

CARLO BOSI (*) & FRANCESCO CARRARO (**)

CONSIDERAZIONI TERMINOLOGICHE IN CAMPO SISMOTETTONICO (***)

ABSTRACT: BOSI C. & CARRARO F., *Notes on seismotectonic terminology* (IT ISSN 0084-8948, 1979). Seismotectonics is a comparatively new field and still lacks a suitable terminology that would facilitate proper collaboration between researchers working in the various disciplines it concerns. With a view to encouraging discussion on this point, a terminology making explicit reference to the conceptual and operational context within which the phenomena and magnitudes involved can be defined is proposed, particular attention being given to the distinction between « superficial » tectonic features, « deep » tectonic features, and seismological features. A distinction of this kind is felt to be especially appropriate in the analysis stage, when the evaluations expressed, above all with regard to « activity » (both geological and seismic), must be kept free from any form of conceptual constraint that might have an adverse effect on the soundness of seismotectonic deductions drawn therefrom in the synthesis stage.

RIASSUNTO: BOSI C. & CARRARO F., *Considerazioni terminologiche in campo sismotettonico* (IT ISSN 0084-8948, 1979). Nel campo, piuttosto nuovo, degli studi sismotettonici manca tuttora una terminologia adeguata che agevoli la corretta collaborazione tra ricercatori operanti nelle diverse discipline interessate. Per stimolare la discussione su questo punto si propone una terminologia che fa esplicito riferimento al contesto concettuale ed operativo nel quale sono definibili i fenomeni e le grandezze di interesse, evidenziando in particolare la distinzione fra elementi tettonici « superficiali », elementi tettonici « profondi » ed elementi sismologici. Una simile distinzione appare opportuna soprattutto nella fase di analisi nella quale è necessario che le valutazioni espresse, soprattutto sotto il profilo dell'« attività » (geologica e sismica), siano esenti da forzature concettuali che potrebbero influire negativamente sulla validità delle deduzioni di carattere sismotettonico che ne derivano in fase di sintesi.

TERMINI-CHIAVE: Sismotettonica; terminologia.

1. PREMESSA

Gli studi sismotettonici hanno riscosso in Italia un interesse piuttosto modesto fino a pochi anni or sono. Posteriormente al lavoro di MALARODA & RAIMONDI (1957) nel quale è stata delineata una generica corrispondenza fra « linee di faglia e scorrimento » ed « epicentri macrosismici », gli studi sull'argomento risultano infatti del tutto sporadici e a carattere generalmente locale. Anche all'estero, fatta eccezione per alcuni Paesi (California, Giappone, Nuova Zelanda), ricerche organiche ed

approfondite in campo sismotettonico cominciano ad apparire solo nella seconda metà degli anni '60.

Negli ultimi anni, tuttavia, si è assistito in Italia ad un rapido incremento dell'interesse per questo tipo di ricerche. Ciò deriva in parte dalla naturale convergenza di studi che si sono andati sviluppando separatamente (sismologia, geologia strutturale, ecc.) ed in parte da motivi contingenti. Fra questi ultimi sono da ricordare i terremoti che hanno colpito il territorio italiano nell'ultimo decennio (Belice, Ancona, e, in particolare, Friuli), l'avvio della progettazione delle centrali nucleari, e, infine, il varo del Progetto Finalizzato « Geodinamica » che si propone, come uno degli obiettivi principali, la valutazione del rischio sismico per tutto il territorio nazionale.

Da questo rinnovato interesse per gli studi sismotettonici hanno preso origine numerose attività (ricerche specifiche, dibattiti, seminari, ecc.) che coinvolgono ricercatori di diverse discipline e, in particolare, sismologi, geologi e geofisici. Il proficuo sviluppo di queste attività, tuttavia, risulta spesso ostacolato, oltre che dalla novità e dalla obiettiva difficoltà dell'argomento, anche da fattori più banali, quali incomprensioni ed equivoci a livello talora puramente terminologico. Ciò deriva principalmente dal fatto che grandezze e fenomeni di interesse sismotettonico sono talora descritti in modo impreciso ed indicati con termini spesso non definiti in modo soddisfacente. Si possono citare a questo proposito numerosi casi di termini che si sono diffusi in assenza di precise definizioni come, ad esempio, il termine di « struttura sismogenetica ». Per altri termini, al contrario, esistono definizioni numerose e disparate; per il termine di « faglia attiva » già qualche anno fa esistevano tredici diverse definizioni (CLUFF & BROGAN, 1974) ⁽¹⁾.

(*) Centro di Studio per la Geologia Tecnica del CNR - Roma.

(**) Istituto di Geologia dell'Università - Torino.

(***) Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto Finalizzato « Geodinamica ». Pubblicazione n. 233.

(1) Altre definizioni si sono aggiunte successivamente (LENSSEN, 1976; SLEMMONS & Mc KINNEY, 1976; IAEA, 1977).

Tenendo conto di queste circostanze e del fatto che equivoci e incomprensioni a livello terminologico possono giungere a manifestare la loro influenza negativa anche in campo operativo favorendo, ad esempio, l'adozione di modelli interpretativi semplicistici (par. 3.2), appare particolarmente opportuno che l'approfondimento degli studi in campo sismotettonico sia accompagnato da un processo di chiarificazione terminologica, sia pure limitato alle grandezze ed ai fenomeni di interesse più generale.

L'esigenza di chiarificazioni di questo tipo è un fatto generale: basti pensare che anche documenti a carattere strettamente operativo, come le norme per la progettazione antisismica delle centrali nucleari (AEC, 1973 e IAEA, 1977) fanno precedere l'elenco di tutte le prescrizioni da una serie di definizioni, alcune delle quali potrebbero apparire superflue o addirittura banali.

Le definizioni contenute in queste norme possono essere sufficienti al raggiungimento degli obiettivi ai quali le norme sono destinate, ma non risultano del tutto soddisfacenti nel campo più vasto degli studi sismotettonici in generale. Per una proficua utilizzazione in questo campo esse dovrebbero essere dettagliate ed integrate, non foss'altro nel senso di rendere espliciti concetti e modelli che sono in esse impliciti e che derivano dal complesso di studi e conoscenze che costituiscono il fondamento scientifico delle norme stesse.

Allo scopo di fornire un contributo preliminare ad una chiarificazione terminologica in questo senso si è ritenuto utile proporre un primo insieme di definizioni. Queste definizioni, che possono essere applicate allo studio sismotettonico di regioni caratterizzate da terremoti « superficiali »⁽²⁾ quale la massima parte del territorio italiano, riguardano solo alcuni degli elementi di interesse sismotettonico, ed in particolare quelli di tipo strutturale; non sono invece stati considerati gli elementi di carattere strettamente sismologico per i quali è auspicabile che definizioni opportune siano elaborate da specialisti del campo.

È da sottolineare che con le definizioni proposte non si è inteso affrontare una analisi completa ed approfondita del significato dei diversi elementi, ma, molto più semplicemente, offrire un contributo concreto in campo operativo: avviare, cioè, un processo che possa condurre alla definizione di una terminologia accettabile dai ricercatori delle diverse discipline interessate, riducendo così le difficoltà, già numerose, che ostacolano il progredire delle conoscenze in campo sismotettonico.

Nella elaborazione delle definizioni proposte ci si è attenuti ai seguenti criteri:

a) rendere esplicito il contesto nel quale sono definibili i fenomeni e le grandezze ai quali i diversi termini si riferiscono, mantenendo distinti, in particolare, gli elementi sismologici da quelli geologici;

b) salvaguardare il significato di termini di uso comune.

(2) Profondità ipocentrale massima dell'ordine di poche decine di chilometri.

Il criterio a) deriva dalla opportunità di evitare che il significato reale dei termini (strettamente legato ai metodi seguiti nello studio degli elementi corrispondenti) possa essere forzato, distorto, o comunque risultare fonte di possibili equivoci, qualora usato al di fuori del contesto metodologico suo proprio. Il criterio b) non sembra comportare la necessità di particolari chiarimenti.

Le definizioni elaborate sulla base di questi criteri (par. 2) sono chiarite da alcune sintetiche osservazioni (par. 3) e da una esemplificazione schematica (priva di riferimenti a situazioni reali) degli elementi strutturali ai quali le definizioni stesse si riferiscono (fig. 1).

2. DEFINIZIONI PROPOSTE

A.1 « STRUTTURA TETTONICA SUPERFICIALE »

Struttura tettonica (intesa come edificio strutturale tridimensionale) identificabile sulla base di osservazioni geologiche dirette e/o di dati ottenuti con perforazioni e con prospezioni geofisiche.

A.1.1 « STRUTTURA TETTONICA SUPERFICIALE GEOLOGICAMENTE ATTIVA »

« Struttura tettonica superficiale » soggetta ad un regime di sforzi tettonici tale da rendere possibili movimenti in corrispondenza o in prossimità della superficie terrestre; questa possibilità è valutabile sulla base di dati geologici e/o geomorfologici e/o sulla base di misurazioni geodetiche, che accertino l'esistenza di movimenti tettonici verificatisi in tempi recenti.

A.1.2 « STRUTTURA TETTONICA SUPERFICIALE SISMICAMENTE ATTIVA »

« Struttura tettonica superficiale » in corrispondenza della quale è documentata una sismicità tale da dimostrare una *attività* della struttura stessa, indipendentemente dal fatto che movimenti tettonici recenti possano essere accertati in corrispondenza di essa⁽³⁾.

A.2 « STRUTTURA TETTONICA PROFONDA »

Struttura tettonica identificabile con prospezioni geofisiche e/o deducibile estrapolando « strutture tettoniche superficiali » sulla base di modelli geologici interpretativi.

A.2.1 « STRUTTURA TETTONICA PROFONDA GEOLOGICAMENTE ATTIVA »

« Struttura tettonica profonda » soggetta ad un regime di sforzi tettonici tale da rendere possibili movimenti nella struttura stessa; questa possibilità è valutabile sulla base di dati ottenuti con prospezioni geofisiche o sulla base di *corrispondenze* con « strutture tettoniche superficiali geologicamente attive ».

(3) Definizione IAEA (1977) per *faglia sismicamente attiva*

A.2.2 « STRUTTURA TETTONICA PROFONDA SISMICAMENTE ATTIVA »

« Struttura tettonica profonda » in corrispondenza della quale è documentata una sismicità tale da dimostrare una *attività* della struttura stessa.

B.1 « FAGLIA »

Superficie o zona di frattura di una massa rocciosa lungo la quale si è verificata una dislocazione ⁽⁴⁾, identificabile sulla base di osservazioni geologiche dirette e/o di dati ottenuti con perforazioni e con prospezioni geofisiche.

B.1.1 « FAGLIA GEOLOGICAMENTE ATTIVA »

« Faglia » soggetta ad un regime di sforzi tettonici tale da rendere possibili movimenti lungo la faglia stessa, in corrispondenza o in prossimità della superficie terrestre; questa possibilità è valutabile come in A.1.1.

B.1.2 « FAGLIA SISMICAMENTE ATTIVA »

« Faglia » in corrispondenza della quale è documentata una sismicità tale da dimostrare una *attività* della faglia stessa, indipendentemente dal fatto che movimenti tettonici recenti possano essere accertati in corrispondenza di essa.

B.2 « SUTURA TETTONICA » ⁽⁵⁾

Dislocazione o deformazione in larga scala nella crosta terrestre ⁽⁶⁾ grossolanamente assimilabile ad una faglia, identificabile con prospezioni geofisiche e/o deducibile estrapolando « strutture tettoniche superficiali » e/o « faglie » sulla base di modelli geologici interpretativi.

B.2.1 « SUTURA TETTONICA GEOLOGICAMENTE ATTIVA »

« Sutura tettonica » soggetta ad un regime di sforzi tettonici tale da rendere possibili movimenti fra le parti della crosta separate dalla sutura stessa; questa possibilità è valutabile sulla base di dati ottenuti con prospezioni geofisiche o sulla base di *corrispondenze* con « strutture tettoniche superficiali » e/o con « faglie » geologicamente attive.

B.2.2 « SUTURA TETTONICA SISMICAMENTE ATTIVA »

« Sutura tettonica » in corrispondenza della quale è documentata una sismicità tale da dimostrare una *attività* della struttura stessa.

B.3 « FAGLIA ORIGINE »

Faglia prodotta (o lungo la quale si sono prodotti movimenti) in occasione di uno specifico evento sismico, determinabile essenzialmente mediante studi sismologici (meccanismi focali) sull'evento stesso.

⁽⁴⁾ Definizione in GARY & alii (1977).

⁽⁵⁾ Termine ispirato a *geosuture* come definito da GARY & alii (1977) (« a boundary zone between contrasting tectonic units of the crust; in many places a fault which probably extends through the entire thickness of the crust » ed a *seismic suture* come definito in MEDVEDEV (1962) « junction zone between blocks in which the appearance of crustal seismic activity is possible »).

⁽⁶⁾ Definizione AEC (1973) per *tectonic structure*.

C.1 « STRUTTURA TETTONICA SUPERFICIALE SISMOGENETICA »

« Struttura tettonica superficiale » in corrispondenza della quale lo stato di sollecitazione tettonica è tale da rendere possibile la genesi di eventi sismici.

C.2 « STRUTTURA TETTONICA PROFONDA SISMOGENETICA »

« Struttura tettonica profonda » per la quale esiste la possibilità di cui alla definizione C.1.

C.3 « FAGLIA SISMOGENETICA »

« Faglia » per la quale esiste la possibilità di cui alla definizione C.1.

C.4 « SUTURA TETTONICA SISMOGENETICA »

« Sutura tettonica » per la quale esiste la possibilità di cui alla definizione C.1.

D. FAGLIAZIONE DI SUPERFICIE

Rottura o dislocazione differenziale del suolo, di natura tettonica, causata dal movimento lungo una faglia, in corrispondenza o in prossimità della superficie topografica ⁽⁷⁾.

3. OSSERVAZIONI

3.1 STRUTTURE TETTONICHE

Il significato generale del termine *struttura tettonica* al quale le definizioni A.1 (« Struttura tettonica superficiale ») ed A.2 (« Struttura tettonica profonda ») fanno riferimento è quello di *edificio strutturale tridimensionale*, comune nel linguaggio geologico italiano. Questo risulta sensibilmente diverso dal significato di *struttura* come *insieme di discontinuità* che il termine corrispondente assume talora nella letteratura geologica anglosassone e da quello codificato in AEC (1973) (« *Tectonic structure is a large scale dislocation or distortion within the earth crust. Its extent is measured in miles* ») ⁽⁸⁾.

Le definizioni di « struttura tettonica superficiale » (A.1) « struttura tettonica profonda » (A.2) hanno lo scopo di distinguere edifici strutturali accessibili, almeno in parte, all'osservazione diretta (rilevamento, perforazioni), eventualmente integrata con prospezioni geofisiche, da configurazioni strutturali inaccessibili all'osservazione diretta ed individuabili soltanto con prospezioni geofisiche e/o ipotizzabili sulla base di elementi derivanti dallo studio dell'assetto strutturale osservabile in superficie.

Da un punto di vista generale questa distinzione appare opportuna per evitare possibili confusioni fra entità strutturali sensibilmente diverse principalmente per

⁽⁷⁾ Definizione ricavata da AEC (1973) e da IAEA (1977).

⁽⁸⁾ La proposta di una definizione diversa da una già codificata deriva in questo caso dalla opportunità di salvaguardare l'uso più comune di un termine (criterio *b* di paragrafo 1).

grado di attendibilità e di dettaglio delle rappresentazioni che se ne possono fornire.

Da un punto di vista più specificatamente sismotettonico, tenendo conto:

— che gli obiettivi principali degli studi in questo campo sono rappresentati dall'accertamento di corrispondenze spaziali fra ipocentri di terremoti e strutture tettoniche e dalla individuazione dei rapporti esistenti fra la genesi dei terremoti e l'evoluzione dinamica delle strutture;

— che a profondità diverse si realizzano strutture diverse, in relazione alle diverse condizioni chimico-fisiche (concetto dei *livelli strutturali*);

— che non esiste una stretta corrispondenza fra l'assetto strutturale osservabile in superficie e quello ipotizzabile in profondità, nel senso che ad una determinata struttura superficiale non corrisponde sempre la stessa struttura profonda;

appare particolarmente opportuno disporre di termini che, come quelli proposti, sono idonei a precisare, sia pure limitatamente alla grossolana distinzione fra « superficiale » e « profondo » ⁽⁹⁾, il dominio strutturale al quale si intende riferirsi.

Le definizioni di « struttura tettonica superficiale geologicamente attiva » (A.1.1) « struttura tettonica superficiale sismicamente attiva » (A.1.2), « struttura tettonica profonda geologicamente attiva » (A.2.1) e « struttura tettonica profonda sismicamente attiva » (A.2.2), si basano sul presupposto che il concetto di *attività* possa essere esteso dalle faglie (alle quali questo concetto viene più comunemente riferito) alle strutture tettoniche in generale.

Le definizioni indicate si basano inoltre sulla distinzione fra *attività geologica* ed *attività sismica*, che appare opportuna in quanto esiste la possibilità che le strutture tettoniche risultino dotate di uno solo dei due tipi di attività.

Si possono, ad esempio, configurare casi di strutture tettoniche per le quali sia stata dimostrata l'attività geologica, senza che sia stato possibile identificare ipocentri sismici sicuramente associabili alle strutture stesse e, viceversa, casi di strutture tettoniche in corrispondenza delle quali sia stata riconosciuta una significativa sismicità, senza che sia stato possibile dimostrare l'attività delle strutture sotto il profilo geologico. In questi casi la distinzione fra attività sismica ed attività geologica presenta indubbiamente un interesse pratico in quanto permette di definire chiaramente il tipo di attività dalla quale le strutture tettoniche risultano caratterizzate, sulla base dei dati disponibili.

Oltre ai casi indicati, imputabili a carenza di informazioni, si possono tuttavia configurare altre situazioni da mettere in relazione a particolarità della evoluzione

geodinamica. Si può, ad esempio, indicare il caso di strutture tettoniche la cui attività geologica si espliciti senza generare sismi di entità significativa (*creep* tettonico). In questi casi la distinzione tra attività geologica ed attività sismica ha senso solo se si forniscono precisazioni sugli eventi sismici da considerare (ad esempio valore minimo della Magnitudo). In assenza di queste precisazioni i due tipi di attività verrebbero in gran parte a confondersi; qualunque « struttura tettonica geologicamente attiva » risulterebbe infatti anche « sismicamente attiva » in quanto appare inverosimile che l'attività geologica possa svilupparsi senza che vi si associno scosse sismiche, per quanto minime.

È da osservare che tutte e quattro le definizioni sopra indicate dovrebbero essere precisate indicando i criteri pratici da adottare nella formulazione delle stime di attività (geologica e sismica).

Per le « strutture tettoniche superficiali geologicamente attive » si potrebbero, ad esempio, adottare criteri analoghi a quelli suggeriti in AEC (1973) per le *capable faults* (opportunosamente modificati per adattarli alle « strutture tettoniche » e per escludere i requisiti sismologici) o a quelli riportati in IAEA (1977) per le faglie.

Per quanto riguarda le « strutture tettoniche profonde geologicamente attive » è da ricordare che la loro definizione fa riferimento ad una attività geologica che può essere individuata con metodi geofisici (che accertino ad esempio, l'esistenza di anomalie isostatiche), o, sulla base di deduzioni ricavate da manifestazioni geologiche superficiali (*corrispondenza* con una « struttura tettonica superficiale geologicamente attiva »). Le precisazioni in termini operativi dovrebbero pertanto essere rappresentate da indicazioni sugli elementi geofisici da considerare. Si dovrebbe poi precisare la natura della *corrispondenza* con eventuali « strutture tettoniche superficiali geologicamente attive »; in che modo, cioè, debba essere accertata la sostanziale unitarietà del quadro geodinamico nel quale si collocano la « struttura tettonica profonda » e la *corrispondente* « struttura tettonica superficiale geologicamente attiva ».

Per le strutture tettoniche (« superficiali » e « profonde ») « sismicamente attive » dovrebbero essere precisate le caratteristiche (soprattutto sotto il profilo dell'entità e della attendibilità delle relative determinazioni ipocentrali) degli eventi sismici da prendere in considerazione.

3.2 FAGLIE

Appare lecito ritenere che, in campo sismotettonico, il termine *faglia* non possa essere utilizzato nel suo significato generico, ma debba essere sempre accompagnato da precisazioni sul significato concreto (metodologico, fisico, ecc.) con il quale il termine viene utilizzato. La mancanza di precisazioni di questo tipo può provocare equivoci e confusioni la cui influenza negativa può non limitarsi al campo puramente terminologico, ma giungere ad investire anche quello concettuale ed operativo, conducendo a valutazioni sismotettoniche scarsamente soddisfacenti anche sotto il profilo strettamente logico

⁽⁹⁾ È chiaro che la distinzione fra « superficiale » e « profondo » può essere meglio precisata, qualora si disponga di dati sufficienti.

⁽¹⁰⁾ Si veda in proposito SLEMMONS & MC KINNEY (1977).

⁽¹¹⁾ Formulata per le faglie in IAEA (1977).

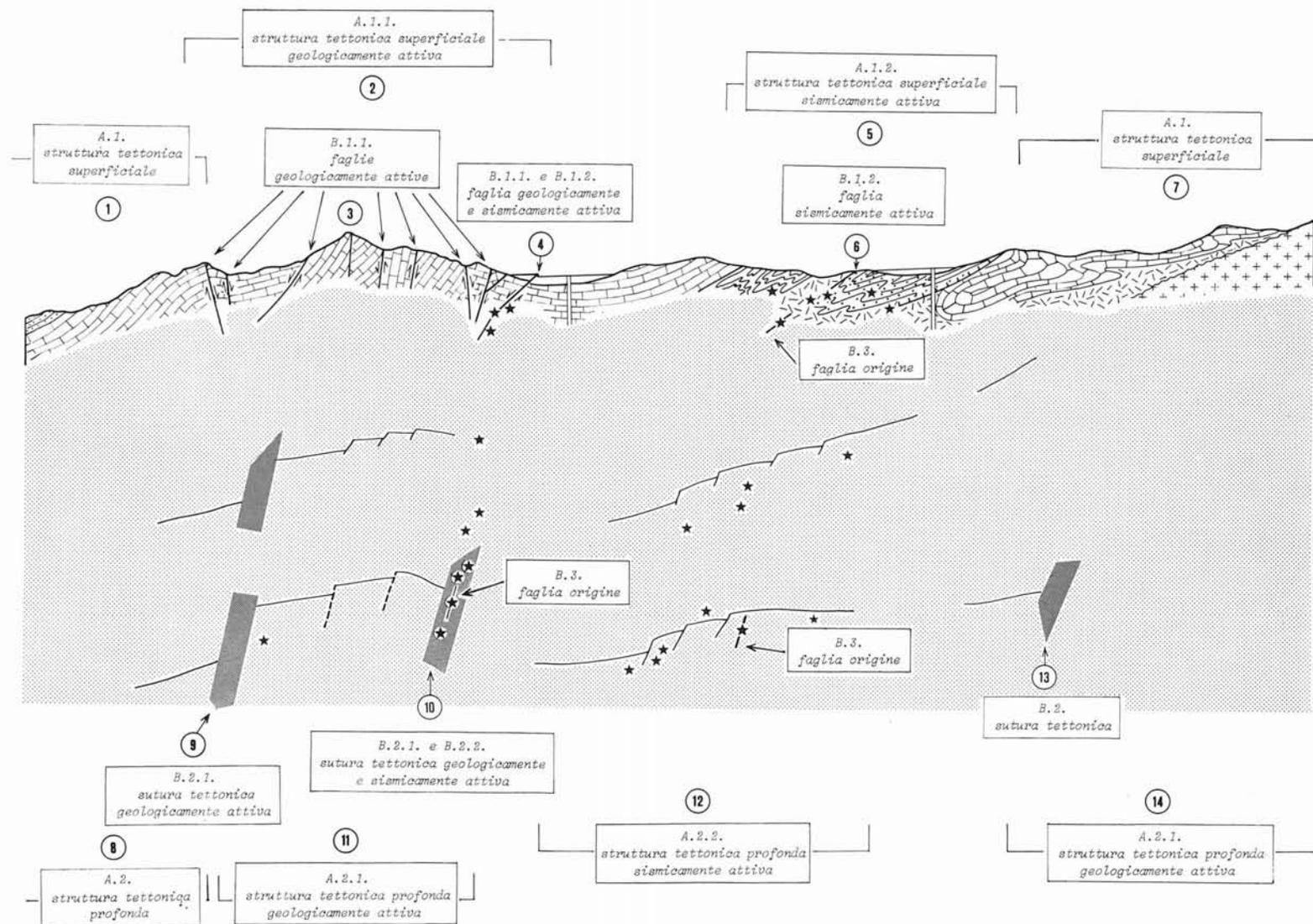


FIG. 1 - Profilo geologico (immaginario) nel quale vengono rappresentati gli elementi geologici superficiali e quelli di due diversi livelli profondi riconosciuti con metodi geofisici (gli ipocentri sono indicati da asterischi).

1) e 7) « Strutture tettoniche superficiali » per le quali non esistono prove di attività geologica e sismica; 2) l'attività geologica della « struttura tettonica superficiale » è documentata dall'esistenza in essa di numerose « faglie geologicamente attive » che indicano un generale sollevamento; 3) l'attività geologica delle « faglie » è documentata da dati geologici o presunta in base ad indizi geomorfologici; 4) l'attività geologica della « faglia » è documentata da dati geologici; l'attività sismica dal fatto che ad essa corrispondono spazialmente ipocentri localizzati con buon grado di attendibilità; 5) l'attività sismica della « struttura tettonica superficiale » è documentata dal fatto che in essa hanno sede ipocentri sismici; 6) l'attività sismica della « faglia » è documentata dal fatto che ad essa corrispondono spazialmente ipocentri localizzati con buon grado di attendibilità; 8) « struttura tettonica profonda » per la quale non esistono prove di attività geologica e sismica; 9) l'attività geologica della « struttura tettonica profonda » è dedotta dalla buona corrispondenza con il gruppo di « faglie geologicamente attive » [3]; 10) l'attività geologica della « sutura tettonica » è dedotta dalla buona corrispondenza con il gruppo di « faglie geologicamente attive » [3]; l'attività sismica è documentata dal fatto che in essa hanno sede ipocentri; 11) l'attività geologica della « struttura tettonica profonda » è dedotta dalla corrispondenza di quest'ultima con la « struttura tettonica superficiale geologicamente attiva » [2] e dal fatto che essa è delimitata da due « suture tettoniche » attive; 12) l'attività sismica della « struttura tettonica profonda » è documentata dal fatto che in essa hanno sede ipocentri; 13) « sutura tettonica » per la quale non esistono dati sufficienti a documentarne l'attività geologica o sismica; 14) l'attività geologica della « struttura tettonica profonda » è documentata da forti anomalie isostatiche negative.

Esempi in questo senso sono rappresentati da deduzioni sismotettoniche basate su ipotetiche correlazioni fra faglie (identificate in superficie) ed ipocentri (ubicati magari a profondità di 20 ÷ 30 km) ⁽¹²⁾ in zone fortemente corrugate, in assenza di precise ed esplicite indicazioni sulla possibilità di estrapolare le faglie in profondità. Un altro esempio dello stesso tipo di procedimento è rappresentato da identificazioni, talora semplicistiche, fra faglie individuate mediante studi sismologici condotti su uno specifico evento sismico (« faglia origine » secondo la terminologia proposta in questa nota) e faglie individuate con metodi geologici sulla superficie terrestre o in prossimità di essa.

Da queste considerazioni deriva quindi la opportunità delle distinzioni di cui alle definizioni di « faglia », « sutura tettonica » e « faglia origine ». In relazione a queste definizioni si può osservare quanto segue.

Una « faglia » (B.1) è un elemento della « struttura tettonica superficiale » (A.1) che corrisponde ad una superficie di discontinuità geometricamente definibile e descrivibile anche con ottima approssimazione. Il suo assetto attuale si è realizzato in tempi più o meno lunghi, nel corso dell'evoluzione geodinamica dell'area nella quale la faglia ricade. Per il fatto che una « faglia » è accessibile all'osservazione diretta, è di regola possibile analizzare l'evoluzione temporale dei movimenti che si sono verificati lungo di essa.

Una « sutura tettonica » (B.2) è un elemento della « struttura tettonica profonda » (A.2), come questa non definibile nel dettaglio, ma grossolanamente assimilabile ad una faglia. La sua individuazione e la sua localizzazione possono essere effettuate con larga approssimazione sulla base di dati geofisici (prospezioni o dati sismologici) o sulla base delle analisi delle « strutture tettoniche superficiali ». Anche in questo caso si tratta di un elemento strutturale risultante da una evoluzione geodinamica più o meno complessa. Le possibilità di precisare lo sviluppo temporale dei movimenti verificatisi in corrispondenza della « sutura tettonica » sono di regola scarse o nulle.

Una « faglia origine » (B.3) è una faglia la cui identificazione si fonda su una opportuna scelta, operata sulla base di elementi geologici, delle possibili soluzioni ottenute con lo studio sismologico dei meccanismi focali.

È da osservare che, secondo le definizioni proposte, i termini « faglia », « sutura tettonica » e « faglia origine » indicano elementi strutturali fra i quali non possono, di regola, configurarsi rapporti di identità, ma solo rapporti di corrispondenza spaziale e/o causale.

Così, ad esempio, « faglia » e « sutura tettonica » sono elementi strutturali distinti, situati a profondità differenti e con possibilità di determinazione molto diverse. Tra i due elementi può configurarsi una corrispondenza spaziale, più o meno diretta, nel senso che ad

⁽¹²⁾ Quando non addirittura fra *lineamenti* ricavati da teleosservazioni ed epicentri sismici. Per una analisi delle possibilità di corrispondenza fra *lineamenti* e faglie si rimanda a CARRARO & alii (1978).

una « sutura tettonica » può corrispondere, nella parte superficiale della crosta terrestre, una « faglia » (o un fascio di faglie) ⁽¹³⁾.

Differenze analoghe sussistono fra « faglia origine » e « faglia » (o « sutura tettonica »). Di regola una « faglia origine » non può infatti *essere identificata* con una « faglia » (o con una « sutura tettonica »), ma può *corrispondere spazialmente* ad essa nel senso che la prima può essere localizzata in corrispondenza della seconda. L'unico caso in cui una « faglia origine » può essere identificata strettamente con una « faglia » si può realizzare qualora la prima venga ad interessare la superficie topografica o zone prossime ad essa. In questo caso fra « faglia origine » e « faglia » esiste una corrispondenza causale in quanto la prima ha originato la seconda: i due termini vengono, di fatto, ad indicare lo stesso elemento strutturale ⁽¹⁴⁾. Lo stesso elemento strutturale (faglia generica) può quindi essere indicato sia con il termine « faglia » sia con quello di « faglia origine » a seconda che si intenda evidenziare il fatto strutturale o il fenomeno che ne è all'origine.

Per quanto riguarda le definizioni di « faglia geologicamente attiva » (B.1.1) « faglia sismicamente attiva », (B.1.2), « sutura tettonica geologicamente attiva » (B.2.1) e « sutura tettonica sismicamente attiva » (B.2.2), valgono le stesse considerazioni generali, in merito alla distinzione fra attività geologica ed attività sismica, riportate al paragrafo precedente per le strutture tettoniche. Anche per le quattro definizioni sopra indicate si rendono evidentemente necessari chiarimenti analoghi a quelli segnalati per le definizioni A.1.1, A.1.2, A.2.1 e A.2.2.

3.3 STRUTTURE TETTONICHE SISMOGENETICHE

Le definizioni relative alle quattro strutture considerate (definizioni C.1, C.2, C.3 e C.4) non sembrano comportare la necessità di particolari chiarimenti. È tuttavia da mettere in evidenza che esse dovrebbero essere precisate per quanto riguarda i criteri da seguire nella valutazione della possibilità che scosse sismiche si originino in corrispondenza dei diversi elementi strutturali « strutture tettoniche », « faglie », ecc.).

Senza entrare in questo complesso argomento ci si limita alla considerazione che, tenendo conto della insufficiente significatività della sismicità storica, la valuta-

⁽¹³⁾ Una « sutura tettonica » può tradursi in superficie anche in una « struttura tettonica superficiale »; un esempio in questo senso potrebbe essere rappresentato da una « struttura tettonica superficiale » tipo « *cunei composti* » alla quale corrisponda in profondità una « sutura tettonica ».

⁽¹⁴⁾ È però da osservare che anche in casi di questo tipo la identificazione della « faglia origine » con la « faglia » è totalmente valida soltanto se le superfici delle due faglie coincidono (se, ad esempio, la prima ha interessato una massa rocciosa non precedentemente fagliata). Se questa circostanza non è verificata (nel caso cioè che, la « faglia origine » ricalchi solo una parte di « faglia » preesistente) l'affermazione che la « *faglia origine* » si *identifica con la « faglia »* dovrebbe essere sostituita da quella, più corretta, che la « *faglia origine* » *ha causato un movimento lungo la « faglia »* (preesistente).

zione indicata dovrebbe essere espressa sulla base di ambedue i tipi di *attività* considerati nelle precedenti definizioni (*attività geologica* ed *attività sismica*).

La formulazione di questa valutazione presuppone anche chiarimenti sulla entità degli eventi sismici da considerare. In assenza di questi chiarimenti sia le strutture sismicamente attive, sia quelle geologicamente attive sarebbero da considerare strutture sismogenetiche: le prime come conseguenza diretta delle definizioni, le seconde in conseguenza del fatto che, mancando indicazioni sull'entità minima degli eventi sismici da considerare, qualunque struttura geologicamente attiva risulta anche sismicamente attiva (v. par. 3.1).

3.4 FAGLIAZIONE DI SUPERFICIE

Il fenomeno della « Fagliazione di superficie » si verifica in occasione di terremoti superficiali ⁽¹⁵⁾ ed ha notevole importanza nei riguardi della progettazione di particolari opere di ingegneria, quali, ad esempio, centrali nucleari e dighe (AEC, 1973; SHERARD & alii, 1974).

L'inserimento di una definizione relativa a questo fenomeno nell'insieme di definizioni proposte nella presente nota non deriva tanto dal fatto che esso sia di per sé determinante nel campo degli studi sismotettonici a carattere generale, quanto dalla opportunità di evidenziare i rapporti fra il fenomeno della « fagliazione di superficie » e gli elementi ai quali si riferiscono le altre definizioni proposte. A questo proposito si può osservare che si tratta di un evento (e non, come nel caso delle definizioni precedenti di un elemento strutturale o geodinamico) e che questo evento avviene in conseguenza di fenomeni tettonici ⁽¹⁶⁾.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Come indicato al paragrafo 1, lo scopo di questa nota è quello di avviare un processo di chiarificazione terminologica che porti a precisare il reale significato di termini largamente utilizzati in campo sismotettonico.

È però da osservare che quanto riportato al paragrafo 2 non è soltanto un insieme di definizioni, ma, di fatto, è anche uno schema di organizzazione logica, sia pure elementare ed approssimativo, di elementi geodinamici di interesse sismotettonico. L'eventuale accettazione dell'insieme di definizioni proposte (completate e precisate secondo quanto indicato ai paragrafi 3.1 e 3.2) non avrebbe quindi rilevanza limitata al campo terminologico, ma influirebbe in qualche misura anche sulla impostazione generale di uno studio sismotettonico.

Questa influenza si manifesterebbe principalmente nelle fasi iniziali dello studio, nelle fasi cioè nelle quali si analizzano gli elementi tettonici e sismici del territorio in esame, si opera la scelta di quelli ritenuti signi-

ficativi e si elabora un primo « modello sismotettonico » ⁽¹⁷⁾.

In queste fasi dello studio l'influenza dell'insieme di definizioni proposte si manifesterebbe in vario modo.

Risulterebbero, ad esempio, già prescelti e definiti gli elementi strutturali (« struttura tettonica », « sutura tettonica », « faglia », ecc.) ai quali dovrebbe applicarsi l'analisi sismotettonica. Inoltre l'adozione di termini diversi per elementi strutturali situati a profondità diversa renderebbe più articolata ed obiettiva l'analisi della corrispondenza fra elementi strutturali ed elementi sismici. Risulterebbe anche necessario esplicitare dati e criteri utilizzati per la individuazione degli elementi della struttura profonda.

A questi condizionamenti metodologici, impliciti nell'insieme di definizioni proposte, se ne aggiungono altri, formulati esplicitamente nelle definizioni stesse. Il più importante deriva dalla distinzione fra l'*attività* valutata sulla base di elementi geologici e quella definita su basi sismologiche, distinzione che porterebbe a mantenere separati i due tipi di attività per gran parte dello sviluppo dello studio sismotettonico, per tutte le fasi dell'analisi, cioè, che precedono (ed al tempo stesso condizionano) la identificazione delle strutture sismogenetiche.

Tutti questi condizionamenti possono a prima vista sembrare causa di inutili complicazioni nello sviluppo dello studio. In realtà tenendo conto dell'obiettiva complessità di un qualunque studio sismotettonico e dei notevoli rischi ai quali si può andare incontro utilizzando procedimenti troppo semplificati, appare invece lecito ritenere che l'adozione delle definizioni proposte possa rendere più obiettivo ed esauriente il procedimento di analisi, specialmente per quanto riguarda lo studio della corrispondenza fra elementi tettonici ed elementi sismici.

A questo proposito è da mettere in evidenza che le definizioni proposte configurano un insieme di elementi strutturali di interesse sismotettonico più ampio ed articolato di quello delineato in altri sistemi di definizioni (AEC, 1973 e IAEA, 1977). Questa circostanza sembra in grado di condurre a valutazioni sismotettoniche più circostanziate e, in qualche misura, più soddisfacenti.

Gli ipocentri verrebbero, ad esempio, ad essere riferiti ad elementi strutturali meglio definiti (sia pure sulla base della semplice distinzione in « superficiale » e « profondo ») ⁽¹⁸⁾ permettendo la definizione di situazioni sismotettoniche diverse per diversi livelli crostali ed evitando così forzature del tipo di quelle segnalate al paragrafo 3.2 sulla corrispondenza fra faglie osservabili in superficie ed ipocentri in profondità. Sarebbe inoltre agevolata la distinzione fra sismicità associabile all'evoluzione geodinamica di una struttura tettonica (« superficiale » o « profonda ») nel suo complesso, e la sismicità

⁽¹⁷⁾ Secondo la definizione formulata nell'ambito del Progetto Finalizzato « Geodinamica » dal Gruppo di lavoro « Carta delle zone sismogenetiche » per « modello sismotettonico » si deve intendere « uno schema tettonico tridimensionale contenente la localizzazione e l'entità dei movimenti tardo-terziari e quaternari, nel quale sono collocati tutti i dati sismologici utili, che consente una prima ipotizzazione delle strutture sismicamente attive ».

⁽¹⁸⁾ Vedi nota 9.

⁽¹⁵⁾ Per una rassegna sull'argomento si rinvia a BONILLA (1970).

⁽¹⁶⁾ Movimenti lungo faglie preesistenti, dovuti a sollecitazioni dinamiche provocate dal terremoto, non sono « fagliazione di superficie ».

associabile ad un elemento strutturale più specifico, quale una « faglia » o una « sutura tettonica ».

Anche indipendentemente dall'influenza sullo sviluppo di un generico studio sismotettonico è comunque da ritenere che le definizioni riportate al paragrafo 2 renderebbero notevolmente più agevole la valutazione dell'attendibilità di deduzioni ricavate dall'analisi di corrispondenza fra elementi strutturali e sismicità.

È infine da osservare che l'influenza dell'insieme delle definizioni proposte, e lo schema di organizzazione logica al quale questo insieme è ispirato, può manifestarsi non solo nell'ambito dell'analisi sismotettonica, ma anche nelle successive fasi dello studio, nelle quali si elaborano sintesi di elementi tettonici e sismologici e si formulano valutazioni generali sulla situazione sismotettonica attuale; nelle fasi, cioè, nelle quali si tende ad elaborare un qualche tipo di « regionalizzazione », consistente essenzialmente in una suddivisione del sottosuolo del territorio in esame in « unità sismotettoniche ».

Accettando il ragionevole presupposto che queste « unità » (per le quali potrebbe essere utilizzato il termine di « domini sismotettonici ») debbano risultare dall'individuazione di insiemi di strutture omogenee sotto il profilo sismogenetico (v. definizioni C) ed utilizzando gli elementi strutturali di cui alle definizioni A e B si può ritenere che la « regionalizzazione » indicata possa essere elaborata sulla base delle unità sotto riportate.

Unità sismotettoniche a livello « superficiale »: « domini sismotettonici superficiali »⁽¹⁹⁾ costituiti da insiemi di « strutture tettoniche superficiali sismotettoniche » (C.1) ragionevolmente omogenee e separati da limiti netti (« faglie sismogenetiche » o « faglie ») o graduali.

(19) La distinzione in « superficiale » e « profondo » può essere eventualmente precisata ove ricorra la possibilità indicata nella nota 9.

Unità sismotettoniche a livello « profondo »: « domini sismotettonici profondi »⁽¹⁹⁾ costituiti da insiemi di « strutture tettoniche profonde sismogenetiche » (C.2) ragionevolmente omogenee e separati da limiti netti (« suture tettoniche sismogenetiche » o « suture tettoniche ») o graduali.

LAVORI CITATI

- AEC (U. S. ATOMIC ENERGY COMMISSION) (1973) - *Seismic and geologic siting criteria for nuclear power plants*. U. S. Federal Register, 38.
- BONILLA M. G. (1970) - *Surface faulting and related effects*. In « R. L. WEIGEL, ed., *Earthquake Engineering*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ ».
- CARRARO F., MARTINOTTI G. & POLINO R. (1978) - *Lineamenti e faglie: analisi delle possibilità di corrispondenza fra i due fenomeni*. Gruppo Studio Quaternario Padano, Quaderno n. 4, Litografica S.T.E.P., Parma.
- CLUFF L. S. & BROGAN G. E. (1974) - *Investigation and evolution of fault activity in the U.S.A.* Proc. II Int. Congr. I.A.E.G., São Paulo (Brasil).
- GARY M., MC AFEE R. & WOLF C. L. (1977) - *Glossary of Geology*. Am. Geol. Inst.
- IAEA (INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY) (1977) - *Safety guide on earthquakes and associated topics for nuclear power plant siting*. Doc. SG-SI - 24.6.77, Vienna.
- LENSEN G. J. (1976) - *Earth deformation in relation to town planning in New Zealand*. Bull. Int. Ass. Eng. Geol., 14.
- MALARODA R. & RAIMONDI C. (1957) - *Linee di dislocazione e sismicità in Italia*. Boll. Geod. Sc. Aff., 16 (3).
- MEDVEDEV S. V. (1962) - *Engineering Seismology*, Israel Progr. Sc. Transl., Jerusalem.
- SHERARD J. L., CLUFF L. S. & ALLEN C. R. (1974) - *Potentially active faults in dam foundation*. Geotechnique, 24.
- SLEMMONS D. B. & MC KINNEY R. (1976) - *Definition of « active fault »*. U. S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Miscell. Paper S-77-8.