

a) *Briglie di trattenuta.* — Queste servono specialmente per i torrenti delle alte regioni alpine che

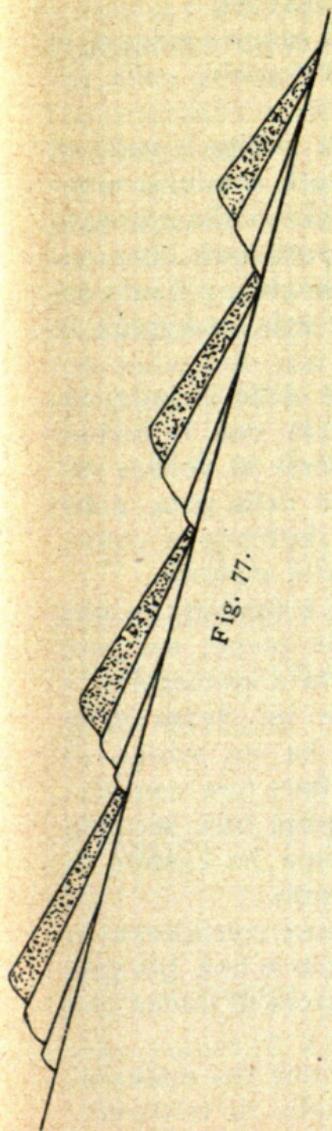


Fig. 77.

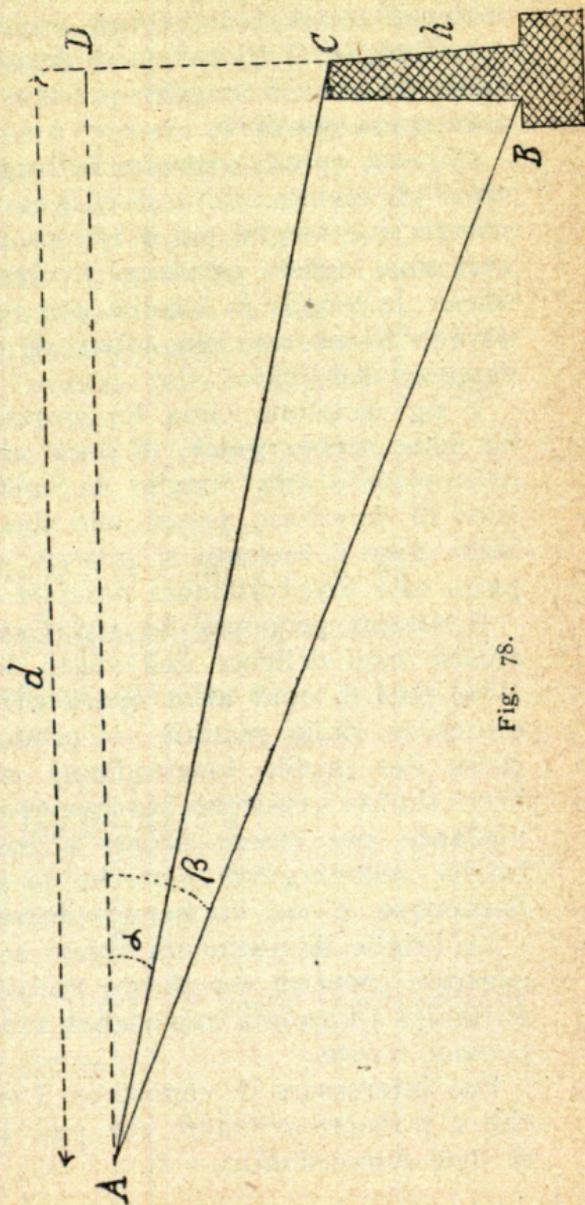


Fig. 78.

avendo origine da nevai, o ghiacciai portano sempre contributo di materia e in generale servono poi per tutti i torrenti che contenendo nel loro bacino frane e macerati trasportano sempre molte materie.

Le briglie di trattenuta si devono sempre erigere in modo da aver il maggior volume di deposito colla minore spesa possibile.

Gioverà quindi costruire la briglia subito a valle di un allargamento, dove cioè il torrente comincia a restringersi e meglio poi se questa varice o allargamento avrà una leggera pendenza; come pure sarà bene costruire la briglia in località ove i fianchi e il fondo del torrente sieno rocciosi, affine di poterle assegnare la maggior stabilità.

Il sig. Scipione Gras ha proposto delle briglie, da lui dette *sommergibili*, di poca altezza con la corona orizzontale e assai lunghe da costruirsi al vertice del cono di deiezione, presso allo sbocco della gola, o nei tratti dove il torrente si allarga, e destinate a conseguire solo una trattenuta parziale delle materie.

Il sistema proposto dal sig. Gras è fondato su una analisi assai delicata dell'effetto delle piene, ma però — al pari di ogni altra opera diretta a conseguire la trattenuta delle materie — produce un flesso nella curva del profilo longitudinale ed ha un'azione di breve durata; cosicchè bisogna esercitare una continua vigilanza per essere pronti a costruire una seconda briglia *sommergibile* tostochè la prima ha cessato di funzionare, e così via sempre in seguito.

Le briglie di trattenuta vanno sempre considerate in generale come un espediente transitorio e non bisogna attribuire a loro una importanza maggiore di quella che possono avere.

Può interessare di conoscere il volume dei materiali che si possono arrestare con una briglia di trattenuta di date dimensioni.

Supponiamo un tratto di torrente (fig. 78) il cui fondo sia rappresentato dalla AB , sia AC la linea di compensazione e si debba costruire la briglia BC . Se la briglia è più bassa della linea di compensazione non si raggiunge certo il massimo effetto; se invece è più alta, si ha un manufatto di superflue dimensioni, perchè l'interrimento si fermerà quando il profilo superiore avrà raggiunto la linea di compensazione.

Dicendo α e β gli angoli che l'orizzontale fa colla linea di compensazione e col letto del torrente, il volume di deposito sarà il prodotto della superficie $ABC = S$ per la larghezza media del deposito; ossia dicendo L questa larghezza media avremo $V = LS$. Ora indicando con h l'altezza della briglia dai triangoli ABD ed ABC si ha:

$$BD = AD \operatorname{tg} \beta \quad \text{e} \quad CD = AD \operatorname{tg} \alpha$$

ma

$$DB - CD = h = AD (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)$$

allora chiamando d la distanza \overline{AD} , si ottiene:

$$h = d (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \tag{66}$$

da cui si ricava

$$d = \frac{h}{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha},$$

ed essendo

$$S = \frac{1}{2} d h$$

si ha il volume $V = \frac{1}{2} h L \cdot d$, ossia sostituendo il detto valore di d si ottiene:

$$V = \frac{1}{2} L \frac{h^2}{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha} \tag{67}$$

Questa espressione ci indica che il volume degli interrimenti varia come il quadrato dell'altezza della briglia e varia inoltre in ragione doppia con la larghezza media L , perchè più grande sarà il valore attribuito a questa larghezza, più grande pure sarà quello di $\text{tg} \cdot \alpha$ e quindi più piccolo sarà il valore del denominatore.

La formula succitata (66)

$$h = d (\text{tag } \beta - \text{tag } \alpha)$$

serve a dare il valore dell'altezza della briglia, quando è a priori fissato e noto l'elemento d , ciò che può pure accadere nella pratica. Oppure viceversa serve a dare la quantità d quando è fissata l'altezza h .

Talvolta si vuol ottenere dalla briglia di trattenuta una piazza di depositi di una certa capacità V ; allora bisogna desumere dalla formola

$$V = \frac{1}{2} L \frac{h^2}{\text{tag} \cdot \beta - \text{tag} \cdot \alpha}$$

qual sia l'altezza da dare alla briglia; dalla formola stessa avremo

$$h = \sqrt{\frac{2 V (\text{tg} \cdot \beta - \text{tg} \cdot \alpha)}{L}} \quad (68)$$

in cui L può esser desunta approssimativamente quando si possa ricavare dai rilievi locali la larghezza media almeno in via approssimativa della piazza di deposito: perchè anche L dipende dall'altezza h .

Infatti se si considera che questa larghezza media non è altro che la larghezza della sezione trasversale, che passa per il baricentro del triangolo ACB , se si indicano con l la larghezza sul fondo di questa sezione (vedi fig. 79) e con h_1 l'altezza dell'interrimento della sezione stessa, si ha $h_1 = \frac{2}{3} h$ ed allora la larghezza

media è $L = l + \frac{1}{2} l_1 + \frac{1}{2} l_2$ dicendo l_1 ed l_2 le proiezioni orizzontali delle rive. Ma

$$l_2 = h_1 \cotg \delta \quad l_1 + l_2 = h_1 \{ \cotg \delta + \cotg \gamma \}$$

$$l_1 = h_1 \cotg \gamma \quad \frac{1}{2} \{ l_1 + l_2 \} = \frac{1}{2} h_1 \{ \cotg \delta + \cotg \gamma \}$$

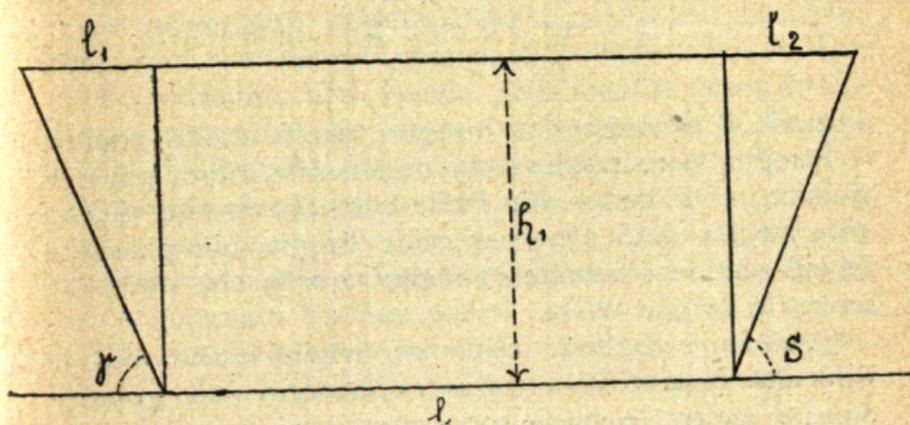


Fig. 79.

e quindi:

$$\begin{aligned} L &= l + \frac{1}{2} h_1 \{ \cotg \delta + \cotg \gamma \} = \\ &= l + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} h \{ \cotg \delta + \cotg \gamma \} \end{aligned} \quad (69)$$

Allora se sostituiamo questo valore di L nella formula

$$h = \sqrt{\frac{2V(\tg \beta - \tg \alpha)}{L}} \quad (68)$$

e risolviamo, si vede che l'equazione risulta di terzo grado in h . In pratica il calcolo riuscendo lungo, si preferisce di ricorrere ad una risoluzione per tentativi,

attribuendo ad L diversi valori fino ad avvicinarsi a quello che realmente corrisponde alla sezione che passa per il centro di gravità. Oppure, meglio, si introduce il valore che approssimativamente potrà avere la larghezza media degli interrimenti, ricavandola, come già si disse, dai rilievi della località.

In alcuni casi l'altezza della briglia quale è data dalla formola

$$h = \sqrt{\frac{2V(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)}{L}} \quad (68)$$

e quale è richiesta dal bisogno risulta molto grande.

Bisogna però ritenere che in generale, riesce più economico, e di certo più facile costruire invece di una sola briglia assai alta, parecchie briglie più piccole e le cui altezze sommate eguagliino quella che dovrebbe avere la briglia unica.

Quando si vogliono costruire briglie molto alte, le difficoltà costruttive a cui si va incontro sono grandissime e inoltre le spese sono pure assai grandi.

Che l'altezza della briglia possa riuscire molto grande, anche in casi di lavori non eccessivamente importanti, lo dimostra chiaramente l'esempio seguente:

Vogliasi provocare un deposito di 1000000 di m^3 in una tratta la cui larghezza media sia 100 metri.

Sia la pendenza del letto a monte della chiusa da costruire del 10 ‰. La pendenza di compensazione che verrà raggiunta poniamo che sia del 3 ‰. Avremo:

$$h = \sqrt{\frac{2 \times 1000000 \left(\frac{10 - 3}{100} \right)}{100}} = \sqrt{1400} = m. 37,40$$

cioè in cifra tonda 37 metri e mezzo. Or bene, un muraglione alto 37,50 e capace di sostenere nei primi tempi tutta l'acqua del torrente e poi in seguito a mano

a mano che procederà la trattenuta, i materiali che si raccoglieranno a monte è certo un'opera di grande impegno ed assai costosa. Senza alcun dubbio sarà preferibile costruire invece diverse briglie che abbiano insieme un'altezza equivalente.

Ciò non vuol dire però che non si sieno costruite briglie più alte di m. 37,50.

Per esempio nel torrente Fersina a monte di Trento e per proteggere appunto questa città dai materiali trasportati dal torrente stesso, si sono costruite diverse briglie altissime. Così quella nella località detta di Madruzzo costruita allo scopo di assicurare la vecchia briglia di Pontalto che si trova a monte circa 80 metri raggiunge l'altezza veramente considerevole di 41 metri.

Però bisogna notare che in quel punto il torrente scorre in una gola calcarea strettissima ed è profondamente incassato fra due pareti quasi a picco, per cui è stato possibile avere un solido appoggio per la interruzione del manufatto lungo i lati e per tutta l'altezza.

Fra le briglie di notevole altezza si suole citare anche quella che fu costruita sul torrente Avisio, presso San Giorgio pure in Tirolo; essa però, più che per l'altezza che è di m. 19, è degna di essere rammentata per la grande accuratezza con la quale fu eseguita ed è costata 600 mila lire.

Si è detto adunque che è preferibile fare diverse briglie relativamente basse invece di una sola molto alta. Da qui è sorta anche l'idea delle briglie dette a *gradini* o a *scaglioni* la quale sembra dovuta all'ing. francese Philip Breton, che le propose appunto in particolare per la trattenuta delle materie.

È ovvio che conviene raggruppare tutte le diverse briglie a gradini che si vogliono costruire addossandone in guisa di scala al termine dell'interrimento per lasciare il maggior spazio possibile ai depositi.

La fig. 80 dà appunto un'idea di una serie di briglie a gradini.

È però da osservare subito che se il fondo non è roccioso, tanto quando si abbia una sola briglia quanto quando se ne abbiano molte, gli stramazzi che si formano vanno a colpire con tanta forza il fondo stesso a valle della diga che scalzandolo e corrodendolo, mettono in pericolo la costruzione.

Le platee di queste briglie devono avere larghezza e lunghezza sufficiente per ricevere tutta la lama d'acqua stramazante e attutirne l'urto.

Devono inoltre essere costruite, al pari delle briglie, colle quali devono essere intimamente collegate, esclusivamente in muratura in calce; giacchè per la stabilità di questo genere di briglie si richiede che tutto l'insieme abbia a funzionare come una massa monolitica (vedi fig. 81).

Quando le *briglie a scaglioni o a gradini* siano costruite con questa precauzione oltrechè per la trattenuta delle materie possono applicarsi anche per il consolidamento dell'alveo.

Bisogna però notare che nei terreni di peggiore qualità, cioè dove si hanno formazioni argillose e marnose e dove gli interrimenti risultano costituiti da materie esclusivamente fangose, le briglie a scaglioni non danno buona prova se non quando sono costruite con eccezionale robustezza.

Può accadere che una briglia di trattenuta ad interramento compiuto non basti più. Si presentano allora due soluzioni. O alzare la briglia esistente o costruire una nuova briglia di trattenuta a monte.

Per le ragioni già dette in generale converrà farne parecchie distinte, anzichè appigliarsi al partito di sovralzare una già esistente e tanto più se il rialzo si fa più d'una volta, perchè è evidente che mal si può appoggiare una sovrastruttura su un manufatto vecchio

che fu calcolato e costruito con spessore proporzionato ad altezza limitata.

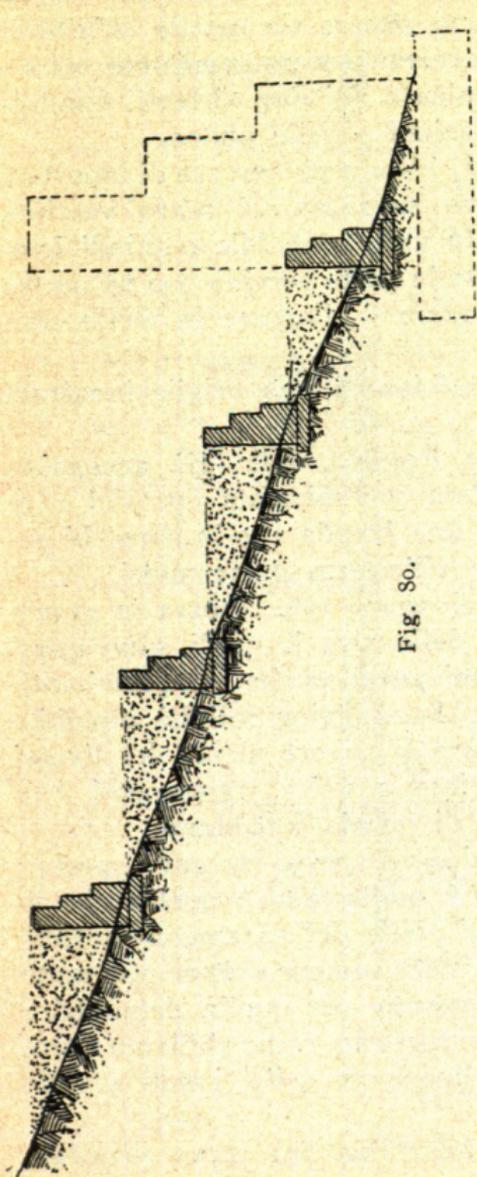


Fig. 80.

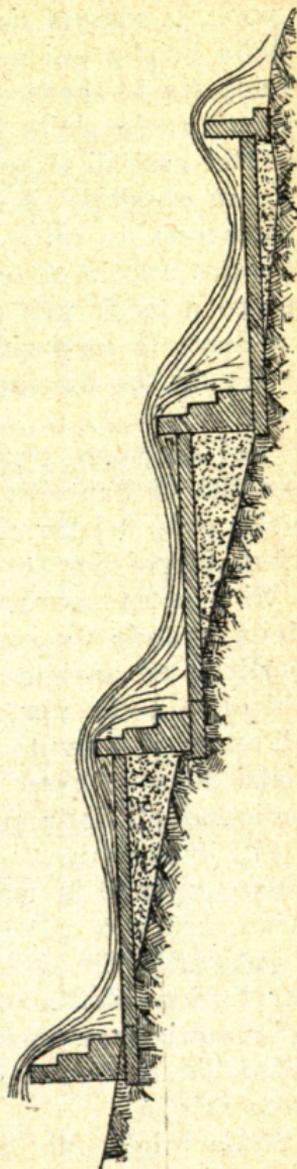


Fig. 81.

In generale però quando si tratti di dover costruire

molte briglie, prima di decidere se convenga costruire una sola briglia molto alta, oppure parecchie briglie basse, la somma delle cui altezze sia eguale all'altezza della briglia unica, converrà fare un confronto economico fra le spese d'impianto dei due sistemi, tenendo conto anche delle fondazioni e delle platee.

Nel caso di alzamenti, bisognerà cercare di innestare il più possibile il nuovo sovrizzo col muro vecchio, formando un tutto il più unito possibile e quindi irrobustire ancora se occorre la parte vecchia con un nuovo muro a tergo per rinforzare e allargare in modo conveniente le fondazioni.

La fig. 82 dà appunto idea di una briglia innalzata più volte.

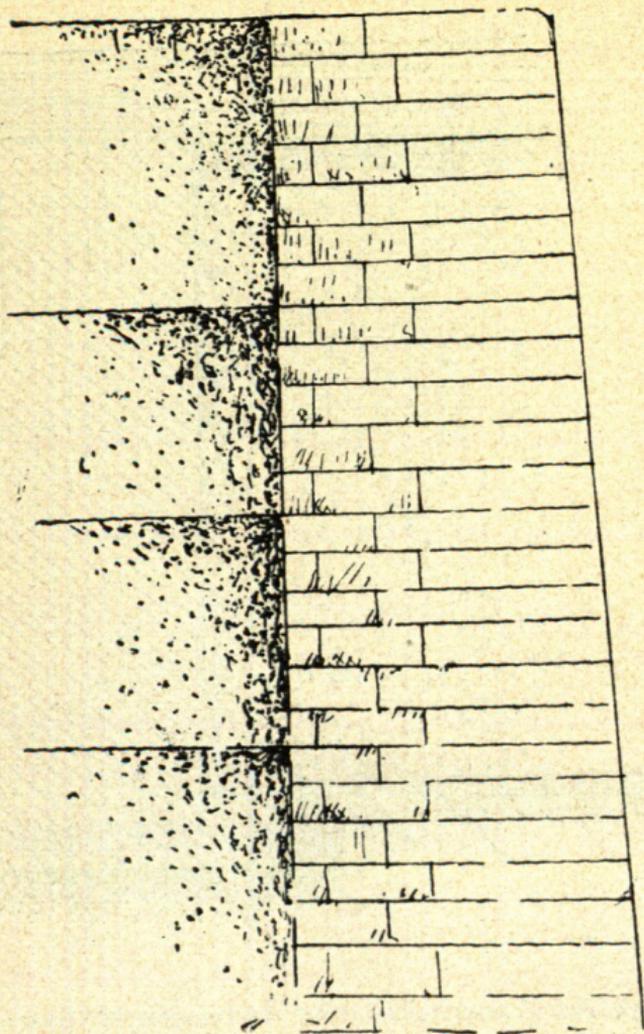
Sul succitato torrente Fersina, nella già accennata località di Pantalto, è stata incominciata fino dal 1537 nella gola del torrente, una briglia che in parecchi periodi fu poi portata fino all'altezza di 34 metri.

Si è potuto però raggiungere tale altezza in grazia della grande vicinanza delle rive le quali sono quasi verticali ed anzi in alcuni punti anche strapiombanti. Ed oltre a ciò per dare la maggior solidità possibile all'opera si è avuto la cura di erigere alcuni dei diversi rialzi su una base foggiate a volta, rendendoli così indipendenti dalla parte di briglia sottostante.

Un inconveniente a cui si va spesso incontro specialmente quando la briglia è molto alta è quello che lo stramazzo può cadere sul piede del paramento a valle e guastarlo. Ciò si dovrà però sempre evitare non tanto per l'azione dell'acqua, quanto per quella demolitrice dei materiali trasportati, riducendo, come abbiamo visto, entro limiti sicuri, l'inclinazione delle pareti a valle della briglia.

Nella briglia di Madruzzo (fig. 83) sopra ricordata fu applicata una grande corona o cornice, sporgente circa 6 metri, appunto per evitare che lo stramazzo

cada sulla scarpa della briglia; ciò che si è potuto fare ancora meglio, a motivo della grande strettezza

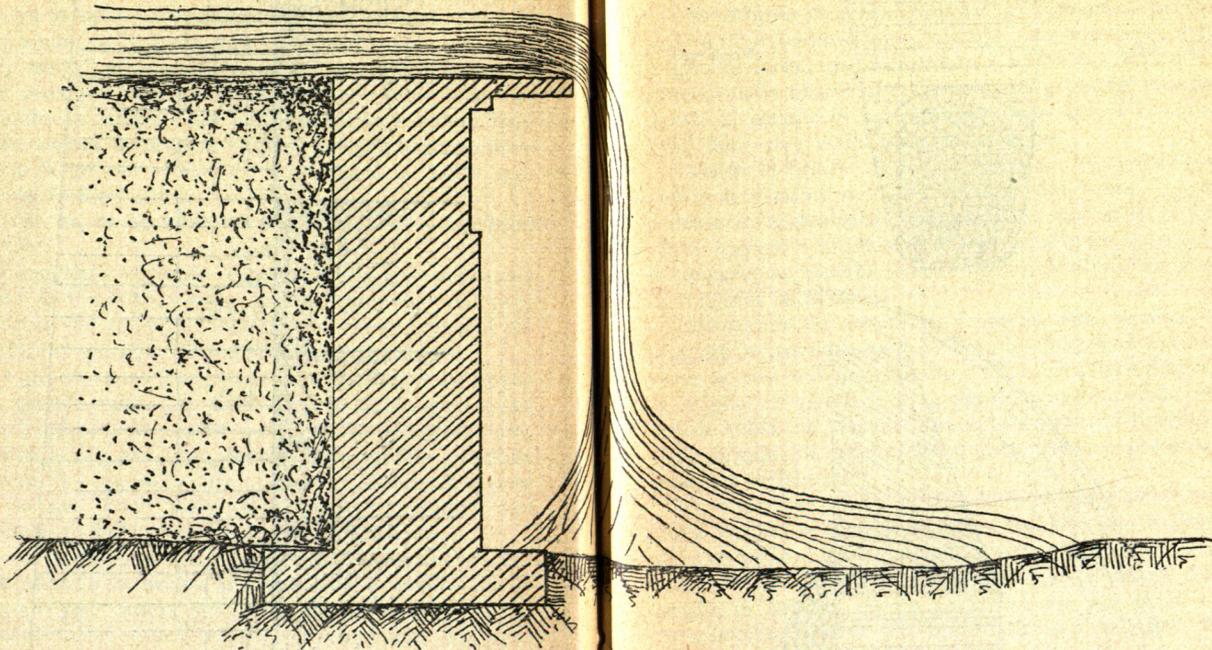


*Angelo Valentin
Ced. 237*

Fig. 82.

della gola del torrente, che ha permesso di intestare solidamente ai lati la corona stessa.

Nella succitata briglia di Pontalto poi si nota la singolarità che lo spessore va crescendo dal basso verso l'alto; ma ciò è spiegato dal fatto che si tratta di una



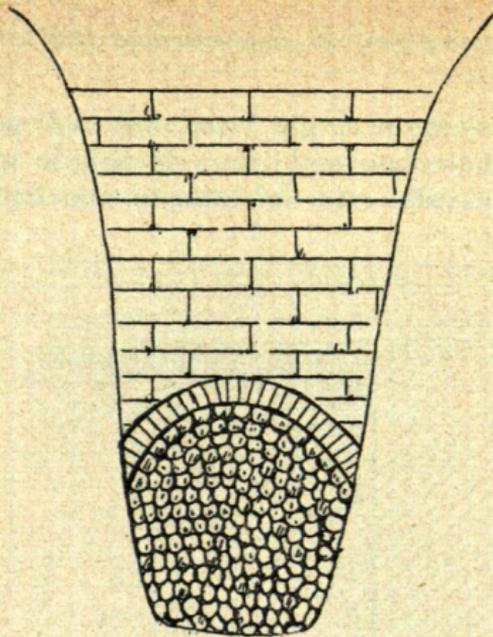
serie di rialzi successivi che come già si disse furono costruiti in modo che ciascuno di essi veniva ad appoggiare non già sulla parte vecchia della sottostante briglia ma su una apposita base costruita in forma di volta.

Essendo, come si è già visto, uno dei principali requisiti a cui devono soddisfare le briglie quello che il paramento a valle non sia esposto alla caduta del pie-

trame, si è spesso ricorso al ripiego di appoggiare il manufatto su una volta, come indica la fig. 84 chiudendo il vano sottostante all'arco con un muro a secco rustico o vespaio.

Questo ripiego col quale si ottiene anche di rispar-

Fig. 84 a.



Prospetto.

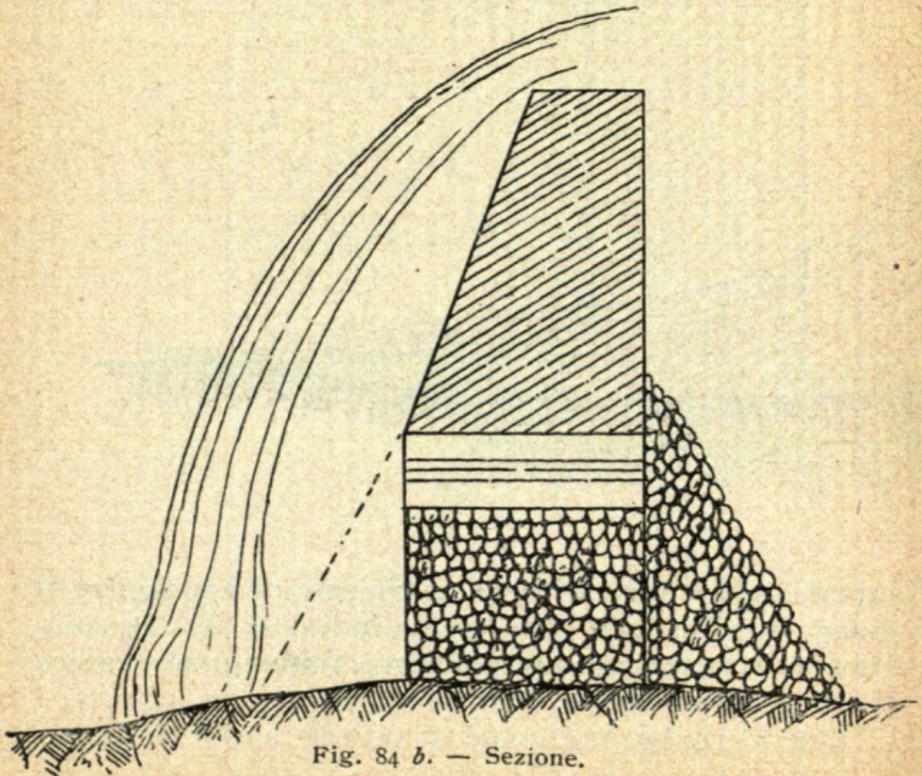


Fig. 84 b. — Sezione.

miare la spesa della parte inferiore nonchè della fondazione, è però naturalmente possibile soltanto quando le sponde siano rocciose e molto solide per potervi appoggiare la volta di base.

b) *Briglie di consolidamento*. — Quanto è provvisorio e di secondaria importanza il provvedimento delle briglie di trattenuta, altrettanto è efficace e duraturo il rimedio delle briglie di consolidamento, perchè solo con queste si ottiene di arrestare in modo stabile le corrosioni delle rive e del letto del torrente.

Avendo le briglie di consolidamento lo scopo d'impedire le erosioni e lo scalzamento del fondo, mentre è ovvio di costruire le briglie stesse nei tratti di torrente soggetti a tali inconvenienti, sarà pure opportuno di erigerle in località dove le rive presentino uno stato di maggior solidità.

Circostanza da osservare è quella che talvolta s'è costretti a costruire qualche briglia di consolidamento dove la riva è in movimento e allora conviene disporre la briglia in modo che la spinta prodotta dalla riva stessa abbia ad essere diretta secondo la lunghezza della briglia, di modo che questa abbia a presentare maggior resistenza.

La maggiore prudenza sarà da impiegarsi nella scelta della località e specialmente poi quando alla briglia si deve assegnare una notevole altezza; ma allora però, come s'è già detto in generale, converrà ricorrere a più briglie di limitata altezza anzichè a una sola molto elevata, anche perchè più briglie offrono maggior resistenza.

Quando poi occorra di dover costruire un gruppo di parecchie briglie fra loro vicine, si osserveranno le norme già più sopra indicate per le briglie a *gradini* o a *scaglioni*.

Un problema importante è quello di determinare la distanza fra le briglie di consolidamento.