

ANALISI DEL CAMPO DI
FRATTURAZIONE SUPERFICIALE INDOTTO
DAL TERREMOTO CAMPANO-LUCANO DEL
23/11/1980

L. CARMIGNANI^o, G. CELLO^{oo}, A. CERRINA
FERONI^o, R. FUNICIELLO^{ooo}, O. KÄLIN^o,
M. MECCHERI^o, E. PATACCA^o, P. PERTUSA
TI^o, G. PLESI^o, F. SALVINI^{ooo}, P. SCAN
DONE^o, L. TORTORICI^{oo}, E. TURCO^{oo}.

- ^o Istituto di Geologia e Paleontologia,
Università di Pisa
^{oo} Dipartimento di Scienze della Terra
Università della Calabria
^{ooo} Istituto di Geologia e Paleontologia,
Università di Roma

1. Premessa

A seguito del terremoto campano-lucano del 23/11/1980, il Progetto Finalizzato Geodinamica interveniva nell'area colpita dal sisma con una serie di ricerche coordinate comprendenti l'acquisizione e la relativa elaborazione dei dati sismometrici, il rilevamento dei danni e lo studio del campo macrosismico, nonché il controllo di eventuali modificazioni morfologiche e, più in generale, la raccolta di dati atti a riconoscere e valutare possibili dislocazioni al suolo indotte dall'evento sismico.

Le ricerche oggetto di questa nota si inserivano negli interventi coordinati sopracitati. Obiettivo specifico era definire il campo di fratture superficiali indotte dallo scuotimento nell'area epicentrale con l'intento, una volta acquisite soddisfacenti conoscenze sulla sorgente e sul campo macrosismico, di verificare l'eventuale esistenza di relazioni fra campo di fratturazione in superficie, andamento delle isosiste, geometria della struttura sismogenetica profonda e meccanismo focale del terremoto.

La raccolta dei dati, iniziata tre giorni dopo la scossa principale, si articolava nei seguenti punti:

- controllo delle faglie, in particolare modo di quelle ritenute attive durante il Pleistocene o in tempi ancora più recenti (APRILE et al., 1979), per verificare la presenza di possibili indizi di movimento sicuramente connessi all'evento sismico;
- verifica dell'esistenza o meno di una nuova generazione di dislocazioni in

terreni lapidei;

c) censimento delle fenditure indotte nel suolo dallo scuotimento (fessure in terreni sciolti o semicoerenti e fratture in particolari manufatti, prevalentemente manufatti stradali).

Per la necessità d'intervenire tempestivamente su un territorio molto vasto (fig. 1) il gruppo di lavoro, dopo aver definito in comune le modalità di raccolta dei dati, si è diviso in più squadre, ciascuna di due ricercatori, che hanno operato in aree contigue, con sovrapposizioni ai margini per controllare la riproducibilità dei risultati.

2. Cenni geologici

Il tratto di territorio più severamente colpito dal terremoto, situato a cavallo del crinale appenninico, occupa una vasta area che si estende da Avellino a Vietri di Potenza. Questa area ricade nel tratto mediano della principale zona sismogenetica sudappenninica (DE VIVO et al., 1978; PETRINI et alii, 1980), una stretta fascia che corre lungo l'asse della catena tra una zona con crosta ispessita a nord-est e una zona con crosta assottigliata a sud-ovest. I più violenti terremoti dell'Appennino meridionale, e tra questi l'evento del 23 Novembre, sono localizzati in questa zona di profondo disequilibrio crostale.

La struttura geologica dell'area consiste in una pila di falde di ricoprimento (tav. 1); tra di esse le più profonde (Unità di Monte Croce e Unità Lagonegresi) affiorano in finestre tettoniche nei Monti Picentini e ad oriente dei massicci carbonatici. Questi ultimi sono a loro volta costituiti da più unità tettoniche di secondo ordine (Unità dei Monti della Maddalena e Unità dell'Alburno-Cervati). La superficie di accavallamento tra le unità carbonatiche della piattaforma campano-lucana e le Unità Lagonegresi è suturata dalla Formazione di Castelvetere, un wildflysch di età langhiana contenente colate di "Argille Varicolori" associate a zolle di "Flysch Rosso" di provenienza interna rispetto ai massicci carbonatici e olistoliti derivanti da questi ultimi. Verso nord-est la Formazione di Castelvetere passa lateralmente, attraverso una serie di scaglie embricate, ai flysch di Gorgoglione e della Daunia. Gli elementi strutturalmente più alti sono costituiti da un flysch a dominante calcarea di età cretaceo-eocenica (Formazione di Corleto Perticara) ricoperto a sua volta dal flysch oligoceni



Fig. 1 - Immagine da satellite LANDSAT dell'area colpita dal sisma del 23/11/1981. Nella figura sono riportate le stazioni di misura (punti neri), il reticolo delle strade percorse (linee nere) e l'isosista di grado VIII° (linea grigia).

co di Albanella. Su tutti gli elementi anzidetti giacciono in discordanza stratigrafica i terreni del Tortoniano superiore-Messiniano, e quelli del Pliocene e del Pleistocene marino. La messa in posto delle varie falde è avvenuta nel corso di più fasi tettoniche fra il Miocene inferiore (Burdigaliano) e il Pliocene inferiore-medio.

L'edificio strutturale è scomposto da sistemi di faglie plio-quaternarie in una serie di blocchi allungati in direzione appenninica, ad eccezione del profondo corridoio della valle del Sele

avente direzione all'incirca meridiana, che corrisponderebbe ad una zona ribassata nel Pleistocene inferiore (APRILE et al., 1979). Tutte le faglie riportate nella parte orientale del Foglio 185 (Salerno), nel Foglio 186 (S. Angelo dei Lombardi), nella parte settentrionale del Foglio 198 (Eboli) e nella parte orientale del Foglio 199 (Potenza) della Carta Geologica d'Italia sono state digitalizzate ed è stata elaborata mediante calcolatore la loro distribuzione azimutale. Oltre il 50% dei 1316 elementi digitalizzati si dispone secondo la

TERREMOTO IRPINIA 23/11/80
 ANALISI AZIMUTALE FAGLIE NEI FOGLI 185, 186, 198, 199
 NUMERO FAGLIE = 1316

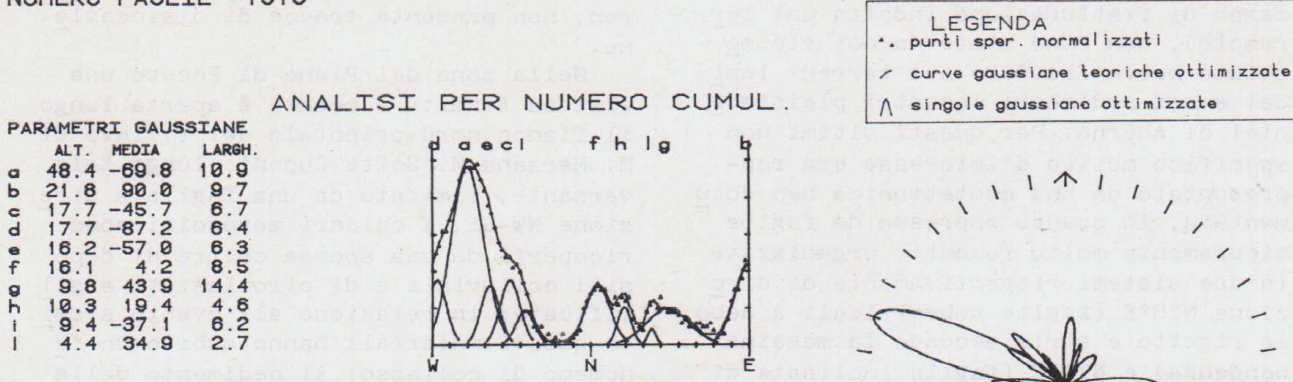


Fig. 2 - Distribuzione azimutale delle faglie riportate nei Fogli 185, 186, 198 e 199 della Carta Geologica d'Italia (per la spiegazione dei diagrammi vedi il paragrafo 5).

direzione N70°W (fig. 2). Gli allineamenti morfologici di quest'area dedotti con il metodo "shadow" mostrano una direzione preferenziale N60°W ("Dominio Bradano", in WISE et al., 1979), abbastanza vicina quindi alla direzione dominante delle faglie.

3. Raccolta dati

Come si è detto nell'introduzione, le ricerche sono state rivolte da un lato al controllo di eventuali movimenti lungo sistemi di faglie preesistenti e dall'altro allo studio del nuovo campo di fratturazione indotto dal terremoto.

Riguardo al primo obiettivo si è fatto riferimento soprattutto alle faglie indicate come attive in tempi recenti, dal Pliocene superiore in poi; tra queste sono state controllate:

- le faglie che bordano i rilievi carbonatici minori posti a nord del gruppo del M. Marzano (monti di Bella-Muro Lucano-Castelgrande e monti di Conza-Santomenna);
- le faglie che limitano a settentrione i massicci carbonatici di M. Marzano e dei Monti Picentini;
- le faglie del triangolo Montella-Croci d'Acerno-Bagnoli Irpino;
- le faglie marginali della valle del Sele e della depressione del basso Tanagro-Fiume Bianco, nonché quelle che bordano i rilievi minori di Oliveto Citra-Bagni di Contursi, Palomonte, Buccino-S. Gregorio Magno, M.S. Giacomo;
- alcune linee tettoniche all'interno dei massicci calcarei che mostrerebbero indizi di attività in tempi recenti, come la linea Acerno-Calabritto individuata, secondo APRILE et



Fig. 3 - Allineamenti morfologici principali rilevati con il metodo "shadow"; la linea in punteggiato nero circonda il "Dominio Bradano" (dalla Fig. 11 in WISE et al., 1979).

al. (1979), nel Pleistocene.

Sono stati inoltre analizzati i sedimenti lacustri del bacino di Acerno, di età pleistocenica superiore (FOLLIERI, 1965), per verificare se i sistemi di fratture che interessano questi depositi avessero rigiocato o se si fossero creati nuovi sistemi di fratture.

In tutti i casi nei quali è stato possibile osservare le superfici di faglia tagliare il bedrock, le due parti a contatto non mostravano nessuna traccia di nuova dislocazione. Nessun fenomeno di dislocazione e nemmeno di fratturazione, infine, è stato osservato nelle placche di detrito cementato che in alcuni casi suturano i labbri delle faglie. Concludendo, lungo tutte le superfici di faglia controllate non sono stati riconosciuti indizi di riattivazione in relazione alla scossa del 23

Novembre.

Per quanto riguarda il secondo obiettivo della ricerca (studio del nuovo campo di fratturazione indotto dal terremoto), non sono state da noi riconosciute nuove fratture nei terreni lapidei e nei sedimenti lacustri pleistocenici di Acerno. Per questi ultimi uno specifico motivo d'interesse era rappresentato da una neotettonica ben documentata, in quanto espressa da faglie sicuramente molto recenti, organizzate in due sistemi rispettivamente di direzione N20°E (faglie subverticali a debole rigetto e strie secondo la massima pendenza) e N70°E (faglie inclinate di circa 70°-80° con debole componente di movimento destrale).

Invece nelle coperture quaternarie non consolidate, e soprattutto nelle fasce colluviali, sono state osservate numerose fenditure, a luoghi accompagnate da dislocazioni con rigetti anche superiori al metro. I casi più vistosi sono stati osservati a Senerchia, nella zona di Piano di Pecore a nord-est di Colliano e nella parte orientale della Piana di S. Gregorio Magno.

A ovest di Senerchia, immediatamente a monte dell'abitato, è ben esposto un tratto della superficie di faglia che mette a contatto, in destra orografica della depressione del Sele, i carbonati mesozoici dei Monti Picentini con il flysch arenaceo miocenico (Formazione di Castelvetere). Una fascia colluviale fa da raccordo tra il ripido versante calcareo, che in parte coincide con la stessa superficie di faglia, e la terrazza su cui sorge l'abitato di Senerchia. A seguito dello scuotimento il colluvium ha subito addensamenti forse accompagnati da subordinati fenomeni di collasso, che hanno determinato la formazione di una serie di fenditure nel suolo. Dove la coltre detritica poggia direttamente sul liscione di faglia quest'ultimo è stato messo a nudo per alcune decine di centimetri (al massimo 40 centimetri). La superficie scoperta, a direzione N30°E, è ben esposta per alcune centinaia di metri; verso nord e verso sud il fenomeno si esaurisce, risolvendosi in una serie di fenditure in echelon a rigetto progressivamente decrescente, la cui direzione si discosta sempre più da quella del piano di faglia disegnando complessivamente un arco con concavità rivolta verso valle. All'estremità meridionale di questo arco si è innescato un vistoso fenomeno franoso; all'estremità settentrionale

una placca di breccie di pendio ben cementate, che raccorda il terrazzo morfologico di Senerchia al versante calcareo, non presenta tracce di dislocazione.

Nella zona del Piano di Pecore una vistosa fenditura beante è aperta lungo il fianco nord-orientale del rilievo di M. Marzano-M. Sette Cuponi; lungo tale versante, limitato da una faglia a direzione NW-SE, i calcari mesozoici sono ricoperti da una spessa coltre di depositi colluviali e di piroclastiti argillificate; in relazione all'evento sismico questi materiali hanno subito un fenomeno di collasso: il cedimento della coltre colluviale ha determinato la formazione di una scarpata a direzione NW-SE con rigetto anche superiore al metro che può essere seguita per circa 500 metri. Alla sua estremità meridionale la scarpata principale si perde in un sistema in echelon che acquista una direzione WNW-ESE e raggiunge il Piano di Pecore troncando la carrozzabile con un gradino di circa 40 centimetri. Fenditure a direzione NW-SE sono state osservate anche a sud-est del campo carsico. L'eluvium che riveste il fondo della piana è inoltre interessato da numerose fessure, alcune delle quali seguono il contorno della depressione; queste ultime possono essere imputate ad addensamento del materiale di copertura o a cedimenti nei sottostanti calcari.

Nella parte orientale della Piana di S. Gregorio Magno si è osservato un fenomeno diverso da quelli precedentemente descritti. Infatti, il fondo della piana è qui attraversato da una fenditura della lunghezza di alcune centinaia di metri e con rigetto di qualche decimetro (fig. 4). La direzione dominante è N65°W. All'estremità della pianura la fenditura cambia direzione, assumendo un andamento est-ovest, e segue il piede del versante nord-occidentale della Difesa Ripa Rossa per estinguersi gradualmente verso nord-est. Dall'estremità nord-occidentale di questo rilievo si diparte un'altra fenditura che percorre a mezza costa l'intero versante settentrionale secondo una direzione ancora N65°W. L'origine di quest'ultima fenditura è da attribuire a fenomeni di addensamento in depositi colluviali poggianti contro una superficie di faglia preesistente (fig. 5). Non esistono elementi sufficienti per stabilire unicamente l'origine della fenditura osservata nella Piana di S. Gregorio Magno; a nostro parere essa potrebbe essere giu-



Fig. 4 - Fenditura nella Piana di San Gregorio Magno.

ustificata da fenomeni di costipamento differenziale. In conclusione, dunque, nessuna delle fenditure più vistose osservate nell'area colpita dal terremoto del 23 Novembre può essere interpretata come una prova della riattivazione di faglie già esistenti o come una testimonianza di nuova fagliazione. Riteniamo invece che tutti questi fenomeni siano imputabili a condizioni geologiche e morfologiche locali. Fenomeni analoghi a quelli da noi descritti si sono verificati anche in occasione del terremoto del Friuli del 6/5/1976; essi sono stati interpretati come frane indotte dallo scuotimento da CAVALLIN et al. (1977) e da MARTINIS & CAVALLIN (1978), e come indizi di movimento lungo faglie da BOSI et al. (1976).

Numerosi fenomeni di fessurazione minore, espressi da piccole fenditure nel terreno e fratture nel manto stradale, erano sviluppati in tutta l'area mesosismica. Si è proceduto allora alla raccolta sistematica di questi dati allo scopo di stabilire se la distribuzione di queste fratture fosse casuale o no, e, nel caso che il pattern di deformazione risultasse significativo, ricercarne le possibili relazioni con la geometria della sorgente ovvero con l'assetto



Fig. 5 - Fenomeni di addensamento in materiali colluviali poggianti su un vecchio liscione di faglia. Località Difesa Ripa Rossa presso S. Gregorio Magno.

strutturale della regione. Sono stati scartati gli elementi sicuramente riconducibili a fenomeni di collasso (frane, cedimenti di terrapieni, etc.) nonché, per quanto riguarda le fratture del manto stradale, quelli strettamente regolati dalla geometria del manufatto (per es. fratture radiali nei tornanti). Le figg. 6 e 7 mostrano esempi di elementi scartati e di elementi presi in considerazione nell'analisi del campo di frattura. Sono stati rilevati complessivamente oltre 3000 elementi.

Ai fini del trattamento automatico dei dati gli elementi sono stati censiti per tipologia e per dimensioni. Per tipologia essi sono stati distinti in:

- fratture beanti;
- fratture con rigetto verticale;
- fratture da compressione;
- fratture con componente di trascorrenza destra e sinistra.

Riguardo alle dimensioni sono stati suddivisi in elementi minori, della lunghezza al più di alcuni metri e con rigetto o dilatazione inferiori a 5 centimetri, ed elementi maggiori (elementi principali nei diagrammi azimutali) del

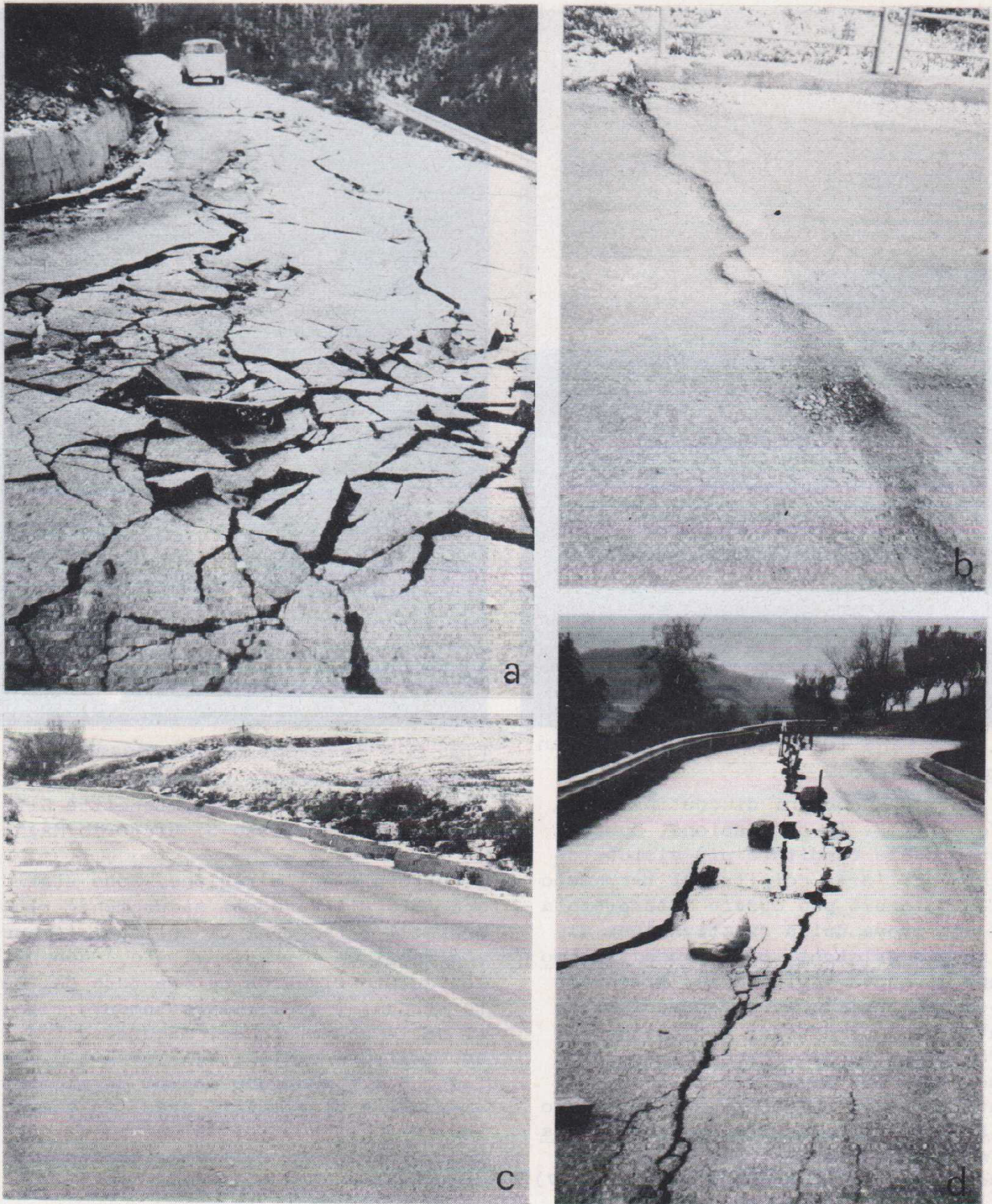


Fig. 6 - Esempi di fratture non considerate nell'analisi azimutale perché legate a fenomeni di collasso e/o regolate dalla struttura del manufatto: a) intenso stato di fratturazione del manto stradale dovuto ad effetti di amplificazione di cresta, sono anche visibili alcune fratture radiali legate alla presenza del torante; b) esempio di un caso frequente di fratture generate al limite delle strutture portanti dei ponti; c) fessure ortogonali alla strada; d) fratture longitudinali su strada a mezza costa legate a fenomeni di collasso.

la lunghezza per lo più di decine di metri, eccezionalmente superiori al centinaio di metri, e rigetto non inferiore a 5 centimetri, eccezionalmente fino a 1 metro. Pur nutrendo scarsa fiducia sulla significatività della maggior par-

te degli elementi maggiori, dei quali gli esempi più vistosi sono quelli già descritti (Senerchia, Piano di Pecore e Difesa Ripa Rossa), abbiamo ritenuto opportuno non scartarli a priori, lasciando comunque aperta la possibilità di c-

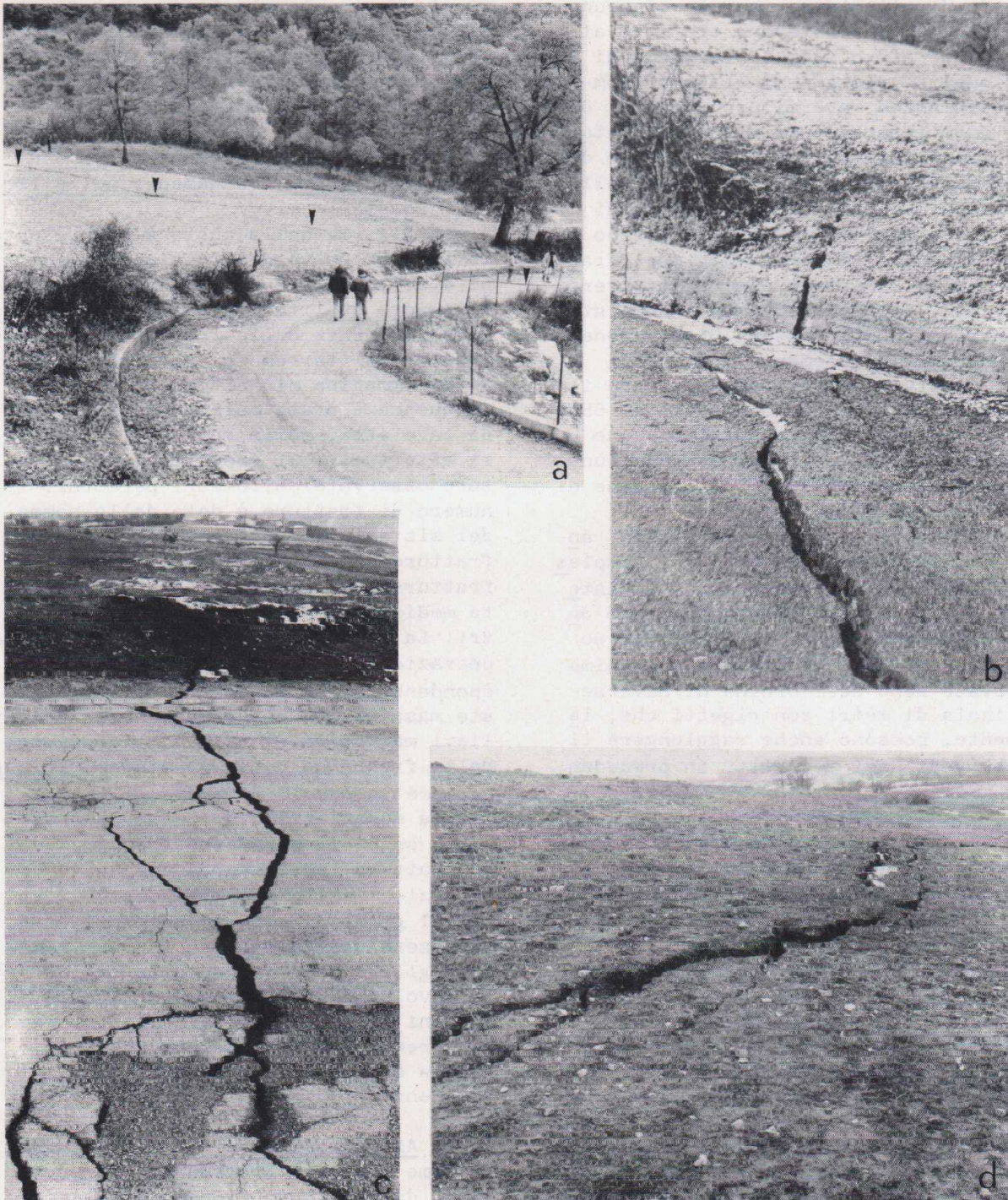


Fig. 7 - Esempi di fratture prese in considerazione ai fini dell'analisi azimutale: a) frattura beante con debole rigetto verticale che interessa sia il manto stradale che il terreno (vedi frecce); b) particolare della fig. 7/a; c) frattura beante nel manto stradale che prosegue per qualche metro nel campo adiacente; d) fratture con piccolo rigetto verticale su terreno inconsolidato.

strarli dal totale delle misure per elaborarli separatamente nei diagrammi di distribuzione e frequenza azimutale.

D'altro canto l'esiguo numero di elementi maggiori (30) rispetto al totale delle misure rilevate (oltre 3000) non modifica significativamente la distribu-

zione generale degli azimut delle fratture.

Per l'analisi dei dati sono stati introdotti nel calcolatore i singoli valori azimutali di tutti gli elementi maggiori raccolti. Gli elementi minori, invece, sono stati riportati come valo-

ri medi di più misure che, in ciascuna stazione, si discostavano tra loro al massimo di più o meno 5° (sistemi di stazione). I sistemi di stazione comprendono anche rare misure isolate. Ciascun dato (espresso in valore azimutale) è accompagnato dalle coordinate della stazione, dalla denominazione della tavoletta cui appartiene il punto di stazione e dall'indicazione del tipo di dato (elemento minore o maggiore; frattura beante; frattura con rigetto verticale; etc.). Complessivamente sono stati introdotti 658 sistemi di stazione comprendenti 30 elementi maggiori.

Le fratture beanti rappresentano il tipo più frequente (490 sistemi su 658, pari a circa il 75%) e costituiscono un terzo degli elementi maggiori con lunghezze massime osservate dell'ordine di alcune decine di metri.

Le fratture a rigetto verticale, anch'esse spesso beanti, sono nel complesso scarsamente rappresentate (42 sistemi su 658), ma costituiscono il 50% degli elementi maggiori (15 elementi su un totale di 30). Le lunghezze massime osservate sono dell'ordine di diverse centinaia di metri con rigetti che, localmente, possono anche raggiungere il metro (vedi casi descritti in precedenza).

Le fratture da compressione sono anch'esse rappresentate in una percentuale bassa sia sul totale (46 sistemi su 658) che nei solo elementi maggiori (4 su 30). E' interessante notare che in più casi sono stati osservati effetti sovrapposti di compressione e dilatazione testimoniati da rigonfiamenti con sovrapposte fratture beanti nel manto stradale, e da fratture con raccorcimento inclinate di circa 30°, successivamente dilatate, nelle spallette laterali.

Le fratture con componenti di trascorrenza, alle quali è comunemente associata una dilatazione più o meno sensibile, sono rappresentate in pratica solo negli elementi minori. La percentuale dei sistemi di stazione è discreta (79 su 658, pari al 12%) ma il numero assoluto di misure per stazione è basso e i dati sono poco affidabili, dal momento che, già nella fase di rilevamento, vi era il sospetto che in molti casi questo tipo di fratture fosse legato a fenomeni di collasso locale.

Nel corso del rilevamento, infine, sono stati cartografati alla scala 1/25.000 i tratti di strada nei quali la frequenza di fratturazione appariva par-

ticolarmente elevata (una o più fratture ogni 30 metri) al fine di circoscrivere le aree più fittamente fratturate e di verificare l'eventuale esistenza di allineamenti preferenziali.

4. Densità di fratturazione e confronto con l'andamento delle isosiste

La fig. 1, nella quale è rappresentata la gran parte degli itinerari percorsi e delle stazioni di misura, fornisce un quadro qualitativo della distribuzione e frequenza delle fratture nel suolo indotte dal terremoto. Al fine di ottenere un'immagine più attendibile della frequenza è stato calcolato per ciascuna tavoletta, sulla rete degli itinerari effettuati, il rapporto numero fratture osservate/chilometri percorsi. Il numero di fratture è dato dalla somma dei sistemi misurati più il numero di fratture dei tratti stradali ad alta fratturazione nei quali è stata valutata mediamente una frattura ogni 30 metri. La fig. 8 è il risultato di questa operazione. Si osserva una buona corrispondenza tra l'andamento delle isosiste massime tracciate sulla base dei rilievi macrosismici e la distribuzione della frequenza delle fratture. Ciò suggerisce la possibilità di utilizzare per la modellazione del campo macrosismico anche il parametro frequenza delle fratture, ad integrazione delle osservazioni sulla severità degli effetti. Il grado di corrispondenza potrebbe essere verificato con approssimazione migliore sostituendo alla maglia della tavoletta una maglia più stretta, a margini parzialmente sovrapposti, che fornirebbe una risoluzione più dettagliata della variazione dei valori di frequenza.

5. Azimut dei sistemi di fratture

Come detto in precedenza (paragrafo 3), i dati introdotti nel calcolatore sono, stazione per stazione, i valori medi di più misure che si discostano fra loro al massimo di più o meno 5° e, subordinatamente, valori di singole misure (sistemi di stazione).

Nella fig. 9 sono rappresentati, in diagramma azimutale, il campo totale della fratturazione e i campi relativi ai quattro tipi di elementi distinti.

Gli istogrammi, raffiguranti le distribuzioni azimutali dei dati considerati, sono stati lasciati attraverso un processo di calcolo del valore medio in ogni punto dell'intervallo nell'intorno

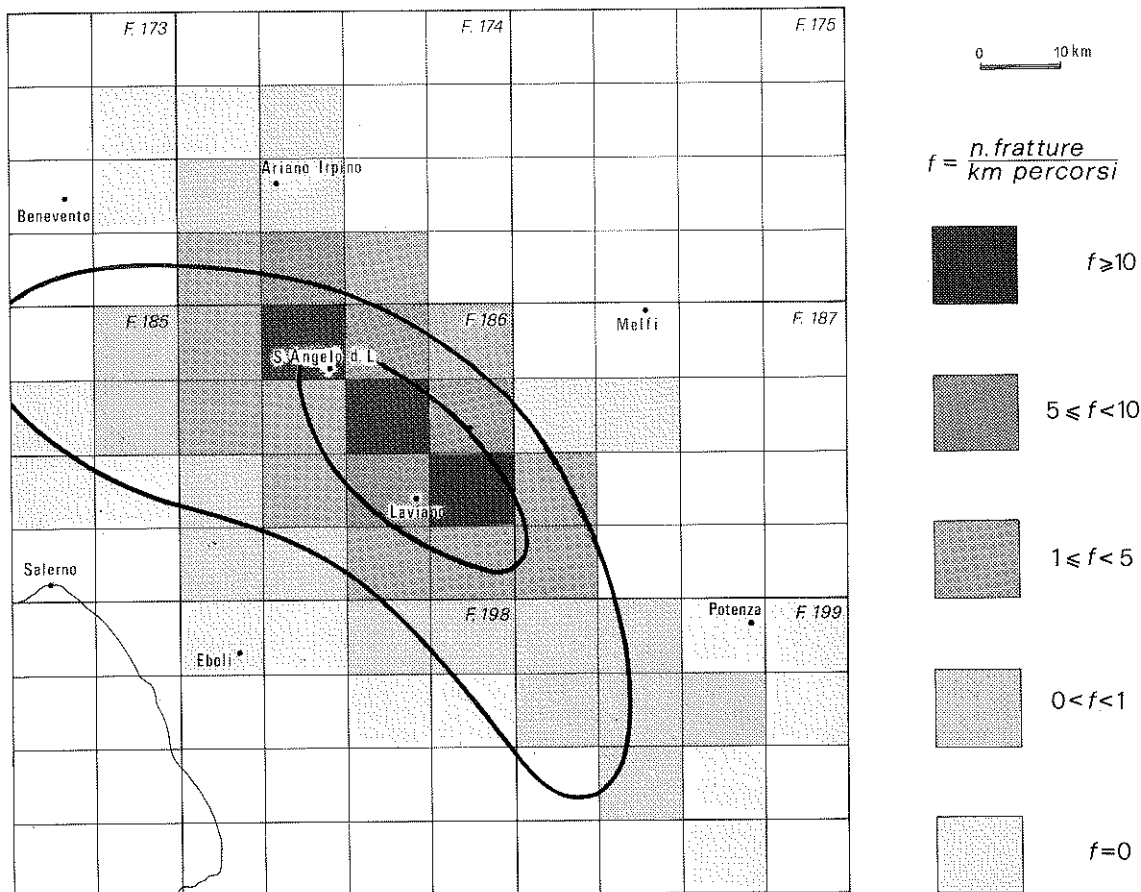


Fig. 8 - Distribuzione areale della frequenza delle fratture nella zona studiata. La maglia corrisponde ai limiti delle tavolette I.G.M. Le linee nere più spesse indicano le isosiste di grado VIII° e IX° MSK.

di più o meno 5° ("running average") e successivamente confrontati attraverso un processo di massima approssimazione o "best fitting" (utilizzando il metodo dei minimi quadrati opportunamente modificato; vedi applicazione in FUNICIELLO et al., 1977). La prima operazione consente di ridurre le oscillazioni minori dovute agli errori casuali e di integrare tra loro i dati; la seconda sostituisce all'istogramma originale una funzione somma di curve della distribuzione dell'errore standard (curve gaussiane), indipendenti tra loro, che forniscono

i valori medi, le varianze e i valori massimi dei singoli raggruppamenti. I triangoli rappresentano i punti discontinui dell'istogramma cumulativo sperimentale normalizzato e liscio, le curve a campana indicano le varie distribuzioni indipendenti discriminate, la curva a tratto pieno si riferisce alla funzione teorica, somma delle distribuzioni indipendenti, ottenuta attraverso il processo di confronto e ottimizzazione ("best fitting") con il diagramma sperimentale.

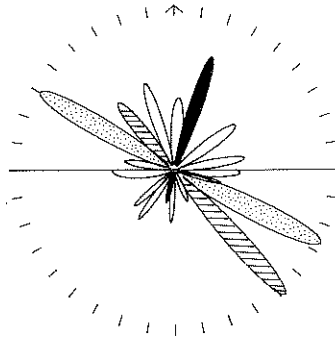
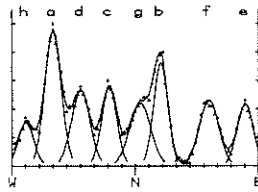
Sulla sinistra sono riportati i para

TERREMOTO IRPINIA 23/11/80
ANALISI CAMPO TOTALE FRATTURAZIONE
NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=658/30

ANALISI PER NUMERO CUMUL

PARAMETRI GAUSSIANE

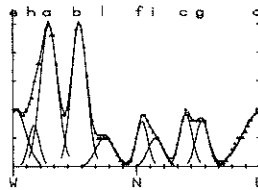
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	47.2	-59.9	7.0
b	36.2	18.6	6.1
c	27.7	-19.0	6.5
d	26.5	-39.8	7.9
e	21.5	80.4	7.0
f	23.0	53.9	8.3
g	21.0	3.8	9.1
h	15.3	-79.6	6.7
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0



ANALISI ELEM.PRINCIPALI CUM.

PARAMETRI GAUSSIANE

	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	49.7	-83.5	7.4
b	50.5	-41.6	6.5
c	18.4	36.2	5.4
d	18.9	89.9	14.2
e	19.9	-87.5	8.5
f	15.9	4.2	4.9
g	16.2	48.1	5.5
h	14.4	-74.5	4.7
i	10.0	14.0	6.5
j	10.3	-23.0	7.7

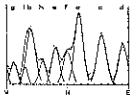


LEGENDA
 * punti sper. normalizzati
 / curve gaussiane teoriche ottimizzate
 A singole gaussiane ottimizzate

ANALISI FRATTURE BEANTI
NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=480/10

PARAMETRI GAUSSIANE

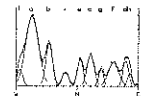
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	49.4	18.8	7.2
b	38.1	-45.2	7.9
c	24.4	10.5	6.5
d	20.0	-11.7	7.2
e	23.4	-30.4	7.9
f	19.1	-79.6	6.5
g	15.3	-28.8	6.5
h	10.0	14.0	6.5
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0



ANALISI FRATTURE CON RIG VERTICALE
NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=42/15

PARAMETRI GAUSSIANE

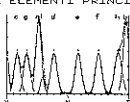
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	49.2	-20.4	11.1
b	50.1	-41.6	6.5
c	21.0	20.0	6.5
d	17.0	0.0	6.5
e	10.0	0.0	6.5
f	11.7	35.4	6.5
g	11.0	-47.2	6.5
h	10.0	0.0	6.5
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0



ANALISI ELEMENTI PRINCIPALI

PARAMETRI GAUSSIANE

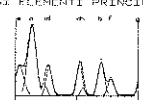
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	49.0	50.0	3.0
b	48.0	-50.0	3.0
c	18.0	18.0	3.0
d	18.0	-18.0	3.0
e	18.0	18.0	3.0
f	18.0	-18.0	3.0
g	18.0	18.0	3.0
h	18.0	-18.0	3.0
i	10.0	10.0	3.0
j	10.0	-10.0	3.0



ANALISI ELEMENTI PRINCIPALI

PARAMETRI GAUSSIANE

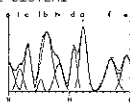
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	49.0	50.0	3.0
b	48.0	-50.0	3.0
c	18.0	18.0	3.0
d	18.0	-18.0	3.0
e	18.0	18.0	3.0
f	18.0	-18.0	3.0
g	18.0	18.0	3.0
h	18.0	-18.0	3.0
i	10.0	10.0	3.0
j	10.0	-10.0	3.0



ANALISI FRATTURE TRASC DESTRE
NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=48/4

PARAMETRI GAUSSIANE

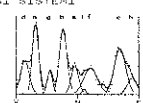
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	40.0	20.0	6.1
b	41.8	-33.0	6.1
c	30.4	44.4	6.5
d	20.0	0.0	6.5
e	18.0	-18.0	6.5
f	16.1	-73.0	6.5
g	0.0	0.0	0.0
h	0.0	0.0	0.0
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0



ANALISI FRATTURE TRASC SINISTRE
NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=40/9

PARAMETRI GAUSSIANE

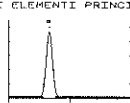
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	48.0	41.6	6.5
b	48.2	-20.4	6.5
c	23.0	20.0	6.5
d	10.0	0.0	6.5
e	10.0	0.0	6.5
f	11.7	35.4	6.5
g	11.0	-47.2	6.5
h	10.0	0.0	6.5
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0



ANALISI ELEMENTI PRINCIPALI

PARAMETRI GAUSSIANE

	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	48.0	30.0	5.2
b	0.0	0.0	0.0
c	0.0	0.0	0.0
d	0.0	0.0	0.0
e	0.0	0.0	0.0
f	0.0	0.0	0.0
g	0.0	0.0	0.0
h	0.0	0.0	0.0
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0



ANALISI ELEMENTI PRINCIPALI

PARAMETRI GAUSSIANE

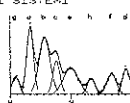
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	48.0	30.0	5.2
b	0.0	0.0	0.0
c	0.0	0.0	0.0
d	0.0	0.0	0.0
e	0.0	0.0	0.0
f	0.0	0.0	0.0
g	0.0	0.0	0.0
h	0.0	0.0	0.0
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0



ANALISI FRATTURE COMPRESSIVE
NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=40/4

PARAMETRI GAUSSIANE

	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	40.0	60.0	6.5
b	39.5	-30.0	6.5
c	18.0	18.0	6.5
d	18.0	-18.0	6.5
e	18.0	18.0	6.5
f	18.0	-18.0	6.5
g	18.0	18.0	6.5
h	18.0	-18.0	6.5
i	10.0	10.0	6.5
j	10.0	-10.0	6.5



ANALISI ELEMENTI PRINCIPALI

PARAMETRI GAUSSIANE

	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	47.0	44.0	5.0
b	26.3	-58.0	5.0
c	0.0	0.0	0.0
d	0.0	0.0	0.0
e	0.0	0.0	0.0
f	0.0	0.0	0.0
g	0.0	0.0	0.0
h	0.0	0.0	0.0
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0

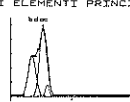


Fig. 9 - Distribuzione azimutale dello insieme degli elementi rilevati e dei singoli tipi di fratture considerate. Nel diagramma circolare in alto sono stati messi in evidenza i picchi principali rappresentanti i domini N60°W (punteggiato) e N20°E (in nero), nonché il picco a direzione N40°W (a trattoggio o rizzontale).

metri relativi alle distribuzioni indipendenti trovate: altezza massima (normalizzata tra 0 e 50), posizione (valore

azimutale medio del picco) e larghezza (dispersione calcolata come distanza tra il valore medio e il punto in cui la curva presenta un valore pari a metà di quello massimo).

NUMERO SISTEMI/EL PRINC. =578/29

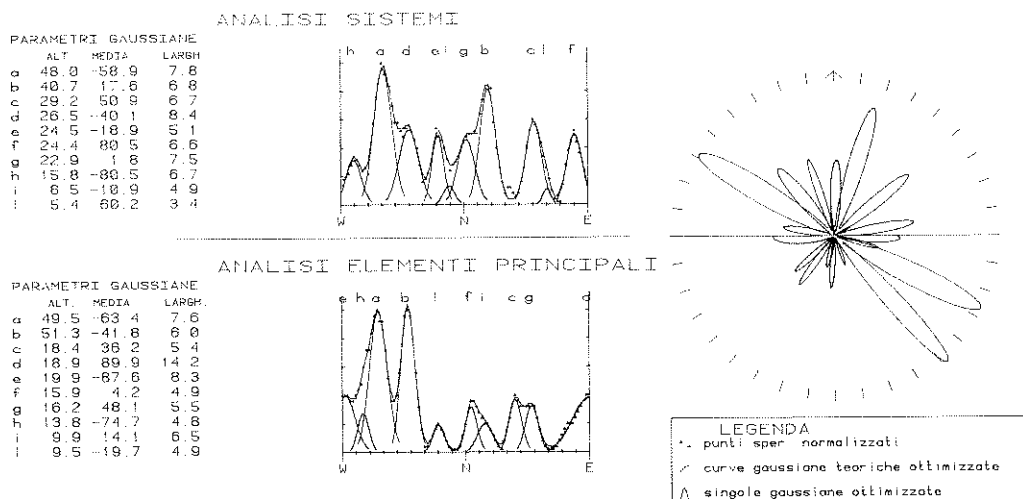


Fig. 10 - Distribuzione azimutale dell'insieme degli elementi rilevati, con l'esclusione delle fratture con componente di movimento orizzontale.

Infine sulla destra sono rappresentate sotto forma di diagramma a rosa dei venti, per una visione immediata della distribuzione azimutale dei sistemi, le singole gaussiane. Nel semicerchio superiore di ciascun diagramma sono rappresentati i picchi azimutali dei sistemi di stazione, nella metà inferiore i picchi azimutali degli elementi maggiori. Le altezze di questi ultimi sono esagerate rispetto a quelle del semicerchio superiore al fine di permettere un più immediato confronto visivo fra i massimi delle due distribuzioni. In entrambi i semicerchi, inoltre, le altezze sono normalizzate allo stesso intervallo 0-50.

Relativamente alle distribuzioni azimutali riferite al campo totale, nella fig. 9 si osservano due picchi principali con direzione intorno a N60°W ed a N20°E. Se si prendono in considerazione i soli elementi maggiori appaiono sviluppati due massimi: di questi uno corrisponde al picco N60°W del campo totale e l'altro, avente direzione intorno a N40°W, trova invece riscontro nel semicerchio superiore in uno dei picchi minori. Circa la distribuzione azimutale dei diversi tipi di elementi distinti, è da osservare che:

- nelle fratture beanti il picco massimo è prossimo alla direzione N20°E; la distribuzione azimutale degli elementi maggiori appare casuale;

- nelle fratture a rigetto verticale il picco principale è prossimo alla direzione N60°W, mentre un picco minore presenta una direzione N40°W; un massimo con azimut prossimo a N60°W si ritrova anche estraendo i soli elementi maggiori;
- nelle fratture di tipo compressivo prevalgono due picchi, uno a direzione N60°W e l'altro, minore, a direzione N40°W; gli azimut dei pochi elementi maggiori rilevati cadono in queste direzioni;
- nelle fratture con componente di trascorrenza destra sono riconoscibili due pronunciati picchi, il primo a direzione N20°E e il secondo prossimo a N30°W; nelle fratture con componente sinistra sono presenti due importanti concentrazioni nelle direzioni N60°W e N20°W. La disposizione di questi picchi, come quella dei picchi minori associati, non sembra coerente con un modello semplice a piani di taglio coniugati; ciò rafforza le perplessità già espresse in precedenza sulla significatività di questo tipo di fratture. E' comunque da precisare che il diagramma di distribuzione azimutale riferito al campo totale non subirebbe sostanziali modifiche se si volessero eliminare i sistemi relativi agli elementi con componente di trascorrenza (fig. 10).

In conclusione, i picchi maggiori ne

TERREMOTO IRPINIA 23/11/80
ANALISI FRATTURAZIONE AREA TEST
NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=230/11

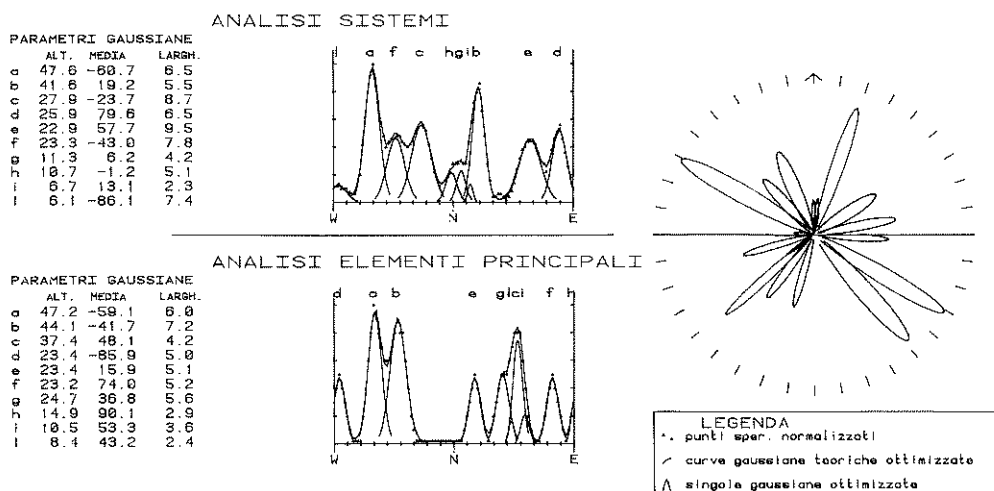


Fig. 11 - Distribuzione azimutale dell'insieme degli elementi rilevati nell'area campione.

gli elementi più diffusi (fratture bean ti) hanno direzioni N60°W e N20°E; inoltre la direzione N60°W è rappresentata anche dal picco massimo nelle fratture a rigetto verticale e in quelle di tipo compressivo, mentre la direzione N20°E appare scarsamente rappresentata nelle fratture a rigetto verticale ed è completamente assente nelle fratture di tipo compressivo.

Al fine di analizzare la distribuzione areale delle concentrazioni azimutali sono stati costruiti diversi diagrammi per varie aree del territorio studiato. Sono stati selezionati i dati appartenenti ad aree circolari disposte secondo un reticolo a maglia esagonale compatta e di raggio tale da permettere un ricoprimento con i sei cerchi adiacenti pari al 50% di ciascuna area. Il lato della maglia esagonale (15 chilometri) è stato scelto in modo da far cadere all'interno di ciascun cerchio un numero di dati che garantisca l'attendibilità statistica delle analisi. Il ricoprimento parziale riduce le oscillazioni a carattere locale dei dati, analogamente a quanto già descritto per il "running average". I diagrammi di distribuzione azimutale sono stati riportati su uno schema geologico di supporto nella tav. 1. Anche in questi diagrammi parziali si osserva che le direzioni N20°E e N60°W compaiono con pic-

chi pronunciati su tutta l'area circoscritta dall'isosista di VIII° grado. In alcune zone sembra di riconoscere un'influenza delle strutture locali sulla direzione di alcuni picchi azimutali; ad esempio la direzione N-S, ben sviluppata nella valle del Sele, segue l'andamento di questa depressione trasversale alla direzione delle strutture appenniniche.

6. Significatività delle direzioni principali riconosciute

Si è detto in precedenza che nella fase di raccolta dei dati sono stati preliminarmente scartati tutti i casi indubbiamente legati a fenomeni di collasso o controllati dalla geometria dei manufatti stradali. Sono stati invece inseriti fra i dati alcuni casi relativi ad elementi maggiori, quali Senerchia, Piano di Pecore e S. Gregorio Magno, che si prestavano a più interpretazioni (fenomeni di collasso o addensamento differenziale nella nostra interpretazione, indizi di riattivazione di faglie preesistenti nell'interpretazione di altri ricercatori). Non potendo comunque escludere che, malgrado la selezione preliminare, anche gli elementi minori contenessero casi da scartare non riconosciuti, si è proceduto ad applicare tests di significatività alle due direzioni N60°W e N20°E. Poiché

gli elementi maggiori presentavano un massimo abbastanza pronunciato anche secondo la direzione N40°W, il test di significatività è stato esteso anche a quest'ultima. I tests, effettuati in un'area campione di circa 400 kmq (tavole Teora, Calitri, Calabritto e Colliano), consistono in un confronto fra i sistemi appartenenti ai picchi con direzione anzidetta, la direzione delle strade e la direzione media delle isoipse per ciascun punto di stazione. Fratture parallele alla direzione media delle isoipse possono dipendere da fenomeni di collasso; questa condizione è espressa frequentemente anche da fratture parallele alle strade dal momento che i tratti a mezza costa sono prevalenti nell'area studiata. Le fratture ortogonali alle strade sono generalmente controllate dal manufatto.

La scelta dell'area campione è stata suggerita dal fatto che al suo interno è concentrato un elevato numero di misure (circa il 30% del totale dei sistemi di stazione) e dal fatto che le sue caratteristiche morfologiche e strutturali possono essere considerate rappresentative dell'intera area meso-sismica. La fig. 11 mostra che il campo di fratturazione nell'area campione, in entrambi i semicerchi, non è dissimile da quello relativo all'intera regione esaminata. Anche in questo caso il quadro resterebbe sostanzialmente immutato se venissero eliminate dal calcolo le fratture con componente di trascorrenza.

Nella fig. 12 è rappresentata la distribuzione della frequenza dei valori angolari tra sistemi di stazione e direzione stradale e dei valori angolari tra sistemi di stazione e direzione media delle isoipse. I grafici si riferiscono sia al totale dei sistemi di stazione, sia ai singoli gruppi dei sistemi N20°E, N60°W e N40°W.

Comparando l'angolo che i sistemi di frattura formano con le isoipse e con le strade si osserva che un'eventuale influenza di fenomeni di collasso (picco prossimo al valore 0° nella comparazione angolo fratture/isoipse) è trascurabile, mentre un possibile controllo da parte dei manufatti è suggerito dal picco prossimo al valore 90° nella comparazione angolo fratture/strade.

Per quanto riguarda gli elementi maggiori, il loro basso numero (11) rende l'analisi priva di significatività.

Passando all'analisi delle concentrazioni azimutali prese in considerazione, si osserva quanto segue:

- per le direzioni N60°W e N20°E gli elementi non direttamente relazionabili ai parametri utilizzati nel test occupano il 50-60% dell'area sottesa dalla gaussiana teorica ottimizzata; le condizioni di non significatività sono in entrambi i casi espresse da bassi picchi prossimi a 0° e da marcati picchi tra 80° e 90°;
- la direzione N40°W, presa in considerazione solo perché rappresentata dal massimo numero degli elementi maggiori (vedi fig. 9), non supera il test di significatività dal momento che la quasi totalità dei valori angolari si concentra entro intervalli prossimi a 0° e 90° nei quali le fratture possono essere controllate rispettivamente dalla morfologia o dai manufatti stradali.

In conclusione, se ci si pone nelle condizioni di massima severità del test, se cioè si assume che ogni frattura parallela al pendio sia dovuta a fenomeni di collasso e che ogni frattura ortogonale alla strada sia regolata dalla struttura del manufatto, appare opportuno scartare i sistemi di frattura a direzione N40°W, mentre è lecito assumere come domini significativi di fratturazione i picchi N60°W e N20°E.

7. Conclusioni

I risultati delle indagini esposte in questo lavoro, relative all'area più severamente colpita dal terremoto campano-lucano del 23/11/1980, sono riassunti nei seguenti punti:

- non sono state trovate testimonianze di riattivazione di faglie preesistenti, né sono stati rilevati indizi di nuova fagliazione;
- le più vistose fenditure nel suolo sono riconducibili a fenomeni di collasso o di addensamento differenziale delle coperture quaternarie inconsolidate, non sono pertanto significative ai fini della definizione del campo di fratturazione indotta dal terremoto;
- significative appaiono le fessure minori, assai diffuse soprattutto nell'area epicentrale; il loro trattamento come insiemi ha messo in evidenza l'esistenza di due domini rappresentati da due direzioni preferenziali N60°W e N20°E; l'origine del campo di fratturazione è attribuito allo scuotimento del suolo e non a movimenti di dislocazione nel bedrock;
- lungo la direzione N60°W sono state rilevate strutture (fratture nei manu-

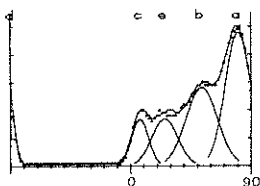
TERREMOTO IRPINIA 23/11/80

ANALISI AREA TEST

ANGOLO FRATTURE/ISOIPSE

NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=230/11

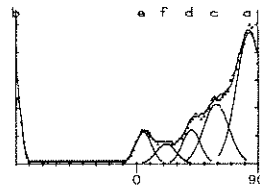
PARAMETRI GAUSSIANE			
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	47.8	80.5	11.3
b	28.1	53.3	13.8
c	16.7	7.2	7.6
d	18.2	-89.9	3.4
e	16.9	25.7	11.4
f	0.0	0.0	0.0
g	0.0	0.0	0.0
h	0.0	0.0	0.0
i	0.0	0.0	0.0



ANGOLO FRATTURE/STRADE

NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=230/11

PARAMETRI GAUSSIANE			
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	47.1	83.9	11.5
b	23.9	-88.7	3.8
c	21.4	59.1	11.0
d	12.2	46.7	7.7
e	11.3	5.2	7.0
f	7.2	21.9	8.7
g	0.0	0.0	0.0
h	0.0	0.0	0.0
i	0.0	0.0	0.0

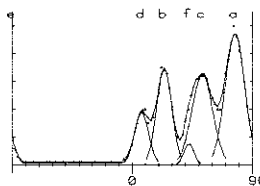


LEGENDA
 . punti sper. normalizzati
 / curve gaussiane teoriche ottimizzate
 ^ singole gaussiane ottimizzate

N60W

NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=44/3

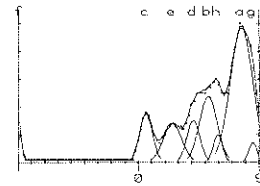
PARAMETRI GAUSSIANE			
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	47.1	77.0	8.6
b	34.4	24.1	6.7
c	32.5	52.5	9.2
d	18.7	7.2	6.3
e	6.1	-89.5	4.2
f	7.5	42.6	4.5
g	0.0	0.0	0.0
h	0.0	0.0	0.0
i	0.0	0.0	0.0



N60W

NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=44/3

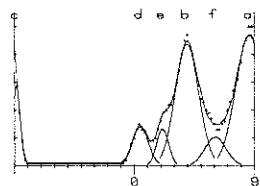
PARAMETRI GAUSSIANE			
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	48.4	77.0	9.9
b	23.7	52.3	7.8
c	17.3	6.0	5.6
d	15.1	41.2	5.7
e	13.8	25.7	8.2
f	10.2	-88.3	1.8
g	7.0	65.4	3.6
h	10.0	59.4	4.0
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0



N20E

NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=34/1

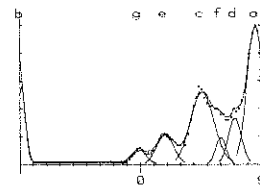
PARAMETRI GAUSSIANE			
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	46.8	86.5	12.1
b	43.8	39.7	10.3
c	28.8	-88.4	3.3
d	14.1	4.7	7.1
e	13.2	21.4	5.3
f	10.4	60.8	9.3
g	0.0	0.0	0.0
h	0.0	0.0	0.0
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0



N20E

NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=34/1

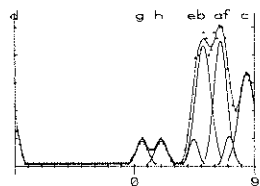
PARAMETRI GAUSSIANE			
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	49.4	86.2	7.3
b	27.9	-88.7	3.5
c	26.0	46.4	10.2
d	16.6	70.6	5.8
e	10.7	18.6	7.6
f	0.7	60.2	4.6
g	5.1	-0.7	6.4
h	0.0	0.0	0.0
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0



N40W

NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=22/2

PARAMETRI GAUSSIANE			
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	45.1	64.6	5.8
b	43.3	51.7	6.8
c	33.4	84.3	7.1
d	12.9	-88.6	3.3
e	9.8	44.4	4.1
f	10.8	71.0	4.1
g	9.0	5.9	5.4
h	9.0	20.1	5.4
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0



N40W

NUMERO SISTEMI/EL.PRINC.=22/2

PARAMETRI GAUSSIANE			
	ALT.	MEDIA	LARGH.
a	48.5	70.7	9.6
b	33.4	88.5	6.1
c	20.0	-88.6	3.2
d	11.0	12.2	4.9
e	7.7	44.1	6.0
f	7.5	3.3	5.1
g	7.3	19.3	4.4
h	7.9	57.4	4.3
i	0.0	0.0	0.0
j	0.0	0.0	0.0

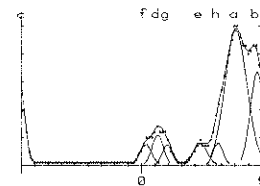


Fig. 12 - Distribuzione dei valori angolari direzione fratture/direzione strada e direzione fratture/direzione isoipse nelle stazioni di misura dell'area campione. I diagrammi si riferiscono all'insieme degli elementi misurati e ai singoli sistemi a direzione N60°W, N20°E e N40°W.

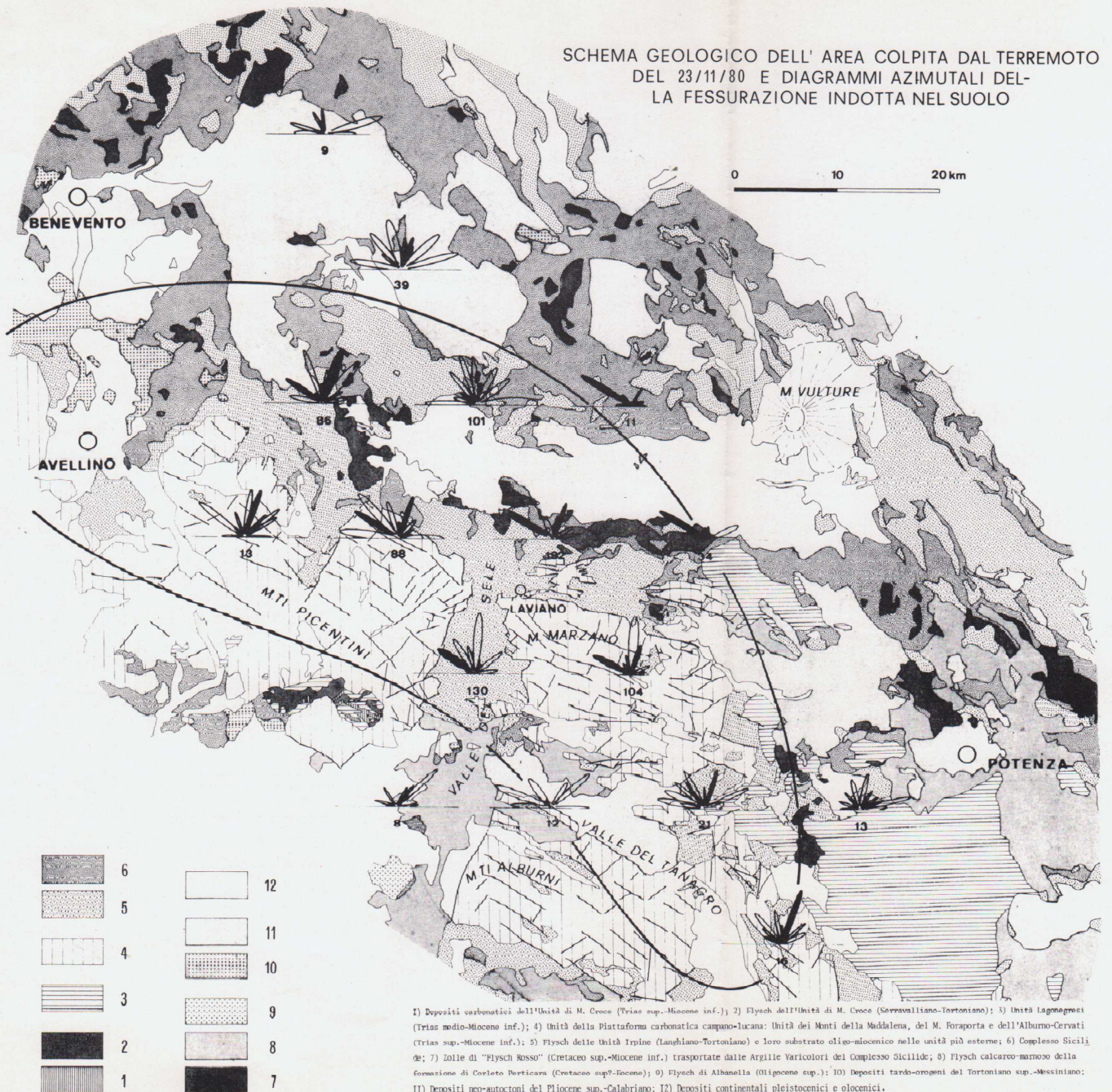
- fatti stradali) risultanti da una sovrapposizione di sollecitazioni compressive e di dilatazione; lungo la direzione N20°E sono state invece riscontrate solo strutture da dilatazione;
- il dominio N60°W viene interpretato come una direzione di fessurazione ortogonale a una direzione privilegiata di propagazione delle onde sismiche; le fessure beanti del dominio N20°E potrebbero rappresentare il sistema in estensione, che nei modelli teorici dovrebbe formare con il precedente un angolo di 90°;
 - il dominio N60°W è parallelo ai principali allineamenti morfologici ed è praticamente coincidente con la direzione prevalente delle faglie (N70°W) che nella regione studiata scompaiono nell'edificio appenninico in una serie di prismi contigui, allungati secondo l'asse della catena;
 - non è possibile decidere quanto il dominio N60°W sia influenzato dalla geometria della sorgente e quanto dall'assetto delle strutture superficiali, dal momento che la superficie di taglio profonda, individuata mediante la localizzazione della soluzione del meccanismo focale, ha un azimut non dissimile dalla direzione principale delle strutture geologiche;
 - la buona correlazione tra la frequenza delle fessure minori e la distribuzione delle isosiste, infine, suggerisce la possibilità di utilizzare in futuro anche questo parametro, ad integrazione delle correnti osservazioni sulla severità degli effetti, per la modellazione del campo macrosismico.

BIBLIOGRAFIA

- APRILE F., BRANCACCIO L., DI NOCERA S., GUIDA M., IACCARINO G., ORTOLANI F., PESCATORE T., SGROSSO I., TORRE M. (1979):
Dati preliminari sulla neotettonica dei Fogli 174 (Ariano Irpino), 186 (S. Angelo dei Lombardi) e 198 (Eboli).
C.N.R., P.F. Geodinamica, S. Neotettonica, Pubbl. n. 251.
- BOSI C., CAMPONESCHI B., GIGLIO G. (1976):
Indizi di possibili movimenti lungo faglie in occasione del terremoto del Friuli del 6 Maggio 1976.
Boll. S.G.I., 95 (3-4).
- CAVALLIN A., MARTINIS B., SFRONDINI G. (1977):
Effetti geologici del terremoto: fenditure nel terreno e "vulcanelli" di sabbia.
Riv. It. Paleont. e Strat., 83 (2).
- DE VIVO B., DIETRICH D., GUERRA I., IANACCONE G., LUONGO G., SCANDONE P., SCARPA R. (1979):
Carta sismotettonica preliminare dell'Appennino Meridionale.
C.N.R., P.F. Geodinamica, Pubbl. n. 166.
- FOLLIERI M. (1965):
Macro e microfossili vegetali in un deposito lacustre presso Acerno (Salerno). Nota preliminare.
Ann. di Botanica, 77.
- FUNICIELLO R., PAROTTO M., SALVINI F., LOCARDI E., WISE D. (1977):
Correlazione tra lineazioni rilevate con il metodo "shadow" e assetto tettonico dell'area vulcanica del Lazio.
Boll. Geodesia e Sc. Aff., 36.
- MARTINIS B., CAVALLIN A. (1978):
Ground cracks caused by the Friuli earthquake, 1976, from M. Cuarnan and Tremugna Valley.
Proceed. Spec. Meeting on the 1976 Friuli earthquake and the antiseismic Design of Nuclear Installations.
C.N.E.N., Roma.
- PETRINI V. et al. (1980):
Proposta di riclassificazione sismica nel territorio nazionale.
C.N.R., P.F. Geodinamica, Pubbl. n. 361.
- WISE D., FUNICIELLO R., PAROTTO M., SALVINI F. (1979):
Domini di lineamenti e di fratture in Italia.
Ist. Geol. e Paleont. Univ. Roma,
 Pubbl. n. 42, Tip. SARM Roma.

Testo consegnato il 12 maggio 1981.

SCHEMA GEOLOGICO DELL' AREA COLPITA DAL TERREMOTO
DEL 23/11/80 E DIAGRAMMI AZIMUTALI DELLA
FESSURAZIONE INDOTTA NEL SUOLO



1) Depositi carbonatici dell'Unità di M. Croce (Trias sup.-Miocene inf.); 2) Flysch dell'Unità di M. Croce (Serravalliano-Tortoniano); 3) Unità Lagonegrese (Trias medio-Miocene inf.); 4) Unità della Piattaforma carbonatica campano-lucana: Unità dei Monti della Maddalena, del M. Foraporta e dell'Alburno-Cervati (Trias sup.-Miocene inf.); 5) Flysch delle Unità Irpine (Langhiano-Tortoniano) e loro substrato oligo-miocenico nelle unità più esterne; 6) Complesso Sicili de; 7) Zolle di "Flysch Rosso" (Cretaceo sup.-Miocene inf.) trasportate dalle Argille Varicolori del Complesso Sicili de; 8) Flysch calcareo-marmoso della formazione di Corleto Verticava (Cretaceo sup.-Eocene); 9) Flysch di Albanella (Oligocene sup.); 10) Depositi tarso-orogei del Tortoniano sup.-Messiniano; 11) Depositi neo-autocentri del Pliocene sup.-Calabrian; 12) Depositi continentali pleistocenici e olocenici.