ANTONIO VEGGIANI

RICERCHE DI PALEOCLIMATOLOGIA ALPINA E
APPENNINICA: CICLI CLIMATICI DI PIOVOSITÀ E
LAGHI DI FRANA NELL'ALTA VALLE
DEL LAMONE IN EPOCA STORICA

PREMESSA

Il territorio di Marradi, nell'alta valle del fiume Lamone, è stato interessato nel corso dei tempi storici da frane che hanno a volte causato lo sbarramento del corso del fiume stesso, o degli affluenti che in esso si scaricano, originando ristagni di acqua o veri e propri laghi che per le modalità della loro origine sono comunemente detti «laghi di frana» o «laghi di sbarramento per frana». Detti laghi vengono distinti dai «laghi su frana» che generalmente occupano le conche originatesi nei depositi di frana o alle spalle di questi stessi depositi.

I laghi di frana che si formano lungo importanti corsi di acqua hanno generalmente vita effimera in quanto vanno soggetti ad un più o meno rapido interrimento. Inoltre le acque fluviali riprendono poi il sopravvento iniziando ad erodere il deposito di frana e provocando un solco che porterà di nuovo al normale deflusso delle acque e allo svuotamento del lago stesso.

Sono ben noti i laghi di sbarramento per frana nell'area alpina quali i laghi di Àlleghe, di Molveno e di Antrona (1). Scomparve invece rapi-

(1) G.B. CASTIGLIONI, *Geomorfologia*, Torino 1979, pp. 108-109, 205, 272.

damente il lago di Buarta sul Tagliamento, formatosi nel 1692 in seguito a una frana.

Per la valle del Savio in Romagna si hanno interessanti esempi nei territori di Sorbano e Sarsina. Presumibilmente tra il 400 e il 750 d.C. si verificò una importante frana a Sorbano, sulla sinistra del Savio, che provocò la formazione di un lago che si estendeva fin sotto Sarsina e lungo la valle del torrente Fanante, affluente di destra del Savio stesso (2).

Un'altra grande frana sbarrò il corso del fiume Savio a Quarto di Sarsina il 21 marzo 1811 provocando un lago che rimase attivo fino verso la fine del secolo.

Nell'alta valle del Montone, in Romagna, si hanno pure esempi di laghi di frana. Il più noto è certamente quello che si originò presumibilmente tra il 400 e il 750 d.C., in connessione al verificarsi di un importante ciclo climatico di piovosità, a seguito dello sbarramento del torrente Acquacheta e che diede origine alla celebre cascata dell'Acquacheta immortalata da Dante nella *Divina Commedia* (3).

In numerose località della catena appenninica non mancano gli esempi di laghi di frana. A volte sono stati studiati in dettaglio anche i depositi alluvionali che hanno colmato quei laghi nel corso del tempo. Per il bacino della Lagaccia presso Boccassuolo nel Modenese, le ricerche palinologiche condotte su campioni carotati in quel deposito, hanno portato a formulare l'ipotesi che l'evento di frana possa essere collocato in corrispondenza del periodo di piovosità del 400-750 d.C. di cui più volte si è fatto cenno (4).

Stanno sempre più emergendo dati che comprovano come anche il fenomeno ricorrente dei laghi di frana sia da mettere in relazione a particolari cicli climatici di piovosità di cui si stanno ricercando le prove nelle serie delle registrazioni meteorologiche per i tempi più recenti e nelle variazioni delle fronti dei ghiacciai per i tempi storici (5).

È superfluo dire che i fenomeni franosi si verificheranno solo se in

(2) A. VEGGIANI, *La frana di Sorbano e l'interrimento della necropoli romana di Pian di Bezzo*, «Studi Romagnoli», V (1954), pp. 239-247.

(3) VEGGIANI, *Come si formò la cascata dell'Acquacheta immortalata da Dante*, «Studi Romagnoli», XXIII (1972), pp. 35-47.

(4) M.G. GIANNINI, *Variazioni climatico-forestali recenti nei sedimenti del bacino della «Lagaccia» (Boccassuolo - Appennino modenese)*, «Memorie di Biogeografia Adriatica», VIII (1969-70), pp. 11-23.

(5) G. OROMBELLI - S.C. PORTER, *Late Holocene fluctuations of Brenva glacier*, «Geogr. Fis. Dinam. Quater.», V (1982), pp. 14-37.

determinati luoghi di un territorio esistono le condizioni favorevoli all'insacco dei fenomeni stessi.

Nell'alta valle del fiume Lamone, i terreni interessati dalle frane che hanno dato origine ai laghi di frana appartengono alla Formazione marnoso-arenacea romagnola del Miocene medio e inferiore (6). I movimenti franosi che si osservano sono classificabili come scivolamenti o scorrimenti lungo superfici precostituite, ossia lungo i giunti di stratificazione presenti nella successione dei terreni marnoso-arenacei miocenici. Sono tipiche frane che si manifestano nelle formazioni geologiche in cui i livelli porosi e permeabili, quali arenarie, molasse, calcari, si alternano a livelli impermeabili, quali argille o marne. Evidentemente il movimento avverrà solo quando siano presenti determinate condizioni. Innanzi tutto si dovranno verificare periodi di intense precipitazioni. In tal modo l'acqua di origine meteorica penetrerà nel complesso marnoso-arenaceo attraverso fratture, sempre presenti nelle formazioni litologiche che hanno subito corrugamenti, rammollirà poi, in determinate circostanze, un giunto di stratificazione al contatto tra arenarie e marne facendone diminuire il coefficiente di attrito. Se i corsi d'acqua hanno originato nella zona profonde incisioni, particolarmente secondo la direzione di strato, e se la pendenza del pendio è superiore a quella di strato, si avrà la rottura di equilibrio tra i complessi litologici con scorrimento verso valle degli strati soprastanti al giunto di stratificazione così rammollito.

A questo primo scorrimento ne potranno seguire altri in connessione sempre a particolari periodi piovosi.

Giova far rilevare che lo scorrimento può avvenire anche con pendenze di strato abbastanza lievi, intorno a 10-15 gradi, purché siano verificate le condizioni sopra accennate. Si potranno così avere valli con pendii dolci e soggetti a frane su un versante e con pendii ripidi ma stabili sul versante opposto. Il verificarsi di grandi scorrimenti è sempre un fenomeno non molto frequente ed inoltre gli scorrimenti stessi sono legati a particolari eventi climatici che si verificano pure in maniera ciclica.

L'esame dei dati storici sui laghi di frana nell'alta valle del Lamone ha portato alla constatazione che vi è una correlazione tra i periodi di piovosità emergenti dalle serie di registrazioni meteorologiche o dalle avanzate delle fronti dei ghiacciai e la formazione dei laghi stessi.

Si darà ora qui di seguito la descrizione dei laghi di frana individuati

(6) G. CREMONINI - C. ELMI, *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 - Foglio 99-Faenza*, Roma 1971.

in questa parte dell'Appennino romagnolo, la loro data di formazione, ove possibile, o quella presunta e rilevabile da osservazioni geomorfologiche. Fatta questa elencazione si passerà poi a correlare i cicli franosi e relativa formazione dei laghi di frana, con i cicli di piovosità di cui stanno via via emergendo e prendendo consistenza le varie successioni cronologiche per i tempi storici. E ciò sulla base sia della interpretazione dei dati meteorologici registrati dall'uomo, sia sulla base di dati di natura parameteorologica, quali descrizioni o rappresentazioni grafiche di eventi meteorologici e idrologici estremi (alluvioni, nevicate eccezionali, gelate) o effetti indotti sulla vegetazione, sui raccolti o sui traffici umani, e sia infine sulla base di evidenze paleogeografiche. Tra queste ultime meritano la più grande attenzione le fluttuazioni glaciali che testimoniano appunto le variazioni dell'ambiente fisico dovute a mutamenti climatici sia a lungo, sia a breve periodo. Gli studi più recenti hanno portato alla constatazione che in genere i piccoli ghiacciai alpini sono quelli più sensibili alle variazioni climatiche a breve periodo e quindi più atti per questo tipo di studio (7).

IL LAGO DI CRESPINO

Un vasto pianoro alluvionale è ben evidente a valle del centro abitato di Crespino sul Lamone (fig. 1, punto 1), per una lunghezza di m 900 e una larghezza massima di m 150, compreso nel Foglio 99-Faenza, tavoletta III S.O.-Casaglia. La sua quota si aggira intorno a m 530 s.l.m. Il pianoro, nella parte più settentrionale, termina bruscamente in corrispondenza della cascata di Valbura lungo la quale le acque del Lamone scorrono con una serie di salti. Sulla destra del Lamone, in vicinanza del Molino di Valbura, si nota chiaramente un grande ammasso di stratificazioni marnoso-arenacee del Miocene che distaccatesi dal fianco destro della valle hanno scivolato in toto verso il fiume ostruendone l'alveo. L'ammasso è circondato da stratificazioni in posto che hanno direzione NO-SE, immersione verso SO e inclinazione tra 10 e 15 gradi. Risulta chiaro che in occasione del fenomeno franoso la valle venne bloccata ed un lago di frana si formò nella zona a monte dello sbarramento.

Il lago venne colmato da sedimenti trasportati per rotolamento e per sospensione dalle acque del fiume Lamone che via via si crearono un

(7) OROMBELLI, *La paleoclimatologia: brevi cenni introduttivi*, «Atti del primo Convegno di Meteorologia Appenninica, Reggio Emilia, 7-10 aprile 1979», pp. 587-611.

nuovo corso, spostato più ad occidente di quello rimasto coperto dai terreni di frana. Si creò così la cascata di Valbura, ancora oggi attiva, in corrispondenza delle stratificazioni marnoso-arenacee mioceniche che vengono continuamente sottoposte ad erosione ad opera delle acque fluviali. Data la natura della roccia in posto, rappresentata da grossi banchi di arenaria compatta, l'opera di erosione è alquanto lenta e trascorreranno molti secoli ancora prima che il fiume Lamone raggiunga il suo nuovo profilo di equilibrio.

Non si hanno notizie storiche su questo evento naturale. Sulla base di considerazioni geomorfologiche e tenendo conto dell'esistenza di resti di edifici sorti sui sedimenti di riempimento del lago nella zona di Crespino, si può ipotizzare che la frana si sia verificata in età altomedioevale.

LAGO DI BOESIMO

La località Boesimo si trova lungo un piccolo corso d'acqua, detto anche rio di Boesimo, affluente di destra del fiume Lamone tra S. Martino in Gattara e S. Cassiano (fig. 1, punto 2). L'11 aprile 1690 un vasto movimento franoso, preannunciato dalla formazione di numerosi crepacci nei primi giorni di aprile, prese origine dal Monte del Termine posto sul fianco destro del rio Boesimo e si diresse verso valle. Furono così ostruiti gli alvei del rio Boesimo e del Lamone. Anche in questa frana furono coinvolti i terreni della «Formazione marnoso-arenacea romagnola» miocenica qui interessati da una grande faglia diretta NO-SE. Un lago di frana più ampio, ma ben presto svuotato su progetto dell'idraulico faentino Pier Maria Cavina, si formò lungo il Lamone ad occidente di Torricella (per riferimento ai toponimi: Foglio 99 - Faenza, tavoletta III N.E. - S. Martino in Gattara). Un lago meno ampio invece si formò lungo il rio Boesimo, lago che era ancora visibile nel 1693.

La suddetta frana seppellì quattro casolari, campi e strade, provocando anche la morte di una decina di persone (8).

La frana fu attribuita da alcuni (9) agli eventi sismici che due anni

(8) R. ALMAGIÀ, *Studi geografici sulle frane in Italia. L'Appennino Settentrionale e il Preappennino Tosco-Romano*, I, Roma 1907, p. 164; L. GAMBÌ, *I laghi di frana dell'Appennino Romagnolo*, «Boll. Soc. Geogr. Ital.», s. 8, I (1948), pp. 6-7 (estratto).

(9) La tesi fu sostenuta dal medico faentino Marc'Antonio Belli che scrisse un trattato sui terremoti prendendo spunto dagli eventi sismici del 1688: *Pohimation Marci Antonij Mellij Medicinæ, Philosophiæ doctoris, de terremotu æmiliano, Ferrariæ* (Typis Collegis S. Nicolai) M.DC.XCIII. Cf. R. MAZZEI, *Di alcuni scritti sui terremoti in Romagna*, «La Piè», n. 1, 1981, pp. 6-12; ID., *Documenti della cultura in Romagna. Scritti sui terremoti dei secoli XVI, XVII e XVIII*, «Rass. Econ. Prov. Forlì», n. 2, 1982, pp. 10-30.

prima, nel 1688, colpirono il Faentino e il Forlivese (10).

IL LAGO DI GAMBERARA

La località Gamberara è situata lungo il fosso di Campigno che confluisce sulla destra del fiume Lamone a Biforco a monte di Marradi (per le località si fa riferimento al Foglio 99-Faenza, tavoletta III S.E.-Marradi). Un grande scorrimento, favorito dalla particolare giacitura degli strati marnoso-arenacei miocenici, si verificò sulla destra del fosso di Campigno alle pendici del Poggio delle Scalelle (fig. 1, punto 3). La valle fu sbarrata e un lago di frana si formò a monte di quella ostruzione tra le quote 450 e 470 s.l.m. Il fenomeno suddetto fu ampiamente descritto da Sestini (11). Secondo notizie raccolte in loco dallo stesso Sestini, la frana avvenne il 15 aprile 1899. Le acque del lago ricoprirono le case di Gamberara provocando tre vittime umane. Il laghetto fu ben presto riempito dalle torbide apportatevi dal torrente e in quattro o cinque anni al lago si sostituì un bel pianoro. Il laghetto dovette avere una larghezza di un centinaio di metri e una lunghezza di circa 200 metri.

IL LAGO DI FARFARETA

Nella stessa valle del fosso di Campigno sopra ricordato vi sono i segni di un altro lago di frana in località Farfareta (fig. 1, punto 4) a monte di quello di Gamberara. In questa nuova zona si vedono soltanto depositi ciottolosi grossolani che stanno a dimostrare che la frana provocò o solo un alluvionamento, e non un impaludamento, oppure che questi ciottoli rappresentano le alluvioni terminali che ricoprono i depositi lacustri (12).

Non si conosce la data di tale evento franoso che si suppone comunque più antico di quello di Gamberara.

LAGHI TEMPORANEI LUNGO IL FIUME LAMONE

È nota una antica frana, detta frana della Poesia, sulla destra del fiume Lamone tra Marradi e Popolano, frana che si era già mossa nel

(10) F. GUARINI, *I terremoti a Forlì in varie epoche*, Forlì 1880, pp. 32-51.

(11) A. SESTINI, *I nuovi rilievi dell'I.G.M. nell'Appennino Tosco-Romagnolo e le frane nell'alto bacino del Lamone*, «L'Universo», XI (1930), n. 1, 12 pp. (estratto).

(12) SESTINI, op. cit., pp. 8-9.

1854 e che nel 1895 ostruì temporaneamente il Lamone (fig. 1, punto 5). Nel 1898 scoscese nuovamente senza però recare gravi danni (13).

Detta frana viene genericamente indicata a monte di Popolano tra Filetta e Sazzi (Foglio 99-Faenza, tavoletta III N.E.-S. Martino in Gattara).

LAGHI TEMPORANEI LUNGO IL TORRENTE TRAMAZZO

Nella notte tra il 27 e il 28 marzo del 1895, preceduto da lunghe e persistenti nevicate invernali, avvenne il franamento di una estesa pendice in località Ca' Farneta sulla sinistra del fosso della Benedetta, affluente di destra del torrente Tramazzo, a monte della località il Convento (fig. 1, punto 6). La frana raggiunse lo stesso torrente Tramazzo ostruendone il corso con la formazione di un invaso di acqua temporaneo. Una casa, un molino e un buon tratto di terreni coltivati furono investiti da questo movimento franoso che fece anche undici vittime umane (14).

Nello stesso anno 1895 una frana si distaccò a nord del Castellaccio investendo la strada provinciale sulla sinistra del fosso Barca a monte di Treozio.

CONCLUSIONI

Le ricerche condotte sui movimenti franosi che hanno creato laghi di frana negli ultimi duemila anni nell'alta valle del Lamone, con particolare riferimento al territorio di Marradi, hanno permesso di individuare date e periodi di dissesti idrogeologici che possono inquadrarsi nel più vasto quadro delle cicliche variazioni climatiche documentate per l'area alpina e per la parte centrale dell'Europa. È ovvio del resto immaginare che un aumento della piovosità rispetto alla media annua e la conseguente diminuzione della temperatura media annua, riscontrati per un'area così vasta come quella alpina, debbano trovare una prosecuzione ed estensione nei territori che la circondano, tenendo conto anche delle modalità in cui avvengono i movimenti atmosferici. Per i tempi più recenti

(13) ALMAGIÀ, op. cit., pp. 163-164; GAMBI, op. cit., p. 43.

(14) ALMAGIÀ, op. cit., p. 165; GAMBI, op. cit., p. 43. Nella relazione annuale del Distretto Minerario di Firenze per l'anno 1895 si fa riferimento anche ad una frana (che potrebbe essere la stessa di quella sopra indicata) manifestatasi verso la fine di marzo, frana che viene denominata di Monte Forca. Cf. «Rivista del Servizio Minerario nel 1895», Roma 1896, p. 141.

(quelli che interessano tale ricerca) e più studiati ed in parte anche controllati dalle registrazioni meteorologiche, si è potuto accertare che si è avuto un massimo di piovosità e un periodo di diminuzione della temperatura rispetto ai valori medi annuali negli anni 1890. Lo si deduce esaminando i momenti di massima avanzata secondaria delle fronti di alcuni ghiacciai alpini: 1891-1894 per il ghiacciaio della Brenva, 1894 per quello dell'Argentière, 1898 per il Grindelwald e 1896 per la Mer de Glace (15).

Lo studio della passata estensione dei ghiacciai costituisce uno dei settori più classici della paleoclimatologia. In generale si ritiene che le fluttuazioni glaciali possano essere dovute a variazioni di temperatura durante la stagione di ablazione, a variazioni nell'aumentare delle precipitazioni solide durante la stagione di accumulo o più verosimilmente a variazioni combinate di entrambi i parametri (16).

Numerosi studi sono stati fatti per tentare di correlare le principali caratteristiche dei ghiacciai attuali con parametri meteorologici e in particolare si è tentato di mettere in relazione le recenti fluttuazioni glaciali con l'andamento delle vicende meteorologiche che le hanno precedute.

È stato notato che le osservazioni condotte su singoli ghiacciai non sono sempre significative e che è necessario estendere le indagini ad ampie popolazioni di ghiacciai. È risultato anche che la risposta di un ghiacciaio ad una variazione del suo bilancio di massa è sempre ritardata di un intervallo di tempo che è in funzione delle caratteristiche del ghiacciaio stesso. Se si vogliono seguire le variazioni climatiche a breve periodo occorrerà tenere sotto controllo i ghiacciai alpini più piccoli. È stato comunque accertato, con lo studio del ghiacciaio della Brenva nel gruppo del M. Bianco, che le variazioni frontali mostrano una stretta relazione con le registrazioni meteorologiche del Gran S. Bernardo (dal 1818 ad oggi) e con la serie bisecolare di temperatura di Milano (dal 1763 ad oggi). Da tale studio ne è conseguito che le fasi di avanzata della fronte seguono periodi con precipitazioni nevose sopra alla media e temperature, specialmente durante la stagione di ablazione, inferiori alla media (17).

Le ricerche condotte sui cicli di piovosità e movimenti franosi nell'alta valle del Lamone confermano che il deterioramento climatico registrato dai ghiacciai alpini sopra ricordati per gli anni 1890 è rilevabile

(15) OROMBELLI-PORTER, op. cit., p. 34.

(16) OROMBELLI, *La paleoclimatologia*, cit., p. 603.

(17) OROMBELLI-PORTER, op. cit., pp. 34-35.

anche nell'Appennino tosco-romagnolo.

I dissesti idrogeologici rappresentati dai movimenti franosi che creano i laghi di frana di Gamberara (14 aprile 1899), i laghi temporanei lungo le valli del fiume Lamone nella zona di Popolano (1895) e del torrente Tramazzo presso Tredozio (27-28 marzo 1895) e i movimenti franosi nella zona del Castellaccio pure presso Tredozio (1895) ed ancora i movimenti franosi di Popolano nel 1898, sono la prova del manifestarsi del ciclo di piovosità riconosciuto, come si è già detto, per la zona alpina.

Tale deterioramento climatico degli anni 1890 si ritrova ancora più a sud, nell'Appennino romagnolo-marchigiano, ed è convalidato da registrazioni meteorologiche. Correlando infatti le serie pluviometriche rilevate dalle tre stazioni meteorologiche più vecchie della Romagna e precisamente quella di S. Agata Feltria, nel bacino del fiume Savio, risalente al 1884, quella di Forlì che funziona ininterrottamente dal 1880 e quella di Cesena che risale al 1885, risulta subito la corrispondenza dei rispettivi decorsi e in particolare, la corrispondenza delle cuspidi relative alle annate udometricamente eccezionali (18). Ciò sta ad indicare che in quelle annate tutto il territorio della Romagna fu interessato dalle stesse vicende pluviometriche nonostante le differenze quantitative relative alle diverse altitudini, esposizione e ubicazione delle località. Da queste registrazioni emerge chiaramente il periodo di piovosità degli anni 1890. Una ulteriore prova sulla eccezionalità della piovosità di quel periodo si ha anche facendo qualche ricerca tra le date delle alluvioni del secolo scorso. Per esempio, il fiume Reno nel 1896 per un evento eccezionale di piena, ruppe gli argini a Zena Vecchia allagando la zona di Calderara, Castelmaggiore e Argelato (19).

Per quanto riguarda i dissesti idrogeologici che provocarono il lago di Boesimo nel 1690 si può ricordare che l'evento s'inquadra nell'ambito della «Piccola Età Glaciale» che si svolse, come risulta dagli studi sui ghiacciai nella cerchia alpina, tra il 1550 e il 1850, sia pure con alterne vicende meteorologiche. Questa fase climatica, data la sua durata e data anche l'eccezionalità degli inverni rigidi, ebbe conseguenze di grande portata sull'economia e sulla vita delle popolazioni alpine. Sono state

(18) U. BULI, *Generalità geografico-fisiche sui bacini idrografici della Romagna*, «*Studi Geografici in onore di A.R. Toniolo*», Milano 1952, estratto pp. 108.

(19) G. BASSI - F. BERNARDINI - G. PUPPINI - G. SACERDOTI, *Coordinamento tra le opere idrauliche di pianura e la bonifica montana*, Suppl. al Boll. «*La Bonifica Integrale*», fasc. 4, Bologna 1959, p. 107.

fatte a tal proposito numerose indagini che hanno investito la storia dell'agricoltura, le crisi economiche dei secoli XVII e XVIII, periodi in cui appunto l'equilibrio fra risorse agricole e bisogni alimentari si spezzano continuamente.

Per quanto riguarda la problematica generale relativa alla Piccola Età Glaciale si rimanda ai classici lavori di Le Roy Ladurie (20).

Studi su settori particolari della pianura romagnola hanno messo in evidenza per la serie degli anni 1670 e per quella del 1680 raccolti insufficienti (21) ed epidemie (1688) fatti questi che debbono essere messi in relazione anche a fenomeni di deterioramento climatico.

Si è supposto, sulla base di elementi geomorfologici, che la frana che provocò il lago di Crespino possa essersi verificata durante il periodo di aumento di piovosità e diminuzione della temperatura media dell'alto Medioevo (400-750 d.C.). Per questo periodo si sta in questi ultimi anni raccogliendo una vasta documentazione che si basa su dati rilevati direttamente sul terreno (22). Comunque non mancano anche le notizie storiche relative ad alluvionamenti e impaludamenti che raggiungono la loro massima intensità verso la fine del VI e agli inizi del VII sec. d.C. Una conferma di grandi dissesti idrogeologici nella pianura emiliana si è avuta di recente sulla base anche di datazioni Carbonio-14. In una cava di Rubiera nella pianura modenese è stata rilevata una stratigrafia che ha messo in evidenza un forte accumulo di sedimenti alluvionali (per circa cinque metri) ricoprenti ceppaie di quercia con attorno resti ceramici genericamente attribuiti ad un'età tardo romana (23). Tre campioni di

(20) E. LE ROY LADURIE, *Histoire du climat depuis l'an mil*, Paris 1967; Id., *Tempo di festa, tempo di carestia. Storia del clima dall'anno mille*, Torino 1982.

(21) D. BOLOGNESI, *Vicende demografiche della città e del territorio di Russi nei secoli XVII e XVIII*, «Studi Romagnoli», XXIX (1978), pp. 131-166.

(22) Per quanto riguarda lo studio delle variazioni climatiche sulla base delle variazioni frontali dei ghiacciai cf.: F. MAYR, *Untersuchungen über Ausmass und Folgen der Klima und Gleichschwankungen seit dem Beginn der postglazialen Wärmezeit. Ausgewählte Beispiele aus den Stubai Alpen in Tirol*, «Zeit. für Geomorphol.», 1964, pp. 257-286; W. SCHNEEBELI-F. ROTHLSBERGER, *8000 Jahre Walliser Gletschergeschichte*, «Die Alpen», LII (1976), n. 3-4, pp. 1-152.

Per quanto riguarda invece i rapporti tra aumento di piovosità, maggior trasporto solido nei fiumi e tendenze evolutive degli alvei fluviali come risposta alle variazioni climatiche cf. VEGGIANI, *Prove e considerazioni su due periodi di dissesti idrogeologici nella Pianura Padana in epoca storica*, «Atti del 3 Conv. Naz. Studi Problemi Geologia Applicata», Firenze 1973, pp. 157-164; Id., *Prove di un ciclo climatico di piovosità nell'alto Medioevo nel Cesenate*, «Studi Romagnoli», XXX (1979), pp. 87-101; Id., *Variazioni climatiche e dissesti idrogeologici nell'alto Medioevo in Lombardia e la rifondazione di Lodi*, «Sibirium», XVI (1982), pp. 199-208. Fenomeni di deterioramento climatico per l'alto Medioevo sono stati riscontrati anche nella Sila Grande. Cf. A. FERRARINI, *Analisi polliniche di fanghi di acquitrini della Sila Grande*, «Informatore Botanico Italiano», X (1978), n. 1, pp. 40-43.

diversi tronchi di quercia hanno rivelato un'età calibrata o età vera rispettivamente: A.D. 450-590, A.D. 570-670, A.D. 420-540. Mediante tutte queste date emerge la data 540 d.C. che potrebbe essere calcolata ancora in difetto. Comunque appare chiaro che sul finire del VI sec. d.C. si sono avuti imponenti dissesti idrogeologici tra cui i vasti movimenti franosi che hanno originato il lago di frana di cui si è data illustrazione (lago di Crespino).

(23) M. ALESSIO - L. ALLEGRI - E. BELLA - G. CALDERONI - C. CORTESI - M. CREMASCHI - S. IMPROTA - G. PAPANI - V. PETRONE, *Le datazioni 14C della pianura tardo-würmiana ed olocenica nell'Emilia occidentale*, «Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia», parte III, C.N.R., Napoli 1980, pp. 1411-1435.