



Il Workshop YEF ITCOLD

Lo YEF - Young Engineers
Forum, l'anello di
congiunzione tra vecchie e
nuove generazioni di
esperti di dighe

Santa Sofia (FC)

Centro Operativo di Capaccio
Giovedì 09 Maggio 2019, 08.45 -18.00



Romagna Acque
Società delle Fonti

L'attività di vigilanza e di controllo della Direzione Generale per le Dighe

Ing. Fabrizio Cigni

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Ufficio Tecnico per le Dighe di Firenze

CON IL PATROCINIO DI



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



LE GRANDI DIGHE IN ITALIA

La Direzione Generale Dighe del M.I.T. rappresenta l'Autorità statale di controllo delle "GRANDI DIGHE" (L. 584/1994 – D.Lgs. 112/98)

$$H > 15 \text{ m o } V > 1 \times 10^6 \text{ m}^3$$

H (Altezza della diga): differenza tra la quota del piano di coronamento e quella del punto più depresso dei paramenti.

V (Volume di invaso): volume del serbatoio compreso tra la quota massima di regolazione e la quota del punto più depresso del paramento di monte.

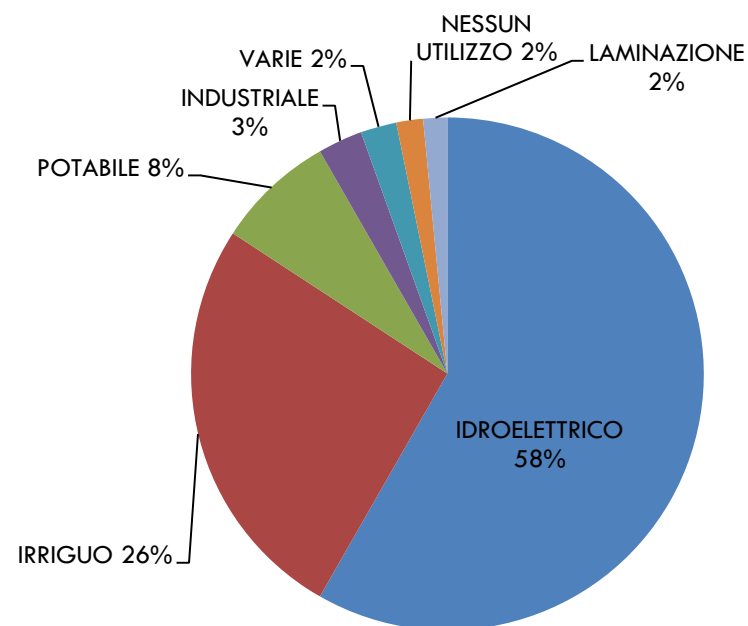
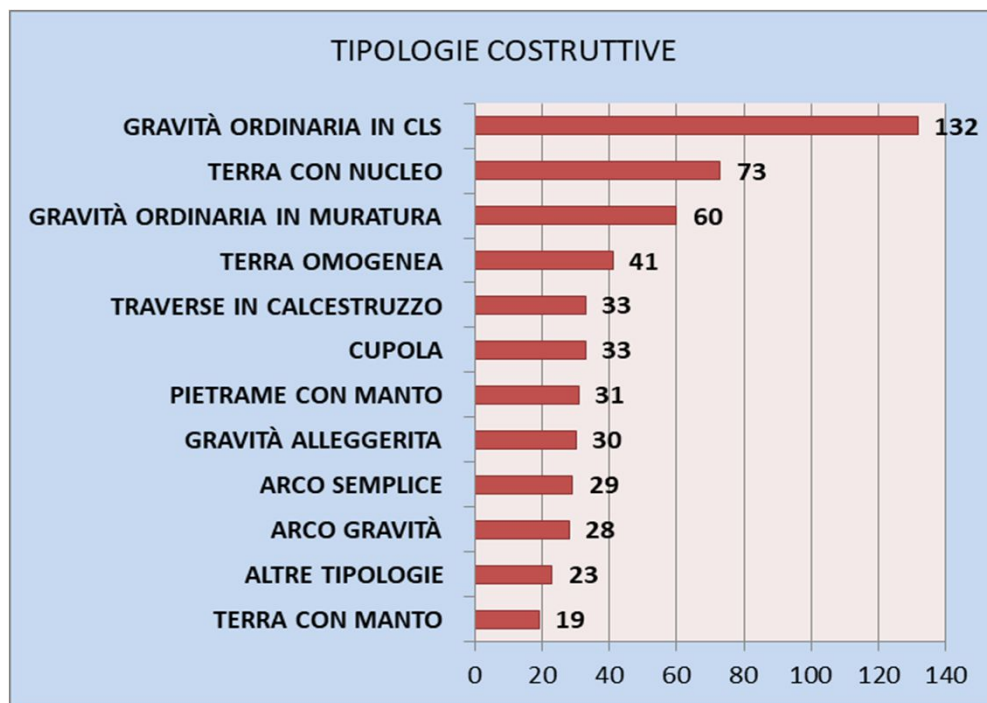
Grandi dighe italiane: **n. 532**



ALCUNI NUMERI

Grandi Dighe italiane: n. 532

- n. 414 in esercizio normale (n. 42 limitate)
- n. 88 in esercizio sperimentale
- n. 19 fuori esercizio (n. 7 in dismissione)
- n. 11 in costruzione (n. 2 con lavori in corso)





PRINCIPALI FONTI NORMATIVE (1/2)

- **D.P.R. 1 novembre 1959 n. 1363 – «Regolamento Dighe»**
vigente la prima parte (progetto-costruzione-esercizio)
- **D.M. LL.PP. 24 marzo 1982 – Norme tecniche** (superate dalle NTD2014)
- **Circolare Min. LL.PP. 28/08/1986 n. 1125**
dispositivi di segnalazione acustica - cartelli monitori
studi di propagazione piene artificiali per manovre scarichi
- **Circolare Min. LL.PP. 4/12/1987 n. 352**
FCEM (foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione) - documento di protezione civile
studi di propagazione piene artificiali per ipotetico collasso della diga
- **D.L. 8 agosto 1994, n. 507. (conv. L. 21 ottobre 1994, n. 584)**
definizione di grandi dighe e competenza statale - approvazione tecnica dei progetti
approvazione in Sanatoria – figura dell'ingegnere responsabile - sanzioni
- **Circolare 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806**
prescrizioni inerenti la designazione di ingegnere responsabile
raccomandazioni studi onde di piena e massima portata transitabile a valle
asseverazione semestrale e diagrammi delle misure



PRINCIPALI FONTI NORMATIVE (2/2)

- **Circolare 19 marzo 1996, n. DSTN/2/7019** (direttiva Barberi)
documento di protezione civile
- **D.L. 29 Marzo 2004, n. 79** (conv. con L. 28/05/2004 n.139)
individuazione di grandi dighe da mettere in sicurezza (dighe fuori esercizio)
rivalutazione delle condizioni di sicurezza delle dighe (sismica e idraulica)
- **D.M. Ambiente 30/06/2004**
criteri per la redazione del progetto di gestione degli invasi
- **D.L. 6 dicembre 2011, n. 201** (conv. con L. 22 dicembre 2011, n. 214)
Art.43 - dighe che necessitano di interventi urgenti - dighe con rischio concreto di ostruzione degli scarichi - progetto di gestione - piano di manutenzione - opere di derivazione - dati idrologici e idraulici in tempo reale - collaudi statici opere accessorie.
- **Direttiva P.C.M. 08/07/2014** (documento di protezione civile)
- **D.M. MIT 26 giugno 2014** (norme tecniche per le dighe – NTD 2014)
- **D.M. MIT 17 gennaio 2018** (norme tecniche per le costruzioni – NTC 2018)



RISCHIO INDOTTO E RISCHIO RESIDUO

RIDUZIONE DEL RISCHIO INDOTTO:

➤ **VIGILANZA SULLA SICUREZZA DELLE DIGHE**

- Approvazione in linea tecnica dei **progetti** sulla base di Norme Tecniche di settore.
- Vigilanza durante la **costruzione** e durante gli **invasi sperimentali**.
- Vigilanza durante l'**esercizio** sulle operazioni di controllo e manutenzione dell'impianto di sbarramento che i Gestori sono tenuti a svolgere: **FCEM e regole generali manovre scarichi**.
- Verifiche straordinarie – **Rivalutazioni della sicurezza** idraulica e sismica.

RIDUZIONE DEL RISCHIO RESIDUO:

➤ **ALLERTAMENTO E PIANIFICAZIONE**

- **Documento di protezione civile della diga (DPC)**.
- Strumenti locali di tutela (sirena, cartelli monitori).
- Studi di propagazione delle onde di piena artificiali.
- Piano di emergenza diga (PED) - Piani territoriali di emergenza.
- Piano di laminazione.



CONTROLLO IN FASE DI PROGETTAZIONE

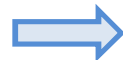
I progetti, redatti sulla base delle norme tecniche di settore, di **nuove dighe** o di **interventi su dighe esistenti** che incidono sulle caratteristiche del progetto originario sono soggette ad **approvazione tecnica da parte della D.G. Dighe**.

PROGETTO
PRELIMINARE



Parere espresso dall'UTD previa condivisione con la Sede Centrale.

PROGETTO
DEFINITIVO
ED ESECUTIVO



Approvazione tecnica da parte della D.G. Dighe.
Nel caso di nuove dighe o di modifiche sostanziali viene acquisito sul progetto definitivo anche il parere del Consiglio Superiore dei LL.PP.

VARIANTI NON
SOSTANZIALI



(manutenzioni, sostituzioni etc.)

Approvazione tecnica o nulla-osta da parte dell'UTD

L'approvazione tecnica dei progetti tiene integralmente conto degli adempimenti tecnici e amministrativi di cui alla L.1086/71 , L. 64/74, DPR 380/2001 (**deposito progetto strutturale e autorizzazione sismica**).

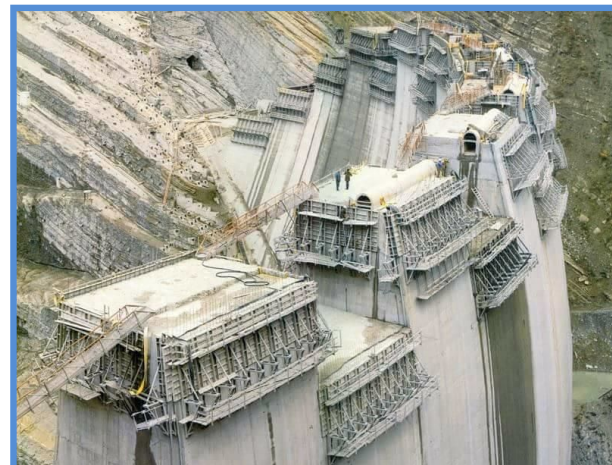
VIGILANZA E CONTROLLO IN FASE DI ESECUZIONE DEI LAVORI

La vigilanza durante i lavori è effettuata tramite visite ispettive dell'**ingegnere incaricato** dell'UTD e tramite l'**assistente governativo**. La D.G. Dighe ha facoltà di prescrivere durante i lavori gli accertamenti e le verifiche ritenute necessarie.

➤ **Foglio di Condizioni per la Costruzione (F.C.C.) (art.6 D.P.R. 1363/59)**

Predisposto dall'UTD con riferimento al progetto esecutivo ed approvato dalla Sede Centrale, contiene le norme che devono essere rispettate durante i lavori e disciplina:

- gli obblighi dei **soggetti coinvolti** nei lavori;
- gli **accessi** allo sbarramento durante i lavori;
- le **modalità di esecuzione** delle opere;
- le **prove preliminari sui materiali** da costruzione;
- i **controlli sui materiali durante la costruzione** (cap.11 NTC2018 – Reg. UE 305/2011);
- gli adempimenti per il rilascio dell'**autorizzazione ai lavori**;
- le **misure e gli strumenti di controllo** nel corso dei lavori (**monitoraggio**);
- la **vigilanza dell'opera** e la **sicurezza idraulica** durante i lavori;
- le **attività di collaudo**.





DAL PROGETTO AL REGOLARE ESERCIZIO DELLO SBARRAMENTO

Compiti della D.G. Dighe (Sede centrale e UTD):

APPROVAZIONE in linea tecnica del **progetto** [art. 5 DPR 1363/59 – L. 584/1994]



AUTORIZZAZIONE alla **esecuzione dei lavori** [art.7 DPR 1363/59]



VIGILANZA durante i **lavori** di costruzione - F.C.C.



AUTORIZZAZIONE e VIGILANZA degli **invasi sperimentali** [art. 13 DPR 1363/59]



APPROVAZIONE degli atti del **collaudo tecnico-funzionale** [art. 14 DPR 1363/59]

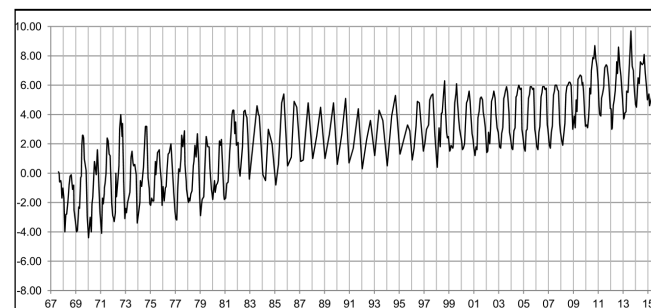


VIGILANZA durante il **regolare esercizio** dello sbarramento - F.C.E.M.

OSSERVAZIONI E MISURE – F.C.E.M.

Il **FCEM** è il documento che contiene disposizioni da ottemperare durante l'esercizio dello sbarramento. Redatto e approvato dalla D.G. Dighe, prevede la frequenza con la quale devono essere effettuati i controlli e le misure per il **monitoraggio** della diga.

- 1) **Misure giornaliere** (livello di invaso, temperature, altezza di pioggia etc.)
- 2) **Misure strumentali di controllo del comportamento dell'opera di sbarramento** (spostamenti planimetrici, spostamenti altimetrici, deformazioni, sottopressioni, livelli piezometrici, pressioni interstiziali, perdite etc.,).



- 3) **Osservazioni dirette** (giornaliere, settimanali, mensili, semestrali etc.) quali i controlli a vista ed i controlli di funzionalità.
- 4) **Verifiche di esercizio sugli organi di scarico** (manovre di prova delle paratoie solitamente con frequenza mensile).
- 5) **Compilazione del registro delle osservazioni e del registro delle manovre degli organi di scarico.**

VISITE DI VIGILANZA

La D.G. Dighe effettua per ogni sbarramento visite di vigilanza con **frequenza semestrale** (art.17 DPR 1363/59). In occasione di ciascuna visita viene redatto uno specifico **VERBALE** da parte del **funzionario incaricato**, sottoscritto anche dai rappresentanti del Concessionario/Gestore della diga presenti al sopralluogo.

VERBALE DI VISITA DI VIGILANZA (D.P.R. 1.11.1959 n. 1363, art. 17)
Il giorno alle ore, l'Ing. del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione Generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche, Ufficio Tecnico per le Dighe di Firenze, ha proceduto, a norma dell'art.17 del Regolamento di cui al D.P.R. n. 1363/59, alla visita di vigilanza alla diga sopra indicata. Sono presenti al sopralluogo: - per il Gestore: - per il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti:

1) Acquisizione dei dati meteorologici e RILEVAZIONE DELLA QUOTA DI INVASO.



TELEIDROMETRO
REGISTRATORE



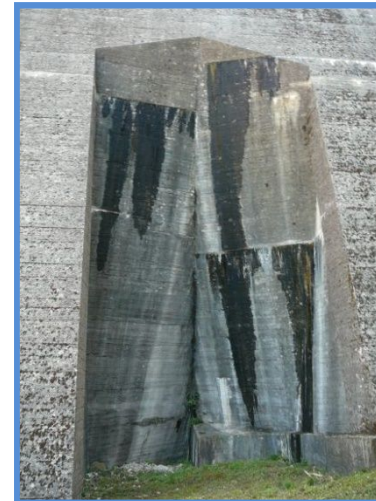
ASTA
IDROMETRICA

VISITE DI VIGILANZA

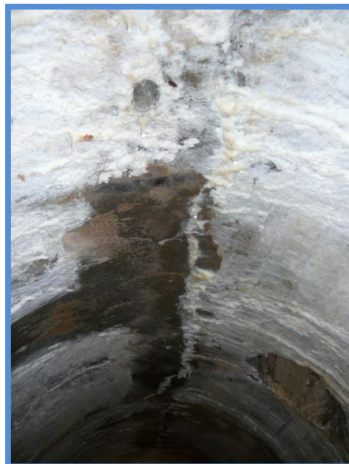
- 2) ISPEZIONE VISIVA DELLE CONDIZIONI GENERALI DELLA DIGA riportando le annotazioni sul verbale (**coronamento, paramento di monte, paramento di valle, cunicoli, opere di scarico, casa e locali di guardia, altre opere accessorie etc.**)



FERRI SCOPERTI
NELLE TRAVI IN C.A.
DELLA PASSERELLA
DI CORONAMENTO

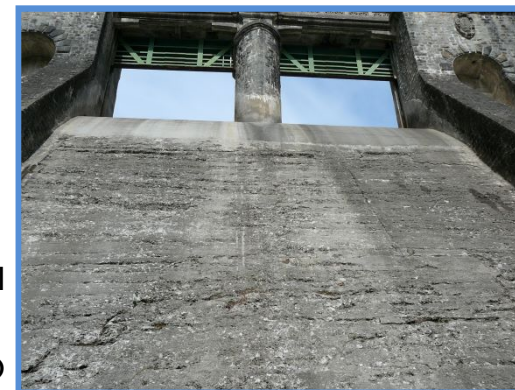


FILTRAZIONI DALLE
RIPRESE DI GETTO SUL
PARAMENTO DI VALLE



FESSURA CALCIFICATA
IN CHIAVE ALLA VOLTA
DEL CUNICOLO

CAVITÀ NEL CLS
DOVUTE A DISTACCHI
DURANTE GLI
ANNI DI ESERCIZIO



VISITE DI VIGILANZA

- 3) MANOVRE DI CONTROLLO DEGLI ORGANI DI SCARICO (in assenza di rilascio di acqua vengono eseguite prove con apertura completa delle paratoie, altrimenti prove con aperture inferiori. Le prove vengono eseguite con energia del gruppo elettrogeno o di rete ed anche manualmente).

Numero sequenziale	Numero paratoia	PARATOIA Tipo	fonte di energia	APERTURA		CHIUSURA	
				cm	sec.	cm	sec.
1	1	Piana	GE	450	241	450	208
2	2	Piana	GE	450	228	450	210
3	3	Piana	GE	450	207	450	188
4	4	Piana	GE	450	200	450	187
5	4	Piana	M	5	-	5	-



Paratoie piane di superficie



Tubazione scarico di fondo



Paratoia di superficie a settore

VISITE DI VIGILANZA

4) MISURE STRUMENTALI di controllo e misura delle PERDITE.

Esempio: MISURE AL PENDOLO

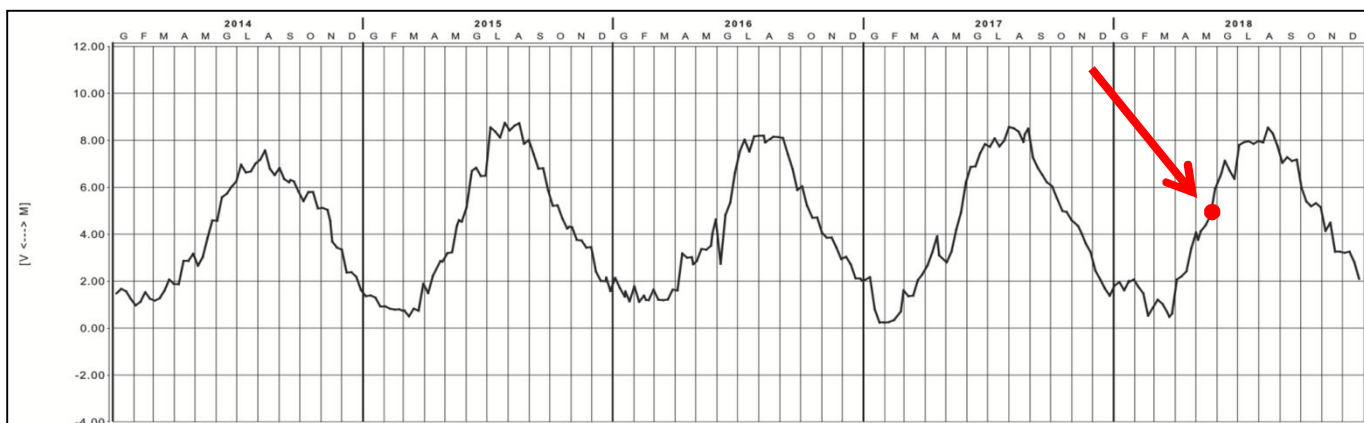


Sigla	Pos.	direzione		tipo di lettura	lettura visita	lettura rifer.	data lett. rif.	K	$\Delta = K*(L-L_0)$
P01	cunicolo superiore	SC1	m-v	manuale	26,69	31,84	01/03/90	-1	5,15
		SC2	d-s	manuale	28,33	27,53	01/03/90	1	0,80
P02	cunicolo inferiore	SC1	m-v	manuale	34,55	34,62	01/03/90	-1	0,07
		SC2	d-s	manuale	24,98	24,41	01/03/90	1	0,57

I valori delle letture sono congruenti con la serie storica

L'andamento delle letture denuncia tendenze anomale (derive)

NO ☐ SI ☒
NO ☒ SI ☐





VISITE DI VIGILANZA

- 5) Rilevazione e descrizione di eventuali LESIONI o INSTABILITÀ presenti.
- 6) Esame visivo delle SPONDE DEL SERBATOIO.
- 7) Verifica dell'ottemperanza del Gestore agli ADEMPIMENTI NORMATIVI.
(Circ. 1125/86 – Art.43 D.L. 201/2011 – D.L. 79/2004)
- 8) Controllo del REGISTRO DELLE OSSERVAZIONI e del REGISTRO DELLE MANOVRE DEGLI ORGANI DI SCARICO tenuti presso la diga.
- 9) Controllo della funzionalità IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE, SIRENA, GRUPPO ELETTROGENO, COLLEGAMENTI TELEFONICI.
- 10) Verifica della attuazione da parte del Gestore delle PRESCRIZIONI e delle RACCOMANDAZIONI impartite dalla D.G. Dighe/UTD.

Il verbale di ciascuna visita di vigilanza viene **trasmesso al Concessionario** ed alla Sede Centrale della D.G. Dighe con **nota del Dirigente dell'UTD**, nella quale sono contenute **prescrizioni o raccomandazioni** sulla base delle risultanze della visita di vigilanza e/o di disposizioni normative (ripristini di funzionalità, interventi manutentivi, approfondimenti tecnici e verifiche, indagini, accertamenti, rilievi etc.)



RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA IDRAULICA

art. 4 D.L. 79/2004 conv. in L. 28/05/2004 n. 139 —→ **Rivalutazioni idrauliche**

- I Concessionari redigono gli **studi idrologici ed idraulici** sulla base della portata di piena associata ai **tempi di ritorno** previsti dalla normativa.
- La D.G. Dighe esamina gli studi trasmessi dai Concessionari ed esprime un proprio **parere** ai fini dell'approvazione tecnica, e richiede, ove necessario, **integrazioni** o **progetti di intervento**.

NTD 2014 - § H.2.2

«È fatto **OBBLIGO** di procedere almeno ad interventi di **miglioramento idraulico**, in conseguenza alla valutazione della sicurezza idraulica in base ai criteri di cui al cap. H.3.4., se il **tempo di ritorno** della portata di piena scaricabile rispettando il **franco idraulico** indicato al cap. C.1 risulti inferiore a **500 ANNI** per le dighe di calcestruzzo e a **1000 ANNI** per le dighe di materiali sciolti».

Dighe in calcestruzzo **F netto: $Q_{cor} - (Q_{M.INV} + H_{onda} + RU) \geq 1\text{ m}$**

ADEGUAMENTO TR=1000 anni – MIGLIORAMENTO TR=500 anni

Dighe in materiali sciolti **F netto: $Q_{cor} - C_{ed} - (Q_{M.INV} + H_{onda} + RU) \geq 1,5-3,5\text{ m}$**

ADEGUAMENTO TR=3000 anni – MIGLIORAMENTO TR=1000 anni



RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA

OPCM n.3274 20/02/2003 } **Rivalutazioni sismiche** per opere strategiche e
DPCM 21/10/2003 } per opere rilevanti in caso di collasso
art. 4 D.L. 79/2004 → **Grandi dighe**

- La D.G. Dighe richiede ai Concessionari le verifiche sismiche degli **sbarramenti** e delle **opere complementari e accessorie**, in via prioritaria per le ex zone sismiche 1 e 2 ($a_g \geq 0,15 g$) → [n.193 dighe] - studio sismotettonico del sito
- I Concessionari eseguono le **rivalutazioni sismiche** sulla base della **normativa tecnica vigente** (NTD2014-NTC2018) e seguendo le indicazioni contenute nelle **Circolari** emanate dalla D.G. Dighe (aprile 2016 - luglio 2018 - marzo 2019) e nel voto n. 7/2018 del C.S. LL.PP.

La definizione di precisi criteri di modellazione, di analisi e di verifica delle dighe è un tema complesso. E' necessario un **giudizio ingegneristico**.

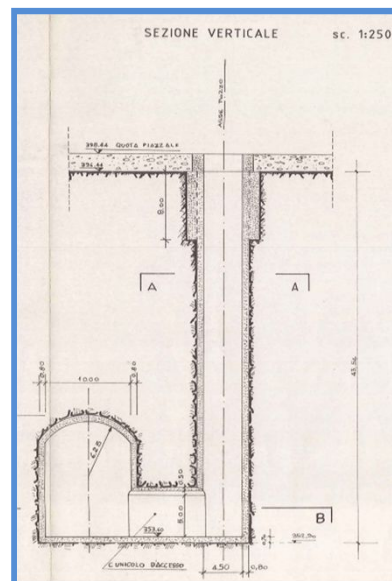
- La D.G. Dighe effettua un **esame istruttorio** delle rivalutazioni ricevute ai fini dell'approvazione tecnica e può richiedere al Concessionario **integrazioni e/o approfondimenti**. Sulla base dell'esito delle verifiche possono essere presi **provvedimenti** al fine di incrementare le condizioni di sicurezza.

RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA

Opere complementari e accessorie: opere direttamente connesse alla sicurezza ed alla funzionalità degli impianti di ritenuta. Si considerano le stesse azioni ambientali utilizzate per la verifica dello sbarramento.

Opere complementari
ed accessorie:

CASA DI GUARDIA
LOCALI DI MANOVRA
OPERE ED ORGANI DI SCARICO
OPERA DI PRESA
EDIFICIO GRUPPO ELETTROGENO
POZZI E GALLERIE
PASSERELLE
MURI DI SOSTEGNO
SPONDE DELL'INVASO
IMPIANTI



➤ **Inadeguatezza per azioni sismiche:**

programmazione degli interventi da attuare secondo una tempistica compatibile con la gravità dell'inadeguatezza e con le conseguenze in termini di pubblica incolumità.
(cfr. Circ. MIT istruzioni NTC2018 e Circ. DPC/SISM/83283 del 04/11/2010 – tempo di intervento T_{INT} allo SLV-SLC secondo l'approccio del C.T.S. della Regione Emilia Romagna)

➤ **Inadeguatezza per azioni non sismiche (carichi permanenti e azioni di servizio):**

provvedimenti necessari (interventi o limitazioni) (cfr. Circ. MIT istruzioni NTC 2018 - §8.3)



DOCUMENTO DI PROTEZIONE CIVILE (DPC)

Direttiva P.C.M. 08/07/2014

FASI DI ALLERTA RELATIVE AL “**RISCHIO DIGA**”

COLLASSO

PERICOLO

VIGILANZA RINFORZATA

PREALLERTA

Le fasi di allerta sono attivate dal Gestore per:

- **Evento di piena** (livelli di invaso superiori a determinate quote)
- **Evento sismico** (accelerazioni registrate o magnitudo e dist. epicentrale – Circolare n.25157 del 08/11/2017)
- **Stati Limite** (anomalie di comportamento, lesioni, spostamenti etc.)

FASI DI ALLERTA RELATIVE AL “**RISCHIO IDRAULICO A VALLE**”

ALLERTA

PREALLERTA

Le fasi di allerta sono attivate dal Gestore per:

- **Portate scaricate a valle**

$Q_{min} - \Delta Q - Q_{Amax}$ definite dalle Aut. idrauliche

Il DPC è redatto dall'UTD e viene approvato dalla Prefettura competente.



Grazie

fabrizio.cigni@mit.gov.it