

UN ESEMPIO DI ARCHEOSISMOLOGIA

MARIO PIRRO

Premessa

Gli studi riguardanti danneggiamenti di edifici dell'antichità ad opera di terremoti furono descritti in pubblicazioni della prima metà del XX secolo (Lanciani, 1918; Evans, 1928), mentre dovrà passare circa mezzo secolo perché venga rivalutata la potenzialità dei dati archeologici nella prospettiva dell'arricchimento delle conoscenze sulla sismicità.

Recentemente alcuni Autori (Karcz e Kafri, 1978; Guidoboni, 1989; Boschi et al., 1995a; Stiros e Jones, 1996; Santoro Bianchi, 1996; Fiches et al., 1997) hanno nuovamente sviluppato tale settore di ricerca raggiungendo in gran parte dei risultati interessanti. Ciò nonostante, a parte il generale accordo sul fatto che l'archeosismologia fornisca informazioni fondamentali sulla sismicità in periodi per i quali le fonti storiche sono lacunose, il settore non ha avuto uno sviluppo paragonabile a quello proprio degli altri approcci "storici" alla materia sismologica, come nel caso della sismologia storica s.s. e la paleosismologia¹. La prima si è evoluta attraverso decenni di dibattito scientifico (essenzialmente tra sismologi e storici) che hanno visto, in Italia, la pubblicazione di cataloghi dei terremoti e di banche dati macrosismiche, basate sulla raccolta e sul trattamento di dati provenienti dalle fonti storiche (CNR-PFG, 1985; Boschi et alii, 1995b; 1997; Camassi e Stucchi, 1997; Monachesi e Stucchi, 1998; Working Group CPTI, 1999). La seconda, a partire dagli anni '70 dello scorso secolo (ed in Italia dalla metà degli anni '80) ha sviluppato metodi di analisi geologica standard (McCalpin, 1996) applicati alla definizione degli effetti geologici legati a terremoti occorsi generalmente nelle ultime poche decine di migliaia di anni (Pantosti e Yeats, 1993; Michetti, 1997, Galli e Galadini, 1999)².

È in questo quadro che s'inserisce l'interessante indagine di archeosismologia fatta dall'INGV nel corso di ricerche geotettoniche effettuate nel territorio del Comune di Guidonia Montecelio (Rm) ed in particolare nel settore sud occidentale del 'Bacino delle Acque Albule' (Maxia, 1950).

La notevole concentrazione di presenze archeologiche in tale area (Mari, 1983; Moschetti, 1991) e le caratteristiche sismologiche di tale porzione della Campagna Romana consentono ricerche di tipo multidisciplinare con contributi archeologici e geostutturali tali da arricchire le conoscenze sismotettoniche della zona.

Nella presente nota vengono illustrati, in maniera sintetica, i primi risultati raggiunti nel campo dell'archeosismologia per

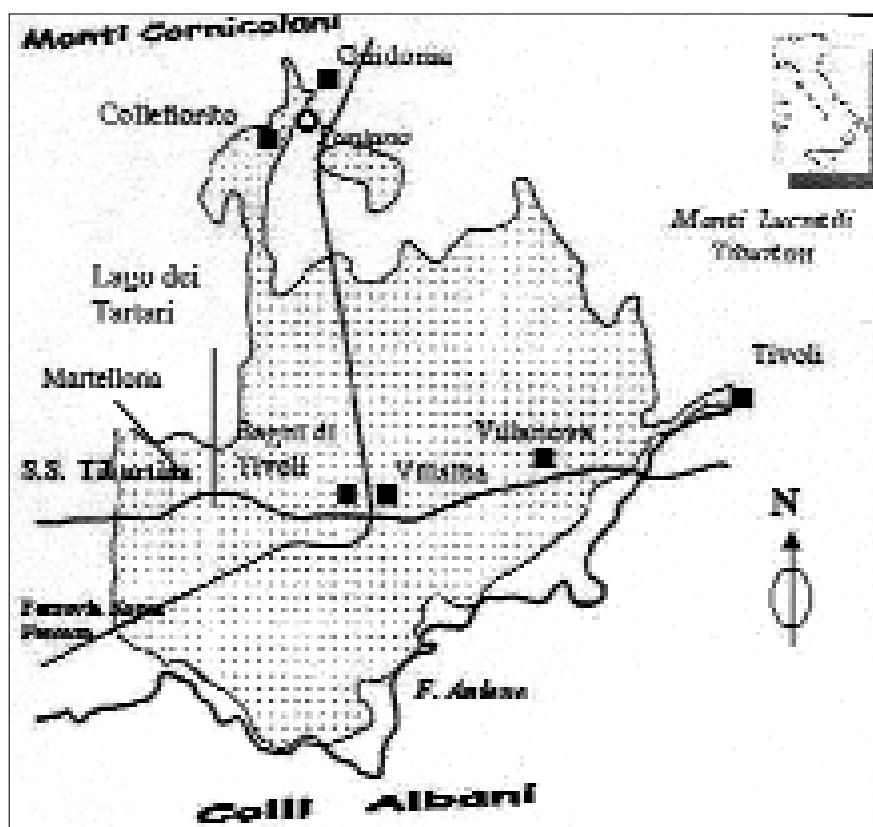
quanto riguarda l'area citata mettendo in evidenza le notevoli potenzialità del metodo di ricerca.

Introduzione

Il 'periodo sismico' avvenuto nella piana di Guidonia, tra il maggio del 2001 ed il febbraio del 2002 (Gasparini et al., 2002), è stato caratterizzato da una serie di eventi sismici che hanno raggiunto il VI grado MCS, creando conseguentemente un giustificato allarme tra la popolazione residente nelle zone epicentrali di Pantano-Colleflorito e di Villalba-Bagni di Tivoli, ha stimolato alcuni enti di ricerca, tra cui l'INGV, a intraprendere delle ricerche particolareggiate per individuare le cause che hanno generato il fenomeno naturale. Le indagini avviate, nel corso del lavoro, riguardano da vicino gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismologici.

Nella presente nota vengono messi in evidenza, tra i vari settori di ricerca intrapresi, alcuni risultati raggiunti che hanno riservato un notevole interesse scientifico, ed in particolare sono da mettere in evidenza quelli che hanno utilizzato le informazioni e le osservazioni ricavate attraverso i recenti saggi di scavo, di natura archeologica (Moschetti, 2001), effettuati in località Martellona, sita al 20° km della via Tiburtina Valeria, presso il Comune di Guidonia Montecelio (prov. di Roma).

Tali scavi hanno portato alla luce resti di antichi manufatti di epoca romana, che testimoniano l'intensa antropizzazione dell'area, alcuni dei quali presentano tracce di danneggiamenti



BACINO DELLE ACQUE ALBULE
CON L'UBICAZIONE
DELL'AREA DI MARTELLONA

to causato da un'attività tettonica avvenuta in epoca post-romana.

Tale area di studio, dal punto di vista geologico, ricade in quella porzione nord orientale della Campagna Romana in cui si ritrovano in affioramento i prodotti del Vulcano Laziale riferibili al Pleistocene sup. rappresentati dalla formazione delle "pozzolane³ rosse e dal tufo⁴ lionato"; i quali ebbero, durante la fase di deposizione, l'opportunità di modellare il paesaggio preesistente colmando depressioni e vallecole generati dai corsi d'acqua. Va, inoltre, citata la presenza nell'area di un'importante formazione sedimentaria di tipo evaporitico, di origine continentale, rappresentata dal travertino (lapis tiburtinus): una pietra calcarea largamente utilizzata a Roma come pietra da taglio e da decorazione sia durante l'Impero Romano sia durante i periodi storici successivi in quanto compatto, poroso, durevole e resistente agli agenti atmosferici.

L'insediamento romano, poc'anzi accennato, antropizzò sostanzialmente la parte superiore delle formazioni vulcaniche; difatti la necropoli (Moscetti, 2001) e le altre opere si ritrovano ubicate sui terreni vulcanici (piroclastiti). Dopo la fine dell'Impero Romano, avvenuta intorno al IV-V sec. d.C., l'area di Martellona venne abbandonata.

La presenza nella zona di sorgenti di acque solfuree, come già dimostrato per l'area compresa fra Collefiorito e Pantano (Maxia, 1950), ricche in carbonato di calcio che divenute sovrassature consentirono la deposizione di un discreto strato di materiale travertinoso ricco di flora e fauna che ebbe il ruolo di modellare nuovamente il paesaggio precedente. La formazione travertinoso che venne a depositarsi, in epoca storica, in località 'lago dei Tartari' e quindi a Martellona si presenta generalmente con uno spessore molto limitato che solo in taluni punti supera il metro.

Il processo di pedogenizzazione⁵ del tufo lionato portò, in tale area, alla formazione di uno strato argilloso che trattenne le acque ricche in carbonato di calcio che risalivano lungo una particolare linee di debolezza (faglie) ubicate sul margine occidentale del bacino travertinoso.

Gli elementi geologici raccolti nel corso dell'indagine ci fanno ritenere che anche tale settore del Bacino travertino delle Acque Albule fosse influenzato da un lento fenomeno di subsidenza che faceva sprofondare l'area del Lago dei Tartari (vedi fig. 1) creando in tal maniera una depressione la quale veniva compensata a sua volta con la precipitazione del carbonato di calcio.

Non abbiamo sin ora informazioni certe riguardanti opere di canalizzazione che testimoniassero, già dall'epoca romana, che nella zona di Martellona ci fossero acque ricche in carbonato di calcio anche se ciò era assai probabile, viste le caratteristiche idrogeologiche della zona. Particolarmente interessante risulta essere dal punto di vista archeo-tettonico⁶ il ritrovamento di una serie di opere idrauliche che avevano lo scopo di trasportare l'acqua sotterranea dalle pendici della collina denominata Tor de' Sordi per poi portarla in un insediamento più importante posto poco a valle. I suddetti manufatti si presentano realizzati con piedritti di struttura a concrezione e copertura displuviata alla cappuccina con tegole (Moscetti, 2001). Le acque che essi trasportavano erano certamente povere in car-



Fig. 1 - PARTICOLARE DEOFORMAZIONE DI UN TRATTO DELLA CANALETTA ROMANA

bonato di calcio (CaCO_3) in quanto le tracce di quest'ultimo all'interno della canaletta sono assai scarse. È comunque possibile ipotizzare che tali acque erano captate alla base delle vicine colline poste poco a nord di Martellona e del Gualandi, o provenienti da altre opere idrauliche assai diffuse nell'area (Mari, 1983) che drenavano alcune formazioni presenti nell'area tra cui i materiali piroclastici.

L'elemento principale, tra le numerose opere in muratura portate alla luce nel corso degli scavi, che ha notevolmente incuriosito è la presenza di un'opera idraulica realizzata in origine con un tracciato rettilineo la quale oggi si presenta fortemente contorta e fratturata lungo il suo sviluppo tanto da poter avvalorare l'ipotesi che tale deformazione sia imputabile ad un movimento naturale del sottosuolo avvenuto in epoca post-romana.

Conoscenze geologiche, tettoniche e sismologiche dell'area

L'area oggetto di studio ricade nel territorio del Comune di Guidonia Montecelio il quale è posizionato in quel settore della Campagna Romana posta tra la parte meridionale dei Monti Cornicolani, le pendici settentrionali dei Colli Albani, i Monti Lucretili-Tiburtini ad est e l'area urbana di Roma ad ovest. Tale porzione di territorio, successivamente al periodo che portò al sollevamento dell'Appennino centrale (Miocene) risenti di una fase tettonica distensiva che ebbe modo di articolarsi durante il plio-pleistocene. I terreni più antichi affioranti nella zona sono i calcari mesozoici dei Cornicolani appartenenti alla serie umbro-marchigiana⁷, mentre nel settore pede-

montano di quest'ultimi, la dove si estende la piana di Guidonia, affiorano i terreni sedimentari sia di origine marina sia continentale: i primi rappresentati dalle argille vaticane, meglio conosciute come le argille azzurre del plio-pleistocene, mentre i secondi sono rappresentati dai prodotti vulcanici generatisi dal Vulcano Laziale e dalla formazione travertinoso del 'Bacino delle Acque Albule' da cui sin dall'epoca romana si estrae il 'lapis tiburtinus'. Recenti studi (Faccenna et alii, 1994) hanno riconosciuto nella parte occidentale del suddetto bacino travertinoso due lineamenti principali di stress. Al primo lineamento tettonico è riconducibile una zona di fratturazione attraversata da una faglia trascorrente destra con direzione N5°W che parte all'incirca dal versante settentrionale dei Colli Albani prosegue verso nord con andamento circa meridiano tagliando ortogonalmente la bassa valle dell'Aniene e successivamente i Monti Cornicolani. Troviamo poi una seconda zona di fratturazione con direzione N25° - 40°E.

Dalle conoscenze neotettoniche dell'area è possibile imputare la genesi e lo sviluppo del Bacino delle Acque Albule legate ad uno stato di stress (Kearey et alii, 1990) al ben noto modello denominato 'pull apart' nel quale la faglia trascorrente destra crea una zona di subsidenza caratterizzata al suo interno da una serie di faglie dirette.

Per quanto riguarda le conoscenze sismologiche dell'area possiamo far riferimento ai cataloghi e bollettini sismici che descrivono da vicino la sismicità storica del territorio nazionale (CNR-PFG, 1985; Boschi et alii, 1995b; 1997).

Esaminando da vicino il carattere sismico di tale territorio, entro un raggio di circa 20 km, è possibile individuare alcune aree sismogenetiche quali: la Valle dell'Aniene impostata prevalentemente lungo faglie a direzione appenninica (NW-SE) con brevi tratti ad andamento antiappenninica (NE-SW) caratterizzata da una media sismicità. Nel giugno del 2000 nella settore medio-alto della Valle dell'Aniene si è verificato un periodo sismico il cui evento maggiore ha raggiunto una magnitudo $M_d = 4.0$ pari al VI-VII MCS danneggiando in tale occasione i centri storici di Rocca Canterano, Gerano, Canterano e Cerreto Laziale. Troviamo poi a sud di Martellona il centro sismico del Vulcano Laziale caratterizzato prevalentemente da sciami sismici di bassa intensità e con rari eventi sismici che storicamente non hanno superato all'epicentro il VII-VIII MCS. Successivamente troviamo in direzione NW il centro si-

smico compreso tra Palombara Sabina e Monterotondo che si trova posizionato all'interno del graben del Tevere caratterizzato da una sismicità medio bassa il cui principale periodo sismico di cui si è a conoscenza (Cancani, 1901) fu caratterizzato dall'evento principale del 24 aprile del 1901 che danneggiò gli abitati di Stazzano e Cretone.

Infine è da citare il centro sismico che caratterizza la piana di Guidonia, posto ad alcuni chilometri a NE della zona di Martellona, studiato da vari Autori (Meloni & Pirro, 1989; Gasparini et al., 2002) i cui eventi maggiori hanno raggiunto il V-VI MCS. In occasione del periodo sismico del 2001-02 durante il quale, attraverso l'utilizzo di dati microsismici e macrosismici che hanno concorso alla determinazione dei vari ipocentri, si è verificata una distribuzione degli eventi lungo le principali linee di stress tettonico cioè quello ad andamento meridiano (N-S) e N25°-30°E.

Osservazioni in situ

Sin dall'inizio del presente lavoro si è valutata la possibilità che altre cause non dipendenti da fenomeni tettonici abbiano potuto generare i danneggiamenti dei manufatti di epoca romana.

Tali indagini, effettuate durante la fase preliminare dei lavori di ricerca, si sono rese indispensabili per verificare se vi erano le condizioni geologico-ambientali che avrebbero potuto creare nel tempo i fattori di instabilità dell'area tali da produrre movimenti differenziali del terreno capaci di lasciare tracce di danni su opere in muratura realizzate dall'uomo.

Tra le prime osservazioni geologiche di carattere generale, effettuate in questo particolare settore della Campagna Romana, vi sono quelle che riguardano gli aspetti geomorfologici del territorio per quanto riguarda le forme, le sue modificazioni nel tentativo di individuarne le cause che lo hanno determinato nel tempo.

L'intera area sinora interessata da parte degli scavi archeologici, all'interno della quale si rinviene il tratto di acquedotto studiato, e quelle poste nei suoi dintorni si presenta dal punto di vista geomorfologico con un aspetto decisamente sub-piagneggiante. La pendenza osservata nella zona è del 1% con direzione verso S, nel tratto che va dal km 20.200 della Strada Statale Tiburtina sin sotto le pendici della collina di Tor de' Sordi.

Tale fattore geomorfologico, associato alle condizioni geomeccaniche dei terreni che lo costituiscono, ci induce a pensa-

Fig. 2 - PARTICOLARE SETTORE DELLA CANALETTA ROMANA OVE SONO EVIDENTI LE DEFORMAZIONI CAUSATE DA EVENTI TETTONICI



re che nella zona non sono ipotizzabili, in epoca storica, movimenti franosi che abbiano generato spostamenti della parte più superficiale del terreno tali da modificare la stabilità del terreno e quindi dell'opera idraulica. Dobbiamo, inoltre, escludere che si tratta di un fenomeno di creeping⁸ in quanto la zona presenta una sismicità descritta da vari Autori (Meloni & Pirro, 1989; Gasparini et al., 2002). Un'altra osservazione interessante, che nel nostro caso specifico può dare un contributo importante, è quella di studiare l'andamento dei corsi d'acqua della zona. Poiché è stato dimostrato che quest'ultimi s'impostano normalmente seguendo regole abbastanza precise che sono direttamente legate alle caratteristiche geologiche e tettoniche del territorio ove essi scorrono.

Da un primo esame risulta che i vari corsi d'acqua presenti nell'area, provenienti dalle colline tufacee poste poco a nord, hanno un andamento N-S circa che è coerente con una direzione dello stress tettonico, inoltre sono riscontrabili altri lineamenti che caratterizzano alcuni tratti posti poco a sud della zona di Martellona ove si nota in maniera piuttosto evidente che il loro percorso è stato condizionato da sforzi tettonici con direzione N 25°-30°E.

Passando ad esaminare la canaletta romana possiamo rilevare che essa a seguito dello stress tettonico ha subito una notevole deformazione rispetto alle condizioni originali. Oggi essa misura complessivamente 115 metri ed in prima analisi può essere suddivisa in due tratti, ambedue caratterizzati da un evidente andamento piuttosto sinuoso, raccordati da un breve settore dell'opera muraria fortemente curvilineo e deformato (vedi fig. 1).

Osservando il tratto centrale dell'opera idraulica (vedi fig. 2) si notano alcuni punti in cui la struttura muraria si presenta con le pareti laterali schiacciate, fessurate e addirittura in alcuni punti essa risulta ruotata.

Gli stessi lineamenti e fratture sono altresì riconoscibili sui materiali tufacei e pozzolanacei che bordano il tracciato dell'acquedotto.

Il carattere sinuoso del tracciato dell'acquedotto consente di osservare che lo stress tettonico ha modellato tale opera umana agendo in particolare sui punti deboli della struttura muraria.

La condotta idraulica in muratura avendo la sezione interna di tipo rettangolare (45 cm di larghezza e 140 cm di altezza) si presenta con le pareti laterali verticali maggiormente esposte e deboli alla compressione laterale. Osservando la canaletta si nota, a tratti alterni, zone in cui essa non ha retto allo stress esterno con conseguente schiacciamento delle pareti e sollevamento della parte sommitale, alternate a zone ove si è verificato l'effetto contrario cioè un allontanamento delle pareti dell'opera, mostrando un abbassamento della stessa con evidente 'inspessimento'.

Un'ulteriore osservazione che è stata fatta, nell'ambito degli scavi di Martellona, riguarda da vicino la necropoli datata anch'essa al II-III d.C. In essa sono state rinvenute diverse tombe a struttura cappuccina che presentavano la parte sommitale rovesciata nella stessa direzione WNW. Tale osservazione fa pensare che il rovesciamento poc'anzi descritto possa essere imputato ad uno scoscendimento o ad una forza di origine naturale di tipo sismico (ondulatorio). Ovviamente in questo caso rimarrebbero da individuare diverse componenti del fenomeno quali: l'ubicazione della sorgente sismica, l'intensità Max all'epicentro, la profondità dell'ipocentro, ecc.

Conclusioni

Gli studi sinora condotti nell'area di Martellona dimostrano sia dal punto di vista geologico sia da quello archeosismologico che si tratta di un sito estremamente interessante per quanto riguarda ricerche che hanno lo scopo di migliorare la comprensione degli aspetti evolutivi di carattere neo-tettonico e storici del settore occidentale del Bacino delle Acque Albule. Tale settore del bacino travertinoso entro cui ricade tale territorio, si manifesta sempre più una porzione della Campagna Romana che presenta notevoli complessità di natura geologica e sismotettonica la cui comprensione sarà un utile tassello per l'interpretazione dei movimenti tettonici che caratterizzano la fascia pedemontana sottostante i Monti Lucretili e i Monti Tiburtini.

I recenti periodi sismici avvenuti nella medio alta Valle dell'Aniene e quello verificatosi nella piana di Guidonia (Gasparini et alii, 2002) verificatisi in un breve intervallo temporale, dimostrano che tale settore del pre-appennino laziale manifesta una certa instabilità di carattere tettonico che merita di essere studiata con attenzione in quanto le conoscenze su tali fenomeni naturali sono ancora poco dettagliate ed approfondite.

La notevole presenza di resti archeologici nell'area del Lago dei Tartari e nelle zone limitrofe, alcune delle quali particolarmente utili a questo tipo di ricerca, come strade ed acquedotti, fa sì che il loro eventuale danneggiamento, venga imputato a cause sismiche, ciò potrà far acquisire nuovi elementi utili alla determinazione dello stress tettonico cui tale territorio è stato soggetto nel passato e quindi fornire un elemento in più per la valutazione del 'rischio sismico' di un'area che sino ad oggi è stato poco studiata.

Le deformazioni complessive impresse dall'attività sismica sull'opera idraulica di Martellona e sul bed-rock costituiscono un'interessante dimostrazione che tale porzione della Campagna Romana è stata, nel passato recente, sede di attività tettonica con conseguente rilascio di energia sismica di cui sinora non avevamo trovato traccia negli archivi storici dei centri abitati coevi al fenomeno naturale. Per quanto riguarda il rovesciamento della parte sommitale di alcune tombe della necropoli i dati raccolti nel corso dell'indagine sinora svolta non consentono di avere un quadro tale da fornire delle valutazioni di carattere strettamente sismologico ad esso collegato. Tuttavia quest'ultima problematica potrà essere certamente inserita e valutata nel proseguo degli studi che riguardano il 'rischio sismico' di tale territorio.

L'eccezionale riconoscimento delle deformazioni subite dal manufatto di epoca romana fornisce una nuova chiave di lettura del contesto geologico-tettonico dell'area. Tutto ciò fa nascere un particolare interesse nei confronti dell'archeosismologia soprattutto alla luce del fatto che il territorio cornicolano-tiburtino, posto a pochi chilometri da Roma, risulta a tutt'oggi poco studiato nonostante l'intensa fase di urbanizzazione avvenuta negli ultimi venticinque anni.

BIBLIOGRAFIA

- BOSCHI E. - FERRARI G. - GASPERINI P. - GUIDOBONI E. - SMERIGLIO G. - VALENSISE G. (a cura di) (1995b), *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980*. ING-SGA, Bologna, 973 pp.
- BOSCHI E. - FUNICIELLO R. - GUIDOBONI E. - ROVELLI A. (a cura di) (1995a), *Earthquakes in the past. Multidisciplinary approaches*. Annali di Geofisica, 38 (5-6), 1029 pp.
- BOSCHI E. - GUIDOBONI E. - FERRARI G. - VALENSISE G. - GASPERINI P. (a cura di) (1997), *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990*, 2. ING-SGA, Bologna, 644 pp.
- CAMASSI R. - STUCCHI M. (a cura di) (1997), NT4.1, *A parametric catalogue of damaging earthquakes in the Italian area (Release NT4.1.1)*. GNDT, Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Milano.
- CANCANI A. (1903), "Sul periodo sismico tenutosi il 24.4.1901 nel territorio di Palombara Sabina" vol. VII, pag. 169, BSSI.
- CNR-PFG (1985), *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. Bologna, 239 pp.
- EVANS A.J. (1928), *The Palace of Minos II*. London.
- FICHES J.L. - HELLY B. - LEVRET A. (a cura di) (1997) - *Archéologie et sismicité*. Sophia Antipolis, 171 pp.
- GALADINI F. - GALLI P. (1996), *Paleoseismology related to deformed archaeological remains in the Fucino Plain. Implications for subrecent seismicity in central Italy*. Annali di Geofisica, 34 (5), 925-940.
- GALADINI F. - GALLI, P. (1999), *Paleoseismology related to the displaced Roman archaeological remains at Egna (Adige valley, northern Italy)*. Tectonophysics 308, 171-191.
- GALLI P. - GALADINI F. (2001), *Surface faulting of archaeological relics. A review of case histories from Dead Sea to Alps*. Tectonophysics, in press.
- GASPARINI C. - PIRRO M. - MARCHETTI A. - PAGLIUCA M.N. (2001), 'Analisi del Periodo sismico avvenuto nel territorio di Guidonia Montecelio nel giugno 2001', preprint in Atti Gngts XX.
- GASPARINI C. - DI MARO R. - PAGLIUCA M.N. - PIRRO M. - MARCHETTI A. (2002), "Recent seismicity of the 'Acque Albule' travertine basin", *Annals of Geophysics*, vol. 45, pp. 234-256.
- GUIDOBONI E. (1989), *I terremoti prima del Mille*. ING-SGA, Bologna, 765 pp.
- GUIDOBONI E. - SANTORO BIANCHI S. (1995), *Collapses and seismic collapses in archaeology: proposal for a thematic atlas*. Annali di Geofisica, 38, (5-6), 1013-1017.
- KARCZI I. - KAFRI U. (1978), *Evaluation of supposed archaeoseismic damage in Israel*. *Journal of Archaeological Science*, 5, 237-253.
- KEAREY P. - FREDERICK J.V. (1990), *Global Tectonic - Geoscience texts*, Ed. Black publications, Carlton pp. 300.
- LANCIANI R. (1918), *Segni di terremoti negli edifici di Roma antica*. Bull. Comm. Arch. Comunale, Roma, 28 pp.
- MAXIA C. (1950), 'Il Bacino delle Acque Albule (Lazio)' CNR, Roma, Anno 20, 38 pp.
- MARI Z. (1983), *Tibur III, "Forma Italiae"*, Reg. I, Vol. XVII, Firenze.
- MCCALPIN J. (1996), *Paleoseimology*. San Diego, 588 pp.
- MICHETTI A.M. (1994), *Paleosismologia e pericolosità sismica: stato delle conoscenze e ipotesi di sviluppo*. CNR-GNDT, rend. 2, 88 pp.
- MONACHESI G. - STUCCHI M. (1998), *DOM 4.1 an intensity database of damaging earthquakes in the Italian area*. GNDT, Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Milano. Internet.
- MOSCIETTI E. (2001) 'Annali 2001', Ass. Nomentana di Storia e Archeologia.
- PANTOSTI D. - YEATS R. (1993), *Paleoseismology of great earthquakes of the Late Holocene*. Annali di Geofisica, 36 (3-4), pp. 237-257.
- SANTORO BIANCHI S. (1996), *Dalla sismologia storica all'archeoseimologia*. Ocnus, Quaderni della scuola di specializzazione in archeologia, 4, 239-248.
- STIROS S. - JONES R.E. (a cura di) (1996), *Archaeoseimology*. British School at Athens, Fitch Lab. Occasional Paper 7, 268 pp.
- Working Group CPTI (1999), *Catalogo parametrico dei terremoti italiani*. ING, GNDT, SGA SSN, Bologna, 92 pp.

1) Con il termine paleosismicità di un'area s'intende la descrizione in termini temporali ed energetici dei terremoti del passato che sono stati generati anche prima che iniziasse l'era storica, e che quindi questi fossero documentati attraverso materiale scritto, o che iniziasse l'era strumentale e potessero essere registrati dai sismografi. L'ambiente paleosismologico è determinato da tutte le informazioni di carattere geomorfologico e dalle strutture sismiche dell'area.

2) È opportuno dire che a tutt'oggi rimane aperto il dibattito scientifico sull'interpretazione del danno sismico e del danno da crollo.

3) Le pozzolane rosse sono costituite da materiali silicei o silico aluminosi. Tali materiali pur essendo di origine vulcanica sono considerati tra le formazioni sedimentarie in quanto hanno subito un trasporto con conseguente classazione dei clasti in esse contenuti.

4) Il tufo lionato è un deposito piroclastico di tipo massivo contenente scorie rosso nerastre con matrice cineritico scoriacea.

5) La prima fase della pedogenesi è rappresentata dall'alterazione della roccia madre la quale a poco a poco viene ricoperta da una coltre di detriti che si chiama regolite. Una volta che la roccia madre è stata alterata superficialmente su di essa si insediano i cosiddetti organismi pionieri in grado di vivere in condizioni ambientali molto difficili, principalmente licheni e muschi. Questi organismi frammentano ulteriormente la roccia con il loro metabolismo. A questo punto cominciano ad insediarsi i vegetali dotati di vere radici che penetrando nelle fessure portano ancora avanti il processo di frammentazione. Con il passare del tempo la roccia madre diviene sempre più alterata e prosegue l'insediamento degli organismi vegetali e di microrganismi che decomponendo il corpo di animali e vegetali morti formano la sostanza organica del suolo.

6) La tettonica è quel settore della geologia che studia i movimenti in atto nella crosta terrestre. Tali movimenti possono avvenire sia in modo lento e continuo ed essere diffusi anche in ampi settori, come ad esempio avviene per il sollevamento di vaste regioni del globo, sia in modo repentino ed in-

termittente lungo discontinuità crostali localizzate, conosciute come faglie, dando luogo al fenomeno del terremoto. Il riconoscimento di queste faglie, in grado di produrre terremoti e la ricostruzione della loro storia sismica è quindi un elemento essenziale per le valutazioni di pericolosità sismica, o meglio, per definire con una certa probabilità dove, quando e quanto grande sarà il prossimo terremoto.

7) La serie geologica denominata umbro marchigiana è rappresentata essenzialmente da sedimenti di natura pelagica di età meso-cenozoica i cui litotipi principali sono i calcari, calcari marnosi e marne, i Monti Cornicolani rappresentano la propaggine più meridionale di tale bacino.

8) fenomeno deformativo lento, della parte superficiale della crosta, che non genera terremoti.