

SULLE CONDIZIONI DI IMPOSTA DELLE DIGHE DELL'APPENNINO CENTRO-MERIDIONALE IN RELAZIONE AL RISCHIO SISMICO

Memoria di P. BUDETTA (*) & R. de RISO (*)

RIASSUNTO

Sono stati presi in considerazione 52 sbarramenti artificiali in esercizio e in progetto/costruzione, dislocati lungo la dorsale appenninica centro-meridionale e si sono analizzate le loro condizioni di imposta alla luce delle moderne vedute sull'assetto litologico-strutturale e sulla sismicità della regione e tenuto conto altresì del comportamento manifestato da alcuni di essi in concomitanza di eventi sismici.

È apparso evidente che il progressivo esaurirsi dei siti più favorevoli propone problemi tecnici più complessi che in passato la cui risoluzione è sempre più legata ai risultati acquisiti dalla ricerca scientifica in generale ed alla applicazione di metodologie di indagine che sono più proprie della ricerca che della pratica professionale corrente.

TERMINI CHIAVE: *dighe, rischio sismico, Appennino centro-meridionale.*

ABSTRACT

We have examined lithological and structural geology of the 52 existing or designed dams in the middle-southern Italy. Furthermore we have examined the seismic distinctive features of this area and the behaviour of the dams during same stronger earthquakes.

We think in this area the design of the dams point out new problems that may solved with investigations well-suited to the scientific researches rather than the professional experiences.

1. INTRODUZIONE

Nell'Appennino centro-meridionale esistono numerosi sbarramenti artificiali destinati alla produzione di energia elettrica ed

(*) Istituto di Geologia Applicata. Facoltà di Ingegneria. Università degli Studi. Napoli.

alla irrigazione. La loro costruzione è iniziata soprattutto a partire dai primi decenni di questo secolo ed ha avuto un grosso impulso nell'ultimo ventennio nell'ambito dell'attività della Cassa per il Mezzogiorno.

I problemi geologici che si sono dovuti affrontare hanno riguardato la stabilità dei versanti e la definizione dell'assetto stratigrafico-strutturale e delle condizioni di tenuta idraulica della sezione di imposta; in vari casi - specie negli ultimi tempi - si è venuto viepiù enfaticando anche il problema della caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione, a causa del sempre crescente numero di sbarramenti ricadenti in formazioni non lapidee.

Gli aspetti connessi alla sismicità dei siti sono stati risolti nel rispetto della normativa vigente in materia (1) che, nel tempo, ha progressivamente aggiornato le prescrizioni sia per quel che concerne la struttura dello sbarramento che per quanto attiene agli aspetti geologici e geotecnici.

Le dighe di cui si è riusciti a raccogliere informazioni son 52 (tab. 1) che coprono un arco di tempo compreso fra il 1914 ed oggi. Di queste il 30% sono di tipo rigido (comprese le traverse) il 9% del tipo a scogliera e ben il 61% in terra. Le opere in fase di progetto o in costruzione sono il 40%, tutte del tipo in terra o a scogliera.

(1) Il primo regolamento italiano per il progetto, la costruzione e l'esercizio di dighe di ritenuta è del 1925 (R. Decreto 31/12/25 n. 2540), aggiornato con successivo R. Decreto 1/10/31 n. 1370. Più recentemente sono stati emanati in DPR 1/11/59 n. 1363 e, dopo il sisma irpino-lucano del 1980, il D. Min. LL.PP. 24/3/82 che fissa le norme tecniche previste dalla Legge sulle costruzioni in zone sismiche del 2/2/74 n. 64.

Le opere censite risultano ubicate in aree caratterizzate da situazioni litologiche e da assetti sismotettonici e geomorfologici molto diversi, come illustrato nei paragrafi seguenti e nelle figg. 1 e 2 che sintetizzano dati ampiamente descritti in letteratura (vedi bibliografia).

2. CONDIZIONI DI IMPOSTA DEGLI SBARRAMENTI

2.1. LITOLOGIA

Dal punto di vista della litologia i siti considerati (fig. 1) sono così distribuiti:

a) per il 31% nei flysch torbiditici arenacei. Questi sono costituiti, a seconda delle località, da successioni caratterizzate da potenti alternanze di strati e banchi arenaceo-marnosi (Flysch della Laga), arenaceo-pelitico-conglomeratici (Flysch di Castelvetere, Gorgoglione, Pollica e S. Mauro, Saraceno, Albidona, Nocara), calcareo-marnoso-arenacei (Flysch di Serra Palazzo), calcareo-marnosi (Flysch di Faeto), quarzoso-arenacei (Flysch numidico);

b) per il 12% nelle successioni calcareo-dolomitiche mesozoico-terziarie;

c) per il 10% nel complesso delle Argille varicolori scagliose (parte degli affioramenti delle A.V.S. indicati in fig. 1 sono da riferire, secondo alcuni Autori, al «Flysch rosso» delle Unità lagonegresi);

d) per il 14% nei terreni argillosi e sabbioso-conglomeratici mio-pleiocenici e pliocenici;

e) per il 10% nei terreni marini e continentali plio-quadernari (sabbie, argille, conglomerati, tufi calcarei della fossa bradanica e delle conche intramontane);

f) per il 4% nei terreni della serie mesozoico-terziaria lapidea umbra;

g) per il 2% in terreni delle unità lagonegresi (in particolare la diga di Cogliandrino);

h) per il 17% ricadono in aree disomogenee dal punto di vista litologico; in particolare sei sbarramenti (Castel San Vincenzo, Temete, Magliano Vetere, Marsico Nuovo, Ponte Fontanelle e Monte Cotugno) hanno una spalla in terreni lapidei (calcari, ovvero membri lapidei della serie molisana, ovvero arenarie e conglomerati) e l'altra in terreni a frazione argillosa prevalente (argille varicolori scagliose, flysch galestrino, flysch silentini). Le rimanenti due (Ponte Elia e Fiumarella) hanno invece entrambe le spalle in terreni argillosi (A.V.S. ed argille mio-pleioceniche).

Da quando sopra si evince che il 47% degli sbarramenti insiste su rocce lapidee o assimilabili (a, b, f), considerando anche i flysch arenacei, i quali tuttavia presentano notoriamente caratteri litologici e strutturali talora assai complessi (MANFREDINI *et alii*, 1985).

Nell'ambito degli altri siti occorre fare distinzione tra quelli ricadenti in terreni argilloso-sabbioso-conglomerati mio-pleio-pleistocenici, sufficientemente omogenei ed in genere ben caratterizzabili dal punto di vista geotecnico (24% relativi ai punti d, e) e quelli indicati ai punti c, h.

Questi ultimi (27%) insistono su aree più difficili non solo sotto il profilo litologico e dell'assetto geomorfologico, ma anche per quanto riguarda la possibilità di una soddisfacente caratterizzazione geotecnica. Tra l'altro è da sottolineare che il comportamento dal punto di vista geotecnico del flysch galestrino e dei flyschs silentino-lucani è in assoluto poco noto in quanto poco studiato anche sul piano della sperimentazione a livello scientifico. Quest'ultima annotazione acquista una sicura rilevanza se si pensa all'estensione notevole dei terreni indicati e alle sempre crescenti probabilità che essi possano essere interessati nel prossimo futuro, in conseguenza del progressivo esaurirsi di siti più fa-

Fig. 1 - Ubicazione degli sbarramenti in rapporto alla litologia dell'area studiata. LEGENDA - Depositi continentali (1a) e vulcanici (1b) delle pianure costiere tirreniche e delle conche intramontane; depositi marini argilloso-sabbioso-conglomeratici (1c) dei bacini intrappenninici e della fascia esterna adriatica e bradanica (Plio-Quaternario). Serie gessoso-solfifera (2a); flyschs arenaceo-marnoso-conglomeratici ed arenaceo pelitici (2b); flysch arenaceo-calcareo-marnoso (2c) (Miocene). Unità interne a forte alloctonia: Argilloscisti con ofioliti del Cilento e della Calabria settentrionale (3) (Cretaceo). Argille rosse, verdi, nere scagliose con associati blocchi, masse calcaree e pacchi di strati calcareo-silicei della fascia molisana, sannitico-irpina e lucana (4) (Cretaceo-Paleocene). Alternanze calcareo-marnoso-silicee del bacino umbro-sabino ed abruzzese-molisano (5a); serie calcareo-silico-marnosa del bacino lagonegrese (5b) (Mesozoico-Terziario). Serie calcareo-dolomitica delle piattaforme carbonatiche abruzzese-campana e campano-lucana (6a) e flyschs collegati (6a'); unità carbonatiche pugliese e del Gargano (6b) (Mesozoico-Terziario). Sbarramenti e loro numero d'ordine in tab. 1 (7).

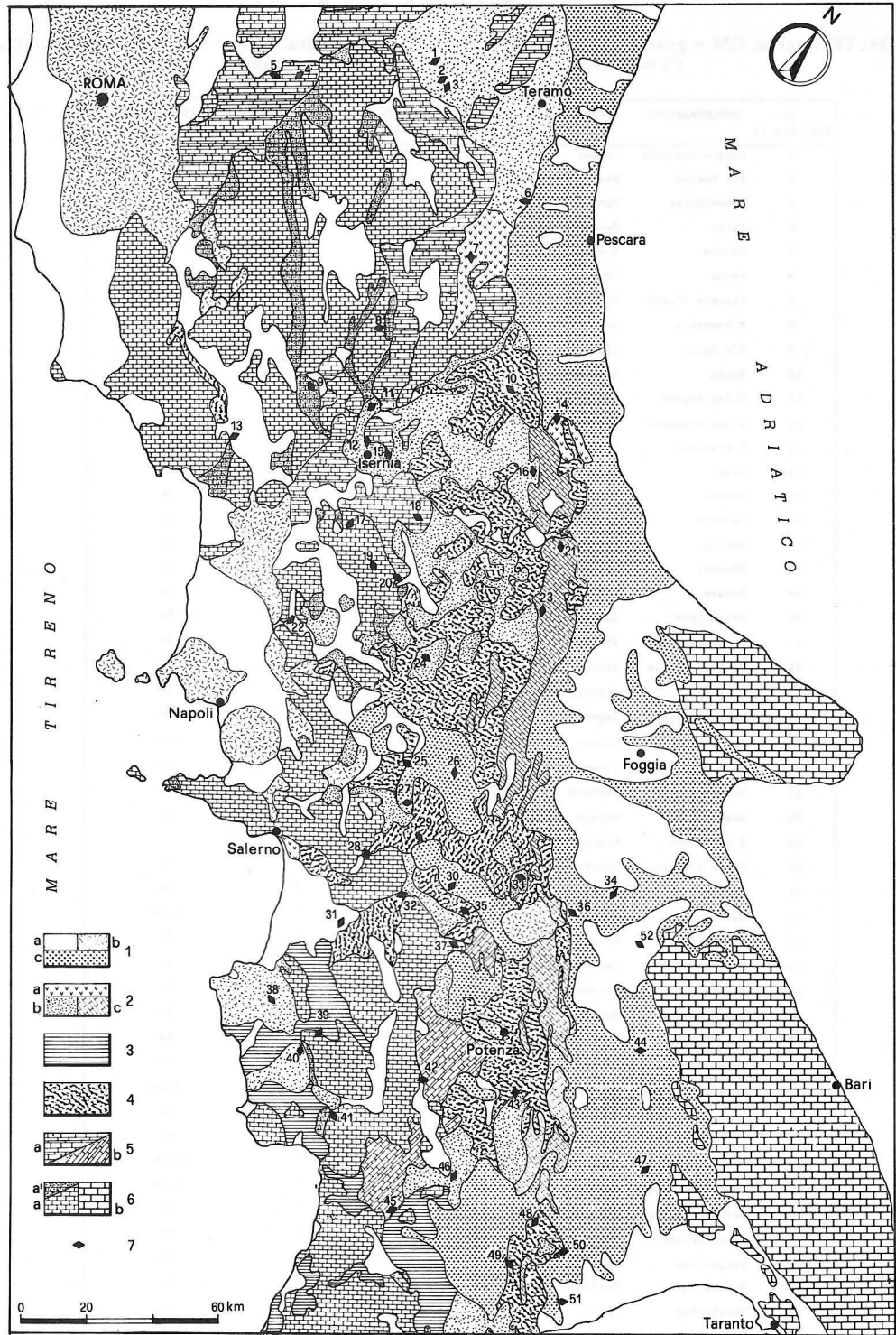


Fig. 1

TABELLA 1

LEGENDA: TR = terra; GM = gravità massiccia; V = volta; SC = scogliera; TVR = traversa; AG = arco-gravità;
(*) = in esercizio; (°) = in progetto/in costruzione

N. (rif. Fig.1)	DENOMINAZIONE	CORSO D'ACQUA	TIPO DI DIGA	ALTEZZA (m)	STATO DELL'OPERA	FORMAZIONE GEOLOGICA (N.rif. in Fig.1)
1	Poggio Cancelli	Vomano	TR	17	*	2b
2	Rio Fucino	Rio Fucino	GM	38	*	2b
3	Provvidenza	Vomano	V	46	*	2b
4	Salto	Salto	GM	90	*	5a
5	Turano	Turano	GM	70	*	5a
6	Penne	Tavo	TR	36	*	2b
7	Pescara 3°salto	Pescara	TR	37	*	2a
8	S.Domenico	Sagittario	V/GM	80	*	6a
9	Rio Mollo	Rio Mollo	TR	54	~	6a'
10	Bomba	Sangro	TR	60	*	4
11	V.tta Barrea	Sangro	V	34	*	2b
12	C.San Vincenzo	Rio Salzera	TR	28	*	2b/5a
13	S.Giovanni	Liri	GM	23	*	1a
14	Gissi	Sinello	TR	52	~	1c
15	Vandra	Vandra	TR	70	~	2b
16	Celenza	Trigno	TR	27	~	2b
17	Letino	Volturno	GM	29	*	6a
18	Chiauci	Trigno	SC	74	~	5a
19	Matese	L.Matese	TR	8	*	1a
20	Arcichiaro	Quirino	TR	58	~	5a
21	Ponte Liscione	Biferno	TR	60	*	2c
22	Ponte Annibale	Volturno	TVR	16	*	1a
23	Occhito	Fortore	TR	60	*	2c
24	Campolattaro	Tammaro	TR	50	~	2b
25	Ponte Elia	Calore	TR	53	~	4/1c
26	Fiumarella	Fiumarella	TR	31	~	1c
27	Fredane	Fredane	TR	35	~	1c
28	Acera	Calore	SC	38	~	6a
29	S.Guglielmo	Ofanto	TR	20	~	4
30	Conza d.Campania	Ofanto	TR	47	~	1c
31	Persano	Sele	TVR	15	*	1a
32	Temete	Temete	TR	56	~	4/2b
33	S.Pietro	Oseinto	TR	51	*	2b
34	Marana Capac.	Marana Capac.	TR	50	*	1c
35	Saetta	Ficocchia	TR	25	*	4
36	Abate Alonia	Rendina	TR	28	*	1c
37	Muro Lucano	S.Pietro	V	53	*	6a
38	Piano d.Rocca	Alento	TR	42	~	2b
39	Magliano Vetere	Calore sal.	SC	96	~	3/6a
40	Carmine	Badolato	TR	40	*	2b
41	Contr.Sabetta	Bussento	SC	26	*	6a
42	Marsico Nuovo	Agri	SC	36	~	6a/5b
43	Ponte Fontanelle	Camstra	TR	46	*	4/2b
44	Serra del Corvo	Basentello	TR	31	*	1c
45	Cogliandrino	Sinni	TR	46	*	5b
46	Pertusillo	Agri	AG	98	*	2b
47	S.Giuliano	Bradano	GM	44	*	1c
48	Monticchio	Agri	TR	45	~	4
49	Monte Cotugno	Sinni	TR	64	*	4/1c
50	Gannano	Agri	GM	20	*	4
51	Rotondella	Sinni	TVR	7	*	1a
52	Locone	Locone	TR	70	~	1a

vorevoli. Riscontri a quanto detto possono rilevarsi in vari casi di dighe studiate negli ultimi anni, alcune delle quali anche in esercizio (vedi il caso delle dighe di Marsico Nuovo e di Cogliandrino).

2.2. TETTONICA E SISMICITÀ

Per quanto riguarda il ruolo della tettonica e della sismicità, la fig. 2 (ma anche la Cartografia geologica ufficiale in scala 1/100.000 e vari dati inediti che abbiamo analizzato), dimostrano che un certo numero di sbarramenti ricade in aree molto prossime a discontinuità; che in qualche caso tali discontinuità interessano la zona d'imposta (Villetta Barrea, Ponte Liscione, Fredane, Acera, S. Guglielmo, Magliano Vetere, Marsico Nuovo, Pertusillo, S. Giuliano). Tale dato, al di là dei dettagli dei singoli siti che non abbiamo potuto evidentemente controllare, non può sorprendere visto che il reticolo fluviale appenninico è fortemente condizionato dalla tettonica plio-pleistocenica e che le sezioni più idonee dal punto di vista morfologico (cioè le «strette» vallive) sono sovente impostate su faglie.

Queste annotazioni hanno la loro importanza soprattutto se inquadrare nella situazione di generale sismicità in cui si trova la «catena appenninica» ove è concentrata la quasi totalità degli sbarramenti (80% contro il 10% della fascia tirrenica ed il 10% della fascia bradanica e periadriatica) e ove esiste il più fitto intreccio di faglie neotettoniche, molte delle quali attive nell'intervallo IV-V (CIARANFI *et alii*, 1983).

Inoltre la storia sismica regionale indica che nella fascia assiale appenninica, larga 30-40 km, è concentrata la quasi totalità dei sismi con $I \geq VIII$ M.C.S. e massimi di X-XI; come dire che per quasi tutte le dighe esiste la possibilità di essere investite da sismi di intensità pari ad almeno a $I = VIII$ M.C.S. Per un gruppo di esse (circa il 33%) il rischio si riferisce ad eventi di intensità anche maggiore (vedi zona molisano-abruzzese, zona beneventana ed irpino-lucana).

La fig. 3 ribadisce questo dato anche se è riferita ad alcuni dei sismi più catastrofici del secolo, quando tra l'altro gran parte delle dighe ubicate non esistevano (salvo alcune limitatamente al sisma irpino-lucano del 23/11/80) (Conza della Campania, Persano, S.

Pietro, Marana Capacciotti, Sietta, Abate Alonia, Muro Lucano, Ponte Fontanelle, Serra del Corvo).

3. DIGHE E RISCHIO SISMICO: CONSIDERAZIONI

Il quadro generale sopra illustrato è evidentemente assai articolato e comunque tale da porre molti spunti di riflessione soprattutto per quanto attiene a progetti in corso o futuri di queste grandi opere. Esso tuttavia deve essere filtrato attraverso riscontri, per quanto possibili, obbiettivi sull'effettivo ruolo esercitato da fattori geologici durante gli eventi sismici e, quanto possibile, sull'analisi parallela del comportamento manifestato dagli sbarramenti in esercizio durante i sismi stessi.

In tal senso occorre subito dire che la casistica mondiale assegna percentuali assai basse al numero di crolli e danni subiti da dighe per effetto di terremoti (BABB & MERMEL, 1968; de RISO, 1974). In letteratura sono citati esempi di sbarramenti di tipo rigido o in terra (NEWMARK, 1965; SHERARD *et alii*, 1974), taluni anche poggiati su faglie o prossimi a queste, che hanno ben resistito a sismi di forte intensità.

In Italia, se pure non si sono avuti «colaudi» durante i forti sismi riportati in fig. 3, può altrettanto dirsi che nessun inconveniente risulta essersi manifestato durante i numerosi eventi medio-forti che la storia sismica regionale ha presentato in questo secolo (PENTA & SUPINO, 1957).

Basti ricordare in tal senso i casi delle dighe abruzzesi di Camposto, Provvidenza, Turano e Salto ricadenti nella fascia di intensità sismica $I = VIII$ (le prime due) e $I = VI$ (le altre due) durante il sisma della Garfagnana del 1950 e ancora i casi delle dighe sannitico-irpine (Castel S. Vincenzo, Letino, Matese) nei riguardi del sisma del 1962. A questi dati fa riscontro il solo caso della diga di Conza della Campania che ha subito come è noto, un abbassamento apprezzabile durante il sisma del novembre 1980.

Questo quadro, pur non particolarmente significativo dal punto di vista statistico, ha una sua rilevanza se si considera che la normativa ha subito aggiornamenti apprezzabili a partire dal 1959 e, più recentemente, nel

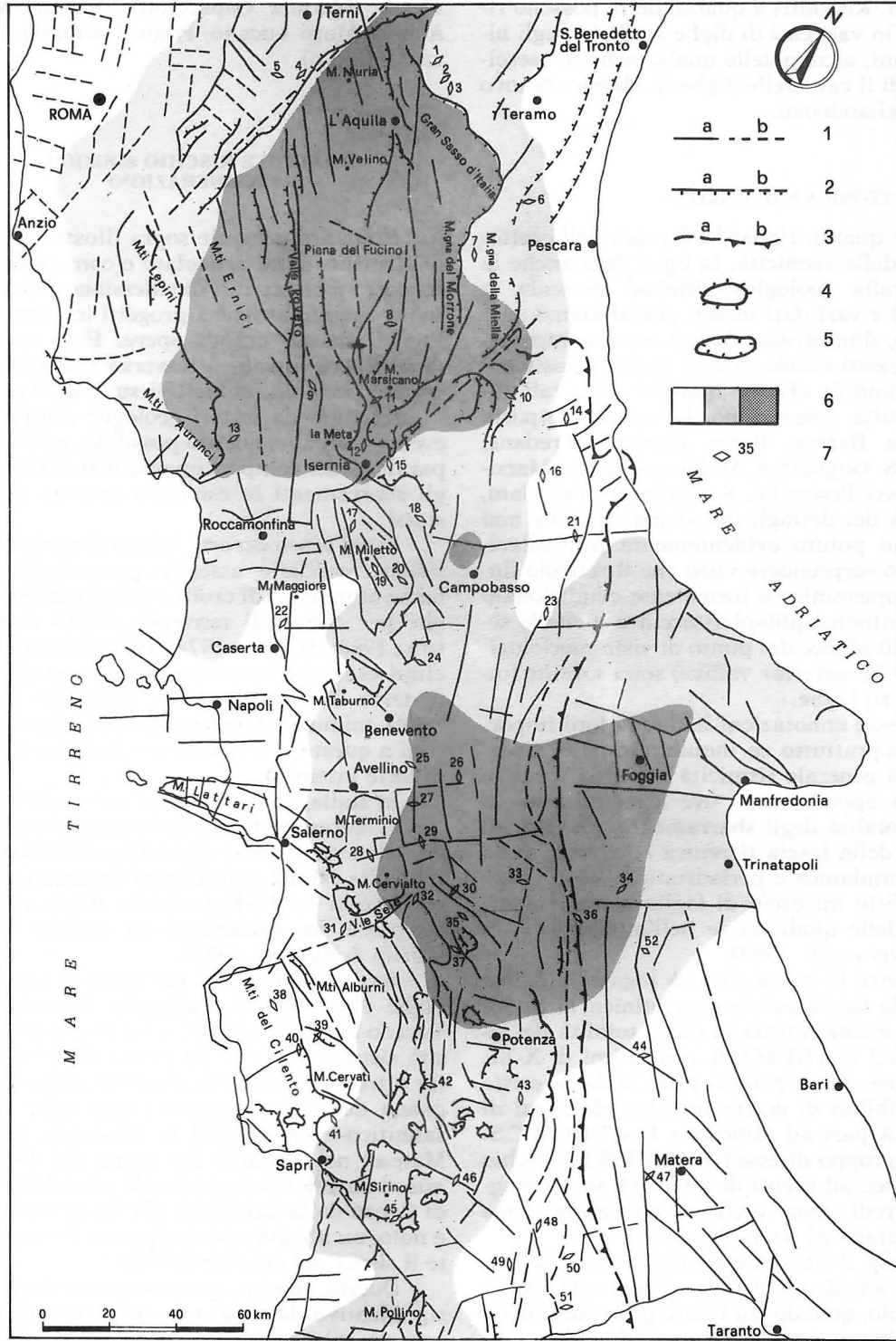
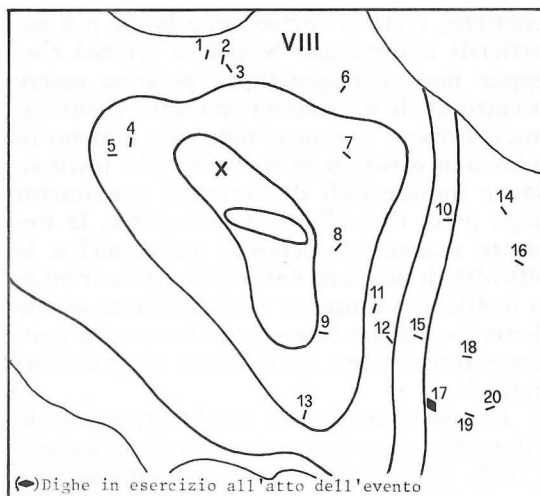
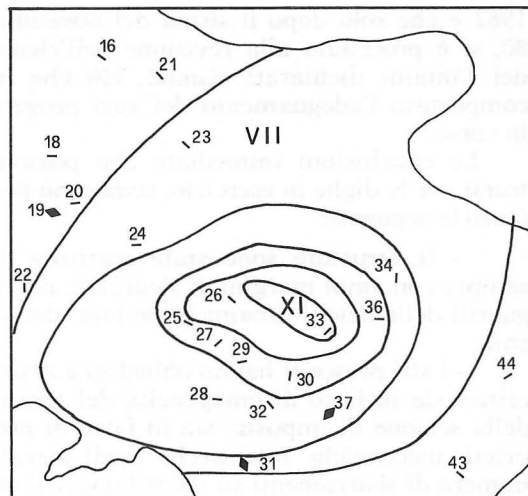


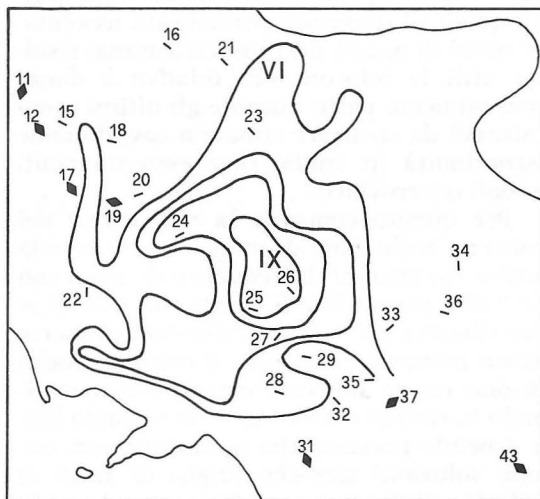
Fig. 2



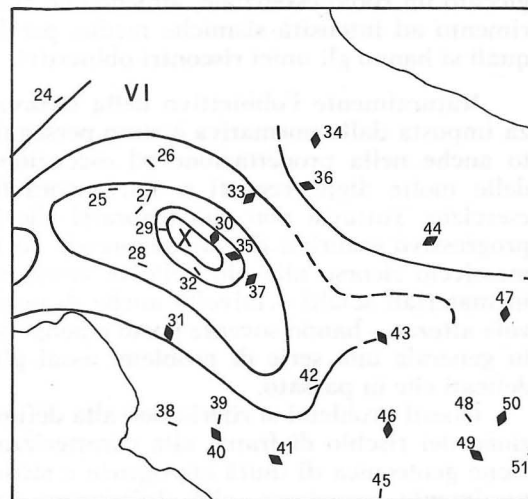
Marsica 13 gennaio 1915



Irpinia 23 luglio 1933



Irpinia 21 agosto 1962



Campania e Lucania 23 novembre 1980

Fig. 3 - Ubicazione di dighe in esercizio o in costruzione durante alcuni dei terremoti di maggior intensità verificatisi negli ultimi 80 anni.

Fig. 2 - Ubicazione degli sbarramenti in rapporto all'assetto strutturale ed alla pericolosità sismica dell'area studiata. LEGENDA: Faglie dirette e trascorrenti: in affioramento (1a); riferite a strutture sepolte (1b). Faglie inverse e sovrascorrimenti: in affioramento (2a); riferite a strutture sepolte (2b). Fronte esterno dell'«Alloctono appenninico»: in affioramento (3a); sepolto (3b). Finestre tettoniche (4). Klippen (5). Zone a diverso grado di pericolosità sismica: nel tono più scuro le aree a maggiore pericolosità (6). Sbarramento e relativa numerazione in tab. 1 (7).

1982 e che solo dopo il sisma del novembre 80, si è proceduto alla revisione dell'elenco dei Comuni dichiarati sismici, ciò che ha comportato l'adeguamento dei vari progetti in corso.

Le conclusioni immediate che possono trarsi per le dighe in esercizio, sembrano pertanto le seguenti:

- le strutture sono state costruite da sempre con ampi margini di sicurezza, nei riguardi delle azioni dinamiche indotte dal sisma;

- i siti prescelti hanno obbedito a severi criteri sia in fatto di omogeneità dei terreni della sezione di imposta, sia in fatto di proprietà meccaniche intrinseche (vedi elevato numero di sbarramenti su rocce lapidee o assimilabili);

- le faglie - ove esistenti - non hanno giocato un ruolo essenziale, almeno con riferimento ad intensità sismiche medie, per le quali si hanno gli unici riscontri obbiettivi.

Naturalmente l'obbiettivo della sicurezza imposta dalla normativa è stato perseguito anche nella progettazione ed esecuzione delle molte dighe recenti e non ancora in esercizio. Tuttavia non può ignorarsi che il progressivo esaurirsi dei siti favorevoli ed il massiccio ricorso alle più delicate strutture in materiali sciolti - talvolta anche di notevole altezza - hanno sovente posto e pongono in generale una serie di problemi assai più delicati che in passato.

Questi problemi si riferiscono alla definizione del rischio di frana, alla caratterizzazione geotecnica di unità eterogenee e strutturalmente complesse, alla definizione del ruolo esercitato da discontinuità tettoniche più o meno prossime allo sbarramento e che la situazione dei siti non consente di evitare.

Per quest'ultimo quesito esistono spesso ampi margini di incertezza dovuti sia ad inevitabili (per motivi di scala) carenze conoscitive di situazioni di dettaglio nella documentazione scientifica, sia per la difficoltà (talvolta impossibilità) di pervenire in vari casi a valutazioni certe, anche adottando metodologie ben articolate e di taglio scientifico (che in ogni caso non possono considerarsi usuali nella pratica professionale).

In effetti a parte gli studi a piccola scala di sismotettonica e di neotettonica, che sono di grande ausilio, almeno per l'individuazione di massima delle grandi strutture sismo-

genetiche, resta il corteo delle faglie più superficiali a direzione NO/SE e NE/SO che, seppur non sismogenetiche, possono essere suscettibili di movimento durante eventi sismici. Ebbene è a tutti noto che almeno in Italia non esistono (o sono rare) le testimonianze indiscutibili di avvenuti scorrimenti lungo piani di faglia e, d'altra parte, la frequente assenza di depositi quaternari o le difficoltà di una loro datazione, spesso rendono inefficaci i tentativi di individuare quelle discontinuità che hanno manifestato, in tempi non remotissimi, scorrimenti sia pure non profondi.

In queste condizioni sembra ragionevole evitare di sovrastimare il grado di pericolosità delle faglie (tenendo anche conto dei pochi, ma pur sempre positivi riscontri offerti dai casi già citati al paragrafo precedente) specie negli ampi settori di territorio periferici a quelli di maggiore pericolosità assoluta. Per molti di questi siti possono semmai risultare utili le informazioni relative a danni eventualmente patiti durante gli ultimi eventi sismici da strutture situate a cavallo delle discontinuità in studio (per esempio ponti stradali o ferroviari).

Per quanto concerne la risoluzione del problema nelle zone di maggior pericolosità sismica (in termini di frequenza di sismi con $I \geq VIII$ e possibilità di eventi con $I \geq X$), si deve ribadire che esso è destinato a proporre ancora momenti di grande difficoltà. Questi possono essere mitigati soprattutto incentivando la ricerca scientifica e, in secondo luogo, tenendo presente che in casi estremi esistono soluzioni tecniche (dighe di terra di modesto volume con opportuna struttura) in grado di far fronte senza crollare a spostamenti lungo faglie (NEWMARK, 1965; SHEPARD *et alii*, 1974).

Manoscritto consegnato il 9 settembre 1987.

Testo accettato dal C.d.R. il 25 settembre 1989.

Testo ricevuto dalla Redazione il 25 settembre 1989.

Ultime bozze restituite il 14 giugno 1990.

BIBLIOGRAFIA

- AMBRASEYS N.N. (1960) - *On the seismic behaviour of earth dams*. Proc. 2nd World Conf. on Earthquake Engng, Tokyo, 1.
- BABB A.O. & MERMEL T.W. (1968) - *Catalog of dam disasters, failures and accidents*. U.S. Department of Interior, Washington, D.C.

- BARBANO M.S., COLI M., GHISSETTI F., LAVECCHIA G., RIUSCETTI M., SCADONE P., SLEJKO D., VALPRED A. & VEZZANI L. (1982) - *Carta sismotettonica d'Italia*. Mem. Soc. Geol. Ital., **24**.
- BRANCACCIO V., CINQUE A., SCARPA R. & SGROSSO I. (1981) - *Evoluzione neotettonica e sismicità in Penisola sorrentina e in Baronia (Campania)*. Rend. Soc. Geol. Ital., **4**.
- BRANCACCIO V., PESCATORE T., SGROSSO I. & SCARPA R. (1984) - *Assetto strutturale dell'Appennino campano-lucano*. In Lineamenti di Geol. Reg. e Tecn., Ricerche e studi FORMEZ, Napoli, **37**.
- CAPOZZA F. (1982) - *Comportamento di alcune dighe*. AGI-IAEG sez. Italiana, Paestum 3-5 giugno 1982.
- CASTELLARIN A., COLACICCHI R. & PRATURLON A. (1978) - *Fasi distensive, trascorrenze e sovrascorrimenti lungo la linea Ancona-Anzio*, Geol. Romana, **17**.
- CIARANFI N., CINQUE A., LAMBIASE S., RAPISARDI L., RICCHETTI G., SGROSSO I. & TORTORICI L. (1981) - *Proposta di zonazione sismotettonica dell'Italia meridionale*. Rend. Soc. Geol. Ital., **4**.
- CIARANFI N., GUIDA M., IACCARINO G., PESCATORE T., PIERI P., RAPISARDI L., RICCHETTI G., SGROSSO I., TORRE M., TORTORICI I., TURCO E., CUSCITO M., GUERRA I., IANNACCONE G., PANZA G.F., SCANDONE P. & SCARPA R. (1982) - *Elementi sismotettonici dell'Appennino meridionale*. Boll. Soc. Geol. Ital., **102**.
- CIARANFI N., GHISSETTI F., GUIDA M., IACCARINO G., LAMBIASE S., PIERI P., RAPISARDI L., RICCHETTI G., TORRE M., TORTORICI L. & VEZZANI L. (1983) - *Carta neotettonica dell'Italia meridionale*. CNR Pubbl. n. **515** del P.F. Geodinamica, Bari.
- CINQUE A., ORTOLANI F. & SGROSSO I. (1981) - *Problemi di neotettonica nell'area interessata dal sisma del novembre 1980*. Rend. Soc. Geol. Ital., **4**.
- de RISO R. (1974) - *Le cause di crolli ed incidenti a sbarramenti artificiali: casistica ed osservazioni*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl., Napoli, **13**.
- FUNICIELLO R., PAROTTO M. & PRATURLON A. (1981) - *Carta tettonica d'Italia 1:1.500.000*. CNR Pubbl. n. **268** del P.F. Geodinamica, Roma.
- GASPARINI C. & PRATURLON A. (1981) - *Modelli sismotettonici e geologia classica a confronto*. Rend. Soc. Geol. Ital., **4**.
- LA VECCHIA G., MINELLI G. & PIALLI G. (1984) - *L'Appennino umbro-marchigiano: tettonica distensiva ed ipotesi di sismogenesi*. Boll. Soc. Geol. Ital., **103**.
- MANFREDINI M.; BERTINI T., CUGUSI F., GRISOLIA M. & ROSSI DORIA M. (1985) - *Geological outline of Italy: bearing of the geological features on the geotechnical characterization on the example of same typical formations*. AGI Geotechnical Engng in Italy, ISSMFE Golden Jubilee.
- NEWMARK N.M. (1965) - *Effects of earthquakes on dams and embankments*. 5th Rankine Lect., Geotechnique, **15**.
- NICOTERA P., de RISO R. & LUCINI P. (1963) - *Accertamenti geologici nei comuni dell'Irpinia e del Sannio colpiti dal terremoto del 21/8/62*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl., Napoli, **9**.
- OGNIBEN L., PAROTTO M. & PRATURLON A. (1975) - *Structural model of Italy: Maps and explanatory notes*. CNR Quaderni Ricerca Scientifica, **90**.
- ORTOLANI F. & TORRE M. (1981) - *Guida all'escursione nell'area interessata dal terremoto del 23/11/80*. Rend. Soc. Geol. Ital., **4**.
- PENTA F. & SUPINO G. (1957) - *Le azioni sismiche sulle dighe*. Giorn. Genio Civ., **95**.
- PETRINI V., BOSI C., BIGI G., EVA C., IACCARINO E., LUONGO G., POSTPISCHL D., PRATURLON A., RISCUTTI M., SCANDONE P., SCARPA R., STUCCHI M. & VEZZANI L. (1980) - *Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale*. CNR Pubbl. n. **361** del P.F. Geodinamica, Roma.
- PETRINI V. (1981) - *Pericolosità sismica e politica di difesa dai terremoti in Italia*. CNR Pubbl. n. **442** del P.F. Geodinamica, Roma.
- SHERARD J.L., CLUFF L.S. & ALLEN C.R. (1974) - *Potentially active faults in dam foundations*. Geotechnique, **24**.