

Stato delle conoscenze sulle faglie attive in Italia: elementi geologici di superficie

Risultati del progetto 5.1.2 “Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili”

F. Galadini¹, C. Meletti², E. Vittori³

¹ CNR, Istituto di Ricerca sulla Tettonica Recente, Roma (e-mail: galad@irtr.rm.cnr.it)

² Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa

³ ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente), Roma

1 Introduzione

Il progetto 5.1.2 “Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili” è legato alle ricerche in campo sismotettonico condotte dal GNDT nell'arco temporale di più di un decennio.

L'importanza dei dati geologici sulle faglie attive ha fatto ritenere opportuna la raccolta ed una sorta di sistematizzazione delle informazioni disponibili sulle faglie attive del territorio nazionale. Questa fase di raccolta ha riguardato il solo ultimo anno della convenzione triennale 1996-1998.

1.1 I database sulle faglie attive

Già da diversi anni sono in corso di realizzazione presso altri enti delle banche dati contenenti le informazioni disponibili sulle faglie attive del territorio nazionale. Gli esempi più significativi vengono dall'Istituto Nazionale di Geofisica (Valensise e Pantosti, 1999) e dall'ANPA (Vittori et al., 1997).

Il database ING propone informazioni sulla geometria e le caratteristiche cinematiche di sorgenti sismiche responsabili di terremoti di $M \geq 5.5$. Le geometrie vengono in parte ottenute dall'utilizzo di informazioni di sismologia storica. In particolare, tramite l'elaborazione di dati relativi alla distribuzione del danno dovuto a forti terremoti secondo il metodo pubblicato da Gasperini et al. (1999), vengono definiti parametri come la direzione e l'immersione delle sorgenti sismiche responsabili di terremoti storici. Questi dati sono integrati dalle conoscenze acquisite nel corso degli ultimi dieci anni mediante l'utilizzo di tecniche paleosismologiche, la cui applicazione è ancora limitata per distribuzione areale ed i cui dati hanno un utilizzo subordinato a fronte della necessità di coprire, con informazioni sulle sorgenti sismiche, l'intero territorio nazionale.

Per quanto riguarda la banca dati dell'ANPA, la complessità della struttura proposta è legata alla grande quantità di informazione in essa contenuta e relativa alle “faglie capaci” (sensu IAEA, 1991) del territorio nazionale. Ciascun segmento di faglia per il quale si ritiene possibile una attivazione e conseguente dislocazione del terreno viene immesso nella banca dati. Un database così strutturato si pone di fronte al problema “faglie attive” in maniera sostanzialmente diversa rispetto a quanto si propone il database ING. Se quest'ultimo mira all'individuazione immediata di strutture responsabili di terremoti di magnitudo moderata o elevata, la banca dati ANPA fornisce uno schema strutturale “completo”, utilizzabile ai fini

dell'individuazione delle strutture alle quali si può prevedere associata una dislocazione della superficie in caso di terremoto. Essa prevede altresì la possibilità di arrivare a definire contesti strutturali di faglie attive primarie (quindi responsabili di terremoti di magnitudo significativa) tramite un adeguato "filtraggio" dello schema strutturale completo delle strutture di ordine ennesimo. Un'altra differenza sostanziale tra le due banche dati è rappresentata dall'uso determinante del dato sismologico (secondo le modalità sopra delineate) nel database ING e dal predominante utilizzo di dati provenienti dalla geomorfologia e geologia del Quaternario nel database ANPA (che comunque propone associazioni tra terremoti storici e segmenti di faglia).

1.2 Valutazioni generali

Da un punto di vista generale, se da un lato si può procedere alla definizione in maniera speditiva di geometrie di sorgente mediante l'inversione del dato di distribuzione del danneggiamento (tenendo conto, comunque, dei limiti del metodo espressi in Gasperini et al., 1999), dall'altro è evidente che una notevole quantità di informazione parametrizzabile ai fini delle valutazioni di hazard può soltanto venire dalla ricerca geologica. Quest'ultima, però, deve presentare il connotato di una forte sensibilizzazione verso la definizione del comportamento di strutture geologiche nelle ultime decine di migliaia di anni. Deve pertanto essere mirata all'acquisizione di dati utili alla definizione di ratei di movimento nel Pleistocene superiore-Olocene, di tempi di ricorrenza di terremoti di elevata magnitudo, del tempo intercorso dall'ultimo evento, ecc.. Questa ricerca geologica, come si vedrà in seguito, è ancora poco o per nulla sviluppata su gran parte del territorio nazionale.

1.3 Finalità del progetto 5.1.2

Come osservato in precedenza, la finalità principale del progetto era rappresentata dalla raccolta del materiale disponibile sulle faglie attive. La struttura GNDT, costituita di Unità di Ricerca distribuite sul territorio nazionale, ha costituito un punto di forza nella fase di raccolta dei dati, poiché è stato possibile usufruire direttamente della competenza territoriale dei vari gruppi di ricerca connessi al GNDT.

Fin dall'inizio, a fronte dell'esistenza di banche dati propriamente sviluppate e in corso di aggiornamento da alcuni anni (punto 1.1), si è voluto evitare di proporre un ulteriore database. Si è invece inteso procedere alla realizzazione di una sorta di inventario dell'esistente, derivante da dati geologici di superficie (laddove si escludano le faglie in mare, per le quali è necessario l'utilizzo di dati geofisici). Questo inventario è reso in maniera estremamente semplice, mediante cartografia a piccola scala e con parametrizzazione essenziale in formato tabellare.

La creazione di un inventario di faglie attive è stata ritenuta necessaria ai fini del progetto 5.1.1 "Zone sismogenetiche e probabilità degli eventi associati", per fornire in maniera sintetica informazioni sulla tettonica attiva utili ad un disegno aggiornato della zonazione del territorio nazionale. Un'ulteriore finalità era rappresentata dalla possibilità di mettere a disposizione dati geologici su faglie in

forma parametrica per valutazioni di hazard con metodi innovativi (progetto 6a.2, "Metodi innovativi per la stima dell'hazard. Italia Centrale"). La sintesi del materiale disponibile sull'Italia centrale, utilizzato dal progetto 6a.2, è attualmente in pubblicazione (Barchi et al. in stampa).

Le interrelazioni con i progetti 5.1.1 e 6a.2, cui i prodotti del 5.1.2 sono destinati, hanno fatto sì che si procedesse a caratterizzare soltanto faglie primarie, ovvero le strutture principali (per lunghezza, entità dei rigetti, ruolo nel condizionamento dell'evoluzione geologica recente) all'interno di un sistema la cui espressione superficiale può anche essere estremamente complessa. Questo intento è il risultato della necessità di fornire in maniera semplificata la geometria di superficie di strutture probabilmente sismogenetiche e responsabili dei terremoti distruttivi che hanno interessato o potrebbero interessare il territorio nazionale. Si osserverà, tuttavia, che le lacune conoscitive sulle faglie attive in Italia (per quanto riguarda i dati geologici di superficie) sono talmente ampie che per molti settori il fine sopra indicato non è stato propriamente raggiunto.

La necessità di rappresentare faglie attive primarie ha comportato, dove possibile, la scelta di eliminare quelle strutture che, pur mostrando chiare evidenze di attività recente, sono comunque associate ad elementi principali e la cui attivazione è da riferire a movimenti simpatetici, a complessità dell'espressione superficiale della struttura sismogenetica, ecc...

I capitoli che seguono forniscono indicazioni inerenti: 1) la fase di raccolta del materiale (che ha visto la pubblicazione di contributi parziali da parte delle UR) e concomitante organizzazione del sito web del progetto 5.1.2, 2) l'attività di sintesi del materiale disponibile, con definizione di una legenda "univoca" da utilizzare nelle rappresentazioni cartografiche, 3) lo stato delle conoscenze sulle faglie attive nell'Italia peninsulare e nella Sicilia, in riferimento ai dati geologici di superficie. Alcune considerazioni, infine, riguarderanno lo stato delle conoscenze sulle faglie attive in Italia settentrionale.

2 Raccolta dei dati disponibili

All'inizio delle attività del progetto è stata richiesta alle UR coinvolte una raccolta del materiale geologico disponibile sulle faglie attive nelle rispettive aree di competenza. I dati dovevano essere messi a disposizione del progetto in forma sintetica, vale a dire su supporto cartografico a piccola scala e mediante l'utilizzo di tabelle. Questi prodotti preliminari non sono stati espressi con formati standard. Soprattutto si è volutamente evitato di attribuire al termine "faglia attiva" un connotato cronologico o cinematico preciso (a fronte della notevole confusione esistente sull'argomento, vedi per es. Slemmons e McKinney, 1977). E' sembrato infatti necessario, nella fase iniziale, acquisire una visione realistica dei dati esistenti per poi ipotizzare una forma finale adeguata alle conoscenze.

Al fine di divulgare i prodotti parziali forniti dalle UR, dal marzo 1999 (grazie all'attività di G. Rubbia, UR CNR-ITIM) è stato attivato il sito web del progetto 5.1.2 (<http://emidius.itim.mi.cnr.it/GNDT/P512/home.html>). In esso, sotto la voce

"Aggiornamenti e contributi dalle UR", nell'arco di otto mesi sono stati raccolti gli elaborati riguardanti vari settori del territorio nazionale.

3 Definizione della legenda

Durante la fase di raccolta dei dati si è proceduto alla definizione del formato in cui l'inventario delle faglie avrebbe dovuto essere reso disponibile. In quest'ottica è stata definita la legenda (Fig. 1) cui conformare le rappresentazioni cartografiche dei vari settori del territorio nazionale. Questa permette di sintetizzare aspetti geometrici, cinematici, cronologici e interpretativi.

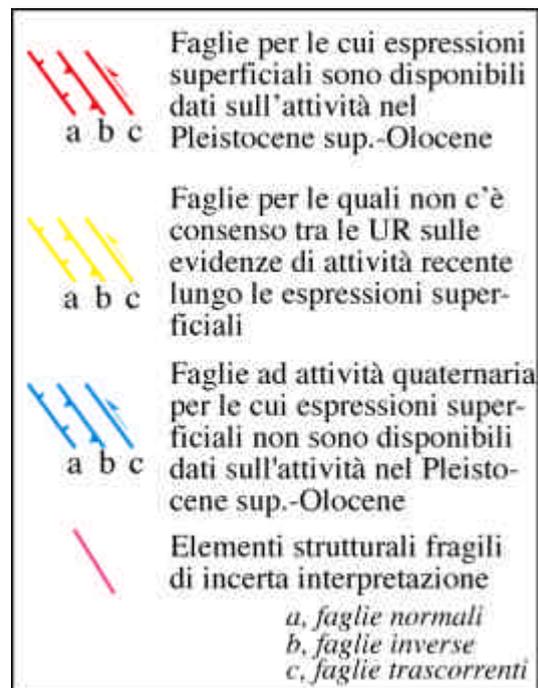


Fig. 1 - Legenda adottata dal progetto 5.1.2 per uniformare le informazioni geologiche di superficie e geomorfologiche sulle faglie attive del territorio nazionale.

L'adeguata conoscenza della cronologia dell'attività è ovviamente cruciale nella definizione di schemi strutturali per finalità sismotettoniche. Per le aree analizzate, l'intervallo cronologico scelto affinché si possa ritenere un elemento strutturale di sicuro interesse in ambito sismotettonico è il Pleistocene superiore-Olocene (a partire dall'ultimo massimo glaciale, ca. 18000-23000 anni BP). La scelta di questo intervallo cronologico "stretto" rende pressoché sicura la pertinenza dell'elemento strutturale rappresentato con il regime deformativo in atto. Inoltre essa è direttamente legata alle caratteristiche geologico-geomorfologiche dei settori interessati dalle faglie rappresentate. La maggior parte di queste faglie, infatti, interessa versanti montuosi e spesso disloca depositi di versante. E' ormai ampiamente riconosciuto che la più cospicua produzione detritica recente nell'Italia peninsulare (ma ci sono

indicazioni simili anche per settori alpini) è da riferire a fasi deposizionali prossime all'ultimo massimo glaciale nel contesto di una dinamica periglaciale (vedi ad esempio Dramis, 1983; Giraudi, 1996). Pertanto le successioni detritiche, talvolta assai spesse, riferibili al contesto cronologico citato costituiscono dei serbatoi di informazione sull'attività delle faglie negli ultimi millenni.

Nella rappresentazione cartografica dell'inventario delle faglie attive, accanto alla simbologia solitamente usata per i differenti tipi di cinematica che caratterizzano le strutture, sono stati usati colori diversi in grado di caratterizzare immediatamente le conoscenze disponibili.

In quest'ottica con il colore rosso sono riportate le espressioni superficiali di faglie con chiare evidenze geologiche e geomorfologiche di attività nel corso del Pleistocene superiore-Olocene e quindi di sicura importanza ai fini sismotettonici. In base a quanto osservato precedentemente le faglie rappresentate sono responsabili della dislocazione di depositi e/o forme riferibili o successivi all'ultimo massimo glaciale.

Con il colore celeste sono invece riportate le faglie per le quali è nota l'attività nel corso del Pleistocene. Tuttavia, la cronologia non è ulteriormente precisabile e non sono disponibili dati di superficie sull'attivazione delle faglie nel corso del Pleistocene superiore-Olocene. Queste strutture vengono comunque cartografate in previsione di un confronto con dati sismologici che potrebbero gettare luce sull'attività delle faglie stesse.

Con il colore giallo sono riportate faglie sulla cui attività recente non c'è omogeneità di vedute tra i ricercatori. Casi di questo tipo spesso derivano dal diverso valore attribuito ad elementi geomorfologici indiziari di attività recente.

Con il colore rosa è infine rappresentata un'ampia categoria di strutture fragili comprendente tutto ciò che è di dubbia interpretazione, in termini cinematici, geometrici o addirittura in rapporto all'origine (tettonica o gravitativa) degli elementi osservati.

4 Inventario delle faglie attive

Le sintesi proposte per le diverse aree (Appennino settentrionale, Appennino centrale, Appennino meridionale, Calabria, Sicilia) forniscono una base da cui procedere per la definizione, mediante l'integrazione di dati di sottosuolo e sismologici, di una carta di sorgenti sismogenetiche nell'Italia peninsulare e nella Sicilia.

Le immagini realizzate per i settori sopra menzionati riportano le tracce delle espressioni superficiali delle faglie attive o possibilmente attive. In generale, le linee tracciate interpolano le evidenze geologico-strutturali e geomorfologiche di attività recente, talora molto discontinue lungo una determinata struttura. Pertanto, per motivi di scala, la rappresentazione della geometria di superficie delle faglie risulta semplificata rispetto a quella, anche molto complessa, derivabile dalle osservazioni sul campo.

La semplificazione è in parte lo specchio del livello delle conoscenze disponibili per i vari settori. Nel caso in cui i dati disponibili consentano di formulare

ipotesi più attendibili (es Appennino centrale), sono stati rappresentati segmenti di faglia continui che approssimano l'emergenza delle strutture sismogenetiche. Informazioni più lacunose hanno fatto preferire una rappresentazione del dato più prossima all'osservazione di campagna (es. Appennino settentrionale). L'espressione del segmento di faglia riportato può essere in questi casi notevolmente frammentata.

4.1 Appennino settentrionale

La raccolta dei dati è stata effettuata dalle UURR UNI-Parma (resp. G. Papani) e UNI-Pisa (resp. P. Scandone). La prima ha fornito un quadro delle conoscenze sulle faglie attive del settore compreso tra i fronti compressivi emiliani e il bacino della Garfagnana. L'UR UNI-Pisa ha provveduto ad elaborare ulteriormente i dati del settore menzionato e a fornire indicazioni sul tratto compreso tra il Mugello e l'Alta Val Tiberina.

La sintesi proposta in Figura 2 e i dati riassunti in Tabella 1 evidenziano la carenza delle conoscenze sulla tettonica attiva di questo settore appenninico. Per la maggior parte delle faglie tracciate è stato utilizzato il colore celeste, in considerazione del fatto che la quantità di informazione sull'attività pleistocenica è notevole a fronte di uno scarso dettaglio sull'attività nel Pleistocene superiore-Olocene. Questo problema riguarda le strutture bordiere dell'intero sistema di bacini intra-appenninici costituito da Lunigiana, Garfagnana, Mugello, Casentino e Alta Val Tiberina (faglie da 10 a 27 in Fig. 2 e Tab. 1). In questi casi i dati disponibili (si vedano per esempio Bartolini et al., 1982; Raggi, 1985; Antiga et al., 1988; Moretti, 1992; Meletti et al., 1993; Benvenuti, 1995; Cattuto et al., 1995; Benvenuti e Papini, 1997; Piccardi et al., 1997; Borghini et al., 2000) forniscono limitate informazioni sull'attività nel corso del Pleistocene superiore-Olocene e rendono comunque problematica la scelta di una struttura primaria tra le faglie bordiere di un determinato bacino.

Si è pertanto preferito riportare in Figura 2 le tracce non semplificate delle espressioni superficiali delle faglie così come risultano dall'osservazione geologica di superficie.

Sono state altresì ritenute non conclusive le evidenze superficiali (in molti casi semplicemente morfologiche) di attività recente lungo faglie bordiere di bacini più interni (es. bacino di Firenze).

Il colore rosso è stato utilizzato per alcune faglie di lunghezza limitata nella parte più settentrionale dell'area rappresentata in Figura 2, vale a dire per le strutture M. Lesima-Bralla (2), Bobbio (3), Ottone (6) (Borghini et al., 2000) e Correggio (5) (Pellegrini e Vezzani 1978). Peraltro la faglia di Correggio è caratterizzata da movimenti lenti (Pellegrini e Vezzani 1978). Alla faglia del Passo della Cisa sono pure attribuiti movimenti nel Pleistocene superiore-Olocene; essa risulta significativamente più lunga delle altre cartografate con il colore rosso e potrebbe pertanto rivestire un ruolo significativo nel contesto sismotettonico del settore a NE della Lunigiana.

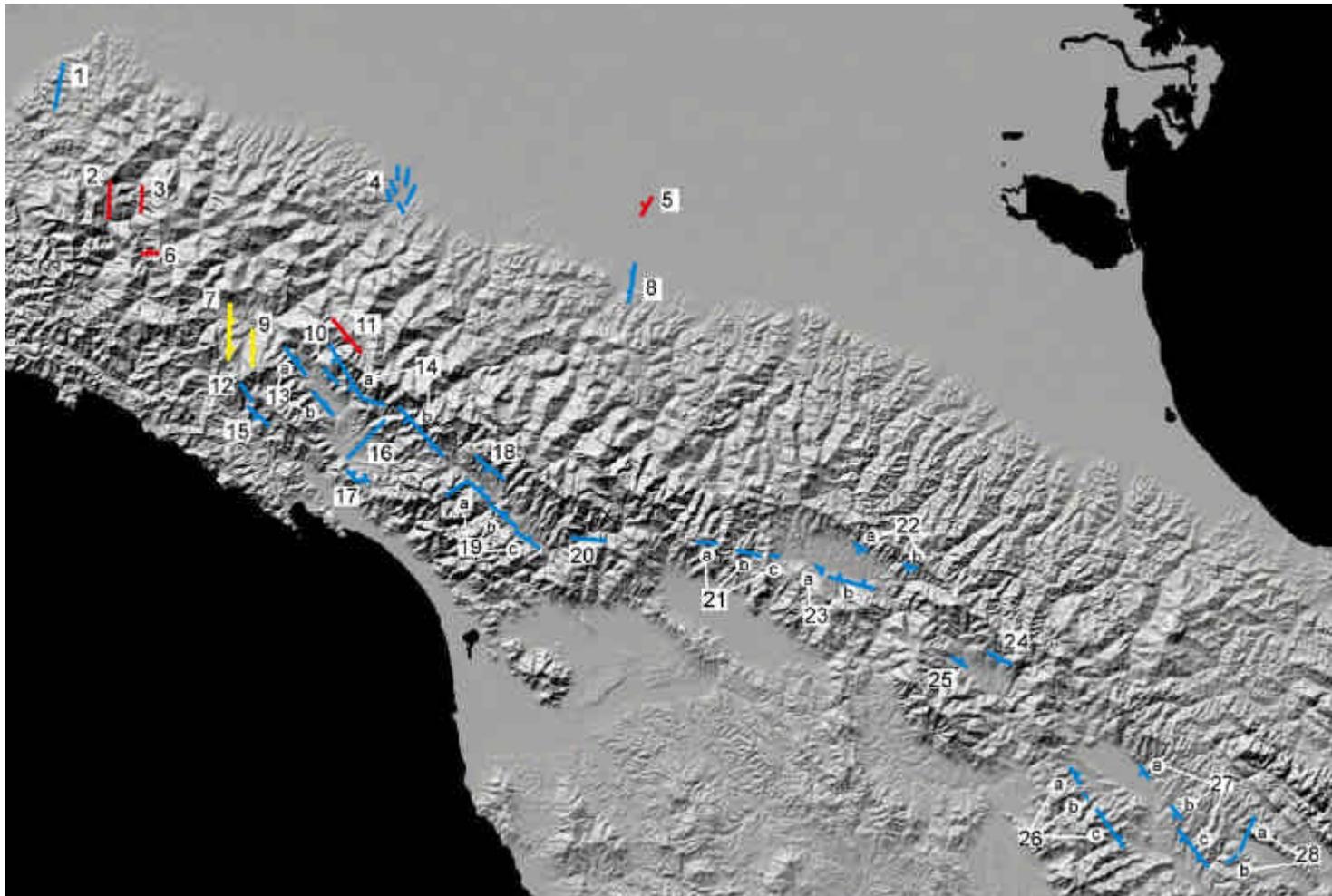


Fig. 2 - Carta delle faglie attive dell'Appennino settentrionale (elementi geologici di superficie).

Faglie e sistemi di faglia	Lunghezza del sistema di faglia (km)	Slip rate verticale (mm/a)	Slip rate verticale minimo (mm/a)	Intervallo cronologico	Intervallo di ricorrenza per eventi di fagliazione di superficie (anni)	Spessore strato sismogenetico (km)
Rocca Susella (1)	11	-	-	Pliocene-Quaternario	-	-
M.te Lesima-Bralla (2)	9	-	-	Pleistocene sup.-Olocene	-	-
Bobbio (3)	5	-	-	Pleistocene sup.-Olocene	-	-
Sist. di Medesano (4)	-	-	-	Pleistocene sup.	-	-
Correggio (5)	5	-	-	Olocene	-	-
Ottone (6)	4	-	-	Pleistocene sup.-Olocene	-	-
Tarsogno (7)	12	-	-	Pliocene-Quaternario	-	-
Fiume Secchia (8)	9	-	-	Pleistocene sup.	-	-
T. Gotra-Groppo (9)	8	-	-	-	-	-
Arzengio-Gigliana-Corlaga (10)	5	-	-	Pliocene-Quaternario	-	-
Passo della Cisa (11)	10	-	-	Pleistocene sup.-Olocene	-	-
Buto (12)	5	-	-	Pleistocene sup.	-	-
Codolo-Tresana (13)	17	-	-	Pliocene-Quaternario	-	-
Compione-Mommio (14)	35	-	-	Pliocene-Quaternario	-	-
Sesta Godano (15)	7	-	-	Pleistocene sup.	-	-
Taverone (16)	13	-	-	Pleistocene sup.	-	-
Fosdinovo (17)	6.5	-	-	Pleistocene	-	-
Garfagnana nord (18)	8.5	-	-	Pleistocene	-	-
Garfagnana sud (19)	23	-	-	Pleistocene	-	-
Svincolo Garfagnana (20)	8	-	-	Pleistocene	-	-
Svincolo Mugello (21)	20	-	-	Pleistocene	-	-
Mugello nord (22)	15	-	-	Pleistocene	-	-
Mugello sud (23)	16	-	-	Pleistocene	-	-
Casentino est (24)	6.5	-	-	Pleistocene	-	-
Casentino ovest (25)	5	-	-	Pleistocene	-	-
Alta Val Tiberina ovest (26)	23	-	-	Pleistocene	-	-
Alta Val Tiberina est (27)	28	-	-	Pleistocene	-	-
M.te Civitello (28)	13	-	-	Pleistocene	-	-

Tab. 1 - Sintesi dei dati disponibili sulle faglie attive dell'Appennino settentrionale.

4.2 Appennino Centrale

L'Appennino centrale è il settore dell'Italia peninsulare per il quale è disponibile la maggior quantità di conoscenze su aspetti inerenti la tettonica attiva. La quantità di dati disponibili è evidenziata dal numero di elaborati prodotti durante il 1999 dalle varie unità di ricerca del GNDT, riportati sul sito web del progetto 5.1.2.

Lo scopo primario del sottoprogetto per quanto concerne l'Appennino centrale era giungere ad una sintesi concordata tra le varie UR dell'abbondante materiale disponibile. Il 16 aprile 1999 nel corso di una riunione (Roma, sede del GNDT) tra le UR coinvolte nelle ricerche sull'Italia centrale (UNI-Perugia, CNR-IRTR, UNI-Chieti, ANPA, UNI-Camerino) si è provveduto a definire uno schema di faglie attive per il settore appenninico compreso tra Gubbio e il Cassinate. La riunione, organizzata da L. Peruzza e F. Galadini, era stata decisa nella seconda giornata del workshop "Caratteri sismogenetici del territorio nazionale" (30-31 marzo) per definire dati di input necessari allo svolgimento del progetto 6A.2 (coord. L. Peruzza). Alla riunione è seguito un fitto scambio di commenti ed integrazioni all'elaborato iniziale che hanno portato alla parametrizzazione delle faglie riportate in Figura 3 e Tabella 2. I dati disponibili sono stati successivamente oggetto di una specifica monografia del GNDT (Barchi et al., in stampa), cui si rimanda per i numerosi riferimenti bibliografici.

La Figura 3, se paragonata con le analoghe immagini disponibili per il resto dell'Italia peninsulare, mostra l'elevato grado delle conoscenze per l'Appennino centrale. Anzitutto la maggior parte delle faglie e dei sistemi di faglia sono evidenziati dal colore rosso, a testimonianza delle chiare evidenze di attività nel corso del Pleistocene superiore-Olocene lungo l'espressione superficiale delle faglie stesse. Per queste strutture sono in genere disponibili anche parametri come il rateo di movimento o il tempo di ricorrenza di eventi responsabili di fagliazione di superficie, grazie ad analisi paleosismologiche condotte fin dalla seconda metà degli anni ottanta da vari enti di ricerca (es., Blumetti, 1995; Giraudi e Frezzotti, 1995; Michetti et al., 1995a; Pantosti et al., 1996; Galadini e Galli, 1999a; in stampa).

All'area rappresentata in Figura 3 appartengono le strutture che bordano la Piana del Fucino (42). La quantità di dati sull'evoluzione tettonica quaternaria, le caratteristiche della tettonica attiva, la successione di paleoeventi sismici responsabili di fagliazione di superficie è notevolissima (Serva et al., 1986; Giraudi, 1988; Galadini e Messina, 1994; Michetti et al., 1996; Galadini et al., 1997; Galadini e Galli, 1999a), tanto che questo bacino intermontano costituisce il caso italiano meglio dettagliato per gli argomenti sopra menzionati.

Le conoscenze si possono definire lacunose per quanto riguarda le aree di Gualdo Tadino (30) e Sora (46). In entrambi i casi la definizione della geometria di superficie della faglia ad attività quaternaria non è soddisfacente. Per queste strutture è stato pertanto utilizzato il colore rosa. Il medesimo colore identifica la rottura di superficie formatasi nell'area compresa tra Renaro e Mevale (31c) con il terremoto del 14 ottobre 1997. In questo caso, al momento della redazione della carta di Figura 3 l'origine della rottura non era chiara e le ipotesi di lavoro variavano tra la

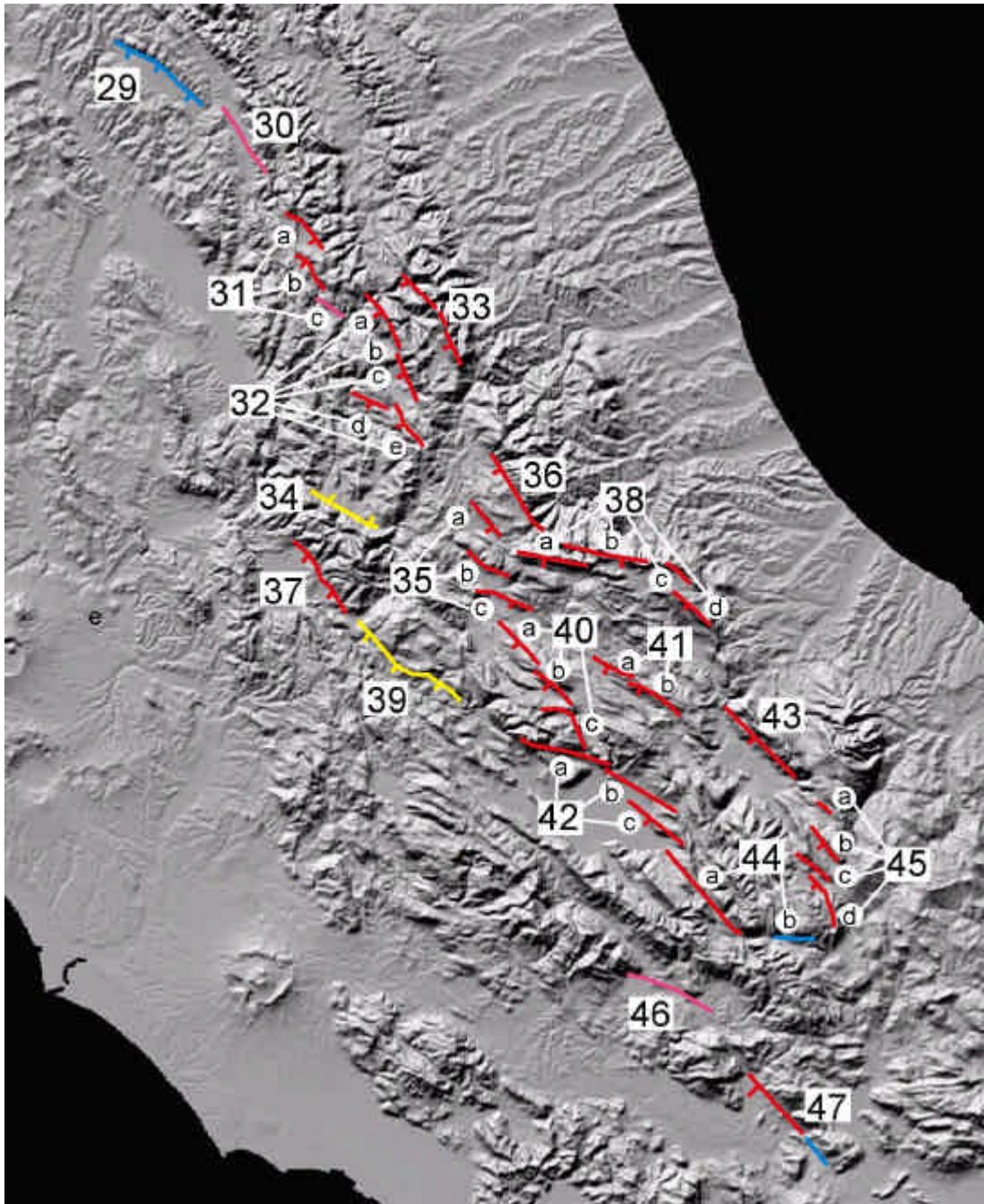


Fig. 3 - Carta delle faglie attive dell'Appennino centrale (elementi geologici di superficie).

Faglie e sistemi di faglia	Lunghezza del sistema di faglia (km)	Slip rate verticale (mm/a)	Slip rate verticale minimo (mm/a)	Intervallo cronologico	Intervallo di ricorrenza per eventi di fagliazione di superficie (anni)	Spessore strato sismogenetico (km)
Gubbio (29)	21	-	-	-	-	5
Gualdo Tadino (30)	-	-	-	-	-	-
Colfiorito (31)	20	0,3-0,4	-	Quaternario	-	8-10
Norcia (32)	30	0,5-0,7 ¹	0,2 ²	¹ Quaternario ² 0,1 Ma	-	10-12
M. Vettore (33)	18	0,5-0,6	0,25-0,3	12000-3600 BP	-	-
Leonessa (34)	21	0,3	-	Olocene	-	-
Alta Valle dell'Aterno (35)	25	0,47-0,86	-	31710±760 BP 23330±300 BP	-	8-12
M.ti della Laga (36)	18	0,73-0,9 ¹	0,3-0,36 ²	¹ 20000-30000 BP ² 6395-6175 BC	-	-
Rieti (37)	27	0,5	-	Olocene	-	-
Campo Imperatore-Assergi-M. Cappucciata (38)	40	0,67-1	-	¹ 18000-13000 BP	2.500-7.000	8-12
Valle del Salto (39)	24	0,3	-	Olocene	-	-
Campo Felice-Colle Cerasitto*/ Ovindoli-Pezza** (40)	*16/**12-20	*1,1/**0,8-1,2 ¹ **1,2-2,3 ²	-	*18000 BP **7000 BP ¹ **7000-10000 BP ²	**2.760-3.200	-
Media Valle dell'Aterno (41)	21	0,33-0,43	-	1,5 Ma ¹ 0,8-1 Ma	-	-
Fucino (42)	33	0,7-0,8 ¹	0,4-0,5 ² 0,37-0,43 ³	² 19100±650 BP ³ 0,4 Ma	1.400-2.600	-
M. Morrone (43)	20	-	0,5-0,66	0,9-1,0 Ma	-	-
Alta Valle del Sangro (44)	20	-	0,17-0,21	0,8-1 Ma	-	13
Aremogna-Cinquemiglia (45)	16	-	0,2	10000 BP	-	-
Sora (46)	-	-	-	-	-	-
S. Pietro Infine (47)	17	-	-	-	-	-

Tab. 2 - Sintesi dei dati disponibili sulle faglie attive dell'Appennino centrale.

deformazione dovuta ad un movimento franoso di grandi proporzioni e la dislocazione legata all'espressione superficiale della struttura sismogenetica (es. Galli e Galadini, 1999; Vittori et al., 2000). I problemi rimangono aperti, nonostante recenti indagini paleosismologiche abbiano mostrato che la rottura è avvenuta lungo una faglia e che più movimenti hanno caratterizzato questa struttura negli ultimi millenni (Pantosti et al., 1999).

Dati non conclusivi riguardano anche le faglie di Leonessa (34) e della Valle del Salto (39), per le quali alcuni ricercatori sostengono un'ipotesi di attività nel Pleistocene superiore-Olocene (es. Bosi, 1975; Michetti e Serva, 1990) mentre altri ipotizzano che tale attività debba riferirsi ad un intervallo ampio del Quaternario precedente al Pleistocene superiore (Chiarini et al., 1997; Bosi, Galadini, Messina, dati non pubblicati). Questa divergenza di vedute ha portato a rappresentare queste faglie con il colore giallo. I dati sull'attività nel Pleistocene superiore-Olocene sono carenti anche per quanto riguarda la faglia di Gubbio (29), cui è comunque riferibile attività quaternaria responsabile della strutturazione del bacino da essa bordato verso Est (per esempio, Menichetti, 1992).

4.3 Appennino meridionale

La raccolta dei dati è stata effettuata dall'UR UNI-Napoli (resp. A. Cinque). Questa parte dell'attività è documentata da due elaborati disponibili sul sito web del sottoprogetto 5.1.2 rispettivamente dal 17.05.99 e dal 23.06.99 (titoli: "Carta delle faglie tarso-quaternarie dell'Appennino meridionale" e "Faglie attive in Italia meridionale" a cura di A. Ascione e A. Cinque). Questi prodotti hanno costituito la base per la sintesi proposta nell'immagine a piccola scala (Fig. 4) e nella tabella (Tab. 3), dopo discussioni ed elaborazioni del materiale disponibile che hanno coinvolto A. Cinque, P. Scandone, C. Meletti e F. Galadini.

Nella porzione settentrionale della carta sono riportate le strutture del Matese, alcune con chiari indizi di attività nel Pleistocene superiore-Olocene (es. settore della piana di Boiano; Russo e Terribile, 1995; Cucci et al., 1996; Basili et al., 1999; Corrado et al., 2000) altre con evidenze di generica attività quaternaria (è il caso, ad esempio, del bordo sudoccidentale del massiccio montuoso; Brancaccio et al., 1997).

L'area della Piana Campana è in più punti bordata da faglie per le quali l'attività nel Pleistocene superiore è testimoniata dalla dislocazione dell'ignimbrite campana (Cinque et al., 2000; sull'attività di faglie nel Golfo di Napoli si veda Milia e Torrente, 2000 e bibliografia riportata). Pertanto le faglie in oggetto sono state riportate con il colore rosso, sebbene non sia affatto risolto il problema dell'attivazione di queste strutture in connessione con eventi sismici distruttivi. Altre faglie della zona costiera tirrenica dell'Appennino meridionale presentano evidenze di attività nel corso del Quaternario, senza che tuttavia siano disponibili dati in grado di corroborare l'ipotesi di attivazione nel corso del Pleistocene superiore-Olocene (es. Piana del Sele).

Faglie con il colore rosso interessano la dorsale appenninica (nn. 62, 68, 78, 86). Va comunque sottolineato che per queste strutture, a parte la faglia responsabile

del terremoto del 1980 (Pantosti et al., 1993), mancano dati derivati da analisi paleosismologiche.

Nella parte più meridionale dell'area rappresentata, alcune faglie sono state riportate con il colore giallo. Le differenti vedute in questo settore riguardano sia aspetti geometrici che cinematici. Nel caso della Val d'Agri (n.90) non è risolto il problema dell'individuazione dell'espressione superficiale della faglia principale, sebbene pubblicazioni recenti testimonino che l'area è da qualche anno oggetto di studi sulle manifestazioni della tettonica attiva (ad esempio Di Niro e Giano, 1995; Benedetti et al., 1998; Giano et al., 2000). In sostanza non è ancora chiaro se l'emergenza della struttura sia da porre in relazione con il bordo SW della valle o con quello NE e di conseguenza non è noto se la struttura principale che interessa l'area sia da porre in relazione con una faglia immergente verso NE o verso SW.

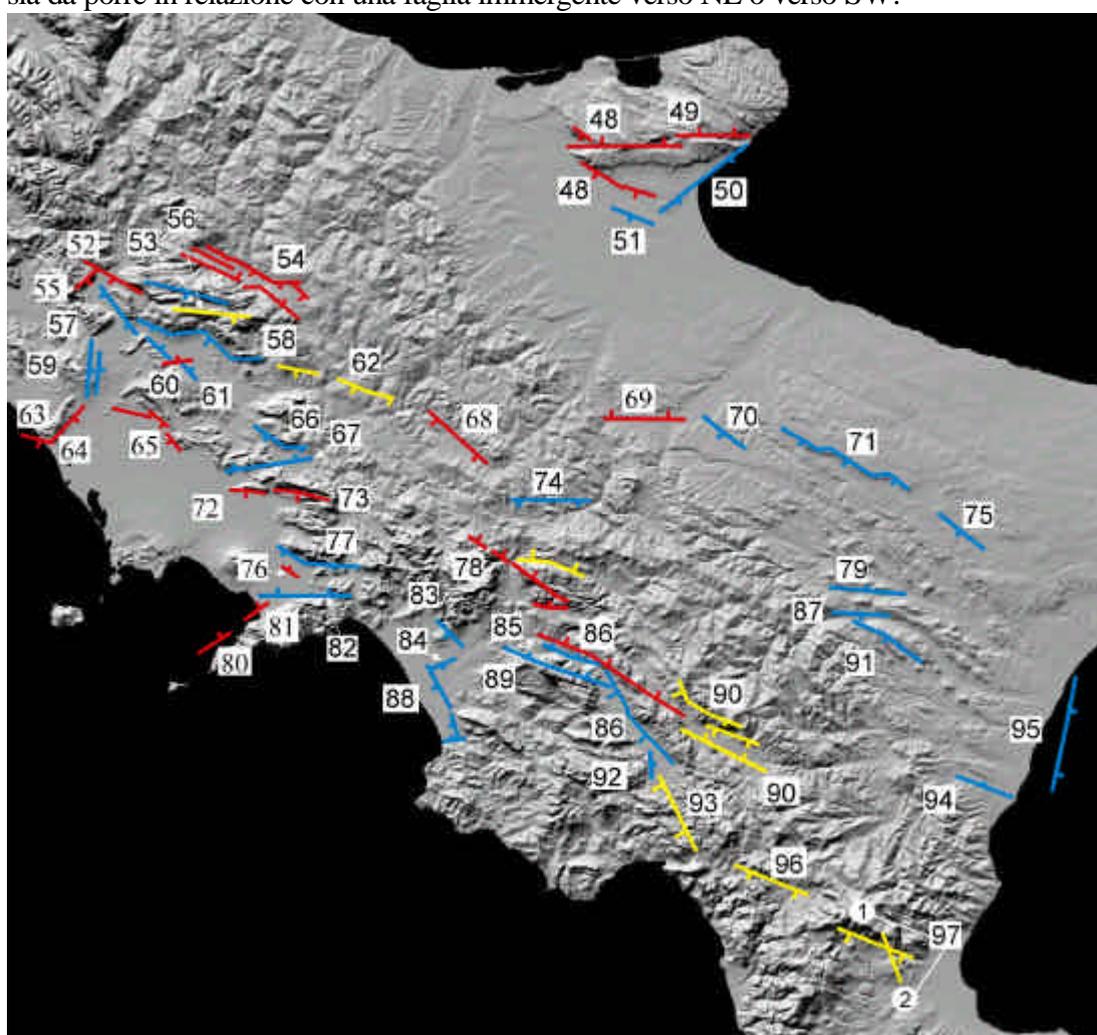


Fig. 4 - Carta delle faglie attive dell'Appennino meridionale (elementi geologici di superficie).

Faglie e sistemi di faglia	Lunghezza del sistema di faglia (km)	Slip rate verticale (mm/a)	Slip rate verticale minimo (mm/a)	Intervallo cronologico	Intervallo di ricorrenza per eventi di fagliazione di superficie (anni)	Spessore strato sismogenetico (km)
Candelaro (48)	28	-	0.2	Quaternario	-	5 - 15
Mattinata (49)	47	0.8–1.2	-	Olocene	-	5 - 15
Manfredonia (50)	28	-	-		-	-
Amendola (51)	10	-	-		-	-
Pozzilli–Capriati (52)	18	0,2-0,4	-	Pleistocene medio - Olocene	-	-
Lago Matese (53)	22	-	-		-	-
Bojano (54)	34	0.1–0.5	-	Olocene	-	5 - 15
Venafro (55)	8	>0,25; <1	-	Pleistocene medio - Olocene	-	-
Matese-Ovest (56)	20	0.5	-	0.036 Ma	-	5 - 15
Mastrati (57)	15	> 0.1	-	Tardo Pleistocene medio – Olocene?	-	-
Benevento (58)	41		0.5	Quaternario	-	5 - 15
Roccamonfina (sciame) (59)	15	~0.1	-	Tardo Pleistocene medio – Olocene?	-	-
Baia e Latina (60)	8	0,2-0,3	-	36ka - Olocene	-	-
M.ti di Baia e Latina (61)	16	~0.1	-	Pleistocene inferiore - Olocene?	-	-
Valle Ufita nord (62)	16	0.2	-	Olocene	-	5 - 15
Mondragone (63)	7	0.1-0.5	-	36ka - Olocene	-	-
M. Massico (64)	13	*2-2.5	-	*1,45 Ma - Olocene	-	-
		°0.2-0.5		°36ka - Olocene		
Piana Volturno (65)	22	*0.5-1.5	-	*1,45 Ma - Olocene	-	-
		°0.2-0.5		°36ka - Olocene		
M. Taburno (66)	15		-		-	-
Maddaloni – Valle Caudina (67)	22		-		-	-
Valle Ufita sud (68)	22	0.2	-	Pleistocene sup. - Olocene	-	-
Valle Ofanto (69)	20	0.5	-	Pleistocene sup. - Olocene	-	-
Torrente Matinella (70)	12	<0.1	-	Pleistocene medio – Olocene?	-	-
Gravina di Puglia (71)	35	<0.1	-	Pleistocene medio – Olocene?	-	-

Cancello (72)	9	*0.4-0.6 °1	-	*1,45 - Olocene °0,13 Ma - Olocene	-	-
M.ti di Avella (73)	15	0.2–0.5	-	Pleistocene medio – Olocene?	-	-
M. Cervaro (74)	20	-	-	-	-	-
Santeramo in Colle (75)	14	<0.1	-	Pleistocene medio – Olocene?	-	-
Sarno (76)	5	>0,5	-	Olocene	-	-
M.ti di Sarno (77)	22	-	-	-	-	-
Irpinia (78)	30	0.2-0.4	-	Olocene	-	8 - 12
Calciano (79)	20	<0.1	-	Pleistocene medio – Olocene?	-	-
Vico Equense (80)	10	4	-	36ka - Olocene	-	-
Castellammare (81)	8	<2	-	Olocene	-	-
M.ti Lattari nord (82)	23	1-2	-	Pleistocene medio – Olocene?	-	-
S.Vito (83)	9	0.1	-	Tardo Pleistocene medio - Olocene?	-	-
P. delle Olive (84)	7	0.1	-	Tardo Pleistocene medio - Olocene?	-	-
Valle Tanagro (85)	15	0.7–0.25	-	Tardo Pleistocene medio - Olocene?	-	-
Vallo di Diano (86)	43 (a)	0.5–1.0 (b) 1.0 (b)	-	Quaternario 0.4 – 0.6 Ma	-	5 - 15
Torrente Bilioso (87)	15	<0.1	-	Pleistocene medio – Olocene?	-	-
Ponte Barizzo (88)	20	>0.1	-	Tardo Pleistocene medio - Olocene?	-	-
M. Alburno (89)	28	-	-	-	-	-
Val D'Agri (90)	34	1.0	-	Olocene	-	5 - 15
Piano di Codola (91)	20	<0.1	-	Pleistocene medio – Olocene?	-	-
Buonabitacolo (92)	6	<0.1	-	Tardo Pleistocene medio - Olocene?	-	-
Lagonegro (93)	21	-	0.2	Quaternario	-	5 - 15
Bassa valle del F. Sinni (94)	15	<0.2	-	Pleistocene superiore – Olocene?	-	-
Golfo di Taranto (95)	30	-	-	-	-	-
Mercure (96)	20	0.5	-	Olocene	-	5 - 15
Pollino (97)	20	0.5	-	Olocene	-	5 - 15

Tab. 3 - Sintesi dei dati disponibili sulle faglie attive dell'Appennino meridionale.

Per quanto riguarda le faglie nn. 93 e 96, il dubbio riguarda esclusivamente l'attività nel corso del Pleistocene superiore-Olocene. In pratica non c'è convergenza di vedute tra gli elaboratori del documento di Figura 4 sul fatto che queste faglie siano state o meno responsabili di dislocazioni superficiali nelle ultime poche migliaia di anni.

Per le faglie dell'area del Pollino (97.1 e 97.2) sono invece disponibili differenti interpretazioni sulla geometria della struttura principale (Cinti et al., 1997; Michetti et al., 1997). Si è pertanto ritenuto opportuno riportare entrambe le ipotesi sulla carta di sintesi.

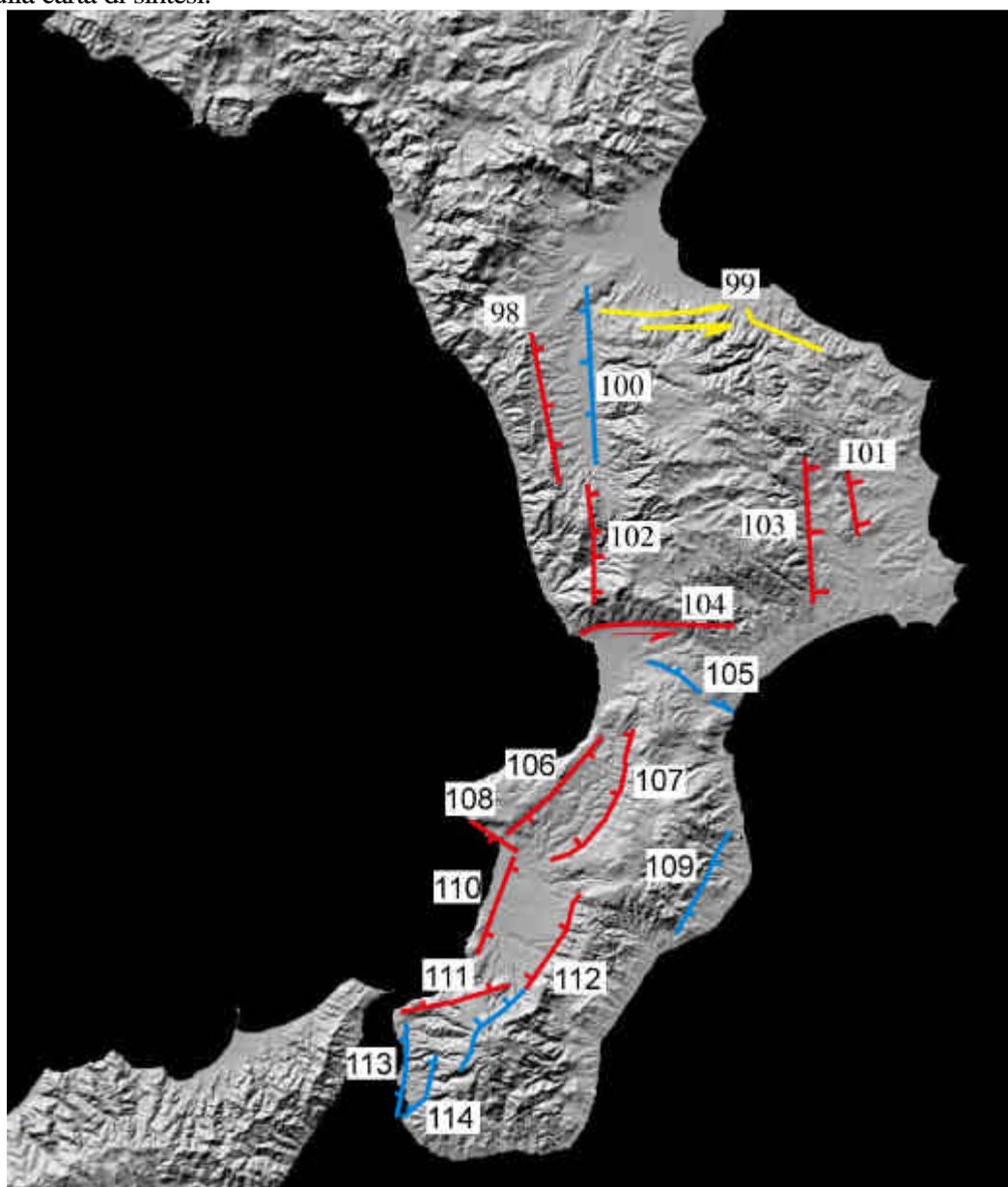


Fig. 5 - Carta delle faglie attive della Calabria (elementi geologici di superficie).

Faglie e sistemi di faglia	Lunghezza del sistema di faglia (km)	Slip-rate verticale (mm/a)	Slip-rate verticale minimo (mm/a)	Intervallo cronologico	Intervallo di ricorrenza per eventi di fagliazione di superficie (anni)	Spessore strato sismogenetico (km)
S.Marco Argentano – Domanico (98)	35	0.5–2	-	Olocene	-	5-10
Corigliano–Rossano (99)	47	1-5	-	Olocene	-	2-15
Tarsia–Zumpano (100)	40	0.1–0.5	-	Olocene	-	5
Faglie di M.Fuscaldo (101)	16	0.1–0.3	-	Olocene	-	2-6
Piano Lago-Valle del Savuto–Decollatura (102)	25	0.2–0.5	-	Olocene	-	5-10
Faglie del Marchesato (103)	33	0.5–1.5	-	Olocene	-	5-10
Lamezia-Catanzaro (104)	35	-	-	Olocene	-	5-15
Graben Catanzaro Sud (105)	21	-	0.2	Quaternario	-	5-15
Mesima Ovest (106)	33	-	0.2	Quaternario	-	5-15
Serre (107)	37	0.8–1	-	0.24 Ma	-	5-15
		0.7		0.12 Ma		
Nicotera (108)	14	-	0.2	Quaternario	-	5-15
Serre Est (109)	26	-	0.2	Quaternario	-	5-15
Gioia Tauro (110)	23	-	-	-	-	-
S.Eufemia (111)	26	0.7	-	0.12 Ma	-	5-15
Cittanova (112)	48	0.6–0.9	-	0.12 Ma	-	5-15
		1		0.24 Ma		
Reggio Calabria (113)	21	0.6	-	0.12 Ma	-	5-15
Pellaro – Mosorrofa (114)	17	-	-	-	-	5-15

Tab. 4 - Sintesi dei dati disponibili sulle faglie attive della Calabria.

Il settore apulo è interessato prevalentemente da faglie ad attività quaternaria per le quali non sono disponibili dati sull'attività nel Pleistocene superiore-Olocene. Le uniche faglie di colore rosso interessano l'area garganica (es., Piccardi, 1998) ed un settore della valle dell'Ofanto (Cinque et al., 2000).

4.4 Calabria

Nel primo degli elaborati proposti sul sito web (23 marzo 1999), l'UR UNI-Cosenza aveva sintetizzato le conoscenze sulle faglie capaci della Calabria settentrionale. Nella carta di sintesi, il notevole dettaglio strutturale veniva da un lato dal fatto che le informazioni disponibili erano state sintetizzate su una base cartografica al 100.000 e dall'altro era legato proprio alla necessità, in linea con le finalità di una carta di faglie capaci, di rappresentare l'emergenza superficiale di una struttura nella sua complessità di espressione.

Gli autori distinguevano 20 principali sistemi di faglie, ciascuno corrispondente all'espressione in superficie di un unico elemento profondo e fornivano indicazioni sulla cinematica, il periodo stimato di attività e l'eventuale sismicità associata.

A seguito di richieste dei coordinatori del sottoprogetto 5.1.2, l'UR ha predisposto un secondo contributo (23 giugno 1999) nel quale si procedeva ad una diversa rappresentazione delle strutture. Anzitutto venivano riportate esclusivamente le faglie primarie, con una grafica semplificata. Poi si utilizzavano dei colori per ciascuno degli elementi strutturali in funzione della legenda (Fig. 1) stabilita al fine di uniformare i contributi dalle varie UR.

In questo secondo contributo, gli autori procedevano anche alla definizione di alcuni parametri caratterizzanti le faglie riportate (geometria, cinematica, rateo di movimento) e venivano proposte associazioni con terremoti da catalogo.

Questo secondo prodotto ha subito piccole variazioni a seguito del confronto con il database dell'ANPA (operato da E. Vittori).

La base per la copertura dei restanti settori della regione viene, invece, direttamente dal database dell'ANPA.

Il prodotto finale (Fig. 5 e Tab. 4) è il risultato di ulteriore elaborazione a seguito del bilanciamento cinematico dei sistemi di faglie attive e del confronto con dati prodotti dall'ING (Boschi et al., 1989; D'Addezio et al., 1993; Valensise et al., 1993; Valensise e D'Addezio, 1994).

Le conoscenze sulle faglie attive dell'area rappresentata nella Figura 5 sono lungi dall'offrire un quadro conclusivo. A parte il settore del Pollino, riportato nell'immagine relativa all'Appennino meridionale (Fig. 4), mancano nella Calabria settentrionale dati provenienti da indagini paleosismologiche, mentre nella Calabria meridionale differenti gruppi di ricerca hanno proposto ipotesi divergenti sull'ubicazione delle faglie attive cui possono essere riferiti i principali terremoti storici.

Per il primo settore si nutrono alcuni dubbi sulla cinematica di strutture come le faglie Lamezia-Catanzaro (104) o sulla cronologia della faglia Corigliano-Rossano (99) che addirittura potrebbe essere stata caratterizzata da attività esclusivamente pre-quaternaria.

Per quanto concerne la Calabria meridionale, i problemi più evidenti riguardano l'intera fascia comprendente la valle del Mesima e la piana di Gioia Tauro (faglie 106 Mesima Ovest, 107 Serre, 110 Gioia Tauro, 112 Cittanova). Infatti, sebbene in letteratura siano riportati indizi di attività nel Pleistocene superiore-Olocene per tutte le faglie citate (ad esempio, Cotecchia et al., 1986; Valensise e D'Addezio, 1994; Monaco e Tortorici, 1995; Tortorici et al., 1995), non è ancora chiaro se il sistema principale responsabile dei grandi terremoti calabresi sia da identificare nelle strutture immergenti verso SE o in quelle immergenti verso NW. A fronte di questi dubbi, non è stata operata una scelta rimandando la soluzione del problema ad auspicabili future acquisizioni di dati.

4.5 Sicilia

Una prima sintesi dei dati disponibili da letteratura sulle faglie attive della Sicilia nei formati richiesti dal sottoprogetto (Fig. 1) era stata predisposta da R. Azzaro e S. Barbano (UR UNI-Catania) e riportata nella presente monografia (Azzaro e Barbano, 2000). E' anche disponibile una carta dettagliata per le faglie attive dell'area etnea (Azzaro e Barbano, 2000 e sito web del sottoprogetto 5.1.2; per questo settore vedi anche Monaco et al., 1995; Bella et al., 1996; Monaco, 1997; Azzaro, 1999). In questa carta sono stati tracciati segmenti di faglia anche di estensione limitata (1-5 km) per i quali in molti casi è documentabile l'occorrenza di fagliazione di superficie. Per motivi di scala le informazioni relative all'area etnea sono state sommariamente trasferite sull'immagine riportata in Figura 6.

Il materiale messo a disposizione dall'UR UNI-Catania ha costituito la base su cui operare le scelte che hanno portato alla sintesi di Figura 6 e Tabella 5. Un primo passo è stato fatto con l'introduzione di informazioni disponibili nel database dell'ANPA. In particolare sono state aggiunte le faglie 125 (M. Climiti), 126 (Comiso) e 128 (Marina di Ragusa).

Successivamente si è provveduto a caratterizzare meglio in termini di geometria e cronologia dell'attività le strutture dell'area dello Stretto, della cosiddetta scarpata ibleo-maltese e del settore costiero nordorientale. I dati sono stati derivati da Ghisetti (1979, 1984), CNR-PFG (1983), Valensise e Pantosti (1992), Finetti e Del Ben (1995), Monaco e Tortorici (1995), Hirn et al., (1997), Lanzafame e Bousquet (1997).

Per quanto concerne la Sicilia occidentale, i dati disponibili per l'area del Belice non consentono di definire la geometria di superficie di una faglia attiva, nonostante la pubblicazione di lavori recenti sulla regione colpita dal terremoto del 1968 (Michetti et al., 1995b; Monaco et al., 1996). Sempre nella Sicilia occidentale, sono state cartografate faglie nell'area di Castellammare del Golfo per le quali è ipotizzabile un'attività pleistocenica, senza che siano disponibili indizi sull'attività nel Pleistocene superiore-Olocene (Mauz e Renda, 1995).

Faglie la cui attività nel Pleistocene superiore-Olocene è documentata interessano il settore orientale della Sicilia. Per la struttura corrispondente alla scarpata ibleo-maltese (da 118 a 121) è stata fornita un'ipotesi di segmentazione in base ai dati di geofisica a mare utilizzati in CNR-PFG (1983) (vedi anche Hirn et al.,

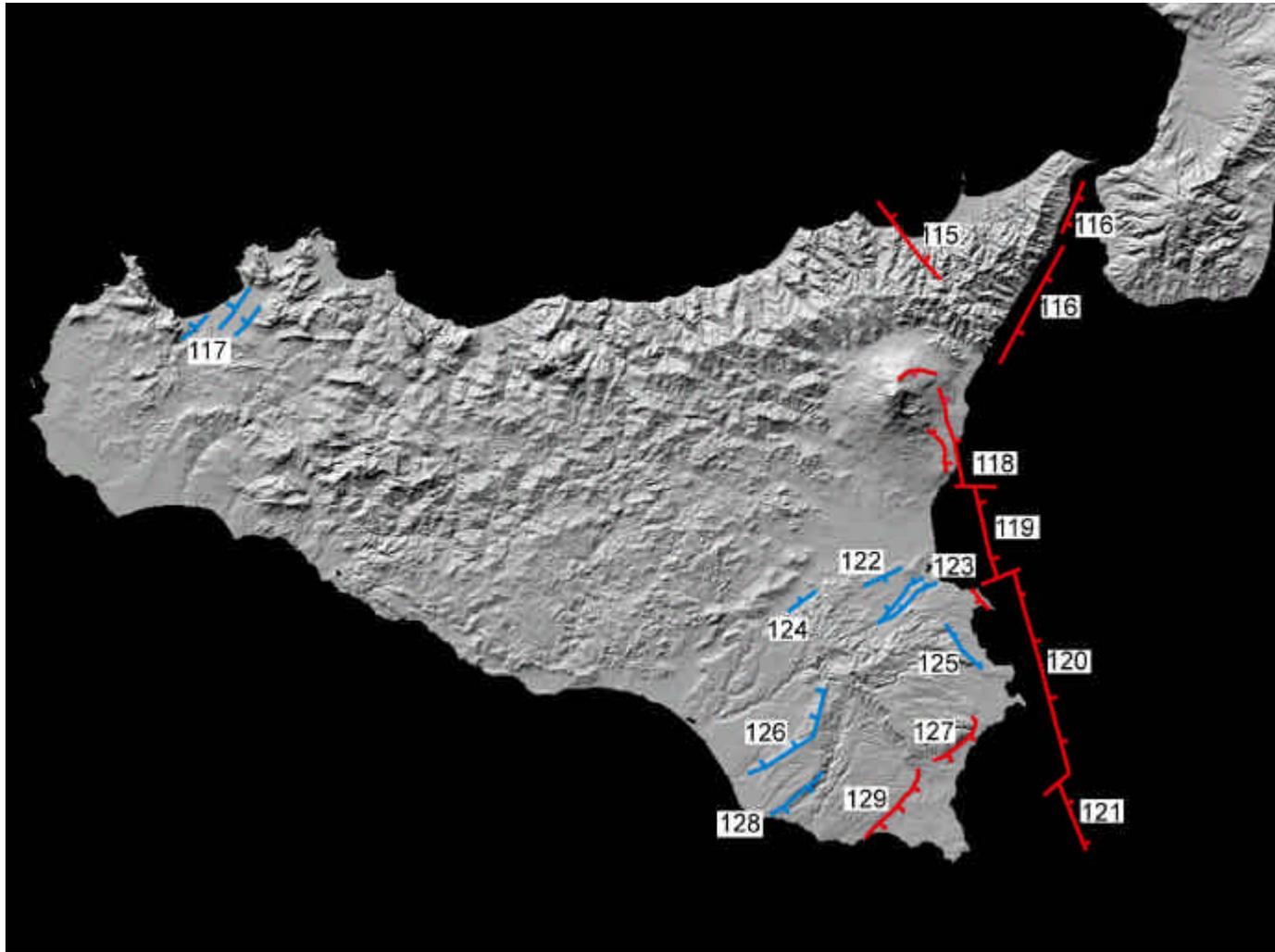


Fig. 6 - Carta delle faglie attive della Sicilia (elementi geologici di superficie).

Faglie e sistemi di faglia	Lunghezza del sistema di faglia (km)	Slip-rate verticale (mm/a)	Slip-rate verticale minimo (mm/a)	Intervallo cronologico	Intervallo di ricorrenza per eventi di fagliazione di superficie (anni)	Spessore strato sismogenetico (km)
Tindari-Novara di Sicilia (115)	26	-	-	Quaternario	-	5-15
Messina - Giardini (116)	50	-	-	Quaternario	-	5-15
Castellammare del Golfo (117)	13	-	-	Pleistocene sup.- Olocene	-	5-15
Scarpata di Malta Golfo Catania (118)	26	-	2.0	0.7 Ma	-	10-15
Scarpata di Malta porzione settentrionale (119)	25	-	-	Olocene	-	10-15
Scarpata di Malta porzione centrale (120)	54	-	-	Olocene	-	10-15
Scarpata di Malta porzione meridionale (121)	20	-	-	Olocene	-	10-15
Scordia (122)	12	-	-	Quaternario	-	10-15
Graben di Lentini (123)	18	-	-	Quaternario inf.-medio	-	10-15
Mineo (124)	10	-	-	Quaternario inf.-medio	-	10-15
M. Climiti (125)	15	-	-	Quaternario	-	10-15
Comiso (126)	31	-	-	Quaternario	-	10-15
Avola-Noto (127)	19	0.6	-	0.7 Ma	-	10-15
Marina di Ragusa (128)	20	-	-	Quaternario	-	10-15
Rosolini - Pozzallo (129)	25	0.5	-	0.12 Ma	-	10-15
M. Etna (130)	11	-	-	Olocene	-	-
Augusta (131)	7	-	-	Pleistocene sup.- Olocene	-	-

Tab. 5 - Sintesi dei dati disponibili sulle faglie attive della Sicilia.

1997). La geometria della faglia Messina-Giardini (116) risulta anch'essa da dati di geofisica a mare (Finetti e Del Ben, 1995), mentre in rosso sono pure riportate le faglie Avola-Noto e Rosolini-Pozzallo (127 e 129, rispettivamente) in base a quanto osservato da Monaco e Tortorici (1995). La faglia Tindari-Novara di Sicilia (115) sembrerebbe essere stata caratterizzata da attività tardo-pleistocenica (Ghisetti, 1979; Lanzafame e Bousquet, 1997). Tuttavia, non sono disponibili dati sull'attività nel Pleistocene superiore-Olocene.

5 Considerazioni sullo stato delle conoscenze relativo alle faglie attive dell'Italia settentrionale

Le lacune conoscitive sono per l'Italia settentrionale decisamente maggiori che per il resto del territorio nazionale. Ciò è dovuto principalmente alla storia della ricerca sulla tettonica attiva dei settori padano e alpino e in secondo luogo a difficoltà oggettive (legate alle caratteristiche geologiche) di identificazione delle strutture potenzialmente responsabili di forti terremoti. Per quanto riguarda il primo punto, occorre sottolineare che un notevole sforzo di approfondimento degli aspetti inerenti la tettonica recente e attiva va riferito alla lunga fase di acquisizione ed elaborazione dei dati innescata dal Progetto Finalizzato Geodinamica. I risultati di questa fase sono rintracciabili nella Carta Neotettonica d'Italia (CNR-PFG, 1983), in sintesi a scala regionale (Zanferrari et al., 1982; Slejko et al., 1989; Castaldini e Panizza, 1991) e in lavori assai innovativi su settori di estensione più limitata o singole faglie (ad esempio Forcella e Sauro, 1988; Cavallin et al., 1988; Carton e Castaldini, 1987). Tuttavia, a seguito di questa fase della ricerca (che avrebbe potuto costituire la base per successive analisi quantitative), negli ultimi dieci anni gli studi sulle faglie attive sono stati praticamente abbandonati (a parte alcuni lavori sulle Alpi occidentali, es. Collo, 1994) e solo recentemente si è assistito ad una blanda ripresa delle ricerche sull'arco alpino con lavori puntuali (ad esempio, Ferrarese et al., 1998; Malaroda, 1998; Galadini e Galli, 1999b; Sauro e Zampieri, 1999).

In ambito GNDT le attenzioni sono state rivolte all'area friulana, con analisi geomorfologiche mirate all'identificazione di deformazioni superficiali riferibili agli effetti sul lungo periodo della faglia responsabile del terremoto del 1976 (Aoudia et al., 2000; Aoudia e Suhadolc, 2000).

Per quanto riguarda la difficoltà di individuazione delle faglie attive nell'arco alpino, i fattori condizionanti sono essenzialmente legati all'evoluzione geologica dei settori alpini ed alle caratteristiche cinematiche di gran parte delle strutture che interessano la catena alpina. In merito al primo punto è utile ricordare che l'attuale paesaggio alpino è stato condizionato dalla morfogenesi glaciale legata all'ultima massima espansione dei ghiacciai e assai fortemente dalla dinamica fluviale ad essa successiva. Questo comporta la difficoltà a definire la "tendenza" tettonica delle ultime centinaia di migliaia di anni e, a fronte di ridotti ratei di movimento delle strutture attive, l'ulteriore difficoltà ad identificare i segni dell'attività recente su forme e depositi riferibili al Pleistocene superiore-Olocene.

L'evoluzione geologica recente dell'arco alpino è all'origine anche dei diffusi movimenti gravitativi (successivi all'ultimo massimo glaciale) che coinvolgono

enormi masse rocciose e i cui effetti superficiali sono del tutto confrontabili con quelli riferibili all'attivazione di faglie (si veda la discussione al termine della nota di Forcella, 1984). La stessa origine dei movimenti gravitativi profondi di versante è variamente interpretata come l'effetto della dinamica glaciale e post-glaciale (es. Mortara e Sorzana, 1984) del sollevamento tettonico generalizzato (es. Dramis e Sorriso-Valvo, 1994) o dell'attivazione di faglie (es. Giardino, 1996; Giardino e Polino, 1997).

L'aspetto strutturale è anch'esso condizionante; parte dell'arco alpino è infatti caratterizzato da strutture compressive (presumibilmente con scarsi ratei di movimento) spesso non emergenti in superficie (ad es. Ferrarese et al., 1998 per il Montello; Aoudia et al., 2000 per il Friuli) e con attività recente che talvolta può essere inferita soltanto dall'analisi di strutture secondarie (es. la depressione di Naole sul M. Baldo; Forcella e Sauro, 1988; Galadini et al., in stampa).

A fronte dei problemi sopra delineati, un recente tentativo di cartografare strutture attive nelle Alpi centrali seguendo la legenda proposta in Figura 1 ha consentito l'elaborazione di un documento sul quale la maggior parte dei lineamenti è stata tracciata come "elementi fragili di incerta interpretazione" (Onida, 1999).

La difficoltà di reperimento di dati sull'attività recente delle faglie in Italia settentrionale è sensibilmente più elevata nell'area padana, dove la maggior parte delle strutture potenzialmente attive sono sepolte. Questo ha portato recentemente a tentativi di utilizzo delle forme fluviali attuali ai fini dell'identificazione di strutture attive (Ciucci et al., 1999).

6 Conclusioni

Quanto riportato nei precedenti paragrafi (sintesi dell'attività svolta nell'ambito del progetto 5.1.2 "Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili") evidenzia che lo stato delle conoscenze sulle caratteristiche geologiche di superficie delle faglie attive nel territorio italiano non può definirsi soddisfacente. In questo contesto l'Appennino centrale rappresenta un'eccezione, per la precisione con cui è possibile tracciare le espressioni superficiali delle strutture attive, per l'abbondanza di dati sugli aspetti cinematici, sulla cronologia dell'attività, ecc.. Nell'Appennino meridionale, nella Calabria e nella Sicilia sono invece espresse delle geometrie di strutture attive o possibilmente attive delle quali però si sa ben poco in merito ai parametri caratterizzanti l'attività stessa. Le conoscenze diventano più lacunose anche per quanto attiene gli aspetti geometrici nell'Appennino settentrionale e sono scarse e generalmente relative a lavori di non recente pubblicazione per l'Italia settentrionale.

Il motivo del non omogeneo livello conoscitivo è probabilmente da ricercare nella distribuzione dei gruppi di ricerca che si occupano di tettonica attiva sul territorio nazionale. La maggior parte di questi è infatti concentrata in Italia centrale, dove gli studi sulle faglie attive sono cominciati più di venticinque anni fa. Nei restanti settori le ricerche sono più carenti, in alcuni casi assenti.

A questo aspetto, che tocca problemi di organizzazione della ricerca sul territorio nazionale, si sommano difficoltà nel condurre studi di tettonica attiva

dovute alle caratteristiche geologiche delle aree ad attività recente. Queste difficoltà sono decisamente penalizzanti nel caso dell'arco alpino, come riportato nel paragrafo 5, e nell'area padana, dove il ricercatore si deve misurare con l'analisi di evidenze geomorfologiche di attività recente dovuta a strutture sepolte.

Un ostacolo alla definizione di faglie attive viene anche da aspetti inerenti le caratteristiche litologiche delle formazioni superficiali interessate dalle faglie. L'elevato livello delle conoscenze nell'Appennino centrale e le lacune conoscitive nell'Appennino settentrionale sono certamente l'effetto della carenza di studi nel secondo settore rispetto al primo, ma sono anche da riferire alla più facile applicabilità dei metodi propri della geologia del Quaternario e della geomorfologia (in prospettiva tettonica) nelle aree dominate dalle successioni carbonatiche (specialmente di piattaforma, Appennino centrale) che in quelle dominate dalle litologie argilloso-arenacee (Appennino settentrionale).

In prospettiva futura, questi aspetti portano alla ovvia necessità di operare maggiormente nelle aree interessate dalle più ampie lacune conoscitive (Appennino settentrionale, area padana e arco alpino) e di ridurre gli sforzi sull'Appennino centrale. Le difficoltà operative legate alle caratteristiche geologiche sfavorevoli (litologia delle formazioni superficiali, presenza di strutture sepolte, ecc..) per l'utilizzo di metodi ormai classici per l'analisi delle faglie attive dovrebbero stimolare la ricerca di metodologie alternative in ambito geologico-geomorfologico, con particolare riguardo allo studio delle deformazioni areali in un intervallo cronologico ridotto alle ultime migliaia di anni e all'approfondimento dell'interazione tra queste deformazioni e la dinamica fluviale.

Ringraziamenti

Si ringraziano P. Scandone per gli utili suggerimenti e le discussioni sulle caratteristiche della tettonica attiva, A. Cinque per le discussioni sull'Appennino meridionale, R. Azzaro per le discussioni durante la preparazione della legenda; la loro disponibilità è andata ben oltre le richieste del progetto. Un particolare ringraziamento, infine, a B. Giaccio per il trattamento delle immagini DEM.

Bibliografia

- Antiga R., Moretti A., Patacca E., Scandone P., Torre R. (1988): Studio geologico-strutturale della Garfagnana ai fini di una migliore caratterizzazione sismotettonica dell'area. *Rapporto interno ENEL, Dipartimento di Scienze della Terra*, Pisa, 68 pp.
- Aoudia A., Saraò A., Bukchin B., Suhadolc P. (2000): The 1976 Friuli (NE Italy) thrust faulting earthquake: a reappraisal 23 years later. *Geoph. Res. Lett.*, **27**, 573-576.
- Aoudia A., Suhadolc P. (2000): Il terremoto del 6 maggio 1976 e la tettonica attiva in Friuli. In questo volume.
- Azzaro, R. (1999): Earthquake surface faulting at Mount Etna volcano (Sicily) and implications for active tectonics. *J. Geodynamics.*, **28**, 193-213.
- Azzaro R., Barbano M.S. (2000): Contributo alla compilazione della carta delle faglie attive della Sicilia. In questo volume.
- Barchi M., Galadini F., Lavecchia G., Messina P., Michetti A.M., Peruzza L., Pizzi A., Tondi E., Vittori E. (a cura di) (2000): Sintesi delle conoscenze sulle faglie attive in Italia

- Centrale: parametrizzazione ai fini della caratterizzazione della pericolosità sismica. *CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti*, Roma, 62 pp.
- Bartolini C., Bernini M., Carloni G.C., Costantini A., Federici P.R., Gasperi G., Lazzarotto A., Marchetti G., Mazzanti R., Papani G., Pranzini G., Rau A., Sandrelli F., Vercesi P.L., Castaldini D., Francavilla F. (1982): Carta neotettonica dell'Appennino settentrionale. Note illustrative. *Boll. Soc. Geol. It.*, **101**, 523-549.
- Basili R., Galadini F., Messina P. (1999): The application of palaeolandscape analysis to the study of recent tectonics in central Italy. In: Smith B.J., Whalley W.B., Warke P.A. (eds.). *Uplift, Erosion and Stability: Perspectives on Long-term Landscape Development*. *Geol. Soc.*, London, spec. publ., **162**, 109-117.
- Bella D., Carveni P., Musumeci C., Gresta S. (1996): Aspetti geomorfologici conseguenti all'attività sismica locale sul basso versante orientale del vulcano Etna. *Il Quaternario*, **9**, 365-368.
- Benedetti L., Tapponnier P., King G.C.P., Piccardi L. (1998): Surface rupture of the 1857 southern Italian earthquake? *Terra Nova*, **10**, 206-210.
- Benvenuti M. (1995): Il controllo strutturale nei bacini intermontani plio-pleistocenici dell'Appennino settentrionale: l'esempio della successione fluvio-lacustre del Mugello (Firenze). *Il Quaternario*, **8**, 53-60.
- Benvenuti M., Papini M. (1997): Depositi continentali plio-pleistocenici nell'area di Monte Giovi. Relazione tra l'evoluzione idrografica e la neotettonica della Valdisieve (Firenze). *Il Quaternario*, **10**, 105-120.
- Blumetti A.M. (1995): Neotectonic investigations and evidence of paleoseismicity in the epicentral area of the January-February 1703, Central Italy, earthquakes. In: Serva L., Slemmons D. B. (eds.), *Perspectives in paleoseismology*, *Ass. of Eng. Geologists*, spec. Publ., **6**, 83-100.
- Borghini G., Bernini M., Papani G. (2000): Individuazione e mappatura di faglie attive e/o strutture sismogenetiche in Appennino nord-occidentale. In questo volume.
- Boschi E., Pantosti D., Valensise G. (1989): Modello di sorgente per il terremoto di Messina del 1908 ed evoluzione recente dell'area dello Stretto. *Atti dell'8° Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida*, Roma 7-9 novembre 1989, vol. I, 245-258.
- Bosi C. (1975): Osservazioni preliminari su faglie probabilmente attive nell'Appennino centrale. *Boll. Soc. Geol. It.*, **94**, 827-859.
- Brancaccio L., Cinque A., Di Crescenzo G., Santangelo N., Scarciglia F. (1997): Alcune osservazioni sulla tettonica quaternaria nell'alta valle del f. Volturno (Molise). *Il Quaternario*, **10**, 321-328.
- Carton A., Castaldini D. (1987): Nuovi indizi di neotettonica tra il lago di Garda e Verona. In: ENEL (ed.), *Contributi di preminente interesse scientifico agli studi di localizzazione di impianti nucleari in Piemonte e Lombardia* (unpublished manuscript), 41-69.
- Castaldini D., Panizza M. (1991): Inventario delle faglie attive tra i fiumi Po e Piave e il Lago di Como (Italia settentrionale). *Il Quaternario*, **4**, 333-410.
- Cattuto C., Cencetti C., Fisauli M., Gregori L. (1995): I bacini pleistocenici di Anghiari e Sansepolcro nell'alta valle del f. Tevere. *Il Quaternario*, **8**, 119-128.
- Cavallin A., Forcella F., Orombelli G., Sauro U. (1988): Le "scarpate-pareti di faglia" del settore centro-meridionale del "fascio giudicariense". In: ENEL (ed.), *Contributi di preminente interesse scientifico agli studi di localizzazione di impianti nucleari in Piemonte e Lombardia* (unpublished manuscript), 24-37.

- Chiarini E., Messina P., Papasodaro F. (1997): Evoluzione geologica e tettonica plio-quadernaria dell'alta valle del F. Salto (Italia centrale). Primi risultati derivanti dall'analisi delle superfici relitte e dei depositi continentali. *Il Quaternario*, **10**, 625-630.
- Cinque A., Ascione A., Caiazza C. (2000): Distribuzione spazio-temporale e caratterizzazione della fagliazione quaternaria in Appennino meridionale. In questo volume.
- Cinti F.R., Cucci L., Pantosti D., D'Addezio G., Meghraoui M. (1997): A major seismogenic fault in a "silent area": the Castrovillari fault (southern Apennines, Italy). *Geophys. J. Int.*, **130**, 595-605.
- Ciucci F., Burrato P., Valensise G. (1999): Un approccio geomorfologico per la prima individuazione di strutture potenzialmente sismogenetiche nella Pianura Padana. *18° Convegno Nazionale GNGTS*, Roma 9-11 novembre 1999, riassunti estesi delle comunicazioni, 19.
- CNR-PFG (1983): Neotectonic Map of Italy. *Quaderni de La Ricerca Scientifica*, **114**.
- CNR-PFG (1983): Structural Model of Italy and Gravity Map. *Quaderni de La Ricerca Scientifica*, **114**.
- Collo G. (1994): Dislocazioni fragili ad attività tettonica olocenica in Val Germanasca (Alpi occidentali, provincia di Torino). *Il Quaternario*, **7**, 103-108.
- Corrado S., Di Bucci D., Naso G., Villa I. (2000): Extensional tectonics in the Matese area. Convegno "Evoluzione Geologica e Geodinamica dell'Appennino", Università di Perugia, Società Geologica Italiana, Foligno, 16-18 Febbraio 2000, volume degli abstract, 113.
- Cotecchia V., Guerricchio A., Melidoro G. (1986): The gormorphic crisis triggered by the 1783 earthquake in Calabria (southern Italy). *Atti del congresso "Engineering geology problems in seismic areas"*, Potenza, Napoli, 13-19 aprile 1986, **6**, 245-304.
- Cucci L., D'Addezio G., Valensise G., Burrato P. (1996): Investigating seismogenic faults in central and southern Apennines (Italy): modeling of fault-related landscape features. *Ann. Geof.*, **39**, 603-618.
- D'Addezio G., Pantosti D., Valensise G., Cinti F. (1993): Investigating the seismic potential of hidden and semi-hidden faults: the 1908 Messina Straits and the 1980 Irpinia earthquakes. *Z. Geomorph. Suppl.*-Bd. 94, 119-135.
- Di Niro A., Giano S.I. (1995): Evoluzione geomorfologica del bordo orientale dell'alta Val d'Agri (Basilicata). *Studi Geol. Cam.*, vol. spec. 1995/2, 207-218.
- Dramis F. (1983): Morfogenesi di versante nel Pleistocene superiore in Italia: i depositi detritici stratificati. *Geogr. Fis. Din. Quat.*, **6**, 180-182.
- Dramis F., Sorriso-Valvo M. (1994): Deep seated slope deformations, related landslides and tectonics. *Eng. Geol.*, **38**, 231-243.
- Ferrarese F., Sauro U., Tonello C. (1998): The Montello Plateau. Karst evolution of an alpine neotectonic morphostructure. *Z. Geomorph. N.F. Suppl.*-Bd. 109, 41-62.
- Finetti I., Del Ben A. (1995): Fagliazioni nell'area dello Stretto. In: Il ponte sullo Stretto: la geosismotettonica. *Stretto di Messina S.p.A.*, Brochure no.10, Roma, 39-45.
- Forcella F. (1984): Brevi note sulla tettonica gravitativa di versante nelle Alpi centrali. *Boll. Soc. geol. It.*, **103**, 689-696.
- Forcella F., Sauro U. (1988): Evoluzione morfotettonica del settore meridionale della dorsale del Monte Baldo (Prealpi Venete). *Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, **1**, 83-87.
- Galadini F., Galli P., Giraudi C. (1997): Paleosismologia della Piana del Fucino (Italia centrale). *Il Quaternario*, **10**, 27-64.

- Galadini F., Galli P. (1999a): The Holocene paleoearthquakes on the 1915 Avezzano earthquake faults (central Italy): implications for active tectonics in central Apennines. *Tectonophysics*, **308**, 143-170.
- Galadini F., Galli P. (1999b): Paleoseismology related to the displaced Roman archaeological remains at Egna (Adige valley, northern Italy). *Tectonophysics*, **308**, 171-191.
- Galadini F., Galli P. (in stampa): Active tectonics in the central Apennines (Italy) – input data for seismic hazard assessment. *Nat. Haz.*
- Galadini F., Galli P., Molin D., Ciurletti G. (in stampa): Searching for the source of the 1117 earthquake in northern Italy: a multidisciplinary approach. In: T. Glade, P. Albini, F. Frances (a cura di) "The use of historical data in natural hazard assessments". Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Galadini F., Messina P. (1994): Plio-Quaternary tectonics of the Fucino basin and surrounding areas (central Italy). *Giorn. Geol.*, **56**, 73-99.
- Galli P., Galadini F. (1999): Seismotectonic framework of the 1997-1998 Umbria-Marche (central Italy) earthquakes. *Seism. Res. Lett.*, **70**, 417-427.
- Gasparini P., Bernardini F., Valensise G., Boschi E. (1999): Defining seismogenic sources from historical earthquake felt reports. *Bull. Seism. Soc. Am.*, **89**, 94-110.
- Ghisetti F. (1979): Relazione tra strutture e fasi trascorrenti e distensive lungo i sistemi Messina-Fiumefreddo, Tindari-Letojanni e Alia-Malvagna (Sicilia nord-orientale): uno studio microtettonico. *Geol. Rom.*, **18**, 23-58.
- Ghisetti F. (1984): Recent deformations and seismogenic source in the Messina Strait (Southern Italy). *Tectonophysics*, **109**, 191-208.
- Giano S.I., Maschio L., Alessio M., Ferranti L., Improta S., Schiattarella M. (2000): Radiocarbon dating of active faulting in the Agri high valley, southern Italy. *J. Geodyn.*, **29**, 371-386.
- Giardino M. (1996): Aspetti metodologici e problemi cartografici dello studio di deformazioni superficiali nella media Valle d'Aosta. *Il Quaternario*, **9**, 227-232.
- Giardino M., Polino R. (1997): Le deformazioni di versante dell'alta valle di Susa: risposta pellicolare dell'evoluzione tettonica recente. *Il Quaternario*, **10**, 293-298.
- Giraudi, C. (1988): Evoluzione geologica della Piana del Fucino (Abruzzo) negli ultimi 30.000 anni. *Il Quaternario*, **1**, 131-159.
- Giraudi C. (1996): L'impronta del "Younger Dryas" degli "Heinrich Events" nell'evoluzione climatica e ambientale dell'Italia centrale. *Il Quaternario*, **9**, 533-540.
- Giraudi C., Frezzotti M. (1995): Paleoseismicity in the Gran Sasso massif (Abruzzo, central Italy). *Quaternary Int.*, **25**, 81-93.
- Hirn A., Nicolich R., Gallart J., Laigle M., Cernobori L. (1997): Roots of Etna volcano in faults of great earthquakes. *Earth and Planetary Science Letters*, **148**, 171-191.
- IAEA (1991): Earthquakes and associated topics in relation to nuclear power plant siting. A safety guide. Safety Series n. 50 - SG-S1 (Rev. 1), Vienna, 60 pp.
- Lanzafame G., Bousquet J.C. (1997): The Maltese escarpment and its extension from Mt. Etna to the Aeolian Islands (Sicily): importance and evolution of a lithosphere discontinuity. *Acta Vulc.*, **9**, 113-120.
- Malaroda R. (1998): Geomorfologia e neotettonica della Val Gallenca ed aree limitrofe nell'alto Canavese. *Il Quaternario*, **11**, 331-346.
- Mauz B., Renda P. (1995): Tectonic features at the NW-coast of Sicily (Gulf of Castellammare). Implications for the Plio-Pleistocene structural evolution of the southern Tyrrhenian continental margin. *Studi Geol. Cam.*, vol. spec. 1995/2, 343-349.

- Meletti C., Moretti A., Scandone P. (1993): Schema sismotettonico del segmento appenninico compreso tra il Passo della Cisa e l'alta Val Tiberina. *Rapporto interno ENEL-CRIS, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa*, 34 pp.
- Menichetti M. (1992): Evoluzione tettonico-sedimentaria della valle di Gubbio. *Studi Geol. Cam.*, Vol.Spec 1992/1, 155-163.
- Michetti A.M., Brunamonte F., Serva L., Whitney R.A. (1995a): Seismic hazard assessment from paleoseismological evidence in the Rieti region, central Italy. In L. Serva e D. B. Slemmons (a cura di), "Perspectives in paleoseismology", *Bull. Assoc. Eng. Geol.*, publ. spec., 6, 63-82.
- Michetti A.M., Brunamonte F., Serva L. (1995b): Paleoseismological evidence in the epicentral area of the January 1968 earthquakes, Belice, southwestern Sicily. In L. Serva e D. B. Slemmons (a cura di), "Perspectives in paleoseismology", *Bull. Assoc. Eng. Geol.*, publ. spec., 6, 127-139.
- Michetti A.M., Brunamonte F., Serva L., Vittori E. (1996): Trench investigations of the 1915 Fucino earthquake fault scarps (Abruzzo, Central Italy): geological evidence of large historical events. *J. Geophys. Res.*, **101**, 5921-5936.
- Michetti A. M., Ferrelì L., Serva L., Vittori E. (1997): Geological evidence for strong historical earthquakes in an "aseismic" region: the Pollino case (southern Italy). *J. Geodynamics*, **24**, 67-86.
- Michetti A.M., Serva L. (1990): New data on the seismotectonic potential of the Leonessa fault area (Rieti, central Italy). *Rend. Soc. Geol. It.*, **13**, 37-46.
- Milia A., Torrente M.M. (2000): Recent transtensional tectonics in Naples bay (eastern Tyrrhenian sea, Italy). Convegno "Evoluzione Geologica e Geodinamica dell'Appennino", Università di Perugia, Società Geologica Italiana, Foligno, 16-18 Febbraio 2000, volume degli abstract, 216-217.
- Monaco C. (1997): Tettonica pleistocenica nell'area a Sud dell'Etna (Sicilia orientale). *Il Quaternario*, **10**, 395-400.
- Monaco C., Tortorici L. (1995): Tettonica estensionale quaternaria nell'arco calabro e in Sicilia orientale. *Studi Geol. Cam.*, vol. spec. 1995/2, 351-362.
- Monaco C., Petronio L., Romanelli M. (1995): Tettonica estensionale nel settore orientale del Monte Etna (Sicilia): dati morfotettonici e sismici. *Studi Geol. Cam.*, vol. spec. 1995/2, 363-374.
- Monaco C., Mazzoli S., Tortorici L. (1996): Active thrust tectonics in western Sicily (southern Italy): the 1968 Belice earthquake sequence. *Terra Nova*, **8**, 372-381.
- Moretti A. (1992): Evoluzione tettonica della Toscana settentrionale tra il Pliocene e l'Olocene. *Boll. Soc. Geol. It.*, **111**, 459-492.
- Mortara G., Sorzana, P.F. (1984): Slope instability in high mountain environments: deep seated gravitational deformation in western Alps Italy. *Proc. CNR-PAN Meeting on Progress in Mass Movements and sediment transport study*, Torino.
- Onida M. (1999): Applicazione di tecniche paleosismologiche allo studio di deformazioni recenti di versante in zone alpine. Tesi di dottorato, Università di Milano, 231 pp.
- Pantosti D., Schwartz D.P., Valensise G. (1993): Paleoseismology along the 1980 surface rupture of the Irpinia fault: Implications for earthquake recurrence in the Southern Apennines, Italy. *J. Geophys. Res.*, **98**, 6561-6577.
- Pantosti D., D'Addezio G., Cinti F.R. (1996): Paleoseismicity of the Ovindoli-Pezza fault, central Apennines, Italy: a history including a large, previously unrecorded earthquake in the Middle Ages (860-1300 A.D.). *J. Geophys. Res.*, **101**, 5937-5959.

- Pantosti D., De Martini P.M., Galli P., Galadini F., Messina P., Moro M., Sposato A. (1999): Studi paleosismologici lungo la rottura superficiale prodotta dal terremoto del 14 ottobre 1997 (Umbria-Marche). *18° Convegno Nazionale GNGTS*, Roma 9-11 novembre 1999, riassunti estesi delle comunicazioni, 184-185.
- Pellegrini M., Vezzani L. (1978): Faglie attive in superficie nella pianura Padana presso Correggio (Reggio Emilia) e Massa Finalese (Modena). *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, **1**, 141-149.
- Piccardi L. (1998): Cinematica attuale, comportamento sismico e sismologia storica della faglia di Monte Sant'Angelo (Gargano, Italia): la possibile rottura superficiale del "leggendaro" terremoto del 493 d.C.. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, **21**, 155-166.
- Piccardi L., Sani F., Bonini M., Boccaletti M., Moratti G., Gualtierotti A. (1997): Deformazioni quaternarie nell'Appennino centro-settentrionale: evidenze ed implicazioni. *Il Quaternario*, **10**, 273-280.
- Raggi G. (1985): Neotettonica ed evoluzione paleogeografica pleistocenica del bacino del fiume Magra. *Mem. Soc. Geol. It.*, **30**, 35-62.
- Russo F., Terribile F. (1995): Osservazioni geomorfologiche, stratigrafiche e pedologiche sul Quaternario del bacino di Boiano (Campobasso). *Il Quaternario*, **8**, 239-254.
- Sauro U., Zampieri D. (1999): Some evidence of surface faulting and surface rupture in the fore-Alps of Veneto and Trentino. Int. workshop on "Large-scale vertical movements and related gravitational processes", Roma-Camerino 21-26 giugno 1999, volume degli abstract, 30.
- Serva L., Blumetti A.M., Michetti A.M. (1986): Gli effetti sul terreno del terremoto del Fucino (13 Gennaio 1915); tentativo di interpretazione della evoluzione tettonica recente di alcune strutture. *Mem. Soc. Geol. It.*, **35**, 893-907.
- Slejko D., Carulli G.B., Nicolich R., Rebez A., Zanferrari A., Cavallin A., Doglioni C., Carraro F., Castaldini D., Iliceto V., Semenza E., Zanolla C. (1989): Seismotectonics of the eastern Southern-Alps: a review. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, **31**, 109-136.
- Slemmons D.B., McKinney R. (1977): Definition of "active fault". U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Soils and Pavements Laboratory, miscellaneous paper S-77-8, Vicksburg, Miss., 23 pp.
- Tortorici L., Monaco C., Tansi C., Cocina O. (1995): Recent and active tectonics in the Calabrian arc (Southern Italy). *Tectonophysics*, **243**, 37-55.
- Valensise G., D'Addezio G. (1994): Il contributo della geologia di superficie all'identificazione delle strutture sismogenetiche della Piana di Gioia Tauro. *Istituto Nazionale di Geofisica*, pubbl. 559, 21 pp.
- Valensise G., Pantosti D. (1992): A 125 Kyr-long geological record of seismic source repeatability: the Messina Straits (southern Italy) and the 1908 earthquake (Ms 7.1/2). *Terra Nova*, **4**, 472-483.
- Valensise G., Pantosti D. (1999): The database of potential sources for earthquakes larger than magnitude 5.5 in Italy. EUG 10, volume degli abstract, 542-543.
- Valensise G., Pantosti D., D'Addezio G., Cinti F.R., Cucci L. (1993): L'identificazione e la caratterizzazione di faglie sismogenetiche nell'Appennino centro-meridionale e nell'arco calabro: nuovi risultati e ipotesi interpretative. *Atti del 12° Convegno del GNGTS*, Roma 24-26 novembre 1993, vol. I, 331-342.
- Vittori E., Maschio L., Ferrelli L., Michetti A.M., Serva L. (1997): Carta e base di dati delle faglie capaci per l'Italia centro-meridionale: presentazione e stato di avanzamento del progetto ITHACA. *Il Quaternario*, **10**, 305-312.

- Vittori E., Deiana G., Esposito E., Ferrelì L., Marchegiani L., Mastrolorenzo G., Michetti A.M., Porfido S., Serva L., Simonelli A.L., Tondi E. (2000): Ground effects and surface faulting in the September-October 1997 Umbria-Marche (Central Italy) seismic sequence. *J. Geodyn.*, **29**, 535-564.
- Zanferrari A., Bollettinari G., Carobene L., Carton A., Carulli G.B., Castaldini D., Cavallin A., Panizza M., Pellegrini G.B., Pianetti F., Sauro U. (1982): Evoluzione neotettonica dell'Italia nord-orientale. *Mem. di Sc. Geologiche*, **35**, 355-376.