

RAPPORTI TRA FRANE E VARIAZIONI CLIMATICHE: UNA BIBLIOGRAFIA RAGIONATA RELATIVA AL TERRITORIO EUROPEO

L. Borgatti ⁽¹⁾ - M. Soldati ⁽¹⁾ - N. Surian ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia,
Largo S. Eufemia n° 19, 41100 Modena.

⁽²⁾ Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica, Università degli Studi di Padova,
Via Giotto, n° 1, 35137 Padova.

RIASSUNTO - *Rapporti tra frane e variazioni climatiche: una bibliografia ragionata relativa al territorio europeo.* Il presente lavoro si inserisce in un progetto di ricerca nazionale che riguarda i rapporti tra frane e variazioni climatiche (Progetto MURST - Cofin 1999 "I movimenti franosi come indicatori di variazioni climatiche dal Tardiglaciale ad oggi"). Si tratta di una rassegna bibliografica ragionata che si prefigge di illustrare lo stato dell'arte su tali tematiche, definendo il quadro delle conoscenze a livello internazionale, con particolare riguardo al territorio europeo. L'esame dei lavori raccolti ha permesso, inoltre, di evidenziare una serie di problematiche relative ai rapporti tra frane e variazioni climatiche, che vengono brevemente illustrate.

Nella bibliografia ragionata, le referenze dei lavori sono numerate e accompagnate da una scheda suddivisa in quattro campi dove si riportano, rispettivamente, l'area geografica, il tipo di fenomeno, la scala temporale e il metodo di datazione. Ciascuna scheda si completa di un breve riassunto, nel quale si sottolineano in modo particolare gli aspetti riguardanti il rapporto tra frane e variazioni climatiche. A corredo della rassegna, i lavori sono stati suddivisi secondo le voci individuate nelle schede ed elencati in liste numerate per area geografica, periodo temporale e metodi di datazione impiegati.

Lo studio bibliografico e l'analisi degli oltre cento lavori raccolti hanno permesso di fare considerazioni sullo sviluppo della ricerca scientifica sul tema e, in particolare, sulle aree indagate, sull'estensione temporale dei periodi considerati e sui metodi di datazione.

ABSTRACT - Relationships between landslides and climatic changes: an annotated bibliography concerning Europe. *This study is part of a national research project concerning the relationships between landslides and climatic changes (MURST - Cofin 1999 Project "Mass movements as indicators of climate changes from the Lateglacial to date"). It consists of an annotated bibliographic review aiming at illustrating the state of the art on these topics, by defining the framework of knowledge at an international level, with particular attention paid to the European territory.*

Furthermore, the analysis of the works collected has allowed a series of problems relative to the relationships between landslides and climate changes to be pinpointed. For example, when a cluster of landslides is found, the nature of triggering factors should be carefully investigated in order to understand whether the concentration in time of landslide events is climatically induced or due to seismic or human activity. Moreover, any consideration on the relationships between past environmental conditions and landslide occurrence is feasible only when a certain number of events is datable. Further problems arise from the persistence in the landscape of landslide evidence which depends on the age of the event, the type, volume and nature of the material involved, as well as on the climatic conditions and, consequently, the intensity of geomorphological processes. The understanding of these aspects is of fundamental importance in order to achieve a proper interpretation of the data, mainly if a statistical analysis has to be undertaken. In addition, the uncertainty in the dating techniques should be taken into account. An in-depth knowledge of their principles and limitations is needed, together with the study of the geomorphological context. This is necessary either in the sampling or in the data interpretation stage, especially in the case of landslides that have undergone several reactivations.

In this annotated bibliography, references have been numbered and accompanied by a chart subdivided into four parts, where the geographic area, the type of process, the temporal scale and the dating method have been respectively reported. Each chart is completed by a short summary which emphasises the aspects concerning the relationships between landslides and climatic changes. The review has been completed by subdividing the works according to the entries identified and by listing the works in numbered charts based on the geographic area, temporal period and dating methods adopted.

The bibliographic study and the analysis of over one hundred works collected have permitted the development of scientific research on this topic to be properly defined. In particular, for the different areas investigated, various considerations are presented on the temporal extension of the periods considered and the dating methods adopted.

Parole chiave: frane, variazioni climatiche, bibliografia, Quaternario

Keywords: landslide, climatic changes, bibliography, Quaternary.

1. INTRODUZIONE

Negli ultimi tempi i cambiamenti globali del clima si sono rivelati un tema di grande attualità, suscitando dibattiti e polemiche tanto a livello di politica internazionale, quanto a livello dell'opinione pubblica. La comunità scientifica si sta occupando di queste problematiche in numerosi progetti di ricerca a carattere multidisciplinare, tra le cui finalità rientra anche la rico-

struzione dei cambiamenti climatici passati quali chiavi di lettura di quelli attuali e futuri. Uno dei temi di ricerca di maggiore attualità riguarda lo studio dei rapporti tra clima e rischi naturali; in particolare, è noto come tra i fenomeni di rischio più sensibili al fattore climatico, si annoverino i processi gravitativi.

A questo proposito, diversi lavori trattano dei rapporti tra instabilità dei versanti e variazioni climatiche (Starkel, 1986; Panizza *et al.*, 1996; Matthews *et al.*,

1997; González-Díez *et al.*, 1999) e, per di più, nel corso di numerose ricerche, in ambito sia europeo che extra-europeo, è stata ricostruita la ricorrenza temporale di fenomeni franosi, mettendo in evidenza concentrazioni di eventi dovute a cause climatiche in alcuni periodi del Tardiglaciale e dell'Olocene (Alexandrowicz, 1997; Brunsden & Ibsen, 1997; Corsini *et al.*, 2000; Margielewski, 2000).

Il presente lavoro si inserisce in un progetto di ricerca nazionale sui rapporti tra frane e variazioni climatiche (Progetto MURST - Cofin 1999 "I movimenti franosi come indicatori di variazioni climatiche dal Tardiglaciale ad oggi") e si prefigge di illustrare lo stato dell'arte su queste tematiche. Il progetto di ricerca suddetto riguarda essenzialmente il territorio italiano e, in particolare, le catene montuose del bacino padano; ciò nonostante, in via preliminare si è ritenuto opportuno definire il quadro delle conoscenze a livello internazionale. In quest'ottica, sono state dapprima raccolte e analizzate pubblicazioni riguardanti varie parti del mondo, circoscrivendo poi il campo di ricerca al territorio europeo che, pur presentando sostanziali difformità geologiche e geomorfologiche, nonché paleoclimatiche, risulta comunque un significativo ambito di riferimento.

L'esame dei lavori raccolti ha permesso di evidenziare una serie di problematiche relative ai rapporti tra frane e variazioni climatiche, che vengono qui brevemente illustrate; per una trattazione più ampia si rinvia a Soldati & Borgatti (in stampa).

Negli studi che riguardano i rapporti tra frane e variazioni climatiche, l'ipotesi da verificare è se il clima sia la causa principale di certi movimenti franosi e, se è plausibile che sussistano delle concause, è indispensabile valutarne il grado di influenza. Infatti, qualora si intendano considerare una o più frane quale indicatore di variazioni climatiche, è necessario individuare i fattori che possono aver provocato una concentrazione di eventi nel tempo. A tal fine, oltre al clima, si devono considerare i possibili effetti di eventi sismici e di interventi antropici.

In secondo luogo, il fenomeno franoso deve essere databile: solamente collocando il maggior numero possibile di eventi nella scala temporale, per poi confrontarne i periodi di concentrazione con la ricostruzione delle fluttuazioni climatiche, si possono fare considerazioni sulle condizioni ambientali che li hanno provocati.

Un'ulteriore problematica deriva dalla determinazione del tempo di persistenza delle forme nel paesaggio: il "tasso di franosità" in una certa area può essere stimato dopo aver riconosciuto e datato i corpi di frana che non sono stati cancellati ad opera di processi geomorfologici successivi. Ciò dipende dal loro volume iniziale, dal tipo di movimento e di materiale coinvolto, dal clima e quindi dai processi di modellamento successivi all'evento e soprattutto dall'età dei fenomeni. Pertanto, la valutazione di questi aspetti risulta fondamentale per una corretta interpretazione dei dati, soprattutto se si intende intraprendere analisi statistiche.

Infine, anche l'impiego di metodi di datazione presenta alcune incertezze: spesso è difficile scegliere il metodo più adeguato e oltre a ciò, per pervenire ad una corretta interpretazione dei dati, sono fondamentali un'approfondita conoscenza dei principi e dei limiti

del metodo utilizzato, nonché un'analisi del contesto stratigrafico e geomorfologico. Sull'affidabilità delle datazioni influiscono anche la modalità di campionamento e la scelta del sito da campionare, soprattutto nel caso frequente di frane che hanno subito diverse riattivazioni. A questo proposito, una volta datato un campione, non è sempre immediato comprendere se si tratti di un primo evento o di una riattivazione.

2. STRUTTURA DELLA BIBLIOGRAFIA RAGIONATA

Dal punto di vista concettuale, oltre ai lavori di Starkel (1966, 1985), un riferimento fondamentale per la definizione dello stato dell'arte in materia di relazioni tra frane e variazioni climatiche, è il volume di Matthews *et al.* (1997), che riporta i contributi di un convegno internazionale sul tema "Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene"; in questo lavoro viene discussa la possibilità di utilizzare la ricorrenza di fenomeni come frane, *debris flow* e valanghe nella ricostruzione delle variazioni climatiche oloceniche. Oltre allo stato dell'arte sul tema in esame, vengono indicati alcuni concetti guida, in forma di *key question*, per un corretto approccio alla ricerca sulle relazioni tra frane e variazioni climatiche.

Un altro significativo riferimento bibliografico è il volume "Solifluction and climatic variation in the Holocene" (Frenzel *et al.*, 1993), nel quale si discute la possibilità di utilizzare i fenomeni di soliflusso per la ricostruzione dei climi del passato e, in particolare, si riporta lo stato dell'arte in materia di datazione di suoli sepolti da lobi di soliflusso. A questo proposito, è importante sottolineare come il significato del termine "soliflusso" non sia sempre univoco: nella letteratura in lingua inglese, infatti, viene utilizzato indifferentemente per indicare fenomeni quali colate di terra e soliflusso in senso stretto. Nonostante questo, nella rassegna bibliografica è stato considerato anche questo filone di ricerca, in modo da poterne utilizzare i risultati soprattutto in fase di sintesi. Infatti, per valutare l'estensione temporale delle fasi di instabilità dei versanti, è utile avere un quadro dell'attività di altri processi morfogenetici anche se i parametri climatici che entrano in gioco sono in parte differenti.

Sulla base dell'analisi di questi lavori e di molti altri che fanno riferimento all'importanza del controllo climatico nell'insorgere di fenomeni di instabilità dei versanti, si è imposta una serie di valutazioni per indirizzare la ricerca e la selezione della bibliografia.

La rassegna bibliografica, che raccoglie oltre cento titoli, è focalizzata sugli effetti delle variazioni climatiche che si sono verificate nel corso del Tardiglaciale e dell'Olocene, su intervalli temporali dell'ordine di 10^2 - 10^3 anni e riguarda solo marginalmente il periodo storico e in particolare gli ultimi due secoli. Le metodologie adottate per indagini a queste due scale temporali sono differenti e non confrontabili: da una parte si tratta di stabilire la validità di un cosiddetto *proxy record*, ovvero di trarre indicazioni paleoclimatiche da un dato non climatico in senso stretto, mentre nel secondo caso si possono comunque stabilire delle correlazioni biunivoche tra cause ed effetti come, ad esempio, tra precipitazioni e fenomeno franoso. Sono stati perciò esclusi i lavori riguardanti il rapporto tra frane e clima inteso in senso meteorologico e quindi

tutte le ricerche supportate da misurazioni di dati come precipitazioni, temperature, altezza del manto nevoso etc.

Non sono stati neppure annoverati nella bibliografia i lavori che esaminano l'influenza del clima su valanghe, *permafrost* e *rock glacier*. Infatti, per quanto si tratti di fenomeni e processi indicativi di particolari condizioni climatiche e ambienti morfogenetici, nel corso della ricerca ci si è resi conto che rivestono un interesse marginale rispetto alle finalità qui prefisse.

D'altra parte, nella rassegna bibliografica sono stati inseriti lavori a carattere generale che, pur non riportando datazioni di fenomeni, risultano utili dal punto di vista teorico e metodologico così come lavori di sintesi che riportano considerazioni sulle fasi temporali di ricorrenza di fenomeni franosi.

Infine, si è preferito citare lavori facilmente reperibili, limitando il più possibile riferimenti ad atti di convegni non pubblicati, rapporti di progetti e relazioni interne di enti di ricerca.

Nella bibliografia ragionata i lavori sono numerati e accompagnati da una scheda strutturata secondo quattro parole chiave. I campi previsti nelle schede sono: area geografica, tipo di fenomeno, scala temporale e metodo di datazione. Queste parole chiave sono state scelte per fornire un resoconto chiaro del lavoro citato e soprattutto per agevolare la ricerca di particolari argomenti.

Le aree geografiche si riferiscono a catene montuose (Alpi, Appennino, Carpazi etc.) e agli Stati (Germania, Francia etc.), mentre per i lavori di sintesi si è utilizzata la nota "Europa".

Per quanto riguarda il tipo di fenomeno, si riportano le tipologie dei movimenti franosi quando queste sono specificamente descritte; se, invece, non si fa riferimento al tipo di fenomeno, oppure si descrivono fenomeni diversi, è stata utilizzata la dicitura "vari".

Il riferimento alla scala temporale è più complesso. Infatti, i metodi di datazione applicati sono diversi e rendere omogenee le note in questo campo risulta problematico. Nel caso di datazioni con il metodo del radiocarbonio, non tutti i riferimenti sono a date calendariali e, per quelli che riportano datazioni convenzionali, si sarebbe resa necessaria una calibrazione. Per le datazioni con metodi come palinologia, malacologia e dendrocronologia si fa riferimento a periodi di tempo variabili e, comunque, non confrontabili. Inoltre, se in un lavoro si analizzano numerosi fenomeni, riportare tutte le date non è immediato. Per queste ragioni, sono stati citati i periodi (Tardiglaciale, Atlantico etc.), secondo lo schema cronologico di Orombelli & Ravazzi (1996) e, nel caso di numerose datazioni o di lavori a carattere generale e di sintesi si è fatto riferimento all'intero periodo che viene considerato, che in molti casi corrisponde all'Olocene. Sono state utilizzate anche le voci "tempi storici" per fenomeni con date ottenute da archivi e "Attuale" nel caso di frane attive in tempi recenti.

Nel campo dei metodi di datazione si specificano le tecniche utilizzate per la datazione del fenomeno descritto nel lavoro. Oltre a riferimenti in forma calendariale, talvolta si trovano datazioni relative, ottenute da evidenze geomorfologiche o analisi stratigrafiche. Anche se questi riferimenti temporali non sono precisi, si dimostrano comunque di grande interesse. Infatti, è fondamentale avere il maggior numero possibile di

eventi datati per ricostruire un quadro significativo della ricorrenza di fenomeni di instabilità e, inoltre, lo studio del contesto geomorfologico è indispensabile per una corretta interpretazione dei dati.

Per i lavori a carattere generale e ogni qual volta non fosse espresso il tema attinente ad una voce, il relativo campo della scheda viene lasciato vuoto.

Ogni scheda si completa di un breve riassunto del lavoro, in cui si fa riferimento in particolare ad eventuali cenni dell'Autore al rapporto tra frane e variazioni climatiche.

3. BIBLIOGRAFIA RAGIONATA

A corredo della rassegna, i lavori sono stati suddivisi secondo le voci individuate nelle schede ed elencati in liste numerate per area geografica (a), periodo temporale considerato (b) e metodi di datazione impiegati (c).

a) *area geografica*

Alpi: 1, 2, 12, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 31, 32, 33, 45, 46, 47, 57, 58, 59, 60, 64, 65, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 88, 89, 91, 90, 93, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 109.

Appennini: 87, 94.

Carpazi: 3, 4, 5, 35, 53, 61, 62, 63, 99.

Cordigliera Cantabrica: 19, 36, 37, 48.

Costa britannica meridionale: 42, 43, 82.

Europa¹: 11, 15, 16, 18, 25, 26, 30, 66, 67, 95, 96, 97, 98, 99.

Gran Bretagna²: 15, 34.

Highlands: 6, 8, 9, 13, 44.

Islanda: 107.

Massiccio Boemo: 54.

Massiccio Scistoso Renano: 39.

Monti Pennini: 29, 40, 49, 102.

Monti Scandinavi: 7, 28, 38, 50, 52, 65, 71, 85, 86, 92, 108.

Monti Tatra: 51, 55, 56.

Nessun riferimento: 14, 17, 68.

Pirenei: 20, 69.

Romania: 10.

b) *scala temporale*

Quaternario: 10, 67.

Pleistocene sup.: 69.

Würm: 46.

Dryas antico: 72.

Tardiglaciale: 2, 3, 4, 11, 19, 25, 26, 39, 54, 56, 59, 63, 74, 77, 79, 80, 81, 92, 93, 96.

Olocene: 1, 3, 5, 6, 8, 11, 13, 14, 18, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 43, 48, 49, 50, 52, 58, 62, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 75, 78, 79, 80, 81, 85, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 103, 104, 105, 107, 108, 109.

Olocene inferiore: 2, 14, 41, 74, 77, 93.

Preboreale: 21, 22, 23, 45, 53, 109.

Boreale: 21, 23, 28, 29, 109.

Atlantico: 9, 24, 53, 54, 61, 84, 93, 102.

¹ Si tratta di lavori che riguardano più paesi europei o che riportano sintesi di dati.

² Si tratta di lavori che riguardano il territorio britannico in generale.

Subboreale: 21, 22, 23, 24, 40, 46, 47, 56, 60, 61, 71, 73, 77, 88, 93, 101, 102.
 Subatlantico: 22, 40, 44, 53, 56, 73, 86, 90, 100, 105.
 Tempi storici: 12, 20, 42, 76, 83, 91.
 Piccola Età Glaciale: 4, 7, 38, 51, 55, 61, 82, 106.
 Attuale: 7, 17, 19, 39, 41, 51, 55, 59, 63, 79, 82, 84, 88, 101, 106.

c) *metodi di datazione*

Archeologia: 32, 39, 53, 84.
 Archivio: 15, 16, 38, 42, 43, 53, 59, 64, 69, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 87, 93.
 Biostratigrafia: 63.
 Dendrocronologia: 7, 16, 20, 57, 58, 69, 83, 89, 90, 91, 96, 97, 100, 101.
 Evidenze geomorfologiche: 1, 2, 8, 19, 27, 36, 37, 45, 46, 48, 53, 54, 61, 68, 69, 72, 73, 74, 80, 83, 85, 89, 107.
 Lichenometria: 20, 51, 52, 55, 57, 68, 83, 86.
 Malacologia: 3, 4, 5.
 Nessun riferimento: 14, 17, 34, 95, 106.
 Nuclidi cosmogenici: 9, 45.
 Palinologia: 4, 10, 13, 19, 29, 31, 32, 40, 46, 49, 53, 56, 89, 99, 102.
 Pedologia: 46, 107.
 Radiocarbonio: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 96, 97, 99, 101, 103, 104, 105, 108, 109.
 Termoluminescenza (TL), Luminescenza Stimolata Otticamente (OSL): 21, 52, 57.
 Tracce di Fissione (ART): 45, 57.
 Vari: 11, 18, 25, 26, 67, 98.
 Vegetazione: 107.

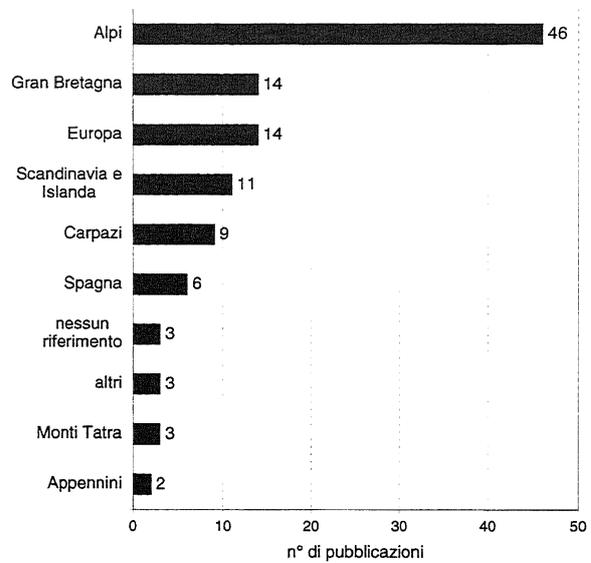


Fig 2: aree geografiche indagate nei lavori raccolti nella bibliografia.

Geographical areas analysed in the papers collected in the bibliography.

Per quanto riguarda lo sviluppo della ricerca scientifica in questo campo, si osserva un progressivo aumento di pubblicazioni nel corso degli ultimi quarant'anni (Fig. 1). Negli anni '60 e '70 è stato realizzato un numero esiguo di lavori sull'argomento, mentre a partire dagli anni '80, ed in particolare negli anni '90, si registra un deciso incremento nel numero di pubblicazioni (si fa notare che il picco del 1997 è da attribuirsi al già citato volume di Matthews *et al.*).

I lavori esaminati riguardano varie regioni e catene montuose europee, ma alcune di queste (ad esempio Alpi, Gran Bretagna, Scandinavia e Polonia) sono state oggetto di un maggior numero di studi (Fig. 2). Questo può essere dovuto al fatto che "storicamente" alcune aree (nel caso specifico le Alpi) sono state maggiormente indagate, ma anche alla presenza o meno di gruppi di ricerca con una tradizione nello studio dei processi gravitativi e delle modificazioni ambientali (gruppi di ricerca importanti sono ad esempio presenti in Gran Bretagna, in Polonia, oltre che in Italia).

I periodi analizzati sono naturalmente variabili, ma molti lavori riportano datazioni che coprono una

4. CONCLUSIONI

Lo studio bibliografico e l'analisi dei lavori raccolti hanno permesso di esprimere considerazioni sullo sviluppo della ricerca scientifica sul tema dei rapporti tra frane e variazioni climatiche, sulle aree indagate, sull'estensione temporale dei periodi considerati e sui metodi di datazione utilizzati.

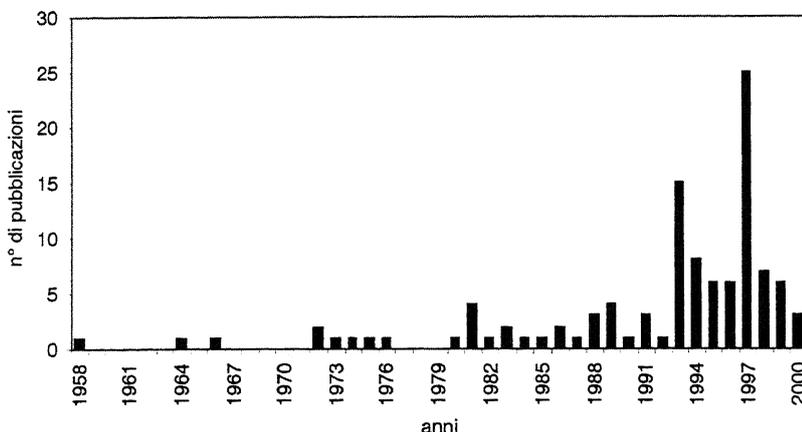


Fig. 1: numero di pubblicazioni per anno.
Number of papers per year.

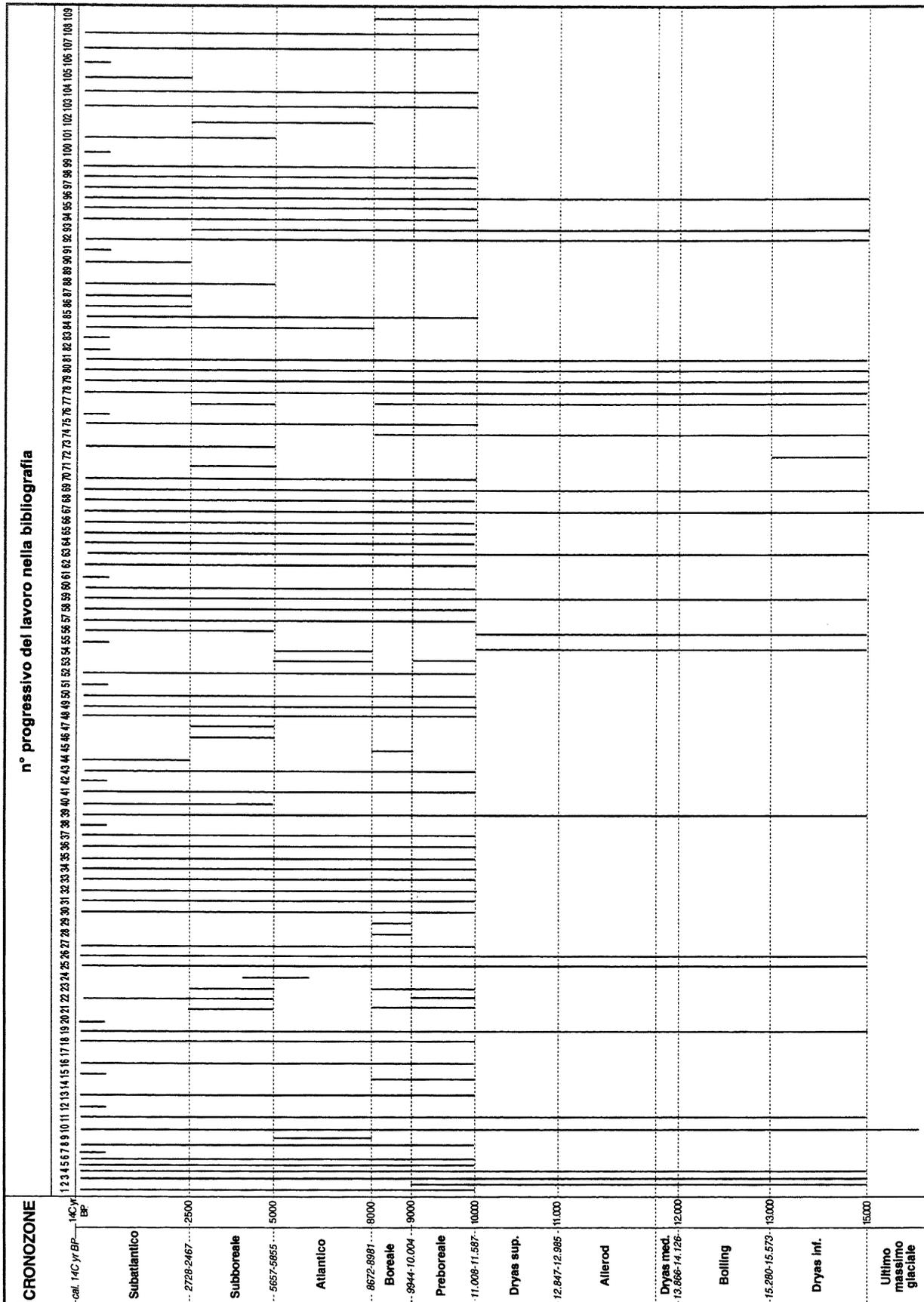


Fig. 3: estensione dei diversi periodi considerati nei lavori raccolti nella bibliografia. La cronologia è derivata da Orombelli & Ravazzi (1996).

Different periods analysed within the papers collected in the bibliography. Chronology from Orombelli & Ravazzi (1996).

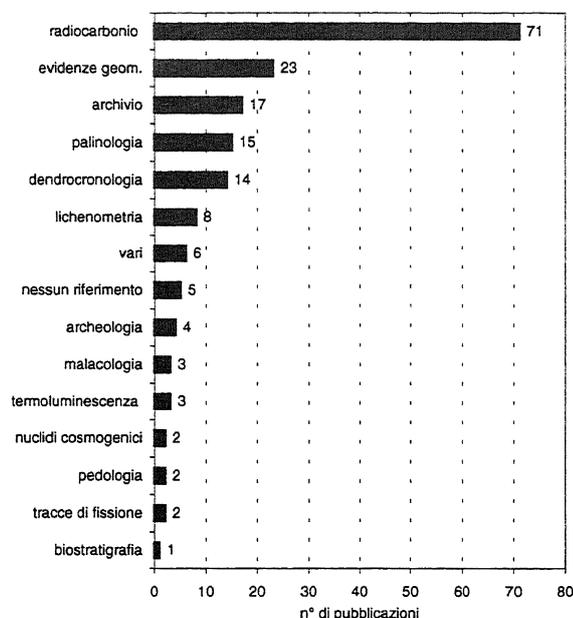


Fig. 4: metodi di datazione utilizzati per ricostruire la ricorrenza dei fenomeni franosi nei diversi lavori raccolti nella bibliografia.

Dating methods applied to assess the temporal occurrence of mass movements in the papers collected in the bibliography.

scala temporale ampia, che si espande dal Tardiglaciale all'Attuale (Fig. 3). Alcuni riportano i risultati di datazioni di singoli eventi, altri si concentrano su fenomeni avvenuti in determinati periodi, ad esempio l'Olocene inferiore o la Piccola Età Glaciale. In alcuni casi la scala temporale indagata dipende dal metodo di datazione impiegato.

Per quanto riguarda i metodi di datazione, il radiocarbonio è quello più ampiamente utilizzato (Fig. 4). Va comunque sottolineato che in vari casi sono stati impiegati congiuntamente più metodi, con un approccio sicuramente più affidabile per una più precisa definizione cronologica dei fenomeni franosi.

RINGRAZIAMENTI

Lavoro eseguito con fondi MURST - Cofin 1999: "I fenomeni franosi come indicatori di variazioni climatiche dal Tardiglaciale ad oggi". Responsabile Nazionale: Prof. M. Panizza; Responsabili U.O.: Prof. M. Panizza (Modena), Prof. G.B. Pellegrini (Padova).

Gli autori ringraziano il Prof. Mario Panizza per la lettura critica del manoscritto e i Drr. Alessandro Corsini, Alessandro Pasuto, Sandro Silvano e Ornella Turitto per la disponibilità dimostrata durante la fase di raccolta bibliografica.

BIBLIOGRAFIA

Alexandrowicz S.W. (1997) - *Holocene dated landslides in the Polish Carpathians*. In: J.A. Matthews, D. Brunnsden, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), *Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 75-83.

Brunnsden D. & Ibsen M.-L. (1997) - *The temporal occurrence and forecasting of landslides in the European Community: summary of relevant results of the European Community EPOCH Programme*. In: J.A. Matthews, D. Brunnsden, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), *Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 401-407.

Corsini A., Pasuto A. & Soldati M. (2000) - *Landslides and climate change in the Alps since the Late-glacial: evidence of case studies in the Dolomites (Italy)*. In: E. Bromhead, N. Nixon & M.-L. Ibsen (eds.), *Landslides in research, theory and practice*. Thomas Telford Publishing, London, 329-334.

Crozier M. (1997) - *The climate - landslide couple: a Southern Hemisphere perspective*. In: J.A. Matthews, D. Brunnsden, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), *Rapid mass movement as a source of climatic evidence for Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 1-6.

Frenzel B., Matthews J.A. & Gläser B. (1993) - *Solifluction and climatic variation in the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 11, 387 pp.

González-Díez A., Remondo J., Díaz de Terán J.R. & Cendrero A. (1999) - *A methodological approach for the analysis of the temporal occurrence and triggering factors of landslides*. *Geomorphology*, 30, 95-113.

Margielewski W. (2000) - *Landslides phases in the Polish Outer Carpathians*. In: E. Bromhead, N. Nixon & M.-L. Ibsen (eds.), *Landslides in research, theory and practice*. Thomas Telford Publishing, London, 1011-1016.

Matthews J.A., Brunnsden D., Frenzel B., Gläser B. & Weiß M.M. (eds.) (1997) - *Rapid mass movement as a source of climatic evidence for Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 444 pp.

Orombelli G. & Ravazzi C. (1996) - *The Late Glacial and the early Holocene: chronology and paleoclimate*. *Il Quaternario*, 9(2), 439-443.

Panizza M., Pasuto A., Silvano S. & Soldati M. (1996) - *Temporal occurrence and activity of landslides in the area of Cortina d'Ampezzo (Dolomites, Italy)*. *Geomorphology*, 15(3-4), 311-326.

Soldati M. & Borgatti L. (in stampa) - *Frane e variazioni climatiche dal Tardiglaciale ad oggi: messa a punto concettuale e stato dell'arte*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*

Starkel L. (1966) - *Post-glacial climate and the moulding of European relief*. *Proc. Int. Symp. on World Climate from 8000 to 0 B.C.*, Royal Meteorological Society, London, 15-33.

Starkel L. (1985) - *The reflection of the Holocene climatic variations in the slope and fluvial deposits and forms in the European mountains*. *Ecologia Mediterranea*, 11(1), 91-97.

Starkel L. (1986) - *Holocene climatic changes reflected in the slope and valley floor evolution in European mountains*. *Studia Geom. Carpatho-Balcanica*, 20, 49-57.

SCHEDE BIBLIOGRAFICHE

1. Abele G., 1994. *Felsgleitung im Hochgebirge und ihr Gefahrenpotential*. Geogr. Rundschau 7-8, 414-420.

Area geografica: Alpi (Austria, Svizzera, Italia)
 Tipo di fenomeno: scivolamento in roccia
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C, evidenze geomorfologiche

Molte delle grandi frane nella regione alpina erano considerate immediatamente successive allo scioglimento dei ghiacciai, mentre negli ultimi anni, grazie alla datazione al radiocarbonio di molte di esse, si è osservato che la maggior parte sono avvenute in condizioni morfoclimatiche simili alle attuali. L'Autore, inoltre, sottolinea come sia di fondamentale importanza conoscere i meccanismi d'innescio e di evoluzione di questi fenomeni, che sono certamente rari ma rappresentano tuttora dei gravi rischi per le aree montane.

2. Abele G., 1997. *Influence of glacier and climatic variation on rockslide activity in the Alps*. In: J.A. Matthews, D. Brunnsden, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 19, 1-6.

Area geografica: Alpi (Austria, Svizzera, Francia)
 Tipo di fenomeno: scivolamento in roccia
 Scala temporale: Tardiglaciale - Olocene inferiore
 Datazioni: ¹⁴C, evidenze geomorfologiche

Si descrivono, fra le altre, le frane di Tschirgant, Eibsee, Köfels e Flims, sottolineando come molti dei grandi fenomeni franosi sulle Alpi non si siano verificati con lo scioglimento dei ghiacci, ma dopo un tempo di risposta variabile e dipendente da fattori interni al versante, in particolare dalla sua struttura geologica.

3. Alexandrowicz S.W., 1993. *Late quaternary landslides at the eastern periphery of the national park of the Pieniny Mountains, Carpathians, Poland*. Studia Geol. Polonica, 102, 209-225.

Area geografica: Carpazi (Polonia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene
 Datazioni: ¹⁴C, malacologia

Sono stati datati con il radiocarbonio resti vegetali associati a piante e molluschi subfossili in depositi lacustri da sbarramento per frana. In questo modo sono state distinte 5 diverse fasi di attività che si estendono dal periodo freddo tardo-pleistocenico (Vistoliano) fino alla Piccola Età Glaciale.

4. Alexandrowicz S.W., 1997. *Holocene dated landslides in the Polish Carpathians*. In: J.A. Matthews, D. Brunnsden, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 19, 75-83.

Area geografica: Carpazi (Polonia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene, Piccola Età Glaciale
 Datazioni: ¹⁴C, palinologia, malacologia

Si descrivono venti frane datate tramite diverse metodologie; dall'analisi della ricorrenza dei fenomeni vengono distinte cinque fasi di più intensa attività correlabili con periodi brevi, ma caratterizzati da intensi cambiamenti climatici. Queste fasi coincidono con quelle rilevate da altri Autori in diverse regioni europee (Inghilterra, Norvegia, Romania).

5. Alexandrowicz S.W. & Alexandrowicz Z., 1999. *Recurrent Holocene landslides: a case study of the Krynica landslide in the Polish Carpathians*. The Holocene, 9, 91-99.

Area geografica: Carpazi (Polonia)
 Tipo di fenomeno: scivolamento
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C, malacologia

Viene descritta in dettaglio la frana di Krynica, che ha alternato periodi di attività e quiescenza a partire dall'inizio dell'Olocene fino al Subatlantico. Tramite datazioni con il radiocarbonio e studi delle associazioni di molluschi, sono state distinte quattro fasi di attività che mostrano una buona corrispondenza con i periodi di instabilità dei versanti causata da cambiamenti climatici che sono stati riconosciuti da altri Autori nei Carpazi e in parte delle altre catene montuose europee.

6. Ballantyne C.K., 1993. *Holocene mass movement on Scottish mountains: dating, distribution and implication for environmental change*. In: B. Frenzel, J.A. Matthews & B. Gläser, Solifluction and climatic variation in the Holocene. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 11, 71-85.

Area geografica: Highlands (Scozia)
 Tipo di fenomeno: *debris flow*, soliflusso
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ^{14}C

In questo lavoro si analizzano le fasi di maggiore intensità riconosciute durante l'Olocene relativamente a due diversi tipi di fenomeni: *debris flow* e soliflusso. Si rileva come il numero di dati disponibili non sia sufficiente per trarre conclusioni definitive e come le implicazioni paleoambientali che si possono dedurre non siano univoche; in ogni caso, si sottolineano le grandi potenzialità di questo tipo di dati nello studio delle fluttuazioni climatiche.

7. Ballantyne C.K., 1995. *Paraglacial debris-cone formation on recently deglaciated terrain, western Norway*. *The Holocene*, 5, 25-33.

Area geografica: Monti Scandinavi (Norvegia)
 Tipo di fenomeno: *debris flow*
 Scala temporale: Piccola Età Glaciale, Attuale
 Datazioni: dendrocronologia

Attraverso un'analisi morfostratigrafica e dendrocronologica sono stati esaminati tre conoidi da *debris flow* formati durante la deglaciazione della Piccola Età Glaciale. La ricerca ha messo in luce che la formazione di questi conoidi si è conclusa in tempi relativamente brevi, cioè nell'arco di 1-2 secoli, in seguito all'esaurimento del materiale erodibile nelle aree di alimentazione.

8. Ballantyne C.K., 1997. *Holocene rock-slope failures in the Scottish Highlands*. In: J.A. Matthews, D. Brunsten, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 197-205.

Area geografica: Highlands (Scozia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: evidenze geomorfologiche

Sono state riconosciute e datate circa 50 frane localizzate nell'area raggiunta dall'ultima avanzata glaciale. Le età ottenute da considerazioni di ordine stratigrafico sono risultate per la maggior parte comprese tra 10.000 e 5000 anni BP. I fattori che possono aver ridotto la resistenza degli ammassi rocciosi prima della rottura vanno ricercati nell'erosione ad opera dei ghiacciai, nell'innalzamento delle pressioni interstiziali e in meccanismi di rottura progressiva, ma il fattore più importante è stato l'intensificarsi dell'attività sismica conseguente al riequilibrio isostatico dopo lo scioglimento dei ghiacci, che ha agito in maniera indipendente dalle fluttuazioni climatiche oloceniche.

9. Ballantyne C.K., Stone J.O. & Fifield L.K., 1998. *Cosmogenic Cl-36 dating of postglacial landsliding at The Storr, Isle of Skye, Scotland*. *The Holocene*, 8, 347-351.

Area geografica: Highlands (Scozia)
 Tipo di fenomeno: scivolamento rotazionale in roccia
 Scala temporale: Atlantico (6500±500 anni BP cal.)
 Datazioni: ^{36}Cl cosmogenico

Una grande frana postglaciale è stata datata con il metodo del ^{36}Cl cosmogenico. L'età della frana è stata stimata 6500±500 anni BP cal. Ciò indica che un lungo periodo di tempo (circa 7000 anni) è trascorso dalla deglaciazione al verificarsi del fenomeno gravitativo. Vengono inoltre illustrate le potenzialità di questo metodo di datazione.

10. Bălțeanu D., 1997. *Mass movement and climate in Romania*. In: J.A. Matthews, D. Brunsten, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 127-136.

Area geografica: Romania
 Tipo di fenomeno: vari

Scala temporale: Quaternario
 Datazioni: palinologia

Si descrivono le aree del territorio rumeno che sono maggiormente interessate da fenomeni franosi e le principali cause di questi fenomeni, con particolare riferimento alle condizioni climatiche passate e attuali. In particolare, tramite analisi di diagrammi pollinici, sono stati riconosciute fasi di più intensa instabilità dei versanti in corrispondenza di periodi umidi (come, ad esempio, l'Atlantico e il Subatlantico).

11. Berrisford M.S. & Matthews J.A., 1997. *Phases of enhanced rapid mass movement and climatic variation during the Holocene: a synthesis*. In: J.A. Matthews, D. Brunsten, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), *Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 409-440.

Area geografica: Europa
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene
 Datazioni: vari metodi

Gli Autori sintetizzano i risultati raggiunti nei singoli lavori presentati nel volume a cura di Matthews *et al.* (1997). Innanzi tutto vengono distinti tre diversi tipi di fenomeni (frane, *debris flow* e valanghe) e si sottolinea come i *data base* per ciascun fenomeno non siano esaurienti. I movimenti di massa rapidi indicano un segnale climatico differente a seconda del tipo di fenomeno considerato, ma che risulta comunque correlabile con i dati delle fluttuazioni del fronte dei ghiacciai e con le ricostruzioni dell'intensificazione del soliflusso in aree montuose. In ogni caso, è difficile instaurare correlazioni fra aree diverse, soprattutto a causa della qualità degli schemi proposti dagli Autori che spesso sono difficilmente confrontabili. A livello generale, i dati indicano un intensificarsi dell'attività da 5000 anni BP, ma questo in parte riflette lo scarso numero datazioni disponibili per il periodo precedente. Inoltre, si possono notare alcune discrepanze tra gli schemi ricostruiti per aree geografiche diverse.

12. Biondi E., Pedrotti F. & Tomasi G., 1981. *Relitti di antiche foreste sul fondo di alcuni laghi del Trentino*. *Studi Trent. Sc. Nat. Acta Biol.*, 58, 93-117.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Subatlantico (1280-1580 d.C.)
 Datazioni: ¹⁴C

Viene segnalata la presenza di relitti di foreste sul fondo di alcuni laghi del Trentino che si sono formati per sbarramento da frana: Tenno, Cei, Canzolino, Tovel. Sono state eseguite una serie di analisi con il radiocarbonio ed è stato possibile datare l'epoca di formazione dai laghi, che risalgono tutti all'epoca storica.

13. Brazier V., Whittington G. & Ballantyne C.K., 1988. *Holocene debris cone evolution in Glen Etive, Western Grampian Highlands, Scotland*. *Earth Surf. Process. Landf.*, 13, 525-531.

Area geografica: Highlands (Scozia)
 Tipo di fenomeno: *debris flow*
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C, palinologia

Attraverso uno studio stratigrafico di dettaglio, datazioni radiometriche e analisi polliniche è stata ricostruita l'evoluzione olocenica di un conoide da *debris flow*. Il conoide si è formato attraverso un'aggradazione paraglaciale tra 10.000 e 4000 anni BP, mentre nel periodo successivo il conoide si è stabilizzato, come testimonia la formazione di un suolo. Una ripresa dell'attività del conoide si è verificata solo negli ultimi secoli, probabilmente in seguito a vari interventi antropici sul territorio.

14. Brooks S.M., Anderson M.G. & Crabtree K., 1995. *The significance of fragipans to early-Holocene slope failure: application of physically based modelling*. *The Holocene*, 5, 293-303.

Area geografica: -
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene inferiore
 Datazioni: -

Gli Autori mettono in evidenza il significato che possono aver avuto i suoli e, in particolare, gli orizzonti di fragipan (orizzonti con forte compattazione, bassa permeabilità e spessore variabile da 20 a 80 cm) nell'innescare di fenomeni gravitativi nell'Olocene antico (attorno a 7500 anni BP). Viene infatti dimostrato che i fragipan, che ebbero proprio un massimo sviluppo circa 7500 anni BP, riducono sensibilmente la stabilità dei versanti, in par-

ticolare per pendenze superiori a 15°. Una conclusione di questa ricerca è quindi che, nell'analisi dei fattori che contribuirono all'instabilità dei versanti in quel periodo di tempo, l'importanza del clima potrebbe essere minore di quanto generalmente supposto.

15. Brunsden D. & Ibsen M.-L., 1994. *The nature of the European archive of historical landslide data, with specific reference to the United Kingdom*. In: R. Casale, R. Fantechi & J.-C. Flageollet (eds.), *Temporal occurrence and forecasting of landslides in the European Community - Final Report*. European Commission, Bruxelles, 1, 21-70.

Area geografica: Europa, Gran Bretagna
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: tempi storici
 Datazioni: archivio

La finalità di questo lavoro è di stabilire quanto gli archivi di frane storiche ricostruiti da giornali, dipinti, stampe, fotografie aeree e terrestri, letteratura scientifica etc. siano rappresentativi della distribuzione temporale di questi fenomeni. Si analizzano le problematiche che si devono affrontare nell'allestimento degli archivi, soprattutto a causa delle difficoltà nell'interpretazione dei dati e della non omogeneità degli stessi.

16. Brunsden D. & Ibsen M.-L., 1997. *The temporal occurrence and forecasting of landslides in the European Community: summary of relevant results of the European Community EPOCH Programme*. In: J.A. Matthews, D. Brunsden, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), *Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 401-407.

Area geografica: Europa
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C, dendrocronologia, archivio

In questo lavoro si riassumono i risultati di un progetto di ricerca sulla ricorrenza dei fenomeni franosi nell'Unione Europea svolto nell'ambito del Programma EPOCH della Commissione Europea. Una delle conclusioni più importante a cui si è giunti è che i fenomeni d'instabilità dei versanti studiati nel corso del Progetto recano un segnale climatico. A questo proposito, si discutono le più rilevanti problematiche che si incontrano nel valutare il rapporto tra frane e variazioni climatiche. Infine, viene riportato uno schema delle frane datate nelle aree di studio.

17. Buma J. & Dehn M., 1998. *A method for predicting the impact of climate change on slope stability*. *Environmental Geology*, 35, 190-196.

Area geografica: -
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Attuale, futuro
 Datazioni: -

Vengono valutate le possibilità di un metodo per la previsione delle frane in relazione alle variazioni climatiche attualmente in atto ("effetto serra"). Tale metodo mette in relazione modelli di stabilità dei versanti con i modelli di circolazione generale ("*General Circulation Models*"). Vengono infine riportati i risultati relativi ad un caso di studio (bacino di Barcelonnette, Francia).

18. Casale R., Fantechi R. & Flageollet J.-C. (eds.), 1994. *Temporal occurrence and forecasting of landslides in the European Community - Final Report*. European Commission, Bruxelles, 957 pp.

Area geografica: Europa
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: vari metodi

Nel volume si discute la possibilità di allargare la scala temporale della ricerca sulle frane, in modo che dagli archivi storici e naturali si possano ricavare fondamentali informazioni da utilizzare nella ricostruzione degli scenari di rischio. In particolare, si descrivono la frequenza e l'estensione dei diversi tipi di fenomeni e la distribuzione statistica delle frane nel passato, a partire dai tempi storici fino alla scala temporale dei cambiamenti climatici globali. Inoltre, si indagano i fattori causali delle frane (clima, tettonica, geologia, uomo) e le relazioni che intercorrono tra questi in rapporto alle rispettive variazioni nel tempo e si valuta l'utilizzo di dati empirici nella costruzione di un modello di previsione dei fenomeni franosi.

19. Cendrero A., Díaz de Terán J.R., Farias P., Fernandez-Menendez S., González Díez A., Jimenez M., Marquinez J. Menédez Duarte R. & Salas L., 1994. *Temporal distribution and contribution of landslides to landscape evolution from Late Pleistocene to Present in the Cantabrian Cordillera, Spain*. In: R. Casale, R. Fantechi & J.-C. Flageollet (eds.), *Temporal occurrence and forecasting of landslides in the European Community - Final Report*. European Commission, Bruxelles, 1, 427-506.

Area geografica: Cordigliera Cantabrica (Spagna)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Attuale
 Datazioni: evidenze geomorfologiche, palinologia, ¹⁴C

Sono state ricostruite le variazioni climatiche che si sono succedute nella Cordigliera Cantabrica (Spagna) a partire dal Pleistocene, in modo da definire le condizioni che possono aver influenzato i processi di versante. In seguito è stata ricostruita una cronologia relativa, e ove possibile assoluta, degli eventi franosi rilevati sul territorio in modo di correlarli ai cambiamenti climatici. Infine, sono state misurate le aree e i volumi di versante coinvolti da fenomeni di instabilità nei diversi periodi, al fine di stabilire il tasso di attività dei processi e il loro contributo all'evoluzione del paesaggio.

20. Corominas J., Weiss E.E.J., Van Steijn H. & Moya J., 1994. *Use of dating techniques to assess landslide frequency, exemplified by case studies from european countries*. In: R. Casale, R. Fantechi & J.-C. Flageollet (eds.), *Temporal occurrence and forecasting of landslides in the European Community - Final Report*. European Commission, Bruxelles, 1, 71-93.

Area geografica: Pirenei (Spagna), Alpi (Francia)
 Tipo di fenomeno: colata di terra, *debris flow*
 Scala temporale: tempi storici
 Datazioni: ¹⁴C, dendrocronologia, lichenometria

Dopo una rassegna dei metodi utilizzabili per la datazione di fenomeni franosi e un'analisi della loro applicabilità alle diverse tipologie di eventi e delle problematiche derivanti dal loro utilizzo, si riportano due esempi, uno sui Pirenei e uno sulle Alpi francesi. Infine, si considera la distribuzione degli eventi franosi nel tardo Quaternario e si sottolinea come i dati raccolti siano ancora troppo scarsi per giungere alla ricostruzione di uno schema della loro ricorrenza temporale.

21. Corsini A., 1999. *L'influenza dei fenomeni franosi sull'evoluzione geomorfologica post-glaciale dell'Alta Val Badia e della Valparola (Dolomiti)*. Tesi di Dottorato in Scienze della Terra, XII Ciclo, Università degli Studi di Bologna, 148 pp.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Preboreale, Boreale, Subboreale
 Datazioni: ¹⁴C, OSL

Nell'ambito dello studio dell'evoluzione geomorfologica post-würmiana dell'Alta Val Badia (Dolomiti), si è provveduto al riconoscimento delle forme e dei depositi di frana presenti nell'area. In seguito, si è effettuata la ricostruzione cronologica, in termini di date assolute, della ricorrenza temporale dei fenomeni franosi durante l'Olocene, tramite l'applicazione dei metodi del radiocarbonio e della luminescenza stimolata otticamente. I risultati ottenuti mostrano due fasi di intensificazione dell'instabilità dei versanti, nel Preboreale-Boreale e nel Subboreale.

22. Corsini A., Marchetti M. & Soldati M., 2001. *Holocene slope dynamics in the area of Corvara in Badia (Dolomites, Italy): chronology and palaeoclimatic significance of some landslides*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 24 (in stampa).

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Preboreale, Subboreale, Subatlantico
 Datazioni: ¹⁴C

Nell'ambito di uno studio sull'evoluzione geomorfologica dell'area di Corvara in Badia (Dolomiti), sono state considerate le caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche e cronologiche dei depositi di frana e, in particolare, sono stati datati con il metodo del radiocarbonio alcuni resti di legno e torbe rinvenuti in scavi e sondaggi meccanici. Nonostante l'influenza dei fattori geologici e strutturali, sembra comunque riconoscibile un rapporto di causa-effetto tra le fasi di dinamica gravitativa e le variazioni climatiche che hanno caratterizzato l'Olocene.

23. Corsini A., Pasuto A. & Soldati M., 2000. *Landslides and climate change in the Alps since the Late-glacial: evidence of case studies in the Dolomites (Italy)*. In: E. Bromhead, N. Nixon & M.-L. Ibsen (eds.), *Landslides in research, theory and practice*. Thomas Telford Publishing, London, 329-334.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Preboreale, Boreale, Subboreale
 Datazioni: ¹⁴C

Nell'ambito di una ricerca sull'evoluzione geomorfologica delle aree di Cortina d'Ampezzo e Corvara in Badia (Dolomiti), sono stati datati circa 20 movimenti franosi. I dati ottenuti mostrano una concentrazione in due periodi: Olocene inferiore e Subboreale, anche se le cause e le tipologie dei movimenti franosi considerati sono differenti. Si sottolinea che le aree in oggetto sono comunque state interessate da movimenti franosi durante tutto l'Olocene, con un'attività ricorrente legata a cause non climatiche, come attività tettonica e condizioni litostutturali o da cause non direttamente correlabili ai cambiamenti climatici, come eventi meteorologici estremi.

24. Decima A. & Cimpellin P., 1982. *Il Lago di Agordo: leggenda e realtà*. Le Dolomiti Bellunesi, anno IV, 7, 38-50.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: -
 Scala temporale: Atlantico-Subboreale (5890±110 anni BP)
 Datazioni: ¹⁴C

L'analisi di alcune sezioni stratigrafiche nella conca di Agordo ha evidenziato l'esistenza di depositi torbosi e di un livello in cui affiorano diversi tronchi d'albero in posizione di crescita, testimonianza della presenza di un antico lago per sbarramento da frana. La datazione con il metodo del radiocarbonio di un frammento di legno ha fornito un'età di 5890±110 anni, corrispondente al Neolitico.

25. Dikau R. & Schrott L., 1999. *The temporal stability and activity of landslides in Europe with respect to climatic change (TESLEC): main objectives and results*. *Geomorphology*, 30, 1-12.

Area geografica: Europa
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene
 Datazioni: vari metodi

Si tratta di una nota che riassume gli obiettivi e i risultati del Progetto TESLEC, finanziato dall'U.E. Sono state indagate le fasi di attività dei fenomeni franosi nel passato con la finalità di stabilire la loro relazione con i cambiamenti climatici. I risultati ottenuti mostrano che la correlazione fra frane e clima appare ancora incerta e che la sua complessità non permette di fissare delle leggi valide in tutta Europa. Nelle fasi fredde, come ad esempio durante la Piccola Età Glaciale, si può notare un'intensificazione dell'attività in molte aree, mentre i periodi caldi e umidi sembrano non avere interessato ugualmente tutte le regioni. Infine, si sottolinea come sia difficile stabilire se la causa scatenante sia effettivamente climatica e quale invece sia l'influenza delle concause non climatiche.

26. Dikau R., Schrott L., Dehn M., Hennrich K., Ibsen M.-L. & Rasemann S., 1996. *The temporal stability and activity of landslides in Europe with respect to climatic change (TESLEC)*. Final Report, Part I, Summary Report. European Community CEC Environment Program, Contract No. EV5V-CT94054, Bruxelles, 208 pp.

Area geografica: Europa
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene
 Datazioni: vari metodi

Il volume analizza la correlazione tra frane, clima e tempo, perseguendo tre obiettivi: 1) sviluppo di criteri per il riconoscimento di frane sul terreno, 2) ricostruzione della distribuzione dei movimenti franosi nel passato in rapporto ai cambiamenti dei parametri climatici, 3) sviluppo di un modello di evoluzione e di stabilità dei versanti in rapporto alle condizioni idrogeologiche e meteorologiche. La sintesi presentata nel rapporto finale è basata sui risultati dei diversi gruppi di studio che hanno partecipato al progetto.

27. Dumas B., Cliquot E., Gueremy P., Ingouacka Ph., Lahousse Ph., Lhenaff R., Marre A., Raffy J. & Seve-Maure E., 1994. *The influence of mass wasting in the quaternary evolution of slopes (French southern Alps)*. In: R. Casale, R. Fantechi & J.-C. Flageollet (eds.), *Temporal occurrence and forecasting of landslides in the European Community - Final Report*. European Commission, Bruxelles, 2, 653-696.

Area geografica: Alpi (Francia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: evidenze geomorfologiche

Si riportano diversi casi di studio di fenomeni franosi nella zona delle Alpi francesi meridionali dove, valutando i rapporti tra corpi di frana e forme glaciali, fluviali etc., è stato possibile riconoscere numerose frane oloceniche. Gli Autori affermano che la causa principale dell'instabilità delle pareti rocciose può essere riferita allo scioglimento dei ghiacciai e, pertanto, a cause climatiche.

28. Eggestad A., 1989. *A prehistoric landslide in the Grorud valley near Oslo*. Norsk. Geogr. Tidsskr., 32, 153-157.

Area geografica: Monti Scandinavi (Norvegia)
 Tipo di fenomeno: colata
 Scala temporale: Boreale
 Datazioni: ¹⁴C

Grazie a dati raccolti in campagne geognostiche e rilevamenti geomorfologici, si è dimostrato che nella valle di Grorud, vicino ad Oslo, si trovano i depositi di una frana che circa 8000 anni fa ha coinvolto un versante costituito da *quick clays*. Il volume del deposito colloca la frana fra le più grandi mai avvenute in Norvegia. È interessante notare che i frammenti di legno databili sono perfettamente conservati e sono stati tutti rinvenuti ad una scarsa profondità, come se avessero "galleggiato" sulla massa in frana.

29. Franks J.W. & Johnson R.H., 1964. *Pollen analytic dating of a Derbyshire landslide: the Cown Edge Landslides, Charlesworth*. New Phytologist, 63(2), 209-216.

Area geografica: Pennini (Inghilterra)
 Tipo di fenomeno: scivolamento
 Scala temporale: Boreale
 Datazioni: palinologia

Vengono analizzati i diagrammi pollinici di campioni di terreno torboso accumulato in contropendenze di frana nei Pennini meridionali (Inghilterra). Le diverse associazioni di pollini permettono di ricostruire l'evoluzione geomorfologica dell'area tramite una datazione relativa dei diversi fenomeni. Gli Autori sottolineano che la causa principale dei movimenti franosi va ricercata nella progressiva riduzione della resistenza delle rocce nel tempo, piuttosto che negli eventi climatici.

30. Frenzel B., Matthews J.A. & Gläser B., 1993. *Solifluction and climatic variation in the Holocene*. Paläoklimafor- schung - Palaeoclimate Research, 11, 387 pp.

Area geografica: Europa
 Tipo di fenomeno: soliflusso
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

L'obiettivo del volume è analizzare i fenomeni di soliflusso come fonte di dati climatici per l'Olocene. Nelle aree di elevata altitudine e alta latitudine, l'attività dei lobi da soliflusso è sensibile ai cambiamenti climatici in quanto dipende in particolare dalle azioni di gelo-disgelo. Vengono riassunte le informazioni sulle fasi di intensificazione dell'attività in Europa e in seguito si valuta il significato climatico che recano queste fasi.

31. Furrer G. & Bachmann F., 1972. *Solifluktiionsdecken in schweizerischen Hochgebirge als Spiegel der postglazialen Landschaftsentwicklung*. Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl., 13, 163-172.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: soliflusso
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C, palinologia

Si riportano i risultati di uno studio condotto su di un lobo da soliflusso. I 4 orizzonti di suoli fossili che si trovano intercalati con i depositi del lobo sono stati datati con il metodo del radiocarbonio; le datazioni ottenute presentano una buona corrispondenza con le fasi di espansione dei ghiacciai e di modificazione del limite degli alberi ricostruite per quest'area.

32. Gabus J.H., Weidmann D. & Weidmann M., 1975. *Ancient niveaux lacustres et glissement de terrain à Yverdon - La Villette*. Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat., 348, 72(5), 217-229.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: palinologia, archeologia

Sono state condotte indagini di dettaglio su diversi depositi di frana; tramite analisi palinologiche e grazie al ritrovamento di numerosi reperti archeologici per questi fenomeni è stata stabilita una età olocenica. Le fasi ricorrenti di instabilità individuate nell'area sono da mettere in relazione con le fluttuazioni del livello lacustre e con movimenti verticali isostatici.

33. Gamper M., 1993. *Holocene solifluction in the Swiss Alps: dating and climatic implications*. In: B. Frenzel (ed.), J.A. Matthews & B. Gläser (co-eds.), *Solifluction and climatic variation in the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 11, 1-9.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: soliflusso
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

Il processo di fossilizzazione di suoli da parte di lobi da soliflusso risulta essere controllato dal clima e in particolare è favorito da periodi con estati fredde e umide e inverni freddi. Quindi, tramite lo studio dei suoli fossili, è possibile ricostruire la storia climatica delle Alpi dall'Olocene inferiore. Si nota una bassa attività dei processi geomorfologici da 8000 a 5000 anni BP, mentre in seguito si registra una rapida successione di fasi di sviluppo di suoli e successiva fossilizzazione, probabilmente in risposta alla tendenza del clima verso caratteri più continentali.

34. Gerrard J., 1991. *The status of temperate hillslopes in the Holocene*. *The Holocene*, 1, 86-90.

Area geografica: Gran Bretagna, Stati Uniti, Nuova Zelanda
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: -

Prendendo come riferimento vari casi di studio, l'autore mette in evidenza come, durante l'Olocene, i processi gravitativi sui versanti delle regioni temperate sono stati più attivi di quanto spesso si ritiene. Anche durante questo periodo si sono pertanto verificate importanti modificazioni nella morfologia dei versanti. Nell'articolo si ritrovano anche interessanti spunti riguardo all'influenza del clima sui fenomeni gravitativi.

35. Gil E., Gilot E., Kotarba A., Starkel L. & Szczepanek K., 1974. *An early Holocene landslide in the Niski Beskid and its significance for paleogeographical reconstructions*. *Studia Geomorph. Carpatho-Balcanica*, 8, 69-83.

Area geografica: Carpazi (Polonia)
 Tipo di fenomeno: scivolamento, colata
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

Vengono presentati i risultati di indagini geologiche e geomorfologiche condotte sulla frana di Niski Beskid (Carpazi). Utilizzando datazioni al radiocarbonio e analisi paleobotaniche, è stato possibile ricostruire la cronologia delle riattivazioni del movimento franoso e correlarle a particolari fasi climatiche, come ad esempio quella al passaggio Boreale-Atlantico.

36. González Díez A., Salas L., Díaz de Terán J.R. & Cendrero A., 1996. *Late Quaternary climate changes and mass movement frequency and magnitude in the Cantabrian region, Spain*. *Geomorphology*, 15(3-4), 291-309.

Area geografica: Cordigliera Cantabrica (Spagna)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C, evidenze geomorfologiche

Viene proposto uno schema climatico per la regione in esame ricostruito sulla base di analisi polliniche sedimentologiche, geomorfologiche, archeologiche e degli isotopi dell'ossigeno, integrate con datazioni con il radiocarbonio. Sulla base di questo schema, viene stabilita una correlazione tra le variazioni climatiche rilevate e 11 movimenti franosi a loro volta datati. Le frane sono comprese in 5 intervalli, di cui 3 olocenici, tutti caratterizzati da elevata piovosità.

37. González-Díez A., Remondo J., Díaz de Terán J.R. & Cendrero A., 1999. *A methodological approach for the analysis of the temporal occurrence and triggering factors of landslides*. *Geomorphology*, 30, 95-113.

Area geografica: Cordigliera Cantabrica (Spagna)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: evidenze geomorfologiche, ¹⁴C

La ricorrenza di eventi franosi nella Cordigliera Cantabrica nel corso degli ultimi 120.000 anni è stata analizzata suddividendo le frane datate in 10 classi temporali istituite tramite datazioni con il radiocarbonio di depositi glaciali o fluviali correlati a quelli di frana. Le classi cronologiche sono state confrontate con i differenti modelli climatici costruiti per questa regione. In questo modo, è stato possibile identificare periodi durante i quali i movimenti franosi sono stati scatenati da differenti fattori, quali erosione fluviale, attività sismica o aumento della piovosità.

38. Grove J.M., 1972. *The incidence of landslides, avalanches and floods in western Norway during the Little Ice Age*. *Arctic and Alpine Research*, 4(2), 131-138.

Area geografica: Monti Scandinavi (Norvegia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Piccola Età Glaciale
 Datazioni: archivio

Durante il periodo di avanzata delle fronti glaciali nella regione scandinava, che come risulta dalle ricostruzioni paleoclimatiche è iniziato circa nel 1650, si è assistito ad un incremento di fenomeni quali valanghe, frane e inondazioni. Questi eventi estremi hanno causato gravi danni, soprattutto nelle aree agricole; per questa ragione, grazie ad archivi storici, è possibile una ricostruzione della loro ricorrenza temporale.

39. Grunert J. & Hardenbicker U., 1997. *The frequency of landsliding in the north Rhine area and possible climatic implications*. In: J.A. Matthews, D. Brunsten, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), *Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 159-170.

Area geografica: Massiccio Scistoso Renano (Germania)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene, Attuale
 Datazioni: ¹⁴C, archeologia

Si descrivono le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area circostante la città di Bonn (Germania), con particolare riferimento ai fenomeni franosi e alle loro cause scatenanti: condizioni climatiche, attività antropica e terremoti. Le variazioni climatiche, i fenomeni gravitativi e l'evoluzione dei suoli durante l'Olocene vengono riportati in uno schema, che comprende anche le notizie storiche di grandi inondazioni del F. Reno.

40. Harvey A.M., Oldfield F., Baron A.F. & Pearson G.W., 1981. *Dating of postglacial landforms in the central Howgills*. *Earth Surf. Process. Landf.*, 6, 401-412.

Area geografica: Pennini (Inghilterra)
 Tipo di fenomeno: *debris flow*
 Scala temporale: Subboreale-Subatlantico (2850-940 anni BP)
 Datazioni: ¹⁴C, palinologia

Si discute la morfogenesi postglaciale in un'area montuosa dei Pennini meridionali (Inghilterra). Grazie alla datazione tramite radiocarbonio di suoli sepolti da conii di detrito e la correlazione con dati ottenuti da diagrammi pollinici e analisi della suscettività magnetica, si è osservato un periodo di intensa erosione, con sviluppo di incisioni torrentizie e deposizione di conii di detrito. Gli Autori ipotizzano che questo evento sia una conseguenza dell'introduzione della pratica della pastorizia intorno all'anno 1000 d.C.

41. Hutchinson J.N. & Gostelow T.P., 1976. *The development of an abandoned cliff in London Clay at Hadleigh, Essex*. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, A283, 557-604.

Area geografica: costa britannica meridionale
 Tipo di fenomeno: scivolamento
 Scala temporale: Olocene inferiore, Attuale
 Datazioni: ¹⁴C

Viene descritta in dettaglio l'evoluzione geomorfologica a partire dal Tardiglaciale di una scogliera relitta sulla costa britannica meridionale. In particolare, vengono distinte 4 fasi di più intensa degradazione e progressivo arretramento della scarpata, che sono strettamente correlabili a periodi di clima più freddo ed umido. I primi tre

periodi mostrano, inoltre, una corrispondenza con fasi di intensa instabilità dei versanti tanto in Gran Bretagna, quanto in altre parti d'Europa.

42. Ibsen M.-L. & Brunnsden D., 1996. *The nature, use and problems of historical archives for the temporal occurrence of landslides, with specific reference to the south coast of Britain, Ventnor, Isle of Wight*. *Geomorphology*, 15(3-4), 241-258.

Area geografica: costa britannica meridionale
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: tempi storici
 Datazioni: archivio

Vengono descritti e valutati gli archivi di frane storiche esistenti e, in particolare viene illustrato l'archivio della Gran Bretagna. Molte regioni dispongono di archivi ricostruiti da letteratura scientifica e non, dipinti, stampe, fotografie, giornali e riviste. Sono molte le difficoltà che si incontrano nell'allestire archivi scientifici sulla base di dati non scientifici, ma la loro importanza nell'ambito di studi statistici è testimoniata dall'esempio dell'archivio dell'isola di Wight. Analizzandolo, si deduce un incremento del numero di eventi franosi nell'ultimo secolo, e, tramite il confronto con le serie di precipitazioni, si può osservare una relazione tra sequenze di anni piovosi e intensificazione dei fenomeni franosi.

43. Ibsen M.-L. & Brunnsden D., 1997. *Mass movement and climatic variation on the south coast of Great Britain*. In: J.A. Matthews, D. Brunnsden, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), *Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 171-182.

Area geografica: costa britannica meridionale
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: archivio

I dati sulla attività dei fenomeni franosi raccolti nel *data base* della costa meridionale della Gran Bretagna confermano che le fluttuazioni climatiche si riflettono sull'intensità dei processi geomorfologici e sulla frequenza degli eventi. In particolare, le frane indicano periodi piovosi e un generale deterioramento delle condizioni climatiche. In quest'area, un altro fattore che si rivela importante nel modellamento delle coste è la fluttuazione del livello del mare. Un'importante conclusione è che l'attività sembra intensificarsi nell'ultimo secolo, in risposta ad un generale aumento delle precipitazioni.

44. Innes J.L., 1983. *Stratigraphic evidence of episodic talus accumulation on the Isle of Skye, Scotland*. *Earth Surf. Process. Landf.*, 8, 399-403.

Area geografica: Highlands (Scozia)
 Tipo di fenomeno: crollo
 Scala temporale: Subatlantico (ultimi 3000 anni)
 Datazioni: ¹⁴C

L'attività di una parete rocciosa dell'Isola di Skye (Scozia) e l'evoluzione della falda detritica ad essa connessa è stata ricostruita attraverso la datazione con il metodo del radiocarbonio di due livelli organici rinvenuti nel deposito. Secondo l'autore, probabilmente a causa di fattori locali, in questo caso non c'è una buona correlazione tra l'attività dei processi di versante ed il clima, almeno considerando i modelli climatici generali. Questa scarsa correlazione risulta ancora più evidente quando si considerano fenomeni gravitativi a rapida evoluzione.

45. Ivy-Ochs S., Heuberger H., Kubik P.W., Kerschner H., Bonani G., Frank M. & Schlüchter Ch., 1998. *The age of the Köfels event. Relative, ¹⁴C and cosmogenic isotope dating of an early Holocene landslide in the Central Alps (Tyrol, Austria)*. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 34(1), 57-68.

Area geografica: Alpi (Austria)
 Tipo di fenomeno: scivolamento in roccia
 Scala temporale: Boreale (9800 anni BP cal.)
 Datazioni: ¹⁴C, tracce di fissione, nuclidi cosmogenici, evidenze geomorfologiche

Viene descritta la grande frana di Köfels (Austria), unico esempio di evento franoso catastrofico datato tramite l'utilizzo associato di diversi metodi, quali radiocarbonio e nuclidi cosmogenici e con il controllo della curva di calibrazione ricostruita da dati dendrocronologici. I risultati forniscono una età di 9800 anni BP cal. collocando la frana all'inizio dell'Olocene.

46. Jäger S. & Dikau R., 1994. *The temporal occurrence of landslides in South Germany*. In: R. Casale, R. Fantechi & J.-C. Flageolet (eds.), *Temporal occurrence and forecasting of landslides in the European Community - Final Report*. European Commission, Bruxelles, 1, 71-93.

Area geografica: Alpi (Germania)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Würm, Subboreale
 Datazioni: ¹⁴C, evidenze geomorfologiche, palinologia, pedologia

Vengono riportati i risultati di ricerche condotte con metodologie e finalità differenti in quattro aree della Germania meridionale. Sono stati studiati due movimenti franosi nella zona dello Schwäbische Alb; valutando lo sviluppo dei suoli il primo risale al Würm, mentre il secondo è stato datato al Subboreale tramite con il metodo del radiocarbonio e con analisi polliniche. Per la valanga di roccia di Eibsee, da evidenze geomorfologiche, si è dedotta una età olocenica piuttosto che Tardiglaciale, come riportato da altri Autori.

47. Jerz H. & Von Poschinger A., 1995. *Neuere Ergebnisse zum Bergsturz Eibsee-Grainau*. Geologica Bavarica, 99, 383-398.

Area geografica: Alpi (Germania)
 Tipo di fenomeno: scivolamento in roccia
 Scala temporale: Subboreale (3700 anni BP)
 Datazioni: ¹⁴C

Si descrive la frana di Grainau ed il contesto geologico e geomorfologico nel quale si è sviluppata. Grazie al ritrovamento di materiale organico all'interno di fori di sonda perforati nei depositi di frana, è stato possibile datare l'evento a circa 3700 anni BP, alla fine dell'*Optimum* climatico. Il fattore scatenante può quindi essere ricercato nella scomparsa del *permafrost* all'interno dell'ammasso roccioso.

48. Jimenéz Sánchez M., Farias P., Rodríguez A. & Menédez Duarte R.A., 1999. *Landslide development in a coastal valley in Northern Spain: conditioning factors and temporal occurrence*. Geomorphology, 30, 115-123.

Area geografica: Cordigliera Cantabrica (Spagna)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: evidenze geomorfologiche, ¹⁴C

Nella valle del Meredel (Cordigliera Cantabrica) sono state riconosciute 65 frane di diversa tipologia, per lo più inattive; queste sono state in seguito suddivise in 4 classi cronologiche sulla base del loro grado di conservazione nel paesaggio. I depositi correlati mostrano per le più antiche una età minima di circa 5000 anni. Alcune classi di frane potrebbero essere correlate alle fluttuazioni climatiche oloceniche e, in particolare, ad un periodo umido tra 5000 e 3500 anni BP.

49. Johnson R.H., 1987. *Dating of ancient deep-seated landslides in temperate regions*. In: M.G. Anderson & K.S. Richards (eds.), Slope stability. Wiley, London, 561-600.

Area geografica: Pennini (Inghilterra)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C, palinologia

Nell'ambito di uno studio sui fenomeni franosi nei Pennini (Inghilterra), l'Autore sottolinea come non sia possibile confermare la correlazione fra frequenza di eventi franosi e periodi di peggioramento delle condizioni climatiche. In particolare, l'instabilità dei versanti è legata anche alla morfologia, alle caratteristiche geologiche, nonché a meccanismi di rottura progressiva all'interno degli ammassi rocciosi. L'autore, inoltre, riporta alcune datazioni di frane antiche ottenute con diversi metodi.

50. Jonasson C., 1993. *Holocene debris flow activity in northern Sweden*. In: B. Frenzel, J.A. Matthews & B. Gläser, Solifluction and climatic variation in the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 11, 179-195.

Area geografica: Monti Scandinavi (Svezia)
 Tipo di fenomeno: *debris flow*
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

La frequenza di fenomeni di *debris flow* viene valutata tramite l'analisi di sedimenti lacustri e datazioni con il metodo del radiocarbonio. Le fasi di maggiore attività sono correlate con periodi di clima freddo, come quello successivo all'*Optimum* Climatico e quello corrispondente alla Piccola Età Glaciale; non sono state invece riscontrate evidenze di attività durante la deglaciazione.

51. Jonasson C., Kot M. & Kotarba A., 1991. *Lichenometrical studies and dating of debris flow deposits in the High Tatra Mountains, Poland*. Geogr. Ann., 73A, 141-146.

Area geografica: Monti Tatra (Polonia)
 Tipo di fenomeno: *debris flow*
 Scala temporale: Piccola Età Glaciale, Attuale
 Datazioni: lichenometria

La costruzione di una curva di crescita lichenometrica ha permesso di datare l'attività di numerosi *debris flow* nei Monti Tatra (Polonia). La maggior parte di questi sono stati attivi nella fase finale della Piccola Età Glaciale (100-180 anni BP), mentre solo pochi hanno avuto fasi di attività negli ultimi 100 anni.

52. Jonasson C., Nyberg R. & Rapp A., 1997. *Dating of rapid mass movements in Scandinavia: talus rockfalls, large rockslides, debris flows and slush avalanches*. In: J.A. Matthews, D. Brunsten, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 19, 267-282.

Area geografica: Monti Scandinavi
 Tipo di fenomeno: crollo, scivolamento in roccia, *debris flow*
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C, TL, lichenometria

L'articolo costituisce una revisione degli studi di fenomeni gravitativi datati in Scandinavia. Tali fenomeni si sono verificati nel corso di tutto l'Olocene, ma con maggiore intensità nel periodo più recente, come ad esempio durante la Piccola Età Glaciale. Nel complesso, comunque, la disponibilità di eventi datati è abbastanza limitata e gli Autori sottolineano la necessità di acquisire un maggior numero datazioni affinché i fenomeni gravitativi possano costituire un significativo indizio climatico. Viene messa inoltre in evidenza l'importanza dello studio dei sedimenti lacustri.

53. Juhász Á., 1997. *Landslides and climate in Hungary*. In: J.A. Matthews, D. Brunsten, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 19, 109-125.

Area geografica: Carpazi (Ungheria)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Preboreale, Atlantico, Subatlantico
 Datazioni: palinologia, evidenze geomorfologiche, archeologia, archivio

In questo lavoro si riportano i risultati di una serie di studi multidisciplinari sulla relazione tra fenomeni franosi e fluttuazioni climatiche nelle aree montane dell'Ungheria. Fasi di più intensi fenomeni di instabilità sono state riconosciute nel Preboreale, nell'Atlantico e nel Subatlantico, mentre in tempi storici la franosità appare legata a intervalli di piovosità superiore alla media.

54. Kalvoda J., Zvebil J. & Vilímek V., 1997. *Geomorphological history and monitoring of selected rapid mass movements in north-western Bohemia*. In: J.A. Matthews, D. Brunsten, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 19, 137-146.

Area geografica: Massiccio Boemo (Repubblica Ceca)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Atlantico
 Datazioni: evidenze geomorfologiche

Le ricerche geomorfologiche sull'evoluzione del rilievo nella zona nord-occidentale del Massiccio Boemo (Repubblica Ceca) evidenziano come i più estesi fenomeni franosi possano essere riferiti al passaggio Pleistocene-Olocene e all'Atlantico. Oltre al controllo delle condizioni climatiche sulla dinamica e sul tipo di movimenti franosi, si sottolinea, in particolare, il ruolo della tettonica.

55. Kotarba A., 1989. *On the age of debris flows in the Tatra Mountains*. Studia Geomorph. Carpatho-Balcanica, 23, 139-152.

Area geografica: Monti Tatra (Polonia)
 Tipo di fenomeno: *debris flow*
 Scala temporale: Piccola Età Glaciale, Attuale
 Datazioni: lichenometria

Un numero elevato di *debris flow* avvenuti nei Monti Tatra (Repubblica Ceca) è stato datato per mezzo dell'analisi lichenometrica su *Rhizocarpon geographicum* e *Rhizocarpon alpicola*. La maggior parte dei *debris flow* si è verificata 100-200 anni fa, mentre solo alcuni negli ultimi 100 anni. Nella regione esaminata l'influenza antropica sull'ambiente non è stata rilevante, per cui i fenomeni di *debris flow* costituiscono significativi indicatori climatici.

56. Kotarba A. & Baumgart-Kotarba M., 1997. *Holocene debris-flow activity in the light of lacustrine sediment studies in the High Tatra Mountains, Poland*. In: J.A. Matthews, D. Brunsten, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 147-158.

Area geografica: Monti Tatra (Polonia)
 Tipo di fenomeno: *debris flow*
 Scala temporale: Tardiglaciale, Subboreale, Subatlantico
 Datazioni: ¹⁴C, palinologia

Lo studio di diverse carote perforate in depositi lacustri nei Monti Tatra (Polonia) ha permesso di ricostruire l'evoluzione geomorfologica dal Tardiglaciale ad oggi di un'area di alta montagna ed in particolare di valutare l'intensità e la frequenza dei fenomeni gravitativi (soprattutto *debris flow*). L'intensità è stata maggiore nell'Olocene rispetto al Tardiglaciale, mentre la frequenza risulta più alta nel Subboreale e nel Subatlantico.

57. Lang A., Moya J., Corominas J., Schrott L. & Dikau R., 1999. *Classic and new dating methods for assessing the temporal occurrence of mass movements*. *Geomorphology*, 30, 33-52.

Area geografica: Alpi (Austria, Germania)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: -
 Datazioni: ¹⁴C, lichenometria, dendrocronologia, OSL, ART

Gli Autori sottolineano come la cronologia dei fenomeni franosi avvenuti nel passato sia fondamentale per valutare il rischio da frana. Sono dapprima descritti brevemente i più comuni metodi di datazione delle frane: radiocarbonio, dendrocronologia e lichenometria. In seguito si tratta delle nuove tecniche analitiche come AMS, TIMS, fusione laser e di nuovi metodi di datazione come la luminescenza stimolata otticamente (OSL) e il metodo delle tracce di fissione (ART). Di ciascun metodo si discutono l'applicabilità, il materiale databile e le tecniche di campionamento; inoltre, si specifica il tipo di movimento franoso che si può datare, evidenziando quali sono le limitazioni di ciascuna tecnica. Infine, si riportano alcuni esempi di frane datate in diverse aree europee.

58. Lateltin O., Beer C., Raetzo H. & Caron C., 1997. *Landslides in Flysch terranes of Switzerland: Causal factors and climate change*. *Eclogae Geol. Helv.*, 90, 401-406.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C, dendrocronologia

Nelle aree maggiormente propense al dissesto del territorio svizzero, caratterizzate da un substrato di terreni flyschiodi, vengono identificati tre periodi di più intensa instabilità. Questi periodi sono correlabili con fasi di peggioramento climatico ricostruite sulla base delle fluttuazioni dei ghiacciai e del limite degli alberi nelle medesime regioni.

59. Mantovani F., 1997. *The frequency of large landslides in the eastern Alps*. In: J.A. Matthews, D. Brunsten, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 47-54.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene, Attuale
 Datazioni: archivio

Si discutono le cause delle grandi frane nell'area delle Alpi nord-orientali, in riferimento agli aspetti climatici, geologici, morfologici e di ricorrenza. Fra i fattori scatenanti, si sottolinea in particolare l'importanza della sismicità. In alcuni casi, infatti, gli eventi di frana sono direttamente correlabili con terremoti storici (Alpago, Fadalto).

60. Marchesoni V., 1958. *La datazione col metodo del radiocarbonio del Lago di Molveno e dei resti vegetali rimasti in seguito allo svasso*. *Studi Trent. Sc. Nat.*, Anno XXXV, 2-3, 94-97.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: frana
 Scala temporale: Subboreale (2908±153 anni BP)
 Datazioni: ¹⁴C

Sono stati datati con il metodo del radiocarbonio alcuni tronchi rinvenuti nel corpo della frana di Nembia (Trentino), a sud del Lago di Molveno. Il fenomeno franoso che ha originato il bacino lacustre è stato datato a 2908±153 anni dal presente e quindi risale alla prima Età del Ferro, così come il consorzio forestale che è stato ricostruito in base ai resti vegetali ed i reperti archeologici che sono stati rinvenuti all'interno del detrito.

61. Margielewski W., 1997. *Dated landslides of the Jaworzyna Krynicka range (Polish outer Carpathians) and their relation to climatic phases of the Holocene*. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 67, 83-92.

Area geografica: Carpazi (Polonia)
 Tipo di fenomeno: scivolamento
 Scala temporale: Atlantico, Subboreale, Piccola Età Glaciale
 Datazioni: ¹⁴C, evidenze geomorfologiche

Si descrivono 8 frane nella catena dei Carpazi (Polonia), i cui depositi sono stati datati tramite il metodo del radiocarbonio. I risultati ottenuti confermano l'esistenza di fasi di intensificazione degli eventi franosi all'inizio dell'Atlantico, alla fine del Subboreale, nel Medio Evo e nella Piccola Età Glaciale, in accordo con quanto già rilevato da altri Autori sulla base del riconoscimento di periodi umidi e dell'alta frequenza di inondazioni nei bacini fluviali.

62. Margielewski W., 1998. *Landslide phases in the Polish outer Carpathians and their relation to climatic changes in the Late Glacial and the Holocene*. *Quat. Stud. in Poland*, 15, 37-53.

Area geografica: Carpazi (Polonia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

Si riporta l'inventario di frane datate con il radiocarbonio nei Carpazi (Polonia). Considerando la distribuzione delle età rilevate, l'Autore distingue alcuni periodi caratterizzati dalla concentrazione di più eventi. Tali periodi sono correlabili con fasi di intensa attività fluviale nel bacino del F. Vistola e, in generale, con documentati cambiamenti climatici.

63. Margielewski W., 2000. *Landslides phases in the Polish Outer Carpathians*. In: E. Bromhead, N. Nixon & M.-L. Ibsen (eds.), *Landslides in research, theory and practice*. Thomas Telford Publishing, London, 1011-1016.

Area geografica: Carpazi (Polonia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene, Attuale
 Datazioni: ¹⁴C, metodi biostratigrafici

Le fasi di generale peggioramento del clima durante l'Olocene hanno provocato l'intensificazione di eventi estremi come alluvioni e frane. In particolare, la datazione di circa 65 fenomeni franosi nei Carpazi (Polonia) conferma lo stretto legame fra aumento della piovosità e fasi di instabilità dei versanti.

64. Martin B., 1994. *The role of landuse and rainfall in the triggering of landslides at Vars (Hautes-Alps, France)*. In: R. Casale, R. Fantechi & J.-C. Flageollet (eds.), *Temporal occurrence and forecasting of landslides in the European Community - Final Report*. European Commission, Bruxelles, 1, 235-319.

Area geografica: Alpi (Francia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C, archivio

Nell'ambito di uno studio sull'importanza dell'uso del suolo e delle precipitazioni come fattori scatenanti di fenomeni franosi nelle Alpi francesi, vengono citati una serie di eventi considerati postglaciali. Di questi si riportano la tipologia, l'estensione lo stato e la frequenza di attività, l'età del primo evento e le date delle eventuali riattivazioni.

65. Matthews J.A., 1993. *Radiocarbon dating of buried soils with particular reference to Holocene solifluction*. In: B. Frenzel, J.A. Matthews & B. Gläser, *Solifluction and climatic variation in the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 11, 309-323.

Area geografica: Alpi, Monti Scandinavi
 Tipo di fenomeno: soliflusso
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

Vengono trattati gli aspetti metodologici e le problematiche che si incontrano nella datazione di suoli sepolti con il metodo del radiocarbonio, con particolare riferimento alle fonti e alla scala degli errori. Si riportano casi di studio nelle Alpi e in Norvegia.

66. Matthews J.A., Ballantyne C.K., Harris C. & McCarroll D., 1993. *Solifluction and climatic variation in the Holocene: discussion and synthesis*. In: B. Frenzel, J.A. Matthews & B. Gläser, Solifluction and climatic variation in the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 11, 339-361.

Area geografica: Europa
 Tipo di fenomeno: soliflusso
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

Si tratta di un lavoro di sintesi in cui vengono analizzate le fasi di incremento dei fenomeni di soliflusso che sono state riconosciute nel territorio europeo durante l'Olocene. Nonostante il numero di dati disponibili sia ancora insufficiente per permettere raffronti tra differenti regioni, esiste una discreta corrispondenza tra le fasi di più intensa attività e i periodi di espansione glaciale. Successivamente, si tratta della relazione tra fenomeni attuali di soliflusso e condizioni climatiche al contorno e si considera la validità di movimenti di massa rapidi, quali valanghe e *debris flow*, come fonte di dati per indagini paleoclimatiche. Infine, vengono discusse le problematiche legate all'utilizzo del metodo di datazione con il radiocarbonio applicato a questo tipo di fenomeni.

67. Matthews J.A., Brunsden D., Frenzel B., Gläser B. & Weiß M.M. (eds.), 1997. *Rapid mass movement as a source of climatic evidence for Holocene*. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 19, 444 pp.

Area geografica: Europa, extra-Europa
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Quaternario
 Datazioni: vari metodi

Nel volume si discute l'utilizzo di frane, *debris flow* e valanghe quali indicatori di variazioni climatiche. I movimenti di massa rapidi recano un segnale climatico che dipende strettamente dal tipo di fenomeno considerato. In alcuni casi, la ricorrenza di questi fenomeni risulta correlabile con dati ricavati da altre fonti come fluttuazioni del fronte dei ghiacciai e fasi di intensificazione di fenomeni di soliflusso in aree montuose; in altri casi, invece, questa relazione non appare immediata e si devono invocare altre cause scatenanti, quali la tettonica o l'intervento antropico.

68. McCarroll D., 1993. *Lichenometric and weathering-based dating of artic-alpine slope processes and associated landforms*. In: B. Frenzel, J.A. Matthews & B. Gläser, Solifluction and climatic variation in the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 11, 309-323.

Area geografica: -
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: lichenometria, evidenze geomorfologiche

Si discutono l'applicabilità e le limitazioni di metodi di datazione alternativi, da affiancare al radiocarbonio nello studio di forme e processi in aree alpine e artiche. La lichenometria, ad esempio, può essere utilizzata per datare frane e *debris flow*; inoltre, sono state sviluppate numerose tecniche di datazione di eventi tramite il grado di alterazione di rocce e detriti, ma i risultati sono attendibili se è possibile calibrarli datando almeno una superficie con altri metodi.

69. Moya J., Vilaplana J.M. & Corominas J., 1997. *Late Quaternary and historical landslides in the south-eastern Pyrenees*. In: J.A. Matthews, D. Brunsden, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 19, 55-73.

Area geografica: Pirenei (Spagna)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Pleistocene superiore, Olocene, Piccola Età Glaciale
 Datazioni: evidenze geomorfologiche, ¹⁴C, dendrocronologia, archivio

Sono stati datati numerosi fenomeni gravitativi verificatisi dopo l'ultima grande espansione glaciale nei Pirenei

(circa 45.000 anni BP). Gli Autori hanno individuato periodi in cui la frequenza dei fenomeni è stata maggiore, ad esempio tra 11.000 e 10.000 anni BP e nella Piccola Età Glaciale, ma ritengono che sia necessario un numero maggiore di eventi datati per avere un quadro generale della ricorrenza delle frane in questa regione. I dati al momento disponibili suggeriscono come la distribuzione temporale delle frane rilevata per l'Europa centrale e settentrionale non coincida con quella rilevata nella regione in esame.

70. Mortara G., Orombelli G., Pelfini M. & Tellini C., 1992. *Suoli e suoli sepolti olocenici per la datazione di eventi geomorfologici in ambiente alpino: alcuni esempi tratti da indagini preliminari in Val d'Aosta*. Il Quaternario, 5(2), 135-146.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ^{14}C

Dopo un'analisi del significato e dei limiti delle datazioni di orizzonti di suoli sepolti, vengono illustrati tre esempi di applicazione del metodo alla datazione di avanzate glaciali, di fasi di attività di *rock glacier* e di eventi franosi. In particolare, è stata considerata una frana che ha sepolto un suolo sviluppato su depositi fluvioglaciali olocenici datato a 1025 ± 170 anni BP, per cui l'evento franoso è da ritenersi anteriore alle fasi finali di massima espansione della piccola glaciazione, ma posteriore alla età del suolo stesso.

71. Nesje A., 1993. *Neoglacial gelifluction in the Jostedalbre region, western Norway: evidence from dated buried soils*. In: B. Frenzel, J.A. Matthews & B. Gläser, Solifluction and climatic variation in the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 11, 37-47.

Area geografica: Monti Scandinavi (Norvegia)
 Tipo di fenomeno: geliflusso
 Scala temporale: Subboreale
 Datazioni: ^{14}C

Sono stati datati una serie di suoli sepolti da lobi di geliflusso in quattro diverse località della Norvegia occidentale; i risultati mostrano che questi processi si sono attivati circa 3000 anni dal presente, nel tardo Subboreale, con una buona corrispondenza con il periodo di deterioramento climatico che ha portato ad una espansione dei ghiacciai.

72. Oetmeier C., 1989. *Etude geomorphologique des eboulements remeniés de la vallée de Tovel*. St Trent. Sc. Nat., Acta Geologica, 65, 3-47

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: *rock avalanche*
 Scala temporale: Dryas antico
 Datazioni: evidenze geomorfologiche

Si propone una nuova interpretazione della "marocca" che ha provocato la formazione del Lago di Tovel (Trentino). L'età è stata fissata grazie al metodo 2:1 all'inizio del Dryas antico e secondo la depressione del limite delle nevi del dominio distale e prossimale, è stata attribuita all'intervallo Steinach - Bühl. Le datazioni con il radiocarbonio condotte da altri Autori che facevano risalire il fenomeno a tempi storici, sono da riferire invece ad un innalzamento del livello del lago che avrebbe provocato la morte degli alberi.

73. Orombelli G. & Sauro U., 1988. *I Lavini di Marco: un gruppo di frane oloceniche nel contesto morfoneotettonico dell'alta Val Lagarina (Trentino)*. Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat., I, 107-116.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: frana complessa
 Scala temporale: Subboreale, Subatlantico
 Datazioni: ^{14}C , evidenze geomorfologiche

Vengono prese in esame le frane del versante occidentale del M. Coni Zugna (Trentino), meglio note come Lavini di Marco. Si tratta di frane di scivolamento traslativo, alcune delle quali evolutesi in valanghe di detrito. Sono state effettuate datazioni di suoli sepolti dal detrito di frana in due diverse località: un evento risale a 5630 ± 80 anni BP, mentre l'altro ha un'età di 1300 anni BP. Dalle date numeriche e dallo stato di degradazione dei blocchi, che presentano forme di corrosione carsica, si può dedurre che si siano verificati almeno due eventi; la recidività di tali fenomeni è da imputare ad una attività neotettonica dell'area e, in particolare, ad un innesco sismico.

74. Panizza M., 1973. *Glacio Pressure Implications in the Production of Landslides in the Dolomitic Area*. Geol. Appl. Idrogeol., 8(1), 289-297.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: crollo
 Scala temporale: Tardiglaciale - Olocene inferiore
 Datazioni: evidenze geomorfologiche

Si illustrano le modalità di formazione di grandi fenomeni franosi verificatisi durante l'Olocene inferiore nelle Dolomiti. Questi fenomeni sarebbero connessi soprattutto con le deformazioni subite dagli ammassi rocciosi in seguito alla pressione esercitata da più lingue glaciali confluenti in una stretta valliva (glaciopressione). Dopo il ritiro dei ghiacciai e in un arco di tempo esteso fino all'epoca attuale, si sono verificati i fenomeni di collasso, con il concorso di altre cause come l'erosione torrentizia e, soprattutto, il cambiamento delle condizioni morfoclimatiche.

75. Panizza M., 1990. *The landslides in Cortina d'Ampezzo (Dolomites, Italy)*. In: A. Cancelli (ed.), ALPS 90-6th ICFL, Switzerland-Austria-Italy, Aug. 31st-Sept. 12th, Conference Proceedings. Università degli Studi di Milano, 55-63.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

Si esaminano le frane avvenute nella conca di Cortina d'Ampezzo (Dolomiti) dall'inizio dell'Olocene fino al presente riportandone la tipologia ed una attribuzione cronologica. Le cause dell'instabilità dei versanti vanno ricercate nella presenza di litotipi pelitici, nella fratturazione degli ammassi rocciosi, nella degradazione ad opera di fenomeni di crioclastismo e carsismo, nonché nella glaciopressione.

76. Panizza M. & Zardini R., 1986. *La frana su cui sorge Cortina d'Ampezzo (Dolomiti, Italia)*. Mem. Sc. Geol. Univ. Padova, 38, 415-426.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: colata
 Scala temporale: Subatlantico (V-VI sec. d.C.)
 Datazioni: ¹⁴C

Nell'ambito della ricostruzione dell'evoluzione geomorfologica della conca di Cortina d'Ampezzo (Dolomiti), è stato riconosciuto l'accumulo di una grande frana del quale è stato possibile fornire l'età, grazie alla datazione con il radiocarbonio di due reperti arborei inglobati nel detrito. L'evento risale al V-VI secolo dopo Cristo, periodo dopo il quale sono sorti i primi insediamenti proprio sul corpo dell'antica frana.

77. Panizza M., Pasuto A., Silvano S. & Soldati M., 1996. *Temporal occurrence and activity of landslides in the area of Cortina d'Ampezzo (Dolomites, Italy)*. Geomorphology, 15(3-4), 311-326.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale - Olocene inferiore, Subboreale, Attuale
 Datazioni: ¹⁴C, archivio

Nell'area di Cortina d'Ampezzo (Dolomiti) sono state individuate oltre trenta frane di differente tipo, dimensione ed età. La datazione di alcune di queste con il metodo del radiocarbonio ha consentito una valutazione della ricorrenza temporale dei fenomeni di instabilità. La maggior parte delle frane di dimensioni maggiori si è verificata al passaggio Tardiglaciale-Olocene, appena dopo il ritiro dei ghiacciai würmiani, ma un numero significativo di frane ha avuto luogo anche tra 4000 e 5000 anni BP (Subboreale). Numerose frane si sono riattivate più volte e alcune sono tuttora attive.

78. Panizza M., Pasuto A., Silvano S. & Soldati M., 1997. *Landsliding during the Holocene in the Cortina d'Ampezzo Region, Italian Dolomites*. In: J.A. Matthews, D. Brunnsden, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 19, 17-31.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene, Attuale
 Datazioni: ¹⁴C, archivio

L'area di Cortina d'Ampezzo (Dolomiti) è stata interessata da numerosi fenomeni franosi, alcuni dei quali tuttora attivi. Le cause dell'instabilità dei versanti vanno ricercate nelle condizioni geologiche e tettoniche al contorno, ma non va sottovalutato il ruolo del clima. Tramite datazioni con il metodo del radiocarbonio e considerazioni geomorfologiche, gli Autori distinguono tre gruppi di fenomeni, frane tardiglaciali e postglaciali, frane subboreali e frane ricorrenti. Infine, si considerano le problematiche derivanti dalla correlazione tra fenomeni franosi e cambiamenti climatici.

79. Panizza M., Pasuto A., Silvano S. & Soldati M., 1997. *Mass movement in the Italian Dolomites: the example of Cortina d'Ampezzo area*. Studia Univ. Babeş-Bolyai, Geogr., XLII, 1-2, 19-28.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene, Attuale
 Datazioni: ¹⁴C, evidenze geomorfologiche, archivio

I movimenti franosi nell'area di Cortina d'Ampezzo (Dolomiti) sono strettamente correlati alla sua complessa situazione stratigrafica e tettonica, che vede la sovrapposizione di ammassi rocciosi fragili su formazioni a comportamento duttile. Tuttavia, gli Autori sottolineano che i cambiamenti climatici hanno avuto un importante ruolo nell'instabilità dei versanti, sia indirettamente, a causa di fenomeni di glacioppressione, sia direttamente, in concomitanza di periodi più piovosi.

80. Pasuto A., Siorpaes C. & Soldati M., 1997. *I fenomeni franosi nel quadro geologico e geomorfologico della conca di Cortina d'Ampezzo (Dolomiti, Italia)*. Il Quaternario, 10(1), 75-92.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: colata, scivolamento, frana complessa
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene, Attuale
 Datazioni: ¹⁴C, evidenze geomorfologiche, archivio

Nell'ambito di uno studio geologico e geomorfologico della conca di Cortina d'Ampezzo (Dolomiti), gli autori pongono particolare attenzione alla distribuzione temporale dei fenomeni franosi a partire dal ritiro dei ghiacciai würmiani. Le frane di quest'area sono state datate con metodi radiometrici e valutazioni di tipo geomorfologico e sono state suddivise in tre gruppi: tardiglaciali e postglaciali, subboreali e ricorrenti. Inoltre, si sottolineano le problematiche da affrontare nelle correlazioni tra eventi franosi e cambiamenti climatici.

81. Pellegrini G.B. & Surian N., 1996. *Geomorphological study of the Fadalto landslide, Venetian Prealps, Italy*. Geomorphology, 15(3-4), 337-350.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

La frana di Fadalto (Prealpi Venete) ha avuto più riattivazioni dal Tardiglaciale ad oggi. L'evento principale, uno scivolamento di notevoli dimensioni, si è probabilmente verificato appena dopo il ritiro del ghiacciaio würmiano (si tratta di una datazione relativa), mentre altri fenomeni gravitativi hanno avuto luogo nel corso dell'ultimo millennio. I fattori scatenanti di queste frane sono riconducibili sia al clima (variazioni climatiche ed eventi meteorologici estremi) sia all'attività sismica.

82. Pitts J., 1983. *The temporal and spatial development of landslides in the Axmouth-Lyme Regis undercliffs, National Nature Reserve, Devon*. Earth Surf. Process. Landf., 8, 589-603.

Area geografica: costa britannica meridionale
 Tipo di fenomeno: scivolamento rotazionale
 Scala temporale: Piccola Età Glaciale - Attuale
 Datazioni: archivio

I fenomeni gravitativi che controllano l'evoluzione di un tratto di 8 km della costa britannica sono stati studiati e cartografati in dettaglio. Da un punto di vista temporale, viene evidenziata l'esistenza, relativamente agli ultimi tre secoli, di una buona correlazione fra i principali eventi di frana e periodi climatici particolarmente freddi o umidi.

83. Porter S.C. & Orombelli G., 1981. *Alpine rockfall hazards*. American Scientist, 69, 67-75.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: crollo

Scala temporale: tempi storici
 Datazioni: archivio, evidenze geomorfologiche, lichenometria, dendrocronologia, ¹⁴C

Dopo la descrizione delle frane della Brenva, del Triolet e dei crolli sul ghiacciaio del Miage (Massiccio del M. Bianco), si riportano le caratteristiche che distinguono depositi glaciali e di crollo, che sono stati spesso confusi, con conseguenti errori di interpretazione oltre che sulla genesi, anche sulla età degli stessi. In seguito, si descrivono i metodi di datazione dei fenomeni franosi e si riporta una rassegna dei principali accumuli per crollo dell'area; in particolare, si descrive un evento datato 2500 anni BP, sul cui accumulo sorge l'abitato di Courmayeur. Nell'ottica della valutazione del rischio da frana, si suggerisce una correlazione tra grandi e catastrofici crolli e fasi di avanzata glaciale, testimonianza di un probabile controllo climatico.

84. Provansal M., 1995. *The role of climate in landscape morphogenesis since the Bronze Age in Provence, southeastern France*. *The Holocene*, 5, 348-353.

Area geografica: Alpi (Francia)
 Tipo di fenomeno: -
 Scala temporale: Atlantico, Attuale (ultimi 6000 anni)
 Datazioni: ¹⁴C, archeologia

In Provenza (Francia sud-orientale) sono stati individuati periodi caratterizzati da una intensa morfogenesi (erosione del suolo, fasi di alluvionamento etc.) nel corso degli ultimi 6000 anni. L'Autore evidenzia che tale morfogenesi non può essere messa in relazione solo con particolari fasi climatiche, ma che dipende anche dall'azione antropica sul territorio.

85. Rapp A. & Åkerman H.J., 1993. *Slope processes and climate in the Abisko Mountains, northern Sweden*. In: B. Frenzel, J.A. Matthews & B. Gläser, *Solifluction and climatic variation in the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 11, 163-177.

Area geografica: Monti Abisko (Svezia)
 Tipo di fenomeno: crollo, soliflusso
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: evidenze geomorfologiche

Viene riportato un caso di studio nella Svezia settentrionale, dove sono ben rappresentati i processi morfogenetici che sono stati attivi durante la deglaciazione tardopleistocenica, durante la Piccola Età Glaciale ed infine negli ultimi cento anni. Utilizzando i risultati di studi quantitativi iniziati negli anni '50 come confronto, è possibile ricostruire l'evoluzione dei processi e le eventuali relazioni con le condizioni climatiche passate.

86. Rapp A. & Nyberg, 1981. *Alpine debris flows in northern Scandinavia. Morphology and dating by lichenometry*. *Geogr. Ann.*, 63A, 183-196.

Area geografica: Monti Scandinavi
 Tipo di fenomeno: *debris flow*
 Scala temporale: Subatlantico (ultimi 2700 anni)
 Datazioni: lichenometria

L'analisi di numerosi conoidi da *debris flow* ha permesso di stabilire che queste forme si sono sviluppate in seguito a vari eventi deposizionali. La datazione di tali fenomeni è stata effettuata attraverso lo studio dei licheni (*Rhizocarpon geographicum*). Gli eventi più antichi hanno una età di circa 2700 anni e il tempo di ritorno è dell'ordine di 50-400 anni.

87. Rodolfi G., 1997. *Holocene mass movement activity in the Tosco-Romagnolo Apennines (Italy)*. In: J.A. Matthews, D. Brunson, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), *Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 33-46.

Area geografica: Appennino (Italia)
 Tipo di fenomeno: frana complessa, scivolamento planare
 Scala temporale: Subatlantico
 Datazioni: archivio, ¹⁴C

Vengono descritte in dettaglio 5 frane complesse e per scivolamento planare nell'Appennino tosco-romagnolo. La frana di Pianaccia è stata datata con il metodo del radiocarbonio e riferita al periodo 430-570 d.C., in coincidenza con un intervallo freddo, contraddistinto anche da un'avanzata glaciale. La frana di Castagno è avvenuta nello stesso giorno di un terremoto, ma questo non esclude che tra le cause predisponenti sia da considerare anche quella climatica, dato che l'evento è avvenuto nel periodo freddo alla fine del Medioevo.

88. Schluchter C., 1988. *Instabilities in the area of St. Moritz, Switzerland. Geology, chronology, geotechnology*. In: C. Bonnard (ed.), *Landslides. Proc. 3rd ISL*. Balkema, Rotterdam, 1375-1380.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: frana complessa
 Scala temporale: Subboreale, Attuale (ultimi 4000 anni)
 Datazioni: ¹⁴C

Viene descritta l'area di Brattas, nell'abitato di S. Moritz (Svizzera), caratterizzata da una generale instabilità. La datazione di 20 campioni di legno e torba ritrovati nella zona di accumulo del movimento franoso principale, ha permesso di distinguere 4 fasi di riattivazione, correlabili con periodi che hanno registrato anche un'avanzata dei ghiacciai.

89. Schoeneich P., 1991. *Les datation des glissements de terrain*. In: D.H Bell (ed.), *Landslides. Proc. 6th ISL*. Balkema, Rotterdam, 205-212.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: -
 Datazioni: ¹⁴C, palinologia, dendrocronologia, evidenze geomorfologiche

Vengono descritte dal punto di vista teorico le differenti possibilità di datare una frana, con esempi nelle Alpi svizzere e in lavori pubblicati da altri Autori. Si sottolinea l'utilità delle datazioni nello studio delle frane, per la valutazione del rischio e nelle ricostruzioni paleoclimatiche e della evoluzione geomorfologica.

90. Schoeneich P., Tercier J., Hurni J.-P., Orsel C. & Orsel A., 1996. *Les crises catastrophiques du glissement des Parchets (Préalpes vaudoises, Suisse): indices d'une augmentation des précipitations entre 2.000 et 1.500 ¹⁴C BP*. *Quaternaire*, 7(2-3), 97-109.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: scivolamento, colata
 Scala temporale: Subatlantico (ultimi 2000 anni)
 Datazioni: dendrocronologia, ¹⁴C

La frana di Les Parchets (Svizzera) si sviluppa in terreni flyschiodi ed è costituita da una serie di successivi colamenti. Con l'analisi dendrocronologica di 37 tronchi rinvenuti all'interno dei depositi, si è dimostrata la natura catastrofica dei movimenti e sono stati identificati e datati tre eventi. Correlando questi risultati con altri ottenuti nella stessa area, si è identificata una fase di precipitazioni molto intense durante l'età romana.

91. Schoeneich P., Tercier J., Hurni J.-P. & Orsel C., 1997. *Datation par dendrochronologie du glissement des Parchets (Les Diablerets, Alpes vaudoises)*. *Eclogae Geol. Helv.*, 90(3), 481-496.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: colata, scivolamento
 Scala temporale: Subatlantico (97 d.C.-1325 d.C.)
 Datazioni: dendrocronologia

Si descrivono la frana di Parchets (Svizzera) ed il contesto geologico e geomorfologico in cui si è sviluppata. Le datazioni eseguite tramite l'analisi di 50 tronchi estratti dal corpo di frana hanno permesso di individuare 5 eventi catastrofici che si sono verificati a partire dal 97 d.C. fino al 1325 d.C..

92. Seppälä M., 1993. *Solifluction in northern Finland: past and present*. In: B. Frenzel, J.A. Matthews & B. Gläser, *Solifluction and climatic variation in the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 11, 59-70.

Area geografica: Monti Scandinavi (Finlandia)
 Tipo di fenomeno: soliflusso
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

Nella Lapponia finlandese, al di sopra del limite degli alberi, i periodi freddi e umidi sono favorevoli allo sviluppo di fenomeni di soliflusso. Da datazioni di diversi suoli sepolti tramite il metodo del radiocarbonio, si è osservato che un primo periodo di più intensa attività dei lobi di soliflusso risale alla deglaciazione ed un secondo è iniziato dopo l'*Optimum* Climatico, tra 5000 e 4000 anni BP. Si sottolinea, però, che sono necessarie ulteriori ricerche finalizzate ad una migliore comprensione dei parametri climatici che influenzano i fenomeni di soliflusso.

88. Schluchter C., 1988. *Instabilities in the area of St. Moritz, Switzerland. Geology, chronology, geotechnology*. In: C. Bonnard (ed.), *Landslides. Proc. 3rd ISL*. Balkema, Rotterdam, 1375-1380.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: frana complessa
 Scala temporale: Subboreale, Attuale (ultimi 4000 anni)
 Datazioni: ¹⁴C

Viene descritta l'area di Brattas, nell'abitato di S. Moritz (Svizzera), caratterizzata da una generale instabilità. La datazione di 20 campioni di legno e torba ritrovati nella zona di accumulo del movimento franoso principale, ha permesso di distinguere 4 fasi di riattivazione, correlabili con periodi che hanno registrato anche un'avanzata dei ghiacciai.

89. Schoeneich P., 1991. *Les datation des glissements de terrain*. In: D.H Bell (ed.), *Landslides. Proc. 6th ISL*. Balkema, Rotterdam, 205-212.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: -
 Datazioni: ¹⁴C, palinologia, dendrocronologia, evidenze geomorfologiche

Vengono descritte dal punto di vista teorico le differenti possibilità di datare una frana, con esempi nelle Alpi svizzere e in lavori pubblicati da altri Autori. Si sottolinea l'utilità delle datazioni nello studio delle frane, per la valutazione del rischio e nelle ricostruzioni paleoclimatiche e della evoluzione geomorfologica.

90. Schoeneich P., Tercier J., Hurni J.-P., Orcel C. & Orcel A., 1996. *Les crises catastrophiques du glissement des Parchets (Préalpes vaudoises, Suisse): indices d'une augmentation des précipitations entre 2.000 et 1.500 ¹⁴C BP*. *Quaternaire*, 7(2-3), 97-109.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: scivolamento, colata
 Scala temporale: Subatlantico (ultimi 2000 anni)
 Datazioni: dendrocronologia, ¹⁴C

La frana di Les Parchets (Svizzera) si sviluppa in terreni flyschiodi ed è costituita da una serie di successivi colamenti. Con l'analisi dendrocronologica di 37 tronchi rinvenuti all'interno dei depositi, si è dimostrata la natura catastrofica dei movimenti e sono stati identificati e datati tre eventi. Correlando questi risultati con altri ottenuti nella stessa area, si è identificata una fase di precipitazioni molto intense durante l'età romana.

91. Schoeneich P., Tercier J., Hurni J.-P. & Orcel C., 1997. *Datation par dendrochronologie du glissement des Parchets (Les Diablerets, Alpes vaudoises)*. *Eclogae Geol. Helv.*, 90(3), 481-496.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: colata, scivolamento
 Scala temporale: Subatlantico (97 d.C.-1325 d.C.)
 Datazioni: dendrocronologia

Si descrivono la frana di Parchets (Svizzera) ed il contesto geologico e geomorfologico in cui si è sviluppata. Le datazioni eseguite tramite l'analisi di 50 tronchi estratti dal corpo di frana hanno permesso di individuare 5 eventi catastrofici che si sono verificati a partire dal 97 d.C. fino al 1325 d.C..

92. Seppälä M., 1993. *Solifluction in northern Finland: past and present*. In: B. Frenzel, J.A. Matthews & B. Gläser, *Solifluction and climatic variation in the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 11, 59-70.

Area geografica: Monti Scandinavi (Finlandia)
 Tipo di fenomeno: soliflusso
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

Nella Lapponia finlandese, al di sopra del limite degli alberi, i periodi freddi e umidi sono favorevoli allo sviluppo di fenomeni di soliflusso. Da datazioni di diversi suoli sepolti tramite il metodo del radiocarbonio, si è osservato che un primo periodo di più intensa attività dei lobi di soliflusso risale alla deglaciazione ed un secondo è iniziato dopo l'*Optimum* Climatico, tra 5000 e 4000 anni BP. Si sottolinea, però, che sono necessarie ulteriori ricerche finalizzate ad una migliore comprensione dei parametri climatici che influenzano i fenomeni di soliflusso.

93. Soldati M., 1999. *Landslide hazard investigations in the Dolomites (Italy): The Case Study of Cortina d'Ampezzo*. In: R. Casale & C. Margottini (eds.), *Floods and Landslides: Integrated Risk Assessment*. Springer-Verlag, Berlin, 281-294.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale - Olocene inferiore, Atlantico, Subboreale
 Datazioni: ¹⁴C, archivio

Lo studio tratta della valutazione del rischio connesso a fenomeni franosi in area dolomitica e, in particolare, nella zona di Cortina d'Ampezzo (Dolomiti). La determinazione dell'età di numerose frane ha consentito, da una parte, di individuare i periodi in cui le frane si sono verificate con maggiore frequenza (ad es. al passaggio tra il Tardiglaciale e l'Olocene e tra Atlantico e Subboreale), dall'altra di valutare la ricorrenza degli eventi di frana. Fra queste frane, alcune si sono riattivate varie volte nel corso dell'Olocene: a questo tipo di fenomeni è associato il rischio più elevato.

94. Sorriso-Valvo M., 1997. *Landsliding during the Holocene in Calabria, Italy*. In: J.A. Matthews, D. Brunnsden, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), *Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene*. *Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research*, 19, 97-108.

Area geografica: Appennino (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

Sono molto poche le datazioni di fenomeni gravitativi attualmente esistenti per la Calabria. Vi sono evidenze che provano un'attività dei fenomeni più intensa durante la Piccola Età Glaciale, ma mancano i dati per una completa e precisa caratterizzazione temporale dei fenomeni. Anche se una relazione fra eventi di frana e periodi con condizioni climatiche estreme è molto probabile, non bisogna trascurare l'influenza che in questa regione hanno la tettonica e gli interventi operati dall'uomo.

95. Starkel L., 1966. *Post-glacial climate and the moulding of European relief*. *Proc. Int. Symp. on World Climate from 8000 to 0 B.C.*, Royal Meteorological Society, London, 15-33.

Area geografica: Europa
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: -

Le aree montuose dell'Europa vengono modellate da processi che subiscono l'influenza diretta dei cambiamenti climatici, ma anche di fattori indirettamente correlabili al clima e di fattori indipendenti da esso. Le variazioni di umidità e temperatura si riflettono in variazioni dell'intensità dei processi e, di conseguenza, in forme e sedimenti. Pertanto, l'analisi di questi ultimi permette una ricostruzione dei cambiamenti climatici avvenuti nel passato.

96. Starkel L., 1985. *The reflection of the Holocene climatic variations in the slope and fluvial deposits and forms in the European mountains*. *Ecologia Mediterranea*, 11(1), 91-97.

Area geografica: Europa
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Tardiglaciale, Olocene
 Datazioni: dendrocronologia, ¹⁴C

Nelle catene montuose europee si osserva una coincidenza nel tempo delle avanzate dei fronti glaciali e dell'intensificazione di processi di versante. Un'ulteriore correlazione può essere stabilita con le variazioni nel tempo delle zone vegetazionali e con l'incremento dei processi di sedimentazione e delle inondazioni nelle zone di pianura. Questi diversi tipi di eventi recano un segnale climatico e, in particolare, sono legati alle fluttuazioni dei diversi parametri climatici.

97. Starkel L., 1986. *Holocene climatic changes reflected in the slope and valley floor evolution in European mountains*. *Studia Geom. Carpatho-Balcanica*, 20, 49-57.

Area geografica: Europa
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: dendrocronologia, ¹⁴C

In questo lavoro vengono confrontati i risultati di ricerche svolte in varie catene o regioni europee (Alpi, Carpazi, Scandinavia etc.), con l'intenzione di riconoscere una causa comune alle varie fasi di intensa attività geomorfologica sui versanti e nei fondovalle riconosciute nell'Olocene. Secondo l'Autore, il fatto che ci sia una coincidenza fra le fasi di avanzata dei ghiacciai, i fenomeni gravitativi più intensi e le piene dei corsi d'acqua, indica che la causa comune di questi processi è di tipo climatico.

98. Starkel L., 1995. *The pattern of the Holocene climatic variations in Central Europe based on various geological records*. Quaestiones Geographicae, 4, 259-264.

Area geografica: Europa centrale
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: vari metodi

Viene analizzata la coincidenza tra fasi di avanzata glaciale, di intensa attività fluviale e di instabilità dei versanti. La causa comune di questi fenomeni può essere ricercata nella maggiore frequenza di eventi meteorici estremi, il cui intensificarsi può essere a sua volta correlato con l'aumento di ceneri in sospensione nell'atmosfera, connesso a fasi di incremento dell'attività vulcanica.

99. Starkel L., 1997. *Mass movements during the Holocene: the Carpathian example and the European perspective*. In: J.A. Matthews, D. Brunnsden, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 19, 385-400.

Area geografica: Carpazi, Europa
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C, palinologia

Un'analisi dei fenomeni franosi avvenuti nei Carpazi durante l'Olocene mostra una sincronia tra le fasi di instabilità dei versanti e periodi caratterizzati da frequenti piogge. Inoltre, queste fasi mostrano una buona corrispondenza anche con le avanzate glaciali, con l'intensificarsi di fenomeni di soliflusso e con l'abbassamento del limite degli alberi. È comunque necessario valutare anche il ruolo dell'attività tettonica e l'esistenza di differenze climatiche tra le diverse aree.

100. Strunk H., 1989. *Dendrochronological investigations on the frequency of debris flow in the Italian Alps*. Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 11, 13-17.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: debris flow
 Scala temporale: Subatlantico (ultimi 240 anni)
 Datazioni: dendrocronologia

Lo studio si propone di valutare la ricorrenza dei debris flow in un'area alpina delle Dolomiti. Attraverso uno studio dendrocronologico si è stabilito che in quest'area, negli ultimi 240 anni, si sono verificati 12 debris flow; la ricorrenza di questi fenomeni è quindi in media di 20 anni, anche se nella realtà può variare da 9 a 56 anni.

101. Strunk H., 1997. *A 3300 years history of debris flow activity in the southern Alps: vegetation cover, soil depth, forest fire and overgrazing as controlling factors*. In: J.A. Matthews, D. Brunnsden, B. Frenzel, B. Gläser & M.M. Weiß (eds.), Rapid mass movement as a source of climatic evidence for the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 19, 223-232.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: debris flow
 Scala temporale: Subboreale, Attuale (ultimi 3300 anni)
 Datazioni: ¹⁴C, dendrocronologia

La datazione di suoli fossili con il metodo del radiocarbonio e con la dendrocronologia ha permesso la ricostruzione dei processi geomorfologici che sono stati attivi negli ultimi 3300 anni nell'area di Braies (Alto Adige). L'Autore rileva come le fasi di stabilità o instabilità dei versanti non possano essere imputate ad una sola causa, ad esempio quella climatica, ma come sia necessario valutare altre variabili, quali il volume di detrito nella zona di drenaggio, la copertura vegetale, lo spessore dei suoli, gli incendi e l'attività antropica. In ogni caso le variazioni nella frequenza degli eventi non permettono di distinguere il segnale climatico.

102. Tallis J.H. & Johnson R.H., 1980. *The dating of landslides in Longdendale, north Derbyshire, using pollen-analytical techniques*. In: R.A. Cullingford, D.A. Davidson & J. Lewin (eds.), Timescales in Geomorphology. Wiley, London, 189-207.

Area geografica: Pennini (Inghilterra)
 Tipo di fenomeno: scivolamento
 Scala temporale: Atlantico, Subboreale
 Datazioni: palinologia

Vengono riportate le date di alcuni movimenti franosi avvenuti nei Pennini meridionali (Inghilterra). Le datazioni sono state eseguite tramite l'analisi dei diagrammi pollinici ottenuti dal campionamento di depositi torbosi, accumulatisi in contropendenze da frana. Nella discussione gli Autori prendono in considerazione diversi fattori scatenanti per questi eventi, fra cui il verificarsi di cambiamenti climatici, ma i dati non sembrano supportare questa ipotesi. Infatti, sembra più probabile una maggiore instabilità dei versanti in concomitanza con periodi di ridotta copertura vegetale.

103. Tropeano D. (in collaborazione con P. Olive), 1993. *Eventi geomorfologici nelle Alpi italiane e nella pianura occidentale del Po: inquadramento cronologico in base a radiodatazioni ¹⁴C*. Il Quaternario, 6(2), 189-204.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: vari
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

Viene riportata una serie di datazioni di episodi geomorfologici connessi all'evoluzione dei versanti e delle pianure fluviali. A partire da 9500 anni BP si evidenzia a più riprese l'attività di grandi frane nelle alte vallate delle Alpi italiane occidentali e, a partire da 6000 anni BP, sono documentati fenomeni di trasporto torrentizio in massa. Il più antico evento franoso datato, nell'alto bacino della Dora Riparia, è da intendersi conseguente a fenomeni di deglaciazione endovalliva.

104. Veit H., 1993. *Holocene solifluction in the Austrian and southern Tyrolean Alps: dating and climatic implication*. In: B. Frenzel (ed.), J.A. Matthews & B. Glaser (co-eds.), *Solifluction and climatic variation in the Holocene*. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 11, 23-32.

Area geografica: Alpi (Austria, Italia)
 Tipo di fenomeno: soliflusso
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

Con lo studio dei suoli fossili è stato possibile ricostruire la sequenza delle fasi di stabilità e di attività dei processi geomorfologici connessi a fenomeni di soliflusso nelle Alpi austriache e italiane. Si identificano due fasi associate all'espansione del *permafrost* intorno a 3000 anni BP e tra 1800 e 800 anni BP. Una dinamica di questo tipo può essere associata a inverni freddi e asciutti, mentre le fasi di stabilità dell'Olocene inferiore sono associabili a condizioni più umide, favorevoli all'avanzata dei ghiacciai, ma non allo sviluppo di lobi di soliflusso.

105. Von Poschinger A. & Thom P., 1995. *Neue Untersuchungsergebnisse am Bergsturz Hintersee-Ramsau (Berchtesgadener Land)*. Geologica Bavarica, 99, 399-411.

Area geografica: Alpi (Austria)
 Tipo di fenomeno: scivolamento in roccia
 Scala temporale: Subatlantico
 Datazioni: ¹⁴C

Sulla base di indagini geognostiche e geomorfologiche viene ricostruito l'evento franoso che ha dato origine al lago di Hintersee, nella regione di Berchtesgaden (Austria). In particolare, in un sondaggio perforato nel corpo di frana è stato ritrovato un tronco, la cui datazione con il metodo del radiocarbonio ha fornito una età minima per l'evento di 3520 anni BP.

106. Wegmann M., Gudmundsson G.H. & Haeblerl W., 1998. *Permafrost changes in rock walls and the retreat of alpine glaciers: a thermal modelling approach*. Permafrost and Periglacial Processes, 9, 23-33.

Area geografica: Alpi (Svizzera)
 Tipo di fenomeno: -
 Scala temporale: Piccola Età Glaciale, Attuale
 Datazioni: -

Nell'articolo non si tratta direttamente di fenomeni franosi, ma vengono analizzate, anche per mezzo di modelli di trasferimento del calore, le conseguenze del ritiro dei ghiacciai dopo la Piccola Età Glaciale sulle pareti rocciose. Queste, nuovamente esposte dopo lo scioglimento del ghiaccio, sono sottoposte alla azione del gelo-disgelo, un fenomeno che contribuisce alla disgregazione della roccia e di conseguenza alla diminuzione della

stabilità del versante. A causa della grande inerzia del sistema, la risposta della base del *permafrost* ad una variazione climatica è invece molto più lunga (dell'ordine di millenni).

107. Whalley W.B., Douglas G.R. & Jonsson A., 1983. *The magnitude and frequency of large rockslides in Iceland in the postglacial*. Geogr. Ann., 65A, 99-110.

Area geografica: Islanda
 Tipo di fenomeno: scivolamento
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: evidenze geomorfologiche, vegetazione, pedologia

In Islanda sono state datate con metodi relativi (vegetazione, alterazione, suoli etc.) un grande numero di frane verificatesi nell'Olocene (ultimi 10.000 anni). Il 60% degli eventi di frana si è verificato tra 7000 e 3000 anni BP, mentre meno del 5 % degli eventi negli ultimi 1000 anni. Secondo gli Autori non si può invocare un controllo climatico nell'innescio di queste frane: tanto le cause predisponenti, quanto i fattori scatenanti sono da ricercare nelle caratteristiche meccaniche delle rocce.

108. Worsley P., 1993. *Holocene solifluction at Okstindan, northern Norway: a reassessment*. In: B. Frenzel, J.A. Matthews & B. Gläser, Solifluction and climatic variation in the Holocene. Paläoklimaforschung - Palaeoclimate Research, 11, 49-57.

Area geografica: Monti Scandinavi (Norvegia)
 Tipo di fenomeno: soliflusso
 Scala temporale: Olocene
 Datazioni: ¹⁴C

Tramite analisi stratigrafiche dettagliate e datazioni con il radiocarbonio condotte su sezioni di lobi di soliflusso, si è ricostruita l'evoluzione geomorfologica di un'area della Norvegia settentrionale. Mentre a quote superiori i fenomeni sono stati attivi sin dalla deglaciazione tardopleistocenica, a quote inferiori si sono sviluppati intorno a circa 3000 anni dal presente. L'attivarsi dei lobi di soliflusso appare direttamente collegato con l'abbassamento del limite degli alberi e, quindi, con le variazioni climatiche.

109. Zardini R., Panizza M. & Spampani M., 1984. *Reperto arboreo di 9000 anni fa a Ronco e osservazioni geomorfologiche sul Col Drusciè (Cortina d'Ampezzo)*. Cassa Rurale e Artigiana, Cortina d'Ampezzo, 23 pp.

Area geografica: Alpi (Italia)
 Tipo di fenomeno: frana complessa
 Scala temporale: Preboreale-Boreale
 Datazioni: ¹⁴C

Nell'ambito delle indagini finalizzate alla ricostruzione dell'evoluzione geomorfologica dell'area di Cortina d'Ampezzo (Dolomiti), è stato datato un tronco di abete rinvenuto nel detrito di frana alle pendici del Col Drusciè. Il campione ha un'età approssimativa di 9000±150 anni BP e colloca la frana all'inizio dell'Olocene. Le cause del movimento franoso vanno ricercate nei cambiamenti morfoclimatici di quel periodo, nei fenomeni di glaciopressione e probabilmente in un episodio tellurico.

Ms. ricevuto il 30 luglio 2001

Testo definitivo ricevuto il 16 ottobre 2001

Ms. received: July 30, 2001

Final text received: October 16, 2001