

G 11

DEGLI ARGINI LONGITUDINALI
E
DELLA PRESA DELLE ROTTE

Dissertazione e Tesi

PRESENTATE

ALLA COMMISSIONE ESAMINATRICE

DELLA R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI

IN TORINO

da

LODOVICO CROCETTI

DA ANCONA

Luogotenente del Genio Militare

per ottenere il diploma

DI

INGEGNERE LAUREATO

—1869—

TORINO

Tipografia Fodratti, Via Ospedale, 21.

REGIA ACCADEMIA DI SCIENZE LETTERE E BELLE LETTERE

Accademia di Scienze Lettere e Belle Lettere

Atto di concessione di laurea

in diritto

LODOVICO PROGETTI

Laureato in diritto

per aver sostenuto il diploma

INGEGNERE LAUREATO

1870

ROMA

Tipografia Reale, in via Condottaria, n. 10

A CHI MI AMA

DEGLI ARGINI LONGITUDINALI

E DELLA PRESA DELLE ROTTE

—0—

Molti Ingegneri e Dotti ritengono che il disboscamento delle montagne sia la causa della frequenza delle piene, e dello straripamento dei fiumi, e sembra infatti evidente che le piogge dirette, che cadono sul pendio delle montagne denudate, debbansi riunire più rapidamente nelle vallate di quello che se cadessero sulla superficie erbosa, e coperta di foreste. Nel primo caso l'acqua scorre sulla superficie senza impedimenti, e senza penetrarla; nel secondo, oltre l'ostacolo materiale degli alberi, e delle erbe, essa s'infiltra nella terra per alimentare delle sorgenti, che alla lor volta alimentano i fiumi, e rendono il loro regime molto più regolare, diminuendo la differenza fra le massime piene, che divengono meno abbondanti, e lo stato di massima magra, che diviene di una maggior portata.

Il rimedio naturale sembrerebbe dover essere quello di nuovamente rivestire di boschi i denudati fianchi delle montagne, ma in pratica questo metodo non può essere generalmente attuabile, poichè oltre la spesa in generale insopportabile ai privati, in molti luoghi il rimboscamento equivale a dire di ricuoprire di terriccio le nude roccie, che si ripristini la suscettibilità perduta, che si dia cioè mano ad un'impresa gigantesca, davanti alla quale sempre si sgomberà il coraggio, e l'attività umana. Non resta adunque che il metodo più pratico di difendere i terreni dalle innondazioni cogli argini.

I.

In generale dicesi *argine* qualunque ostacolo opposto all'espansione delle acque, sia correnti, che stagnanti. Si avranno di mira gli argini in terra destinati a limitare lo spazio, in cui possono espandersi l'acque dei fiumi nelle piene, oppure a regolarne ed a correggerne il corso; essi sono vere sponde artificiali, che si erigono per incassare l'alveo d'un corso d'acqua.

Seramente si è discusso sull'utilità dell'arginamento. Si disse che gli argini tendendo a rialzare il fondo dei fiumi rendono in seguito più dannose le piene, e che si avrà maggior vantaggio nel lasciar straripare liberamente i fiumi, che renderanno così migliore il terreno per il deposito delle torbide. Se però questo vantaggio esiste per i prati, e non per tutte le stagioni, evidentemente non sussiste per i terreni coltivati, e devono ad ogni modo essere difesi dalle innondazioni i luoghi abitati.

Diconsi *lateralì* o *longitudinali* quelli, che giacciono in

direzione parallela a quella della corrente, essi possono sorgere immediatamente in continuazione delle sponde naturali del fiume, nel qual caso diconsi *in froldo*, oppure elevarsi a distanza dal fiume, lasciando fra le sponde e la loro base una striscia più o meno larga di terreno, ed in questo caso diconsi *in golena*. Serve la *golena* a rendere più ampia la sezione nelle piene, a preservare gli argini dalla corrosione, ed a somministrare la terra nel caso, che occorra rialzare o rinfiancare l'arginatura.

Nello stabilire un'arginatura, prima d'ogni altra cosa, si deve determinare la distanza fra i due argini, perciò dette:

Ω la sezione trasversale del corso d'acqua prima della costruzione dell'arginatura;

χ il perimetro bagnato della medesima;

v la velocità media dei fili fluidi;

R il raggio medio;

i la pendenza del corso d'acqua;

Q la portata effettiva;

α e β due coefficienti costanti;

si ha la formola di Bazin

$$Ri = \alpha \left(1 + \frac{\beta}{R} \right) v^2$$

e le altre

$$R = \frac{\Omega}{\chi}$$

$$Q = \Omega v$$

Nella prima equazione i coefficienti α e β variano colla natura del fondo e delle pareti del corso d'acqua, e si ha nel caso di pareti e fondo poco uniti ma resistenti, come terreni duri, puddinghe, ec.

$$\alpha = 0,00024 \quad \beta = 0,25$$

e nel caso di pareti e fondo in terra

$$\alpha = 0,00028 \quad \beta = 1,25$$

Colle accennate tre equazioni si determinano v e Q .

Secondo la varia natura del fondo di un corso d'acqua havvi una velocità limite, oltre la quale havvi corrosione nel fondo; questa velocità limite è data dalla tavola ricavata dall'esperienza di Dubuat

NATURA DELLE TERRE	VELOCITÀ AL FONDO	VELOCITÀ MASSIMA
Terre stemperate brune	0 ^m , 076	0 ^m , 401
Argille tenere	0 ^m , 152	0 ^m , 203
Sabbie	0 ^m , 305	0 ^m , 407
Ghiaia	0 ^m , 609	0 ^m , 812
Ciottoli	0 ^m , 914	1 ^m , 215
Pietrame	1 ^m , 220	1 ^m , 630
Puddinghe, schisti teneri	1 ^m , 520	2 ^m , 026
Rocce stratificate . . .	1 ^m , 830	2 ^m , 440
Rocce dure	3 ^m , 050	4 ^m , 066

Per trovare la velocità media, che si avrà, quando si sarà stabilita l'arginatura; detta

v' questa velocità media;

u la velocità nel fondo;

Ω' la nuova sezione;

R' il raggio medio ad essa corrispondente; si ha

$$v' = u + 14 \sqrt{R' i}$$

e quindi dall'equazione

$$Q = \Omega' v'$$

si deduce, essendo fissa l'altezza, la larghezza della sezione o la distanza degli argini.

La sopraelevazione di pelo che succederà nel tratto di tronco del corso d'acqua, che precede l'arginatura, in seguito allo stabilimento della medesima, essendo

v la nota velocità media, prima dell'esistenza dell'arginatura;

a l'altezza dell'acqua;

L la larghezza della sezione bagnata, ambedue prima dell'esistenza stessa;

l la distanza fra gli argini;

x la sopraelevazione di pelo;

m un coefficiente costante, che si può prendere fra 0,90, e 0,95; il Colombani propone la formola

$$x = 0,062 \cdot v^2 \left\{ \left(\frac{L a}{m l (a + x)} \right)^2 - 1 \right\}.$$

Il profilo trasversale di un argine è una figura quadrilatera, la cui base si confonde col profilo del terreno naturale sottoposto, i due fianchi sono egualmente, o diversamente inclinati all'orizzonte, e la sommità è una retta leggermente inclinata verso il corso d'acqua, o meglio una curva convessa detta anche *capello*, e foggiate ad arco di circolo con una saetta di $\frac{1}{20}$ od anche di $\frac{1}{30}$, od $\frac{1}{40}$ della corda. In un argine si ha il *piede interno*, la *scarpa interna*, il *ciglio interno*, verso il corso d'acqua, quindi il *corpo d'argine*, ed il *ciglio esterno*, la *scarpa esterna*, il *piede esterno*.

L'andamento generale di un sistema d'arginatura deve essere parallelo a quello del corso d'acqua. Si dovranno schivare i cambiamenti di direzione troppo sentiti, perchè le acque in tempo di piena vi si insaccano con pregiudizio della stabilità dell'argine. Perciò ove il corso d'acqua presenta delle frequenti e pronunciate tortuosità, converrà comprendere ogni risvolto entro l'arginatura, conducendo i vari tronchi tangenzialmente a due gomiti successivi, e raccordandoli opportunamente fra di loro con archi di circolo.

Si dovranno poi tenere gli argini abbastanza discosti dalle ripe in attualità o prossimo pericolo di corrosione, per modo che questa non possa raggiungere il piede dell'argine, a meno che non si pensi di fortificare artificialmente le ripe, facendo un'incamiciata; e se in piena la velocità può essere tale da scalzare l'argine al piede, è utile una gittata; e se questa non è sufficiente, si fa uno scavo con doppia paratia, si rende orizzontale il fondo dello scavo, si riempie di calcestruzzo, e si fa un'incamiciata di calcestruzzo o muratura, e si difende con una gittata.

La traccia d'un'arginatura non deve attraversare terreni non capaci di reggerne il peso, come gli acquitrinosi, e torbosi, e quelli permeabili dall'acqua, quali sono i depositi naturali di sabbia e ghiaia.

Qualora le condizioni imposte non permettano di schivare tali terreni, e la profondità dello strato superficiale sia piccola, bisogna nel caso di un terreno compressibile levare un tale strato fino a raggiungere il terreno sodo. Se il fondo è ghiaioso l'escavazione si limiterà ad un fosso praticato lungo l'asse dell'argine, e spinto fino al terreno impermeabile. L'escavazione verrà in seguito colmata con terra argillosa ben battuta, venendo così ad impedire le infiltrazioni.

Qualora il terreno difettoso presenti una profondità così ragguardevole da rendere impossibili o troppo costosi i ripieghi accennati, si dovrà assolutamente spostare il tracciato ideato, giacchè un'arginatura eseguita in condizioni così sfavorevoli non offrirebbe nessuna guarentigia di efficacia e di durata.

L'altezza di un argine in ogni sezione dipende dal livello, a cui si elevano le acque nelle massime piene in corrispondenza alla sezione considerata. È condizione indispensabile, che le acque agitate dai venti non siano spinte sul cappello dell'argine, anche nei casi di piena straordinaria; cosa che porterebbe grave danno, e forse rottura dell'argine. In generale l'altezza dell'argine si tiene maggiore di 0^m, 50, a 0^m, 60 del massimo livello, a cui può giungere l'acqua. I regolamenti amministrativi per l'arginatura del basso Po portano un tale eccesso, che dicesi dai pratici *franco dell'argine*, a 0^m, 80. Evidentemente si dovrà tener conto nella costruzione di un argine dell'abbassamento successivo dovuto all'assetto delle terre, e che si può ritenere di $\frac{1}{7}$, ad $\frac{1}{8}$ dell'altezza primitiva, e quindi detta

A l'altezza dovuta all'argine;

a l'altezza dell'acqua prima dell'esistenza dell'argine;

x la sopraelevazione di pelo d'acqua dovuta all'esistenza dell'argine;

F il franco dell'argine; l'altezza cercata sarà data da

$$A = \frac{8}{7} (a + x + F)$$

Per gli argini in vicinanza degli abitati, ed in quelli che servono di strada, dietro la considerazione che il continuo calpestio oltre produrre un maggior abbassamento, fa sì che la parte superiore venga facilmente spolverizzata e trasportata dal vento, sarà precauzione abbondare in altezza.

Gli argini devono avere almeno una grossezza tale, da resistere alla spinta delle acque in tempo di piena; però questa grossezza varia secondo la natura delle terre, che costituiscono l'argine e dell'importanza del sistema d'arginatura.

Gli argini in golena, che fiancheggiano il Po, hanno in sommità la larghezza di 6^m, quelli dell'Adige in froldo di 8^m. Gli argini degli altri fiumi minori d'Italia hanno una larghezza di 4^m, quando esiste golena, ed è portata a 6^m, quando sono in froldo. In argini d'importanza secondaria la larghezza alla sommità può discendere al disotto dell'indicata, però in ogni caso deve essere sufficiente al passaggio di un carro; in generale si può ritenere la distanza di 2^m, 25 come la minima ammissibile fra i cigli.

L'angolo con l'orizzonte si tiene minore per le scarpe interne che per le esterne; per queste si ritiene in generale l'angolo di natural declivio delle terre, quelle si dispongono generalmente sotto l'inclinazione di 2 1/2 a 3 1/2 di base per 1 di altezza.

Perchè l'esistenza d'un argine non abbia ad impedire gli scoli delle campagne, che esso preserva dalle inondazioni, bisogna lasciare in corrispondenza a ciascun canale colatore, che immette nel corso d'acqua, un'interruzione, che si deve munire di paratoia, che si possa innalzare ed abbassare per poter stabilire la comunicazione in tempo di magra, ed intercettarla in tempo di piena.

II.

La terra necessaria per la formazione dell'argine si prenderà nella golena, se essa esiste, e ciò per evitare di far scavi nella campagna esterna, i quali in tempo di piena potrebbero dar luogo

a pericolose sorgive. Gli scavi in golena si faranno, ove è possibile, a scacchiera, o almeno saranno divisi in scompartimenti da liste di terra, che non verrà smossa, le quali dovranno trovarsi ad una distanza fra loro al più di 30^m. Gli scavi non devono influire sulla corrente in modo da dirigerla in tempo di piena contro l'argine, e non devono protendersi fino al piede della scarpa interna; ma si dovrà lasciare una risega larga almeno 2^m; un eguale risega sarà lasciata fra gli scavi e la sponda dell'alveo. L'esistenza di questo arginello, ed il piantamento in golena, di arbusti a rami flessibili come ad esempio salici, determinano in tempo di piena il deposito delle torbide, e quindi a poco a poco il riempimento degli scavi.

Se la mancanza di golena, o qualche altra necessità, imponga di prendere le terre nelle campagne esterne, gli scavi saranno fatti a quella maggior distanza dall'argine che sarà possibile; i pratici fissano un limite minimo di questa distanza a 15^m.

È condizione essenziale, che si ottenga una perfetta unione fra il rilevato ed il terreno naturale, su cui quello s'innalza; bisogna perciò usare molte precauzioni. Prima di cominciare i riporti di terra si dovrà preparare il terreno, che serve di base, scoticandolo, se è a prato, e smovendolo per una profondità di 0^m,20 a 0^m,30, e si toglieranno accuratamente tutte le erbe, i virgulti e le radici. Da molti è consigliato di praticare lungo la base dell'argine, e parallelamente al suo asse due o tre piccoli fossi, che servano come di addentellato ove s'impigli il rilevato. Questo si costruirà a cordoli non più alti di 0^m, 12, ognuno ben battuto, costipato ed espurgato dalle materie estranee.

In qualunque stagione si potrà lavorare nella costruzione di un'arginatura, fuorchè nel caso di forti nevi e geli, ed in quello di eccessivo inzuppamento del terreno; se la stagione fosse eccessivamente asciutta, si umetteranno le terre nell'atto di costiparle.

La terra preferibile per la costruzione di un'arginatura è quella di prato asciutta, cioè l'argillo-sabbiosa. Le terre argillose mal si confanno, e nel caso che si debbano necessariamente adoperare serviranno alla formazione del nucleo interno, sottratto all'azione atmosferica, riservando la terra vegetale di miglior qualità alla scarpa interna, e quella di peggior qualità, come la sabbioncica e la ghiaiosa, per la scarpa esterna. I cigli saranno refilati con zolle erbose, e saranno inerbate le scarpe, ed anche il cappello, nel caso non debba servire per strada.

Nella costruzione di un argine se non si vuole far uso di sagome, che però si usano da quasi tutti i costruttori, perchè l'argine prenda esattamente la forma stabilita, si farà uso di fili tesi che segnino le altezze dei cordoli e l'inclinazione della scarpa.

III.

Quando si teme che un argine per difetto di spessore non possa resistere alla spinta delle acque, che in tempo di piena verranno ad appoggiarsi contro di esso, è necessario rinforzarlo; perciò nel caso che l'acqua sia già ad esso appoggiata, si addossa alla scarpa esterna una massa di terra di sezione parallelogrammica, che dicesi *rinforzo* o *spalleggiamento* se raggiunge l'altezza dell'argine, e *spalla*, se è di minore altezza. Talvolta si aggiunge un secondo rinforzo di altezza $\frac{2}{3}$ di quella dello spalleggiamento o spalla accennata. Nel caso che l'acqua non sia appoggiata all'argine, se esiste la golena, e se si presume che il lavoro si possa ultimare, e rassodare prima del sopraggiungere delle piene, si addossano i rinforzi alle scarpe interne invece che alle esterne;

uno, due od anche tre possono essere questi rinforzi della stessa sezione accennata per quelli addossati alle scarpe esterne, e chiamansi *petto* il primo, *antipetto* il secondo, e *parapetto* il terzo. I rinforzi interni od esterni che siano, devono essere solidamente riuniti al corpo d'argine, e ciò si otterrà praticando degli addentellati nella superficie delle scarpe. La pendenza della parte superiore degli accennati rinforzi sarà verso il corso d'acqua per gli interni, e verso la campagna per gli esterni.

Se l'argine trovasi in pericolo di tracimazione, è necessario, che la sua altezza sia accresciuta, perciò si pratica un *soprasoglio* o *sopraciglio*, ossia un arginello sul cappello dell'argine, prendendo le terre necessarie dalla scarpa esterna, formando così una risega praticabile nella scarpa stessa. Sarà bene che la scarpa interna di questo arginello sia poco risentita, poichè esso deve essere sottoposto all'azione della corrente appena costruito, sarà anzi bene rivestire quella scarpa con fascine, fascinoni o graticci. Se il pericolo di tracimazione non è imminente, le terre necessarie ad elevare il soprasoglio saranno con vantaggio prese dalla campagna esterna a ragguardevole distanza dall'argine.

Se esistono trapelamenti nell'argine è necessario rimediarsi immediatamente; i punti ove esistono le fessure sono indicati dal moto vorticoso delle acque, e se si possono ancora scoprire sfregando una pertica contro la scarpa immersa, quando s'incontrano gli orifizi, l'acqua che trapela si fa più torbida, e prova delle variazioni di velocità. I trapelamenti possono essere dovuti a cause locali, come screpolature per siccità, esistenza di corpi estranei, come legnami o sterpi infraciditi dal tempo, l'azione delle talpe od altri animali, il malvolere dell'uomo; ovvero sono dovute all'inzuppamento dell'argine in seguito a piogge continue, o alla lunga durata di una piena. In questo caso portata sul cappello dell'argine della terra asciutta della più pesante, e

non molto sabbiosa; si batterà a strati per comprimere le parti sottostanti, e chiudere od almeno restringere i passaggi pei quali ha luogo il trapelamento; contemporaneamente si rinfiancherà l'argine cogli accennati rinforzi. Pei trapelamenti dovuti a cause locali si getterà dal ciglio interno dell'argine giù per la scarpa della terra asciutta e sminuzzata, la quale trasportata dall'acqua nelle fenditure finirà per otturarle; contemporaneamente si tenterà con globi di terra grassa o con zolle, di soffocare le sorgive visibili nella scarpa esterna dell'argine.

Se gli accennati mezzi non fossero sufficienti, si costrurrà un tratto d'argine appoggiato all'esistente, in guisa di rinchiudere insieme a questo lo spazio minacciato. L'acqua proveniente dai trapelamenti si porrà allo stesso livello del fiume, sarà rinchiusa, e non potrà espandersi.

Se un argine in frodo è minacciato dalle corrosioni della sponda, si costrurrà un tratto d'argine analogo al sopradetto, e chiamato *coronella*, avendo la precauzione di appoggiarlo all'argine esistente ove non si scorge traccia di corrosione delle sponde. La coronella dovrà essere ben collegata coll'argine, e se non potrà essere rettilinea, dovrà avere una leggera curvatura, e nessuna angolosità.

IV.

Gli sconcerti di un'arginatura non prevenuti, o non riparati efficacemente, danno occasione alla *rotta*, che è quello squarcio o bocca praticata dalla violenza delle acque in qualche tronco d'argine, e per la quale le medesime, deviando in parte dall'alveo, vanno ad espandersi per le campagne.

Il Cavalieri distingue le rotte in due classi; quelle che succe-

dono in arginature d'un fiume, in cui il pelo dell'acque magre trovasi ad un livello più basso di quello delle campagne laterali, e quelle nell'arginature di quei fiumi, che anche in tempo di magra hanno il pelo d'acqua più elevato delle campagne.

Dicesi *presa* della rotta il lavoro che si fa per chiudere l'apertura dello squarcio.

Per le rotte della 1^a classe conviene attendere che il fiume sia tornato allo stato di magra, e quindi la rotta non dia più passaggio all'acqua. Il nuovo tronco d'argine sarà in continuazione dell'antico; se però le acque correnti avessero scavato dei gorghi nell'imbocco della rotta, sarà conveniente ritirare indietro il nuovo argine, dando al suo tracciato un andamento curvo, che vada a raggiungere i capi della rotta. I lavori s'incominceranno contemporaneamente ai due estremi della rotta, fino a raggiungersi nel mezzo. La massima celerità è necessaria in un tal lavoro per non essere sorpresi da una nuova piena, quando ancora il lavoro non sia in stato di resistere; questa celerità non permette la regolarità degli strati nella formazione del rilevato e la battitura dei medesimi, e si dovrà quindi per solidità eccedere nello spessore e nelle scarpe del nuovo argine, e rinfrancarlo con uno o due rinforzi esterni nel caso che la sua altezza sia ragguardevole. Per la probabilità infine che il nuovo argine debba essere soggetto a piene prima del suo completo assodamento, sarà bene ricoprire la sua scarpa interna con un robusto rivestimento.

La presa delle rotte della 2^a classe è cosa molto più malagevole ad eseguirsi. Apparecchiati i materiali nel tempo in cui dura la piena, durante il quale sarebbe troppo difficile il lavoro; quando le acque del fiume si saranno ridotte al loro stato ordinario, si fortificheranno con paradori i labbri dell'argine squarciato. L'andamento del nuovo argine dipenderà dagli scandagli, che si fa-

ranno nella rotta, dalla qualità del fondo, e dallo stato in cui sarà ridotto dall'azione dell'acqua. Per scemare le forze della corrente il Cavalieri propone un paradore, che partendo a 75 m. a monte del labbro superiore della rotta, incontri il filone sotto un angolo di 10° circa, e si estenda fino davanti al labbro inferiore della rotta, o almeno incontri il filone del ramo di corrente, che si dirige verso la rotta. I pali del paradore si piantino ad una distanza di un diametro fra di loro, e siano rattenuti da filagne e controfilagne a diversi ordini, facendo anche un intreccio con rami pieghevoli. Nei fiumi di corrente molto rapida si piantino i pali a contatto, e si appoggi ad essi un'ingraticciata. Ciò fatto si dà principio a formare due palificate, delle quali l'una, detta *palificata maestra*, segue l'andamento del ciglio interno, l'altra, detta *contropalificata*, quello del ciglio esterno; partendo contemporaneamente dal labbro inferiore facendo la prima, e dal superiore facendo la seconda. Se non si potessero fare completamente, basta che le due estremità delle palificate si cuoprano, cioè che ciascuna si estenda per la maggior parte possibile della rotta. Le due palificate si rinforzano con filagne e controfilagne, e si collegano fra loro con catene. Quella palificata, che segue il ciglio interno, deve essere solidamente unita con catene al paradore, e quella del ciglio esterno può essere rinforzata da una seconda fila di pali ad essa collegati, o da una palificata formata di gruppi di tre pali ciascuno. Deve particolarmente aversi cura di rinforzare quella parte, verso cui si dirige il filone della corrente, che passa per la rotta, con un'altra fila di pali raggruppati e congiunti agli altri. La direzione, che ordinariamente prende il filone, è ai $\frac{2}{3}$ della larghezza della rotta a partire dal labbro a monte.

Lo spazio compreso fra le due palificate dicesi *cassa delle volpare*, ed in esso, ed esternamente ad esso, si gettano con-

temporaneamente avanzando da ambo i labbri gran copia di volpare, finchè emergano dall'acqua; lasciando però libera la parte di mezzo, ove viene a restringersi la corrente, e passando all'esecuzione dell'argine ordinario in buona terra stratificata e battuta. Il lavoro avanzerà finchè sarà permesso dalla violenza della corrente, che crescerà quanto più sarà ristretta. Allora con uno sforzo gettando gran quantità di gabbioni, volpare e sacchi a terra si dà la *stretta* alla rotta, e si arresta il corso dell'acqua.

In tutti i lavori è necessaria la massima celerità, perchè le acque non danneggino i lavori, e per prevenire una nuova piena.

Gli argini attraverso alle rotte, i quali fatti in un fondo non molto stabile e non apparecchiato, debbono trovarsi esposti alla corrente durante la loro costruzione, a parere dei pratici, richiegono una larghezza maggiore di $\frac{1}{4}$, ed un'altezza maggiore di $\frac{1}{6}$ di quelle che hanno i tronchi ai quali si collegano, e si debbono rinforzare con spalleggiamenti. e difenderne le scarpe con rivestimenti.

Se l'apertura della rotta è molto grande, per renderne più economica, facile, sollecita e meno pericolosa la presa, prima d'intestarne i labbri con paradori, sarà bene di restringere la bocca costruendo in prolungamento dell'arginatura esistente due tronchi a valle ed a monte, sia secondo il primitivo andamento sia secondo una nuova direzione, che sia conveniente, spingendo il lavoro finchè la velocità della corrente non lo renda impossibile; dopo ciò per la presa si procede nel modo accennato.

V.

Prima di por fine non sarà forse fuor di luogo un breve cenno dei lavori fatti dalla 4^a Brigata del Corpo Zappatori del Genio,

ed ai quali il sottoscritto prese, benchè minima, parte nel mese di ottobre dello scorso anno d'infàusta memoria per gli immensi danni portati dalle innondazioni e straripamenti dei fiumi dell'alta Italia.

La notte del 6 al 7 ad onta di tuttii i lavori fatti per impedire un disastro. L'Adige apriva nell'argine destro poco a valle del ponte, che riunisce le due parti della città di Legnago, una rotta di 65^m di larghezza.

Le cause della rotta si ritiene che fossero le seguenti:

1° L'elevazione straordinaria del fiume, che superò 0^m,20 l'altezza dell'argine, obbligando a contenere l'acqua con sopracigli di sacchi ripieni di terra;

2° L'inclinazione notevole del piano superiore dell'argine verso il fiume, cosicchè facendo dei sopracigli vicino al ciglio esterno, si aveva al ciglio interno un'altezza di 0^m,60 d'acqua che facilmente filtrava attraverso l'argine;

3° L'indebolimento dell'argine, già fin dalla costruzione avente uno spessore solo metà degli argini esterni, eseguito togliendo una banchina, che prima esisteva, per allargare la passeggiata, ed intaccando il corpo d'argine per foggiarlo a profilo di parapetto di fortificazione;

4° La cattiva qualità della terra, troppo sabbiosa, di cui era formato l'argine;

5° La vicinanza al punto, in cui si aprì la rotta del macello, per cui si aveva un'immensa quantità di topi, che facevano scavi in tutte le direzioni nel corpo d'argine;

6° Infine l'ancoraggio delle barche, che facevasi in quel punto; per la mancanza di punti fissi si legavano le barche a paletti, che si conficcavano nell'argine.

Delle 4 Compagnie Zappatori, che lavoravano appunto a Verona per contenere l'Adige 2 furono subito spedite a Legnago, le altre 2 vi giunsero alcuni giorni dopo.

Prima cura fu di allestire sacchi a terra, e si cercò di rinforzare i labbri della rotta per impedire che si dilatasse, e si pose in comunicazione il labbro a valle colla parte della città posta a sinistra dell'Adige per mezzo di un porto girevole.

Si tentò intanto di scandagliare la rotta, ma l'operazione fu impedita dalla rapidità della corrente, però da alcuni alberi già appartenenti alla passeggiata, che rimanevano ancora in piedi, si poté arguire che il fondo non avesse sofferto delle forti escavazioni.

L'acqua che entrava in città, aveva sfogo alla campagna per mezzo delle porte, e per mezzo di una rottura praticata dalla forza della corrente nelle casematte di un bastione. Si cercò di mettere allo stesso livello del fiume l'acqua della città, e togliere così il salto, che esisteva all'imbocco della rotta a rendere più difficili i lavori; per ciò fare, ed ostruire l'apertura del bastione, alcune mine ordinarie praticate sul volto delle casematte non ebbero effetto soddisfacente; si riuscì a sfondare la volta con lo scoppio di casse di polvere sopraccaricate di sacchi a terra; ma la forza della corrente abbattè l'ostacolo di enormi massi di muratura e terra, seguitando a scorrere alla campagna.

Si stabilì allora di formare la chiusa dandole un andamento curvo ritirato dalla traccia dell'argine preesistente, e s'incominciarono il giorno 10 le ali della chiusa con sacchi a terra sostenuti da palafitte a mano, difendendo la testa del lavoro dalla corrente con paradori mobili formati da una robusta intelaiatura di travi, coperta da un doppio ordine di tavoloni, caricata da un lato con bombe in maniera da poter essere mantenuta verticale, e maneggiata e regolata con funi ed una specie di timoni.

Al giorno 14 la rotta non aveva più che la larghezza di 25 m. Per accelerare si intestarono le estremità del nuovo argine con cinque palafitte per servire di coscia ad un ponte di servizio, ed introdotte nella rotta due grosse barche solidamente ancorate nel

fiume, furono piantate tre stilate intermedie, sulle quali venne stabilito il ponte di servizio, su cui si posero in azione altri tre battipali, in aggiunta ai due che già erano stabiliti alle teste del nuovo argine. Si formò allora un castello di pali, che servisse d'appoggio ai materiali, e si piantarono dei pali a scacchiera nella parte interna per sostenere dei gorzi ripieni di sacchi a terra destinati a sollevare dal peso dell'acqua l'argine in costruzione, che progrediva contemporaneamente al piantamento dei pali, finchè la luce della rotta si ridusse a soli 8 m. Fu di molta difficoltà la stretta della rotta ed annegando gorzi, ed a forza di sacchi a terra e con circa 4000 buzzoni, già disposti a piè del lavoro, nel mattino del giorno 17 si riuscì a dominare la corrente.

I lavori di consolidamento, fatti formando con buzzoni una banchina all'interno, ed impedendo le filtrazioni con coronelle all'esterno, furono compiuti il giorno 23.

Lo spessore del nuovo argine risultò di circa 10 m.

Per i lavori si impiegarono 200000 sacchi a terra, 6 gorzi, 8000 buzzoni, 62 pali ferrati, oltre tutti i legnami per la formazione del ponte, e molti piccoli pali e tavole per sostenere il lavoro, 4000 metri cubi di terra per il riempimento delle coronelle.

La spesa, comprese le giornate di lavoranti borghesi che coadiuvavano gli zappatori nell'empire i sacchi, e trasportavano i materiali, fu di 97000 lire.

Forse taluno potrà criticare la spesa troppo forte, e l'impiego di tanto materiale; però bisogna considerare che l'Adige sempre minaccioso, anzi sempre in piena, imponeva di abbondare nella solidità del lavoro; il rumore dei muri delle case, che scalzati dalla corrente cadevano, avvertiva che il salvare il più che fosse possibile da tanto disastro, dipendeva dalla celerità del lavoro.

LODOVICO CROCETTI.

TESI LIBERE

MECCANICA APPLICATA ED IDRAULICA

Freno dinamometrico di Prony.

MACCHINE A VAPORE E FERROVIE

Spessore da assegnarsi alle lastre delle caldaie a vapore per evitare la loro rottura longitudinale e normale.

COSTRUZIONI CIVILI, IDRAULICHE E STRADALI

Equazione dei momenti inflettenti su tre appoggi successivi di un solido orizzontalmente disposto e caricato di pesi.

GEOMETRIA PRATICA

Calcolo degli sterri e riporti — Metodo delle sezioni ragguagliate.

ERRATA-CORRIGE.

Pag. 8	linea 6	<i>avece di</i> dall'esperienza	<i>leggasi</i> dalle esperienze
9	5	La sopraelevazione	Per la sopraelevazione
15	22	e se si	e si
16	1 ^a	sabbiosa;	sabbiosa,
20	5	tuttii	tutti
»	6	disastro. L'Adige	disastro, l'Adige
»	24	la rotta del	la rotta, del
»	29	argine	argine.
21	28	timoni.	timone.

INDIAN-ENGLISH

0	0	0	0
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100

