

INDIZI GEODINAMICI NELL'AVANFOSSA ADRIATICA
PER UN APPROCCIO INTERPRETATIVO
DI ANOMALIE DI BOUGUER MEDIANTE FILTRAGGIO **

PREMESSA

L'impostazione di questo lavoro consegue dalla presentazione di notizie, risultati e prospettive inerenti ad una ricerca più che decennale, avvenuta in occasione di un Seminario specifico.

L'esposizione tiene quindi conto in parte di talune opportunità didattiche emerse durante la presentazione della stessa, diretta ad un uditorio non coinvolto nel tema della ricerca.

1. - INTRODUZIONE: NOTIZIE SU EVIDENZE GEOFISICHE
E GEODINAMICHE

In questo primo paragrafo vengono forniti, oltre a dati e risultati sull'area studiata, v. Fig. 1.-1, anche riferimenti geofisico-geodinamici di una zona più estesa dell'area in discorso (rientrante nella fascia che riguarda grosso modo il versante adriatico dell'Appennino), ritenuti essenziali per una giustificazione della modellistica proposta, v. le Fig. 1.-2, -3 e -4. Si precisa che detta area è riconoscibile nella fascia diretta NW/SE, che interessa il margine orientale della penisola (eccettuata la Lucania, che attraversa fino allo Jonio): fascia che peraltro localmente si restringe, pur mostrando una sua identità espressa nella denominazione di avanfossa, (v. anche Mantovani & Boschi 1982).

È doveroso il richiamo a lavori (Giese & Morelli 1975, Mongelli et al. 1975), che associarono lo scostamento in direzione NE della zona di anomalie gravimetriche negative (Bouguer) rispetto alla catena appen-

* Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Firenze, Firenze.

** Testo desunto dal Seminario del 15.1.1988, Dipartimento di Scienza dei Materiali, Università di Lecce.

ninica a considerazioni di carattere geo-strutturale a rango regionale, coinvolgendovi anche l'andamento della discontinuità di Mohorovicic per aree italiane e mari circostanti. Menzione viene qui fatta sulla funzione del nucleo paleogenico (SCANDONE 1979), la cui rotazione anti-oraria appare svolgere ruoli determinanti nell'evoluzione geodinamica di geo-strutture afferenti all'area. Facendo riferimento al nucleo paleogenico e ad una generale procedura di filtraggio di anomalie gravimetriche, (CORRADO & RAPOLLA 1977), si sono tracciate famiglie di anomalie sub-regionali ("entro" una fossa gravimetrica regionale, FINZI-CONTINI 1981, con riferimento all'avanfossa, grazie a filtraggi quali-quantitativi). Si confronti fin d'ora anche la Fig. 1.-5.

Questo indirizzo fu originato da uno studio propedeutico, (FINZI-CONTINI 1977b), inteso ad individuare eventuali connessioni tra manifestazioni sismologiche (CIMINO & FINZI-CONTINI 1979, geo-strutture profonde in regime visco-elastico/viscoso, (FINZI-CONTINI 1982a), nonché aspetti gravimetrici ed evidenze geotettonico-geodinamiche, (FINZI-CONTINI 1982b). Alla associazione all'indirizzo adottato [FINZI-CONTINI 1982c, 1983a, b] di notizie a grande scala quali anche elaborazioni sulla Carta delle Temperature Sotterranee (PANICHI et al. in ELIAS 1982), v. Figg. 1.-3, ed informazioni da tele-immagini si attribuisce la funzione di individuare ulteriori sintomi tali da facilitare applicazioni — a scale almeno sub-regionali — a problematiche del territorio, (FINZI-CONTINI 1984a), per ricerche riguardanti vie di comunicazione, (FINZI-CONTINI 1985), per la generazione di superfici topografiche medie teoriche, FINZI-CONTINI 1986a), nonché per l'impostazione di meccanismi di interazione tra superfici, fenomeni franosi e selezionati eventi sismici (FINZI-CONTINI 1986b).

Si condensano nel seguito notizie relative a quanto raccolto e prodotto, rinviando ai lavori citati per dettagli e complementi anche bibliografici: ciò per dedicare maggiore attenzione alla specifica impostazione di questo scritto, pur ricorrendo per chiarezza a talune ripetizioni.

Si rammenta concisamente che il presente indirizzo di ricerca ebbe origine dal citato studio condotto in regime visco-elastico, (NADAI 1963, passim) rivolto alla ricerca di sintomi di correlazioni tra eventi sismici, gravimetrici ed evidenze geotettoniche/geodinamiche, v. anche GIORDANO 1982, INSINNAMO 1982.

Sulla scorta delle acquisizioni accumulate si è elaborato un quadro interpretativo della nota fascia in termini di geo-strutture profonde in evoluzione, suscettibile di una modellizzazione quantitativa: ciò nel senso che, rispettando vincoli gravimetrici, topografici e geodinamici, venissero giustificati altresì — almeno per sotto-insiemi — gruppi di eventi sismici caratteristici dell'area, evidenze geotermiche e configurazioni tettoniche. Il criterio informatore è stato quello di immaginare una situazione geodinamica descrivibile mediante elementi visco-elastici o viscosi — con evoluzioni spazio-temporali (EST) elaborabili singolar-

mente, salve le congruenze ai rispettivi contorni — concorrenti a formare, nel loro insieme, un modello generale.

2. - IMPOSTAZIONE DI UNA MODELLISTICA VISCO/ELASTICA

Come è noto, l'opportunità della trattazione visco-elastica risiede nella circostanza per cui un mezzo visco-elastico non raggiunge una configurazione di equilibrio qualora sottoposto a sollecitazioni anche molto contenute: questa trattazione consente — a differenza di quanto accade comunemente per realizzazioni ingegneristiche, per le quali sono spesso descritte deformazioni contenute (in regime elastico, e quindi per configurazioni non evolventi nel tempo, ma stabili) anche per sollecitazioni non sempre piccole — di impostare per geo-strutture visco-elastiche descrizioni di EST con maggiore aderenza a situazioni reali largamente diffuse.

Si espongono ora ipotesi assunte nella trattazione quantitativa in regime visco-elastico/viscoso di comportamenti delle rammentate geo-strutture profonde e si esemplificano alcune modellistiche elementari, presentate sotto forma di meccanismi atti ad originare eventi traumatici per il territorio.

Si premettono richiami (FINZI-CONTINI1982a) relativi all'indirizzo che si avvale dell'ipotesi lineare, di cui nel seguito. La presenza simultanea delle evidenze costituite: a) dalla assunta rotazione antioraria del nucleo paleogenico con conseguenti azioni di compressione verso l'attuale Mare Adriatico, b) dalla interpretazione quali-quantitativa delle citate famiglie di anomalie gravimetriche ad andamento ovaeggianti mediante (sottili) parallelepipedi verticali (ed allungati in direzione appenninica), e c) dagli andamenti di temperatura da pozzi lungo la rammentata «fossa gravimetrica», si è proposta l'interpretazione di questi parallelepipedi come masse in risalita, anche in conseguenza di effetti in regime viscoso della detta compressione. Tale impostazione offre inoltre schemi giustificativi al riguardo dell'insorgere di eventi sismici cosiddetti superficiali, anche ritardati, nonché di fenomeni franosi di notevole entità.

Per semplicità si adotta l'ipotesi della linearità: essa è stata introdotta per circoscrivere gli aspetti della problematica ad un caso trattabile elementarmente e si articola come segue.

Sotto-ipotesi, a): la velocità di compressione del mezzo viscoso rimane costante oppure è variabile molto lentamente, tanto da poter essere considerata costante all'interno dell'intervallo (di tempo o di spazio) considerato.

Sotto-ipotesi, b): la sollecitazione conseguente nel mezzo viscoso compresso resta comunque al di sotto di valori per cui il fenomeno è sempre lineare; in altre parole, il modulo di velocità E (come le altre

grandezze visco-elastiche) rimane invariato per tutti i valori della velocità di compressione in conseguenza della quale il mezzo viscoso viene sollecitato. Si ottiene (FINZI-CONTINI 1982a, b) per la deformazione unidimensionale normalizzata in funzione di una coordinata temporale pure normalizzata (2-1).

In tali circostanze si è proposto un modello semplice di parallelepipedo viscoso, v. Fig. 2.-1, con comportamento retto dalla (2.-1), v. la Fig. 2.-2, che conduce alla costruzione di famiglie e di curve adimensionali in funzione del rapporto di Poisson ν e del carico (normalizzato) $\bar{\sigma}$ al tetto del parallelepipedo viscoso.

2.1. - *Assemblaggio degli elementi considerati*

È relativamente immediato proporre approssimate modellistiche quantitative, costituite ad es. da un parallelepipedo sottile in risalita (disposto con lo spigolo intermedio verticale), sollecitante dal basso una lastra visco-elastica (al tempo t_0 indeformata ed orizzontale) deformantesi nel tempo a causa della risalita. Si individuano così per diversi modelli andamenti di superfici già orizzontali e via via quindi scostate da tale configurazione, fino ad eventualmente raggiungere quelle critiche, per le quali ad es. collassano per eccesso di deformazione oppure altre masse in equilibrio precario lo abbandonano sollecitate dalla gravità dislocandosi, v. Fig. 2.1.-1.

Rammentando che sintomi gravimetrici analoghi, v. Fig. 2.1.-2, si sono individuati anche nell'Appennino modenese (SALATI 1971) secondo recenti ricerche (FINZI-CONTINI 1987a, 1987b) risulta più prossima la possibilità di effettuazione di sondaggi magnetotellurici mirati lungo l'avanfossa, disposti in condizioni tali rispetto a geo-strutture profonde oggetto di indagini (CIMINO, FINZI-CONTINI & MONTANI 1981, FINZI-CONTINI 1982c) da consentire approcci interpretativi anche in casi di masse tri-dimensionali finite, v. Figg. 2.1.-3, 2.1.-4. E ciò con attenzione per dipendenze delle resistività profonde anche da frequenza (FINZI-CONTINI et al. 1973), temperatura e pressione, in sintonia con quanto si acquisisce da tempo in laboratorio (FINZI-CONTINI & VELICIU 1974, LOSITO & FINZI-CONTINI 1981, BERNABINI et al. 1988) attese le connessioni per ricerche in aree geotermiche (LODDO & MONGELLI 1976, PANICHI et al. 1982, MONGELLI et al. 1984).

Per un assemblaggio che presenta una visione d'insieme per geo-strutture a NE della avanfossa, v. la Fig. 1.-4 ed ancora la Fig. 1.-5.

Riassumendo e schematizzando, allo stato della ricerca si individua una modellistica geofisica a grande scala — vincolata ad acquisizioni aggiornabili — da considerare come un quadro generale di riferimento per aree appenniniche rientranti nella zona di avanfossa: modellistica

composta a sua volta da gruppi di «sistemi esperti», specializzati su diverse tematiche riguardanti sia territorio che ambiente, abili a dialogare con un operatore inteso ad effettuare scelte.

2.2. - Indirizzi per filtraggi gravimetrici

Attesa la configurazione delle risultanze gravimetriche (Bouguer) nell'avanfossa (FINZI-CONTINI 1977B, 1979, 1980, 1982d), l'impostazione di una indagine condotta grazie a filtraggi gravimetrici si propone facilitata dalla preventiva individuazione dei lineamenti principali per le ipotizzate geo-strutture profonde ivi sepolte. La singolare periodicità con cui famiglie di anomalie a rango sub-regionale si presentano lungo l'avanfossa e gli andamenti ad essa trasversali suggeriscono già notizie su dimensioni di griglie e/o maglie, oltre che intervalli di valori. L'accesso ad ampie acquisizioni, ormai disponibili unitamente alle informazioni sulle quote medie, pure disponibili a livello nazionale, rendono ora attuali sia impostazioni di programmi come pure aggiornamenti ad affinamenti automatici. La modellistica gravimetrica pertanto, da considerarsi propeudeutica ad ogni impostazione interpretativa in senso visco-elastico/viscoso, costituisce in prospettiva sia la base per approcci quantitativi, sia il riferimento per le risultanze offerte da modellistiche integrate.

3. - ELEMENTARI MODELLI VISCO-ELASTICI SOTTOPOSTI A BRUSCHE SOLLECITAZIONI

Si applicano ora le considerazioni precedenti a geo-strutture sollecitate da cosiddette brusche sollecitazioni (FINZI-CONTINI 1988) per casi semplici.

3.1. - Un semplice approccio formale

Un caso molto schematico (cfr. NADAI, op. cit., p. 300, e ad es. SPIEGEL 1977, pp. 95-96; FINZI-CONTINI 1988), ma già di interesse per talune considerazioni applicative, è quello della simulazione di una geo-struttura mediante la piastra viscosa PV secondo il caso particolare della (3-1).

$$N_0 \frac{\partial^4 \dot{w}}{\partial x^4} = t_0 \dot{p} + p \quad , \quad (3-1)$$

per $k = 0, p = p(x,t)$ (3-1)'

La geo-struttura, di cui per la (3-1) si studiano le deformazioni permanenti per carichi ridotti alla sola $p = p(x, t)$, è immaginata rappresentabile dalla PV, di andamento incognito $w = w(x, t)$, ai cui estremi (in quota e pendenza) si impongono opportune condizioni al contorno. A tale geo-struttura è applicata (qui in $x = L/3$) la detta forza per unità di superficie $P = P_0 \cdot P(x) \cdot f(t)$, che simula l'effetto di azioni meccaniche concentrate, di andamento nel tempo proporzionale a $f(t)$, provenienti da regioni inferiori alla geo-struttura considerata, v. ad es. la Fig. 3.1.-1. Si ha quindi

$$\{\partial^4 (\partial w / \partial t) / \partial x^4\} = [t_e P_0 \cdot P(x) \cdot f'(t) + P_0 \cdot P(x) \cdot f(t)] / N_0,$$

essendo ad es.

$$(3-1)''$$

$P = P_0 \delta(x - L/3) \cdot f(t)$, perpendicolare ad x nel piano $x - w$, per $f(t)$ derivabile, L -trasformabile e di andamento almeno tale da poter rappresentare una brusca sollecitazione, lo sviluppo formale rammentato sopra, conservando la condizione iniziale anticipata

$$w(x, 0+) = 0, \quad (3-2)$$

si può ad es. particolarizzare nelle (compatibili) condizioni al contorno

$$w(0) = w(L) = 0, \quad w'(0) = w'(L) = 0, \quad \text{per ogni } t > t_1 \quad (3-2)'$$

adottando inoltre

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{per } 0 < t < t_1 \\ e^{-b(t-t_1)} & \text{per } t_1 < t \end{cases} \quad (3-3)$$

L -trasformando due volte (parametri s ed r , per gli spazi-immagine del tempo e dello spazio rispettivamente), si ottiene di seguito

$$\frac{d^4 W(x, s)}{dx^4} = \frac{1 - bt_e}{N_0} P_0 \delta(x - L/3) \left(e^{-t_1 s} / s(s+b) \right) \quad (3-4)$$

$$r^4 W(r, s) - r^3 W(0, s) - r^2 W'(0, s) - r W''(0, s) - W'''(0, s) = \frac{1 - bt_e}{N_0} P_0 e^{-Lr/3} \cdot \frac{e^{-t_1 s}}{s(s+b)} \quad (3-5)$$

e quindi per la funzione $W(s, r)$ si ha

$$W(r, s) = \frac{C_1}{r^3} + \frac{C_2}{r^4} + \frac{1 - bt_e}{N_0} \cdot P_0 \cdot e^{-Lr/3} \cdot \frac{e^{-t_1 s}}{s(s+b)} \quad (3-6)$$

Quindi, anti- L -trasformando due volte, si ottiene

$$w(x, t) = \begin{cases} \frac{1}{2} v_1^2 + \frac{1}{6} c_2 & 0 \leq x \leq L/3 \\ \frac{1}{2} v_1^2 + \frac{1}{6} c_2^3 + \frac{1}{6} \left(\frac{1 - bt_e}{b N_0} \right)^{b(t-t_1)} \left(x - \frac{L}{3} \right)^3 & L/3 \leq x \leq L \end{cases} \quad (3-7)$$

Tenendo ora presenti le (3-3) per $x = L$, si ha

con

$$C_1 = \frac{4LP_0}{27} \cdot \frac{1 - bt_e}{b N_0} \cdot \left(1 - e^{-b(t-t_1)} \right) \quad (3-8)$$

$$C_2 = \frac{20P_0}{27} \cdot \frac{1 - bt_e}{b N_0} \cdot \left(1 - e^{-b(t-t_1)} \right) \quad (3-9)$$

ed infine, per $\mathcal{P}_e = P_0 \left((1 - bt_e)/b N_0 \right) \left(1 - e^{-b(t-t_1)} \right)$,

$$w(x, t) = \begin{cases} 2 \mathcal{P}_0 x^2 (3L - 5x) / 81 & 0 \leq x \leq L/3 \\ 2 \mathcal{P}_0 x^2 (3L - 5x) / 81 + \mathcal{P}_0 \left(x - \frac{L}{3} \right)^3 / 6 \frac{L}{3} & L/3 \leq x \leq L. \end{cases} \quad (3-10)$$

L'ultima relazione dà la deformazione $w(x, t)$, per gli andamenti scelti in $p(x)$ ed $f(t)$, caso proposto a puro scopo esemplificativo. Anche da questo semplicissimo caso già si ricava un significativo comportamento delle EST per una piastra viscosa, con riferimento a perturbazioni rappresentabili con una brusca sollecitazione localizzata (si rammenti tuttavia che la situazione si ripete, per le ipotesi assunte, uguale a sé stessa lungo l'asse y , del quale in figura appare solo la traccia puntiforme in O), il cui andamento è riconducibile ad un decadimento di tipo esponenziale, susseguente alla «brusca» sollecitazione all'istante $t = t_0$. Gli esempi di cui alla Fig. 3.1-2 mostrano invece anti-L-trasformate, conseguenti a funzione impulsiva e a gradino, applicabili in caso proposto.

Un esempio qualitativo di sovrapposizioni e nello spazio e nel tempo è proposto nella Fig. 3.1-3.

3.2. - Esempi di applicazioni a successioni storiche

A proposito del succedersi di collassi, gli esempi storici (per altre notizie v. COMMANDINI 1956, passim) che allo stato si ritiene di citare, ricadenti entro la «zona di avanfossa adriatica» (FINZI-CONTINI 1986a, b, 1987a), sono (sc = scossa; trr = terremoto; fr = frana; i capoluoghi di provincia sono indicati con le targhe)

		ROMAGNA	MARCHE
170312	000+	rov. fr. S. Agata-Sarsina (FO)	evento e località
g m a	ora	evento e località	viol. sc. trr MC, TE, CH
250809	1305		spav. fran.to Pennabilli-Carpegna
241209			
300710	0230	sensibile sc a FO	
010710	0226	altra sc. avvertita a FO	
020810	1440	nuova sc. a FO	
	1800	altra sc. ivi	
230810	0400	di nuovo trr a FO	
030212	0715		sc. trr MC
110212	0300		sc. trr MC; spec. fuori S. Severino
	0400		id. id.
210312	0800	formando lago sul Torr. Rio squarciarsi (fr) Monte alto e va ad unirsi lato opposto altro monte, formando sponda Fiume Savio, le cui acque formano un lago	
280312	2030	a FO, Cesena sc trr	
150412	0310	sc trr FO	
050612	2248	sc trr FO e dintorni	
081213	0114		forse sc. MC
140313			grossa fr Torre Palme (Fermo-AP)
070413	????		ripet. sc terr AN (anche gg prec.)
071013	0900	due sc in Romagna	
081013	0800	sc trr FO	
091013	0035	sc trr FO	
	2323	ripetuta ivi	
171013	????	ripetute sc FO (notte)	
181013	0237	trr FO	
071214	0545	(a. m.?) legg. sc FO	
151016	????	sens. scossa FO; notte	
220417	1040	sc molto sensib. FO seg. da altra «più forte» (sic!)	
151016	????	sensib. sc trr in FO; notte	
030518	1000		forte trr AN
100722	????		forte trr AN
130824	????	freq.issime sc trr da due gg S. Piero in Bagno e App. Tosc.	

Si nota che in queste successioni storiche (v. per le Marche ad es. CASSINIS 1984) si inseriscono fenomeni franosi tra eventi sismici; ciò rientrerebbe nel seguente schema elementare, nell'ipotesi della geo-struttura simulabile mediante piastra visco-elastica, sopra esemplificata per un semplice caso in regime viscoso:

— all'instaurarsi della brusca sollecitazione si hanno propagazioni di onde elastiche e quindi manifestazioni sismiche (che possono innescare direttamente processi franosi);

— al perdurare della brusca sollecitazione (ad es. per funzione a gradino o per funzione esponenziale decrescente) si ha accumulo di deformazione viscosa della geo-struttura profonda, con pendenze via via crescenti: questa evoluzione può innescare a sua volta altri fenomeni di tipo franoso superiormente alla geo-struttura stessa;

— a seguito di una prolungata azione della brusca sollecitazione si instaurano altri collassi (successivi eventi sismici) per eccesso di deformazione, anche posteriormente al verificarsi dei suddetti fenomeni franosi: cfr. il caso della piastra visco-elastica di lunghezza infinita, sollecitata periodicamente lungo x per carico a gradino in NADAI (op. cit., p. 303).

Risulta manifesta, v. Fig. 3.2.-1, l'opportunità di un controllo areale per lo studio di consimili successioni storiche: eventi delle due successioni presentate si potrebbero tentativamente ascrivere ad uno stesso processo evolutivo, in quanto afferenti ad aree interessate dalla stessa famiglia di iso-anomale gravimetriche sub-regionali, caratterizzata dall'«alto» locale nella zona del Monte Conero. Questo schema estremamente semplificato si presenta suscettibile di adeguamenti più aderenti a situazioni reali, adottando criteri di sovrapposizioni sia nel tempo che nello spazio.

3.3. - *Schema di indirizzo per ricerche di previsione integrate*

In precedenza si è mostrato come mediante modellistiche in ambito visco-elastico/viscoso (nell'ipotesi lineare e assumendo valida la sovrapposizione degli effetti) studiate alle L-trasformate per casi specifici e recependo informazioni anche storiche, si propongono interpretazioni relative a successioni di avanti determinanti collassi in aree geo-strutturalmente contigue; in particolari circostanze si ha accumulo delle deformazioni. Inoltre si possono verificare collassi anche da parte delle velocità di deformazione, ad es. per sovrapposizioni di effetti da brusche sollecitazioni.

Lo scopo di questo indirizzo pertanto consiste nell'istruire, per una data area, una modellistica esperta, atta a recepire continuamente apporti ed implementazioni, che nell'ambito di EST visco-elastiche offra

scelte tra ventagli di scenari per la premonizione di situazioni di collasso e/o di catastrofe. Tali ricerche si possono articolare come segue: indagini storiche su frane, sismi e collassi; filtraggi gravimetrici e mappe di quote medie; recepimento di notizie geo-morfologiche e geofisiche-geodinamiche; impostazione della modellistica di base con controlli nel tempo. Inoltre si configurano le seguenti fasi, secondo cui le indagini potrebbero procedere: raccolta delle notizie e loro continuo aggiornamento; selezione delle modellistiche elementari; interpretazioni geofisiche integrate in ambito geo-strutturale visco-elastico e loro monitoraggio geofisico-geologico quasi-continuo; inserimento di dati aggiornati nella modellistica esperta; produzione di scenari per le EST attese; estensione delle metodologie ed altre emergenze consimili.

L'impiego di procedure di filtraggio di anomalie gravimetriche — di Bouguer come in aria libera — costituisce nella fattispecie un agile e remunerativo approccio alla individuazione sistematica di sintomi di geo-strutture profonde per la costruzione di compatibili geometrie di modello.

Dal programma esposto — contemplante l'estensione della indagine al comportamento di geo-strutture profonde visco-elastiche sollecitate da brusche sollecitazioni — si avrebbero ricadute anche di rilevanza applicativa: la rappresentazione nel tempo di EST a scala almeno sub-regionale e l'acquisizione di elementi per la valutazione di grandezze afferenti a manifestazioni a lungo termine configurabili come collassi. Opportune particolarizzazioni, a breve e/o a lungo termine rispettivamente — desunte da applicazioni di metodi alle L-trasformate — permetteranno quindi, nell'ambito della sovrapposizione degli effetti, di gestire aspetti di EST anche all'insorgenza di brusche sollecitazioni e di rappresentare possibili mutue interferenze tra sismi, fenomeni franosi e dislocazioni in modo non soltanto qualitativo. In tale ottica, il considerare particolari situazioni locali nell'ambito della teoria dei sistemi consentirà trattazioni vincolate energeticamente (FINZI CONTINI 1987a, b; RINALDI 1981, passim).

4. - CONCLUSIONI

Per quanto riguarda finalità ed eventuali ricadute applicative di questa linea di ricerca, già sembra lecito proporre fin d'ora le seguenti considerazioni:

— questo indirizzo — sia pur tentativamente e nei limiti di un quadro sintetico che media drasticamente episodi locali — può costituire un riferimento qualitativo per interpretare eventi di una fenomenologia non semplice, come per l'avanfossa;

— i processi di EST delle geo-strutture sono pensati modificabili ed

aggiornabili, accogliendo notizie ed acquisizioni relative ad ulteriori apporti — storici, strumentali, geologici, tecnologici — anche a livelli di approssimazione del secondo/terzo/..... ordine, utilizzando sotto-programmi di interesse specifico;

— la generazione di superfici topografiche teoriche medie, conseguenti, ad EST di geo-strutture profonde in regime visco-elastico, consente di impostare già alle scale intermedie schemi di valutazioni su tendenze di assetti di grandi masse in senso geofisico/geodinamico, attese le prerogative dei mezzi visco-elastici e conseguentemente i loro comportamenti nel tempo. L'estensione delle indagini ai mezzi plastici potrà costituire una fase successiva, che comporterà revisioni dei criteri di modellizzazione.

Applicazioni da questa ricerca interdisciplinare — considerando a sua volta questo lavoro propedeutico — si ravvisano nelle connessioni tra problematiche in senso lato geofisiche (con più diretto riferimento a collassi meccanici) ed effetti su sistemi di vie di comunicazione interessanti aree in evoluzione, recependo vincoli forniti da un ampio arco di discipline, accrescendo l'attendibilità di specifiche modellistiche. Tra questi controlli emergono quelli forniti dal tele-rilevamento — ottenuti in tempo quasi-reale rispetto alle durate dei fenomeni in gioco — le cui notizie consentono di aggiornare interpretazioni di messi di dati analitici raccolti sia al suolo che grazie a metodi geofisici di tele-misura e/o tele-trasmissione. Si accenna anche a dati desumibili dallo studio di frane o paleo-frane: le une e le altre intese come memorizzazioni del sistema e quindi come cause o concause di altri vincoli. Analogamente, progetti di recupero per insediamenti ed ambienti, diversi per consistenza e valore, nel quadro della protezione antisismica — vista in una larga accezione — individueranno scelte realistiche interagendo con sotto-sistemi desunti da modellistiche esperte.

L'indirizzo proposto si configura quindi come un'ipotesi di lavoro — sviluppabile nei dettagli — per elaborare scenari riguardanti EST di geo-strutture visco-elastiche/viscose a livello sub-regionale, al fine di individuare linee interpretative interdisciplinari, integrate da controlli incrociati, in vista ad es. di specifiche indagini a terra. Tale ipotesi — ristretta finora al regime visco-elastico — accoglie anche vincoli di tipo energetico, consentendo in prospettiva di considerare sistemi meccanici anche dissipativi di (modelli di) geo-strutture coinvolte in vicende, quali terremoti e frane.

RINGRAZIAMENTI

Il più sentito ringraziamento dello scrivente va alla prof.ssa M. T. Carrozzo ed alla Direzione del Dipartimento di Scienza dei Materiali dell'Università di Lecce per la possibilità offertagli di organicamente esporre nel Seminario del 15-1-1988, presso il Collegio Fiorini, l'iter, i progressi e le risultanze di una ricerca ormai più che decennale.

E' altresì gradito rammentare che tematiche relative al presente lavoro sono state affrontate anche nell'ambito di ricerche di cui ai finanziamenti MPI 60% (esercizi 1984 e 1985) e 40% (esercizi 1984 e 1985) a suo tempo concessi allo scrivente.

Si ringraziano poi nel modo più sentito le Amministrazioni Provinciali di Chieti e Comunale di Ortona (CH) per le sensibilità mostrate nel focalizzare alcuni aspetti specifici di problematiche connesse a queste indagini, per quanto concerne in particolare la Provincia di Chieti, nonché il dott. P. Angelo per la efficace guida alle escursioni in selezionate località delle province di Chieti e Pescara.

Si ringraziano vivamente inoltre il dott. Giaccone per la ricerca di alcune specifiche informazioni di carattere storico ed il dott. Polonara, Geologo presso la Regione Marche, per le notizie fornite a proposito della cosiddetta Grande Frana di Ancona.

SOMMARIO

Un approccio modellistico costruito su evidenze geofisiche e geodinamiche — iniziato in ambito visco-elastico e proseguito in quello viscoso — è stato proposto per interpretare manifestazioni sub-regionali non solo geo-morfologiche lungo aree afferenti all'Appennino Centrale e Meridionale; manifestazioni rientranti a loro volta in uno schema di rango regionale. Tale approccio comporta lo studio di deformazioni visco-elastiche di geo-strutture simulate mediante la modellistica stessa.

Una trattazione elementare di conseguenze attribuibili a questo processo di deformazione consente di connettere alcuni meccanismi franosi, riconducibili ad una fenomenologia che si ripresenta in gran parte delle aree della fascia costiera delle Marche, dell'Abruzzo e del Molise nonché della Basilicata nel complesso. Si presentano estensioni dell'indirizzo, dando atto anche di ricadute di interesse sismologico-geotecnico, qualora si considerino effetti da brusche sollecitazioni trattate alle L-trasformate.

SUMMARY

A modelling procedure based upon both geophysical and geodynamical evidences — firstly framed up in the visco-elastic domain and then provided with original extensions in the purely viscous one, according to very simple hypotheses — has been used to interpret a number of features at sub-regional scale. It has been pointed out that these features show comparable aspects along the Adriatic side of both Central and Southern Appennine and are also inserted within a regional scheme. This approach considers deformations of geo-structures represented by this procedure.

According to a simplified discussion of a number of consequences caused by this deformation process, one is able to envisage some landslide mechanism framed up within a scheme, which coherently can be seen along areas of Marche, Abruzzi, Molise and Lucania's as well. Other consequences are outlined to, mention being also made of seismological-geotechnical aspects connected with this approach in the frame of the L-Transform.

BIBLIOGRAFIA

- BERNABINI M., BORELLI G. B., LOSITO G., FINZI-CONTINI G. e TROVA A. - Su una apparecchiatura da laboratorio per lo studio di proprietà elettriche ed elastiche di lito-tipi in condizioni termo-bariche di interesse geotermico. Lavoro presentato al Conv. Naz. GNGTS/CNR, 17-19/11 1986, Roma.
- CASSINIS R., 1984 - Contributo del Telerilevamento allo studio della Grande Frana di Ancona (13 dic. 1982), Atti Conv. Naz. Esperienze e Prospettive del Telerilevamento, 9-11/5 1984, pp. 739-750, Bari, 1984.
- CIMINO A. & FINZI-CONTINI G. - Dati sismologici per la penisola italiana confrontati con una particolare modellistica meccanica. Atti Ist. Geof. Min., Univ. Palermo, I, 1978/79, 75-90, 1979.
- CIMINO A., FINZI-CONTINI G., and MONTANI C. - Studyng selected magnetotelluric responses of a semi-permanent field station in North-Western Sicily. Atti e Mem. Accad. Pat. Sci., Lett. ed Arti, V. XCII (1979/1980), P. II. Cl. Sci. MM. e NN. 29-30, 1981.
- CORRADO G. & RAPOLLA A. 1977 - Structural model of Italy deduced by gravity data (MAPS). CNR, Geodynamic Project, Operative Unit 5-2-7, Map n. 3.
- DOETSCH G. - Guide to the applications of the Laplace and Z-Transforms. VNR, London; 2^a ed. ingl. XII-240 pp.; 1971.
- COMANDINI A. - L'Italia nei cento anni del secolo XIX. Vol. I: 1801-1825, Riprist. 1956, 1369 pp.; Antonio Vallardi Ed. (per fasc.); 1956.
- FINZI-CONTINI G. - Theoretical study on membrane polarization and complex mobility in moist rocks. Geol. Surv. of Canada Paper, 71, I-B, 23-24, 1971.
- FINZI-CONTINI G.: - Su un moderno indirizzo per l'interpretazione congiunta di sondaggi elettrici e sondaggi magnetotellurici per lo studio di aree di interesse geotermico. Atti Conv. Naz. «Geotermia e Regioni», Chianciano (SI), 14-16 apr. 1977; 327-338; Giunta Reg. Toscana, Nuova Grafica Fiorentina, Firenze, 1977a.
- FINZI-CONTINI G. - An elementary mechanical model for the Apennine range areas. Riv. It. Geof. & Sc. Aff., IV, 5/6, 221-224, 1977b.
- FINZI-CONTINI G. - L'impostazione e gli sviluppi di una ricerca interdisciplinare finalizzata alla localizzazione di aree di interesse geotermico. Atti Conv. Naz. «I Progetti Finalizzati e i problemi del Paese», Montecatini (PT), 9-11 genn. 1978, Quad. de «La Ric. Scient.», 102, CNR, Roma, 396-400, 1978.
- FINZI-CONTINI G. - Considerations sur quelques proprietes electriques des aqui-

- fères et sur la possibilité de les utiliser dans un'e perspective interprétative améliorée. Atti Coll. Int. «Problematiques et gestions des eaux interieures», Liegi, 16-19/5 1978, 250-258, 1979.
- FINZI-CONTINI G.: Ricerche di resistività con i metodi magnetellurico e geoelettrico inquadrate nello studio di aree di interesse geotermico. Atti I° Sem. Inf. PFE/SPEG, «Energia Geotermica: Prospettive aperte dalle ricerche del CNR», Roma, 18-21/12 1979, PEG Ed., Milano, 1980.
- FINZI-CONTINI G. - Evoluzione spazio-temporale di geostrutture visco-elastiche/viscose e modellistiche geodinamiche. Atti Accademia Patavina Sc., Lett. Arti Mem. Cl. Sci. MM. e NN., A.A. 1980/81, vol. 93, p. II, pp. 93-103, 1982a.
- FINZI-CONTINI G. - Una modellistica viscosa per geostrutture profonde interessante la penisola italiana ed evidenze geofisiche e tettoniche. Atti I Conv. GNGTS/CNR, Roma, 3-5/11 1981, 1982b.
- FINZI-CONTINI G. - Geostrutture visco-elastiche per un modello parziale dell'area appenninica. Atti Ist. Geof. Min., Univ. di Palermo, II, 1980/82, 43-61, 1982c.
- FINZI-CONTINI G. - Prospezioni magnetotelluriche nel Graben del Campidano, Ricerche geotermiche in Sardegna con particolare riferimento al Graben del Campidano. CNR-UFE-RF 10, Pisa, sett. 1982, PEG, Milano, 164-180, 1982d.
- FINZI-CONTINI G. - Gravimetrical Models for Deep Anomaly Sources along Eastern Apennines, Based on Large-Scale Geo-information. II E.U.G. Meeting, 28-31/3, 1983, Strasburgo, 1983a.
- FINZI-CONTINI G. - Modelli gravimetrici per geostrutture appenniniche profonde in connessione con informazioni da immagini «MSS». Atti Accad. Fis., XV, II, 39-40 (somm.; bibl. ess.), 1983b.
- FINZI-CONTINI G. - Ricadute territoriali di una modellistica visco-elastica per l'area dell'Appennino centro-meridionale. Lavoro presentato al Conv. Int.le di Studi «Il Recupero del Territorio», 17-20/5 1984, Udine, 1984a.
- FINZI-CONTINI G. - Considerazioni su geostrutture profonde sub-regionali in regime visco-elastico e vie di comunicazione nell'Appennino Centrale. Lavoro presentato al 4° Conv. Naz.le GNSTS/CNR, Roma, 29-31/10 1985, 1985.
- FINZI-CONTINI G. - Visco-Elastic Models and Tentative Topographical Evolutions. Lavoro presentato alla Eighth European Conference on Earthquake Engineering, Lisbona, 7-12/9 1986, 1986a.
- FINZI-CONTINI G. - Schemi di connessioni tra fenomeni sismici e fenomeni franosi per modelli tridimensionali visco-elastici. Lavoro presentato al 5° Conv. Naz.le GNGTS/CNR, 17-19/11 1986, Roma, 1986b.
- FINZI-CONTINI G. - Possibili meccanismi franosi nell'ambito dei bacini dei fiumi Pescara, Alento, Moro, Feltrino e Sangro. Testo integrato della Conferenza tenuta il 15/2/87 in Ortona. In corso di stampa anche a cura della Amm.ne Prov.le di Chieti, 1987a.
- FINZI-CONTINI G. - Visco-elastic models for deep Apennine geo-structures and possible connections with Adriatic micro-plate areas. Lavoro presentato al 5° MEGS, 6-9/10 1987, Dubrovnik, 1987b.
- FINZI-CONTINI G. - Modelli elementari per geo-strutture visco-elastiche interessati da brusche sollecitazioni. Lavoro inviato alla... 1988.
- FINZI-CONTINI G., LOSITO G. & TURRIANI C. - Effects on Magnetotelluric Master Curves Caused by the Electrical Conductivity Frequency-Dispersion. Riv. It. Geof., XXII, 3/4, 211-212, 1973.

- FINZI-CONTINI G. & VELICIU S. - Electrical Parameters for Clay Samples in the Frequency and Temperature Dependence (First Results). *Geothermics*, 3, 1, 25-30, 1974.
- GIESE P. & MORELLI C. - Crustal structure in Italy CNR, Quad Ric. Sci. Structural Model of Italy Editors: Ogniben L., Parotto M. & Praturlon A., 90, 453-489, 1975.
- GIORDANO R. - Modellistiche visco-elastiche nel quadro sismologico-gravimetrico del versante orientale dell'Appennino. Tesi di Laurea, Univ. di Palermo, A.A. 1981/82, 1982.
- INSINNAMO M. C. - Criteri di differenziazione di aree sismogenetiche nel quadro geofisico del versante adriatico dell'Appennino. Tesi di Laurea, Univ. di Palermo, A.A. 1981/82, 1982.
- LODDO M. & MONGELLI F. - Tentativo di una mappa del flusso geotermico in Italia. *Mem. Soc. Geol. It.*, suppl. 2, Vol. XIII, 1974, Pisa, Arti Grafiche Pacini Mariotti, 1-5, 1976.
- LOSITO G. & FINZI-CONTINI G. - Laboratory Instrumentation to Study Changes of Electrical Conductivity of Rocks with Frequency, Temperature and Pressure. *Geoph. Prosp.*, 29, 923-931, 1981.
- MANTOVANI E. & BOSCHI E. - Short period Rayleigh wave dispersion in the Calabrian Arc and surrounding regions. In «Structure, evolution and present dynamics of the Calabrian Arc», edited by E. Mantovani & R. Sartori, *Earth Evol. Science*, 3, 266-270, 1982.
- MONGELLI F., CIARANFI N., TRAMACERE A., ZITO G., PERUSINI O., SQUARCI P. & TAFFI L. - Contributo alla mappa del flusso geotermico in Italia: misure dalle Marche alla Puglia. *Atti 2° Conv. GNGTS*, 12-14/12 1983, 737-763, 1984.
- MONGELLI F., LODDO M. & CALCAGNILE G. - Some Observations on the Apennines Gravity Field. *Earth Pl. Sci. Letters*, 24, 385-393, 1975.
- NADAI A. - *Theory of Flow and Fracture of Solids*. Mc-Graw Book Co., New York, Vol. 2°, xiv-705 pp., 1963.
- PANICHI C. et al & FUNICIELLO R., PAROTTO M., & PRATURLON A. et al. - Valutazione delle risorse geotermiche del territorio nazionale (SPEG) (in Elias G., *Progetto finalizzato Energetica 1976-1981*, 2ª Ed. agg. e corr., IIª rist., p. 240), 85-92, CNR, Roma, 1982.
- RINALDI S. - *Teoria dei sistemi*. clup, Milano, 1981.
- SALATI A. - Studio gravimetrico dell'Appennino settentrionale. Tesi di Laurea, Univ. di Modena, A.A. 1970/71.
- SCANDONE P. - *Origin of the Tyrrhenian Sea and Calabrian Arc*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 98, 27-34, 1979.
- SPIEGEL M. R. - *Trasformate di Laplace*. Etas Libri, Milano, 261 pp., 1976.
- ZUMPARO G. - 1982, *Sistemi e tecniche di telerilevamento aerospaziale*, 362 pp., CNR.

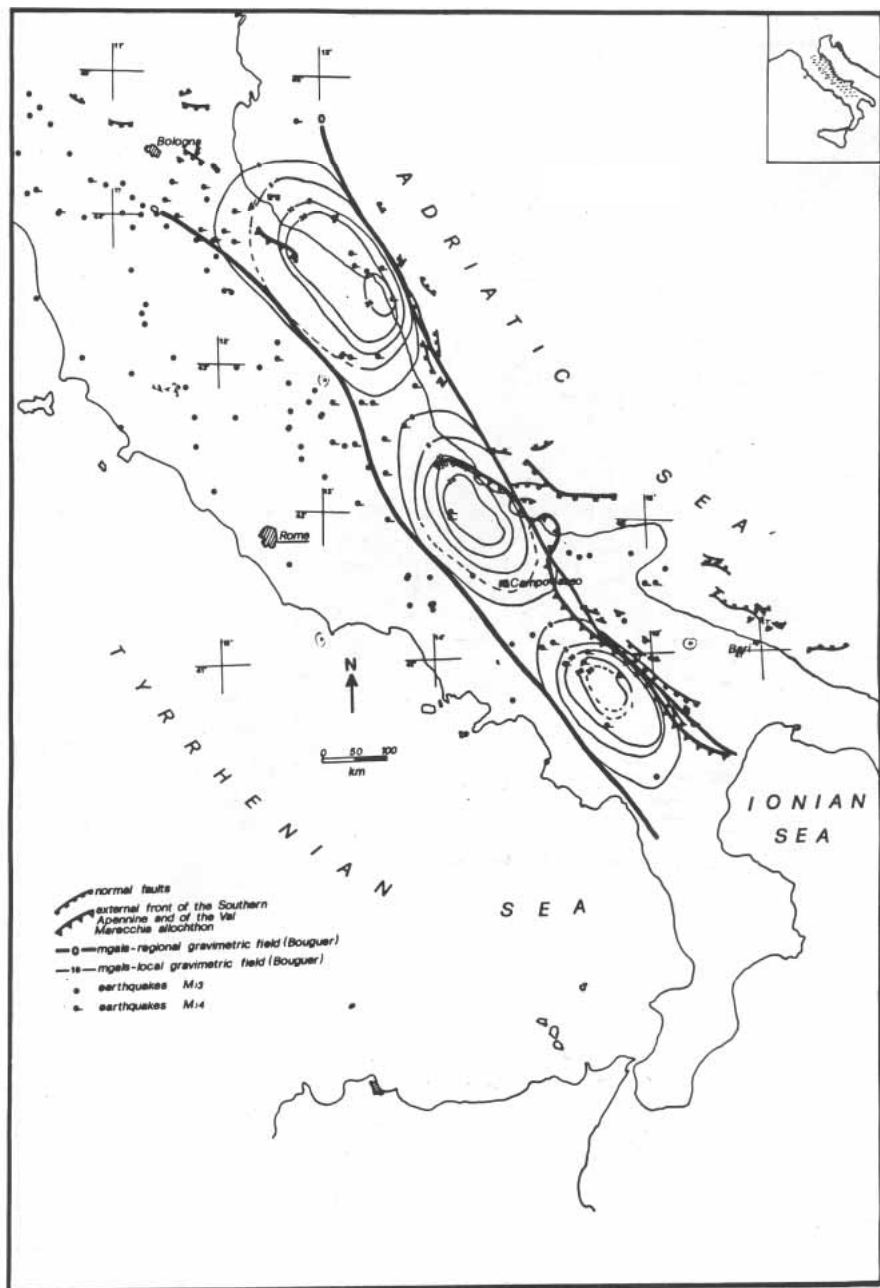


Fig. 1. -1 - Risultanze geofisiche in un contesto geo-tettonico della penisola; vedasi anche FINZI-CONTINI 1982b.

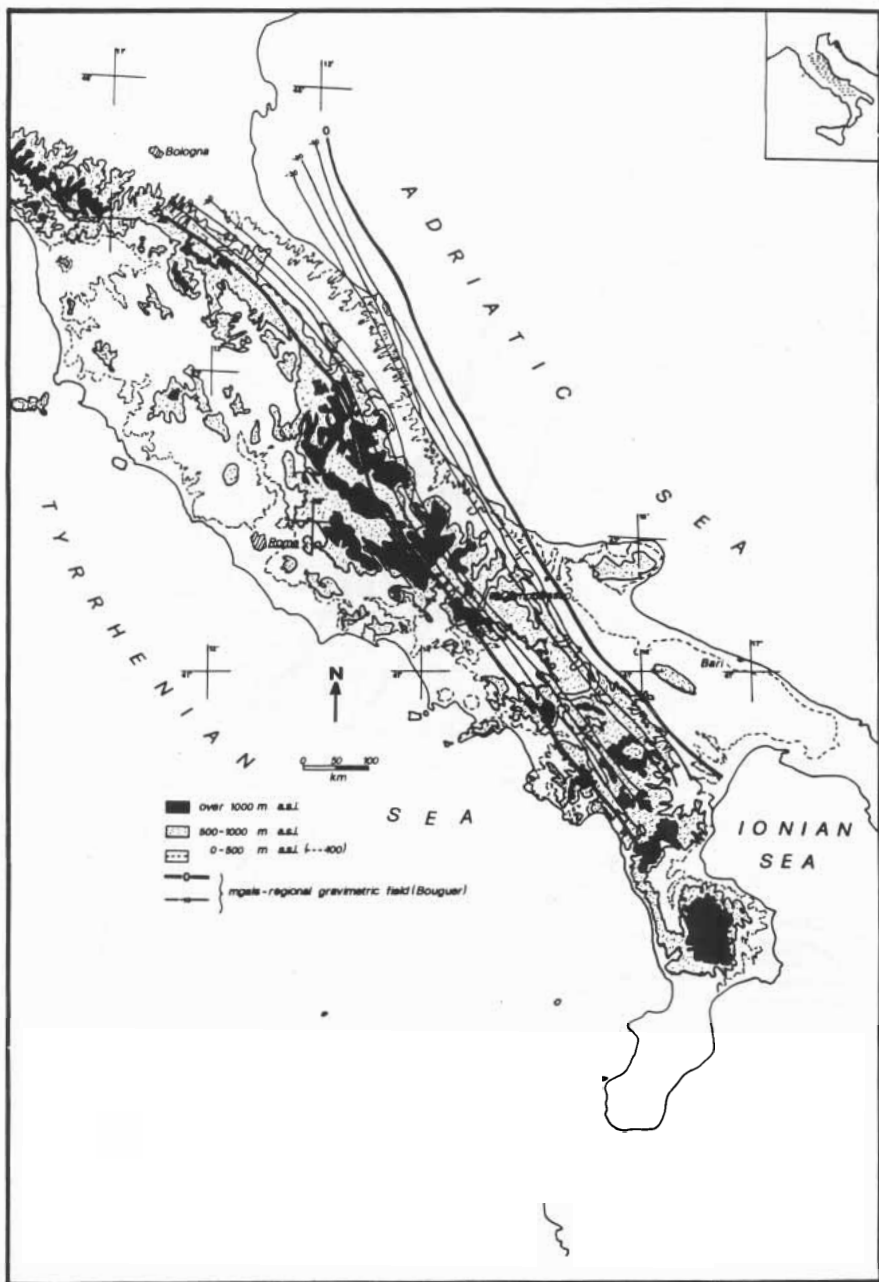


Fig. 1. -2 - Campo gravimetrico regionale (Bouguer) presentato insieme ad una schematizzazione del rilievo ed ad una elaborazione della Carta delle Temperature di cui in PANICHI et al. 1982b.

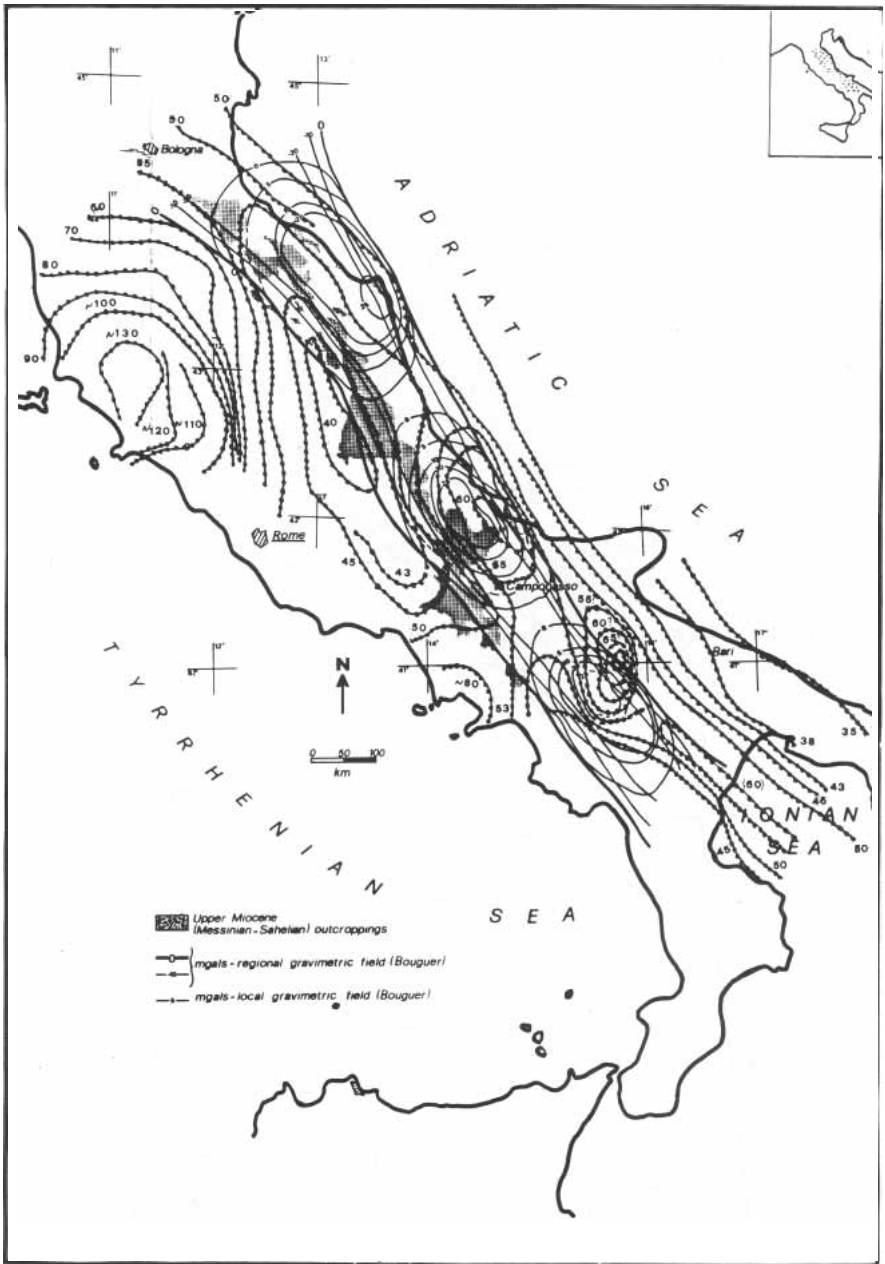


Fig. 1. -3 - Campi gravimetrici regionali e sub-regionali (Bouguer) paragonati con l'elaborazione di cui alla Fig. 1. -2.

Le linee continue marcate da punti rappresentano interpolazioni di valori di temperatura in pozzo, riferiti convenzionalmente a 2000 m sotto il piano di campagna.

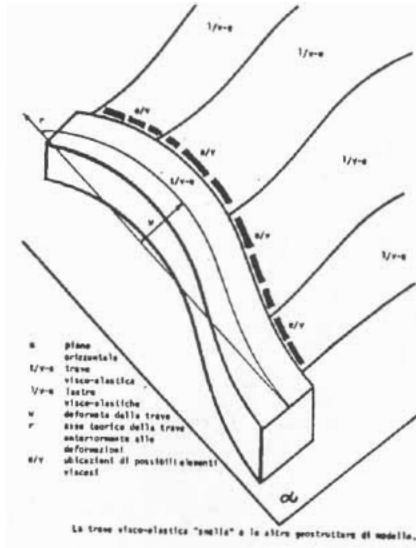


Fig. 1. -4 - Schema di assemblaggio di geo-strutture visco-elastiche e/o viscosi; vedasi anche FINZI-CONTINI 1982a, 1982b.

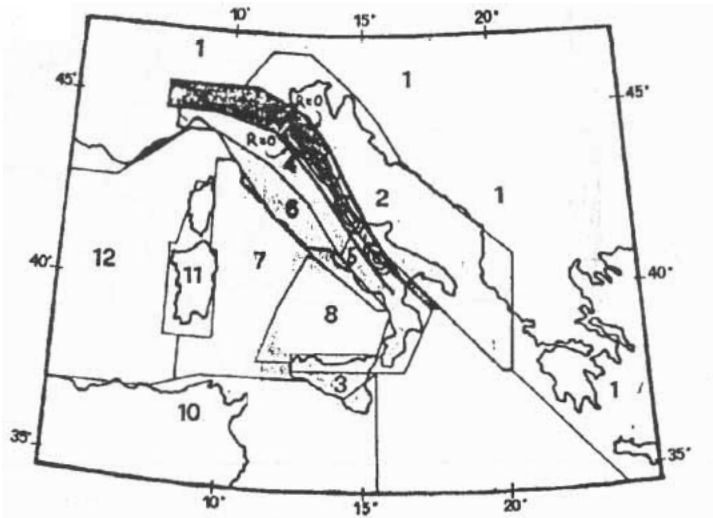


Fig. 1. -5 - Confronto tra i campi sub-regionali di cui alla Fig. 1. -3 e la zona di avanfossa proposta da MANTOVANI & BOSCHI 1982.

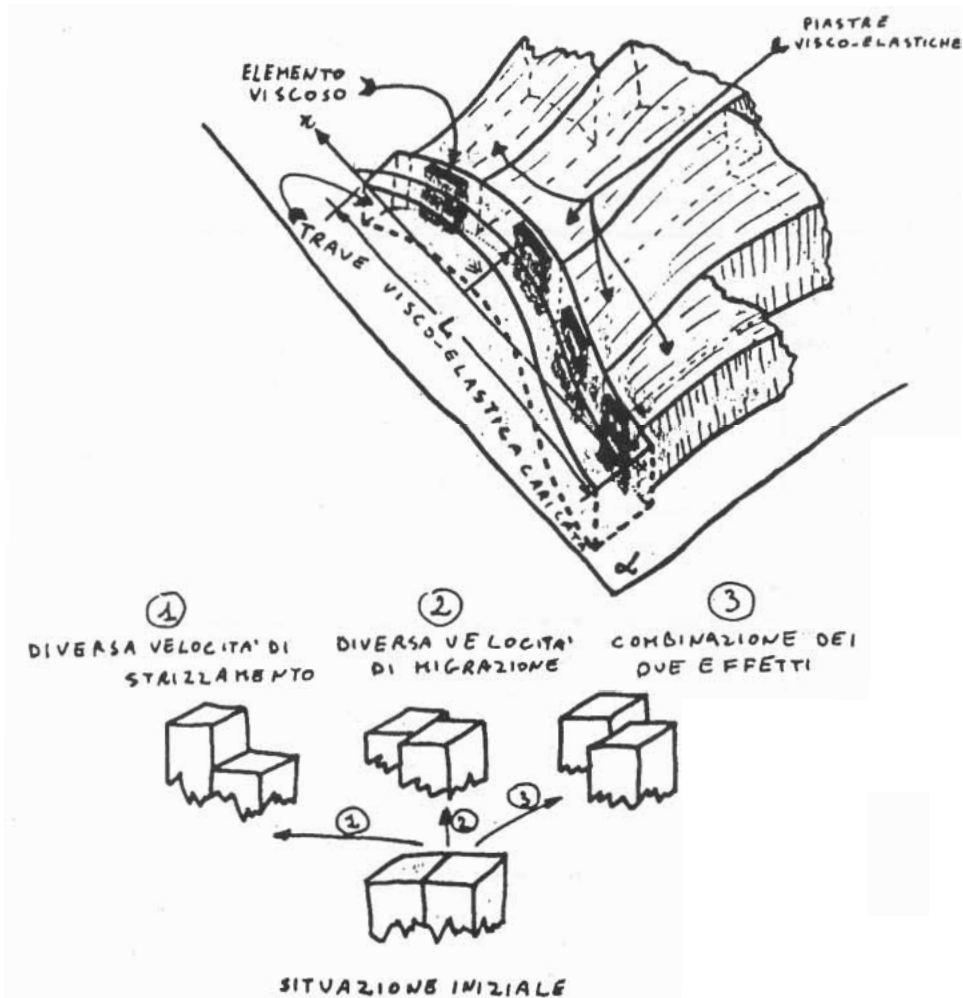


Fig. 2. -1 - Affinamento dello schema di assemblaggio di cui alla Fig. 1. -4 per strutture visco-elastiche e/o viscosi, vedasi anche FINZI-CONTINI 1982a, 1982b. Si noti la giustificazione qualitativa delle dislocazioni in corrispondenza dei cosiddetti elementi viscosi.

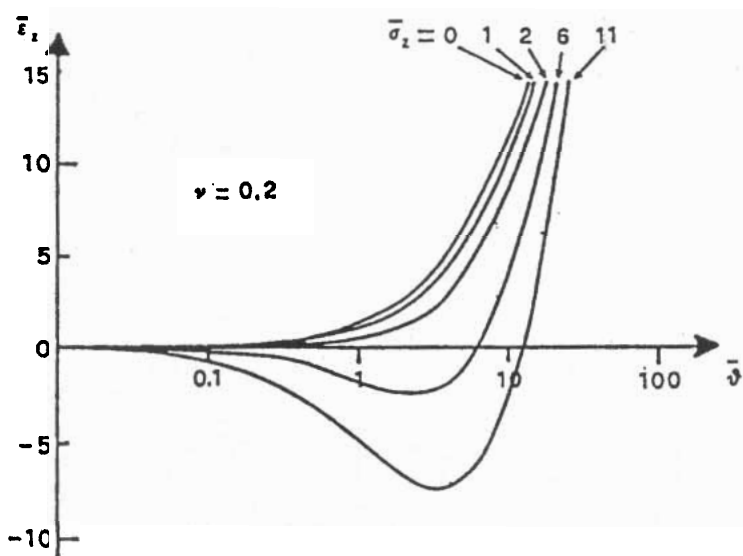


Fig. 2. -2 - Esempi di risposte normalizzate per lo schema di strizzamento di cui in FINZI-CONTINI 1982a.

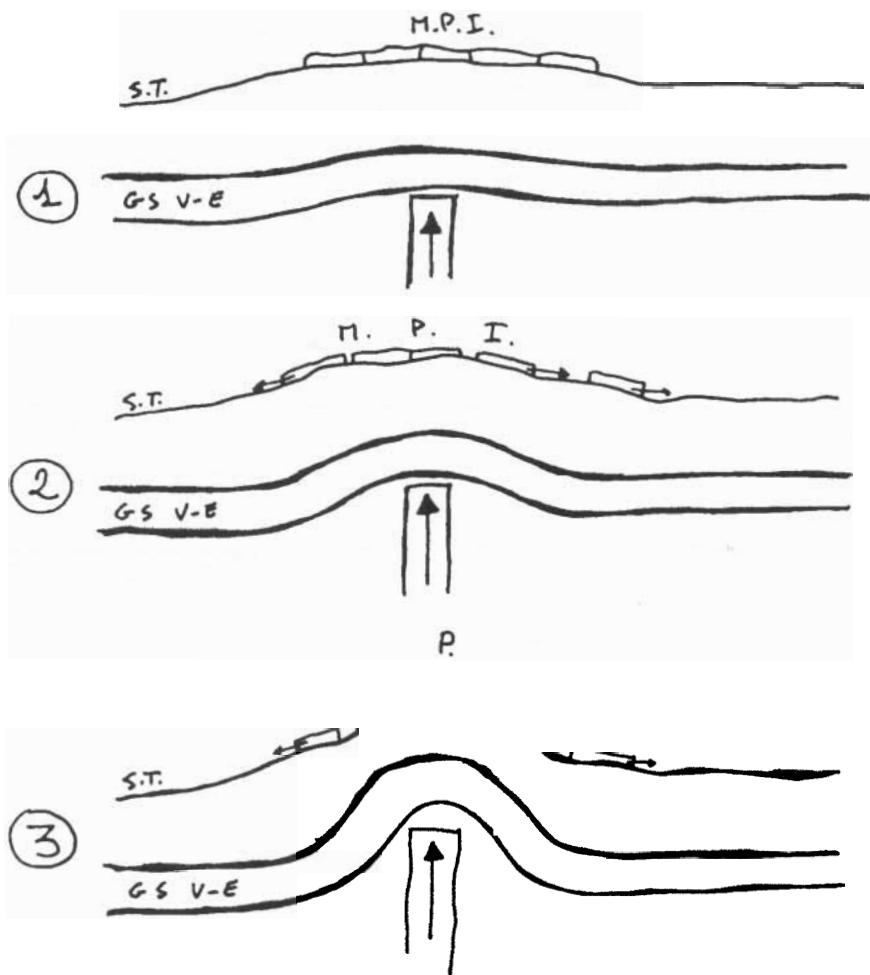


Fig. 2.1. -1 - Schemi di possibili dislocazioni per deformazioni in ambito visco-elastico (M.P.I. = Masse Potenzialmente Instabili; S.T. = Superficie Topografica; G.S.V-E = Geostruttura Visco-Elastica).

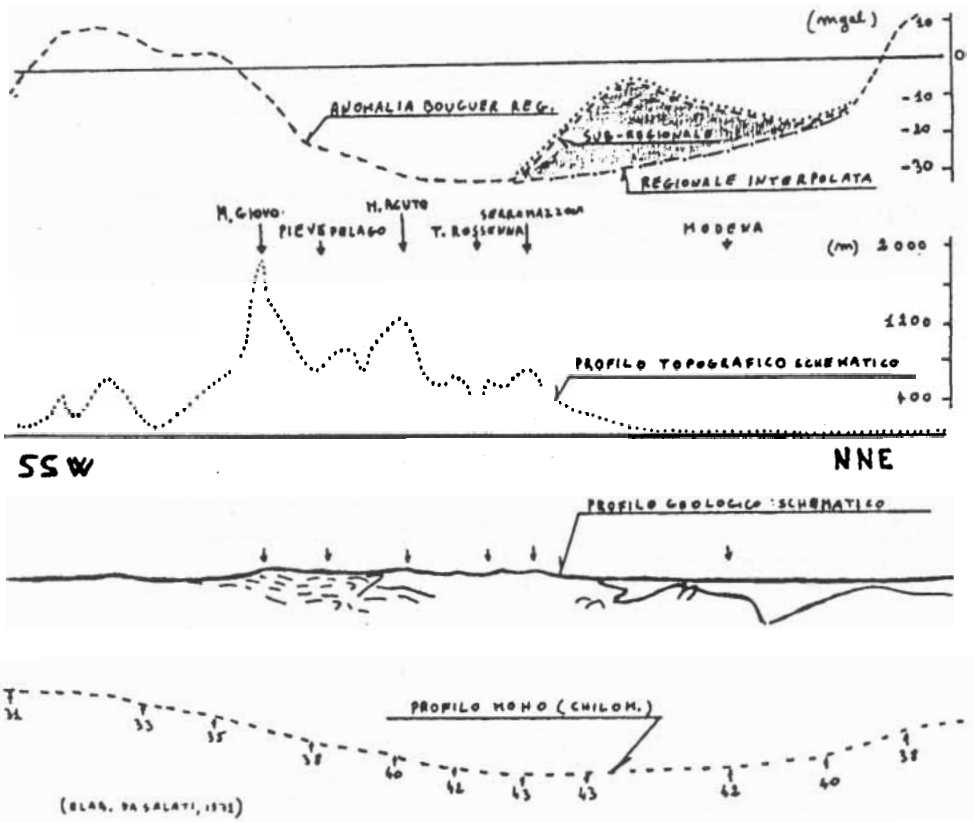


Fig. 2.1. -2 - Risultanze relative ad un eventuale altro campo sub-regionale, in ipotesi ascrivibile all'inquadramento proposto.

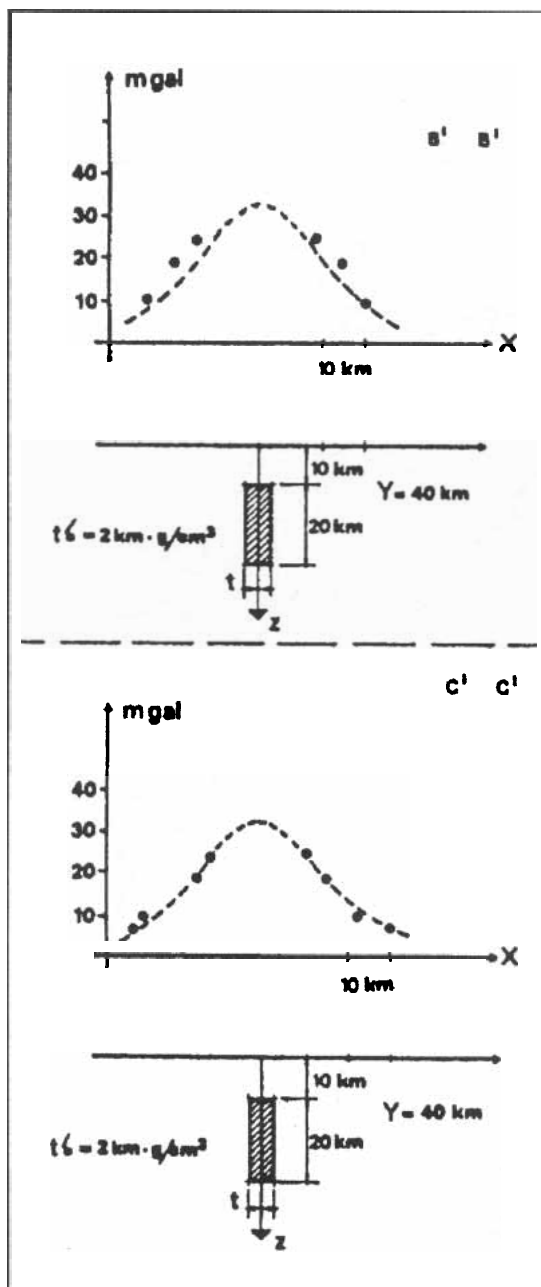


Fig. 2.1. -3 - Proposte di interpretazioni parziali dei due campi sub-regionali più meridionali mediante parallelepipedi sepolti.



Fig. 2.1. -4 - Ubicazioni in pianta dei parallelepipedi di cui alla Fig. 2.1. -3 e proposta qualitativa per il campo sub-regionale con l'«alto» sul Monte Conero.

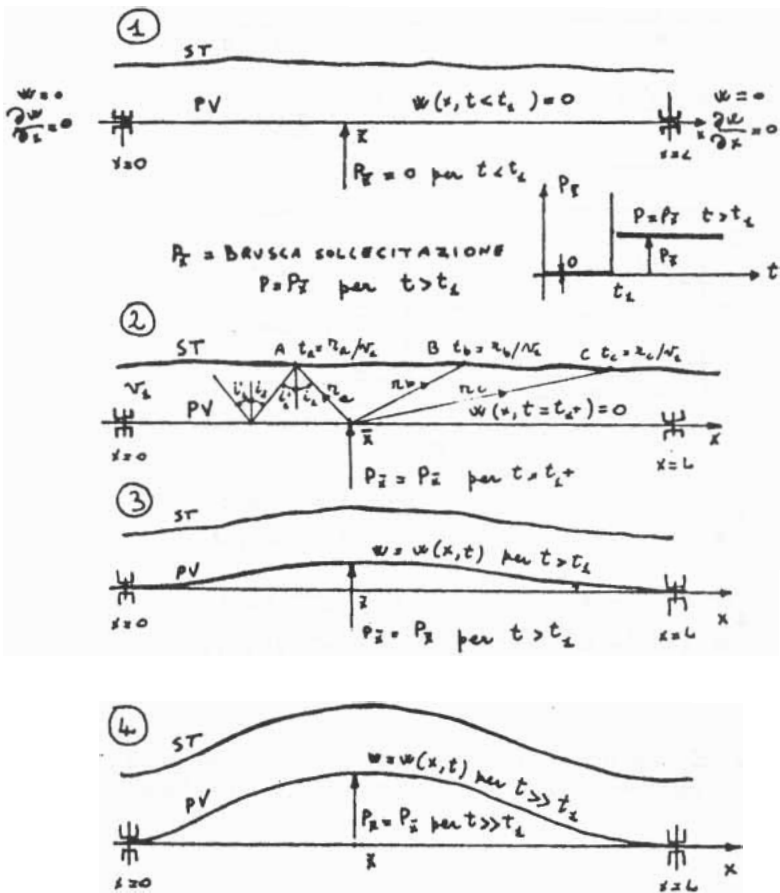
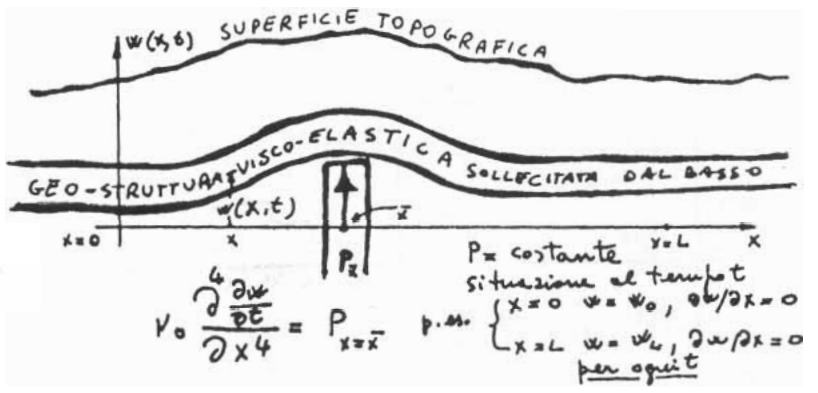


Fig. 3.1. - 1 - Esemplicazioni schematiche per la «brusca sollecitazione» rappresentata, del tipo a gradino.

FUNZIONI

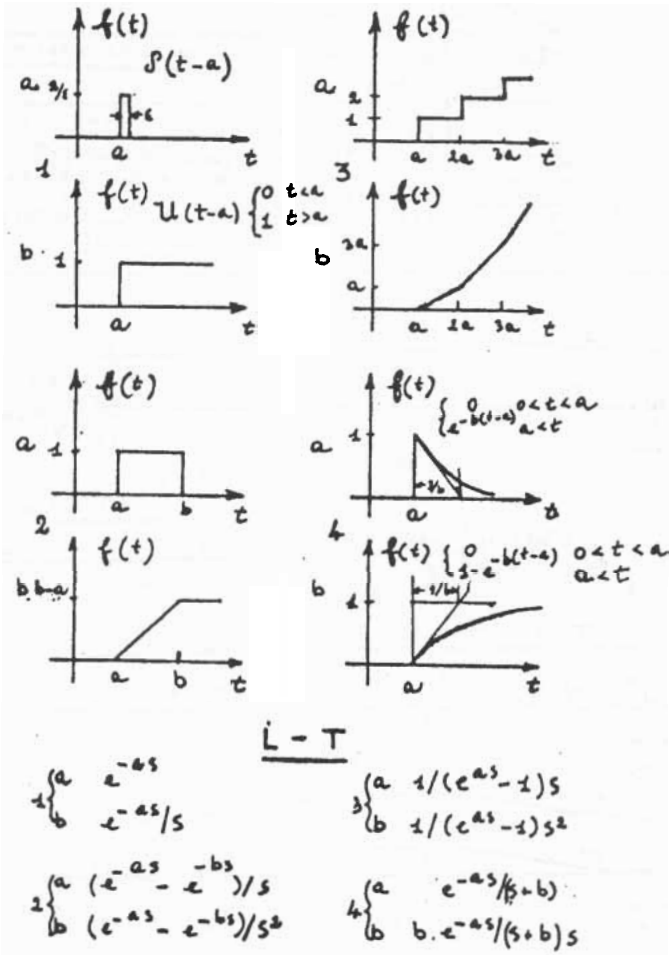


Fig. 3.1. -2 - Esempi di funzioni e rispettive L-Trasformate impiegabili per la rappresentazione di effetti imputabili a «brusche sollecitazioni».

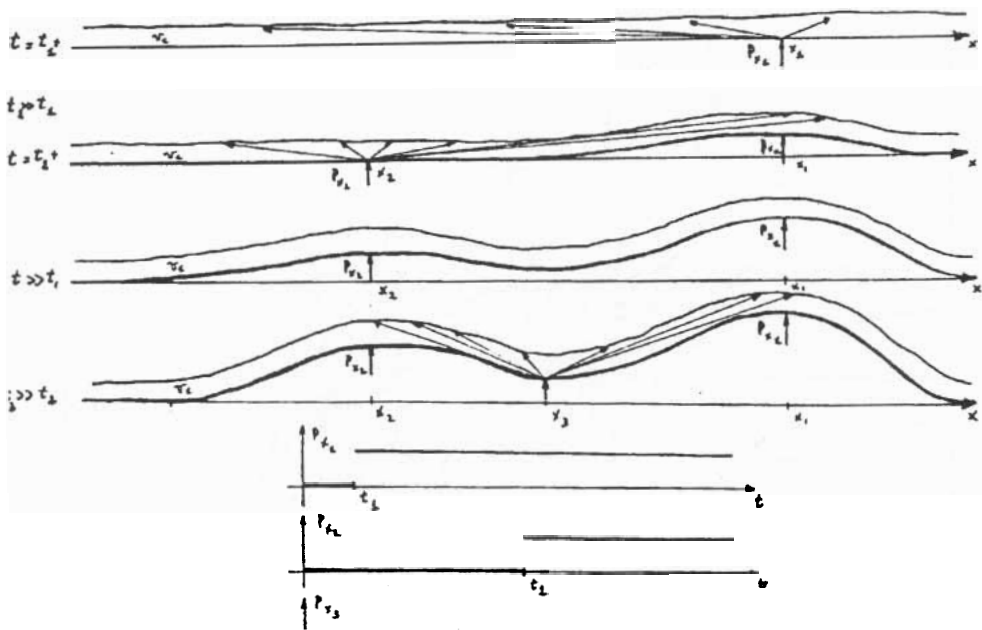


Fig. 3.1. -3 - Esempi qualitativi di sovrapposizioni di effetti per casi di «brusche sollecitazioni» verificanti in cascata.

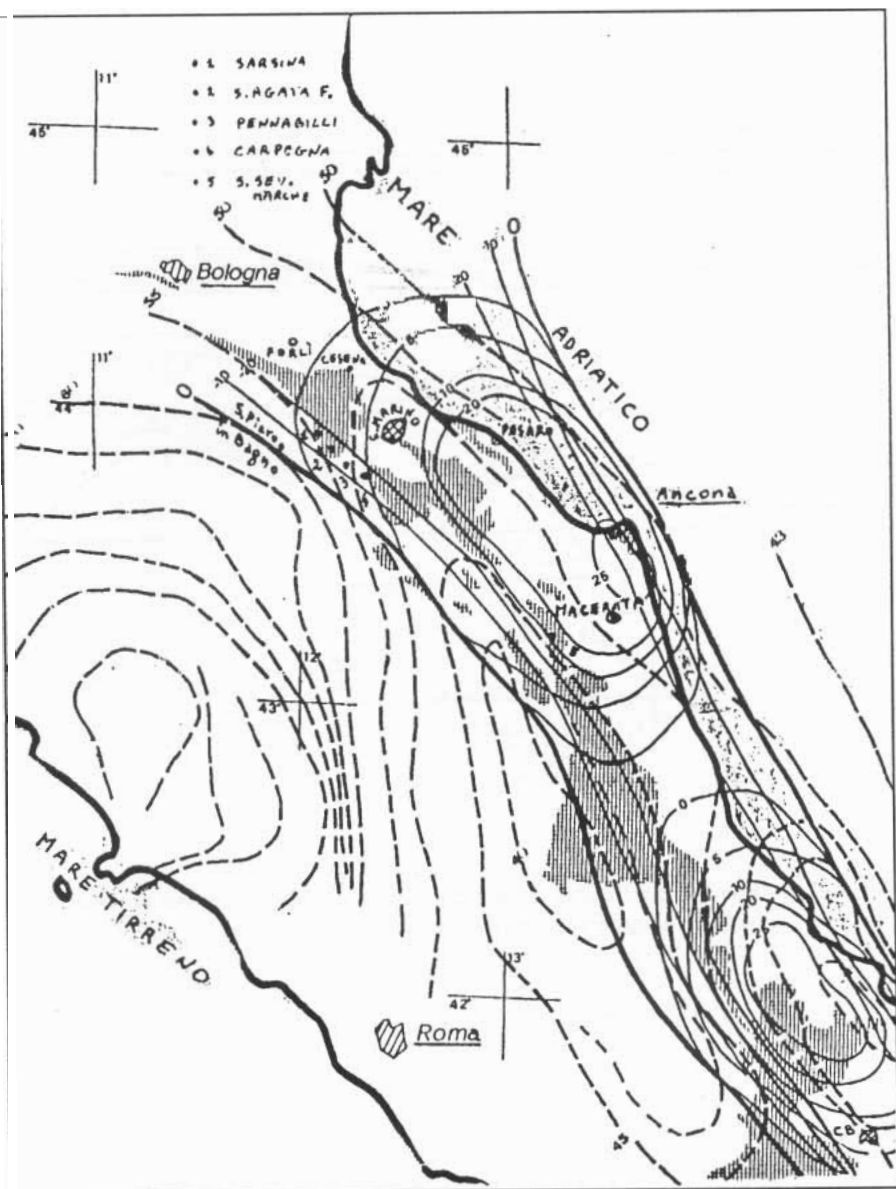


Fig. 3.2. -1 - Ubicazioni degli eventi di cui alle successioni rammentate nel testo al paragrafo 3.2..