

## Regio Decreto 31 dicembre 1925, n. 2540

## Regolamento per i progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta.

---

**ATTENZIONE!** Le norme tecniche di cui al presente decreto non sono più in vigore, in quanto integralmente sostituite da successivi provvedimenti (nell'ordine: R.D. 1° ottobre 1931, n. 1370; D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363; D. Min. LL.PP. 24 marzo 1982).

## REGOLAMENTO

## PER I PROGETTI, LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DELLE DIGHE DI RITENUTA

## CAPITOLO I.

## Disposizioni generali.

## A) Progetti

1. Per i progetti di massima valgono le norme delle leggi e regolamenti vigenti, salvo facoltà dell'Autorità competente di richiedere, anche in fase di istruttoria ed entro congruo termine, una più particolareggiata documentazione. Ai detti progetti deve essere unita una preliminare relazione geognostica generale sulla località dello sbarramento e sul bacino interessato dalla ritenuta.
2. Qualsiasi progetto esecutivo di diga di sbarramento destinata alla formazione di serbatoi o laghi artificiali, deve essere firmato in tutti i suoi documenti dall'Ingegnere progettista e dal Concessionario, e corredato dagli allegati seguenti:
  - a) relazione tecnica generale sintetica;
  - b) relazione geognostica definitiva e dettagliata sulla località dello sbarramento e sul bacino di ritenuta;
  - c) relazione idraulica sugli elementi idrografici che hanno servito di base per fissare la capacità, del bacino ed il suo funzionamento, con i calcoli numerici e grafici relativi: sulla entità delle piene, sugli organi e provvedimenti di smaltimento delle medesime tanto in fase di costruzione che di esercizio;
  - d) relazione tecnica giustificativa della scelta della località, del tipo della diga e della sua stabilità;
  - e) una particolareggiata relazione riguardante le modalità di costruzione, le qualità e caratteristiche dei materiali da costruzione da impiegarsi e i dosaggi dei conglomerati;

- f) carta topografica nella scala 1:50.000 o 1:100.000 con indicazione del limite del bacino imbrifero, della ubicazione della diga, e della regione a valle di questa in quanto direttamente interessata dalla nuova opera;
- g) rilievo diretto del serbatoio a curve di livello in scala non inferiore a 1 a 5000;
- h) planimetria delle opere di sbarramento in scala 1:500 o 1:200, secondo la natura e l'ampiezza dell'opera, in base al rilievo particolareggiato della località, con precise indicazioni topografiche e di riferimento;
- i) i prospetti della diga nelle scale 1:500 o 1:200, con indicazione della linea di fondazione; sezioni tipo nelle scale 1:200, sezioni trasversali distribuite in modo da definire l'andamento delle fondazioni e degli incastri laterali;
- l) tutti i disegni occorrenti alla rappresentazione della diga e relativi accessi, delle opere di scarico e dei meccanismi, in quanto ne interessino la stabilità ed il funzionamento;
- m) il computo estimativo dell'opera.

3. La relazione tecnica generale deve riassumere il contenuto delle relazioni speciali.

La relazione geognostica definitiva, ben documentata e redatta, come la relazione preliminare, da persona che oltre ad avere i dovuti titoli professionali sia di speciale competenza in simili studi, deve esporre le investigazioni eseguite, i risultati degli assaggi compiuti nell'ordine di ricerche di cui trattasi ed i mezzi scientifici o tecnici impiegati per compierle, onde le conclusioni diano affidamento sicuro sul buon risultato dell'opera, tenuto conto delle osservazioni in materia che siano state fatte durante la visita locale di istruttoria. Per tale uopo alla detta visita dovrà essere invitato ad intervenire, per l'esame di sua competenza, l'Ingegnere Capo del Corpo Reale delle Miniere, nella cui circoscrizione si trova l'opera da eseguire.

La relazione idraulica deve esaurientemente giustificare il valore della massima piena assoluta prevedibile assunta a base dei calcoli, il margine di eccedenza adottato per criterio di sicurezza sul detto valore, la correlativa potenzialità, semplicità e sicurezza di funzionamento delle opere progettate per lo scarico della piena stessa, col margine di cui sopra. Dovranno pure essere specificate le modalità con cui si intende provvedere, durante il periodo di costruzione dello sbarramento, allo smaltimento delle massime piene, e ciò tenuto pure conto del tipo di diga progettato.

Le opere definitive di presa e di scarico profondo saranno preferibilmente eseguite fuori del corpo della diga.

In ogni caso gli apparecchi di chiusura dello scarico o della presa troveranno posto in appositi pozzi o torri, al sicuro da frane o valanghe e di facile accesso. Nel caso di serbatoi di notevole importanza gli organi di scarico dovranno essere tali da permettere il rapido svaso

nell'eventualità di pericolo e le manovre degli organi stessi dovranno essere garantite almeno con due mezzi indipendenti e sicuri, oltre la manovra a mano.

4. La relazione tecnica di cui al paragrafo *d)* dovrà contenere i calcoli giustificativi della stabilità dell'opera, debitamente sviluppati.

Nella relazione stessa dovrà essere particolarmente indicato come si intenda di provvedere per gli accessi all'opera, sia durante la sua costruzione che durante il suo esercizio, avvertendo che tali accessi stradali dovranno essere comodi e sicuri così da consentire la facile ispezione dell'opera in ogni sua parte.

Per serbatoi di particolare importanza potrà anche essere imposta, per l'accesso, la costruzione di una via rotabile.

In tale relazione infine dovrà dirsi come si provvederà alla vigilanza dell'opera durante il suo esercizio e dovrà essere data l'indicazione dei provvedimenti che saranno adottati per avvertire, in tempo utile e con ogni sicurezza, gli abitanti della vallata in caso di temuto pericolo di rovina parziale o totale dello sbarramento.

5. I progetti esecutivi come sopra compilati dovranno essere presentati in doppia copia all'Ufficio competente del Genio Civile, che ne comunicherà una copia alla Autorità Militare (Comando Corpo d'Armata) per il relativo nulla osta e per le clausole da imporre nel suo interesse. L'Ufficio suddetto provvederà quindi all'esame del progetto e redigerà apposito foglio di condizioni all'osservanza delle quali dovrà essere vincolata l'esecuzione dell'opera. I progetti ed il foglio di condizioni col parere dell'Ufficio verranno sottoposti all'approvazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che, prima di emettere il proprio parere, potrà disporre tutte quelle verifiche ed accertamenti che riterrà opportuni.

L'Autorità Militare farà pervenire di massima le sue osservazioni entro un mese dalla data di comunicazione del progetto, salvo che, per necessità di sopraluoghi o di esame più approfondito, non notifichi entro il mese, un differimento alla presentazione delle sue conclusioni.

6. Il foglio di condizioni dovrà riferirsi al progetto esecutivo approvato e contenere le norme:
- a)* per la esecuzione e manutenzione degli accessi alla diga durante la costruzione ed il successivo esercizio;
  - b)* per la esecuzione dell'opera, specificando le strutture da adottarsi nelle varie parti, le qualità dei materiali da adoperare, le prove alle quali dovranno essere preventivamente sottoposti e i requisiti ai quali debbono corrispondere;

- c) per la vigilanza dell'opera da parte del concessionario con il controllo dell'Amministrazione, durante la costruzione e l'esercizio;
- d) per il collaudo dell'opera;
- e) per i provvedimenti da attuarsi circa i segnalamenti da dare in caso di temuto pericolo;
- f) nonché tutte quelle altre speciali condizioni che si ritenesse di prescrivere per la buona riuscita e la sicurezza dell'opera.

B) Costruzione.

7. E' assolutamente vietato qualsiasi inizio nella esecuzione dell'opera sino a quando non sia intervenuta l'approvazione del progetto esecutivo da parte del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e il competente Ufficio del Genio Civile non abbia dato autorizzazione ad intraprendere i lavori. Tale autorizzazione è subordinata all'accettazione da parte della ditta concessionaria del foglio di condizioni che dovrà regolare l'esecuzione dell'opera ai sensi del paragrafo precedente.

8. Qualora la direzione dei lavori non sia affidata al progettista, l'ingegnere direttore dovrà firmare e far suo il progetto che si accinge a mettere in esecuzione. Tale obbligo è esteso anche all'assuntore dell'esecuzione dell'opera, qualora questa venga eseguita per appalto anziché per amministrazione diretta.

Il costruttore risponde dell'attitudine specializzata del personale addetto alla costruzione.

9. L'Ufficio del Genio Civile competente, non appena iniziati i lavori, ne darà avviso al Ministero e al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, designando il nome dell'ingegnere incaricato per conto dell'ufficio di accertare l'osservanza delle presenti Norme e disporrà perché un proprio agente di fiducia rimanga permanentemente sopra luogo per il controllo dei materiali impiegati e dell'osservanza delle buone norme costruttive.

Delle periodiche visite ai lavori che saranno compiute dal detto ingegnere dovrà essere redatto particolareggiato rapporto che l'Ufficio del Genio Civile trasmetterà al Ministero e al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

10. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ai sensi dell'art. 17 del decreto-legge 20 agosto 1924, n. 1395, provvederà a che uno speciale reparto della sua Segreteria, giusta le direttive del Presidente della competente Sezione, segua le fasi della costruzione, ne raccolga i dati e dia istruzioni circa i sistemi di esecuzione di tali opere in relazione ai progressi della tecnica e ne coordini l'osservanza. A tal uopo saranno disposti accertamenti, verifiche ed esperienze; le spese relative saranno a carico dei concessionari delle opere e le somme all'uopo occorrenti

saranno prelevate dai depositi che essi sono tenuti a versare presso i competenti Uffici del Genio Civile, a norma delle vigenti disposizioni.

Presso il detto reparto sarà tenuta aggiornata per ogni diga una speciale posizione che ne registri con ogni particolarità le modalità costruttive, le verifiche eseguite all'atto del collaudo e quelle successive.

11. Prima che vengano iniziati i lavori di costruzione di una diga dovranno i materiali da impiegarsi e i diversi tipi di malte e conglomerati proposti essere assoggettati a rigorose esperienze, da eseguirsi presso gli Istituti autorizzati dallo Stato, dirette ad accertarne la qualità, il peso, la resistenza, il grado d'impermeabilità. L'uso di agglomeranti idraulici di grado inferiore ai cementi a lenta presa resta subordinato a speciale autorizzazione in relazione alle caratteristiche ed all'importanza dell'opera.

I certificati delle esperienze compiute dovranno essere comunicati all'Ufficio del Genio Civile competente, che ne curerà la trasmissione al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed in base ai risultati delle dette esperienze saranno fissati i dosaggi delle malte e dei conglomerati. I campioni dei singoli materiali dovranno essere conservati presso l'Ufficio del Genio Civile.

12. Durante la costruzione dell'opera dovranno essere prelevati, a cura dell'assistente governativo, campioni delle malte e dei conglomerati dagli impasti di esecuzione, almeno due volte la settimana. Tali campioni verranno sottoposti alle prove di resistenza, presso gli Istituti autorizzati, secondo le norme che saranno stabilite nel foglio di condizioni. Per le dighe di notevole importanza potrà anche prescriversi l'impianto di laboratori locali per le prime indagini. Sarà in facoltà dell'Ufficio del Genio Civile di ordinare la demolizione di quelle parti dell'opera i cui campioni non abbiano corrisposto alle prescrizioni di prova. L'Ufficio medesimo, quando accerti che l'andamento dei lavori non offra tutte le garanzie per la perfetta riuscita dell'opera, ne ordinerà la sospensione riferendone al Ministero.

13. Avvenuta l'ultimazione dei lavori, l'Ufficio del Genio Civile ne darà avviso al Ministero ed al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per le relative disposizioni di collaudo. Tale collaudo, a seconda dell'importanza dell'opera, sarà effettuato da un Ingegnere del Genio Civile o da una Commissione collaudatrice, giusta designazione del Presidente della competente Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

14. Nessuna diga potrà essere posta in carico ove non ne sia intervenuto il preventivo collaudo. Qualora nel foglio di condizioni regolante l'esecuzione dell'opera sia ammesso un parziale invaso del serbatoio anche prima che la diga sia compiuta per l'intera sua altezza, l'Ufficio del

Genio Civile competente potrà autorizzare tale parziale invaso, previo preavviso alla competente Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Durante la messa in carico della diga dovranno seguirsi attentamente le manifestazioni tutte e le deformazioni, misurando i valori di queste con opportuni strumenti. Di tali misurazioni dovrà tenersi apposito registro e i loro risultati dovranno essere comunicati dal competente Ufficio del Genio Civile al suindicato reparto della Segreteria del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

C) Esercizio.

15. Giusta quanto più particolareggiatamente sarà specificato nello speciale foglio di condizioni, avvenuto il collaudo e durante tutto il periodo di esercizio, la diga dovrà essere continuamente vigilata da personale adatto risiedente nelle immediate vicinanze della diga stessa. Il posto di vigilanza dovrà essere collegato telefonicamente in modo sicuro con la Centrale e con gli abitati che potessero essere danneggiati dalla rovina parziale o totale dell'opera. Nel foglio stesso saranno stabiliti i periodi entro i quali dovrà procedersi alle verifiche delle eventuali deformazioni dell'opera in relazione ai livelli degli invasi e all'andamento delle stagioni, nonché alla misura delle eventuali perdite attraverso il corpo della diga, da raccogliersi in apposito collettore.
16. Il concessionario è obbligato alla completa e perfetta manutenzione dell'opera e relativi accessi in ogni loro parte; i meccanismi di manovra delle opere di presa e di scarico dovranno essere particolarmente curati onde si trovino costantemente in piena efficienza; di tali meccanismi dovrà essere eseguita la verifica almeno ogni tre mesi, alla presenza di un funzionario incaricato dall'Ufficio del Genio Civile competente.  
Uguale verifica dovrà essere fatta del regolare funzionamento degli apparecchi telefonici di allarme.
17. L'Ingegnere del Genio Civile incaricato della vigilanza sull'opera dovrà eseguirne la visita almeno due volte all'anno e di regola allo stato di massimo e minimo invaso. Delle risultanze di tali visite e delle diverse verifiche come sopra disposte dovrà essere redatto apposito verbale da trasmettersi alla competente Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
18. L'Ufficio del Genio Civile competente, qualora accerti che lo sbarramento presenta minaccia di grave pericolo, ha facoltà d'imporre quegli speciali provvedimenti di assoluta urgenza nei riguardi dell'esercizio del serbatoio, che riconosca indispensabili nell'interesse della incolumità pubblica e di richiedere l'esecuzione delle necessarie opere di riparazione, modificazioni e rinforzo.

Il concessionario dovrà attuare i provvedimenti ordinati d'urgenza, salvo la facoltà di ricorrere al Ministero, che disporrà in via definitiva, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il ricorso non sospende l'esecuzione dei provvedimenti ordinati d'urgenza.

## CAPITOLO II.

### Divisione tipica delle dighe.

19. Agli effetti delle presenti norme generali vengono distinti i seguenti tipi di dighe di sbarramento:
- A) dighe in muratura a gravità;
  - B) dighe in muratura a volta unica;
  - C) dighe con pareti di ritenuta a volte od a solette, sostenute, le une o le altre, da speroni;
  - D) dighe in terra;
  - E) dighe in muratura a secco;
  - F) dighe di tipi vari.

## CAPITOLO III.

### Tipo A. - Dighe in muratura a gravità.

#### *Della forma e del calcolo statico.*

20. La diga avrà disposizione planimetrica moderatamente arcuata ogni qualvolta i fianchi della gola possano sopportarne la spinta; per dighe rettilinee, tranne in casi speciali di limitatissima lunghezza, verranno previsti giunti permanenti di dilatazione. Nel caso di dighe massicce in conglomerato cementizio, saranno previsti giunti di contrazione provvisori, da chiudersi avvenuto il ritiro. La diga dovrà essere sempre protetta, al piede a monte, da un profondo taglione di guardia e provvista di un sistema drenante atto ad impedire anche quelle travenazioni che potessero risalire nelle murature dalla roccia di fondazione. Ad ogni modo poi si assicurerà una buona fondazione con iniezioni di cemento sotto pressione, specialmente in corrispondenza del taglione, lungo tutto il perimetro d'ammorsamento.

Nella scelta dell'ubicazione della diga si eviteranno, per quanto è possibile, le località soggette a valanghe od a frane, o si provvederà, con opportune opere d'arte, ad evitarne i possibili danni.

21. Nel calcolo statico della diga si terrà conto, oltre che dei consueti fattori di sollecitazione (peso proprio della muratura, spinta dell'acqua e di eventuali terrapieni), della possibile esistenza di sottopressioni (o pressioni interne dell'acqua di permeazione) nel corpo e specialmente alla base della diga stessa.

Nel detto calcolo si ammetterà convenzionalmente l'esistenza di una sottospinta variante linearmente dal valore  $m \gamma_a y$ , nel paramento a monte della sezione orizzontale considerata, fino

al valore zero nel paramento a valle della sezione stessa, dove  $y$  è l'altezza d'acqua sul piano della sezione,  $\gamma_a$  il peso dell'unità di volume dell'acqua ed  $m$  un coefficiente di riduzione costante per tutta l'altezza della diga considerata, ma variante da  $\frac{1}{3}$  all'unità, secondo le circostanze del caso in esame.

Il paramento a valle della diga non dovrà mai essere più impermeabile del corpo della diga stessa, ciò che potrà eventualmente conseguirsi mediante l'apertura di qualche feritoia nella parte inferiore del paramento medesimo.

Per norma di massima è da adottarsi la seguente graduazione del coefficiente  $m$  anzidetto:

*Dighe fino a 25 metri di altezza.*

- a)  $m = \frac{1}{3}$  per diga a fondazione su terreno costituito da roccia avente eccezionali requisiti di omogeneità, compattezza, impermeabilità;
- a')  $m = \frac{1}{2}$  idem idem in condizioni buone e con minimi difetti;
- a'')  $m = 1$  idem idem in condizioni mediocri e con difetti, intesa però la correzione dei difetti stessi mediante iniezioni cementizie.

*Dighe di altezza da 25 a 50 metri.*

- b)  $m = \frac{1}{2}$  nelle condizioni di fondazione del caso a);
- b')  $m = \frac{3}{4}$  nelle condizioni di fondazione del caso a');
- b'')  $m = 1$  nelle condizioni di fondazione del caso a'').

*Dighe di altezza maggiore di 50 metri.*

- c)  $m = \frac{2}{3}$  nelle condizioni di fondazione del caso a);
- c')  $m = 1$  nelle condizioni di fondazione del caso a');

Per serbatoi di eccezionale importanza si potrà imporre  $m = 1$ .

22. Per le dighe nelle regioni alpine od alpestri, nei cui laghi possa formarsi un campo di ghiaccio, si terrà conto della spinta da esso esercitata contro la diga, al livello del ciglio dello sfioratore, in seguito a rialzo di temperatura, valutandola di tonn. 2,5 per ml. di cresta per ogni 10 cm. di spessore di ghiaccio.

Non si terrà conto di tale fattore di sollecitazione per spessori presunti inferiori ai 20 cm.

23. Coi fattori ordinari di sollecitazione e con quelli testé considerati, il profilo della sezione trasversale deve essere determinato in modo che gli sforzi principali  $\sigma_1$  che si generano nella muratura a diverse profondità, in corrispondenza dei paramenti a monte ed a valle, soddisfino alle seguenti condizioni <sup>(1)</sup>:

*A serbatoio pieno sino al livello della massima piena prevedibile.*

In ogni punto del paramento a valle deve essere  $\sigma_1 \leq k$  essendo  $k$  il carico di sicurezza alla compressione per la muratura di cui è formata la diga.

In ogni punto del paramento a monte  $\sigma_1 \geq 0$ .

*A serbatoio vuoto.*

In ogni punto del paramento a monte deve essere  $\sigma_1 \leq k$ .

In ogni punto del paramento a valle deve essere  $\sigma_1 \geq 0$ .

Il valore di  $k$  non deve superare  $\frac{1}{6}$  della resistenza allo schiacciamento della muratura o conglomerato a un mese di maturazione.

Nella necessità di ulteriori accertamenti potranno ripetersi le prove a tre mesi di maturazione. La resistenza a tre mesi dovrà essere di almeno 8 volte la sollecitazione.

Tale resistenza sarà comprovata da certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale del Regno, relativo a prove su campioni formati coi materiali che s'intende impiegare.

Il peso per metro cubo della muratura da introdursi nei calcoli statici verrà comprovato da altro certificato ufficiale.

Dovrà inoltre verificarsi a serbatoio pieno la stabilità allo scorrimento nella sezione di fondazione.

<sup>(1)</sup> *Lo sforzo unitario principale  $\sigma_1$  ha l'espressione:*

$$\sigma_1 = \sigma (1 + \theta^2) - \gamma_a y \theta^2$$

*dove  $\sigma$  è lo sforzo unitario nell'elemento orizzontale dedotto con la regola del trapezio,  $\gamma_a$  è il peso dell'unità di volume dell'acqua,  $y$  è la profondità sotto il livello dell'acqua,  $\theta$  è la tangente trigonometrica dell'angolo che in quel punto il paramento fa colla verticale.*

*Se il paramento non è premuto dall'acqua (paramento a valle e anche paramento a monte a serbatoio vuoto) risulta:*

$$\sigma_1 = \sigma (1 + \theta^2)$$

24. Il franco del coronamento, sopra il livello di massima piena, varierà secondo l'importanza dello sbarramento e del serbatoio, partendo da un valore minimo di almeno un metro.

Lo spessore in sommità dovrà soddisfare alle esigenze statiche ed, eventualmente, anche ad esigenze stradali.

25. Per le dighe tracimabili, il profilo della sezione trasversale, oltre che ai requisiti fin qui considerati, deve soddisfare alla condizione o di avere la vena d'acqua stramazzone del tutto staccata dalla diga, o di avere il paramento a valle profilato in modo che la detta vena, tenuto

pure conto della velocità di arrivo, si adagi sempre sul paramento stesso, il quale verrà protratto, al piede, con ampio raccordo e collegato, sempre quando lo richieda la natura del terreno, con una robusta protezione.

*Della costruzione.*

26. La diga verrà fondata esclusivamente su terreno costituito da roccia di idonea compattezza e resistenza, e in questo incassata quanto occorre, sia alla base che sui fianchi. La diga, verrà immorsata nella roccia di fondazione mediante gradoni o risalti. E' desiderabile che la superficie di fondazione sia, nel suo complesso, pendente verso monte. Ad ogni modo è da evitarsi una pendenza notevole verso valle. In tal caso la superficie di fondazione sarà conformata a gradoni pendenti contro monte.

Lo scavo di fondazione verrà praticato con ogni cura, previa l'esecuzione di un adeguato numero di sondaggi, sufficientemente profondi e che consentano l'estrazione di testimoni. I fori di sonda saranno poi otturati con iniezioni di cemento sotto pressione non inferiore a quella della massima ritenuta.

L'uso delle mine sarà limitato a quelle indispensabili, per le quali verranno adoperate cariche ridotte di esplosivi; la roccia verrà ovunque ripulita con getti d'acqua in pressione.

27. Prima dell'inizio dei lavori e periodicamente lungo tutto il corso di essi dovranno essere eseguite le prove dei vari materiali come è indicato ai numeri 11 e 12 delle presenti norme. Di dette prove dovrà essere tenuta regolare documentazione.

La resistenza del saggio cubico del pietrame impiegato, a qualsiasi inizio di rottura e secondo le tre direzioni, dovrà risultare al minimo di 300 kg. per centimetro quadrato.

28. Durante i periodi di gelo, la costruzione verrà sospesa.

29. Il paramento a monte verrà protetto con intonaco retinato allo scopo di evitare fessurazioni notevoli o con stilatura dei giunti se questa è possibile in relazione alla natura del pietrame. Si provvederà poi a conseguire un alto grado d'impermeabilità mediante spalmatura di sostanze idonee a tale scopo.

30. Qualunque conglomerato cementizio per dighe dovrà offrire al 28° giorno di maturazione una resistenza allo schiacciamento di almeno chilogrammi 80/cm<sup>2</sup>. La resistenza a tre mesi di maturazione dovrà risultare di almeno chilogrammi 110/cm<sup>2</sup>.

31. Per le dighe in muratura di pietrame saranno nei singoli casi stabiliti i coefficienti di resistenza delle malte in relazione alle sollecitazioni cui vanno soggette.

#### CAPITOLO IV.

##### Tipo B. - Dighe in muratura a volta unica.

###### *Del calcolo.*

32. Le dighe in muratura a volta unica verranno considerate come formate di anelli sovrapposti, indipendenti, soggetti alla pressione idrostatica ed alle variazioni termiche, trascurando gli effetti prodotti dal peso proprio e ritenendo nulle le sottopressioni. I detti anelli, ad eccezione di quelli più profondi e massicci, verranno calcolati come archi elastici incastrati ed, occorrendo, si varierà la curvatura del loro asse geometrico e lo spessore in modo da evitare, possibilmente, od almeno da ridurre gli sforzi interni di tensione a non più di chilogrammi 3/cm<sup>2</sup>. Gli sforzi massimi di pressione non supereranno  $\frac{1}{5}$  del carico di schiacciamento precedentemente definito.

Nel computo di detti sforzi interni si terrà conto delle massime prevedibili variazioni di temperatura entro l'arco considerato e in relazione al suo spessore, e del ritiro del conglomerato, equiparando l'effetto di detto ritiro a quello di un abbassamento di temperatura di 10°.

33. Valgono naturalmente, anche per questo tipo, quelle prescrizioni degli articoli precedenti che sono ad esso applicabili.

###### *Della costruzione.*

34. Condizione tassativa per l'adozione del tipo di diga a volta è quella di avere agli incastri terreni costituiti da rocce di particolare compattezza, stabilità e resistenza.

Le imposte dovranno sempre essere bene addentrate nella roccia viva, e profilate eventualmente con riseghe in modo che i singoli anelli di volta abbiano piani d'imposta normali al loro asse geometrico.

Deve essere assolutamente assicurato il pieno e continuo contatto fra roccia e struttura muraria, particolarmente con impiego di iniezioni di cemento.

35. Nella preparazione delle imposte sarà di regola evitato l'impiego di esplosivi; nei casi in cui possa essere ammesso, dovrà essere praticato in modo da evitare ogni danno alla compattezza della roccia che deve rimanere in posto.

## CAPITOLO V.

Tipo C. - Dighe con parete di ritenuta a volte od a solette sostenute da speroni.

*Della forma e del calcolo statico.*

36. La diga è costituita da una parete piana o a volte, sostenuta da speroni o contrafforti.  
La parete verrà formata con solette in conglomerato cementizio armato (tipo Ambursen) o con volte in conglomerato cementizio, semplice od armato.  
I contrafforti potranno costruirsi in muratura o in conglomerato, semplice od armato.  
La diga avrà andamento planimetrico rettilineo.
37. Condizione tassativa per l'adozione del tipo di diga a speroni, è quella di perfetta e uniforme stabilità, resistenza e compattezza della roccia su cui si fondano gli speroni.  
Per il calcolo statico degli speroni valgono le norme indicate per il tipo A), tenendo debito conto delle sottopressioni.
38. Gli speroni saranno fra di loro robustamente controventati.  
Quando gli speroni abbiano esiguo spessore in rapporto alla loro altezza e al loro interasse, dovranno essere rinforzati con nervature, particolarmente ai paramenti o in prossimità di essi.
39. Se la diga è completamente od in parte in cemento armato, oltre alle prescrizioni qui dichiarate, debbono essere rispettate quelle vigenti per tali opere.  
Se la parete tra i varî speroni è a volta (armata o no), verrà calcolata applicando ai varî anelli elementari normali all'inclinazione della parete, in cui la volta può immaginarsi scomposta, la teoria degli archi elastici incastrati, non trascurando l'azione del suo peso proprio, e tenendo conto delle massime prevedibili variazioni di temperatura e del ritiro del conglomerato, equiparando l'effetto di detto ritiro a quello di un abbassamento di temperatura di 10°.  
Per gli anelli più profondi e massicci si potranno supporre variazioni termiche ridotte.  
Gli sforzi interni massimi di pressione, tenendo conto delle sollecitazioni secondarie sopra ricordate, non dovranno superare  $\frac{1}{5}$  del carico di schiacciamento precedentemente definito.  
Quando nel regime statico degli archi risulti, in adiacenza del paramento, una zona tesa con sforzo unitario massimo maggiore di kg. 2/cm<sup>2</sup>, dev'essere provveduto ad un'armatura metallica risultante di almeno tre tondini di 20 millimetri di diametro per ml, situati col loro asse a cinque centimetri dalla superficie del paramento, ed opportunamente collegati da barre minori di ripartizione. Lo sforzo unitario massimo di tensione sopportato dal conglomerato così armato non dovrà mai superare kg. 8/cm<sup>2</sup>.

40. Per le dighe tracimabili, il profilo della sezione trasversale, oltre ai requisiti fin qui considerati, deve soddisfare alla condizione o di avere la vena di acqua stramazzone del tutto staccata dalla diga e non cadente fra gli speroni, o di avere una parete appoggiata a valle sugli speroni e il cui profilo soddisfi ai requisiti di cui al tipo A. Sarà in ogni caso da escludere la possibilità che si abbia tracimazione fra gli speroni. Dovrà sempre essere assicurato un conveniente accesso di aria alle camere fra gli speroni ed essere esclusa in modo assoluto ogni possibilità di erosione al piede di fondazione degli speroni.
41. Valgono naturalmente, anche per questo tipo, quegli articoli dei capitoli precedenti che sono ad esso applicabili.

*Della costruzione.*

42. Per quanto riguarda l'impostazione e la costruzione generale, la qualità dei materiali e le prove relative, valgono le norme indicate per i tipi A e B, col particolare riguardo dovuto alla relativa sottigliezza delle strutture componenti la diga.
43. Le gettate delle volte, sia che si facciano contemporaneamente a quelle degli speroni, sia che susseguano, dovranno avanzare in altezza in modo uniforme e contemporaneamente sopra più volte. E' opportuno che la gettata delle volte venga eseguita senza interruzione, onde evitare le riprese.
44. Per assicurare la tenuta sul fondo e sui fianchi, al piede del paramento a monte verrà incassato nella roccia un taglione di sufficiente spessore, spinto fino alla roccia compatta.  
Gli speroni dovranno sempre risultare bene incassati nella roccia, preparandone il letto di fondazione con opportuni gradoni in contropendenza e in guisa che neppure la direttrice di questi risulti sensibilmente inclinata verso valle.
45. Il paramento a monte verrà protetto con intonaco retinato, allo scopo di evitare fessurazioni notevoli. Si provvederà poi a conseguire un alto grado d'impermeabilità mediante spalmatura di sostanze idonee a tale scopo.

## CAPITOLO VI.

## Tipo D. - Dighe in terra.

*Delle condizioni inerenti al tipo.*

46. Tale tipo potrà essere applicato solo quando, non essendo possibile l'adozione dei precedenti, si abbiano nelle circostanze locali i requisiti necessari, primo fra essi il conseguimento della omogeneità fra la struttura in terra e il terreno sottostante.
47. L'altezza del carico di acqua non dovrà eccedere il limite di 20 metri, salvo eccezioni da giudicarsi particolarmente caso per caso. Tale carico si intende calcolato dal fondo dell'alveo fino al massimo livello di acqua presunto nel serbatoio, con le piene eccezionali valutate col relativo margine di sicurezza.
48. Si esige come condizione assoluta la dimostrazione particolare della possibilità di scarico delle maggiori piene, sia nel periodo di costruzione che di funzionamento. Lo scarico deve avvenire sempre per mezzo di opere o dispositivi esterni al corpo della diga e tali altresì, nella fase costruttiva, da evitare ogni invasamento che possa dar luogo a conseguenze dannose.
49. Il profilo della sezione trasversale, per altezze di diga minori di 12 metri, deve soddisfare alla condizione di un minimo di inclinazione dei paramenti di due di base per uno di altezza. Per dighe eccedenti i 12 metri di altezza, si seguirà il principio della decrescente inclinazione delle scarpate, con un minimo iniziale di due per uno in sommità e raggiungendo l'inclinazione media di tre di base su uno di altezza, sia per il paramento a monte che per il paramento a valle. Il paramento a monte ed il coronamento saranno in ogni caso rivestiti con una struttura di idonea protezione contro ogni causa di deterioramento. Lo spessore in cresta non sarà mai inferiore ad  $\frac{1}{4}$  dell'altezza, con un minimo di m. 2,50.
50. L'impermeabilità dello sbarramento deve essere sempre assicurata tanto nel corpo della diga quanto nel terreno di fondazione.
- L'impermeabilità del corpo della diga verrà assicurata preferibilmente dalla qualità, omogeneità e lavorazione del materiale componente l'intero ammasso terroso, oppure in virtù di un potente nucleo centrale o di equivalente struttura a monte.
- L'impermeabilità sull'intero contorno di fondazione sarà conseguita da un taglione di guardia di materia impermeabile, raccordato alla parte omologa del corpo soprastante e spinto alla profondità occorrente ad eliminare ogni possibilità di travenazioni dannose.

51. Il franco del coronamento, da stabilirsi sopra la massima ritenuta possibile, sarà tale da contenere con largo margine di sicurezza di almeno m. 1,50, la massima semi-altezza d'onda che può aversi nel lago.
52. Per tali sbarramenti, le opere di scarico e di presa dovranno sempre trovar posto fuori del corpo della diga.
53. Deve dimostrarsi escluso in modo assoluto l'evento della tracimazione d'acqua dalla diga, adottando un largo coefficiente di sicurezza nel computo della massima piena.

*Della costruzione.*

54. Il materiale impiegato deve essere omogeneo e scelto, esente da ogni residuo vegetale, evitando le terre troppo sabbiose o troppo argillose. Il nucleo centrale, se di materiale incoerente, od in genere le parti della struttura a cui è affidata l'impermeabilità della stessa, dovranno contenere una proporzione di argilla non inferiore al 30 per 100 e non eccedente il 60 per 100.  
Salvo procedimenti di tecnica costruttiva speciale, quale il sistema idraulico di colmata, la struttura verrà eseguita per strati orizzontali successivi, di spessore non superiore a 30 centimetri e ripetutamente compressi.
55. Durante la costruzione il costipamento dell'argine sarà verificato a mezzo di appositi apparecchi.
56. La parte a valle della diga dovrà essere provvista di dispositivi drenanti.
57. Non è ammesso l'invasamento del serbatoio prima di sei mesi dal termine dell'opera.

CAPITOLO VII.

Tipo E. - Dighe in muratura a secco.

*Delle condizioni inerenti al tipo.*

58. Tale tipo potrà essere adottato, salvo eccezioni da considerarsi caso per caso, quando le condizioni locali del terreno escludano l'applicabilità dei primi tre tipi, e non rendano consigliabile il quarto.
59. L'altezza del carico d'acqua non dovrà eccedere il limite di 25 metri, salvo eccezioni da valutarsi particolarmente, caso per caso. Tale carico s'intende calcolato dal fondo dell'alveo

sino al massimo livello d'acqua presunto nel serbatoio, tenuto conto delle piene eccezionali valutate col relativo margine di sicurezza.

60. Si esige come condizione assoluta la dimostrazione particolare della possibilità di scarico delle maggiori piene, sia nel periodo di costruzione che di funzionamento.

Le opere di presa e di scarico dovranno essere sempre esterne al corpo della diga.

61. Il profilo della sezione trasversale deve soddisfare alla condizione di avere un'inclinazione della parete a monte di almeno 0,5 di base per 1 di altezza, e una larghezza non inferiore a 2,5 dell'altezza.

Inoltre deve in ogni caso soddisfare alla condizione di stabilità allo scorrimento, tenuto conto del vuoto nella massa del muro (vuoto che non deve eccedere il 30 per cento del totale), e del coefficiente di attrito applicabile alla natura della fondazione, il quale dovrà computarsi fra superficie bagnate, e non dovrà eccedere il limite di 0,30.

62. La diga verrà fondata a sufficiente profondità onde raggiungere un terreno che garantisca un appoggio sicuro ed analogamente verrà provveduto ad una corrispondente incassatura nei fianchi. Deve essere protetta da paramento a monte che assicuri permanentemente la impermeabilità attraverso il corpo dell'opera, tenuto conto anche degli effetti termici e degli assestamenti.

Il taglione del paramento a monte verrà incassato profondamente sul fondo e sui fianchi con idoneo spessore, sino al raggiungimento della roccia o di strato impermeabile e assolutamente compatto.

63. Il franco del coronamento, da stabilirsi sopra la massima ritenuta possibile, sarà tale da contenere la massima semi-altezza d'onda che può aversi nel lago, con margine di sicurezza di almeno un metro.

Lo spessore di sommità sarà di almeno un quinto dell'altezza.

64. Deve dimostrarsi escluso in modo assoluto l'evento della tracimazione d'acqua dalla diga, adottando un largo coefficiente di sicurezza nel computo della massima piena.

*Della costruzione.*

65. Il pietrame impiegato sarà di ottima qualità, non facilmente alterabile e accuratamente sistemato a mano; i blocchi più grossi e regolari verranno posti ai paramenti, formandovi

struttura maggiormente chiusa e regolare. Sarà limitato allo stretto necessario l'uso delle scaglie.

Si curerà una intima legatura della massa, specialmente nelle riprese.

Il piede a valle della struttura sarà formato con blocchi più grossi e regolari, sistemati con particolare cura. Sarà in ogni caso esclusa la costruzione con pietrame alla rinfusa.

66. Sussistono anche per questo tipo le disposizioni costruttive già descritte per conseguire l'impermeabilità del paramento a monte.

#### CAPITOLO VIII.

##### Tipi vari.

67. Includono le dighe a struttura in ferro, particolari forme di dighe in muratura, dighe in muratura con vani interni, particolari tipi a struttura mista di terra, ghiaia e pietrame, le dighe a struttura in legno, le dighe mobili e altre.
68. Tali tipi possono venire considerati singolarmente come strutture di carattere specifico, convenienti in condizioni particolari, non classificabili però in senso generale, e quindi il giudizio sui progetti con tali sbarramenti verrà fatto per ogni singolo caso.
- In quanto sia consentito, valgono per detti tipi le norme indicate per i tipi principali ad essi assimilabili.

#### CAPITOLO IX.

##### Disposizione transitoria.

69. Per le dighe già costruite o in corso di costruzione si osserveranno le speciali prescrizioni impartite dalla Commissione istituita con Decreto Min. 6 dicembre 1923, salvo le maggiori cautele che possono essere prescritte a norma del presente Regolamento, del quale varranno in ogni caso le norme relative all'esercizio.