

# L'INGEGNERIA CIVILE

E

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.

È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

### IDRAULICA FLUVIALE

#### LA SISTEMAZIONE DEL TEVERE URBANO, I SUOI MURAGLIONI E L'ISOLA TIBERINA

(Veggansi le Tavole XIV e XV)

I lavori di arginatura del Tevere urbano sono di tale interesse scientifico e finanziario ad un tempo, e starei per dire anche politico, e la rovina di un tratto di 125 m. del muraglione sulla destra del Tevere fra ponte Garibaldi e ponte Cestio, e le varie lesioni verificatesi in altri punti, per effetto della piena del 2 dicembre 1900, hanno sollevato tante e così alte recriminazioni all'indirizzo dei tecnici e delle Imprese assuntrici di quell'opera grandiosa, che mancheremmo al dover nostro ove non ci facessimo a riferire non solo le conclusioni, ma a riassumere ed esaminare, nel suo complesso, tutto il lavoro della Commissione d'inchiesta, nominata con Decreto ministeriale in data 11 dicembre 1900 coll'incarico di:

« 1° Esaminare a quali cause accidentali o permanenti debbano attribuirsi la rovina di un tratto del muraglione sulla destra del Tevere fra ponte Garibaldi e ponte Cestio e le varie lesioni verificatesi in occasione della recente piena lungo altri tratti del muraglione stesso;

« 2° Studiare e proporre i provvedimenti più acconci per riparare tali danni ed impedire che si ripetano in avvenire;

« 3° Accertare le eventuali responsabilità, sia del personale che ebbe parte nello studio, nella compilazione e nell'esecuzione dei relativi progetti d'arte, quanto delle Imprese costruttrici ».

Questa Commissione, autorevolmente presieduta dal senatore prof. Cremona, e composta di due Ispettori del Genio Civile, Perosini e Maganzini; di un Ispettore delle Miniere, il Mazzuoli; del prof. Ildebrando Nazzani della Scuola degli Ingegneri di Roma; degli Ingegneri capi: Viviani (Roma), Donatelli (Verona), Crugnola (Teramo) e del Maggiore Imperatori del Genio Militare, con a segretario il Sassi, Ingegnere di prima classe del Genio Civile, è stata quanto mai sollecita nell'adempimento dell'incarico affidatole, avuto riguardo all'importanza del tema ed alla mole dei documenti da esaminare, talchè nella sua nona adunanza, il 9 marzo 1901, esaurita ogni discussione ed approvate tutte le Relazioni delle Sotto-Commissioni, davasi incarico al suo Presidente di allestire la Relazione generale, e questa veniva unanimemente approvata, elogiata e sottoscritta nella seduta dell'8 giugno p. p.

Al pari della Commissione vuol essere pure lodato il Ministero dei Lavori Pubblici per la sollecitudine addimostata nel dare alle stampe la dotta e chiara Relazione, accompagnata dai verbali delle adunanze, e dalle Relazioni

preparatorie delle tre sotto-Commissioni, in un bel volume in quarto di 260 pagine con sette grandi tavole in cromolitografia.

\*

Avevano bastato pochi giorni di piogge torrenziali per far crescere rapidamente ed in modo allarmante le acque del Tevere, che alle ore 14 del 2 dicembre 1900 toccarono il colmo a Ripetta di m. 16,17. Nel periodo del decrescimento si rovesciava nel fiume il muraglione in sponda destra, agli Anguillara, in corrispondenza dell'isola Tiberina, per una lunghezza di 125 metri; nei vicini muraglioni degli Alberteschi ed in alcuni altri punti ebbero a prodursi manifestazioni di lesioni ed altri segni di cedimento.

Sebbene le menti calme non partecipassero a troppo tette fantasie, nullameno era urgente riparare, non meno che ai guasti, alla generale commozione ed al timore che l'opera colossale considerata oramai come di prossimo compimento, e per la quale era stata richiesta una spesa di 105 milioni, da molti creduta perfino sproporzionata ai mezzi finanziari dell'Italia, l'opera che formava oggetto di legittimo orgoglio nazionale e di ammirazione dei forestieri, avesse d'un tratto a venir meno allo scopo, e l'immane spesa avesse a finire in un irreparabile sfacelo.

La Relazione della Commissione, mentre nella sua chiarezza e semplicità è venuta delineando la realtà dei fatti, nulla tacendo e nulla esagerando, senza punto dissimulare la gravità del pericolo e l'urgenza di porvi riparo, è pur venuta nel suo studio calmo e sereno ad infonderci, insieme colla persuasione della necessità di dare nuovo e più vigoroso impulso ai lavori in corso, la certezza che la città di Roma abbia a godere presto in modo completo ed eternamente del beneficio dell'opera ardua che da un quarto di secolo la nuova Italia ha saputo affrontare per liberare la sua capitale dalle minacce delle secolari inondazioni del fiume.

Seguendo l'ordine stesso col quale la Relazione generale del prof. Cremona è stata nelle sue parti essenziali suddivisa e pur tenendo presenti in ogni argomento le Relazioni parziali ed i loro allegati, noi ci accingiamo non senza titubanza a porre i lettori in grado di giudicare da loro stessi della difficile e complessa questione, che la Commissione stessa non poteva che risolvere in via puramente di massima, lasciando ancora a chi di ragione la cura e la non minore difficoltà di entrare nei particolari.

#### I. — RIASSUNTO STORICO DELLE VICENDE LEGISLATIVE ED AMMINISTRATIVE DEL PROGETTO E DELLA ESECUZIONE DEI LAVORI.

*La prima Commissione tecnica.* — Nel dicembre 1870 una straordinaria, imponente piena del Tevere allagava la parte bassa della città di Roma, e nei giorni 28 e 29 arrivava a m. 17,22 sopra lo zero dell'idrometro di Ripetta, altezza che i contemporanei non avevano mai veduta e appena si conosceva comparabile colle massime inondazioni avvenute da diversi secoli in poi e ricordate dagli storici.

Il 31 dicembre accorreva da Firenze inaspettato Re Vittorio Emanuele II a confortare nella sventura il popolo della nuova Capitale d'Italia; ed all'indomani, il 1° gennaio 1871, il Governo italiano affidava ad una Commissione di tecnici preclari l'incarico di avvisare ai mezzi di infrenare le ire del fiume, minacciose alle vite umane, alla sicurezza degli edifici ed all'igiene pubblica, spianando così la via ad un conveniente sviluppo edilizio, e preparando alla Capitale del nuovo Regno una sede più sicura e degna della grandezza storica di Roma e della patria risorta.

La Commissione, presieduta dal senatore Possenti, Ispettore del Genio Civile e vice-presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, era inoltre composta degli Ingegneri: Davicini, Barilari, Betocchi, Turazza, Armellini, Glori, Tatti, Partini, Canevari, Branchini e Castellini come segretario.

Quella Commissione, le cui benemeritenze non dovranno mai essere dimenticate, dopo diciannove adunanze, ripartite in tre sezioni, dal 10 gennaio al 7 dicembre 1871, dava la preferenza e la sua approvazione al progetto di massima sviluppato dall'ing. Canevari e consistente sostanzialmente:

- 1° Nella costruzione di una platea al ponte Milvio;
- 2° Nell'arginatura del Tevere superiore dai Sassi di S. Giuliano alla città da ambo i lati;
- 3° Nella costruzione dei muri di sponda nel tratto urbano fino all'altezza di m. 1,20 sul pelo presuntivo di una piena simile a quella del 1870 dopo rimossi gli ostacoli attuali;
- 4° Nel dare all'alveo la larghezza di 100 metri fra le sommità dei muri;
- 5° Nella soppressione di uno dei due rami del Tevere all'isola Tiberina;
- 6° Nell'aggiunta di una luce al ponte Sant'Angelo e nella demolizione del ponte Rotto con ricostruzione di un nuovo ponte;
- 7° Nella rimozione dei ruderi ed altri ostacoli esistenti nell'alveo;
- 8° Nella costruzione di due collettori paralleli alle sponde, di cui il destro si collegherà al sinistro per mezzo di sifone, prolungandosi il primo fino ad un punto ove non abbia più a temersi il rigurgito di piena;
- 9° Nell'arginamento della sponda sinistra fin sotto S. Paolo.

Per questo suo progetto l'ing. Canevari aveva preventivato una spesa di lire 32 400 000.

Inoltre la Commissione insisteva sulla convenienza di procedere subito alla rimozione dei ruderi e degli altri ostacoli ingombranti l'alveo, mentre si dava tempo agli incombenenti di ordine amministrativo e finanziario.

\*

*La Legge 6 luglio 1875.* — Le trattative tra Governo e Municipio durarono assai, fino a che la provvida iniziativa in Parlamento del generale Garibaldi e la Legge 6 luglio 1875 venne a troncane tutte le esitanze.

Con quella legge i lavori del Tevere erano dichiarati opera di utilità pubblica; i progetti dovevano ottenere l'approvazione del Governo previo il parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici; la spesa non doveva oltrepassare i 60 milioni da sostenersi per metà dallo Stato, ed il resto per tre quarti dal Comune e per un quarto dalla Provincia di Roma, sotto deduzione dei contributi dei proprietari dei beni contigui e difesi dalle predette opere dalle inondazioni, da determinarsi con legge speciale. Le opere dovevano eseguirsi per cura dell'Amministrazione dello Stato, ed una *Commissione di vigilanza*, composta di tre membri nomi-

nati dal Governo, due dal Municipio ed uno dalla Provincia, doveva vegliare all'andamento dei lavori.

Con questa legge era dato il primo passo e decisivo. Vero è che la legge prevedeva una spesa massima di 60 milioni, sebbene non fossero ancora determinate le opere da eseguirsi; tuttavia si confidava, per la conoscenza superficiale dei diversi progetti venuti in luce, che allo scopo sarebbe in ogni caso bastata la somma suindicata.

\*

*Il voto del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 29 novembre 1875.* — Giova riferirlo integralmente e ne' suoi considerando e nelle sue conclusioni:

« Il Consiglio,

« Vista la nota del Ministero dei Lavori Pubblici del 13 luglio p. p., n. 47316/8898, Div. 5<sup>a</sup>, che lo invita a discutere l'importante argomento dei provvedimenti atti a difendere la città di Roma dalle massime piene del Tevere;

« Vista la dettagliata Relazione della Commissione relatrice, in data 23 novembre corrente, nella quale essa dettagliatamente enumera tutti i progetti, memorie e scritti trasmessile dalla vice-presidenza, non che gli altri che le sono pervenuti in via officiosa da vari proponenti, e di tutti enuncia in sunto le varie proposte, riassumendole in quattro distinte categorie, e cioè:

« 1° Proposta di costruzione di chiuse e di serre montane negli influenti del Tevere; sistemazione del tratto urbano del Tevere e rettifili del tronco inferiore;

« 2° Proposta di deviazione totale del fiume Tevere con l'escavazione di un nuovo alveo sulla sinistra, e con un canale entro Roma alimentato da una derivazione di limitato volume di acque per l'uso della navigazione;

« 3° Proposta della sistemazione del tronco urbano del Tevere con muri di sponda e lungo Tevere di limitata altezza e dell'apertura di un canale scaricatore dell'eccesso delle piene, da escavarsi sulla sinistra fuori di Roma, con relativo sfioratore a stramazzo libero;

« 4° Proposta di sistemazione completa del tronco urbano del Tevere con muri di sponda e lungotevere, atti per sè soli a contenere le maggiori piene straordinarie conosciute, con fognature per gli scoli interni di Roma e altri lavori accessori;

« Viste nella esposizione stessa della Commissione le considerazioni dalla medesima fatte sui vantaggi e svantaggi, utili ed inconvenienti, che presentano le singole proposte e le conclusioni, che ne deduce a nome della maggioranza, formata da quattro voti favorevoli contro uno, non che le contrarie proposte fatta dalla minoranza; . . . .

« Considerando che, di concerto colle conclusioni della Commissione relatrice, questo Consiglio riconosce che il primo sistema delle chiuse montane, come venne proposto, non potrebbe ritenersi quale rimedio sicuro e di plausibile attuazione contro gli effetti delle piene entro Roma, e che al più un paziente e prolungato lavoro di piccole serre, esteso ai principali torrenti influenti del Tevere, potrebbe solo essere di qualche aiuto a moderare le piene stesse, e quindi non può accettarsi come principio da applicarsi alla difesa di Roma;

« Considerando che il secondo sistema di allontanare da Roma il Tevere, benchè possa considerarsi in massima il più radicale di quanti ne sono stati proposti, pure, riguardato nei particolari di esecuzione, non si trova esente da gravi difficoltà per la natura delle opere occorrenti; non allontanerebbe completamente la eventualità di danni gravissimi per Roma, sia nel caso di frane nel nuovo alveo del Tevere, sia di rottura di argini o delle chiaviche di deriva-

zione; lascierebbe grave dubbio di possibilità di effettuazione dal lato finanziario per la ingente spesa a cui salirebbe l'opera, la quale, valutata esattamente, ascenderebbe a somma di gran lunga superiore ai 60 milioni di lire, compreso l'importo anche dei fognoni, i quali non si potrebbero disgiungere dalla sistemazione del Tevere senza rendere inammissibile il progetto dal lato igienico; per tutte le quali ragioni e per la considerazione ancora che una città procura sempre di portare il suo abitato sulle sponde di qualche gran fiume, per cui quando già vi si trova, difficilmente cessa di privarsene, il Consiglio non crede che sarebbe accettabile il progetto di deviazione, se non nel caso che non si avesse altro più economico mezzo di soluzione completa del quesito;

« Considerando che il terzo e il quarto sistema hanno comune una parte delle proposte, e cioè la sistemazione completa dell'alveo urbano, con la sola differenza che nel terzo sistema si manterrebbe a m. 15,50 l'altezza a Ripetta dei lungotevere al disopra dello zero dell'idrometro, e si supplirebbe alla deficienza delle difese con uno scaricatore sopra Roma a stramazzo libero; ed il quarto sistema invece darebbe quell'altezza ai lungotevere che è giudicata sufficiente a contenere e smaltire tutte le massime piene finora conosciute, senza sussidio di altre opere;

« Considerando che questo Consiglio accetta le conclusioni della maggioranza della Commissione relatrice, la quale ritiene che le difese con i lungotevere e muri di sponda, quando siano portati all'altezza di m. 17 sullo zero dell'idrometro a Ripetta e con le prescrizioni dettagliate nella Relazione della Commissione stessa, non solo si riconoscono effettuabili anche nei rapporti edilizi, ma eziandio non possono che soddisfare pienamente e più economicamente di ogni altro progetto alla soluzione del problema della difesa della città di Roma allo stato presente in cui si trovano le condizioni di regime del Tevere superiore;

« Considerando che se nell'avvenire queste condizioni saranno per mutarsi per cause naturali od artificiali, quali sarebbero la protrazione della foce del fiume in mare e specialmente l'arginamento dei terreni ora soggetti alle espansioni delle piene, allora, oltre i provvedimenti proposti dalla Commissione, sarà il caso di riprendere gli studi di ulteriori provvedimenti, i quali potrebbero consistere nel rettilineamento dei tronchi inferiori del Tevere e nell'escavazione di un canale scaricatore delle piene sulla sponda sinistra, con sfioratore o stramazzo superiormente a Roma; però sino da ora raccomanda di preferenza l'esecuzione del primo rettifilo presso la basilica di S. Paolo, a valle del ponte della ferrovia di Civitavecchia, esteso fino alla capanna della via Ostiense;

« È di voto:

« Che fra i sistemi diversi di lavori proposti per la difesa della città di Roma dalle piene massime del Tevere, debba precegliersi il quarto sistema di regolarizzazione completa dell'alveo del Tevere nel tratto urbano, con le seguenti condizioni:

« 1° Esecuzione di quei lavori che si credessero necessari a ponte Milvio per rendervi inalterabile il fondo, al limite stabilito dalla Commissione del 1871;

« 2° Arginatura del Tevere superiore a Roma sul lato sinistro, secondo il progetto presentato dal Municipio; sulla destra secondo una linea che, partendo dal bastione sporgente di Belvedere, segua la sponda destra del colatore detto della Valle dell'Inferno, o altra località che si riconoscesse più opportuna per circostanze locali, fino a congiungerla con la difesa di sponda del Tevere urbano;

« 3° Costruzione di muri di sponda all'ordinata di Ripetta di m. 17, riferita allo zero dell'idrometro, secondo il tipo

di profilo a semplice contorno esterno, proposto dalla Commissione ed annesso al presente voto, e studiato in modo che quei muri abbiano condizioni di stabilità propria ed intrinseca, indipendentemente da aggiunte di contrafforti interni;

« 4° Costruzione di lungotevere all'altezza della sommità dei muri di sponda e colle livellette stabilite dalla Commissione;

« 5° Larghezza normale dell'alveo non minore di m. 100, misurata fra le unghie inferiori dei muri di sponda; andamento generale dell'alveo sistemato da studiarsi nel progetto esecutivo, secondo le tracce del progetto municipale, comprese le due varianti unite alla relativa pianta di dettaglio;

« 6° Mantenimento dell'isola Tiberina, sistemando il ramo destro con larghezza di m. 70 ed il sinistro con larghezza di m. 60, in modo d'avere ivi un alveo di complessiva larghezza di m. 130;

« 7° Ampliamento del ponte Elio con una nuova luce a destra e possibilmente con altra a sinistra, ovvero con una seconda piccola luce a destra simmetrica a quella esistente a sinistra; demolizione del ponte Rotto, del ponte destro dell'Isola, non che del ponte Sisto, colla rispettiva loro ricostruzione con luci di tale ampiezza da non generare ostacoli sensibili alla corrente;

« 8° Rimozione dei ruderi ed escavamento del fondo dell'alveo urbano del Tevere, con pendenza di m. 0,40 a chilometro, a partire da Ripetta, all'ordinata m. 1,50 sullo zero dell'idrometro, fino a Porta Portese, e da Ripetta a monte con linea orizzontale protratta fino all'Albero Bello ».

\*

*La Legge 30 giugno 1876 per una prima serie di lavori.*

— Doveva passare ancora qualche tempo prima che il Governo si decidesse a seguire il voto del Consiglio Superiore ed a stabilire il piano generale della sistemazione. Un primo progetto di legge, non abbastanza in armonia col voto di quell'illustre Consesso, inquantochè contemplava bensì lo sgombrò dell'alveo urbano, ma destinandovi solo una somma di 2 milioni e mezzo, mentre poneva in prima linea il rettifilo del Tevere alle risvolte di S. Paolo, dal ponte della ferrovia per Civitavecchia fino alla sezione quarta del profilo della Commissione del 1871, colla spesa di 4 milioni e mezzo, provocava un nuovo voto del Consiglio Superiore, pronunciato il 27 gennaio 1876, e naturalmente contrario ad ammettere l'immediata utilità del rettifilo, ma insistente nel concetto di cominciare a dare impulso e sviluppo maggiore alle opere di sistemazione interna con escavazioni, ed allargamento dell'alveo con ritagli e munimenti delle sponde, in quel voto dettagliatamente enumerati e descritti, e per cui ritenevasi necessaria una spesa di 10 milioni di lire.

In base a questo voto potè finalmente essere approvata dalle due Camere la proposta di uno stanziamento di 10 milioni sotto la denominazione: *Prima serie di lavori per la sistemazione del Tevere*, e la relativa Legge venne promulgata il 30 giugno 1876.

Successivamente veniva a troncarsi il dissidio fra il sistema delle scarpate rivestite a 45° anche per il tratto del Tevere urbano preferito dall'Ufficio tecnico municipale, e quello dei muraglioni a sponda verticale, certamente più costoso, ma più decoroso per una grande città e più efficace, voluto dal Ministero dei Lavori Pubblici; ond'è che assicurata, colla nomina di una Commissione tecnica municipale e col voto del Consiglio comunale, la vittoria ai muraglioni, i lavori per la sistemazione del Tevere poterono avere finalmente principio nei primi mesi del 1877 e particolarmente nel tratto compreso fra il ponte Sisto ed il ponte Rotto, presso

il termine dell'isola Tiberina, poichè ivi le condizioni del libero deflusso delle acque erano peggiori che altrove.

Onde il primo appalto ebbe per oggetto la rimozione dei ruderi e di altri impedimenti dell'alveo urbano nel tronco al di sotto del ponte Elio; il secondo riguardava l'allargamento dell'alveo alla Farnesina; il terzo, il taglio della sponda sinistra e il muro di sostegno alla Regola; il quarto, il taglio e la sistemazione della sponda destra da ponte Sisto ai ruderi dei così detti Bagni di Donna Olimpia.

Il 13 febbraio 1878 costituivasi la *Commissione di vigilanza* prescritta dalla Legge 6 luglio 1875, che attese all'ufficio suo con assidua operosità ed opulentezza, soddisfacendo pure all'obbligo impostole dal Regolamento 5 aprile 1877 di presentare in fine di ogni anno al Ministero dei Lavori Pubblici una Relazione sull'andamento dei lavori.

Queste Relazioni, la prima delle quali riguarda i lavori a tutto l'anno 1878, vennero pubblicate negli Atti parlamentari. Le Relazioni sugli anni ultimi 1897, 1898 e 1899 sono state rimesse dalla Commissione soltanto il 17 dicembre 1900 al Ministero dei Lavori Pubblici, e da poco tempo (giugno 1901) presentate alla Camera (1). Coteste Relazioni annuali costituiscono un'interessante storia del progresso dei lavori, delle difficoltà incontrate e delle spese sostenute. All'esame della Commissione di vigilanza venivano sottoposti i progetti esecutivi elaborati dall'*Ufficio speciale del Tevere*, appositamente istituito con Decreto ministeriale del 28 gennaio 1876, e che non tralasciò mai di adempiere con opera solerte al proprio compito. Sui progetti stessi e sulle osservazioni in proposito della Commissione di vigilanza, era, per ultimo, chiamato a pronunciarsi il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

\*

Ma per la novità e le intrinseche difficoltà dell'impresa, cui non corrispondeva un'adeguata preparazione di studi, i lavori, malgrado lo zelo della Direzione dei lavori, la buona volontà e gli sforzi lodevoli delle Imprese, dovettero per alcuni anni necessariamente procedere lenti ed incerti, con interruzioni, soprattutto poi riescivano oltremodo costosi.

\*

*La Legge 23 luglio 1881 per la seconda serie delle opere ed il programma dei lavori.* — Nella Relazione del 27 novembre 1880, con cui il ministro Baccarini presentava alla Camera il disegno di legge: Stanziamiento di fondi per la seconda serie dei lavori di sistemazione del Tevere, si premetteva che i 10 milioni autorizzati dalla Legge 30 giugno 1876 erano impegnati per intero, sebbene non ancora spesi. Ma avendosi avuto la prova, con la prima serie di lavori già iniziata, della difficoltà e della spesa per la costruzione dei muraglioni di sponda, pareva prudente non spingere troppo oltre questo sistema ed adottare, ove fosse possibile, metodi più sicuri ed economici. Epperò la risoluzione circa la sistemazione del tronco superiore al ponte in ferro dei Fiorentini, specialmente a causa dell'altezza dei muraglioni, era tenuta sospesa fra il partito di conservare l'alveo attuale al ponte Elio e quello di una nuova inalveazione del fiume attraverso i prati di Castello; pertanto il Governo domandava un fondo di 20 milioni per eseguire quelle opere, il concetto tecnico delle quali era ormai definito, e « consistenti nel completo sgombero e nella continuazione dell'allargamento e regolarizzazione dell'alveo lungo il tratto tra il ponte dei Fiorentini e Porta Portese, nelle opere relative alla sistemazione dei ponti Cestio e Senatorio, e nella costruzione di parte dei collettori, riconosciuta più urgente ».

(1) *Presidenti* di questa Commissione furono successivamente Pianciani, Cavalletto, Canevari; *relatori*, Canevari, Cavalletto, Giorgi.

Ma col disegno di legge il Senato aveva pure approvato il seguente ordine del giorno, proposto dall'on. Vitelleschi: « Il Senato invita il Governo a dare opera perchè sia definitivamente stabilito il piano idraulico generale che esso intende adottare per la sistemazione del Tevere; a provvedere frattanto coi mezzi adeguati alla grandezza ed alle difficoltà dell'impresa, e senza interruzione alla pronta rimozione dei ruderi e regolarizzazione dell'alveo nell'interno della città; e a volere concordare col Municipio i piani di massima e di esecuzione, e intraprendere la costruzione dei collettori in rapporto coll'inalveamento del fiume e con l'incanalamento delle acque sotterranee e superficiali della città ».

Ne seguì la nomina di una Commissione tecnica, composta di due Ispettori del Genio Civile, Brauzzi ed Amenduni, e dell'Ing.-capo G. Zucchelli, direttore dell'Ufficio speciale del Tevere, la quale compì molto sollecitamente l'incarico avuto e le cui proposte presentate all'esame della Commissione di vigilanza, e poi del Consiglio Superiore, furono sostanzialmente approvate dall'una e dall'altro.

Nel voto del 18 febbraio 1882, il Consiglio Superiore comincia dal rinnovare il parere doversi escludere assolutamente il concetto di deviare il Tevere a destra nei prati di Castello, e quindi doversene, in via di massima, ritenere decisa la sistemazione nel suo proprio alveo, anche a monte del ponte Elio. Consente colle due Commissioni nel giudicare necessario « di conservare ai muri di sponda le dimensioni fino allora adottate ed alle fondazioni la profondità di almeno 6 metri sotto la magra ordinaria (1), salvo anzi ad aumentarla fino ad 8 metri ed anche più, nel tratto di muraglione a sinistra, verso i Cento Preti, ove anche adesso, ad acque magre, si riscontrano fondali di 6 metri ». Si dichiara pure persuaso « della necessità di fondare i muri di sponda col sistema dell'aria compressa, giacchè i sistemi ordinari o non riescono, od espongono a spese di gran lunga maggiori ». Si accorda parimenti colle due Commissioni nella proposta di apprestare una buona scorta di massi artificiali o naturali per proteggere e difendere, nei luoghi più esposti agli investimenti della corrente, i muraglioni dalla forza scavatrice di questa, resa più viva dalla verticalità delle sponde murali, formando sott'acqua delle scogliere, « nucleo delle future banchine, quando da m. 1,50 dovranno allargarsi alla misura sistematica di m. 8 » per essere atte ad impedire i gorgi ai piedi dei muraglioni. Da ultimo, esprime il parere che, « salva e riservata ogni ragionevole cautela, a più appalti sia preferibile uno solo, e possibilmente a trattative private, per i lavori di sistemazione delle sponde e di sgombero dei ruderi ».

Questo programma servì poi di guida al Ministero nell'autorizzazione dei lavori e nel preparare ulteriori progetti di legge.

Abbandonato quindi il sistema dei piccoli appalti, veniva stipulato un contratto per l'importo di 8 milioni e mezzo, che, ad eccezione dei lavori già prima appaltati saltuariamente, includeva tutte le opere progettate per la sistemazione del fiume dal vicolo dello Struzzo alla Bocca della Verità, lungo la sponda sinistra, e dal convento di S. Giacomo alla Lungara fino ai Bagni di Donna Olimpia, lungo la sponda destra.

Con questo grande appalto e con altro minore che seguì poco dopo, era intanto assicurata la costruzione dei muraglioni e delle due grandi vie fiancheggianti il Tevere per tutta la lunghezza sopraindicata; erasi provvisto alla costruzione (in concorso col Municipio) di un nuovo ponte in sostituzione dell'antico ponte Rotto; all'ampliamento del ponte

(1) Il piano della magra ordinaria è a m. 5,78 sopra lo zero dell'idrometro di Ripetta.

Cestio con due nuove arcate, una a destra ed una a sinistra; allo sgombrò dell'alveo da ruderi e dalle masse murali che lo ingombravano fino all'Emporio dei marmi; alla sistemazione delle sponde dell'isola Tiberina, ed alla costruzione dei fognoni da ponte Sisto all'alberata di S. Paolo, per la parte sinistra, e dall'origine fino alla chiavica di Santo Spirito per la parte destra della città.

Ma nelle opere anzidette i 30 milioni stanziati per la seconda serie dei lavori erano tutti impegnati.

*La terza serie di lavori e la Legge 25 aprile 1886.* — Perchè l'esecuzione dell'opera non restasse sospesa, era dunque necessario provvedere allo stanziamento dei fondi occorrenti alla sua continuazione, ossia alla prosecuzione dei muraglioni ed allo sgombrò dell'alveo nella parte superiore al vicolo dello Struzzo ed al convento di S. Giacomo, al completamento dei fognoni, all'allargamento del ponte Elio (Sant'Angelo) ed all'arginatura del Tevere verso ponte Milvio (Molle).

A tutto ciò provvide la Legge 25 aprile 1886, n. 3791, che dispose per lo stanziamento di 30 milioni, distribuiti per sette anni: 2 milioni e mezzo nel primo esercizio 1885-86 e nell'ultimo 1891-92, e 5 milioni per ciascuno degli esercizi intermedi.

Con questa legge si esauriva la somma di 60 milioni preveduta da quella del 1875.

*La Legge 2 luglio 1890 per la quarta ed ultima serie dei lavori.* — Al 31 dicembre 1889 lo stato dei lavori compiuti e da compiersi era quale risulta dalle cifre del quadro che segue:

| Natura delle opere              | Lavori          |                                    |                         |
|---------------------------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------|
|                                 | compiuti<br>ml. | in corso<br>od<br>appaltati<br>ml. | da<br>appaltarsi<br>ml. |
| Sgombrò dei ruderi . . . . .    | 1493            | 1141                               | 4335                    |
| Muraglioni di lungotevere. . .  | 3357            | 3528                               | 1664                    |
| Arginature e rivestimenti . . . | 1133            | —                                  | 9246                    |
| Collettori . . . . .            | 7765            | 1517                               | 25542 (*)               |

(\*) Compresi ml. 6000 di collettori secondari.

La somma di 60 milioni stabilita dalla Legge del 1875 senza precisi criteri, all'atto pratico si rivelò insufficiente allo scopo, vuoi per circostanze imprevedute, vuoi per le maggiori esigenze tecniche, economiche ed edilizie. I primi appalti, per cause estranee al buon volere dell'Amministrazione, non avevano dato risultati soddisfacenti; dimostrata quasi inattuabile la fondazione dei muraglioni di sponda coi mezzi ordinari, fu mestieri provvedere mediante il sistema dell'aria compressa, il quale rese l'opera facile e spedita, ma necessariamente più costosa.

Al nuovo sistema di fondazione si aggiunsero altre cause di maggiori spese, quali il rivestimento dei muri in travertino e granito, un maggiore alzamento dei muri nei tratti depressi, e il costo delle espropriazioni salito al di là di ogni previsione. Queste le cause principali che condussero alla necessità di una nuova legge, la quale determinasse lo stanziamento di 45 milioni in più dei 60 milioni previsti e stanziati colle leggi precedenti.

Le eccedenze di spesa verificatesi nella grande impresa risultarono così ripartite:

|   |              |
|---|--------------|
| 1. Sgombrò di ruderi . . . . .  | L. 6 080 000 |
| 2. Maggior costo delle espropriazioni »                                   | 9 279 600    |
| 3. Fondazione e sopraelevazione dei muraglioni . . . . .                  | » 13 422 000 |
| 4. Ampliamento dei ponti Cestio e Palatino . . . . .                      | » 2 300 000  |
| 5. Arginamento di destra a monte di Castel Sant'Angelo . . . . .          | » 10 060 000 |
| 6. Muraglione e porto fluviale a sinistra a monte del Mattatoio . . . . . | » 850 000    |
| 7. Estensione e maggior costo dei collettori . . . . .                    | » 4 490 000  |
| 8. Lavori speciali minori imprevidi »                                     | 392 000      |
| 9. Spese diverse improduttive . . . . .                                   | » 1 126 400  |

Totale delle eccedenze sulle prime previsioni . . . . . L. 48 000 000

La Camera dei Deputati ed il Senato del Regno approvarono il 7 maggio ed il 24 giugno rispettivamente il nuovo disegno di legge per una quarta ed ultima serie di lavori, entro il limite di 45 milioni, da ripartirsi in 10 esercizi, cominciando coll'anno finanziario 1891-92 e terminando col 1900-1901; così poté venire sanzionata con Decreto reale del 2 luglio 1890, n. 6936, la nuova legge destinata a compiere in breve volger d'anni un'impresa, cui non bastarono in lungo giro di secoli, nè la Roma degli Imperatori, nè la Roma dei Papi.

*Rallentamenti inesplicabili e continui dei lavori e degli stanziamenti.* — Noi qui vorremmo poter sorvolare su di una serie di leggi venute l'una dopo l'altra e colla inesplicabile quiescenza dell'Ufficio speciale, della Commissione di vigilanza e del Consiglio Superiore dei lavori pubblici, ad interrompere e quasi compromettere il risultato di tanti sacrifici.

Collo specioso pretesto della impossibilità di stabilire un termine fisso a breve scadenza per la demolizione dell'Ospedale di Santo Spirito e del Manicomio, demolizione necessaria al compimento dei muraglioni, anzichè curarsi di affrettare in qualche modo la soluzione delle difficoltà, e senza nemmeno rilevare che in altri punti potevansi continuare i lavori altrettanto indispensabili ed urgenti per il complemento della sistemazione, si riuscì ora per ragioni di bilancio, ora per desiderio di rivolgere i fondi a favore di altre opere pubbliche, quali il Policlinico ed il Palazzo di giustizia, a rinviare ogni anno a tempo più lontano lo stanziamento dei fondi che a termine di legge si dovevano inscrivere nei successivi esercizi.

S'incominciò per l'anno 1890-1891 a ridurre lo stanziamento in bilancio da 5 milioni a 3 750 000, e per l'esercizio successivo a 2 857 000. Onde dei 105 milioni autorizzati colle leggi precedenti rimanevano a stanziarsi L. 45 893 000.

Colla Legge 30 dicembre 1892, n. 734, questa somma residua veniva distribuita su dodici esercizi, a quattro milioni l'anno, ad eccezione del primo anno (1892-1893) cui si assegnarono L. 2 940 000, e dell'ultimo anno (1903-1904) con L. 2 953 000.

Colla Legge 7 giugno 1894, n. 221 vennero a prorogarsi di altri due esercizi gli stanziamenti pel Tevere, assegnando L. 2 500 000 al primo (1894-1895), L. 2 453 000 all'ultimo, e L. 3 500 000 a ciascuno degli esercizi intermedi.

Un anno dopo ed in virtù della Legge 28 luglio 1895, n. 494, lo stanziamento di ciascuno degli esercizi 1895-

1896 e 1896-1897 per i lavori del Tevere fu diminuito di un milione, ossia ridotto a due milioni e mezzo, ed i due milioni così scemati venivano destinati ad aumentare l'ultimo stanziamento (1905-1906) preveduto dalla Legge 7 giugno 1894.

Poi venne la Legge 14 gennaio 1897, n. 12, nella quale pur mantenendo l'ultimazione all'esercizio 1905-1906, si riducono a mezzo milione per anno gli stanziamenti dei tre primi esercizi a partire da quello 1897-1898; a tre milioni annui quelli dei due esercizi successivi; e si aumentano gli stanziamenti dei quattro ultimi portandoli a L. 6 000 000, 5 500 000, 5 500 000 e 6 953 000 rispettivamente.

Faceva riscontro a questa legge un Decreto reale del ministro Prinetti, col quale era soppresso l'Ufficio speciale per la sistemazione del Tevere urbano, istituito il 28 gennaio 1876 e che aveva sempre funzionato assai lodevolmente, ed affidavasi ad un nuovo ed unico Ufficio speciale del Genio Civile l'incarico di attendere insieme colla sistemazione del Tevere alla costruzione del Policlinico ed a quella del Palazzo di giustizia, due opere gravissime e totalmente disformi da quelle del Tevere.

Finalmente « l'odissea del fondo pel Tevere », come argutamente la chiama nella Relazione generale della Commissione il prof. Cremona, doveva entrare, colla Legge 25 febbraio 1900, n. 56, « in una nuova fase anche più dolorosa che dura tuttora e non permette di prevederne l'epilogo ». Per virtù di questa legge gli stanziamenti si arrestano agli anni 1900-1901, 1901-1902, 1902-1903 rispettivamente nelle cifre di 1 milione, 1 milione e mezzo e due milioni e mezzo, mentre in seguito occorrerà che leggi future decidano dell'iscrizione e della ripartizione delle somme ulteriori promesse dalle leggi precedenti e necessarie al compimento della sistemazione del Tevere urbano.

La somma totale degli stanziamenti già fatti per i lavori del Tevere, sino a tutto l'esercizio 1900-1901, è di L. 76 047 000. Ad esaurire i 105 milioni mancano ancora L. 28 953 000.

Colla legge medesima è approvata una convenzione del Governo coll'Amministrazione degli ospedali di Roma, avente per iscopo la cessione dei Padiglioni del Policlinico in sostituzione dei locali dell'Ospedale di Santo Spirito che dovranno essere espropriati per i lavori del Tevere.

Contro questo sistema di rallentare i lavori per il Tevere, rinviando a tempo lontano lo stanziamento dei fondi, protestarono autorevolmente, ma invano, ed il Brioschi di compianta memoria, nelle Relazioni al Senato (dicembre 1892 e maggio 1894) della Commissione permanente di finanza, ed il Saracco, in nome della Commissione stessa nel dicembre 1896.

Il senatore Brioschi affermava risolutamente nella prima Relazione « che, tecnicamente parlando, la protrazione di opere idrauliche riconosciute un di necessarie, certamente più che per opere di qualunque natura non può ritenersi buona massima ». E soggiungeva più severamente ancora nella seconda: « Tecnicamente il concetto è erroneo e specialmente se trattasi di opere idrauliche, essendo facile il concepire che per alcune di queste può nascere il bisogno di affrontarle per non recar danno o rendere inutili quelle già eseguite ».

L'on. Saracco fu anche più esplicito e più incisivo: « Le ragioni addotte nella Relazione ministeriale che si debba necessariamente andare a rilento, perchè a spingere innanzi le opere si dovrebbe, e per contro non è possibile nel momento presente, demolire una parte dell'edificio dell'Ospedale Santo Spirito, non basta ancora a tranquillare pienamente gli animi, ossia a persuadere che non si possa, anzi, non si debba concentrare i lavori in altre località, nel su-

premo intento di guarentire quanto più presto si possa fare, la città dalle inondazioni del Tevere. Se da una parte è facile credere, che su questo punto sia stata intesa la Commissione di vigilanza, si sarebbe desiderato altresì di conoscere a qual punto si trovassero giunti i lavori nello scorso anno, e quale il programma dell'avvenire; ma la Relazione annuale della Commissione presentata dal Ministro al Parlamento prima delle vacanze estive non si è veduta ancora, e noi non possiamo trarne le norme di un giudizio proprio, che sia fondato sulla conoscenza dei fatti ». Onde terminava col proporre l'approvazione pura e semplice del disegno di legge « lasciando che il Governo operi come vuole, ossia come deve, sotto la propria responsabilità ».

Per le quali cose e nel trovarci al fine del I Capitolo della Relazione generale della Commissione, noi non possiamo astenerci da altamente deplorare, e ben più che non abbia creduto di farlo la Commissione medesima nelle sue conclusioni, che in tutto ciò che si riferisce alla completa sistemazione del Tevere una inesplicabile onda di vera anemia sia venuta dal 1890 in poi a colpire e l'Ufficio speciale e la Commissione di vigilanza ed il Consiglio superiore per la malefica influenza che sugli uomini anche i più autorevoli e competenti esercitano i venti e le meteore dell'ambiente politico.

## II. — I MURAGLIONI, LE CAUSE DEI DANNI E DELLA LORO CADUTA.

*Situazioni pericolose dei muraglioni e particolari della loro caduta.* — I muraglioni di lungotevere sono veri e propri muri di sponda, i quali d'ordinario debbono sostenere il terrapieno a ridosso e in date circostanze, ossia quando il fiume è in piena, sono soggetti alla contropinta dell'acqua del fiume.

La Commissione aveva essenzialmente da riferire sul muraglione degli Anguillara, su quello degli Alberteschi e su quello dei Mellini, tutti tre a sponda destra.

Il muraglione dei Mellini, che è quello più a monte, compreso fra i ponti Margherita e Cavour, misura la lunghezza di m. 545,26; corre in un tronco del Tevere per la maggior parte rettilineo, e solo avvicinandosi al ponte Cavour si volge in dolce curva con la convessità verso il fiume. L'alveo del Tevere ha quivi l'ampiezza normale di m. 100, comune a tutto il tronco urbano, fino ai pressi dell'isola Tiberina. La piena del 2 dicembre 1900 vi produsse alcune lesioni dirette in senso pressochè verticale sulla faccia visibile del muraglione, aprendo le linee di giunzione dei pezzi di travertino del paramento. L'ampiezza di tali lesioni non eccede, in media, i 4 o 5 millimetri, e le biffe o spie ad esse apposte dall'Ufficio speciale del Genio civile, continuano ad accennare a qualche movimento.

Il maggiore disastro avvenne ai muraglioni dell'Anguillara, cioè nel tratto che corre dal ponte Garibaldi al ponte Cestio, della totale lunghezza di m. 240,86, dove il muraglione si rovesciò nel fiume per l'estensione di m. 125 circa, mentre la parte rimasta in piedi, danneggiata e spostata, dev'essere demolita.

Agli Alberteschi, ossia nel tratto compreso tra il ponte Cestio predetto ed il ponte Palatino, della lunghezza di m. 111,76, si è manifestato, a partire dal ponte Cestio, nel muro uno spostamento di strapiombo che va gradatamente crescendo fino a superare un metro a metà circa fra i due ponti: poscia diminuisce e si riduce a 40 cm. presso il ponte Palatino, dove una grave lesione, o meglio un distacco mostra il termine dello strapiombo medesimo. Lo spostamento non è ancora del tutto cessato.

Dalla descrizione dei particolari del disastro, emerge ad evidenza che la rovina del tratto di muraglione degli An-

guillara è esclusivamente dovuta a scalzamenti di fondo, i quali si spinsero al disotto del piano di fondazione.

E invero, quasi contemporaneamente al colmo della piena, avvenuto alle ore 14 del 2 dicembre 1900, mentre l'idrometro di Ripetta segnava m. 16,17 sullo zero, cominciò a manifestarsi nel terrapieno a ridosso del muraglione, vicino alla scala a monte di ponte Cestio, un avvallamento di forma pressochè circolare e del diametro di m. 10 circa: avvallamento che andò mano mano progredendo. Nel mattino successivo, quando le acque erano in notevole decremento, si formò un'altra depressione fra i ponti Garibaldi e Cestio, che ebbe a propagarsi da valle a monte.

Tali manifestazioni indicavano in modo concreto che lo scalzamento di fondo sul davanti del muro, aveva già raggiunta una profondità inferiore alla sua base, e che al disotto delle fondazioni erasi aperto un varco, una voragine, attraverso la quale la terra retrostante scendeva andando a finire nel fiume, dove la corrente subito trasportava altrove. Nella notte dal 3 al 4 dicembre si manifestò una spaccatura nel muraglione e poco dopo si rese visibile lo strapiombo di esso, in specie nel tratto fra m. 73 circa a valle del ponte Garibaldi e m. 45 a monte di ponte Cestio. Contemporaneamente l'abbassamento di tutto il livello stradale progredì di tanto da scendere di m. 6 circa sotto il primitivo piano e secondo la larghezza di m. 12 circa, trascinando seco alberi e fanali.

Nel mattino del giorno 4, alle ore 7,24, quando le acque segnavano soltanto m. 10,75, ruotò e si rovesciò nel fiume un primo tratto di muraglione, lungo m. 15 circa, a partire da m. 73 a valle del ponte Garibaldi: tutto il rimanente, ad eccezione di un pezzo lungo m. 10 circa rimasto in posto e perfettamente isolato, ma pur esso strapiombato, cadde nel fiume in tre enormi massi alcune ore dopo, quando le acque, continuando a decrescere rapidamente, erano alla quota di m. 9,25.

I rilievi eseguiti subito dopo la piena, nei giorni 7 dicembre e successivi, a cura dell'Ufficio speciale del Tevere, scoprirono, lungo la sponda destra, gorgi profondi da 8 a 9 metri sotto il livello delle magre. Ma, stante i depositi sopravvenuti al calare della piena, non è possibile precisare la quota del fondo, nè la profondità dei gorgi al momento del colmo della piena; certamente la quota generale del fondo variò da 5,50 a 7 metri sotto il pelo di magra.

Il muraglione degli Anguillara è stato fondato nel 1884 col mezzo di cassoni ad aria compressa, i quali raggiunsero una profondità sotto il piano di magra da m. 6 a m. 7,84, ed in vicinanza al ponte Garibaldi di m. 8,99. Onde è evidente l'insufficienza delle profondità raggiunte, mentre il fondo dell'alveo costituito di finissime sabbie, leggermente mescolate ad argilla, senza consistenza quando sono bagnate, facili a smuoversi ed a venire asportate, è di natura grandemente favorevole a produrre sconvolgimenti e scalzamenti fatali alle opere che vi si trovano.

Aggiungasi che la caduta del muraglione è avvenuta in quel tratto dove le condizioni idrauliche del fiume erano peggiori, e quindi le condizioni dei muraglioni eccezionalmente pericolose, poichè oltre a mancare in quel tratto, come del resto dovunque, le indispensabili banchine di presidio al piede dei muraglioni, l'erosione di un fondo mobile, quale sopra si disse, doveva essere grandemente accresciuta per la sezione dell'alveo ridotta a m. 70, ossia al solo ramo destro dell'isola Tiberina, stante il completo interrimento del ramo sinistro, non meno che per lo stramazzo che in piena si è verificato sulla piccola diga di congiunzione fra il pilone centrale del ponte Garibaldi e l'isola Tiberina, stramazzo che aveva una singolare violenza e la cui direzione era precisamente rivolta contro il muraglione rovinato.

Le cause dei distacchi e delle lesioni agli Alberteschi ed ai Mellini sono identiche alle suesposte; molto meno accentuate in questo secondo luogo che non nel primo, imperocchè ivi il Tevere corre in sezione normale di 100 metri, e soltanto è risultata deficiente, come lo è dappertutto, la quota delle fondazioni. Agli Alberteschi i cassoni raggiunsero profondità di m. 5,84, 6,05 e 7,95 sotto il piano di magra, ed il fondo dell'alveo ha la quota variabile fra i m. 6 e 7. Onde a mala pena quei muraglioni vengono ora a trovarsi, con il loro piano di posa, dentro il terreno naturale leggero ed incoerente.

Non molto migliori sono le condizioni delle fondazioni del muraglione ai Mellini.

*Sezione trasversale dei muri, loro struttura e bontà dell'esecuzione.* — La Commissione ha pure verificato se le dimensioni della sezione trasversale dei muraglioni fossero tali da renderli stabili di fronte alla spinta del terrapieno a tergo. E questo fu oggetto particolare di una Sotto-Commissione, la quale ebbe a relatore l'ing. Crugnola, in simil genere di studi competentissimo, come i lettori sanno.

Il tipo adottato per i tre muraglioni: degli Anguillara, degli Alberteschi e dei Mellini è uniforme; nella parte sopra risega presenta una sezione trapezia colla parete, verso il terrapieno, verticale e l'esterna inclinata di  $\frac{1}{6}$ . La grossezza al ciglio è di m. 1,50 per i primi due, e di m. 2,105 per il terzo. L'altezza nel tratto di muro fra i ponti Garibaldi e Palatino varia da m. 12,07 a m. 10,61 sopra la risega; ai Mellini da m. 11,62 a m. 12,11.

La scelta della sezione con parete interna verticale è giustificata dalla circostanza che le acque elevandosi nel fiume esercitano una contropinta che ha per effetto di spostare la curva delle pressioni verso l'interno, onde in certi casi potrebbe essere compromessa la stabilità del muro, se gli si fosse assegnato uno strapiombo verso il terrapieno, come comporterebbe la convenienza economica ed anche statica nelle condizioni d'un semplice muro di sostegno delle terre.

Le fondazioni hanno la forma di un prisma rettangolare della grossezza variabile da m. 4,90 a m. 5,74 nei primi due muri, e di m. 6,15 per quello dei Mellini; l'altezza poi del prisma è variabile a seconda della profondità raggiunta.

La muratura è in tufo con malta di pozzolana, ed è rivestita per una grossezza media di m. 0,30 da travertino in grossi massi quadrati. Il cornicione e il parapetto sono pure in travertino, salvo lo zoccolo e la copertina di quest'ultimo che sono in granito.

Il masso di fondazione è in calcestruzzo di calce e selce per uno strato di m. 2 nel fondo; il rimanente è in muratura di tufo, come tutto il resto del muro. La risega di m. 1,50 è rivestita di travertino.

In presenza di una catastrofe come quella accaduta, anche involontariamente si corre col pensiero all'esecutore dell'opera, supponendo che causa della caduta abbia potuto essere la cattiva esecuzione. Ma sull'esecuzione e delle fondazioni e della sovrastruttura murale, la Commissione esclude nel modo il più assoluto di aver trovato cosa che potesse tornare a svantaggio dei muraglioni. La Sotto-Commissione ha potuto accertare dalle testimonianze assunte che il riempimento dei cassoni era inappuntabile; che fra due cassoni successivi si colava calcestruzzo fino al livello superiore. Nella parte di muro in elevazione la Sotto-Commissione ha potuto, con estese indagini su saggi presi dai pezzi caduti, accertarsi della bontà dell'esecuzione. Il modo stesso come il muro è rovinato, e quale venne osservato ed anche raccolto durante la catastrofe dal cinematografo, è la prova più sicura della buona esecuzione; il muro non si sgretolò in nes-

suna parte, ma cadde tutto per grandi e giganteschi pezzi, che la coesione della malta non permetteva si rompessero, e così disparve sprofondandosi nei gorgi del fiume.

Potevasi anche supporre che il paramento in travertino dello spessore medio di m. 0,30, accollato dopo un certo tempo al nucleo interno di muratura di tufo, fosse rimasto slegato dal resto del muro, epperò inefficace a contribuire solidariamente alla resistenza contro la spinta; ma nessun tratto di travertino fu visto staccato dal corpo dei muraglioni caduti o rimasti in piedi, nè fu possibile rinvenire qualche luogo ove il paramento avesse dato segno di rigonfiamento o distacco, o testimonianza che ne avesse avuto sentore. Alle testate scoperte dei muri residui presso le parti rovinata e nei tratti ove si sono spostati ruotando, le pietre di rivestimento sono tuttora aderentissime al nucleo della muratura. Uno dei componenti della Sotto-Commissione, presente alla caduta dei tratti più estesi fra ponte Garibaldi e ponte Cestio, notò che durante la rotazione essi cadevano tutti di un pezzo, senza che prima si distaccasse e cadesse qualche porzione del paramento.

Nulla devesi adunque addebitare per la caduta all'esecuzione dell'opera.

*Calcoli teorici di stabilità e considerazioni pratiche relative.* — Secondo le indicazioni fornite dall'Ufficio speciale per lavori del Tevere, si hanno i seguenti pesi specifici delle varie murature impiegate nella costruzione dei muraglioni, i quali dati sono stati verificati dalla Sotto-Commissione:

|                                       |     |        |
|---------------------------------------|-----|--------|
| Calcestruzzo di selce (peso di 1 mc.) | kg. | 2120   |
| Muratura in tufo asciutto             | »   | » 1620 |
| Muratura in tufo bagnato              | »   | » 1800 |
| Muratura di travertino                | »   | » 2360 |
| Granito . . . . .                     | »   | » 2650 |

Il terrapieno a ridosso di tutti tre i muri in esame è da ritenersi composto di terre leggere, miste a sabbia assai sciolta, la cui scarpa naturale è di m. 1,66 a 1,70 per 1 di altezza, ed il peso specifico di 1500 a 1600 kg. Ma per le condizioni particolari del muro attraverso cui non si potevano lasciare feritoie per lo smaltimento delle acque freatiche, era doveroso supporre che o per effetto di piogge copiose e persistenti, od anche solo per la presenza delle acque freatiche, il terreno ne fosse completamente imbevuto.

Nel terreno rimasto dopo lo scavo eseguitosi per diminuire la spinta contro i tratti di muro pericolanti, benchè non siasi trovato traccia di melma, l'umidità era generale; tuttavia le terre si mantenevano sotto un angolo di scorrimento  $\phi = 33^\circ$  ed anche maggiore. Perciò a tutto rigore la Commissione avrebbe potuto adottare quest'angolo nel calcolare la spinta delle terre. Ma potendo in realtà crescere l'inzuppamento e, come avvertiva il Consiglio Superiore dei lavori pubblici nel suo voto del 10 settembre 1877, n. 1906, dovendosi pure prevedere il caso possibile che un'inondazione avesse luogo e la terra dietro ai muraglioni si trovasse vicina allo stato d'inzuppamento, la Sotto-Commissione volle per i suoi calcoli supporre che il terrapieno fosse interamente impregnato d'acqua, al quale stato corrisponde un angolo di naturale declivio  $\phi = 20^\circ$ .

Anche il peso delle terre, per l'inzuppamento supposto, conveniva aumentare, e dall'esame fatto sopra luogo la Sotto-Commissione ha ritenuto che invece di 1600 debba elevarsi a 1780 kg. per mc., comprendendovi pure il sopraccarico che la presenza del pubblico vi potrebbe produrre, e ragguagliato all'unità di volume del terrapieno.

Per esaminare la stabilità del muraglione fu scelta, ad esempio, la sezione situata a valle di m. 127 dell'asse di ponte Garibaldi e vicinissima al sito dove avvenne la rottura.

Essa ha un'altezza di m. 11,24 ed una grossezza di m. 3,40 al livello della risega, ossia alla base. Nelle fondazioni questa grossezza viene accresciuta della larghezza della banchina, che è di m. 1,50, e diventa così in complesso m. 4,90.

L'Ufficio speciale pare abbia calcolato le dimensioni da assegnarsi ai muri di sponda, con la nota formola del professore Rebhann:

$$s = 0,35 h,$$

nella quale  $h$  è l'altezza del muro sopra risega, valevole per quei casi dove si hanno condizioni analoghe a quelle che servirono per determinarla, cioè per terrapieni di altezze comuni e del peso di 1700 kg., i quali si reggano con scarpata di 3 di base per 2 di altezza, ossia per valori di  $\phi$  da  $33^\circ$  a  $35^\circ$ .

Nel caso dei muraglioni del Tevere l'altezza  $h = 11,24$  m. non è più delle comuni; l'angolo di scorrimento  $\phi$ , come abbiamo visto, dovrebbe essere ritenuto molto minore, ed è pure minore il peso della muratura (1). Con tuttociò, applicando la formola suddetta, ad  $h = 11,24$  m. corrisponde lo spessore  $s = m. 3,934$ , mentre quello effettivamente adottato non è che di m. 3,40.

Ad ogni modo, calcolate le dimensioni dei muri con le formole empiriche, è buona regola verificare a posteriori le condizioni statiche colle note formole o col procedimento grafico. Il che avendo fatto la Sotto-Commissione nell'ipotesi di  $\phi = 20^\circ$  e di un peso delle terre di 1780 kg. per i motivi sovra detti, trovò per risultante del prisma di massima spinta: 47 899 kg., e ritenendola orizzontale (poichè su terrapieno inzuppato d'acqua sarebbe fuor di luogo ammettere l'azione dell'attrito), epperò applicata ad un terzo dell'altezza a partire dalla base, risultò alla Sotto-Commissione che lo spessore del muro avrebbe dovuto essere di m. 5,71, invece di soli m. 3,40.

Ma di fronte alle condizioni risultanti dal calcolo così contrarie (nelle ipotesi ammesse) alla stabilità del muro, abbiamo le condizioni di fatto che la costruzione del muro data da 16 anni, e che esso ha sempre tenuto fermo senza mai dar cenni che ispirassero timori sulla sua stabilità; nemmeno per un certo tempo non breve (durante due anni circa) in cui rimase senza il rivestimento di travertino, ossia con uno spessore di m. 0,30 inferiore a quello definitivo. E se non fosse stato degli scalzamenti di sottobase che ne obbligarono la caduta, esso avrebbe continuato a resistere.

Il che significa evidentemente che non si è mai verificato il caso di  $\phi = 20^\circ$ , ossia del terrapieno interamente impregnato d'acqua, avvegnachè le acque di fogna e quelle di disperimento avessero trovato un'altra uscita, e non imbevessero che le terre attigue al loro passaggio, e la presenza saltuaria di ruderi tra il terrapieno contribuisse del pari ad attenuare la spinta.

Onchè che se invece di supporre  $\phi = 20^\circ$  si ammettesse come la Sotto-Commissione credeva potersi fare con tutta sicurezza:  $\phi = 33^\circ$ , la spinta dietro il muro si ridurrebbe a 30 134 kg. e la grossezza occorrente al muraglione nella sua base a metri 3,63. Questa dimensione è ancora superiore a quella effettiva del muro, ma la differenza è così piccola, che potrebbe essa pure eliminarsi affatto variando anche gli altri dati ammessi, pure in via d'ipotesi, e della cui esattezza non si può neppur essere certi.

(1) Per il peso specifico della muratura in tufo la Sotto-Commissione ha adottato 1700 kg. invece di 1620, poichè, sebbene non si possa riguardare la muratura come bagnata, nel qual caso il peso del mc. sarebbe di 1800 kg., pur tuttavia un certo grado di umidità non si può fare a meno di ammetterlo, tanto più che il materiale è per sua natura igrometrico.

Ma in favore dei muraglioni esistenti è ormai giusto di far intervenire la coesione delle murature, che al momento della esecuzione necessariamente si trascura, per il fatto che occorre un certo tempo alle murature per far presa. La Sotto-Commissione molto ragionevolmente osserva che dopo 16 anni dalla esecuzione ed anche dopo 5 o 6 anni, la malta usata, essendo eminentemente idraulica, grazie all'eccellenza della pozzolana di Roma, ha fatto presa quasi completa, onde la coesione della muratura è certamente divenuta tale da dover costituire un importante elemento nella solidità del muro e quindi da compensare le deficienze accennate.

Ed infatti nel caso concreto, di cui sopra, la risultante della spinta del terrapieno e del peso del muro che sarebbe di kg. 95 225, tenderebbe a rovesciare il muro operando con un braccio di leva di m. 1,70 per rispetto allo spigolo anteriore, e ritenendo la grossezza effettiva del muro alla base di m. 3,40, e che il muro stesso opponga uno sforzo di tensione massimo nello spigolo interno e di intensità linearmente decrescente sulla sezione di base fino a diventare minimo nello spigolo anteriore, la Sotto-Commissione calcolò che lo sforzo massimo di tensione che dovrebbe opporre la muratura non sarebbe che di kg. 2,8 per centimetro quadrato. E siccome la resistenza alla rottura per trazione della malta impiegata è maggiore nella superficie di aderimento fra essa e la pietra, che non nella malta, limitandosi pure a considerare questa sola (che è più facile a determinarsi e che dalle molte esperienze fatte in altre occasioni risulta in media non inferiore a 15 kg. per cmq.) vi sarà sempre nel caso più sfavorevole sovra considerato un margine di kg. 12,2 per cmq.

Tuttavia non è men vero che alla tensione massima di kg. 2,8 per cmq. nello spigolo interno, corrisponde, secondo i calcoli della Sotto-Commissione, una pressione sullo spigolo esterno che supera i 10 kg., per cui se non fosse del sottostante masso di fondazione colla risega di m. 1,50, e si trattasse di terreno non costituito di sabbia compatta e resistente una tale pressione, dovrebbe ritenersi superiore ai limiti prudenziali.

I calcoli stabiliti e le deduzioni fatte si applicano ai muraglioni degli Anguillara e degli Alberteschi.

Per il muraglione dei Mellini il tipo adottato è più robusto; ha una grossezza di m. 2,545 al ciglio e di m. 4,65 alla base, col paramento anteriore inclinato di 1/6 e il posteriore verticale; cosicchè per l'altezza della sezione presa ad esame,  $h = m. 12,63$ , la grossezza alla base è di m. 4,65 e di m. 6,15 quella del masso di fondazione, essendo di m. 1,50 la risega di fondazione.

Con tali dimensioni la linea d'azione della risultante delle forze agenti sul muro (spinta delle terre e peso proprio del muro) incontra la base a m. 1,23 dal centro di figura, ossia esce di m. 0,45 dal terzo medio; ma si mantiene dentro la grossezza del muro e determina nello spigolo anteriore una pressione di kg. 4,49 per cmq. e nello spigolo interno una tensione di kg. 1,01 per cmq.; — valori ammissibili per le considerazioni fatte relativamente alle ipotesi; e per la risega di m. 1,50 che ha il muro alla base, e poichè trattasi di muro da tempo costruito sul quale ha potuto formarsi completa la coesione della muratura.

\*

*Scogliere o banchine?* — Era naturale che la Commissione proponesse come lavoro d'urgenza di rimediare all'insufficienza delle fondazioni con opportuno presidio di scogliere lungo tutta la fronte dei muraglioni rimasti saldi in modo da evitare che si producano scalzamenti di fondo tali da insidiarne la stabilità. E su questo punto almeno la Commissione è stata unanime. Ma in quanto alle banchine risulta

manifesto che la Commissione non si trovò in maggioranza nè per richiederle siccome necessarie, nè per escluderle affatto. E ciò perchè codeste banchine furono dalla Commissione generale, non meno che dalle Sotto-Commissioni, considerate piuttosto come adatte a costruire un alveo di magra, anzichè a servire di vera e indispensabile difesa agli attuali muraglioni a sponda verticale nelle infelici condizioni di fondazione insufficiente in cui essi si trovano. E codesto alveo di magra lo si volle considerare più dal punto di vista della necessità o meno di provvedere in modo regolare e proficuo alla navigazione del fiume, anzichè da quello del buon regime in tempo di magra di un fiume a fondo mobile e che trasporta facilmente materiali di deposito, tanto da otturare affatto e rendere inofficioso il ramo sinistro dell'ampiezza di 60 metri dell'isola Tiberina. Ond'è che la Commissione generale chiamata a rispondere sul tema di massima dell'alveo di magra, e dopo una discussione che non è riportata nei così detti verbali di quelle adunanze (i quali poi non riferiscono che il risultato delle votazioni) si è trovata dapprima in 4 contro 4 nel ritenere *la necessità* dell'alveo di magra e senza che il presidente, che vi era favorevole, credesse far prevalere il proprio voto, ma si trovò ben tosto unanime nel ritenere *consigliabile* l'alveo di magra. Si disse che il primo epiteto era troppo assoluto. Ma per verità ciò che la scienza idraulica *consiglia* non può essere che *necessario*; in quanto che le formole matematiche, le idrauliche in ispecie, non esprimono consigli, ma determinano larghezze o profondità.

Si direbbe che la preoccupazione della spesa che ha sempre influito sinistramente sulla sistemazione del Tevere, dappoichè si vollero i muraglioni coi lungotevere, abbia dissuaso la Commissione d'inchiesta dal trattare a fondo anche l'argomento delle banchine, accontentandosi di raccomandare il sistema delle scogliere. Quest'argomento infatti delle banchine va palleggiandosi nelle Relazioni da una Sotto-Commissione all'altra, e da queste alla Commissione generale, senza che si possa dire abbia avuto in alcun punto una trattazione a fondo ed esauriente, neppure, siccome vedremo, dal punto di vista della responsabilità.

La storia della questione è breve, per quanto trovisi in diversi capitoli delle Relazioni speciali e generale, amplificata ed a sazietà ripetuta.

Il Consiglio superiore dei lavori pubblici, col suo voto del 29 novembre 1875 e con quello successivo del 29 dicembre 1877 aveva prescritto la costruzione di una banchina al piede dei muraglioni, della larghezza di 8 metri, all'altezza delle acque ordinarie.

Invece, la Legge del 2 luglio 1890 per la quarta ed ultima serie di lavori per la sistemazione del Tevere, entro il limite di 45 milioni, portava annesso un prospetto, nel quale si enumeravano colle relative spese: dal n. 1 al 14 i lavori ultimati; dal 15 al 24 i lavori in corso di esecuzione e dal n. 26 al 42 i lavori da eseguirsi per completare la sistemazione.

L'ultimo di questi numeri, il 42, ha per titolo: « Spese generali per gli studi di progetti, per la esecuzione dei *piccoli lavori di difesa ed altri eventuali*, per personale di direzione e d'ordine e per varie spese d'amministrazione » e reca la cifra di lire 3 240 000, con a fianco la seguente annotazione:

« In questa somma si considerano anche *parziali* sassaie al piede di quei tratti di muraglione che possono *eventualmente* trovarsi esposti a scalzamento per l'urto della corrente nel progredire della sistemazione, *ritenendosi abbandonata la costruzione della banchina larga m. 8*, che erasi prevista nei primordi, e generalmente *sospesa* in seguito al voto del 29 dicembre 1877, n. 2444, del Consiglio superiore dei lavori pubblici, e all'adozione generale delle fondazioni

ad aria compressa con cassoni metallici dei muraglioni di sponda ».

Quest'annotazione era stata aggiunta per istanza della Commissione di vigilanza « convinta sempre della necessità che i lavori compiuti non dovessero essere dimenticati, ma sorvegliati attentamente e mantenuti ».

Come mai potesse in un documento legislativo contenersi l'asserzione erronea che dovesse ritenersi abbandonata la costruzione della banchina di 8 metri, mentre il Consiglio superiore nè col suo voto del 29 dicembre 1877, nè coi voti posteriori, e specialmente con quello del 18 febbraio 1882, non ha mai inteso di rinunciarvi, è quanto è rimasto per la Commissione d'inchiesta, come rimane per tutti, un vero enigma.

La Commissione d'inchiesta riproduce infatti testualmente in allegato al verbale della 7<sup>a</sup> adunanza, il voto n. 2444 del 29 dicembre 1877 del Consiglio superiore. Ora nel 3° considerando di quel voto si legge: « che al piede interno dei muri di sponda deve ricorrere una banchina di contenimento delle acque magre del fiume, larga otto metri ».

E nel 4° considerando si fa distinzione, per gli 882 m. di lunghezza del muro di sponda da ponte Sisto a ponte Rotto, fra i 400 m. della metà superiore da costruirsi totalmente entro l'alveo vivo del Tevere, ed il tratto inferiore che sta entro terra. Per i primi « si comprende facilmente quale ardua impresa sarebbe la costruzione *contemporanea* del muro e della banchina entro tura fondale larga circa m. 13 e profonda parte m. 6 e parte m. 3 sotto il pelo magro sistemato. L'opera riuscirebbe costosa e lunga al di là di ogni previsione, e sotto il doppio riguardo della economia di tempo e di denaro, merita bene una specialissima attenzione. Pertanto proponesi di separare e disgiungere la costruzione del muro da quella della banchina non solo tecnicamente, ma in dati casi anche amministrativamente. Compiuto il muro di sponda, modificato come è detto nel considerando che precede (cioè con una risega di fondazione formante banchina di m. 1,50, la quale sarà poi ampliata fino a m. 8) si può incominciare la costruzione della banchina coi residuali m. 6,50 di larghezza, calando sul fondo del fiume, convenientemente adattato con macchine effossorie, regolari massi artificiali, costruiti precedentemente in cantiere, per tutto il tratto superiore che trovasi interamente in acqua. Per l'inferiore invece, che sta entro terra, la costruzione della banchina a massi artificiali sarà *differita* a dopo che, messo a contatto il muro di sponda con la corrente del fiume, sarà stato osservato l'effetto che avrà prodotto al suo piede, e formerà argomento di separato contratto d'appalto ».

Il Consiglio superiore adunque, non parlò di abbandonare le banchine, ma soltanto di far seguire la loro costruzione immediatamente dopo a quella dei muri, anzichè farle contemporaneamente, là dove il muro trovavasi interamente in acqua, e solo acconsentiva a differirne la costruzione nei tratti in cui i muraglioni riuscivano interrati, e fino a che la corrente non avesse asportato il terrapieno che teneva luogo delle banchine stesse.

Ma le banchine di 8 metri, sebbene ripetutamente ricordate in altri voti successivi del Consiglio superiore, non hanno mai avuto un principio di esecuzione, e come bene osserva nella sua Relazione generale la Commissione d'inchiesta, una volta sostituita alle fondazioni comuni quelle dei cassoni metallici fondati coll'aria compressa, bisogna ammettere « che anche senza voti o deliberazioni esplicite, siasi andato diffondendo presso i Corpi tecnici e amministrativi il convincimento che coll'applicazione del nuovo sistema di fondazioni, ogni timore di scalzamento fosse eliminato o almeno attenuato a segno che potessero bastare le scogliere,

rinunciando alla banchina; s'intende in quanto riguardasse la stabilità dei muraglioni ».

Il che è sì vero che la Commissione di vigilanza insistette fin dai primi anni e non si stancò mai di raccomandare specialmente nelle Relazioni per gli anni 1886, 1887 e 1889, le scogliere subacquee o sassaie a presidiare il piede dei muraglioni, senza mai più parlare di banchine regolari, mentre il voto del Consiglio superiore dei lavori pubblici del 1882, dato a proposito del programma dei lavori della 2<sup>a</sup> serie, diceva esplicitamente che le scogliere di presidio ai muraglioni costituiranno il « nucleo delle banchine quando da metri 1,50 dovranno allargarsi alla misura sistematica di 8 metri ».

Nello stato attuale delle cose le banchine, a parer nostro, vogliono essere considerate non tanto come necessarie o consigliabili per l'alveo di magra, quanto ed essenzialmente come *indispensabili* a presidiare le fondazioni, oramai dimostrate insufficienti, dei muraglioni. Esse devono essere progettate nell'intento di rimediare al guaio della verticalità delle sponde murali per rispetto alla forza escavatrice della corrente: esse devono tendere ad allontanare il più possibile dalle sponde questa forza escavatrice. Per il che reputiamo necessario che le banchine stesse, anzichè protendersi orizzontalmente verso l'alveo di m. 8 e terminare a parete verticale, possano avere larghezza di ciglio orizzontale molto minore, ma debbano scendere verso l'alveo con sponda inclinata e col l'1/2 di base almeno. Le semplici scogliere, per quanto composte di massi naturali od artificiali non inferiori ai 600 kg., non riescono sufficientemente, a motivo dei loro interstizi, ad impedire le profondità dei gorghi ed i sovvertimenti di fondo: chè anzi colle altezze d'acqua delle grandi piene favoriscono i vortici e servono all'impeto delle acque quasi come di strumenti effossorii. Occorre presentare alle acque correnti una superficie continua ed inattaccabile, ma la più possibilmente inclinata, se vogliamo convergere la forza della corrente, anzichè a nostro danno, a difesa delle opere stesse. Mentre colle sponde verticali la maggiore escavazione di fondo ha luogo contro di esse, colle sponde grandemente inclinate e sufficientemente solide, la maggiore escavazione ha luogo più verso il mezzo dell'alveo, e la sezione trasversale di questo durante la sua piena si disegna con una curva che sensibilmente viene raccordandosi alla scarpa inclinata. Questi i motivi per cui crediamo indispensabili le banchine a scarpa inclinata e ripudiamo quelle orizzontali terminate contro acqua a parete ripida, e non accettiamo la gettata se non come primo riparo d'urgenza e quale preparazione del fondo di base, alla banchina, o tutt'al più, come diceva il Consiglio superiore dei lavori pubblici, quale nucleo interno della banchina.

La Commissione d'inchiesta ha calcolato che con la portata massima di 4200 mc., le banchine della larghezza di 8 metri (alte 1 metro sull'attuale risega di m. 1,50 dei muraglioni) e colla scarpata di 1 e mezzo di base per 1 di altezza, provocherebbero al massimo una sopraelevazione del pelo d'acqua di 60 cm.: onde a Ripetta, dove l'altezza dei muraglioni è di m. 18,45 e la piena del 2 dicembre raggiunse l'altezza di m. 16,17, avrebbersi ancora un franco di m. 1,68, mentre a Ripagrande, dove l'altezza dei muraglioni è di m. 14,58 e la piena arrivò a m. 13,93, il franco non sarebbe più che di m. 0,05, non comprendendo, ben inteso, il parapetto, che per giunta a Ripagrande terminando bruscamente, potrebbe essere girato a valle.

Ed anche appunto per ciò noi crediamo eccessiva la banchina di 8 metri, la quale darebbe pur luogo ad una spesa esagerata. Per la trazione elettrica od a vapore in servizio della navigazione, potrà benissimo bastare un binario di ferrovia. Riducendo tale larghezza al minimo, diminuirà

pure la sopraelevazione di 60 cm., la quale, ad ogni modo, sarebbe un massimo, perchè è probabile che, per effetto delle banchine, avvenga una maggiore escavazione del fondo nel mezzo dell'alveo. Ma tutto questo riguarda il regime del fiume, in tempo di magra e di piena di cui nei capitoli seguenti, e non più il presidio e la sicurezza dei muraglioni.

(Continua)

Ing. G. SACHERL.

## ELASTICITÀ E RESISTENZA DEI MATERIALI

### SUL COEFFICIENTE DI ELASTICITÀ DEL BALLAST NELL'ARMAMENTO FERROVIARIO.

Tra i molteplici servizi che il *ballast* rende nella soprastruttura ferroviaria, non ultimo è quello di fornire alla via un supporto elastico, impedendo così i dislocamenti e le rotture che subirebbe il materiale fisso, e attenuando gli urti che il materiale mobile risentirebbe se la via stessa fosse perfettamente rigida. Quantunque ancora non sia stato studiato il meccanismo interno dell'elasticità della massicciata, quantunque cioè non si possano determinare ancora le cause del fenomeno, il fenomeno tuttavia esiste, ed è stato dimostrato da moltissime esperienze: al passaggio dei veicoli la soprastruttura subisce delle deformazioni, in seguito alle quali il *ballast* resta compresso, e, cessata l'azione dei carichi, se questa non è stata eccessiva, il *ballast* ritorna allo stato primitivo e le deformazioni delle altre parti della soprastruttura scompaiono.

Già a cominciare dal Barlow (1835), tutti coloro che avevano atteso a ricerche sperimentali sulla stabilità del binario si erano interessati alla misura delle deformazioni subite dalla massicciata al passaggio dei veicoli, ma solo il Winkler (\*), nel 1867, in quella prima teoria dell'armamento a longarine, che è servita di base e di guida a tutti gli studi successivi sulla soprastruttura, tentò di porre in termini precisi la relazione che lega l'abbassamento  $y$  di un punto qualsiasi del binario colla contropressione  $p$  del *ballast* nel punto stesso. Egli ammise che le due grandezze fossero direttamente proporzionali, che cioè si potesse porre l'equazione:

$$p = C y, \quad (1)$$

indicando con  $C$  un numero fisso, determinabile sperimentalmente, dipendente solo dalla natura della massicciata.

Questo numero — che i Tedeschi chiamano *Bettungs-ziffer* o *Bettungscoefficient*, e i Francesi *coefficient de ballast* — e che noi diremo *coefficiente del ballast*, essendo stato determinato sempre prendendo come unità il cm. e il Chg., rappresenta in Chg. la pressione che si esercita sopra 1 cmq. di superficie per l'abbassamento di 1 cm.

L'ipotesi (1), che è parsa ovvia al Winkler nel limite delle deformazioni elastiche, e che certo non vale più quando le condizioni di carico sono tali da produrre deformazioni permanenti, corrisponde in certo modo alla equazione fondamentale della teoria dell'elasticità:

$$\sigma = E i. \quad (2)$$

A parte la differenza che mentre  $y$  rappresenta nella (1) l'abbassamento totale,  $i$  nella (2) rappresenta l'allungamento o accorciamento unitario,  $C$  esprime, come il modulo d'elasticità  $E$ , il rapporto fra lo sforzo e la deformazione corrispondente.

Però, se questa analogia poteva confortare l'ipotesi (1), la sua esattezza doveva essere verificata dall'esperienza, che altresì ne doveva fissare i limiti di validità e darci il valore numerico di  $C$ .

Il Winkler (\*\*) volle determinare questo valore dalle ricerche di Weber (\*\*\*) sull'affondamento delle traversine nella

massicciata al passaggio dei treni; ma nei risultati di queste esperienze — non destinate ad una tale determinazione — si rispecchiavano varie influenze che non avevano nulla a che fare con quella della natura del letto, così che risultarono per  $C$  dei valori variabili fra 4 e 45, senza che si potesse in conseguenza dir falsa la relazione (1), e si dovesse credere a una reale variabilità di  $C$  tra limiti così estesi. Il Winkler tenne in media  $C = 9$ .

Altre misure, fatte in seguito sulla guida di quelle di Weber, condussero a risultati assai diversi e tutti ugualmente poco attendibili. L'Hoffmann (†) trovò  $C = 16$ , l'Haarmann (\*\*)  $C = 1,7 \div 3$ , il Fuchs (\*\*\*)  $C = 18$ ; molti autori, facendo la media, dietro l'esempio dell'Hoffmann stesso, fra il suo  $C = 16$  e il  $C = 9$  di Winkler, tennero nei calcoli  $C = 12,5$ ; l'Engesser (\*\*\*\*) volle vedere  $C$  variabile in funzione della larghezza  $b$  del sostegno, secondo la formola

$$C = \alpha + \frac{\beta}{b}.$$

Questa disparità di vedute e di risultati dipendeva dalla mancanza di una serie di esatte esperienze, e appunto per risolvere la questione definitivamente, G. Häntzchel si mise a fare delle nuove misure con molta cura ed abilità, sulle ferrovie dell'Alsazia-Lorena, a due riprese, prima nel 1887 sopra linee armate a longarine, poi nel 1888, in scala maggiore, ma collo stesso metodo, su linee armate si a longarine che a traversine, e su terreni diversi.

Senza intrattenerci a descrivere gli apparecchi di cui egli si è servito, diremo brevemente in che consisteva il suo metodo, considerando, ad esempio, il caso dell'armamento a longarine. Rilevata direttamente in modo esatto la forma della curva elastica per una data disposizione di carichi transitanti, egli determinava l'abbassamento medio  $y_m$  dividendo l'area  $f$  compresa fra l'asse primitivo orizzontale della rotaia scarica e la curva elastica, per la lunghezza  $l$  del segmento dell'asse orizzontale stesso incercetto dalla curva elastica; determinava poi la pressione media  $p_m$  dividendo il carico totale  $\Sigma P$  per la superficie d'appoggio  $lb$  — detta  $b$  la larghezza del sostegno —, e nel rapporto  $\frac{p_m}{y_m}$  aveva il valore di  $C$ .

Tale procedimento, per essere giusto, implica: 1° che si ammetta come vera l'equazione (1); 2° che si ritengano trascurabili gli sforzi tangenziali nei punti per cui  $y = 0$ . Con queste due ipotesi, esprimendo l'equilibrio delle forze verticali si ha infatti:

$$\Sigma P = \int p b dx = C b \int y dx = C b f,$$

donde:

$$C = \frac{\Sigma P}{b f} = \frac{b l}{f} = \frac{p_m}{y_m}. \quad (3)$$

Ora la seconda ipotesi appare almeno approssimativamente esatta, se si osserva che al di là del segmento caricato ponendo il trave sollevarsi, esso resta ivi soggetto solo all'azione poco rilevante del peso proprio. Allora la prima ipotesi si potrà dire dimostrata dall'esperienza, se i valori di  $C$  ricavati dalla (3) con varie grandezze e disposizioni di carichi, risulteranno uguali per una stessa qualità di massicciata.

Di fatto, i risultati delle prime (\*\*\*\*) e delle seconde (\*\*\*\*\*) ricerche di Häntzchel non dettero per  $C$  valori che si scostas-

(\*) *Der Langschwelen-Oberbau*, 1880, pag. 30.

(†) *Glaser's Annalen*, 1882.

(\*\*) *Der Eisern Oberbau*. — Organ, 1886, pag. 15.

(\*\*\*) *Zur Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues*. — Organ, 1888.

(\*\*\*\*) ZIMMERMANN, *Die Wirkungsweise der Bettung nach den Versuchen der Reichs-Eisenbahnen*. — Organ, 1888, pagina 190.

(\*\*\*\*\*) HÄNTZCHEL, *Das Verhalten der Gleisbettung in statischer Beziehung nach den Versuchen der Reichs-Eisenbahnen*. — Organ, 1889, pag. 196 e 229.

(\*) *Die Lehre von der Elasticität und Festigkeit*. — Prag, 1867, § 195.

(†) *Vorträge über Eisenbahnbau*. — Prag, 1875, 1 Heft, pag. 267.

(\*\*) *Die Stabilität des Gefüges, etc.* — Weimar, 1869, pagina 149.

sero fra loro più di quel che avviene in tutte le ricerche sperimentali della tecnica, e in particolare si ottenne:

|  |                    |
|--|--------------------|
| Per ghiaia senza fondazione:   |                    |
| su argilla leggera . . . . .   | $C = 2,6 \div 3,3$ |
| su riporto sabbioso . . . . .  | $C = 5,3 \div 7,2$ |
| su argilla compatta . . . . .  | $C = 6,8 \div 7,5$ |
| su roccia . . . . .  | $C = 7,6 \div 8,9$ |
| Per pietra spezzata, senza fondazione, su riporto compatto . . . . . | $C = 5,4 \div 7,1$ |
| Per ghiaia con fondazione, su argilla leggera . . . . .              | $C = 4,5$          |
| Per ghiaia con fondazione, su riporto compatto . . . . .             | $C = 5,2 \div 8,5$ |
| Per pietra spezzata, con fondazione, su riporto compatto . . . . .   | $C = 15$           |

Quindi l'ipotesi (1) si poté dire dimostrata, rimase cioè stabilita la proporzionalità fra lo sforzo e la deformazione; e una conferma se ne ebbe anche nel fatto che la curva elastica rilevata in modo diretto e quella calcolata colla teoria di cui è a base appunto l'ipotesi (4), prendendo per C un valore medio invariabile, concordano in molti casi perfettamente.

Per tutto il decennio che corse fra l'apparizione dell'opera classica dello Zimmermann sul calcolo della soprastruttura (\*) e la pubblicazione dei risultati delle esperienze intraprese dal Wasiutynski sulla linea Varsavia-Vienna, cioè fra il 1888 e il 1898, si può dire che tutti i calcoli erano fatti in base alle cifre date dall'Hantzchel, e in particolare in base ai due limiti  $C = 3$  e  $C = 8$ , considerati come valori medi caratteristici di un letto elastico e di un letto rigido.

Durante tale decennio però vari dubbi sorsero sul vero significato che bisogna attribuire a C nell'ipotesi winkleriana. Questa costante di proporzionalità, chiamata semplicemente « costante del ballast », era stata trovata dall'Hantzchel stesso dipendente anche dalla natura del sottosuolo: e ciò era ovvio: il valore della resistenza del supporto della longarina o della traversa deve dipendere dalla qualità di tutti i materiali disposti sotto la longarina o la traversa fino ad una profondità alla quale la pressione, essendo ripartita sopra una superficie a mano a mano sempre maggiore, non ha più un valore praticamente apprezzabile. A parte le deformazioni permanenti che la piattaforma subisce nei primi tempi dopo l'apertura d'un tronco all'esercizio, essa, quando ha preso il suo assetto normale, oppone delle reazioni elastiche alle pressioni verticali che le vengono trasmesse dal ballast. Il nome quindi di coefficiente del ballast è improprio, e bisogna determinare in quanta parte il suo valore è dovuto alla natura del vero ballast e in quanta alla natura del terreno sottostante. Non basta. E' ammissibile che l'altezza dello strato elastico di ballast non influisca sulla deformazione del medesimo, sotto un dato carico? E' ammissibile che tale deformazione sia indipendente dalla maniera in cui il carico agisce, cioè sia indipendente dal tipo dell'armamento? *A priori*, bisogna rispondere di no.

E' a chiarire questi vari punti che, in seguito alle esperienze del Flamache (\*\*), del Couard (\*\*\*), dello Stecewicz (\*\*\*\*) e dell'Ast (\*\*\*\*\*), che per primo ricorse all'aiuto della fotografia, vennero le interessantissime esperienze del Wasiutynski, i cui risultati si trovano raccolti nel *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer*, novembre 1898 e giugno 1900.

Egli, in verità, ha lasciato da parte la questione dell'altezza dello strato di ballast, e supponendo che questa rag-

giungesse il valore necessario e sufficiente per ripartire la pressione uniformemente sull'infrastruttura, ha rappresentato sotto la forma dell'equazione:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{K} + \frac{1}{nN} \quad (4)$$

il legame che corre fra la costante C dell'ipotesi winkleriana, che ha chiamato *coefficiente del supporto della via* (*coefficient du support de la voie*, *coefficient de l'assise des traverses*, *Schwellen-Unterlage-Ziffer*), il *coefficiente del ballast* propriamente detto K, e il *coefficiente della piattaforma* (*coefficient de la*

*route*) N;  $n = \frac{a}{b}$  è il rapporto dello scartamento a fra tra-

versa e traversa alla larghezza b della traversa; e l'equazione superiore esprime solo il fatto che l'abbassamento totale è la somma dell'abbassamento dovuto alla compressibilità del ballast e di quello dovuto alla compressibilità del sottosuolo.

Nel posto in cui egli fece l'osservazione, l'abbassamento del sottosuolo al passaggio dei treni era sensibile a profondità di oltre m. 7,50, e venne misurato esattamente alla profondità di m. 0,50, m. 1,00 e m. 1,50 al disotto della rotaia.

C venne determinato secondo i principii stessi di Hantzchel, osservando l'abbassamento delle traverse sotto il carico per quattro tipi diversi di soprastruttura. Poiché la resistenza elastica del supporto delle traverse varia sensibilmente da una traversa all'altra anche in una via accuratamente tenuta, in seguito a cause accidentali, il coefficiente C venne determinato tenendo conto dell'abbassamento di tutte le traverse che, nella posizione considerata dei carichi, ne subivano l'effetto. Il coefficiente K del ballast venne determinato moltiplicando il C corrispondente pel rapporto fra l'abbassamento totale e la compressione del ballast. Chiamando con  $y_1$  l'abbassamento medio massimo della traversa, e con  $y_2$  l'abbassamento massimo misurato a 50 cm. di profondità, cioè al

piano del terreno naturale,  $\frac{y_1}{y_1 - y_2}$  è il rapporto sopra nominato.

Il coefficiente N venne ricavato dall'equazione (4), conosciuti C e K.

I risultati sono raccolti nella tabella in capo della pagina seguente.

Da essa si rileva: 1° che la rigidità della via non viene aumentata rimpiazzando il ballast di sabbia con pietrisco di granito (\*); 2° che il coefficiente C e il coefficiente K variano molto sensibilmente col variare della lunghezza delle traverse e del tipo delle rotaie; 3° che il coefficiente N, com'era da prevedersi, varia pochissimo da un tipo di soprastruttura all'altro, e resta, pel nostro caso speciale, approssimativamente uguale a 5.

Le esperienze del Wasiutynski, come ognun vede, non danno cifre di un valore generale; ma il loro grande merito è appunto questo, di aver mostrato come cifre di un valore generale non si possano e non si debbano voler ottenere. Il Bauchal (\*\*), nel Rapporto presentato alla sesta sessione del Congresso internazionale delle strade ferrate (Parigi, 1900), ha proposto la formula seguente:

$$A = P' C' = C_1 P_1 E_1 + P_2 C_2. \quad (5)$$

In essa A rappresenta l'abbassamento della faccia inferiore della traversa,  $C' = \frac{1}{C}$  il *coefficiente d'elasticità del supporto della via*,  $C_1$  il *coefficiente d'elasticità del ballast*, propriamente detto, riferito a uno strato di ballast di 1 cm. di spessore,  $C_2$  il *coefficiente d'elasticità della piattaforma*, P' la pressione media sulla faccia superiore del ballast,  $P_1$  la pressione media alla metà del suo spessore,  $P_2$  la pressione media sulla sua faccia inferiore, ed  $E_1$  lo spessore totale del ballast in cm.

(\*) Tuttavia, sotto tutti gli altri punti di vista (resistenza contro le deformazioni permanenti, durata, permeabilità, ecc.), la superiorità del ballast di granito è tale, che conviene, ove si può, preferirlo senza esitazione.

(\*\*) *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer*, giugno 1900.

(\*) *Die Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues*. — Berlin, 1888.

(\*\*) *Compte-rendu du Congrès international des chemins de fer*, deuxième session. — Milano, 1887, vol. III.

(\*\*\*) *Revue générale des chemins de fer*, ottobre 1887.

(\*\*\*\*) *Journal du Ministère des voies de communication*. — Pietroburgo, gennaio 1892.

(\*\*\*\*\*) *Compte-rendu de la cinquième session du Congrès international*, tenuto a Londra.

| Tipo d'armamento   | Ballast   | Valori di C | Valori di K | Valori di n | Valori di N | Annotazioni   |
|--|---|-------------|-------------|-------------|-------------|---|
| A. — Rotaie di 38 Cg. al ml., lunghe m. 12 su 16 traverse<br>( $0.25 + 0.55 + 0.80 \times 13 + 0.55 + 0.25 = 12$ m.)<br>lunghe m. 2.44 . . . . .                 | di grossa sabbia di<br>cava mischiata<br>con ghiaia                             | 4.7         | 6.9         | 3.2         | 4.6         | Lo spessore dello<br>strato di <i>ballast</i> è<br>sempre di 53 cm.<br>sotto la traversa.<br>Il sottosuolo è for-<br>mato di sabbie mi-<br>schiate a marne. |
| B. — Rotaie di 38 Cg. al ml., lunghe m. 12 su 16 traverse<br>ripartite come sopra, lunghe m. 2.70 . . . . .  | id. id.   | 6.1         | 9.0         | 3.2         | 5.9         |   |
| C. — Rotaie di 38 Cg. al ml., lunghe m. 12 su 16 traverse<br>( $0.125 + 0.55 + 0.65 + 0.85 \times 11 + 0.65 + 0.55 + 0.125 = 12$ m.)<br>lunghe m. 2.70 . . . . . | di granito <i>con-</i><br><i>casé</i> in pezzi di<br>circa 4 cm. di<br>spessore | 4.8         | 6.5         | 3.4         | 5.4         |   |
| D. — Rotaie di 31.45 Cg. al ml., lunghe m. 9 su 13 traverse<br>( $0.25 + 0.50 + 0.75 \times 10 + 0.50 + 0.25 = 9$ m.)<br>lunghe m. 2.70 . . . . .                | id. id.   | 3.4         | 4.6         | 3.0         | 4.4         |   |

La formula (5) suppone che — restando costante la sezione orizzontale dello strato di *ballast* — la sua compressione elastica sia proporzionale allo spessore, e che la compressione della piattaforma invece non varii collo spessore dello strato superiore del terreno che costituisce la piattaforma stessa; essa è cioè in fondo la formula stessa del Wasiutynski, ove si tenga conto dello spessore dello strato di *ballast*, e ove, affidando all'esperienza la determinazione diretta del  $P_2$ , si abbandoni ogni supposizione relativa alla propagazione della pressione nell'interno del *ballast*.

Ammettiamo pure di volerci servire della formula del Bauchal; quel che è rimasto dimostrato dalle ultime esperienze è che il valore della costante winkleriana deve essere determinato a parte per ogni dato tipo d'armamento, per ogni dato profilo trasversale di soprastruttura, per ogni data qualità di *ballast*, per ogni data natura di sottosuolo.

E quindi dobbiamo augurarci che nuove misure in scala maggiore vengano presto intraprese a tal fine dalle Società ferroviarie, che ne hanno i mezzi e la possibilità, per l'interesse diretto che offrono, e perchè poi la conoscenza esatta del valore che ha nei diversi casi una cifra di così fondamentale importanza nel calcolo della soprastruttura, permetterà con questo, che già per suo conto è venuto a formare una teoria tanto perfezionata, di raggiungere un grado d'approssimazione molto maggiore.

Roma, agosto 1901.

Ing. UGO TOMMASINI.

## CHIMICA INDUSTRIALE

### L'ESTRAZIONE DEI PROFUMI DAI FIORI

secondo il sig. E. THEULIER, di Grasse.

Il trattamento dei fiori allo scopo di isolarne il principio odoroso e di metterlo in commercio sotto una forma stabile è un problema che si tentò di risolvere in molti modi e che si credette avesse perduto ogni interesse quando si riuscì a preparare per via di sintesi quasi tutti i profumi naturali.

Invece la questione è più che mai d'attualità, poichè l'esperienza dimostra che i profumi artificiali forniti dall'industria chimica in quantità rilevante non bastano, da soli, a sostituire i profumi naturali e che per poterli utilizzare occorre sempre mescolarli con una certa quantità di questi ultimi.

Il signor E. Theulier, direttore del laboratorio chimico della casa Lautier Fils, di Grasse, pubblica sulla *Revue Générale de Chimie pure et appliquée* un'importante Memoria riguardo all'estrazione dei profumi dai fiori, che è stato molto bene e molto opportunamente riassunto nella rivista *La Chimica industriale*, nel modo che

qui riproduciamo, poichè lo studio comparativo dei diversi processi che presenterà non è meno importante per l'Italia, dove l'industria dei profumi naturali non ha ancora raggiunto quello sviluppo che le condizioni del clima e la natura del suolo lascierebbero prevedere.

\*

Il metodo più anticamente usato per l'estrazione dei profumi dai fiori è quello della *distillazione*, la quale si fa mediante lambicchi, formati di tre parti: la cucurbita, il collo d'oca e il refrigerante. Nella cucurbita si mettono i fiori; il collo d'oca conduce i vapori nel refrigerante, dove si condensano.

Queste tre parti del lambicco sono state modificate secondo i bisogni; per esempio, la cucurbita può essere fatta in modo da ricevere direttamente i fiori e l'acqua da distillare; ovvero i fiori sono posti in cesti cilindrici, per modo che non vengano a contatto dell'acqua bollente, ma subiscono soltanto l'azione del vapore.

Il collo d'oca può essere più o meno largo a seconda che si desidera una distillazione più o meno rapida: lo si può anche fare molto lungo onde i vapori comincino a condensarsi per azione dell'aria ambiente. Nell'industria si usano poi due specie di refrigeranti: il serpentino e il refrigerante tubulare; quest'ultimo agisce meglio, ma è di pulitura più difficile. Il modo di riscaldamento di solito impiegato è quello col vapor d'acqua; il riscaldamento a fuoco diretto non è più usato che nella preparazione delle essenze di timo, di lavanda, ecc., sui luoghi stessi di produzione.

La distillazione col vapore si può fare in due modi: per riscaldamento indiretto mediante un doppio fondo, ovvero per riscaldamento diretto con un *barboteur*, e con quest'ultimo sistema si deve ancora far distinzione a seconda che il vapore arriva a contatto dei fiori e dell'acqua, ovvero passa direttamente sui fiori.

Il solo apparecchio impiegato a Grasse è il lambicco con riscaldamento a doppio fondo, poichè la maggior parte dei fiori di rosa, di arancio, di gelsomino, ecc., viene distillata, non solo per ricavarne il principio odoroso, che si chiama olio essenziale, ma anche per raccogliere le acque che sono molto stimolate e ricercate. L'impiego diretto del vapore non sarebbe da consigliarsi a causa della temperatura elevata colla quale il vapore arriva sui fiori, il che provocherebbe una decomposizione parziale delle sostanze odorose e la distillazione di prodotti secondari di cattivo odore. Le dimensioni dei lambicchi sono molto variabili: essi possono contenere da 200 kg. d'acqua a 5000 kg.

Ecco il modo di operare: si mettono nella cucurbita i fiori e l'acqua in modo da non occupare che i due terzi dell'apparecchio, e si porta l'acqua alla temperatura di ebollizione facendo arrivare il vapore nel doppio fondo. Le cellule dei fiori che contengono l'essenza, per influenza dell'acqua bollente si dilatano, si rammolliscono ed anche si rompono, per modo che l'olio essenziale messo in libertà viene

trasportato col vapor d'acqua, e si condensa nel refrigerante. L'acqua di condensazione mescolata col principio odoroso è raccolta in un apposito collettore, dove, a causa della minore densità, l'essenza sale alla parte superiore, mentre l'acqua esce in modo regolare e continuo dalla parte inferiore.

La distillazione ha dunque per effetto di separare meccanicamente la parte volatile odorosa dei fiori dalla parte legnosa ed erbacea. L'abilità del distillatore consiste nell'evitare che l'essenza sia imbrattata da prodotti eterogenei provenienti dalla decomposizione di alcuni costituenti dei fiori e specialmente dalle sostanze albuminoidiche ed azotate. Questi prodotti di odore nauseoso comunicano alle essenze un cattivo odore che le fa classificare come prodotti di qualità inferiore.

Un grave appunto che si può fare a questo metodo di distillazione è che esso dà un prodotto che ricorda soltanto lontanamente il profumo del fiore; inoltre non lo si può impiegare per tutti i fiori.

L'acqua agendo sui diversi costituenti delle essenze (terpeni, alcoli, aldeidi, chetoni, eteri, ecc.) dà un'essenza che differisce un po' da quella contenuta nei fiori prima della distillazione: in realtà i terpeni possono subire delle trasposizioni molecolari, le aldeidi possono polimerizzarsi, gli eteri possono venir saponificati e tutto ciò fa sì che il prodotto risultante non ha più l'odore soave del fiore fresco. Malgrado ciò il metodo è ancora impiegato su vasta scala, poichè presenta il vantaggio di poter trattare in un modo rapido e poco costoso una grande quantità di fiori, e anche perchè non richiede quasi mano d'opera, riducendosi la spesa al solo riscaldamento.

Il secondo metodo è quello di *macerazione*, che consiste nell'immergere i fiori nel grasso fuso e nel lasciarli il tempo necessario perchè il grasso ne assorba il profumo, e nel separare in ultimo il grasso profumato, dai fiori esauriti. In questa fabbricazione il punto più importante sta nella preparazione del grasso, il quale deve essere senza odore e potersi conservare a lungo senza irrancidire o decomporci. I grassi impiegati comunemente sono quelli di maiale e di bue; quest'ultimo però non serve che a rendere più consistente il primo, il quale, durante i grandi calori, sarebbe troppo liquido.

La lavorazione dei grassi profumati si fa nella stagione invernale, quando non vi sono fiori, il che permette un lavoro continuo per tutto l'anno.

I grassi di bue o di maiale sono portati alla fabbrica nelle migliori condizioni di freschezza e di conservazione: qualsiasi pezzo che abbia il minimo odore di rancido viene rifiutato immediatamente. I pezzi grossi vengono tagliati in piccoli pezzi e poi passati in un apparecchio che li riduce in pasta. In tali condizioni il grasso è imbrattato di molte impurità come sangue, fibre animali, membrane, ecc.; dalle quali lo si libera macinandolo con acqua. Durante l'azione della macina un operaio rimescola continuamente la massa in modo che l'acqua si carica di sangue e le materie estranee si separano in parte. Si cambia più volte l'acqua fino a che essa rimanga limpida, poi il grasso così trattato si fonde in un recipiente a doppio fondo scaldato col vapore. Le operazioni subite in precedenza ne facilitano la fusione, e permettono di operare più rapidamente e a temperatura più bassa.

La prima fusione si fa in presenza di allume, che ha la proprietà di coagulare una parte delle impurezze, le quali vengono alla superficie e si possono togliere con una schiumarola. Avvenuta la fusione si lascia la massa in riposo, si filtra il grasso fuso attraverso tela; quindi, allo scopo di facilitarne la conservazione, lo si fonde di nuovo, lo si fa bollire con acqua di rosa o di fiori d'arancio o di benzoino, si separa la schiuma che si forma e si ha così finalmente un prodotto bianco adatto all'uso.

I fiori che si trattano colla macerazione sono: la violetta, la rosa, il fior d'arancio, ecc. Il grasso che deve servire all'estrazione del profumo è fuso in un bagno-maria alla temperatura di 60°, 70°; gli operai addetti a tale operazione hanno una tal pratica da accorgersi quando la temperatura necessaria è raggiunta, soltanto dall'aspetto più o meno fluido del grasso fuso. I fiori vengono introdotti nel grasso ed impastati con grandi spatole di legno in modo

che tutta la massa si impregni di profumo e i fiori vengano bene a contatto col grasso. Terminata questa operazione si versa il tutto su una placca bucherellata onde separare il grasso profumato dai fiori esauriti; però, siccome per ottenere in questo modo una separazione completa occorrerebbe molto tempo ed inoltre assieme ai fiori rimarrebbe sempre del grasso, così si ricorre ad una forte compressione mediante torchi idraulici.

Lo stesso grasso si tratta nuovamente con altri fiori freschi fino a che si ottenga un profumo della forza desiderata, e quando la lavorazione è terminata lo si lascia in riposo fino a separazione completa di tutta l'acqua. Infatti, questa in contatto delle sostanze odorose, potrebbe dar origine a fermentazioni putride e causare non solo la distruzione del profumo, ma anche l'alterazione del grasso, che così diventerebbe inadatto a usi ulteriori.

Per isolare in ultimo il profumo si usa una sostanza capace di scioglierlo senza sciogliere il grasso: l'alcool. Questo deve essere assolutamente privo di ogni impurezza capace di alterare l'odore dei fiori.

Il grasso profumato e l'alcool si mettono in un recipiente cilindrico nell'asse del quale si trovano degli agitatori ad alette, animati contemporaneamente da un movimento circolare e da un movimento ascendente e discendente. Il grasso così rimescolato cede il suo profumo all'alcool, ma non si arriva ad un esaurimento completo che dopo parecchi trattamenti.

L'alcool usato ha pure disciolto una piccola quantità di grasso di cui lo si deve liberare: a tale scopo lo si raffredda fortemente a  $-15^{\circ}$ ,  $-18^{\circ}$ ; non riuscendosi pur tuttavia a togliere completamente il grasso.

In questo processo il grasso si comporta semplicemente come un solvente dei principii odorosi ed ha il grande vantaggio di lasciare indisciolte tutte le impurezze. Siccome si opera a bassa temperatura e con un solvente neutro, così i costituenti della parte odorosa non vengono nè decomposti nè trasformati ed il prodotto ottenuto ha perfettamente l'odore del fiore; quindi, malgrado inconvenienti gravi e numerosi, questo processo è ancora molto in uso.

Invece di grassi animali si possono impiegare grassi minerali (per esempio, olio di vaselina), previamente purificati in modo da togliere loro il colore e l'odore. Essi offrono il vantaggio di potersi conservare a lungo senza irrancidire, ma il loro potere assorbente verso il profumo di certi fiori è molto più piccolo di quello dei grassi animali.

Il terzo procedimento utilizzato per l'estrazione dei profumi dai fiori è il cosiddetto *enfleurage*; che è fondato su un principio assolutamente diverso da quello su cui si basa il metodo precedente, per quanto si serva pure di grassi animali o minerali.

Si usano telai di legno racchiudenti una lastra di vetro, sulle pareti della quale si stende circa 1/2 kg. di grasso e poi uno strato di fiori. Si sovrappongono tanti telai fino ad avere una colonna dell'altezza di un uomo e quando i fiori hanno perduto la loro freschezza si cambiano e se ne mettono degli altri, continuando così fino al termine del raccolto.

Il grasso che si impiega deve essere abbastanza consistente in modo che non possa aderire ai fiori, e siccome si lavora nei mesi d'estate, così lo si prepara con molto grasso di bue perchè non sia troppo liquido.

I fiori che si trattano con questo procedimento sono quelli di gelsomino, di reseda, di tuberosa, ecc.

In questo caso il profumo non è più direttamente disciolto dal grasso, ma i costituenti odorosi dei fiori si volatilizzano, soprasaturano l'aria ambiente, e siccome il grasso possiede una grande affinità per tali profumi, superiore a quella dell'aria, così, a mano a mano che l'aria si carica di sostanza odorifera, il grasso ne la impoverisce. Ha luogo dunque uno scambio continuo fra il fiore, l'aria ed il grasso, cioè un vero fenomeno di diffusione.

Il prodotto che si ricava è assolutamente puro e non contiene che le sostanze formanti il profumo naturale del fiore, ha però sempre un leggero odore di grasso, meno sentito se si impiegano grassi minerali. Questo metodo ha l'inconveniente di richiedere una mano d'opera ed un materiale molto costosi.

L'ultimo procedimento che si usa per l'estrazione dei profumi dai fiori è quello col quale si impiegano dei solventi volatili e consiste nel trattare i fiori con un liquido volatile, in modo da saturarlo di profumo, e poi nello svaporare il solvente. Questo metodo che la teoria aveva indicato da molto tempo come il migliore di tutti, è stato posto in pratica soltanto da pochi anni. I solventi che si impiegano di solito sono gli eteri di petrolio, la benzina, il solfuro di carbonio e il cloriformio; essi però non si possono usare indifferentemente per tutti i fiori e dalla loro scelta dipendono le qualità del prodotto che si può ottenere. L'operazione si fa mediante apparecchi a spostamento composti di due recipienti comunicanti, nei quali si trovano il solvente ed i fiori, e di una caldaia dove il solvente che ha agito sui fiori viene distillato.

I primi tentativi di applicazione di questo procedimento non diedero buoni risultati a causa delle perdite di solvente; oggi però con apparecchi perfezionati ed una maggiore pratica si è riusciti a rendere il metodo di uso generale. Il grande vantaggio offerto dai solventi volatili è di fornire la sostanza odorosa con semplice evaporazione, e di permettere il trattamento di una grande quantità di fiori con poco materiale. Inoltre il prodotto che si ottiene si può conservare indefinitamente, e se talvolta esso conserva l'odore del solvente si è perchè la fabbricazione è stata mal diretta.

Concludendo, dobbiamo dire che un procedimento perfetto per l'estrazione dei profumi dai fiori, non si conosce ancora. Il metodo ideale dovrebbe essere una modificazione dell'*enfleurage*, però più rapido, meno caro, e non richiedente l'uso di sostanze grasse.

## NOTIZIE

**Galleria del Sempione. — Progresso dei lavori.** — Dal seguente prospetto risulta il progresso degli scavi di avanzata dai due imbocchi della grande Galleria del Sempione, nel secondo trimestre del 1901.

| Lunghezza dell'avanzamento | Lato Nord (Briga) | Lato Sud (Iselle) | Totale |
|----------------------------|-------------------|-------------------|--------|
| Al 30 marzo 1901 . . . .   | m. 4693           | 3610              | 8303   |
| Nel mese di aprile . . . . | » 170             | 156               | 326    |
| » maggio . . . .           | » 183             | 180               | 313    |
| » giugno . . . .           | » 149             | 81                | 230    |
| Al 30 giugno 1901 . . . .  | m. 5195           | 3977              | 9172   |

\*

Nel mese di *aprile*, dal lato Nord, ove continuano ad incontrarsi gli schisti cristallini, i lavori sono stati sospesi per 34 ore (nei giorni 6 e 7 aprile) per la verifica dell'asse della galleria. Dal 17 aprile i trasporti in galleria dalla stazione interna fino alle avanzate dei due cunicoli si eseguono con macchine ad aria compressa, ciò che costituisce un notevole miglioramento nelle condizioni dei lavori di scavo di quei cunicoli, non essendo più l'aria inquinata dai gas prodotti dalla combustione nelle locomotive a vapore, e riuscendo perciò più efficace nei suoi effetti la ventilazione artificiale della galleria. La quantità d'acqua che esce da questo imbocco continua ad essere considerevole, ammontando essa a 110 litri per minuto secondo. Dal lato Sud gli scavi d'avanzata continuano ad incontrare lo gneiss d'Antigorio asciutto, nel quale il progresso medio giornaliero è stato di m. 5,20.

Complessivamente il progresso medio giornaliero degli scavi è stato di m. 10,87, alquanto inferiore perciò a quello di marzo, che era stato di m. 11,62.

\*

Nel mese di *maggio*, dal lato Nord, ove il cunicolo ha continuato ad incontrare micascisti e schisti cristallini, ed ove si è lavorato continuamente, essendosi nell'aprile eseguita la verifica dell'asse della galleria, si è ottenuto un avanzamento maggiore che nell'aprile, sebbene per due metri, fra le progressive 5010 e 5012, siasi dovuto lavorare a mano, essendo la roccia assai tenera, e sebbene continuino ad essere abbondanti le acque, di un volume di litri 110 al secondo.

Dal lato Sud, nei giorni 26 e 27 maggio, i lavori sono stati sospesi per 40 ore, affine di eseguire la verifica dell'asse della galleria. Lo scavo si è proseguito nello gneiss d'Antigorio fino alla progressiva 3831; da quel punto sino alla progressiva 3858 si sono incontrati dei micascisti neri. Fra le progressive 3806 e 3853 e nell'ultimo tratto dalla progressiva 3882 alla 3896 si sono avute abbondanti scaturigini di acqua, per effetto delle quali ne uscivano dal cunicolo 150 litri al secondo. Questo fatto, del tutto nuovo dal lato d'Iselle,

ove fino ad ora la roccia era stata sempre perfettamente asciutta, ha recato qualche incaglio al progresso della perforazione meccanica, di cui l'avanzamento giornaliero è di m. 4.40 per ogni giorno di lavoro effettivo.

In complesso pertanto dai due imbocchi il progresso medio degli scavi è stato, nel maggio, di m. 10.42, mentre nell'aprile esso aveva raggiunto m. 10.87 e nel marzo m. 11.62.

Il numero medio giornaliero degli operai è stato di 3808, di cui 2025 a Briga e 1783 ad Iselle. Di questi lavoravano in galleria 2434 ed all'esterno 1374.

\*

Nel mese di *giugno*, dal lato Nord, la galleria d'avanzamento seguì ad attraversare schisti cristallini e gneiss schistoso. Il progresso medio della perforazione meccanica è stato di m. 6.21 per giorno di lavoro effettivo. Il 24 giugno, alle ore 4.30 pom., gli operai impiegati nell'interno del tunnel si sono messi in sciopero. I lavori esterni sono stati sospesi dall'Impresa a partire dal 25, alle 6 pomeridiane.

Dal lato Sud, la galleria d'avanzamento continuò attraverso il gneiss d'Antigorio che era secco a partire dal km. 3.935. Il progresso medio della perforazione meccanica è stato di m. 3.86 per giorno di lavoro effettivo. Le acque provenienti dal tunnel comportano 215 litri al secondo.

I muratori hanno sospeso il lavoro nel tunnel il 13 e trattenuti gli altri operai del tunnel, che si sono messi pure in sciopero a partire dal 21, alle 10 di sera.

\*

Dall'ultimo rapporto trimestrale (n. 11) della Società ferroviaria Jura-Simplon al Consiglio federale Svizzero, si ricavano i seguenti altri dati riferentisi al 2° trimestre dell'annata in corso.

A tutto il 30 giugno lo stato dei diversi lavori in galleria dai due imbocchi era il seguente:

|                                    | Lato Nord (Briga) | Lato Sud (Iselle) | Totale  |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|---------|
| Cunicolo d'avanzamento . . . ml.   | 5 195             | 3 977             | 0 182   |
| » parallelo . . . . . »            | 5 079             | 3 979             | 9 058   |
| Galleria in calotta . . . . . »    | 4 419             | 3 142             | 7 561   |
| Allargamenti . . . . . »           | 4 391             | 3 114             | 7 505   |
| Scavo totale . . . . . mc.         | 212 778           | 154 955           | 367 733 |
| Muratura di rivestimento . . . ml. | 4 194             | 2 812             | 7 006   |
| » » . . . . . mc.                  | 42 637            | 28 727            | 71 334  |

Il numero delle perforatrici Brandt impiegato per ogni attacco è sempre di tre da ogni imbocco, sia per il cunicolo d'avanzata n. I, sia per il cunicolo del tunnel n. II. Ed il numero degli attacchi è stato il seguente:

|                  | Tunnel I | Tunnel II | Totale |
|------------------|----------|-----------|--------|
| Briga . . . . .  | 374      | 390       | 764    |
| Iselle . . . . . | 353      | 328       | 681    |

Occorsero a Briga nei fori a macchina dai due cunicoli d'avanzata 20 607 kg. di dinamite, e nei fori a mano dello scavo in calotta e delle strozze 13 369 kg.

Ad Iselle 18 114 e 5 590 kg. rispettivamente.

| Temperatura media dell'aria           | a Briga | a Iselle |
|---------------------------------------|---------|----------|
| All'esterno . . . . . cg.             | 14° 1   | 13° 6    |
| All'avanzata tunnel I: perforazione » | 31.1    | 28.4     |
| » » sgombero »                        | 32.3    | 30.3     |
| » tunnel II: perforazione »           | 28.9    | 27.0     |
| » » sgombero »                        | 30.6    | 29.1     |
| Alle murature . . . . . »             | 30.0    | 27.4     |

*Volume medio di aria introdotto in galleria nelle 24 ore . . . . . mc.* 1 647 250 2 779 200

*Pressione media dell'aria all'uscita dai ventilatori in mm. d'acqua . . . »* 80 70

*Volume d'acqua introdotto giornalmente nelle gallerie . . . . . »* 1 408 954

*Sua temperatura iniziale . . . . . cg.* 10° 6 11° 2

*Pressione media dell'acqua alla fronte d'attacco . . . . . atm.* 80 70

*Volume d'acqua d'infiltrazione che esce dalla galleria al 1" . . . . . litri* 111 215

*Temperatura della roccia.* — Continuano ad interessare i dati riguardanti la temperatura della roccia presso la fronte d'attacco in buchi di m. 1.50 di profondità a misura dell'avanzamento nell'interno del monte.

Dal lato Nord (Briga), ove si continuò attraverso a schisti cristallini calcarei, spesso granitiferi, dopo la progressiva 5 000 la roccia assume un aspetto più gneistico, sempre però alquanto calcareo, ma è frastagliata di filoni e lenticchie di quarzo, indicanti l'avvicinarsi della roccia dura. L'inclinazione degli strati è diretta da nord ad ovest e la direzione ne è quasi trasversale all'asse del tunnel, cosa molto favorevole alla perforazione per l'azione delle mine.

La temperatura della roccia in centigradi è risultata:  
 a m. 4 800 di 31° alla prima osservazione e di 30°.8 all'ultima;  
 » 5 000 » 32° » » 31°.4 »  
 Lo spessore del monte sovrastante è di m. 1 350 circa.

In complesso la roccia si è mantenuta secca, salvo qualche piccola infiltrazione, di cui le principali alle progressive 5 049, 5 074 e 5 125. La temperatura di queste acque è di 33°. La loro durezza di 34°.

Dal lato Sud (Iselle), e fino alla progressiva 3 830 il solito gneiss di Antigorio talora ha struttura granitica, tal'altra schistosa. Nei 20 metri successivi si incontrarono schisti calcarei molto scuri, identici a quelli già trovati tra le progressive 3 545 e 3 543, ma con inclinazione in senso contrario. Dopo ricomparve nuovamente il gneiss.

Nella zona schistosa si ebbero potenti sorgenti acquifere che disturbano molto i lavori di avanzamento; le principali alla progressiva 3 892 e due nella galleria trasversale n. XX alla progressiva 3 868 del tunnel I, della portata complessivamente di 200 litri al l". La temperatura e la durezza delle diverse sorgenti non è la stessa. E per esempio nella galleria trasversale n. XX scaturiscono a poca distanza l'una dall'altra due potenti sorgenti di cui l'una ha 25°.7 di temperatura e 17° di durezza, e l'altra 30°.3 di temperatura e 56° di durezza.

Queste anomalie si riscontrano anche nella temperatura della roccia, la quale naturalmente deve sentire l'influenza della temperatura dell'acqua che in essa continuamente circola. La temperatura della roccia è quindi risultata:

a m. 3 400 di 29°.2 alla prima osservazione e di 26°.2 all'ultima;  
 » 3 600 » 28.0 » » 23.8 »  
 » 3 800 » 26.0 » » 26.8 »

Lo spessore del muro sovrastante è quivi di m. 1 200.

\*

Ricordiamo che i lavori rimasero sospesi per lo sciopero generale degli operai ai due imbocchi, dal 25 giugno al 2 luglio a Briga e dal 22 giugno al 7 luglio ad Iselle.

La media giornaliera degli operai impiegati in galleria è stata di 1 283 a Briga e 1 021 ad Iselle: ma il numero massimo di operai occupati simultaneamente è di 520 e 410 rispettivamente.

A Briga furono 67 infortuni, di cui 56 in galleria ed 11 fuori. Uno solo fu grave. Ad Iselle 115 infortuni, di cui 85 in galleria e 29 fuori; e nessun caso grave.

Dagli uffici postali di Briga e Nater furono mandati in Italia dagli operai: franchi 26 904.65 in aprile; 35 963.20 in maggio e 32 552.25 in giugno.

(Rapport trimestriel, n. 11).

## BIBLIOGRAFIA

### I.

**Procédés généraux de construction. Travaux d'art**, par A. DE PREAUDEAU et E. PONTZEN. — Paris, Librairie Polytechnique Ch. Beranger. — Op. in-8° di pag. 707, con 508 figure nel testo. — Prezzo L. 20.

È stato recentemente pubblicato un nuovo volume di quella pregevolissima opera che è diretta dall'ingegnere Lechalas, col titolo di *Encyclopédie des Travaux Publics*.

Questo volume è il primo del lavoro completo che si propongono di pubblicare gli autori. In questo primo volume si discorre degli elementi preparatori per i lavori ed opere d'arte, mentre nel secondo si parlerà delle diverse opere d'arte, ricorrendo ad adatti esempi di lavori già eseguiti.

Nel primo capitolo del volume sono esposte le generalità concernenti le opere d'arte, o meglio, il modo per impiantare queste opere. Quindi si espongono in modo pratico i diversi metodi di sondaggio per riconoscere la natura del suolo e regolarsi nell'eseguirne le fondazioni. Tale parte è ricchissima di dati sui meccanismi svariatisimi usati nel sondaggio nei diversi paesi.

Dopo un cenno sul modo di tracciare le opere d'arte, si passa all'esame dei metodi di fondazione a seconda delle condizioni speciali del terreno.

Il secondo capitolo è dedicato all'esame dei materiali occorrenti nelle opere d'arte, nonchè agli strumenti usati nelle costruzioni. Sonvi moltissimi dati pratici interessanti sulle qualità dei materiali e sul modo di sperimentarli. Molto utili sono le indicazioni sui metodi per la preparazione delle malte, dei cementi, del calcestruzzo e delle pietre artificiali. Nè meno importanti sono le nozioni sui metodi pratici di esecuzione dei diversi generi di muratura e delle volte, sia rette che oblique.

Parlando dei materiali di costruzione, non si dimenticano i legnami, il modo di collaudarli e quello di conservarli in opera, sia colla carbonizzazione che coi procedimenti chimici, a seconda che si adoperano sotterra o dentro all'acqua dolce o marina. Sonvi pure

estese notizie sul modo di lavorare i legnami e sugli strumenti a ciò impiegati, sia nei ponti, ponti di servizio, centine, ecc.

Parlasi anche dei metalli, per quel tanto che essi entrano nelle costruzioni in muratura non solo, ma anche per l'esecuzione di trave e tettoie metalliche. Ed a questo riguardo sonvi molti dati per le prove e per l'uso dei metalli di diverse qualità, specie la ghisa, il ferro, l'acciaio ed il ferro omogeneo.

La questione, oggidi in voga, dei cementi armati, è trattata diffusamente in tutti i sensi.

Nel capitolo terzo si tratta dei lavori preparatori alle opere d'arte. Quindi si discorre degli sterri coi mezzi meccanici per lo scavo ed il trasporto, coll'organizzazione dei cantieri per i lavori a mano ed a macchina, esponendo tutte le novità meccaniche che si adottarono nei grandi lavori pubblici, sia in Europa che in America. Si parla distesamente anche della perforazione meccanica delle rocce e degli sterri subacquei.

Anche le palificazioni vengono indicate, sempre in modo pratico, e tenendo conto dei progressi finora fatti in questo genere di lavori.

Per ultimo sono esaminati, con ampiezza di dati, gli argomenti del prosciugamento ottenuto con diversi mezzi, dei ponti di servizio e delle centine per armatura degli archi.

L'opera è veramente utile, non solo a chi si inizia negli studi di ingegneria, ma anche e più specialmente ai professionisti, che, non avendo avuto campo di seguire tutti i progressi fatti nell'arte della costruzione in questi ultimi tempi, trovano nel libro una guida sicura e ricca di dati preziosi per la pratica.

S. F.

### II.

**Guide pratique pour les calculs de résistance des chaudières à vapeur et l'essai des matériaux employés**, per G. HUIX, E. MAIRE, H. WALTHER-MEUNIER. — Un volume in-12°, di pag. 63. — Paris, Gauthier Villars. — Fs. 2,75.

Il volumetto testè pubblicato contiene la traduzione in lingua francese delle *Norme stabilite nelle Riunioni e Congressi delle Associazioni tedesche per la sorveglianza delle caldaie a vapore*. Utilissime a tutti i costruttori ed agli ingegneri incaricati delle ispezioni agli apparecchi a vapore, queste regole, che ogni anno sono messe al corrente degli studi e dei perfezionamenti che giornalmente avvengono in questo ramo importantissimo dell'industria meccanica, furono lungamente studiate e discusse e accettate da eminenti scienziati e da specialisti, e da tutte le Società tecniche tedesche.

Di esse abbiamo pure traduzioni italiane, dovute alla benemerita Associazione fra i possessori di caldaie a vapore di Bologna.

In questa edizione francese si trovano le regole stabilite alla riunione di Amburgo del 1898, che modificarono quelle già approvate in precedenti Congressi relativamente ai limiti ammissibili della tensione, cui si può con sicurezza far lavorare i materiali di costruzione, le chiodature, le unioni con viti ed i rinforzi delle caldaie nuove e quelle fissate per la scelta delle qualità che i metalli impiegati debbono presentare, nonchè le formule per il calcolo degli spessori delle lamiere costituenti le pareti delle caldaie sottoposte a pressione interna, quelle per i focolai e tubi sottoposti a pressione dall'esterno e quelle per ricavare gli spessori dei fondi piani od incurvati.

Apposite pregevolissime tabelle, contengono i calcoli fatti:

1) Per gli spessori dei tubi da fiamma orizzontali e verticali sottoposti a pressione dall'esterno da 3 a 12 atmosfere e lunghezze tra i rinforzi ed unioni da m. 0,50 a 3 e con diametri da mm. 500 a 1300;

2) Per gli spessori delle lamiere degli involucri delle caldaie per pressioni interne da 1 a 15 kg. per cmq. costrutte in ferro dolce, ammettendo un carico di rottura di 30 kg. per mmq., ed una resistenza delle chiodature a sovrapposizione di 56|100, 70|100 e 76|100 a seconda delle file di ribaditi, e supponendo che il carico di sicurezza cui si fa lavorare il metallo sia 1|4.5 di quello di rottura, cioè 6 kg. 2|3 per mmq.;

3) Per gli spessori delle medesime lamiere per fasciami delle caldaie fatte in ferro omogeneo o acciaio dolcissimo, prendendo per carico di sicurezza 7.5|9, ammettendo quello di rottura 34 kg. per mmq.;

4) Per gli spessori delle pareti piane per fondi, a seconda delle distanze dei tiranti, e secondo che i bordi sono o no a flangia ottenuta mediante stampo.

Nella seconda parte del Manualletto sono riportate le norme stabilite dall'Unione internazionale delle Associazioni tedesche per la sorveglianza degli apparecchi a vapore nel Congresso di Kiel del 1895, e che si dicono Regole del Wurzburg, per le prove dei materiali che si impiegano nella costruzione delle caldaie a vapore.

Le norme si riferiscono alla natura delle prove, che concordemente furono fissate per le lamiere, ferri d'angolo, ferri per chiodi e bolloni, tubi di ferro dolce e di acciaio e alle condizioni cui debbono soddisfare i materiali che si impiegano rispetto alla resistenza alla trazione ed alla flessione, a freddo od a caldo, cui si assoggettano negli esperimenti.

L. D.