
D) PRINCIPALI OPERE
PER LA SISTEMAZIONE DEI TORRENTI.

§ 1. Briglie e loro struttura.

L'opera più frequente nella sistemazione dei torrenti è la *briglia*, che viene anche denominata *serra* o *traversa*, perchè essa consiste in un manufatto che si dispone trasversalmente al torrente, allo scopo sia di consolidarne il fondo e le rive, sia di arrestare le materie trasportate dalla corrente.

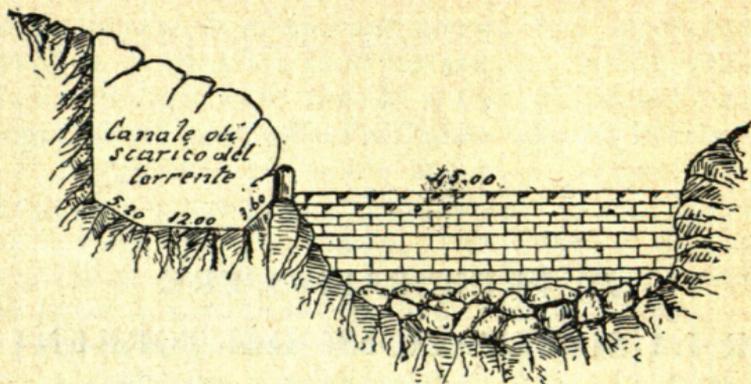
a) *Struttura in muro*. — Assai spesso le briglie si fanno in muratura di pietrame e possono essere: in malta (Tav. 25 a 30 e fig. 37), o a secco (Tav. 31 e fig. 38 al 42) o anche di muratura mista.

Le briglie a secco possono essere costruite sia con pietrame greggio e allora si dicono *rustiche*, sia con pietra lavorata o tagliata. Quelle rustiche sono fatte per lo più con grossi massi irregolari.

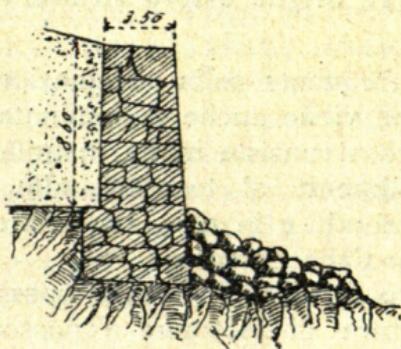
Le briglie di muratura mista vengono per lo più costruite con pietrame in calce nelle parti esterne, e con pietrame a secco nell'interno.

b) *Struttura in gabbioni*. — Un altro tipo di struttura per le briglie è quello in *gabbioni* o *burghe*.

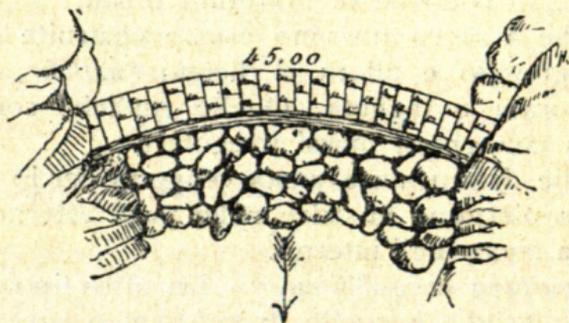
Le *burghe* o *gabbioni* sono reti di filo di ferro zincato che si riempiono di ciottoli o di pietrame anche



Prospetto.

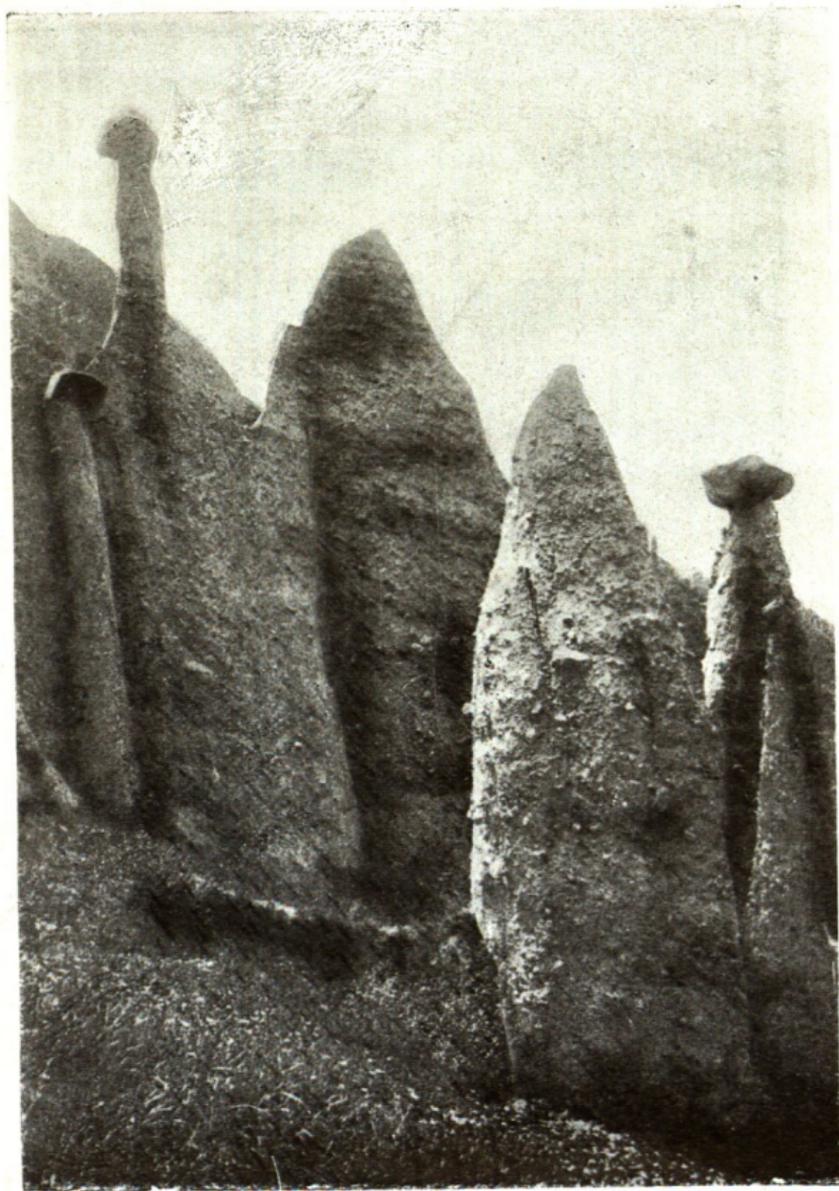


Sezione.

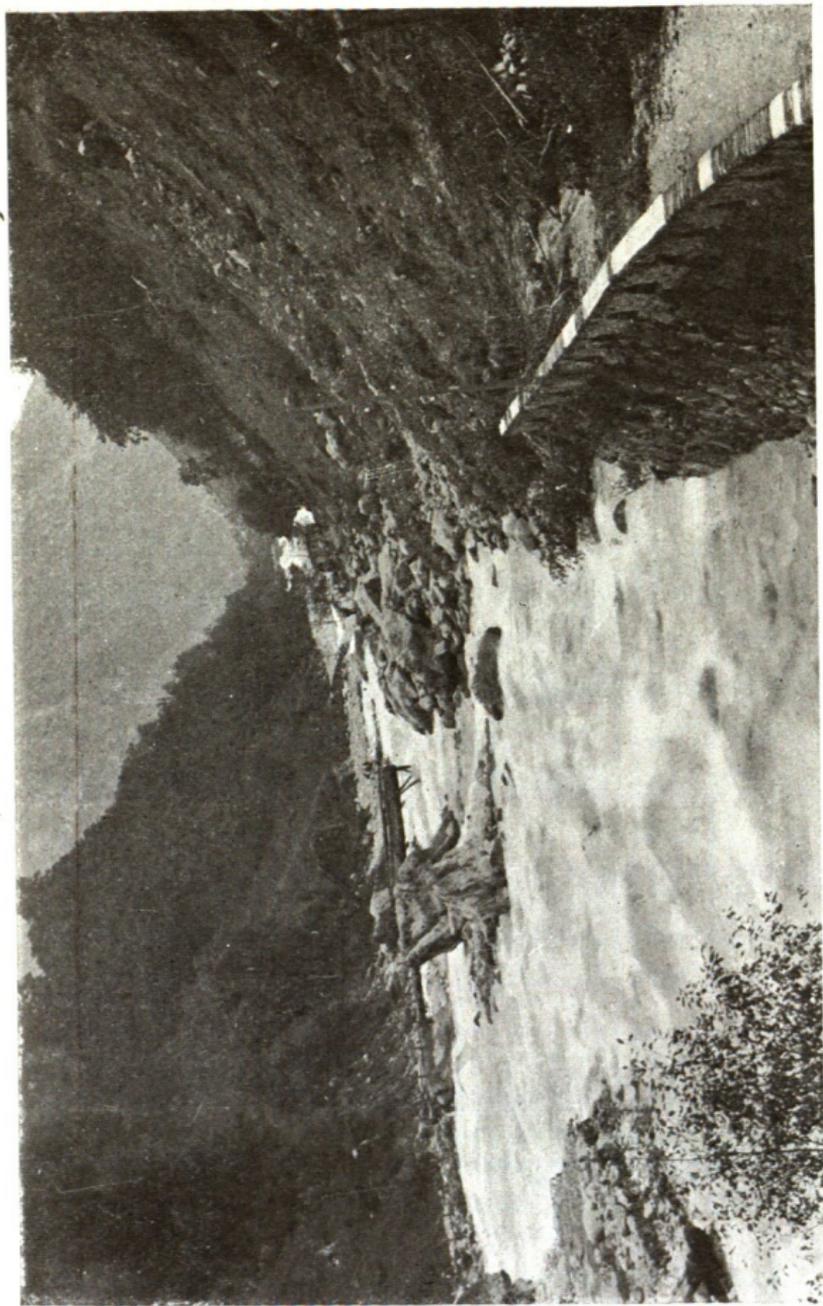


Pianta.

Fig. 37. — Briglia in calce sul torrente Osselitzen (Corinzia).



Tav. 22. — Piramide di erosione a Cislago di Zone sul versante sinistro del lago di Isco (Prov. di Brescia).



Tav. 23. — Frana di Tornadi, la quale la notte del 6 ottobre 1911 ha asportato parte del ponte e della strada principale della Valle Malemo (Valtellina).

minuto che possono assumere diversa forma, per lo più cilindrica o prismatica.

I gabbioni oramai dopo il grande sviluppo dell'in-

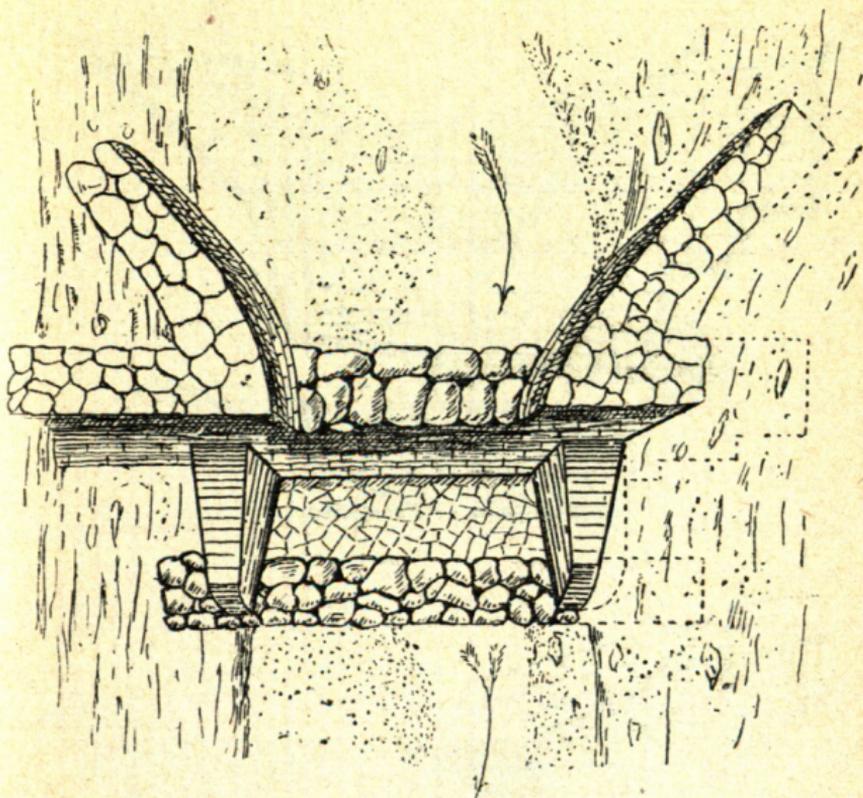


Fig. 38 a — Pianta.

dustria metallurgica, anche per la modicità del prezzo del filo di ferro, trovano estesissima applicazione nelle difese fluviali di ogni genere, cioè sia per opere longitudinali sia per opere trasversali (scogliere, pennelli, mantellate, platee ecc.).

Per la sistemazione dei torrenti vengono preferiti i gabbioni prismatici, a scatola, perchè con questi si può

ottenere una struttura, regolare continua come si ottiene con la muratura; mentre invece con gabbioni di altra

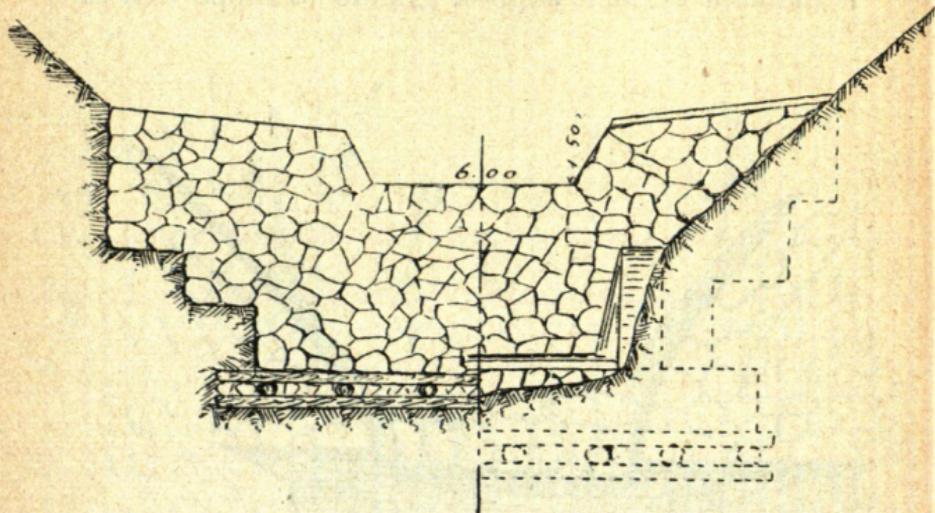


Fig. 38 b — Prospetto.

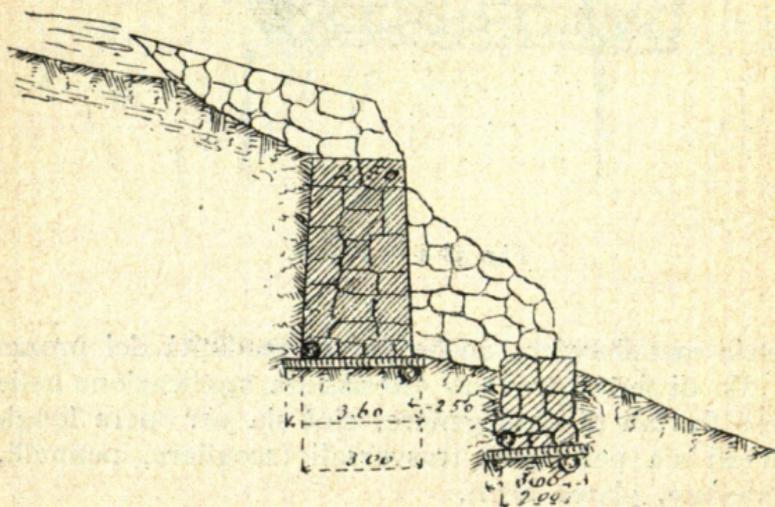


Fig. 38 c. — Sezione.

Briglia a secco sul Gosmerback (Canton Uri).

forma, per es. quei cilindrici, non si riesce ad evitare la presenza di vani e di interstizi.

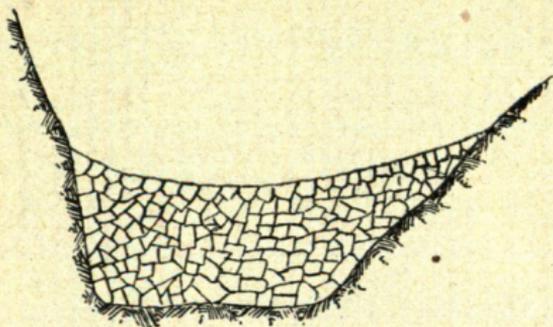


Fig. 39.

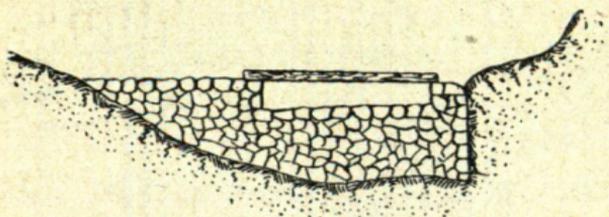


Fig. 40.

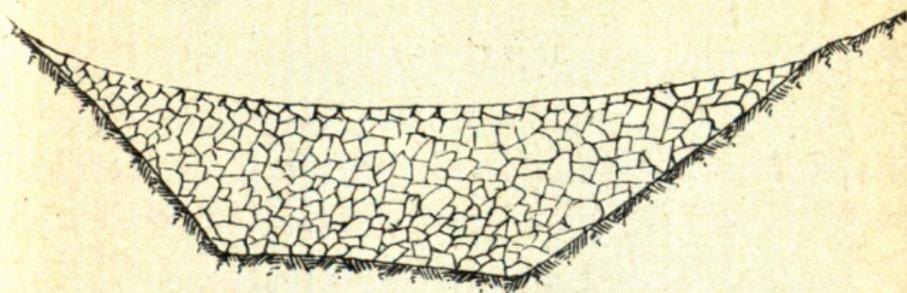
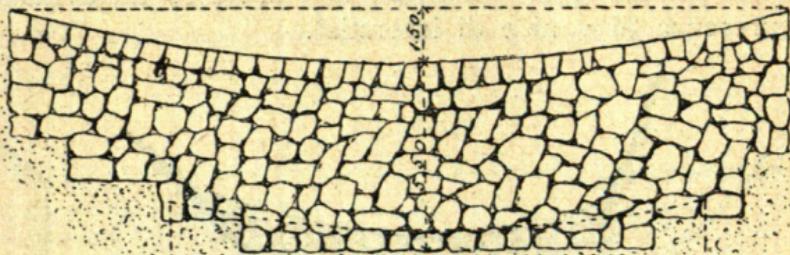


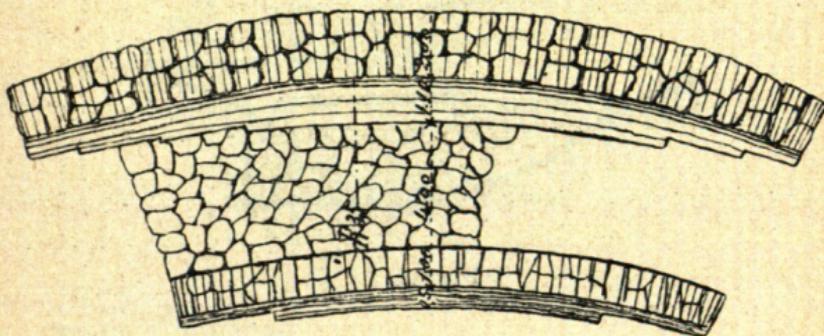
Fig. 41.

Briglie a secco sul torrente S.te Martko (Francia).

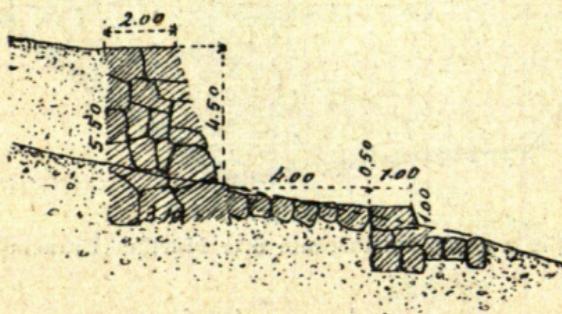
Le reti o tele che hanno la forma rappresentata dalla fig. 43 arrivano già preparate dall'officina sul luogo dei lavori dove sono assai facilmente collocate



a) Prospetto.

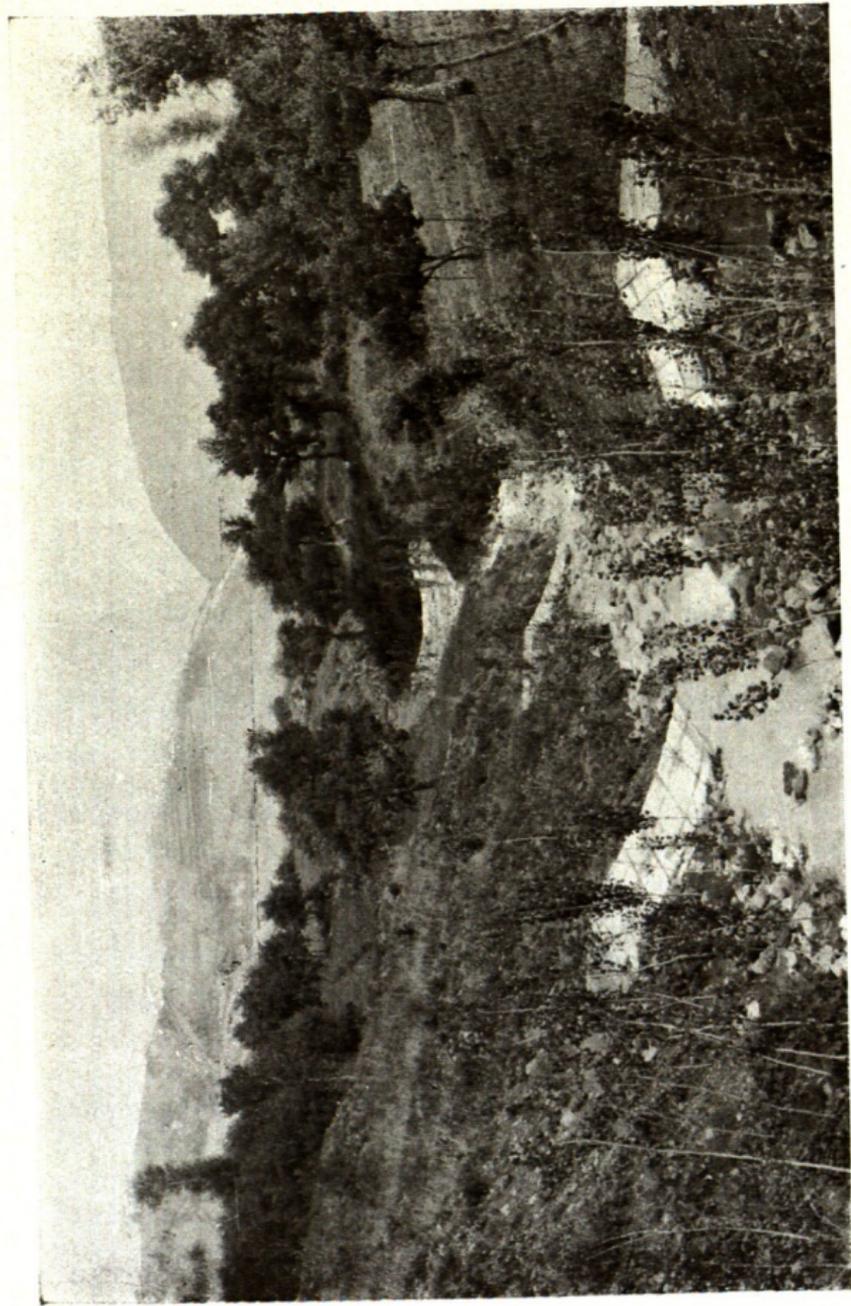


b) Pianta.



c) Sezione.

Fig. 42. — Tipo normale di briglia a secco in Corinzia.



Tav. 24. — Imbrigliamento di parte superiore del torrente Rampaio, affluente del Rio Maggiore, sopra Bagni di Porretta (Prov. di Bologna).

in opera con comodità ed in modo di poter assegnare alla briglia la forma che si desidera come se venisse eseguita in muratura.

È evidente poi come i gabbioni riescono più economici in confronto di altre strutture, perchè il materiale per il loro riempimento, (ciottoli o pietrame) potendo

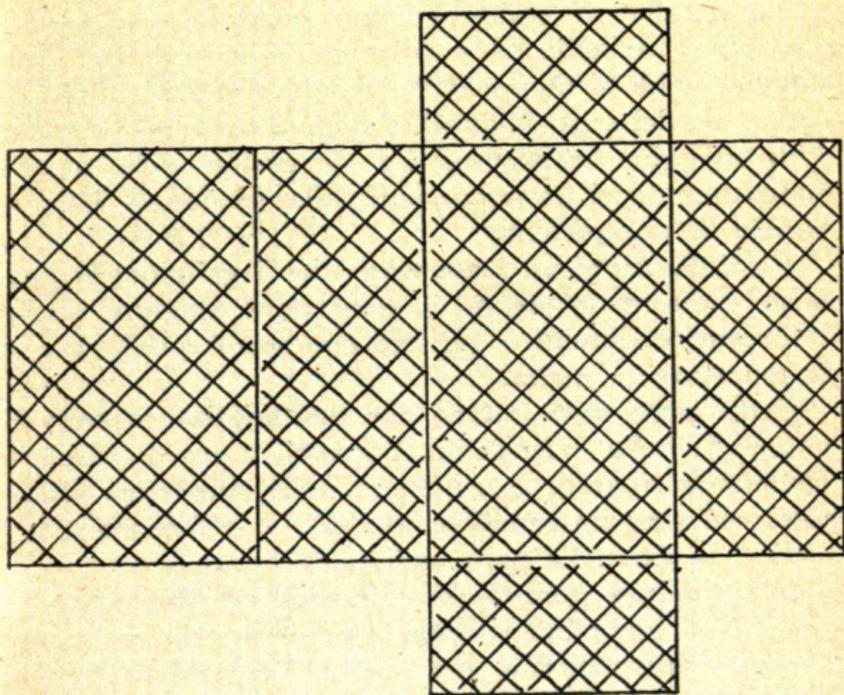


Fig. 43.

essere ricavato dal letto stesso del torrente, non vi è per esso che una piccolissima spesa di trasporto.

I gabbioni sono pure un materiale assai solido per la ragione che potendo essere costruiti con le dimensioni che meglio si desiderano, si fanno per solito abbastanza voluminosi, perchè non abbiano ad essere nè mossi nè asportati dalla corrente.

Le dimensioni più frequentemente usate per i gabbioni in genere sono comprese tra m. 0.50 e m. 5.00 di lunghezza e tra mc. 0.250 e mc. 5 di volume. La grossezza del filo oscilla secondo i casi da 2 a 4 mm. Il peso di tali reti varia, naturalmente secondo la grossezza del filo da 2 a 25 kg., cosicchè esse sono anche facilmente trasportabili su sentieri di montagna.

Le maglie di solito si fanno quadrate o a rombo, con lato variabile da 5 a 15 cm. a seconda dei casi. Alcune volte si fanno anche maglie romboidali, ma allora i vertici sono lavorati a doppia torsione per dar loro maggior resistenza. Le dimensioni delle maglie naturalmente si proporzionano alla grossezza del materiale di riempimento.

Finalmente giova osservare che i gabbioni si possono mettere in opera in qualunque stagione anche d'inverno e durante i geli ciò che non è possibile con le murature in malta.

Come pure è da notarsi che una briglia costituita di gabbioni, nella eventualità di guasti, si può d'ordinario facilmente riparare e rimettere nelle condizioni primitive mediante un semplice ricarico o rifornimento di altri elementi nella parte ceduta.

In principio quando si cominciò ad impiegare le burghes e i gabbioni si ebbe la preoccupazione che essi avessero breve durata, ma invece l'esperienza ha dimostrato, che, se il filo di ferro zincato è bene galvanizzato, resiste senza rompersi anche per oltre 20-25 anni e dopo questo tempo i materiali contenuti nel gabbione assai spesso si trovano consolidati in un solo blocco con la melma e la vegetazione.

c) *Struttura in terra.* — Se la briglia non è molto importante si può costruire anche semplicemente in terra ben battuta.

Certo queste briglie costano meno di quelle precedentemente descritte, ma anche la loro resistenza è

molto limitata. Si adopera quindi la terra solo per briglie di piccola altezza; e quando questa non è maggiore di $2 \div 3$ metri la briglia in terra può prestare utilissimi ed efficacissimi servizi.

d) Struttura di legname. — Anche il legname si presta abbastanza bene alla costruzione delle briglie (specialmente nei paesi che ne hanno grande abbondanza).

Con legname grosso, anche sotto la forma greggia di tronchi d'alberi, si sono costruite briglie di altezze molto ragguardevoli (fig. 44^{a-c} e 45^{a-c}).

In Svizzera si hanno briglie di questa struttura con l'altezza di 10 e più metri.

Per le briglie di altezza più limitata (fig. 46 a 49), si impiega di solido legname anche minuto e le briglie prendono allora nomi diversi come palizzate, viminate, graticci, steconate, fascinate, ecc. ecc. a seconda dei materiali coi quali vengono costruite.

Si fanno poi briglie anche con legname misto ora a pietrame, ora a ciottoli e altri materiali minuti, e la struttura prende allora l'aspetto di cassoni formati da un'intelaiatura di legname e riempiti di ciottoli o di pietrame (fig. 50 a 54).

e) Struttura in ferro e in cemento armato. — Dopo che queste due strutture, che si possono mettere insieme, anche perchè riposano sugli stessi principi costruttivi, furono applicate in America per la costruzione di alte dighe di trattenuta (⁴³), era ovvio che il loro im-

(⁴³) Alte dighe di trattenuta in ferro, furono costruite per l'approvvigionamento di acqua potabile per le città di Lima e di Callao; e queste dighe sono le prime che siano state costruite in ferro. Esse furono erette in località assai lontane da ogni abitazione umana, accessibili solo mediante strade mulattiere e assai frequentemente molestate dal terremoto. Sortirono buon risultato.

Dighe in cemento armato per la trattenuta di laghi artificiali furono costruite in questi ultimi anni negli Stati Uniti: a Schuylerville

piego venisse suggerito anche per la costruzione delle briglie che occorrono per la sistemazione dei torrenti.

E quantunque finora in questo campo non siano ancora state indrodotte, almeno in iscala notevole, è tuttavia assai attendibile che molto presto abbiano a trovarvi larga applicazione, specialmente per quanto riguarda il cemento armato, data la estensione che questo va assumendo in tutte le costruzioni.

Epper ciò si crede non inopportuno di qui dare un cenno sulle dighe in cemento armato, anche riguardo alla loro stabilità, essendo questa basata su principi diversi delle dighe in muro, riferendo quanto espongono gli autori specialisti del genere (⁴⁴ e ⁴⁵).

Il profilo preferito per le alte dighe di trattenuta è formato (vedi fig. 55) da un lastrone di cemento armato AB che forma il paramento a monte. Questo lastrone è incastrato in B nel suolo e s'appoggia a una serie di contrafforti o cavalletti la cui sezione si proietta in BAC . Quando la diga deve essere sormontata dalle acque e formare stramazzo (ciò che sempre accade nelle briglie dei torrenti) essa è munita di una parete a valle AC pure in cemento armato, e a doppia curvatura per meglio guidare le acque. L'armatura metallica che è immersa nel calcestruzzo si compone di un traliccio di barre longitudinali e trasversali; nella figura però per semplificazione si sono rappresentate soltanto le barre longitudinali.

sulla Battenkill River, nello Stato di New-York (alta m. 8.50, larga alla base m. 15.85 e lunga m. 75); a Ellsworthdamm nel Maine (alta m. 20 e lunga m. 90); a Pittsfielddamm nel Massachusset (alta m. 12.5); a La Preledamm, nel Wyoming, rettilinea alta m. 40 e lunga m. 100; ecc. Altra diga in cemento armato, alta m. 44, è stata progettata in Germania per la formazione di un lago artificiale nel bacino dell' Harz-Oder.

(⁴⁴) P. ZIEGLER, « Der Thalsperrenbau »; Berlin, 1911.

(⁴⁵) H. BELLET, « Barrages en maçonnerie et murs des réservoirs » Grenoble, 1907.

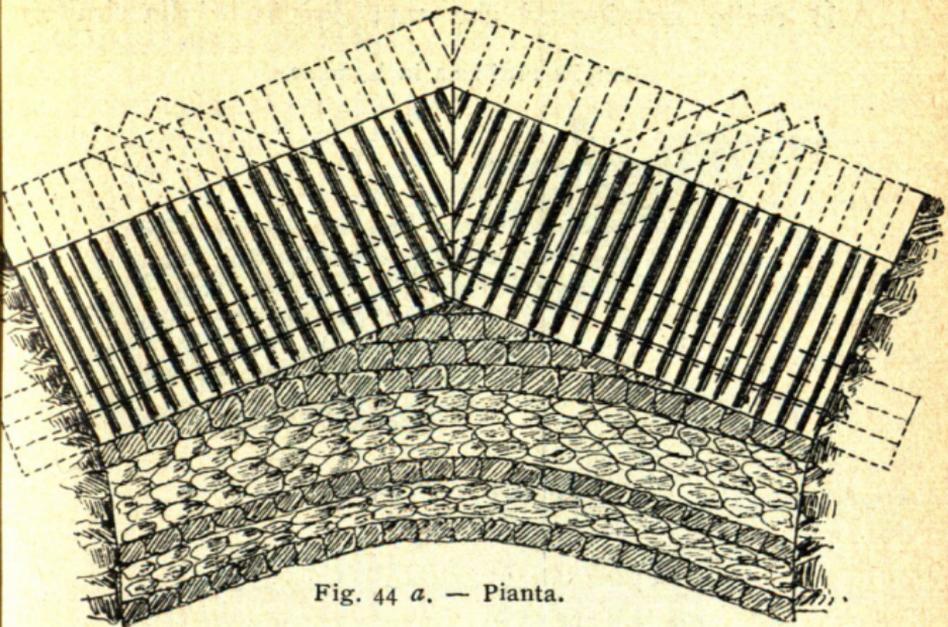


Fig. 44 a. — Pianta.

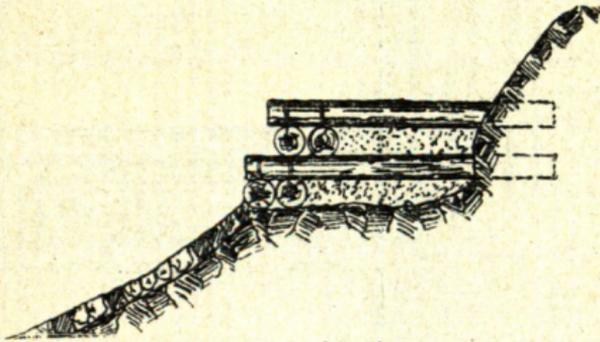


Fig. 44 b. — Sezione.

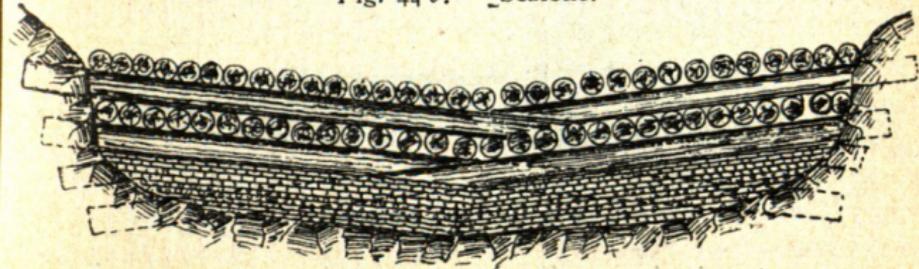


Fig. 44 c. — Prospetto. — Briglia in legname convessa. — Scala 1 a 150.

È facile convincersi che una diga o briglia simile
 Briglia rettilinea in legname.

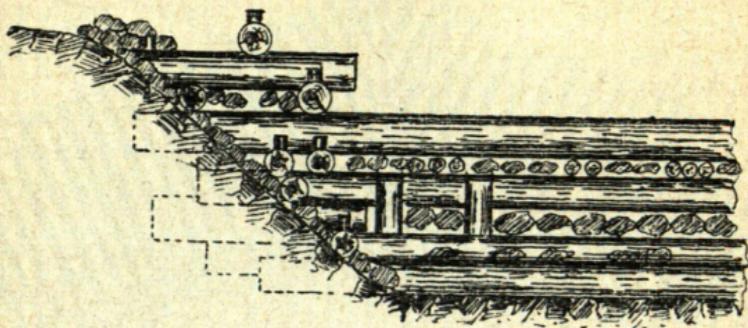


Fig. 45 a. — Prospetto.

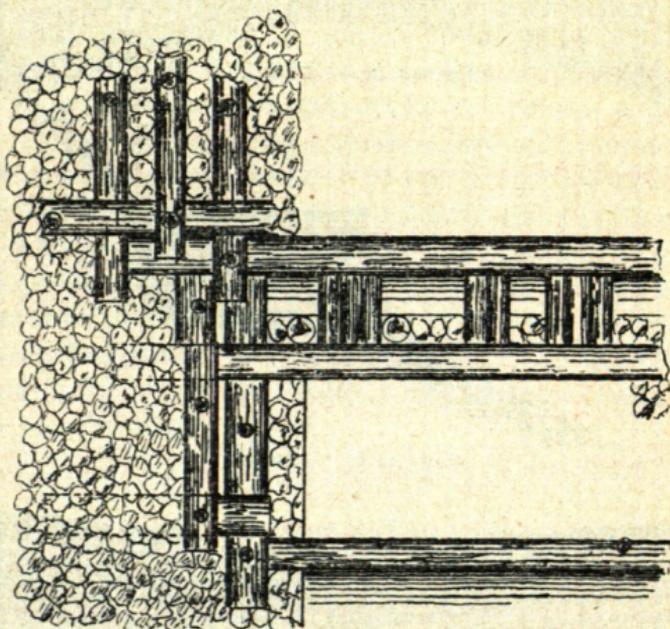


Fig. 45 b. — Pianta.

non può scivolare sulla sua base, nè essere rovesciata se l'angolo β di inclinazione del paramento 'a' monte

con la verticale è almeno eguale a 45° . La diga non può scivolare: perchè in realtà il peso dell'acqua che incombe sul paramento a monte è eguale a $0,5 y^2 \text{ tag. } \beta$ (dove y è l'altezza della diga) in modo che il rapporto fra la spinta orizzontale e il peso solo dell'acqua è eguale a $\text{cotg } \beta$. Questo risultato varia di poco anche tenendo conto dell'altezza che l'acqua ha sulla corona della diga, finchè questa altezza è piccola in confronto dell'altezza della diga. Se f rappresenta

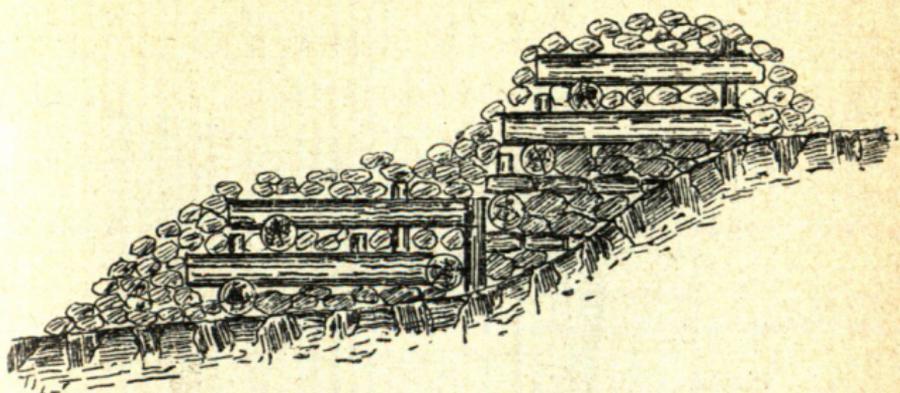


Fig. 45 c. — Sezione.

il coefficiente d'attrito dei contrafforti sulla loro base si vede che deve essere $\text{cotg } \beta = f$ affinchè la diga non possa scivolare, e se si ammette che f abbia il valore $0,75$ si trova che β deve essere eguale a 53° . Ma noi non abbiamo considerato che il solo peso dell'acqua, e basta che il peso proprio della diga sia solo eguale al terzo di quello dell'acqua perchè la condizione che non avvenga scorrimento sia realizzata con $\beta = 45^{\circ}$. E nemmeno abbiamo tenuto conto dell'incastramento che si suole eseguire in B e che oppone una certa resistenza allo scorrimento.

Fig. 46 a.
Prospetto.

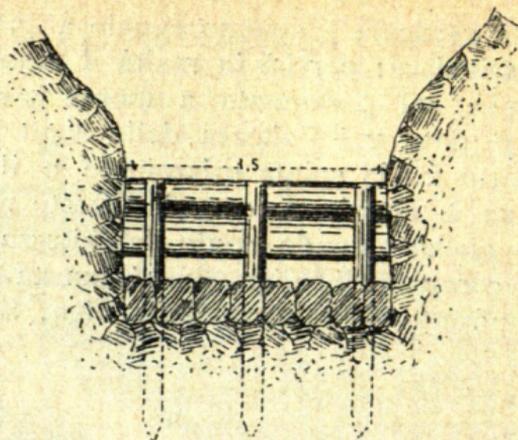


Fig. 46 b.
Pianta.

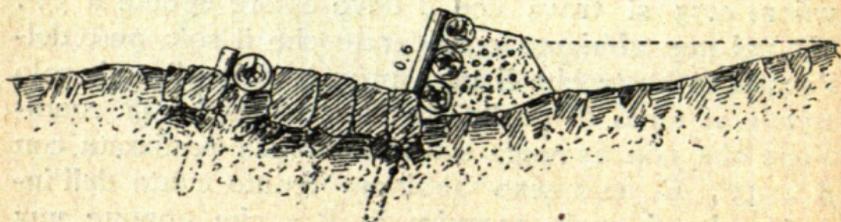
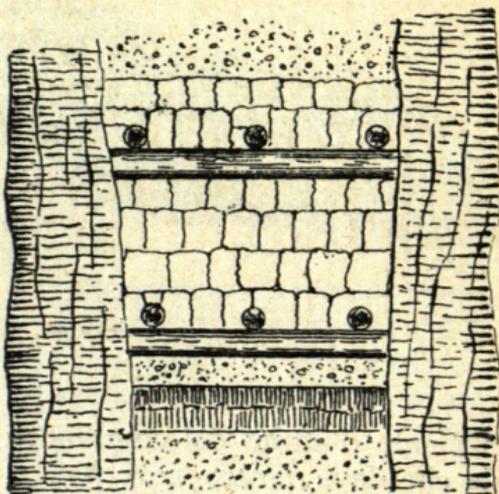


Fig. 46 c. — Sezione. — Soglia in legname.

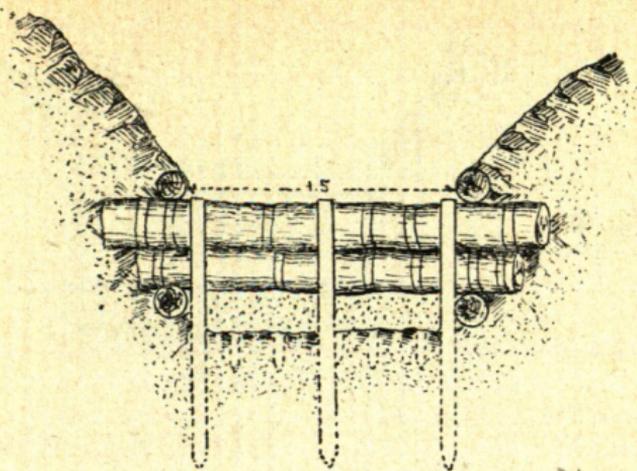


Fig. 47 a. — Prospetto.

Fig. 47 b.
Pianta.

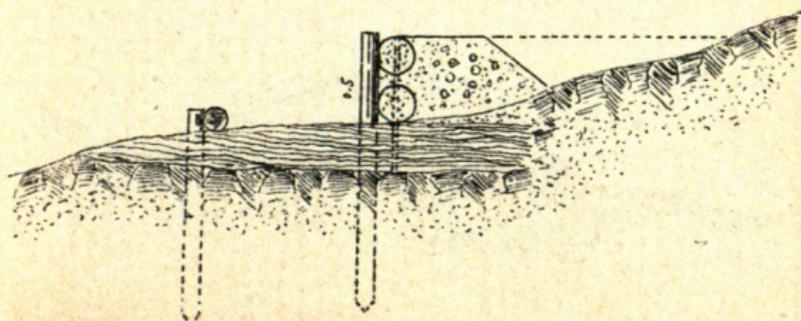
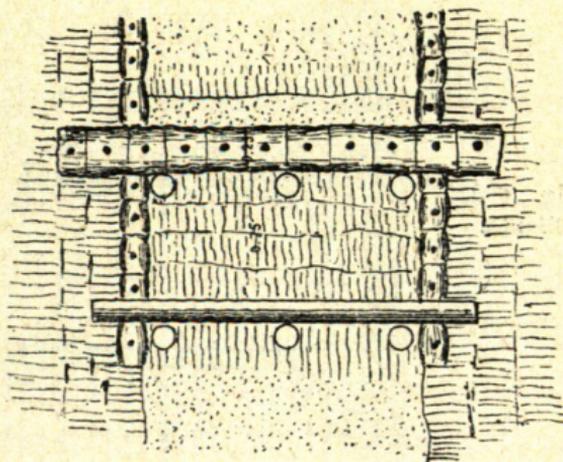


Fig. 47 c. — Sezione. — Fascinata o soglia con fascine.

Fig. 48 a.
Prospetto.

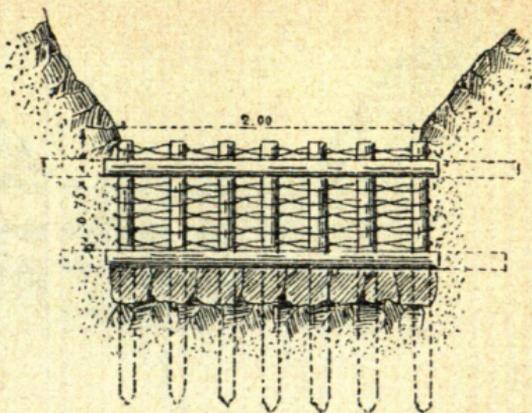


Fig. 48 b.
Pianta.

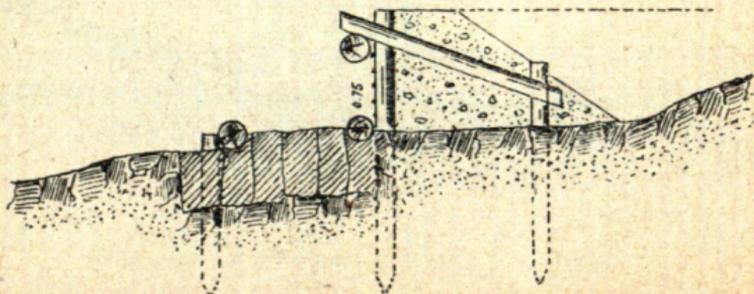
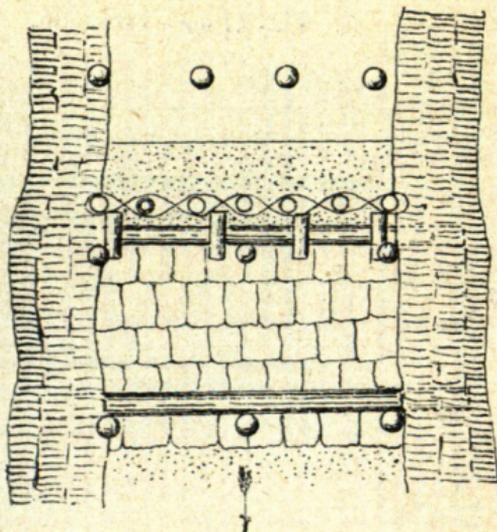


Fig. 48 c. — Sezione. — Viminata di 1ª classe. Scala 1.7.

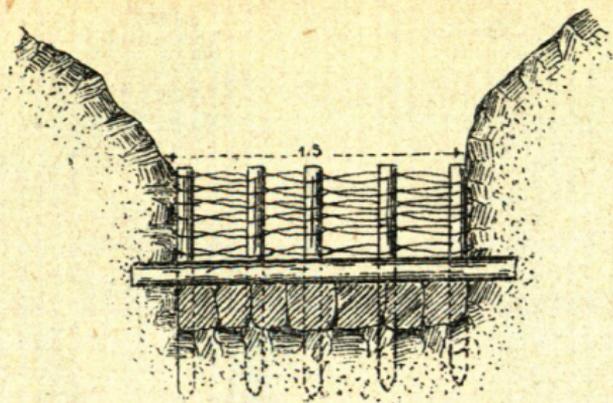


Fig. 49 a. — Prospetto.

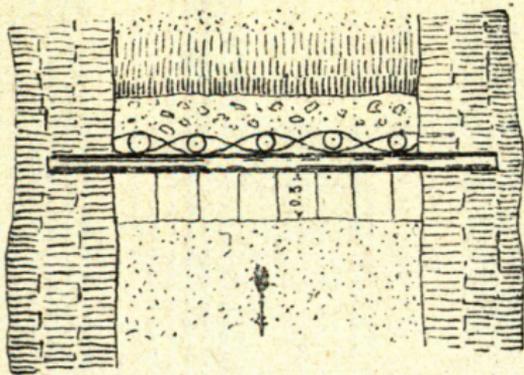


Fig. 49 b. — Pianta.

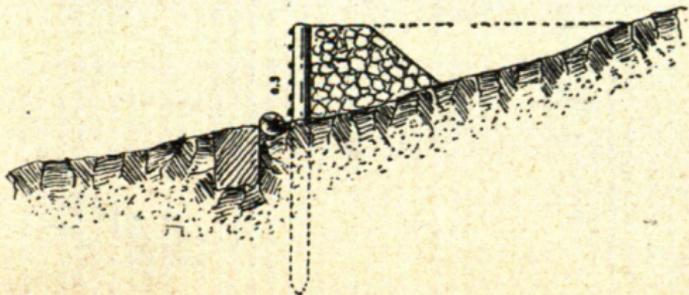


Fig. 49 c. — Sezione. — Viminata secondaria di 2^a classe.
Scala 1.60.

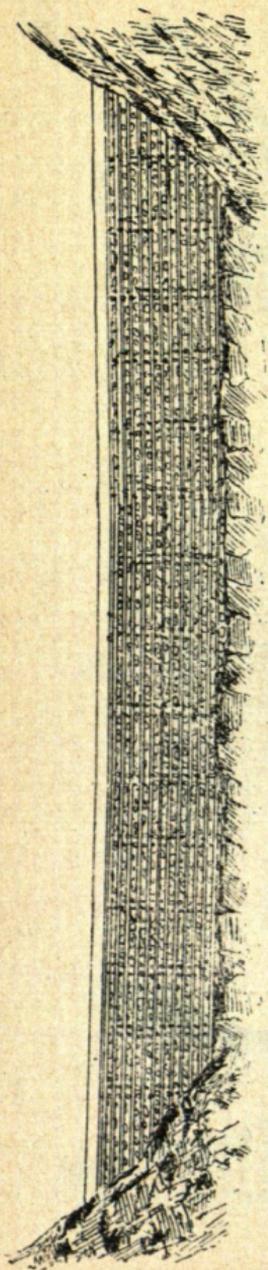


Fig. 50 a. — Prospetto.

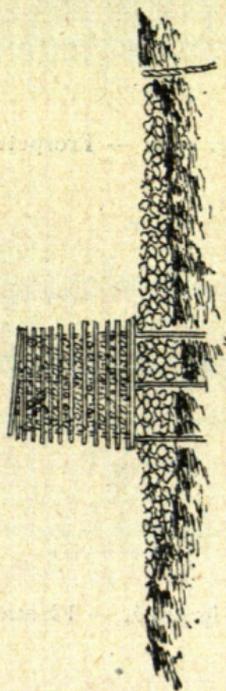
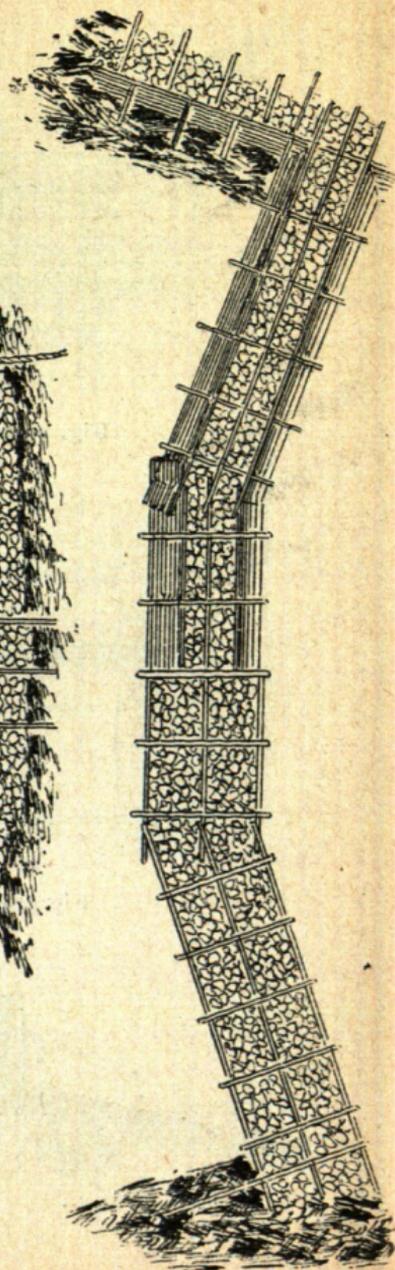


Fig. 50 b.

Sezione.



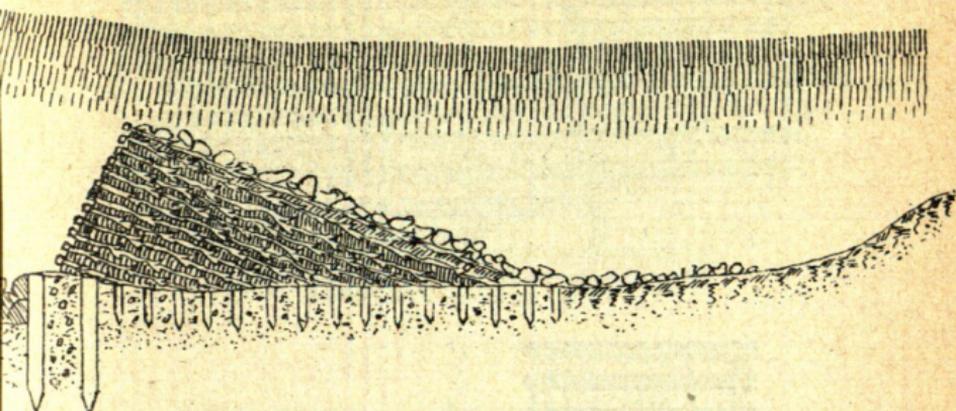


Fig. 51 a. — Sezione.

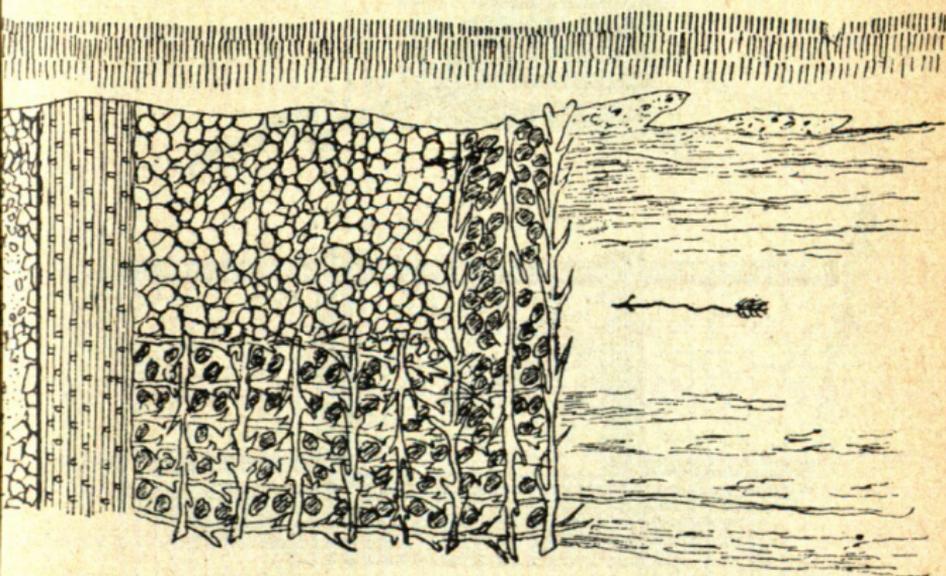


Fig. 151 b. — Pianta.

Briglia mista in pali di legno e pietrame. Scala 1 a 300.

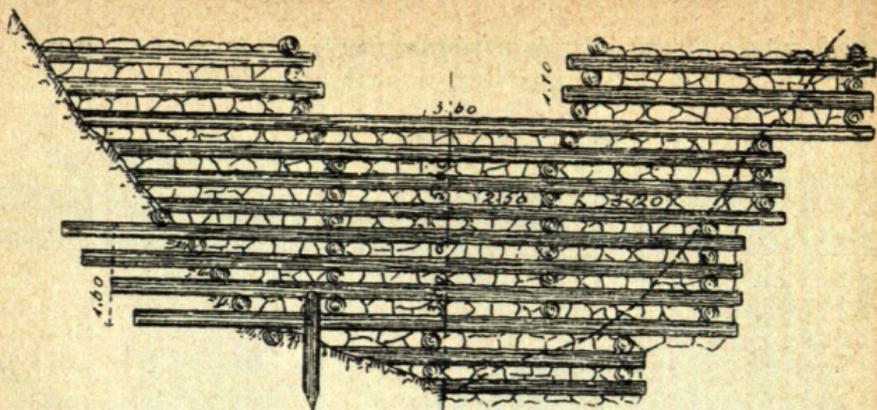


Fig. 52 a. — Prospetto.

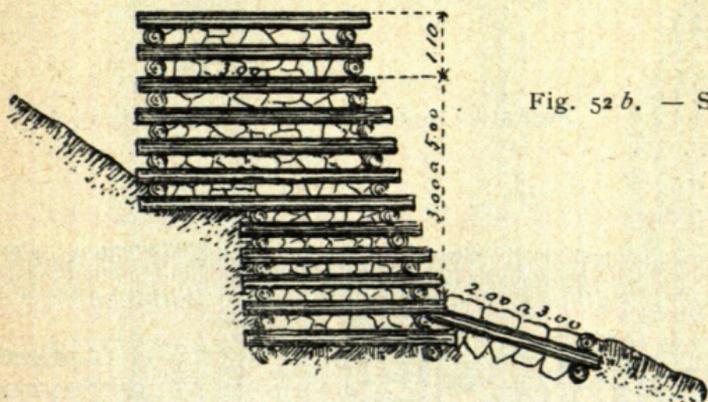


Fig. 52 b. — Sezione.

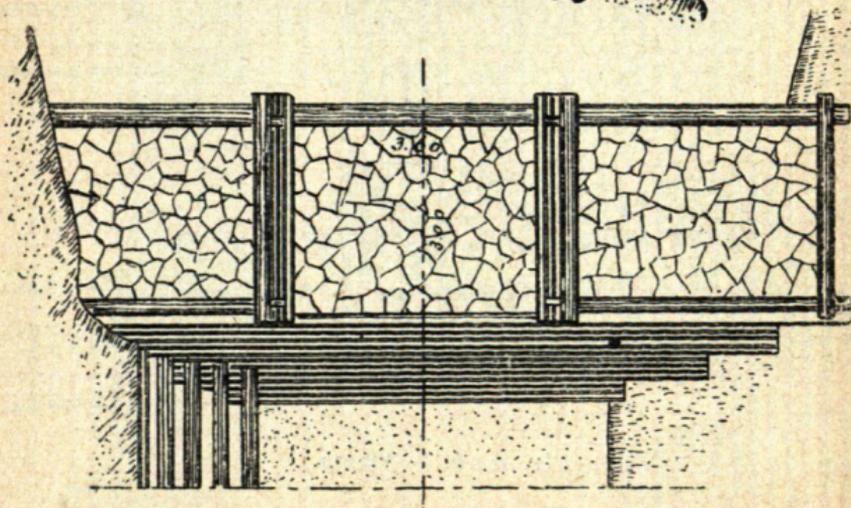


Fig. 52 c. — Pianta.

Briglia in legno e sasso sul torrente Sagistanenzug (Svizzera), Scala 1.150.

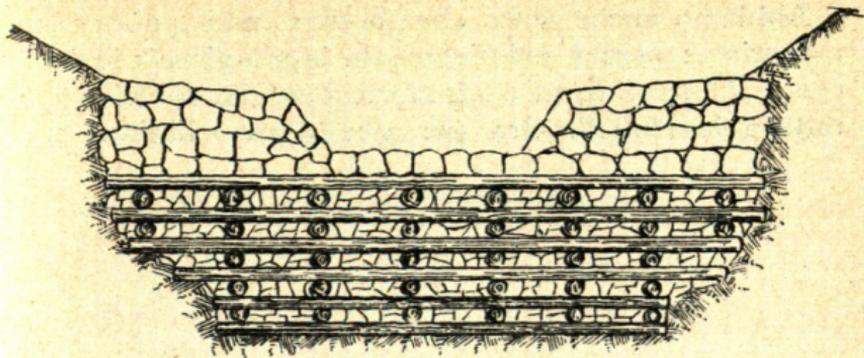


Fig. 53 a. — Prospetto.

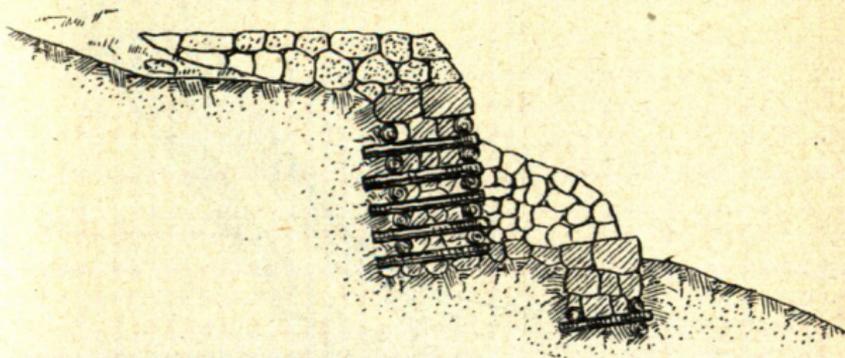


Fig. 53 b. — Sezione.

Briglia in legno e sasso sul Gosmerback (Canton Uri). Scala 1.150.

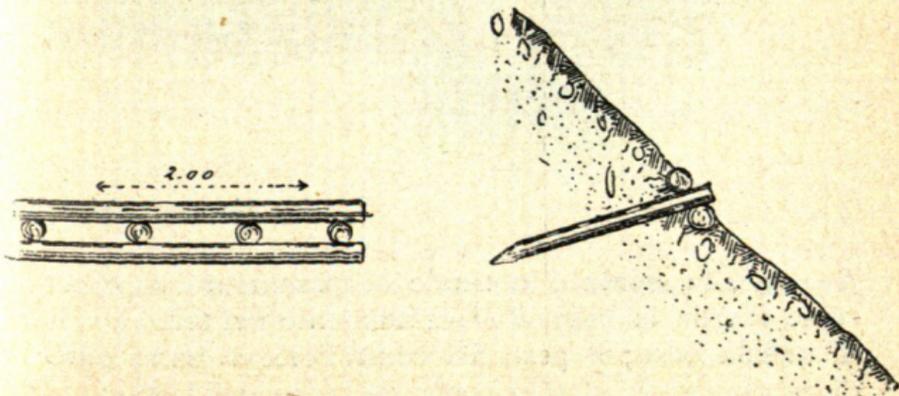


Fig. 54. — Tipi di piccole soglie sul Gosmerback. Scala 1.100.

Abbiamo anche detto che la diga non può essere rovesciata: perchè effettivamente la più piccola sezione che si possa dare al contrafforte è quella del triangolo rettangolo $A D B$. Ora per questo caso limite e per

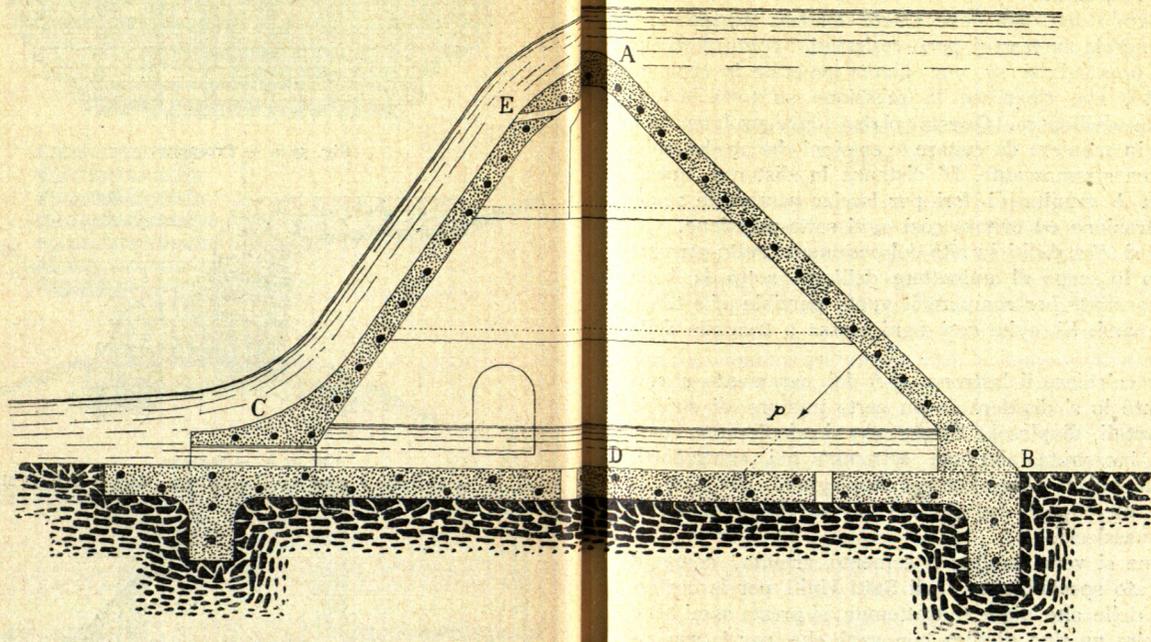


Fig. 55. — Tipo di profil dighe in cemento armato.

$\beta = 45^\circ$, la spinta S normale al paramento sopraccorrente, taglia la base $B D$ esattamente nel terzo a valle di questa base; il peso del contrafforte vi passa pure; di modo che se si tien conto del peso del lastrone, si

vede che la risultante delle pressioni passa nell'interno del terzo medio del contrafforte e questo non è in nessun punto della sua base soggetto a sforzo di trazione; e ciò sarà a maggior ragione se $\beta > 45^\circ$. Se la dire-

zione $C A$ diventa perpendicolare al paramento a monte, la spinta S taglia la base esattamente nel terzo sopraccorrente. Si capisce quindi che è sempre possibile di dare alla diga un profilo tale che la risultante delle

pressioni passi esattamente per il mezzo della base, in maniera di avere una pressione uniformemente ripartita su questa base, che è il desiderato verso cui bisogna tendere quando si ha a fare con terreni assai poco resistenti.

Quando una diga deve essere fondata su ghiaie, o in generale su terreni poco resistenti, i contrafforti devono appoggiarsi su una platea generale in cemento armato, che ripartisce la pressione su tutta la lunghezza dell'opera. Questa platea deve prolungarsi a valle in maniera da evitare le erosioni che produrrebbe la lama stramazzante. Di distanza in distanza, questa platea è munita di fori per lasciar passare le acque di filtrazione ed evitare così ogni sotto-pressione.

I fori E stabiliti in alto del paramento sotto-corrente hanno lo scopo di ammettere dell'aria sotto la lama stramazzante per rompere il vuoto parziale che tende a formarsi. Si evita così ogni scossa o tremolio della diga.

Per calcolare il lastrone AB del paramento sopra-corrente lo si dividerà in un certo numero di strisce orizzontali, di piccola altezza, che si calcoleranno come trave incastrata alle sue estremità nei contrafforti. Quanto poi ai contrafforti si impiegherà per loro lo stesso metodo di calcolo che per le dighe di muratura massiccia.

Come si vede dunque il cemento armato, come fu applicato specialmente negli Stati Uniti per la costruzione delle alte dighe di trattenuta, si presta assai bene a fornire un tipo di diga con vani, che, per la sua costituzione stessa, è completamente garantito contro le sotto-pressioni, e quindi in particolare adatto per i terreni permeabili, dove in generale le dighe in muratura, non sono applicabili.

Si deve peraltro osservare che, perchè le dighe in cemento armato possano resistere alle forti pressioni

cui sono soggette, bisogna necessariamente abbondare nelle loro dimensioni e spessori, in guisa che non sono più convenienti in confronto delle altre strutture.

Il che ha fin fatto dire a qualche autore ⁽⁴⁶⁾ che le dighe in cemento armato si prestano specialmente nei paesi soggetti a terremoto; e ciò forse per analogia con le dighe in ferro di Lima e di Callao, citate alla nota ⁽⁴³⁾.

§ 2. Forma, profilo trasversale e dimensioni delle briglie.

Nella maggior parte dei casi, le briglie in muratura sono le sole che siano capaci di realizzare le migliori condizioni di stabilità; epperò noi studieremo in maniera affatto particolare quali siano la forma, il profilo e le dimensioni da assegnarsi a queste briglie.

In principio è evidente che la briglia sarà soggetta alla sola spinta dell'acqua. Poi, a mano a mano che si formeranno i depositi a tergo della briglia, scemerà la spinta dell'acqua e a deposito compiuto il manufatto si troverà cementato solo dalla spinta delle terre; ma ad ogni modo noi dovremo costruir l'opera con dimensioni tali che possa resistere alla spinta maggiore, cioè a quella dell'acqua.

Quale sarà la sezione ovvero sia il profilo trasversale più conveniente da darsi alla briglia?

La teoria ⁽⁴⁷⁾ dice che tale sezione dovrebbe avere la forma triangolare rettangola col cateto maggiore verticale rivolto a monte e colla base disposta secondo l'altro cateto orizzontale ed eguale a due terzi del cateto maggiore.

⁽⁴⁶⁾ SYMPHER, « Der Talsperrenbau in Deutschland »; Berlin, 1907.

⁽⁴⁷⁾ CASTIGLIANO, « Manuale pratico per gli ingegneri »; Parte quarta, Capitolo II « Muri di sostegno delle acque »; Torino, 1888.



Valentini July 1905
Dist. 7. 1905