra 15,5 mila anni cal BP e l'inizio del Dryas Recente.

Questi dati indicano che gli stadi precedenti il Daun si collocano nella prima parte del Tardoglaciale, prima dell'inizio dell'interstadio di Bølling-Allerød. Inoltre testimoniano che già 16-15,5 mila anni fa, le principali valli alpine e i versanti esposti a mezzogiorno fino ad oltre 2000 m s.l.m., non interessati da circhi, erano sgombri da ghiaccio. D'altra parte, durante tutta la prima parte del Tardoglaciale che precede l'interstadio di Bølling-Allerød, la vegetazione forestale presentava una copertura trascurabile all'interno delle vallate oltre i 500 m s.l.m. (PINI, 2002; HEISS *et al.*, 2005). Da questo quadro emerge dunque che per alcune migliaia di anni, tra la deglaciazione del settore interno delle vallate (18-16 mila anni cal BP) e l'interstadio di Bølling-

Allerød (14,7-14,3 mila anni cal BP), le vallate alpine rimasero in condizioni paraglaciali, soggette cioè a importanti processi di ridistribuzione, rimaneggiamento e aggiustamento di ingenti masse di sedimento. Questa intensa attività, condizionata dalla persistenza dell'attività glaciale a monte, interessò sia il fondovalle (aggradazione di ambienti fluvioglaciali, alluvionali, deltizi e lacustri, talora seguita da rapida incisione nei bacini sospesi sulle valli principali), che il riequilibrio dei versanti (frane catastrofiche, *sackungen*, *talus*, rimaneggiamento di depositi glaciali). Restarono esclusi dall'azione prevalente dei processi paraglaciali e periglaciali i settori esterni delle Prealpi, isolati dai bacini glacializzati, e già occupati da vegetazione continua (praterie e arbusteti) fin dall'Ultimo Massimo Glaciale.

3.1.2. Il popolamento umano del primo Tardoglaciale

Al primo Tardoglaciale appartengono le prime marcate attestazioni di occupazione dei margini prealpini da parte degli epigravettiani. Riparo Tagliente nei Monti Lessini delinea i tratti salienti di sito a frequentazione ripetuta e complessa (FONTANA *et al.*, 2002), dove stambecchi e bovini rappresentavano le prede principali nell'economia di caccia (BARTOLOMEI *et al.*, 1982). Per quanto riguarda invece Val Lastari sull'Altopiano di Asiago, all'unica data riferita a questo intervallo non corrispondono prove certe riferibili ad un'occupazione antropica responsabile del consumo di combustibile legnoso.

3.1.3. La vegetazione forestale del margine alpino e l'oscillazione di Ragogna

La persistenza di conifere (*Larix decidua*, *Pinus sylvestris*, *Pinus mugo*, *Pinus cembra*, *Picea abies*, *Juniperus* sp.) e di alcune latifoglie (*Betula pendula*, *B. pubescens*, *Alnus viridis*, *Hippophaë rhamnoides*, *Salix* sp. div., *Rhamnus* sp.) al termine dell'UMG in Pianura Padana e al margine alpino orientale è sostenuta da macroresti e da dati palinologici quantitativi datati con il ¹⁴C (CASADORO *et al.*, 1976; RAVAZZI *et al.*, 2004; MONEGATO *et al.*, 2007). Nelle Prealpi Orientali è stato stimato un limite degli alberi (incl. *Pinus mugo*) intorno a 700-800 m s.l.m. (RAVAZZI *et al.*, 2004). Bisogna però considerare che questo valore si riferisce a condizioni teoriche riscontrabili su superfici stabili, ma in realtà vaste aree erano soggette all'attività di processi di demolizione e deposizione. D'altra parte il tasso di afforestamento (AP, *Arboreal Pollen*) rilevato nelle successioni polliniche (AP = 30-50%) non è compatibile con l'esistenza di foreste, ma piuttosto suggerisce che nelle aree stabili fossero presenti formazioni a parco, caratterizzate da alberi distanziati, boscaglie e arbusteti xerofili, in rapporto ecotonale con steppe (a dominanza di Gramineae, Compositae, Polygonaceae) e semideserti ad *Artemisia*. Concentrazioni elevate di microcarbone suggeriscono che gli incendi limitassero l'addensamento della vegetazione forestale (AVIGLIANO *et al.*, 2000; PINI, 2002; VESCOVI, 2007).

Nelle aree di anfiteatro liberate dai ghiacciai è evidente un progressivo aumento del tasso di afforestamento fin dalla prima parte del Tardoglaciale, cioè un addensamento della vegetazione forestale pioniera nell'area deglaciatata. Intorno a 18 mila anni fa, nell'anfiteatro di Avigliana (Torino) erano insediate formazioni a

betulle, larice e ginepro (Lago Piccolo di Avigliana: FINSINGER *et al.*, 2006); sui margini laterali dell'anfiteatro di Ivrea vi erano boscaglie ad ontano verde, *Salix* sp. e larice, mentre veri e propri lariceti erano insediati nella zona del Lago di Viverone (SCHNEIDER, 1978).

Durante la prima metà del Tardoglaciale, la betulla nana (*Betula nana*), oggi assente in Italia Settentrionale, fece la sua comparsa nella vegetazione pioniera degli anfiteatri del settore occidentale del margine alpino italiano (Avigliana: FINSINGER *et al.*, 2006; Ganna: SCHNEIDER & TOBOLSKI, 1985), ma il record fossile di macroresti vegetali non si spinge avanti oltre l'inizio dell'Interstadio di Bølling-Allerød, fatto salvo una sporadica ricomparsa nel Dryas Recente. Questa specie, considerata il simbolo della vegetazione artica sospinta verso le Alpi durante l'ultima glaciazione (LANG, 1994), in realtà non è ancora stata rinvenuta in Italia durante l'UMG. Probabilmente la sua immigrazione sul versante meridionale delle Alpi segue la deglaciazione dell'altopiano svizzero, allorché la distanza delle popolazioni pioniere insediate in quest'area, intorno a 16-15,5 mila anni cal BP (AMMANN *et al.*, 1996) divenne compatibile con la capacità di dispersione della specie verso sud attraverso le Alpi occidentali.

Negli anfiteatri più a est, intorno a 17,5-16,5 mila anni cal BP, vi sono formazioni a larice e pino mugo (anfiteatro del Garda, Lago di Ledro: BEUG, 1964; Lago Lucone: VALSECCHI *et al.*, 2006), pinete a bassa copertura e larici-cembreti negli anfiteatri dell'Adda (Lago di Annone: WICK, 1996). Tra 17,2 e 16,1 mila anni cal BP, nell'anfiteatro di Vittorio Veneto e sulle colline circostanti si era insediata una foresta a parco di larice, con pino silvestre e pino mugo (Laghi di Revine: CASADORO *et al.*, 1976; KROMER *et al.*, 1998; FRIEDRICH *et al.*, 1999, Fig. 2). Nell'anfiteatro del Tagliamento sono presenti larici-cembreti (Lago di Ragogna: WICK in MONEGATO *et al.*, 2007).

Nella successione lacustre di Ragogna, all'espansione della foresta a parco durante il primo Tardoglaciale segue una fase di parziale arretramento (17 a 15,6 mila anni cal BP) che precede l'inizio dell'interstadio di Bølling-Allerød. E' verosimilmente databile al medesimo contesto climatostratigrafico anche il seppellimento della foresta di Revine da parte di depositi di versante, avvenuto subito dopo 16,1 mila anni cal BP. Questa interruzione della successione forestale pioniera degli anfiteatri può essere attribuita ad una fase fredda, per la quale è stato indicato il nome di "oscillazione di Ragogna" (MONEGATO *et al.*, 2007). Di tale evento non abbiamo riscontro biostratigrafico sul versante settentrionale delle Alpi, né tantomeno in Europa centrale, ove a quel tempo non vi erano specie forestali. Si nota, tuttavia, un possibile sincronismo con lo Stadial di Gschnitz (Fig. 2).

Verso la fine del primo Tardoglaciale, formazioni a parco di pini (pino silvestre, pino cembro, pino mugo) e larice sono insediate anche nel settore submontano delle Alpi centro-orientali, almeno fino a 500 m s.l.m. (Lago di Origlio, Mendrisiotto: TINNER *et al.*, 1999; Lago di Ganna, SCHNEIDER & TOBOLSKI, 1985; Paleolago di Cerete, Prealpi Lombarde: OROMBELLI & RAVAZZI, 1995; Riparo Tagliente: MASPERO, 1996). Mughete estese in altitudine fino ad oltre 1050 m sono presenti nelle Prealpi Venete, Trentine e Friulane (Paleolago di Palughetto, Cansiglio: AVIGLIANO *et al.*, 2000, VESCOVI,

2007; Lago di Lavarone: ARPENTI, inedito). Purtroppo non vi sono dati paleobotanici sulla vegetazione pioniera che presumibilmente occupava gli ambienti paraglaciali nei settori più interni delle Alpi.

3.1.4. L'evoluzione della Pianura Padana

Al termine della prima parte del Tardoglaciale, le superfici prossimali più elevate dei megaconoidi, costruite dai principali fiumi alpini e dagli scaricatori glaciali del settore centro-occidentale padano durante l'UMG, sono già state abbandonate (CALDERONI *et al.*, 1996; CREMASCHI & MARCHETTI, 1995). Il fiume Adda aveva già iniziato ad incidere la parte intermedia del suo sandur fluvioglaciale sviluppato al termine del braccio di Lecco (DEADDIS *et al.*, 2007 e dati non pubblicati). Nel settore orientale della Pianura, nonostante le superfici prossimali a maggiore inclinazione dei conoidi fluvioglaciali siano state abbandonate e terrazzate al termine dell'LGM (megafan di Bassano, Fig. 1; Mozzi *et al.*, 2003), persiste l'aggradazione nei settori mediani e distali, come nel caso dei Fiumi Tagliamento e Cellina (Fig. 1, AVIGLIANO *et al.*, 2002; FONTANA *et al.*, 2004). In queste aree, ancora soggette alla divagazione di canali fluviali, abbondano le mughete (DONEGANA *et al.*, 2005). Vi sono comunque differenze di comportamento anche tra corsi d'acqua adiacenti, in relazione alle caratteristiche dei bacini montani (AVIGLIANO *et al.*, 2002; FONTANA *et al.*, 2004). Nel settore friulano, il processo di incisione generalizzata dei megaconoidi è sostanzialmente riferibile all'inizio dell'Olocene (AVIGLIANO *et al.*, 2002).

Nonostante il livello del mare abbia già intrapreso la sua risalita glacioeustatica (LAMBECK *et al.*, 2002), il settore settentrionale dell'Adriatico a nord di Ancona è ancora occupato dalla terraferma. Nel settore più basso della Pianura veneta e friulana, inclusa la parte distale della pianura di Ravenna e la parte superiore del territorio continentale del nord-Adriatico, la parte antica del Tardoglaciale è rappresentata dal caranto, una unità pedostratigrafica che testimonia la discontinuità deposizionale che separa la fase alluvionale e fluvioglaciale dell'UMG e la trasgressione medio-olocena (AMOROSI *et al.*, 1999; SERANDREI BARBERO *et al.*, 2001, AA.VV., 2005a). Allo sviluppo del caranto nelle aree stabili si accompagna il comportamento erosivo dei fiumi, che incidono canali entro le piane alluvionali formate durante l'LGM.

Tuttavia, il settore intermedio della Pianura reggiana, antistante il margine appenninico, è caratterizzato da condizioni di sedimentazione alluvionale. La piana del Santerno è in attiva aggradazione ed è vegetata da pratelli effimeri pionieri su limi e sabbie, mentre la vegetazione fanerofitica (*Pinus sylvestris*, *Picea*, *Hippophaë*) interessa le limitate aree stabili (RAVAZZI *et al.*, 2006). Le aree stabili sono ricoperte da foreste di conifere e miste con betulle (*B. pendula*; *B. pubescens* da accertare). Queste condizioni perdurano anche durante l'interstadio di Bølling-Allerød. Depositi palustri e di piana alluvionale, che abbracciano quasi tutto il Tardoglaciale, sono stati individuati anche in altri siti della bassa Pianura reggiana (Fig. 1; AA.VV., 2005b).

3.2. L'interstadio di Bølling-Allerød (14,7/14,3-12,7 mila anni cal BP)

Negli archivi pollinici lacustri e palustri, dalla

Pianura Padana fino a oltre 2000 m di altitudine nelle Alpi Italiane, è ben rilevabile un brusco mutamento vegetazionale datato tra 12,26 e 12,4 mila anni ¹⁴C BP, ovvero 14,7 – 14,3 mila anni cal BP (Fig. 3). In assenza di dati dendrocronologici e varvologici a risoluzione annuale, l'incertezza associata al dato radiometrico e alla calibrazione non consente di dimostrare se gli eventi datati nei diversi siti siano esattamente sincroni tra loro e con analoghi eventi registrati in Europa centrale (LITT *et al.*, 2003). Comunque le date ¹⁴C sono statisticamente indistinguibili e quindi è possibile riferirle ad un unico limite climatostratigrafico, che nel presente lavoro è indicato come inizio dell'interstadio di Bølling –Allerød. Eventi associati all'inizio dell'interstadio sono:

- i) Un forte aumento della paleoproduttività nei bacini lacustri-palustri, che segna l'inizio dell'accumulo di torba (*peat initiation*) e di altri sedimenti biogenici propri di acque lacustri aperte (*gyttja*) nella fascia montana e basso montana delle Alpi, fino a 1800 m s.l.m. (AVIGLIANO *et al.*, 2000; PINI, 2002; VESCOVI, 2007). Contestualmente si osserva una brusca diminuzione della componente terrigena e tassi di sedimentazione tra i più bassi (tipicamente 0.1-0.5 mm/anno) degli ultimi 18 mila anni. Queste condizioni sono state osservate anche nei laghi svizzeri durante l'interstadio Bølling –Allerød (LISTER, 1988);
- ii) Un brusco innalzamento del limite degli alberi, che si porta in qualche centinaio di anni a circa 1700 m s.l.m. Siti significativi sono Totenmoos, Val d'Ultimo (HEISS *et al.*, 2005) e il Passo del Tonale, a nord del massiccio dell'Adamello (GHRIG, 1997);
- iii) Un aumento della densità forestale e diminuzione della frequenza di incendi, segnalati da valori del tasso di afforestamento oltre il 90% e da basse concentrazioni di microcarbone lungo tutto l'ampio range altitudinale compreso tra la Pianura Padana e oltre i 1350 m s.l.m. (sito di Pian di Gembro, PINI, 2002). Le foreste pedemontane presentano composizione variabile, con dominanza di *Pinus sylvestris*, *Betula*, *Juniperus*, *Larix* nelle Alpi Occidentali (FINSINGER *et al.*, 2006) e di *Pinus sylvestris*, *Larix*, *Picea*, *Betula*, *Pinus mugo* nelle Alpi Orientali (VESCOVI, 2007).

Nella seconda parte dell'interstadio, a partire da circa 13,5 mila anni cal BP, alcune latifoglie termofile (*Tilia* sp., *Ulmus* sp., *Quercus* sp., *Fraxinus excelsior*) si espandono sia nelle foreste della Pianura Padana che sui rilievi, formando boschi misti a dominanza più articolata in altitudine e per effetto di variazioni regionali edafiche e climatiche. Qualche esempio (in ordine di dominanza nella copertura forestale stimata in base ai dati palinologici e macrobotanici):

Betula-Pinus sylvestris-Quercus (margine pedemontano piemontese, FINSINGER *et al.*, 2006),

Pinus sylvestris-Betula-Larix-Quercus (margine pedemontano lombardo, WICK, 1996; GOBET *et al.* 2000),

Pinus sylvestris-P. mugo-Betula-Tilia (margine pedemontano friulano, MONEGATO *et al.* 2007),

Picea-Quercus-Tilia-Larix (Prealpi Venete e Friulane, 1000 m s.l.m., VESCOVI *et al.* 2007)

E' necessario precisare che non vi sono dati macrobotanici utili a chiarire quali specie dei generi

Ulmus e *Quercus* siano coinvolte in questo processo di espansione delle latifoglie durante il Tardoglaciale. Per il genere *Tilia* vi sono ritrovamenti di *Tilia cordata* nella seconda parte dell'interstadio Bølling –Allerød al Lago di Ganna (SCHNEIDER & TOBOLSKI, 1985).

Nella successione lacustre di Avigliana è stato individuato il Laacher See Tephra (LST) che cade nella fase di massima espansione delle latifoglie termofile (FINSINGER *et al.*, 2006). Il LST è datato 12,9 mila anni cal BP sulla serie di varve del Meerfelder Maar (LITT *et al.*, 2003) e 13,2 – 13,01 mila anni cal BP in base a determinazioni radiocarboniche di precisione su serie dendrocronologiche (FRIEDRICH *et al.*, 1999).

In nessuno dei siti lacustri esaminati nel nord-Italia è stata sinora evidenziata la struttura fine dell'interstadio di Bølling –Allerød. Complice il basso tasso di sedimentazione e la mancanza di siti a varve, non sono stati evidenziati gli eventi brevi e bruschi che scandiscono la sequenza climatostratigrafica nelle carote di ghiaccio in Groenlandia (GI-1d, GI-1b; WALKER *et al.*, 1999) e nei laghi svizzeri (Aegelsee, Gerzensee: LOTTER *et al.*, 1992; SCHWANDER *et al.*, 2000). L'evento indicato nella letteratura centro-europea come Older Dryas è stato individuato nelle serie dendrocronologiche di Avigliana e datato 14,1-14,12 mila anni cal BP (FRIEDRICH *et al.*, 2001). Secondo LITT *et al.* (2001), la sua età sarebbe sensibilmente più recente (13,54-13,35 mila anni cal BP). Queste ampie discrepanze potrebbero dipendere da diacronia regionale o dalla mancanza di accordo nella nomenclatura stratigrafica tra i diversi autori, che probabilmente indicano con lo stesso nome eventi diversi.

Sono attese novità dagli studi dendrocronologici sulla foresta fossile del Palughetto (altopiano del Cansiglio), ove sono conservati resti lignei accumulati durante gran parte dell'interstadio (M. FRIEDRICH, B. KROMER, S. TALAMO, comunicazione personale).

L'espansione forestale all'inizio dell'interstadio registra l'inizio della penetrazione antropica nella fascia prealpina e nelle Dolomiti meridionali, limitata tuttavia ai fondovalle e agli altipiani attorno ai 500 m di quota, dove i siti di Riparo Villabruna (AIMAR *et al.*, 1992) e Grotta del Clusantin (PERESANI *et al.*, in stampa) testimoniano a partire da 14,7 mila anni cal BP lo sfruttamento di bacini di caccia frequentati da ungulati e da marmotte, queste ultime oggetto anche di predazione specializzata. La colonizzazione dei territori al di sopra dei 1000 metri, cioè la fascia degli altipiani delle Prealpi Venete e Friulane occidentali, si sviluppa in una fase successiva all'innalzamento del limite degli alberi, con un ritardo minimo di 400 anni (Tab. 2). Veicolato mediante insediamenti stagionali distribuiti tra i principali fondovalle e gli altipiani carsici fino a 1600 m di quota (con una punta a 1870 m) se si accetta l'attribuzione del Riparo del Tschonstoan sull'Alpe di Siusi (AVANZINI *et al.*, 2002), questo fenomeno comporta l'esistenza di un sistema insediativo strutturato in siti complessi, talora deputati ad attività complementari, il cui modello di riferimento si basa sul nesso tra posizione altimetrica e orientamento economico e funzionale (per una recente sintesi vedi BERTOLA *et al.*, 2007). Il modello considera i siti in fondovalle come campi oggetto di frequentazioni ripetute e di attività diverse, dove i dati archeozoologici attestano la prevalente predazione del

cervo tra la primavera e l'autunno, e in minore misura degli altri ungulati con forte decremento di capridi e bovidi. Lo spostamento altimetrico degli ecotoni e i conseguenti nuovi assetti nella distribuzione delle risorse sembrano favorire lo sfruttamento di un più ampio spettro di risorse da parte dei cacciatori-raccoglitori. I dati faunistici mostrano che la risalita stagionale in quota dei gruppi epigravettiani, se da un lato appare strettamente legata alle esigenze di una caccia specializzata allo stambecco nei mesi estivi e autunnali e al conseguente processamento delle prede, dall'altro evidenzia uno spiccato interesse verso una varietà più allargata di risorse biologiche (FIORE & TAGLIACCOZZO, 2005; PHOCA-COSMETATU, 2005). A più larga scala, la diversificazione nell'economia alimentare implica per i gruppi umani fasi specifiche nelle attività del loro ciclo annuale, con l'acquisizione, il processamento e lo stoccaggio delle risorse ittiche o delle prede ornitologiche, o di mammiferi di piccola taglia.

3.3. Il Dryas Recente

Nelle successioni polliniche dell'Italia Settentrionale l'interstadio di Bølling-Allerød è seguito da una progressiva flessione del tasso di afforestamento (AP) seguita da una lunga fase con valori stabilmente più bassi, correlata con il Dryas Recente. La migliore cronologia per la fase di declino delle latifoglie è fornita dalla successione di Avigliana, ove sono disponibili date ^{14}C e il LST, posto 8 cm sotto un brusco declino di *Quercus* che segna l'inizio del Dryas Recente. In base al modello età-profondità proposto da FINSINGER et al. (2006), l'inizio del Dryas Recente è datato 12,7 mila anni cal BP, 200 anni dopo il LST. Si noti che negli archivi a varve centro-europei il LST precede di 188-198 anni l'inizio del Dryas Recente, posto a 12,68 mila anni cal BP (MERKT & MÜLLER, 1999; LITT et al., 2001) ovvero 192 anni nelle serie dendrocronologiche di Dättnau, Svizzera (FRIEDRICH et al., 2001, Fig. 1). I dati di Avigliana stabiliscono, pertanto, che l'inizio del Dryas Recente in Europa Centrale e in Italia Settentrionale è stato sincrono a scala decennale. Inoltre la cronologia fine a varve dei laghi centro-europei ha dimostrato che anche il brusco inizio isotopico del Dryas Recente nelle carote di ghiaccio in Groenlandia è sincrono (Fig. 2).

La flessione di AP (ΔAP) è moderata nelle aree pedemontane padane ($\Delta\text{AP} = -10\%$, cfr. Lago di Annone in Fig. 4), mentre è più marcata nelle aree montane (Pian di Gembro, 1350 m s.l.m., $\Delta\text{AP} = -15\div 20\%$). Nel sito di Totenmoos, 1718 m s.l.m., il lariceto interstadiale si ritira dal sito (completa scomparsa di stomi nel sedimento, $\Delta\text{AP} = -30\%$) circa 12,5 mila anni cal BP, lasciando posto a praterie (non a brughiere) e vi si ristabilisce dopo 1100 anni circa, all'inizio dell'Olocene (11,4 mila anni cal BP) (HEISS et al., 2005). Si può ritenere che l'abbassamento del limite degli alberi sia rimasto nell'ordine di 200-300 m. La produzione pollinica della componente forestale termofila della Pianura Padana e dei rilievi pedemontani (*Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*) subì un moderato decremento (Fig. 4). Viceversa, nell'anfiteatro del Tagliamento e nelle basse Prealpi Orientali si verificò l'espansione di abete rosso (WICK, 2006b, in stampa).

Dalla diminuzione di densità forestale si avvantaggiano *Artemisia* e altre entità elio-xerofitiche proprie di

praterie, steppe e arbusteti xerofitici (*Juniperus* nelle aree pedemontane), mentre non reagiscono ericacee proprie di brughiere (rodoro-vaccinieti, brughiere ad *Erica*). Questa dinamica è tipica di climi continentali semiaridi, in cui si sviluppano ecotoni di foresta-steppe, e a forte insolazione (WALTER & BRECKLE, 1986). Durante il Dryas Recente e l'Olocene antico, l'influenza orbitale della precessione determina valori di insolazione estiva massima alle medie latitudini rispetto agli ultimi 20 mila anni e condizioni di massimo contrasto stagionale, cioè una predisposizione verso climi continentali asciutti (BERGER & LOUTRE, 1991). Il tasso di accumulo di particelle di microcarbone resta stabile (TINNER et al., 1999; PINI, 2002). Si può ritenere che la scarsità delle precipitazioni, gli incendi e l'effetto termico siano responsabili della flessione osservata nella densità forestale nelle aree di pianura.

Nelle successioni lacustri, la bassissima velocità di sedimentazione e la presenza di lacune di sedimentazione nella seconda metà del Dryas Recente (ad esempio al Lago di Annone, WICK, 1997) nonché l'espansione di piante acquatiche e palustri (*Thalictrum*, *Potamogeton*, *Pediastrum*) suggeriscono un abbassamento dei livelli lacustri.

All'interno del Dryas Recente non si rilevano dinamiche vegetazionali significative, salvo una modesta e progressiva espansione di latifoglie termofile (*Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, Fig. 4) nella sua seconda metà, rilevabile nei siti pedemontani (Avigliana, Annone). Alla sostanziale stabilità di questo intervallo si oppone una drammatica esplosione della vegetazione forestale termofila che viene associata al limite tra Dryas Recente e Olocene. Per questo evento in Italia non disponiamo di datazioni radiometriche sufficienti a mostrarne il sincronismo regionale e a verificarne le relazioni cronologiche con analoghi eventi evidenziati dalla dendrocronologia in Europa Centrale e dallo studio di speleotemi nelle grotte del Carso (FRISIA et al., 2005). Tuttavia le modalità e la posizione stratigrafica del passaggio Dryas Recente - Olocene sono compatibili con l'espressione di un evento di sensibile aumento della temperatura, sincrono nel Bacino Padano e di durata inferiore ai 50 anni (Fig. 3), quindi paragonabile, per espressione climatostratigrafica, alla brusca terminazione del Dryas Recente che si osserva sia nelle registrazioni isotopiche delle carote di ghiaccio (DANSGAARD et al., 1989) che nello spessore degli anelli di accrescimento degli alberi (FRIEDRICH et al., 1999).

L'impatto esercitato dal Dryas Recente sulla presenza antropica non è rilevabile allo stato attuale della ricerca. Alcuni siti come Bus de La Lum, Riparo La Cogola, Ripari Villabruna e Riparo Soman tracciano una continuità insediativa epigravettiana nella fascia prealpina, sia in fondovalle dove attestano aumenti dei capridi nello spettro delle faune cacciate, che in quota dove documentano la predazione prevalente dei capridi e in minore misura dei cervidi (FIORE & TAGLIACCOZZO, 2004). Tale sistema viene proposto anche nella regione alpina interna e nell'area dolomitica, con insediamenti all'aperto collocati fino a 1500 metri che sembrano attestare una semplificazione delle attività economiche (inferite dallo studio delle industrie litiche) nel quadro di una maggiore mobilità residenziale (PERESANI & ZIGGIOTTI, in preparazione).

3.4. Evoluzione glaciale tra il Dryas Recente e l'inizio dell'Olocene: lo stadio di Egesen

Nelle Alpi non sono noti depositi glaciali riferibili all'interstadio di Bølling – Allerød. Presumibilmente i ghiacciai si attestarono su estensioni minori di quelle raggiunte durante lo stadio di Egesen. I depositi conservati relativi a questa fase si sviluppano nella seconda metà del Dryas Recente ed hanno probabilmente cancellato le evidenze di possibili oscillazioni di minore entità (IVY-OCHS *et al.*, 2007).

Le culminazioni dello stadio di Egesen sono state datate con il metodo del ^{10}Be e quindi correlate con la seconda metà del Dryas Recente e la prima metà del Preboreale, sia nelle Alpi Svizzere che in quelle Italiane occidentali (Fig. 1; IVY-OCHS *et al.*, 1999; KELLY *et al.*, 2004; FEDERICI *et al.*, 2006). Sul ghiacciaio dell'Aletsch, le misurazioni con il ^{10}Be hanno evidenziato che con il termine "stadio di Egesen" sono state raggruppate morene di età diversa, compresa tra il Dryas Recente e la parte antica dell'Olocene fino al Boreale (KELLY *et al.*, 2004). IVY-OCHS *et al.* (2007) hanno pertanto proposto di distinguere due stadi olocenici, dapprima inclusi nell'Egesen: Kartell (di possibile età preboreale) e Kromer (forse boreale, evento 8,2 mila anni cal BP? Fig. 2b). È auspicabile che anche sul versante meridionale delle Alpi sia riesaminata l'età delle morene tradizionalmente attribuite alla parte finale del Pleistocene nella cartografia geologica (ad es. il "subsistema di Bondo" in CASTELLARIN *et al.* 2005) con particolare riguardo al complesso di sedimenti glaciali riferiti all'Egesen, di regola ricoperti da suoli podzolici bene evoluti, oppure immediatamente soggiacenti ai depositi dell'optimum climatico olocenico (PORTER & OROMBELLI, 1985). Anche nelle Alpi Italiane, infatti, i depositi torbosi antistanti i maggiori ghiacciai attuali e sbarrati da morene correlate con lo stadio Egesen presentano alla loro base età posteriori all'inizio dell'Olocene (ad es. GNGFG CNR, 1986; SPERANZA *et al.*, 1996). La presenza di queste pulsazioni glaciali durante l'Olocene antico suggerisce di evitare l'impiego formale del termine "Postglaciale", contrapposto a "Tardoglaciale", perché si tratta di un termine ambiguo (OROMBELLI *et al.*, 2005): da taluni è stato usato con significato climatostratigrafico (CASTELLARIN *et al.* 2005, p. 75), da altri con valore allostratigrafico (BINI *et al.*, 2004).

4. CONCLUSIONI

L'analisi delle registrazioni climatostratigrafiche oggi disponibili nelle Alpi italiane e nella Pianura Padana, con particolare riguardo a recenti studi ad alta risoluzione, ha consentito di delineare un quadro della storia dell'ambiente alpino e del pedemonte padano durante l'ultima transizione glaciale-interglaciale. In particolare sono state documentate le modalità del processo di riforestazione che accompagna la deglaciazione fin dall'inizio del Tardoglaciale, 19 mila anni cal BP. Le numerose datazioni radiometriche consentono di datare i principali eventi di mutamento degli ecosistemi forestali rispettivamente a 14,7-14,3, 12,7 e circa 11,5 mila anni cal BP. Questi sono anche i momenti delle più brusche e più ampie transizioni climatiche, come già evidenziato sul versante svizzero delle Alpi e confermato

negli studi sugli speleotemi del Carso.

Non sono ancora disponibili studi in grado di risolvere la struttura climatostratigrafica ad alto dettaglio nell'interstadio di Bølling – Allerød. Gli eventi brevi che caratterizzano questo intervallo sono in parte conosciuti grazie agli studi dendrocronologici.

La conoscenza delle oscillazioni glaciali è progredita, negli ultimi anni, grazie all'introduzione della geocronologia isotopica e di nuovi studi geologici sulle aree tipo ove sono stati descritti gli stadi glaciali nel secolo scorso. Il quadro delle fasi stadiali si è notevolmente trasformato. L'identificazione di stadi glaciali nell'Olocene antico ha fatto crollare il paradigma che tuttora vede contrapposti Tardoglaciale e "postglaciale" nella cartografia geologica delle Alpi. Tuttavia resta difficile studiare le relazioni tra avanzate glaciali e intervalli climatostratigrafici, perché l'incertezza delle datazioni numeriche è ancora molto elevata.

Nel settore assiale centro-occidentale della pianura del Po le conoscenze sull'evoluzione paleoambientale e paleobotanica del Tardoglaciale sono scarse, complice la scarsità di successioni lacustri e di datazioni radiometriche in ambiente alluvionale.

La risposta in termini di strategie insediative, mobilità e sussistenza dei cacciatori-raccoglitori alle condizioni ambientali tardoglaciali appare complessa e diversificata. In maniera più o meno dettagliata, i contesti epigravettiani portano la testimonianza di modificazioni avvenute nel corso di questi circa 8 millenni a carico delle strutture economiche e forse sociali delle popolazioni epigravettiane. Cambiamenti significativi rispetto al periodo precedente si manifestano nel grado di mobilità dei gruppi umani sotto forma di organizzazione dei sistemi insediativi, rottura spazio-temporale delle catene operative litiche e in materie dure animali, introduzione e stoccaggio delle materie prime nei siti, strategie di approvvigionamento, diversificazione dello spettro venatorio. Nel contempo, i dati sembrano delineare lungo il Tardoglaciale un'evoluzione dei sistemi di produzione e, di concerto, della struttura insediativa.

Vaste lacune restano ancora aperte soprattutto in determinati momenti chiave del periodo in esame, come la fase terminale dell'Epigravettiano recente e una migliore cronologia della fase più antica inquadrata nei primi 3500 anni cal del periodo. Sforzi ulteriori sono necessari per giungere ad una modellizzazione del popolamento antropico nelle sue fasi principali, attraverso la definizione del carico di biomassa vegetale e animale e in ottemperanza a criteri di *optimal foraging theory*.

Si auspica, per il futuro, l'elaborazione di un quadro climatostratigrafico e paleoambientale multidisciplinare più avanzato per la parte finale del Pleistocene in Nord Italia, attraverso il confronto di serie di vari dati climatici proxies, nonché mediante nuovi studi paleoecologici. Tuttavia la condizione prima per giungere a questa sintesi è un incremento delle conoscenze geocronologiche.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo Enrico Arpentì, Walter Finsinger, Willy Tinner, Verushka Valsecchi, Lucia Wick e gli enti che li hanno sostenuti (Institute of Plant Science,

Università di Berna; C.N.R. - IDPA; Università degli Studi di Milano; il Fondo Unico per la Ricerca della Provincia Autonoma di Trento-Progetto OLOAMBIENT) per il contributo palinologico da loro portato negli ultimi cinque anni alle conoscenze sulla storia della vegetazione e del clima nel Tardoglaciale delle Alpi Italiane. Ringraziamo inoltre Stefano Marabini (Università di Bologna) e Mauro Marchetti (Università di Modena) per i suggerimenti, Donatella Magri (Università La Sapienza, Roma) e il secondo revisore anonimo per la revisione del manoscritto. Ricerca svolta nell'ambito della Commessa "Paleoclimatologia", modulo TA.P02.005.001 presso il CNR-IDPA, Unità di Milano.

BIBLIOGRAFIA

- AIMAR A., ALCIATI G., BROGLIO A., CASTELLETTI L., CATTANI L., D'AMICO C., GIACOBINI G., MASPERO A. & PERESANI M. (1992) - *Les Abris Villabruna dans la Vallée du Cismon* - Preistoria Alpina, **28** (1), pp. 227-254.
- AA.VV. (2005a) - Carta Geologica d'Italia 1:50.000, Fogli 240 - Forlì, 241 - Cervia. Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna. S.EL.CA. Firenze.
- AA.VV. (2005b) - Carta Geologica d'Italia 1:50.000, Foglio 256 - Rimini. Servizio Geologico d'Italia - Regione Emilia-Romagna. S.EL.CA. Firenze.
- AMMANN B., LOTTER A.F., EICHER U., GAILLARD M.-J., WOHLFARTH B., HAEBERLI W., LISTER G., MAISCH M., NIESSEN F. & SCHLÜCHTER C. (1989) - *The Würmian Late-Glacial in lowland Switzerland* - J. Quat. Sci., **9** (2), pp. 119-125.
- AMMANN B., GAILLARD M.J. & LOTTER A.F. (1996) - *Switzerland* - In (Berglund, Birks, Ralska-Jasiewiczowa, Wright eds.): *Palaeoecological Events During the Last 15,000 Years: Regional Synthesis of Palaeoecological Studies of Lakes and Mires in Europe*. Wiley & Sons, Chichester. Pp. 647-667.
- AMOROSI A., COLALONGO M.L. & FUSCO F. (1999) - *Glacio-eustatic Control of Continental-Shallow Marine Cyclicity from Late Quaternary Deposits of the Southeastern Po Plain, Northern Italy* - Quaternary Research, **52**, pp. 1-13.
- ANGELUCCI D.E. (1995) - *Un nuovo sito paleolitico nelle Prealpi Venete: Malga Campoluzzo di Mezzo (Vicenza)* - Preistoria Alpina, **31**, pp. 37-51.
- ANGELUCCI D.E., BROGLIO A. & PERESANI M. (1995) - *A Geoarchaeological Approach to Living Floors: Some Remarks on Palaeo-Mesolithic Sites of the South-Eastern Alps* - Proceedings of the I International Congress Science and Technology for the Safeguard of Cultural heritage in the Mediterranean Basin, CNR, pp. 1447-1457.
- ANGELUCCI D.E. & PERESANI M. (2000) - *The open-air sites of Val Lastari and Malga Lissandri (venetian Pre-Alps, Northern Italy): preliminary results on spatial analysis and the study of postdepositional processes* - Atti del Workshop Scienze e Archeologia. Quaderni del Civico Museo Storico-Archeologico, Savona, pp. 47-55.
- ARPENTI E. (inedito) - *Studio palinologico delle successioni sedimentarie del Lago di Lavarone, Lago Nero di Cornisello e Lago Caldonazzo* - Relazione finale. Rapporto interno CNR-IDPA, 1/2006.
- AVANZINI M., BROGLIO A., DE STEFANI M., LANZINGER M., LEMORINI C. & ROSSETTI P. (2002) - *Il Riparo Tschonstoan sull'Alpe di Siusi - Seiser Alm* - Atti 33 Riunione Scientifica I.I.P.P., pp. 117-144.
- AVIGLIANO R., DI ANASTASIO G., IMPROTA, S., PERESANI M. & RAVAZZI C. (2000) - *A new Late Glacial - Early Holocene paleobotanical and archeological record in the Venetian Pre-Alps: the peat-bog of Palughetto (Cansiglio Plateau)* - J. Quat. Sci., **15**(8), pp. 789-803.
- AVIGLIANO R., CALDERONI G., MONEGATO G. & MOZZI P. (2002) - *The late Pleistocene-Holocene evolution of the Cellina and Meduna alluvial fans (Friuli, NE Italy)* - Mem. Soc. Geol. It., **57**, pp. 133-139.
- BAGOLINI B. & DALMERI G. (1983) - *Site paléolithique tardif - mésolithique du Lac de Terlago (Trento)* - Preistoria Alpina, **19**, pp. 189-196.
- BAGOLINI B. & GUERRESCHI A. (1978) - *Notizie preliminari sulle ricerche 1977-78 nell'insediamento paleolitico delle Viotte di Bondone (Trento)* - Preistoria Alpina, **14**, pp. 7-31.
- BAGOLINI B., FERRARI A., LANZINGER M. & PASQUALI T. (1984) - *Pian dei Laghetti - S.Martino di Castrozza* - Preistoria Alpina, **20**, pp. 39-52.
- BARTOLOMEI G. & BROGLIO A. (1967) - *Il giacimento dei Fiorentini sull'Altopiano di Tonezza - Folgaria - Origini*, **1**, pp. 11-36.
- BARTOLOMEI G., BROGLIO A. & PALMA DI CESNOLA A. (1977) - *Chronostratigraphie et écologie de l'Epigravettien en Italie* - In (AA.VV.), *La fin des temps glaciaires en Europe - Chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*. Actes Colloque International C.N.R.S., pp. 297-234.
- BARTOLOMEI G., BROGLIO A., CATTANI L., CREMASCHI M., GUERRESCHI A., MANTOVANI E., PERETTO C. & SALA B. (1982) - *I depositi würmiani del Riparo Tagliente* - Annali Università di Ferrara, n.s. sez. XV, 3, pp. 61-105.
- BATTAGLIA L., BROGLIO A., CASTELLETTI L., LANZINGER M. & MASPERO A. (1992) - *Abri Soman* - Preistoria Alpina, **28** (2), pp. 291-298.
- BERGER A. & LOUTRE M.F. (1991) - *Insolation values for the climate of the last 10 million years* - Quat. Sci. Rev., **10**, pp. 297-317.
- BERTOLA S., BROGLIO A., CASSOLI P.F., CILLI C., CUSINATO A., DALMERI G., DE STEFANI M., FIORE I., FONTANA F., GIACOBINI G., GUERRESCHI A., GURIOLI F., LEMORINI C., LIAGRE J., MALERBA G., MONTOYA C., PERESANI M., ROCCI RIS A., ROSSETTI P., TAGLIACCOZZO A. & ZIGGIOTTI S. (2007) - *L'Epigravettiano recente nell'area prealpina e alpina orientale* - In (Martini F., a cura di), *L'Italia tra 15.000 e 10.000 anni fa. Cosmopolitismo e regionalità nel Tardoglaciale*. Millenni, Studi di Archeologia Preistoria, **5**, pp. 39-94.
- BEUG H.J. (1964) - *Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Gardaseegebiet unter besonderer Berücksichtigung der mediterranen Arten* - Flora, **154**, pp. 401-444.
- BINI A., BORSATO A., CARRARO F., CARTON A., CORBARI D., CUCATO M., MONEGATO G. & PELLEGRINI G.B. (2004) - *Definizione di alcuni termini in uso nella cartografia dei depositi quaternari continentali in ambito alpino* - Il Quaternario, Italian Journal of

- Quaternary Sciences, **17**, pp. 75-82.
- BINI A., CORBARI D., FALLETTI P., FASSINA M., PEROTTI C.R. & PICCIN A. (2007) - *Morphology and geological setting of Iseo lake (Lombardy) through multibeam bathymetry and high-resolution seismic profiles* - Swiss J. Geosci., **100**, pp. 23-40.
- BIRNIE J., GORDON J.E., BENNETT K. & HALL A.M., eds. (1993) - *The Quaternary of Shetland*. Quaternary Research Association, Cambridge.
- BJÖRCK S., WALKER J.C., CWCYNAR C.L., JOHNSEN S., KNUDSEN K.L., LOWE J.J., WOHLFARTH B. & INTIMATE members (1998) - *An event stratigraphy for the Last Termination in the North Atlantic region based on the Greenland ice-core record: a proposal by the INTIMATE group* - J. Quat. Sci., **13** (4), pp. 283-292.
- BROGLIO A. (1964) - *Il Riparo "Raffaello Battaglia" presso Asiago* - Rivista di Scienze Preistoriche, **XIX**, pp. 129-174.
- BROGLIO A. (1988-89) - *Possibilità di interpretazione funzionale di squilibri strutturali di sistemi litici - Origini*, **XIV**, pp. 647-652.
- BROGLIO A. (1992) - *Mountain sites in the context of the North-East Italian Upper Paleolithic and Mesolithic* - Preistoria Alpina, **28** (1), pp. 293-310.
- BROGLIO A. & DALMERI G. (a cura di) (2005) - *Pitture paleolitiche nelle Prealpi Venete: Grotta di Fumane e Riparo Dalmeri*. Atti del Simposio - Memorie Museo Civico di Storia Naturale di Verona, II serie, Sezione Scienze dell'Uomo, **9**, pp. 106-115.
- BROGLIO A. & IMPROTA S., (1994-95) - *Nuovi dati di cronologia assoluta del Paleolitico superiore e del Mesolitico del Veneto, del Trentino e del Friuli* - Atti Istituto Veneto Scienze, Lettere Arti, **CLIII**, pp. 1-45.
- BROGLIO A., CASTELLETTI L., FRIGO G., MARTELLO G., MASPERO A. & PERESANI M. (1992) - *Le site épigravettien de Val Lastari* - Preistoria Alpina, **28** (1), pp. 207-225.
- CALDERONI G., CASTIGLIONI G.B., FODDAI D., GALLO S., LOMBARDO M., MIOLA A. & ZANGHERI P. (1996) - *Palaeoenvironmental features of a peri-Euganean (Padua, Northern Italy) depression during the Late-Quaternary: first results* - Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, **9**, pp. 667-670.
- CASADORO G., CASTIGLIONI G.B., CORONA E., MASSARI F., MORETTO M.G., PAGANELLI A., TEREZIANI F. & TONIELLO V. (1976) - *Un deposito tardowürmiano con tronchi subfossili alle Fornaci di Revine (Treviso)* - Boll. Com. Glac. Ital., **24**, pp. 22-63.
- CASTELLARIN A., DAL PIAZ G.V., PICOTTI V., SELLI L., CANTELLI L., MARTIN S., MONTRESOR L., RIGATTI G., PROSSER G., BOLLETTINARI G., PELLEGRINI G.B., CARTON A. & NARDIN M. (2005) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 059 - Tione di Trento*. Provincia Autonoma di Trento, Trento.
- CREMASCHI M. & MARCHETTI M. (1995) - *Changes in fluvial dynamics in the Central Po Plain (Italy) between lateglacial and early Holocene*. In (Frenzel B. ed.): Palaeoclimate research, Paläoklimaforschung, **14**, pp. 173-190.
- DALMERI G. (a cura di) (2004) - *Studi sul Riparo la Cogola, Carbonare di Folgaria - Trento. Frequentazione Umana e Paleoambiente* - Preistoria Alpina, **40**, pp. 99-105.
- DALMERI G. & CUSINATO A. (a cura di) (2005) - *Studi sul Riparo Dalmeri (Grigno - Trento). Ritualità e frequentazione umana* - Preistoria Alpina, **41**, pp. 161-255.
- DALMERI G., KOMPATSCHER K., HROZNY KOMPATSCHER M., BASSETTI M., CUSINATO A. & PIAZZI O. (2004) - *Dinamiche comportamentali degli ultimi cacciatori-raccoglitori in area alpina. Il caso di studio del sito LR3 del Laghetto delle Regole (Castelfondo, Trento)* - Preistoria Alpina, **40**, pp. 5-26.
- DANSGAARD W., WHITE J.W.C. & JOHNSEN S.J. (1989) - *The abrupt termination of the Younger Dryas climate event* - Nature, **339**, pp. 532-534.
- DE KLERK P. (2004) - *Confusing concepts in Lateglacial stratigraphy and geochronology: origin, consequences, conclusions (with special emphasis on the type locality Bollingso)* - Review Paleobot. Palynol., **129**, pp. 265-298.
- DEADDIS M., DONEGANA M., PINI R., RAVAZZI C., WICK L., DE AMICIS M., MARCHETTI M. & MONEGATO G. (2007) - *The onset of the Last Glacial Maximum in northern Italy: chronostratigraphical and palaeoecological evidences from alluvial plain and lacustrine successions* - Geophysical Research Abstracts, **9**, p. 11648.
- DI ANASTASIO G., MONDINI C., PERESANI M. & VILLABRUNA A. (1995) - *Altopiano del Cansiglio. Scavi di siti paleolitici e mesolitici* - Quaderni Archeologia del Veneto, **XI**, pp. 11-18.
- DJINDJIAN F., KOZLOWSKI J.K. & OTTE M. (1999) - *Le Paléolithique supérieur en Europe*. Colin ed. Paris.
- DONEGANA M., FONTANA A., PAIERO G. & RAVAZZI C. (2005) - *Le torbe tardiglaciali di Bannia - Palazzine di Sopra: palinologia e ricostruzione ambientale*. In (a cura di Visentini P.): Bannia - Palazzine di Sopra. Quaderni del Museo Archeologico del Friuli Occidentale, **5**, pp. 15-18.
- DUCHES R., PERESANI M. & ZIGGIOTTI S. (in stampa) - *Nuovi dati sul popolamento antropico delle Prealpi Carniche nel tardoglaciale. Il sito di Pian delle More sul Piancavallo* - Rivista di Scienze Preistoriche, **LVII**.
- FEDERICI P.R., GRANGER D., PAPPALARDO M., RIBOLINI A., SPAGNOLO M. & CYR A.J. (2006) - *Egesen stage moraine dated in the Western Alps by means of cosmogenic beryllium-10* - INQUA-SEQS 2006 "Quaternary Stratigraphy and Evolution of the Alpine region in the European and Global Framework". Milano. Abstract Volume, p. 94.
- FINSINGER W., TINNER W., VAN DER KNAAP W.O., AMMANN B. (2006) - *The expansion of hazel (Corylus avellana L.) in the southern Alps: a key for understanding its early Holocene history in Europe?* - Quat. Sci. Rev., **25** (5-6), pp. 612-631.
- FIGIARELLI I. & TAGLIACOZZO A. (2004) - *Riparo Cogola: il contesto paleoecologico e lo sfruttamento delle risorse animali tra Epigravettiano e Mesolitico antico* - In (Dalmeri G., a cura di): Studi sul Riparo Cogola (Carbonare di Folgaria). Frequentazione umana e paleoambiente. Preistoria Alpina, **40**, pp. 159-186.
- FIGIARELLI I. & TAGLIACOZZO A. (2005) - *Lo sfruttamento delle risorse animali nei siti di altura e di fondovalle nel Tardoglaciale dell'Italia nord-orientale* - In (Malerba

- G. & Visentini P. a cura di): Atti del 4° Convegno Nazionale di Archeozologia. Quaderni del Museo Archeologico del Friuli Occidentale, **6**, pp. 97-109.
- FONTANA F., GUERRESCHI A. & LIAGRE J. (2002) - *Riparo Tagliente. La serie epigravettiana* - In (Aspes A., a cura di), Preistoria Veronese. Contributi e aggiornamenti. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, II serie, Sez. Scienze dell'Uomo, **5**, pp. 42-47.
- FONTANA A., MOZZI P. & BONDESAN A. (2004) - *L'evoluzione geomorfologica della Pianura Veneto-Friulana* - In (a cura di Bondesan A., Meneghel M.): Geomorfologia della Provincia di Vicenza. Esedra, Padova. Pp. 113-138.
- FRIEDRICH M., KROMER B., KAISER K.F., SPURK M., HUGHEN K.A. & JOHNSEN S.J. (2001) - *High-resolution climate signals in the Bølling / Allerød Interstadial (Greenland Interstadial 1) as reflected in European tree-ring chronologies compared to marine varves and ice-core records* - Quat. Sci. Rev., **20**, pp. 1223 - 1232.
- FRIEDRICH M., KROMER B., SPURK M., HOFMANN J. & KAISER K.F. (1999) - *Palaeo-environment and radiocarbon calibration as derived from Late Glacial / Early Holocene tree-ring chronologies* - Quat. Int., **61**, pp. 27-39.
- FRIEDRICH M., REMMELE S., KROMER B., HOFMANN J., SPURK M., KAISER K.F., ORCEL C. & KÜPPERS M. (2004) - *The 12,460-Year Hohenheim Oak and Pine Tree-Ring Chronology from Central Europe — A Unique Annual Record for Radiocarbon Calibration and Palaeoenvironment Reconstructions* - Radiocarbon, **46** (3), pp. 1111-1122.
- FRISIA S., BORSATO A., SPÖTL C., VILLA I.M. & CUCCHI F. (2005) - *Climate variability in the SE Alps of Italy over the past 17000 years reconstructed from a stalagmite record* - Boreas, **34**, pp. 445-455.
- GAILLARD M.-J. (1984) - *Etude palynologique de l'évolution tardi et postglaciaire de la végétation du Moyen-Pays Romand (Suisse)* - Diss. Bot., **77**, 322 pp.
- GEHRIG R. (1997) - *Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Klimageschichte des Val Camonica (Norditalien)* - Diss. Bot., 276, 148 pp.
- GNGFG CNR (1986) - *Ricerche geomorfologiche nell'alta Val di Peio (Gruppo del Cevedale)* - Geogr. Fis. Dinam. Quat., **9**, pp. 137-191.
- GOBET E., TINNER W., HUBSCHMID P., JANSEN I., WEHRLI M., AMMANN B. & WICK L. (2000) - *Influence of human impact and bedrock differences on the vegetation history of the Insubrian Southern Alps* - Veg. Hist. Archaeobot, **9**, pp. 175-187.
- GRADSTEIN F.M., OGG J.G., SMITH A.G., BLEEKER W. & LOURENS L.J. (2004) - *A new Geologic Time Scale with special reference to Precambrian and Neogene. Episodes*, **27** (2), pp. 83-100.
- GUERRESCHI A. (1975) - *L'Epigravettiano di Piancavallo (Pordenone)* - Preistoria Alpina, **11**, pp. 255-293.
- GUERRESCHI A. (1984) - *Il sito epigravettiano di Andalo (Trento) ed alcune considerazioni sull'Epigravettiano finale nel Nord Italia* - Preistoria Alpina, **20**, pp. 15-38.
- GUERRESCHI A. (a cura di) (1996) - *Il sito preistorico del Riparo di Biarzo (Valle del Natisone, Friuli)* - Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale, **39**, pp. 1-144.
- HEISS A.G., KOFLE W. & OEGGL K. (2005) - *The Ulten Valley in South Tyrol, Italy: Vegetation and Settlement History of the Area, and Macrofossil Record from the Iron Age Cult Site of St. Walburg* - Palyno-Bulletin of the Institute of Botany, University of Innsbruck, **1-2**, pp. 63-73.
- HICKS S. (2001) - *The use of annual arboreal pollen deposition values for delimiting tree-lines in the landscape and exploring models of pollen dispersal* - Review Paleobot. Palynol., **117**, pp. 1-29.
- IYERSEN J. (1954) - *The Late-Glacial Flora of Denmark and its Relation to Climate and Soil* - Danm. Geol. Unders., Series II, **80**, pp. 87-119.
- IVY OCHS S., SCHÄFER J., KUBIK P.W., SYNAL H.A. & SCHLÜCHTER C. (2004) - *The timing of deglaciation in the northern Alpine foreland (Switzerland)* - Ecl. Geol. Helv., **97**, pp. 47-55.
- IVY-OCHS S., KERSCHNER H., KUBIK P.W. & SCHLÜCHTER C. (2006) - *Glacier response in the European Alps to Heinrich Event 1 cooling: the Gschnitz stadial* - J. Quat. Sci., **21** (2), pp. 115-130.
- IVY-OCHS S., KERSCHNER H. & SCHLÜCHTER C. (2007) - *Cosmogenic nuclides and the dating of Lateglacial and Early Holocene glacier variations: The Alpine perspective* - Quat. Int., **164-165**, pp. 53-63.
- IVY-OCHS S., SCHLÜCHTER C., KUBIK P.W. & DENTON G. (1999) - *Moraine exposure dates imply synchronous Younger Dryas advances in the European Alps and in the Southern Alps of New Zealand* - Geografiska Annaler, 81A (2), pp. 313-324.
- JESSEN A. (1935) - *Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark* - Kortbladet Haderslev. D.G.U. I.R., pp. 17.
- JOHNSEN S.J., CLAUSEN H.B., DANSGAARD W., GUNDESTRUP N.S., HAMMER C.U., ANDRESEN U., ANDERSEN K.K., HVIDBERG C.S., DAHL-JENSEN D., STEFFENSEN D., SHOJI J.P., SVEINBJORNSDOTTIR A.E., WHITE J.W.C., JOUZEL J. & FISCHER D. (1997) - *The ^{18}O record along the Greenland Ice Core project deep ice core and the problem of possible Eemian climate instability* - J. Geophys. Res., **102**, pp. 26397-26410.
- KALTENRIEDER P., AMMANN B., RAVAZZI C. & TINNER W. (2004) - *Long-term forest dynamics during the past 26,000 years at Colli Euganei (near Padova, Italy)* - In: Climate Change, Impacts on Terrestrial Ecosystems. 2nd International NCCR Climate Summer School, Grindelwald, 30 aug.-6 sept. 2003.
- KELLY M.A., KUBIK P.W., VON BLANCKENBURG F. & SCHLÜCHTER C. (2004) - *Surface exposure dating of the Great Aletsch Glacier Egesen moraine system, western Swiss Alps, using the cosmogenic nuclide ^{10}Be* - J. Quat. Sci., **19**, pp. 431-441.
- KLASEN N., FIEBIG M., PREUSSER F., REITNER J.M. & RADTKE U. (2007) - *Luminescence dating of proglacial sediments from the Eastern Alps* - Quat. Int., **164-165**, pp. 21-32.
- KROMER B., SPURK M., REMMELE S., BARBETTI M. & TONIELLO V. (1998) - *Segments of atmospheric ^{14}C change as derived from Late Glacial and Early Holocene floating tree-ring series* - Radiocarbon, **40** (1), pp. 351-358.

- LAMBECK K., YOKOYAMA Y. & PURCELL T. (2002) - *Into and out of the Last Glacial Maximum: sea-level change during Oxygen Isotope Stages 3 and 2* - Quat. Sci. Rev., **21**, pp. 343-360.
- LANG G. (1994) - *Quartäre Vegetationsgeschichte Europas*. Fischer Verlag, Jena.
- LAPLACE G. (1966) - *Recherches sur l'origine et l'évolution des complexes leptolithiques* - École Française Rome, pp. 4.
- LATALOWA L. & VAN DER KNAAP W.O. (2006) - *Late Quaternary expansion of Norway spruce Picea abies (L.) Karst. in Europe according to pollen data* - Quat. Sci. Rev., **25**, pp. 2780-2805.
- LISTER G.S. (1988) - *A 15,000-Year Isotopic Record from Lake Zürich of Deglaciation and Climatic Change in Switzerland* - Quat. Res., **29**, pp. 129-141.
- LITT T., SCHMINCKE H.U. & KROMER B. (2003) - *Environmental response to climatic and volcanic events in central Europe during the Weichselian Lateglacial* - Quat. Sci. Rev., **22**, pp. 7-32.
- LITT T., BRAUER A., GOSLAR T., MERKT J., BALAGA K., MULLER H., RALSKA-JASIEWICZOVA M., STEBICH M. & NEGENDANK J.F.W. (2001) - *Correlation and synchronisation of the Lateglacial sequences in northern central Europe based on annually laminated lacustrine sediments* - Quat. Sci. Rev., **20**, pp. 1233-1249.
- LOTTER A.F., EICHER U., SIEGENTHALER U. & BIRKS H.J.B. (1992) - *Late-glacial climatic oscillations as recorded in Swiss lake sediments* - J. Quat. Sci., **7** (3), pp. 187-204.
- LOTTER A.F. (2001) - *The palaeolimnology of Soppensee (Central Switzerland) as evidenced by diatom, pollen, and fossil-pigment analyses* - Journal of Paleolimnology, **25**, pp. 65-79.
- LOTTER A.F. (1990) - *Die Entwicklung terrestrischer und aquatischer Ökosystemen Rotsee (Zentralschweiz) im Verlauf der letzten 15000 Jahre* - Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern, **31**, pp. 81-97.
- LOWE J.J. (2001) - *Abrupt climatic changes in Europe during the last glacial-interglacial transition: the potential for testing hypotheses on the synchronicity of climatic events using tephrochronology* - Global and Planetary Change, **603**, pp. 73-84.
- LOWE J.J., HOEK W. & INTIMATE GROUP (2001) - *Inter-regional correlation of palaeoclimatic records for the Last Glacial-Interglacial Transition: a protocol for improved precision recommended by the INTIMATE project group* - Quaternary Science Reviews, **20**, pp. 1175-1187.
- LOWE J.J. & WALKER M.J.C. (1997) - *Reconstructing Quaternary environments*. 2nd ed. Prentice Hall, Halow.
- LOWE J.J., AMMANN B., BIRKS H.H., BJÖRCK S., COOPE G.R., Cwynar L.C., DE BEAULIEU J.-L., MOTT R.J., PETEET D.M. & WALKER M.J.C. (1994) - *Climatic changes in areas adjacent to the North Atlantic during the last glacial-interglacial transition (14-9 ka BP)* - J. Quat. Sci., **9**, pp. 185-198.
- MAGNY M., AALVERGSBERG G., BÉGEOT C., BENOIT-RUFFALDI P., BOSSUET G., DISNAR J.-R., HEIRI O., LAGGOUN-DEFARGE F., MAZIER F., MILLET L., PEYRON O., VANNIERE B. & WALTER-SIMONNET A.-V. (2006) - *Environmental and climatic changes in the Jura mountains (eastern France) during the Lateglacial-Holocene transition: a multi-proxy record from Lake Lautrey* - Quat. Sci. Rev., **25**, pp. 414-445.
- MAGRİ D. (1994) - *Late-Quaternary changes of plant biomass as recorded by pollen-stratigraphical data: a discussion of the problem at Valle di Castiglione, Italy* - Review Palaeobot. Palynol., **81**, pp. 313-325.
- MAISCH M. (1982) - *Zur Gletscher-und Klimageschichte des alpinen Spätglazials* - Geographica Helvetica, **37**, pp. 93-104.
- MANGERUD J. (1982) - *The Chronostratigraphic Subdivision of the Holocene in Norden; a Review - Striae*, **16**, pp. 65-70.
- MANGERUD J., ANDERSON S.T., BERGLUND B.E. & DONNER J. (1974) - *Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification* - Boreas, **3**, pp. 109-128.
- MASPERO A. (1996) - *Dati sulla vegetazione del periodo glaciale: antracologia dei siti paleolitici del Nord Italia* - Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, **9** (2), pp. 591-598.
- MENKE B. (1968) - *Das Spätglazial von Glüsing. Ein Beitrag zur Kenntnis der spätglazialen Vegetationsgeschichte in Westholstein* - Eiszeitalter und Gegenwart, **19**, pp. 73-84.
- MERKT J. & MULLER H. (1999) - *Varve chronology of Lateglacial in Northwest Germany from lacustrine sediments of the Hamsee/Lower Saxony* - Quat. Int., **61**, pp. 41-59.
- MONEGATO G., RAVAZZI C., DONEGANA M., PINI R., CALDERONI G. & WICK L. (2007) - *Evidence of a two fold glacial advance during the Last Glacial Maximum in the Tagliamento end moraine system (SE Alps)* - Quaternary Research, **68**, pp. 284-302.
- MONTOYA C. (2004) - *Les traditions techniques à l'Épigravettien: analyses de séries du tardiglaciaire entre Alpes et Méditerranée* - Thèse de Doctorat, Directeur Prof. R. Chenorkian, Université de Provence (Aix-Marseille I).
- MONTOYA C. & PERESANI M. (2005) - *Premiers éléments de diachronie dans l'Épigravettien récent des Préalpes de la Vénétie* - In (Bracco J.P. & Montoya C. eds.) D'un monde à l'autre. Les systèmes lithiques pendant le Tardiglaciaire autour de la Méditerranée nord-occidentale. Actes de la Table Ronde. Mémoire de la Société Préhistorique Française, **XL**, pp. 123-138.
- MOZZI P., BINI C., ZILCCHI L., BECATTINI R. & LIPPI M.M. (2003) - *Stratigraphy, palaeopedology and palynology of Late Pleistocene and Holocene deposits in the landward sector of the lagoon of Venice (Italy), in relation to the Caranto level* - Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, **16** (1bis), pp. 193-210.
- MOZZI P., FONTANA A. & BONDESAN A. (2006) - *Stratigraphy and Paleopedology of the Post-LGM unconformity in the Venetian-Friulian Plain* - INQUA-SEQS Meeting 2006, Volume of abstract, pp. 22-23.
- NIESSEN F. & KELTS K. (1989) - *The deglaciation and Holocene sedimentary evolution of southern perialpine Lake Lugano - implications for Alpine paleoclimate* - Eclogae Geol. Helv., **82** (1), pp. 235-263.
- OROMBELLI G. & RAVAZZI C. (1995) - *Le torbe di Cerete*

- Basso (Bergamo): una successione stratigrafica di riferimento per il Tardiglaciale e l'Olocene nelle Prealpi Lombarde* - Rend. Ist. Lomb. Sci. Lett. Arti, Serie B, **129**, pp. 185-217.
- OROMBELLI G., RAVAZZI C. & CITA M.B. (2005) - *Osservazioni sul significato dei termini LGM (UMG), Tardoglaciale e postglaciale in ambito globale, italiano ed alpino* - Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, **18** (2), pp. 147-155.
- PALMA DI CESNOLA A. (1993) - *Il Paleolitico superiore in Italia*. Firenze.
- PELLEGRINI G.B., ALBANESE D., BERTOLDI R. & SURIAN N. (2005) - *La deglaciazione alpina nel Vallone Bellunese, Alpi Meridionali Orientali* - Geogr. Fis. Dinam. Quat., Suppl. **VII**, pp. 271-280.
- PENCK A. & BRÜCKNER E. (1909) - *Die Alpen im Eiszeitalter*. Dritter Band. Die Eiszeiten in den Sudalpen und im Bereich der Ostabdachung der Alpen. Leipzig.
- PERESANI M., MONTOYA C. & ZIGGIOTTI S. (in stampa) - *I campi epigravettiani di Val Lastari. Studio sulla produzione litica, le attività venatorie e la trasformazione dei materiali di un sito all'aperto sull'Altopiano dei Sette Comuni* - Preistoria Alpina, numero speciale.
- PERESANI M. (2006) - *Cultures et traditions du Paléolithique supérieur dans les régions nord-méditerranéennes* - In (Sanchidrian Torti J.L., Marquez A.M^a. & Fullola y Pericot J.M^a. eds.) *La Cuenca Mediterránea durante el Paleolítico Superior (38.000-10.000 años)*. IV Simposio de Prehistoria Cueva De Nerja. Fundación Cueva de Nerja, pp. 408-429.
- PERESANI M., BERTOLA S., DE STEFANI M. & DI ANASTASIO G. (1999-2000) - *Bus de La Lum and the Epigravettian occupation of the Venetian Pre-Alps during the Younger Dryas* - Rivista di Scienze Preistoriche, **L**, pp. 103-132.
- PERESANI M., DE CURTIS O., DUCHES R., GURIOLI F., ROMANDINI M. & SALA B. (in stampa) - *Grotta del Clusantin, un sito inusuale nel sistema insediativo epigravettiano delle Alpi italiane* - In (Mussi M. a cura di) *Il Tardiglaciale in Italia*. Lavori in corso. Origini.
- PHOCA-COSMETATU N. (2005) - *Landscape use in Northeast Italy during the Upper Palaeolithic* - Preistoria Alpina, **41**, pp. 23-49.
- PIGNATTI S. (1982) - *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
- PINI R. (2002) - *A high-resolution Late-Glacial - Holocene pollen diagram from Pian di Gembro (Central Alps, Northern Italy)* - Veg Hist Archaeobot, **11** (4), pp. 251-262.
- PORTER S.C. & OROMBELLI G. (1985) - *Glacier contraction during the middle Holocene in the western Italian Alps: Evidence and implications* - Geology, **13**, pp. 296-298.
- PREUSSER F. (2004) - *Towards a chronology of the Late Pleistocene in the northern Alpine Foreland - Boreas*, **33**, pp. 195-210.
- PREUSSER F., GEYTH M.A. & SCHLÜCHTER C. (2003) - *Timing of Late Pleistocene climate change in lowland Switzerland* - Quat. Sci. Rev., **22**, pp. 1435-1445.
- RAVAZZI C. (2002) - *Late Quaternary history of spruce in Southern Europe* - Review Palaeobot. Palynol., **120** (1-2), pp. 131-177.
- RAVAZZI C. (2003) - *An overview of the Quaternary continental stratigraphic units based on biological and climatic events in Italy* - Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, **16** (1Bis), pp. 11-18.
- RAVAZZI C. & PINI R. (2002) - *The late-glacial and early-middle Holocene spruce expansion in the eastern and central Alps: a discussion and new data* - Razprave IV SAZU, Ljubljana, **43** (2), pp. 189-211.
- RAVAZZI C., OROMBELLI G., TANZI G. & CLIMEX GROUP (2004) - *An outline of the flora and vegetation of Adriatic basin (Northern Italy and eastern side of the Apennine) during the Last Glacial Maximum* - In (Antonoli F. & Vai G.B. eds.): *Litho-paleoenvironmental maps of Italy during the Last Two Climatic Extremes*. Explanatory Notes. 32nd International Geological Congress, Firenze, pp. 15-20.
- RAVAZZI C., DONEGANA M., VESCOVI E., ARPENTI E., CACCIANIGA M., KALTENRIEDER P., MARABINI S., MARIANI S., PINI R., VAI G.B. & WICK L. (2006) - *A new Lateglacial site with Picea abies in the northern Apennine foothills: an exception to the model of glacial refugia of trees* - Veget. Hist. Archaeobot., **15**, pp. 357-371.
- REITNER J.M. (2007) - *Glacial dynamics at the beginning of Termination I in the Eastern Alps and their stratigraphic implications* - Quat. Int., **164-165**, pp. 64-84.
- SALVADOR A. ed. (1994) - *International Stratigraphic Code* - Second ed. The Geological Society of America, Boulder.
- SCHNEIDER R. (1978) - *Pollenanalytische Untersuchungen zur Kenntnis der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Südrand der Alpen zwischen Turin und Varese (Italien)* - Bot. Jahrb. Syst., **100** (1), pp. 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**, pp. 229-271.
- SCHWANDER J., EICHER U. & AMMANN B. (2000) - *Oxygen isotopes of lake marl at Gerzensee and Leysin (Switzerland), covering the Younger Dryas and two minor oscillations, and their correlation to the GRIP ice core* - Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeocol., **159**, pp. 203-214.
- SERANDREI BARBERO R., LEZZIERO A., ALBANI A. & ZOPPI U. (2001) - *Depositi tardo-pleistocenici nel sottosuolo veneziano: paleoambienti e cronologia* - Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, **14** (1), pp. 9-22.
- SPERANZA A., RAVAZZI C., BARONI C., CARTON A., VAN GEEL B., MOMMERSTEEG H. & OROMBELLI G. (1996) - *Holocene evolution and human impact in Central Alps: the Pian Venezia paleobotanical record (Trento, Italy)* - Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, **9** (2), pp. 737-744.
- STUIVER M. & REIMER P. (1986-2005) - *Calib Radiocarbon Calibration Program*. Version 5.0. Disponibile al CALIB website.
- TINNER W., HUBSCHMID P., WEHRLI M., AMMANN B. & CONEDERA M. (1999) - *Long-term forest fire ecology and dynamics in southern Switzerland* - J. Ecol., **87**, pp. 273-289.
- VALSECCHI V., TINNER W., FINSINGER W. & AMMANN B.

- (2006) - *Human impact during the Bronze Age in the vegetation at Lago Lucone (northern Italy)* - *Veg Hist Archaeobot.*, **15**, pp. 99-113.
- VAN DER KNAAP W.O., VAN LEEUWEN J.F.N., FINSINGER W., GOBET E., PINI R., SCHWEIZER A., VALSECCHI V. & AMMANN B. (2005) - *Migration and population expansion of Abies, Fagus, Picea, and Quercus since 15000 years in and across the Alps, based on pollen-percentage threshold values* - *Quat. Sci. Rev.*, **24**, pp. 645-680.
- VAN GEEL B., COOPE G.R. & VAN DER HAMMEN T. (1989) - *Palaeoecology and stratigraphy of the lateglacial type section at Usselo (The Netherlands)* - *Review Palaeobot. Palynol.*, **60**, pp. 25-129.
- VAN HUSEN D. (1997) - *LGM and Late-Glacial fluctuations in the Eastern Alps* - *Quat. Int.*, **38/39**, pp. 109-118.
- VAN HUSEN D. (2004) - *Quaternary glaciations in Austria* - In (Elhers J., Gibbard P.L. eds.), *Quaternary Glaciations - Extent and Chronology - Part I: Europe*. Elsevier, Amsterdam.
- VESCOVI E. (2007) - *Long-term population dynamics of major forest trees under strongly changing climatic conditions* - Tesi di Dottorato di Ricerca, Università di Berna e di Milano Bicocca. Pp. 104.
- VESCOVI E., RAVAZZI C., ARPENTI E., FINSINGER W., PINI R.; VALSECCHI V., WICK L., AMMANN B. & TINNER W. (2007) - *Interactions between climate and vegetation during the Lateglacial period as recorded by lake and mire sediment archives in Northern Italy and Southern Switzerland* - *Quaternary Science Reviews*, **26** (11-12), pp. 1650-1669.
- WALKER M.J.C. (1999) - *Rapid climate change during the last glacial-interglacial transition; implications for stratigraphic subdivision, correlation and dating* - *Global Planet. Change*, **30**, pp. 59-72.
- WALKER M. (2005) - *Quaternary Dating Methods* - Wiley, Chichester
- WALKER M.J.C., BJÖRCK S., LOWE J.J., CWYNAR L.C., JOHNSEN S., KNUDSEN K.L., WOHLFARTH B. & INTIMATE GROUP (1999) - *Isotopic "events" in the GRIP ice core: a stratotype for the late Pleistocene* - *Quat. Sci. Rev.*, **18**, pp. 1143-1150.
- WALTER H. & BRECKLE S.W. (1986) - *Ecological Systems of the Geobiosphere. 3: Temperate and polar zoniomes of Northern Eurasia* - Springer, Berlin.
- WELTEN M. (1982) - *Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen; Bern-Wallis* - *Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, **95**.
- WICK L. (1996) - *Late-glacial and early-Holocene palaeoenvironments in Brianza, N Italy* - *Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences*, **9** (2), pp. 653-660.
- WICK L. (1997) - *Spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte in den Südalpen zwischen Comersee und Splügenpass (Norditalien)* - PhD Thesis. University of Bern.
- WICK L. (2000) - *Vegetational response to climatic change recorded in Swiss Lateglacial lake sediment* - *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **159**(3), pp. 231-250.
- WICK L. (2006a) - *Full- to late-glacial vegetation and climate changes and evidence of glacial refugia in the south-eastern Alps (Italy)* - In (Colombaroli D., Kaltenrieder P., Vescovi E., Tinner W., Eds.): *XXX International Moor-Excursion 2006. Northern and Central Italy*. Università di Berna. Pp. 53-55.
- WICK L. (2006b, in stampa) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio Udine* - Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento Difesa del Suolo. Udine.
- ZIGGIOTTI S. (2005) - *Tecnologia e funzione. Apporto dell'analisi funzionale delle industria litiche dell'Epigravettiano Recente nelle Prealpi orientali italiane* - Tesi di Dottorato di Ricerca in scienze Antropologiche, Tesi di Dottorato di Ricerca, XVII Ciclo.
- ZOLLER H.(1960) - *Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz* - *Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, Band **LXXXIII**, Abh. 2.

Ms. ricevuto il 24 luglio 2007
 Testo definitivo ricevuto il 9 ottobre 2007

Ms. received: July 24, 2007
 Final text received: October 9, 2007

