

L'INGEGNERIA CIVILE

R

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

IDRAULICA PRATICA

DEI GRANDI SERBATOI PROPOSTI COME PROVVEDIMENTO PER SCEMARE LA PORTATA DELLE PIENE FLUVIALI

Considerazioni dell'Ing. GAETANO CRUGNOLA

I.

Origine del sistema dei serbatoi.

La Direzione generale delle opere idrauliche ha diramato recentemente agli ingegneri capi degli uffici del Genio Civile una circolare (n. 14, in data 15 luglio 1885) relativa agli studi e provvedimenti diretti a scemare la portata delle piene fluviali (1). Nella medesima si accenna brevemente, ma con

(1) Ecco il testo integrale della circolare:

« Nei fiumi e torrenti che attraversano le nostre pianure, in quelli specialmente che incontransi nella grande valle del Po, si ha un notevole interrimento, ed alzamento del fondo; si ha alzamento delle piene. Per molti di essi pare indubitato l'aumento della portata unitaria di piena, la diminuzione della portata unitaria di magra; e da questi fenomeni tutti consegue il peggioramento della navigazione, dello scolo e delle derivazioni fatte o da farsi, nonchè il maggior pericolo delle rotte.

« Solo su quest'ultimo fatto fermando l'attenzione, noto che abbiamo molto lottato per impedirne l'evento, per scemarne le cattive conseguenze. Affermano taluni che i nostri sforzi siano riusciti insufficienti; che siamo ora esposti alle rotte ed inondazioni più che in passato; io invece, pure ammettendo si debba fare di più per resistere alle accresciute minacce, ritengo che nel complesso per resistenza contro i danni, e per prontezza ed efficacia nel ripararvi, siasi guadagnato; e se può comparire il contrario, credo che ciò avvenga solo perchè più colpisce lo spettacolo delle sciagure presenti, che la memoria delle passate; perchè il danno di una rotta nelle nostre pianure, è in oggi cento volte maggiore di quello di una stessa rotta che fosse avvenuta un secolo fa; perchè le nostre esigenze sono di molto aumentate, la qual cosa non biasimo ma lodo.

« Le nostre opere, più che a correggere la causa del male, furono dirette a resistervi; così gli alzamenti ed ingrossi arginali, così gli allargamenti e le sistemazioni dei cavi, così i raddrizzamenti ed accorciamenti di linea, le frontali difese rese in oggi tanto più solide colle sassaie e colle murature.

« Sono lungi dal dire che su questo punto tutto siasi fatto, ma non esito a dire siasi fatto molto, anzi moltissimo, sebbene non sempre perfettamente, chè questo requisito mai si trova nell'opera dell'uomo; non esito a dire che nel complesso un rilevantisimo vantaggio siasi ottenuto. Credo si debba persistere, ma credo altresì si debba pensare omai a studiare altro espediente, per ulteriori miglioramenti, per soddisfare ai crescenti bisogni, alle crescenti esigenze.

« Oltre al resistere agli effetti, io vado pensando se non sia opportuno e necessario fare ostacolo alle cause; vado pensando se nello stato di piena, e di magra dei nostri fiumi non sia il caso di studiare se e come riesca possibile un moderatore; il quale poi se oltre allo scemare le acque di piena, ed aumentare quelle di magra avesse anche la potenza di diminuire il grado di torbidezza di quelle, riescirebbe tanto più utile.

« È ai lavori montani che io alludo. La scienza delle acque fu da tempo molto curata, per quanto riguarda la pianura, ma poco o nulla lo fu per quanto riguarda la montagna, e credo meriti che vi si rivolga tutta la nostra attenzione; i lavori che si fanno fra i monti non solo giovar possono alla montagna, ma ancora e più alla pianura, e questi lavori è facile comprendere che principalmente consistere debbono nelle serre. Come in pianura abbiamo bisogno di facilitare il deflusso, accorciando al corso dei fiumi ed aumentandone la pendenza, rendendoli meglio atti trasporto delle torbide, così fra i monti abbiamo bisogno di un prov-

vedimento contrario; diminuire le pendenze, ritardare il deflusso, promuovere la deposizione delle torbide.

« Non credo si opporrà che il rimedio delle serre è rimedio perituro, che fatta una serra il torrente alzerà il fondo e riprenderà più in alto la primitiva pendenza, riproducendo gli stessi fenomeni di prima, perchè è solo in pianura che la pendenza dei fiumi è dovuta alla loro portata e torbidezza, onde alterata con una chiusa la si ripristina in breve, mentre in montagna è principalmente dovuta alla natura, forma, e durezza delle rocce, ed alterate queste circostanze con un manufatto (la chiusa), l'acqua sente l'effetto della mutazione, si adatta alla diminuita pendenza, rallenta il suo corso, scema la forza corrosiva, ed il grado di torbidezza; delle quali cose vediamo ad ogni passo luminosi esempi. Certo che in molti casi il primo effetto subirà diminuzione coll'andare del tempo; ma questa non sarebbe ragione sufficiente per escludere il sistema. In fine tutte le opere nostre quale più, quale meno sono perituro, ma non ci arrestiamo per questo.

« È soggetto ad interrimento un canale, un porto e noi escaviamo più, e più sempre; sono soggetti a depressioni, a distruzioni i moli dei porti, e noi di continuo vi aggiungiamo scogli naturali ed artificiali. E le opere nostre nei fiumi di pianura, non sono esse soggette alla stessa sorte? anzi le opere nostre non sono quasi tutte una continua lotta contro all'opera della natura? Ciò non ci deve indurre a desistere, ma ad accrescere il lavoro e l'energia.

« Se delle chiuse grandi e piccole possiamo costruire ottenendo da esse gli indicati risultati avremo giovato alla pianura, per piene meno alte e meno atte a scalzare il fondo, avremo giovato alla montagna per minor degradazione delle sue falde e per minori frane.

« E ben s'intende che quello stesso rimedio che produce la diminuzione di portata nelle piene, produr deve l'aumento nelle magre, perchè, salvo piccole variazioni dovute alla evaporazione ed all'assorbimento, la massa acqua da smaltire colle piene e colle magre è sempre la stessa.

« Dunque dalle dighe è ottenibile diminuzione delle acque dannose, aumento delle utili.

« A seconda della configurazione delle vallate e delle ripe che le racchiudono, a seconda della natura loro, della loro sterilità, o produttività del grado di coltivazione, degli abitanti, delle strade, degli opifici, ecc., che si hanno fra i monti; a seconda del genere di materiali da costruzione fornito dalle località, si possono trovare fattibili delle piccole chiuse in grande numero, ovvero delle grandiose imponenti opere in piccolo numero. Oggigiorno delle dighe elevatissime, atte a formare tra i monti dei veri laghi artificiali, se ne sono costruite e se ne costruiscono molte, ma per altro scopo, cioè per derivazioni di acqua potabile, per irrigazione e per forza motrice.

« La eseguibilità dunque di grandiose dighe è accertata dai fatti, ed io non vengo a suggerire opere nuove; ho un compito più modesto, quello cioè di suggerire si studi se di tali opere si possa fare, con opportune varianti, un uso diverso onde servano da moderatori delle piene.

« Un luminoso esempio di dighe gigantesche e che formano una vera gloria per la Spagna, sono i grandi serbatoi, che servono per irrigazione, di Almanza, del Ponton, di Alicante sul Monegre, del Nejar, di Elche, per alcuno dei quali si sono costruite dighe d'un'altezza superiore ai 50 metri.

« In Francia sono notevoli i serbatoi di Verdon, di Ternay, del Canale di Zola nelle vicinanze di Aix, di Bouzey, di Lampy, di Settons, e in particolar modo quello a difesa della città di S. Etienne con una diga di metri 50 di altezza.

« Le città di Manchester, Bradford, Sheffield, Liverpool ed altre molte in Inghilterra godono di copiosa alimentazione d'acqua per mezzo di simili serbatoi.

« Nell'antichità pure si conoscevano tali opere, per mezzo delle quali si fornivano d'acqua grandi estensioni di terreno, sprovviste per lunghe

questione, e vorrebbe che i provvedimenti contro le piene non fossero semplicemente repressivi, ma bensì preventivi. » Oltre al resistere agli effetti io vado pensando se non sia opportuno e necessario fare ostacolo alle cause; vado pensando se nello stato di piena e di magra dei nostri fiumi non sia il caso di studiare se e come riesca possibile un moderatore; il quale poi, se oltre allo scemare le acque di piena ed aumentare quelle di magra avesse anche la potenza di diminuire il grado di torbidezza di quelle, riuscirebbe tanto più utile ».

Da queste considerazioni l'egregio direttore generale ne tira come conseguenza diretta la costruzione di chiuse grandi e piccole nella parte montuosa dei fiumi, e persuaso che esse possano diminuire l'altezza delle piene, e contemporaneamente aumentare le acque utili, invita a fare gli opportuni studi per vedere « se di tali opere », specialmente delle grandi chiuse, « si possa fare con opportune varianti, un uso diverso onde servano da moderatori delle piene ». Continua la circolare a parlare della costruzione di questi

siccità, alcune delle quali opere, come di recente in Algeria, si sono rivolte a beneficio dell'agricoltura.

« La Germania, il Belgio, l'Olanda e l'America possiedono esse pure grandi laghi artificiali che servono per irrigazione, per derivazione e per altri diversi usi.

« Buonissima prova ha fatto in Italia l'altissima diga costruita nel Torrente Gorzente in Provincia di Alessandria per la derivazione d'acqua a beneficio della città di Genova concessa al Duca di Galliera.

« Diverse condizioni sono necessarie affinché riesca utile e conveniente la costruzione di tali laghi artificiali, le principali delle quali sono: che il bacino superiormente alla diga abbia una sufficiente estensione da fornire l'acqua necessaria; che la valle che deve essere sbarrata sia ristretta, onde non occorra una serra troppo estesa; che non si abbiano a molta distanza i terreni che devono fruire dell'irrigazione; che non vi sieno paesi, fabbriche e strade, che possano andar soggette ad inondazione in causa di dette opere; che la diga possa fondarsi su terreno sicuro e solido onde esser certi della sua stabilità; che i materiali necessari per la formazione della diga si possano rinvenire a breve distanza, affinché la spesa di costruzione sia proporzionata all'attendibile vantaggio; e infine che la natura del terreno circostante al serbatoio sia atta a contenere le acque.

« L'iniziativa privata, col sussidio forse anche del Governo, sta studiando il progetto d'un grandioso serbatoio sull'Enza allo stretto detto del Carazetto con una diga alta metri 50, capace di 100 milioni di metri cubi d'acqua, per cui in estate si avrebbe una portata di oltre m.³ 13.

« Sul torrente Secchia pure è in vista la costruzione di tre serbatoi, il maggior dei quali a Roteglia avrebbe una diga elevata di 40 metri, e gli altri due minori a Montilazzo e a Ceredolo, da contenere insieme 150 milioni di metri cubi, vale a dire di una portata di oltre m.³ 20.

« E queste opere ben si comprende che non sono sempre conformate per guisa che tutta trattengano l'acqua fino a che non supera la sommità della diga, ma in molti casi sono tali da permettere che i bacini vengano vuotati fino al fondo, per usare dell'acqua invasata o per altro.

« Io non so bene quale trattenuta d'acqua occorrer potrebbe allo scopo di diminuire di un metro o due l'altezza delle massime piene dell'Enza e del Secchia, ma so che una delle massime piene del Reno, quella del 22 e 23 ottobre 1872, presso al ponte del Gallo durò ore 51, ebbe una portata integrale calcolata di m.³ 97, 202, 700, e si alzò m. 6,50 sullo zero dell'idrometro; so che i metri 5,50 sul detto zero li superò per ore 18 e che la portata integrale dovuta al solo ultimo metro di altezza può calcolarsi di m.³ 9,000,000; che i m. 4,50 sullo zero dell'idrometro li superò per ore 28, e che la portata integrale dovuta ai soli due ultimi metri di altezza può calcolarsi di m.³ 25,000,000. Dai quali dati è facile desumere, che dei bacini atti a trattenere nelle piene 50 o 100 milioni di m.³ d'acqua potrebbero essere di un vantaggio grandissimo; come di vantaggio grandissimo può essere la costruzione di piccole numerose serre, non per trattenuta di acqua invasata, ma per diminuzione di velocità e di torbidezza nelle acque di piena.

« Ho accennato queste cose onde invitare gli studiosi a rivolgere l'attenzione ad una parte della scienza idraulica che fu finora assai negletta; onde interessare i pratici delle località a mettere in veduta i bisogni, e quei provvedimenti che a parer loro potrebbero soddisfarli.

« Prego la S. V. acciocchè nell'esercizio delle sue attribuzioni voglia procurare che queste idee sieno esaminate e discusse; voglia raccogliere dati e notizie e quindi fornire a questo Ministero informazioni al riguardo, aggiungendo pure, quando ne sia il caso, le sue proposte.

« Mi riservo poi di promuovere studi, rilievi, progetti se, come e quando lo troverò opportuno ».

Il Direttore Generale
E. MANARA.

laghi artificiali che si creerebbero eseguendo le grandi dighe proposte, ed accenna ai principali vantaggi che dai medesimi ridonderebbero al sistema idraulico del nostro paese.

È cosa lodevolissima che la Direzione generale delle opere idrauliche abbia richiamata l'attenzione degli ingegneri del Genio Civile sopra questo argomento, poichè dagli studi che i medesimi andranno ad intraprendere, si potrà fare la luce in una questione tanto difficile e sulla quale le opinioni degli idraulici sono così disparate. Mi si permettano in proposito alcune considerazioni che io avevo consegnato in un lavoro *Sulle inondazioni*, ancora inedito, frutto di lunghi studi da me fatti in Francia e in Germania.

Col sistema dei serbatoi non intendesi punto parlare di quelli formati dalle serre e chiuse nei torrenti di montagna; inquantochè se questo genere di costruzioni può giovare assai al buon regime dei torrenti nelle montagne ed anche a quello di un fiume, quando si eseguisca su vasta scala, pure non può considerarsi come un grande rimedio per la difesa dei paesi inferiori contro le inondazioni. Queste chiuse non sono destinate che a regolare ed ordinare il regime dei torrenti, che in modo così disordinato irrompono nelle montagne, e contribuiscono assai al bonificamento del terreno; i serbatoi di cui intendesi parlare sono quei grandi bacini o laghi artificiali, capaci di contenere un immenso volume d'acqua, ed alla cui ritenuta occorrono traverse di altezza molto notevole.

Il sistema dei serbatoi si basa su un principio razionale e sembrerebbe dover essere un mezzo sicuro; teoricamente lo è difatti, ma la sua pratica attuazione non permetterebbe di ottenere lo scopo che si propone.

Infatti le inondazioni vengono causate dallo straripare dei corsi d'acqua, l'enorme quantità ch'essi smaltiscono nelle epoche di piena è senza paragone per rispetto a quella trasportata ordinariamente, per cui sembra naturale l'idea di ripartire questo volume d'acqua sui mesi in cui i fiumi e i torrenti non ne trasportano che un piccolo volume. A quest'effetto occorre di poter immagazzinare l'acqua nelle epoche delle piene, ritenendola in appositi serbatoi, dai quali poi la si può lasciar uscire a volontà e nella quantità desiderata. Si potrebbe così ritardare lo scolo delle acque nel corso principale fino a che le piene di quegli influenti, nei quali non si costruirono bacini, siano passate; in tal modo si allungerebbe la durata delle piene, ma se ne diminuirebbe la loro altezza, e questo è appunto lo scopo principale.

Il sistema sembra a prima vista naturalissimo, ed anche considerato sotto l'aspetto economico ci si presenta molto più vantaggioso di quello dell'arginamento, inquantochè poche traverse basterebbero a costituire alcuni serbatoi, la cui capacità sia tale da ritenere in gran parte le acque delle piene, mentre la difesa per arginamento richiede di seguire il fiume con argini sulle due rive, e in tutti i suoi contorni e su una buona parte del suo corso. Nel primo sistema si combatte il male alla sua origine distruggendolo, o piuttosto impedendo che si formi, nell'altro il male si lascia sussistere e non si fa che mettersi in guardia contro il medesimo e difendersi. Ma vedremo nel seguito che tali vantaggi non sono che apparenti, e che in realtà il sistema dei serbatoi non corrisponde allo scopo e riuscirebbe costoso quanto l'altro e forse più.

L'ingegnere-capo Vallès, che ne è forse il partigiano più infervorato, ne parla a lungo nel suo commendevole lavoro sulle inondazioni (1), e vi fu un tempo in cui questo sistema acquistò in Francia grandissima voga, dopo cioè le inondazioni del 1846 e del 1856.

Questa voga, secondo noi, gli venne da due fatti, primo, perchè il loro grado di utilità fu giudicato, riferendosi agli effetti ottenuti dalle dighe di Pinay e della Roche sul Rodano; secondo, dal fatto che questo sistema non fu ancora applicato su grande scala, e non si poterono quindi riconoscere gl'inconvenienti che gli vengono rimproverati dagli av-

(1) *Études sur les inondations, leurs causes et leurs effets, les moyens à mettre en oeuvre pour combattre leurs inconvénients et profiter de leurs avantages*, par M. VALLÈS. — Parigi, 1857.

versari, e che riflettendovi bene non si può a meno di ammettere.

Non vogliamo punto con ciò menomare il valore e l'importanza di questi immensi bacini, la cui utilità per l'agricoltura, l'alimentazione delle città e per le industrie, è immensa, anche pel mantenimento della navigazione in quei corsi d'acqua dove le magre lo impedirebbero durante alcuni mesi dell'anno. Anzi, nel nostro lavoro: *Sui muri di sostegno delle terre e sulle traverse dei serbatoi d'acqua* (1), ne parliamo a lungo, e ad esso rimandiamo il lettore; ma come sistema di difesa contro le inondazioni lo stimiamo affatto insufficiente, di dubbiosa efficacia e talvolta pericoloso, come ci proponiamo di dimostrare.

In certi casi speciali i serbatoi possono servire anche per menomare le calamità delle inondazioni, come è il caso della traversa del Baratro d'Inferno (2) costruita sul Furens, quando cioè si tratta di un piccolo corso d'acqua, la cui lunghezza non è tanto grande e piccolo il volume d'acqua trasportato. Ma perciò non debesi generalizzare l'impiego loro, andando dal particolare al generale.

Minore è la quantità d'acqua che un fiume deve smaltire in un certo tempo, minore sarà la sua velocità e quindi i danni che può produrre, poichè è certo che i danni principali delle inondazioni sono da attribuirsi alla velocità dell'acqua e non all'altezza della medesima. Una volta che questa ha straripato, la messe è perduta, ma se la velocità è minima, a ciò solo si limiterà il danno, mentre in caso diverso la violenza delle correnti che si formano inveisce contro il suolo, e non solo trasporta via la messe, ma anche la terra vegetale che lo ricopre. Ritenendo le acque in bacini appositamente, l'altezza nel fiume a valle in tempo di piena potrà venir ridotta di due o più metri, ciò che può essere causa che le acque non straripino, e quindi di evitare l'inondazione.

L'idea di utilizzare i serbatoi come mezzi di difesa contro le inondazioni o piuttosto come provvedimento inteso a prevenirle od a scemarne le calamità, non sembra tanto antica, sebbene esistano dei serbatoi di questo genere la cui origine risale ad un'epoca assai remota, inquantochè è dimostrato che i medesimi furono costruiti coll'intento di ritenere le acque per utilizzarle poi nelle irrigazioni, durante le epoche di siccità, a tutto beneficio dell'agricoltura.

L'ingegnere capo Boulangé in una sua memoria, pubblicata nelle *Annales des ponts et chaussées* (3) in seguito alle terribili inondazioni del 1846, approfittò di un caso fortuito prodottosi alle dighe di Pinay e di La Roche, per dimostrare l'utilità che i serbatoi possono avere in simili circostanze e ne propose la costruzione su vari fiumi della Francia. Quest'idea trovò subito dei proseliti, e fu da essi adottata e sostenuta con molte ragioni interessantissime, ma soprattutto dall'ingegnere-capo Vallés, il quale, come già si disse, ne fece una vera apologia nel suo libro sulle inondazioni; prese grande estensione anche fra le persone tecniche, e nel 1847 cominciò a presentarsi sotto forma di sistema. Infatti nel maggio 1847 Collignon, nel rapporto che fece alla Camera dei deputati francese in qualità di membro della Commissione incaricata di esaminare il progetto di legge relativo all'assegnamento di un credito di 9 milioni di lire, per riparare i danni cagionati dalle inondazioni del 1846, proponeva il sistema dei serbatoi come rimedio radicale.

Lo sviluppo tecnico però di quest'idea, lo troviamo nella citata memoria di Boulangé pubblicata nelle *Annales des ponts et chaussées* colla data dell'11 giugno 1847, nella quale si prendono le mosse dalla diga di Pinay esistente a 33 chilometri a monte di Roanne, la quale avrebbe trattenuto una quantità d'acqua di 108 292 000 metri cubi, secondo i fau-

tori, ma che Dupuit, servendosi degli elementi stessi forniti da Boulangé, e calcolando esattamente ridusse a 24 914 160. A questa circostanza si attribui di avere l'inondazione cagionata danni molto minori, che non avrebbe fatto altrimenti.

I fautori del sistema concludono col dire, che la costruzione delle dighe di Pinay e di La Roche, che rimonta al 1711, fu fatta appunto coll'intento di creare un serbatoio artificiale e i cui effetti benefici, preservatori, sarebbero stati previsti dagli ingegneri costruttori. Ora Dupuit, con quel suo buon senso che lo distingue, ha dimostrato (1) che tutto ciò è l'effetto di una falsa interpretazione dei fatti e che la quantità d'acqua ritenuta dalle dighe di Pinay e di La Roche, quali furono costruite, sarebbe piccolissima, senza il concorso di un restringimento naturale dell'alveo a valle della pianura di Forez prolungato su parecchi chilometri, di una disposizione della località favorevole e di un salto naturale già esistente sotto la diga, e che perciò la questione di spesa cambia completamente aspetto, inquantochè le somme che sarebbero state necessarie ad ottenere artificialmente e senza il concorso della natura quello che si ebbe in tale occasione, non sarebbero date dal costo delle due dighe sud-dette, ma ammonterebbero ad una cifra considerevole e non proporzionata al risultato ottenuto. Anzi, dalle spiegazioni stesse che accompagnano i disegni delle dighe, risulta che per la costruzione delle medesime si dovettero levar via delle rocce le quali avevano elevato le acque fino a 67 piedi (21^m, 70) al disopra delle basse magre. Dai calcoli del signor Boulangé (2) si rileva che la sopraelevazione prodotta dalle dighe nel momento della piena non fu che di metri 21,47 ossia inferiore a quella raggiunta in altri tempi prima della costruzione delle dighe stesse. Dunque si può concludere che esse non giovarono punto, ma che la sola disposizione naturale della località avrebbe bastato da se stessa ad ottenere il risultato avuto.

Ora è evidente che il complesso di tante circostanze favorevoli quale si verifica in questa località, difficilmente rinverrebbe altrove.

Nel 1856 dopo le inondazioni terribili che devastarono moltissime provincie della Francia, si manifestò un movimento favorevole al sistema deiserbatoi, e l'Imperatore stesso si pose alla testa del medesimo; furono organizzati quattro grandi servizi, pei quattro principali bacini di questo paese, i quali dovevano appunto esaminare quali fossero i mezzi più adatti e più sicuri per la soluzione del problema. Dopo 5 lunghi anni di studi fatti con tutta l'attività possibile da eminenti idraulici, e con tutte le risorse che l'Impero aveva messo a loro disposizione, ed erano immense, l'ispettore Comoy di uno di questi servizi (La Loire) rese il primo, conto dei suoi studi e la conclusione a cui è arrivato fu la proposta di costruire 85 serbatoi (questo numero fu poi ridotto a 65), e di rialzare gli argini esistenti in certi tronchi del fiume. Ma i serbatoi venivano solo proposti a titolo di esperimento; e di tutto ciò non si è fatto nulla perchè si è riconosciuto in seguito la poca efficacia di un tale sistema.

È ovvio che un lago od un serbatoio immenso d'acqua agisce come moderatore sulla piena di un fiume o torrente, inquantochè la massa d'acqua che vi si introduce, si estende su una superficie molto vasta per rispetto a quella che occupava nell'alveo del corso d'acqua, per cui l'aumento di livello è quasi insensibile, e lo scolo a valle non viene influenzato che di una quantità piccolissima e si effettua nelle condizioni ordinarie. Ma perchè questa utilità sia generale e persistente, bisognerebbe che il bacino avesse un'estensione molto grande, e quelli artificiali non hanno generalmente tali dimensioni, i soli laghi naturali possono rendere questo ufficio ed ancora quelli solamente capaci di ricevere e immagazzinare una quantità d'acqua sufficiente a diminuire la piena. Essi accolgono ancora i depositi e con ciò aumentano i benefici. Aggiungasi che oltre il lago nessun affluente dovrebbe venire a gettarsi nel corso d'acqua, ciò che è quasi sempre

(1) Torino, 1883.

(2) CRUGNOLA, opera citata, pag. 329-341.

(3) *Notice sur l'inondation de la Loire des 17 et 18 octobre 1846, sur l'effet produit dans cette inondation par les digues de Pinay et de la Roche, sur l'époque et le but de la construction de ces digues et sur les moyens qui pourraient être employés pour diminuer les crues de la Loire*, pubblicata nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1848.

(1) *Des inondations, examen des moyens proposés pour en prévenir le retour*, par M. J. DUPUIT. — Parigi, 1858, pag. 7-27.

(2) Vedasi il profilo longitudinale della Loira tra Feurs e la diga di La Roche, annesso alla memoria citata di Boulangé.

impossibile; e la prova si ha nel Rodano, il quale attraversa il lago di Ginevra, e tuttavia non manca di produrre delle inondazioni terribili. Lo stesso dicasi del Reno che attraversa il lago di Costanza, il quale, ad onta della sua superficie (520 chilometri quadrati) non basta a diminuire l'altezza delle piene nel fiume. Infatti la massima portata del Reno alla foce nel lago è di 2100 metri cubi, quella degli altri influenti, le cui piene però non coincidono con quella del fiume, 3500 m. c.; il lago aumenta allora giornalmente di metri 0,20 fino a raggiungere metri 3,90 al disopra della massima magra, e con tutto ciò il Reno a Basilea nel 1852 in 30 ore si elevò da metri 3,12 a metri 6,63.

La superficie del Lago Maggiore è di 220 chilometri quadrati, la differenza fra la magra e la massima piena è metri 4,77, può quindi accogliere per minuto secondo 2200 m. c.; e così dicasi di molti altri ancora.

Ciò prova già che il sistema dei serbatoi, per quanto buono sembri in teoria, praticamente è difficile ad attuarsi. Tuttavia vi sono casi in cui l'azione dei laghi è efficacissima; per convincersene basta ricorrere col pensiero ai vantaggi immensi che derivano alla nostra Lombardia dall'esistenza dei laghi, per quei fiumi che la attraversano (1). Le acque loro vi depositano le torbide e si chiarificano, cosicchè per la minima pendenza che loro è necessaria all'uscire dai laghi scorrono incassate a notevole profondità, mantenendosi sotto il livello della pianura circostante. Nelle epoche di piena poi, il loro deflusso viene ridotto alla metà circa, ed anche ad un quarto, a vantaggio del deflusso delle epoche di magra, il quale acquista così una certa costanza e regolarità. Queste circostanze diminuiscono la forza di corrosione delle acque e rendono i fiumi meno soggetti a variazioni. Non così può dirsi dei fiumi delle provincie venete e di quelli alpini del Piemonte, i quali non attraversano lago alcuno, e non possono ritrarre i vantaggi accennati.

Ma all'esempio dei laghi non può tuttavia attribuirsi grande importanza, inquantochè le condizioni loro sono immensamente più grandiose di quelle che si possono raggiungere colla costruzione dei serbatoi.

II.

Costruzione dei serbatoi e località per stabilirveli.

Nel nostro libro *Sui muri di sostegno, ecc.*, abbiamo trattato quest'argomento in modo molto dettagliato, per cui qui non intendiamo che di riassumere brevemente le principali conclusioni relative al modo di stabilire un bacino, alla natura delle traverse ed alle condizioni necessarie perchè una località sia adatta alla loro costruzione.

I serbatoi in questione sono formati dagli acquapendenti di due montagne costituenti una valle alquanto larga, ma che offra in un suo punto un restringimento considerevole, e nel cui fondo trovasi un alveo; il varco a valle dove esiste il restringimento viene sbarrato da una traversa o diga, dietro la quale il livello dell'acqua si eleva e riempie il bacino così costituito. La traversa destinata a fare ritenuta dovrà eseguirsi in muratura. Il fondo della valle non deve essere permeabile; i pendii delle montagne costituenti le pareti del bacino, devono essere di preferenza coperti d'erba e di cespugli, poichè le radici ritenendo l'acqua, rendono il suo corso lento e diminuiscono la quantità di materie estranee che essa ordinariamente trascina seco. La pendenza a monte deve essere dolce in principio e forte ad una certa distanza; gli acquapendenti delle montagne laterali devono rilevarsi rapidamente, affinchè per raccogliere la quantità d'acqua voluta non sia necessario di invadere un'estensione di terreno troppo grande, con nocimento dell'agricoltura.

Il luogo dove devesi impiantare la traversa muraria deve soddisfare alle tre condizioni seguenti:

- 1° Incompressibilità del fondo;
- 2° Vicinanza dei materiali da costruzione;
- 3° Facilità di trasporto dei medesimi sul cantiere.

(1) Per maggiori dettagli su questo argomento vedasi la Memoria dell'ing. ELIA LOMBARDINI: *Della natura dei laghi e delle opere intese a regolarne l'efflusso*; letta nelle sedute dei giorni 7 e 21 agosto 1845 dell'I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti.

La traversa poi deve essere perfettamente impermeabile.

Dalle condizioni richieste risulta evidentemente che non tutte le località si prestano alla costruzione di questi immensi bacini. Siccome poi la quantità d'acqua da ritenersi, perchè il loro effetto sia efficace, è grandissima, come vedremo in appresso, così anche il loro numero dovrà essere grande, epperò le località appropriate necessarie dovrebbero pure essere numerose.

Perchè un serbatoio riesca efficace, bisogna che in poche ore possa ritenere più di 100 milioni di metri cubi d'acqua; perchè ciò sia possibile, deve naturalmente trovarsi in un punto dove il fiume abbia già una portata considerevole, e quivi le altre condizioni sono più difficili a trovarsi riunite; quivi sonvi interessi maggiori da prendere in considerazione, il valore dei terreni più grande, gli opifici lungo il fiume che ne utilizzano l'acqua come forza motrice più numerosi, e quindi il rigurgito più pericoloso; difficile a trovare una valle col restringimento richiesto per la costruzione della traversa muraria; mentre i serbatoi destinati all'alimentazione delle città o della navigazione, alle irrigazioni o ad usi industriali, hanno tutta una stagione per riempirsi, e basta quindi a ciò un piccolo corso d'acqua, possono per conseguenza collocarsi alle origini dei fiumi, là dove tutte le condizioni accennate si trovano generalmente riunite.

Ora queste località si incontrano più facilmente nella regione montuosa del corso d'acqua, ed è là che i fautori del sistema propongono i bacini, ma è ovvio il comprendere che in quella regione riuscirebbero appunto meno vantaggiosi e più sovente meno efficaci. I corsi d'acqua non vi sono ancora voluminosi, e per riempire un bacino si richiederebbe un lasso di tempo molto lungo, più di quello in cui la piena dura; epperò in questi casi un bacino non avrebbe grande influenza sulla piena.

Perchè riescano efficaci dovrebbero costruirsi nella vallata maggiore del corso d'acqua o nelle vallate principali che vi sboccano, dove i fiumi hanno una portata considerevole, allora si arriverebbe ad immagazzinare in poche ore una quantità d'acqua sufficiente per fare diminuire in modo sensibile l'altezza della piena. Così per es. il serbatoio naturale nella pianura di Forez a cui si attribuisce la salvezza di Roanne nella piena del 1846, ritenne in 16 ore un volume di 108 milioni di metri cubi. Ma ciò è solo possibile dove la portata del fiume è già considerevole.

Senonchè in questi punti è impossibile trovare delle località all'uopo, e costruendo i bacini nelle vallate affluenti in quella maggiore, si può giungere a risultati affatto contrari a quelli che si speravano; inquantochè col ritardare in certe vallate lo smaltimento delle acque si può ocasionare in alcuni casi una coincidenza fatale delle loro piene, con quelle delle altre vallate, e quindi produrre delle piene molto maggiori e per conseguenza più funeste di quelle che si avrebbero avute naturalmente.

Inoltre i serbatoi non sarebbero applicabili che nei terreni impermeabili, inquantochè negli altri le acque ritenute filtrerebbero nel terreno naturale e se ne andrebbero ad alimentare le sorgenti a valle od a riapparire nell'alveo inferiore del fiume.

III.

Volume d'acqua che si può ritenere nei serbatoi.

La capacità da assegnarsi ai bacini, può determinarsi facilmente, esaminando le diverse altezze a cui può giungere l'acqua nel fiume, e calcolando i volumi che vi corrispondono. Si determinerà dunque l'eccesso di volume d'acqua che si dovrebbe ritenere, perchè l'altezza della medesima non oltrepassi un certo punto al quale non corrisponde straripamento. Solo devesi considerare che la quantità da ritenersi è sempre assai considerevole, e raggiunge parecchie centinaia di milioni di metri cubi, il che richiede un numero abbastanza grande di serbatoi, poichè la capacità di ciascuno di essi nelle migliori condizioni ed in una località favorevole supera raramente i 25 milioni di metri cubi, come si scorge dal prospetto qui unito in cui abbiamo compreso i principali serbatoi colla relativa capacità.

DESIGNAZIONE DEI SERBATOI	Data della costruzione	Natura della traversa di ritenuta	Altezza della ritenuta	Capacità del serbatoio	Superficie di terreno occupato	Costo per m. c. d'acqua immagazzinata	Osservazioni
			metri	milioni di metri cubi	ettari	lire	
Di Alicante o di Tibi sul Monègre (Spagna) . . .	1579-84	muro	38,75	3,690	0,62	»	
Di Huesca sul fiume Isuela (Spagna)	fine 1600	id.	20,00	1,178	»	»	
Di Puentés o di Lorca (Spagna)	1785 91	id.	50,00	15,000	»	»	
Di Plessis (Canale del Centro)	—	—	—	0,600	—	—	rovinò nel 1825
Di Gros-Bois (Canale di Borgogna)	1835-38	id.	21,80	8,500	»	0,4235	
Di Settons (Yonne)	1855-58	id.	18,00	24,000	400	0,5553	
Del Sig (Algeria)	1858	diga in terra	—	3,120	—	—	
Di Dale Dike presso Sheffield (Inghilterra) . . .	1858-64	id.	29,95	3,000	»	»	ora è rovinato
Di Montaubry (Canale del Centro)	1861	id.	16,58	5,078	125	0,1077	
Del Gouffre d'Enfer sul Furens (Francia)	1862-66	muro	50,00	1,600	»	0,9937	
Di Paroy	—	diga in terra	5,55	1,710	73,35	0,300	
Di Planty a 9 leghe da Melbourne (Australia) . .	1864 circa	muro	—	32,000	—	—	
Di Goudal (Francia)	186..	id.	7,00	0,070	1,00	—	
Di Ternay (Ardèche - Francia)	1865-68	id.	33,00	2,500	»	0,40	
Del Ban sopra il Gier (St-Chamond - Francia) . .	1866-71	id.	42,00	2,000	—	0,4523	
Dell'Habra (Algeria)	1866-71	id.	35,60	30,000	—	—	
Di Verdon (Francia)	1867	id.	12,55	—	—	—	
Di Mittersheim	1867	diga in terra	8,82	7,100	262	—	
Del Chélif (Algeria)	1868-70	muro	11,75	—	—	—	
Della Gileppe (Belgio)	1869-75	id.	45,00	12,239	80,05	0,400	
Del Villar sul Lozoya (Spagna)	1870	id.	41,40	20,000	—	—	
Di Verviers	1870-75	muro	45,00	12,300	—	—	
Di Pirhua			5,00	0,495	»	»	
Di Manca			10,50	1,020	»	»	
Di Huachua			4,20	1,093	»	»	
Di Puiro			10,50	1,732	»	»	
Di Misa			5,00	0,614	»	»	
Di Huasca			6,50	5,392	»	»	
Di Carpa			16,00	20,896	»	»	
Di Quisha			16,50	9,921	»	»	
Di Sacra			5,00	5,667	»	»	
Di Panthier (Canale di Borgogna)	1873 ricostruz.	diga in terra	13,00	8,000	150	0,2375	
Del Pas du Riot	1873-78	muro	34,50	1,400	»	0,9500	
Di Ekruk presso Sholapur (India)	1877	—	—	95,000	1800,00	0,0375	
Di Hamitz (Algeria)	1878	muro	35,00	14,500	»	0,1125	
Di Bouzey (Canale dell'Est Vosgi)	1883	id.	24,50	7,100	130	»	
Di Komatau (Boemia)	—	id.	35,00	1,600	»	0,528	in progetto

L'esimio ing. Elia Lombardini nella sua memoria (1) *Sulle inondazioni avvenute, ecc.* (N. 35 e 36), ha calcolato il volume d'acqua o deflusso integrale delle due piene della Senna avvenute nel 1840 e nel 1850, e trovò per la prima un deflusso integrale di 6000 milioni di mc. d'acqua, e per la seconda di 2310 milioni di mc. Cosicché se si fossero costruiti dei serbatoi di una capacità totale di 500 milioni di mc., che è immensa, le acque trattenute non sarebbero state che il dodicesimo del deflusso integrale, e la diminuzione di altezza non sarebbe stata che di m. 0,75. Nella seconda piena, la capacità suddetta rappresenta circa un quarto del deflusso integrale, e tuttavia l'abbassamento del colmo della piena non sarebbe stato che di m. 0,68. Dunque una quantità d'acqua da trattenere dovrebbe essere molto maggiore di 500 milioni di mc. il che si può dire impossibile.

Le località per la costruzione di bacini di una capacità di 10 milioni di mc. non sono facili a trovarsi, e tanto meno quanto maggiore sarà il numero richiesto. Vallés stesso, il grande preconizzatore del sistema, nel suo lavoro sul Rodano e il lago di Ginevra aveva già scritto « De là il suit qu'on ne peut guère obtenir des réserves d'eau d'une capacité d'un million de mètres cubes, par exemple, en couvrant d'eau des espaces desséchés, et qu'il faut recourir pour avoir de telles réserves à des grands lacs naturels, dont on barre le débouché afin de conserver une tranche d'eau disponible ». Ora questi laghi non s'incontrano dappertutto e non in nu-

mero sufficiente per contenere le centinaia di milioni di mc. d'acqua che occorre ritenere.

Per ottenere una grande capacità, la traversa di ritenuta deve avere un'altezza considerevole in quantochè il volume d'acqua contenuto in un bacino, aumenta appunto con una rapidità grandissima coll'aumentare dell'altezza della traversa di trattenuta. Ora queste grandi traverse costituiscono vere costruzioni colossali, come si può vedere dal capitolo VI del nostro libro *Sui muri*, ecc. (1), e richiedono una spesa veramente ingente, la quale è molteplice, poichè il numero dei bacini deve essere pure tale; ne segue che la spesa non è certo in relazione coi vantaggi ottenuti. Questi ultimi poi, non sono tanto grandi, quanto lo fanno sperare i fautori del sistema, in quantochè si riducono di solito a diminuire, e supponiamo pure anche ad evitare affatto i danni di una inondazione. Ora questa generalmente non ha luogo che ad intervalli di molti anni, mentre i serbatoi, oltre all'enorme spesa di costruzione, richiedono un servizio attivo di manutenzione annuale.

IV.

Terreno occupato. Opere da eseguirsi. Spese.

Per farsi un'idea dell'ingente spesa cui si andrebbe incontro adottando il sistema dei serbatoi, basta considerare brevemente le principali opere ch'esso necessita. Innanzi tutto abbiamo già premesso che il numero dei bacini da crearsi deve esser grande, a fine di potere ritenere il volume d'acqua necessario onde l'inondazione non si produca. Ora per ogni singolo serbatoio l'estensione di terreno messa sott'acqua è

(1) *Sulle inondazioni avvenute nella Francia in questi ultimi tempi, e sui provvedimenti proposti per apportarvi rimedio.* Considerazioni dell'ing. ELIA LOMBARDINI, lette nelle adunanze del 25 giugno, 9 e 23 luglio e 20 agosto 1857 dell'I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti.

(1) Torino, 1833.

immensa, giacchè per quanto le condizioni locali siano favorevoli, alle altezze ordinarie non possono corrispondere grandi volumi d'acqua, se l'estensione della medesima non è grande, così per esempio dallo specchio del paragrafo precedente, scorgesi senz'altro che in generale per ottenere dei volumi d'acqua di 6 a 7 milioni di metri cubi, occorrono da 150 a 200 e più ettari di terreno.

È ovvio il comprendere che il terreno così occupato dalle acque è quasi uguale in estensione e talvolta superiore a quello che in caso di straripamento verrebbe inondato.

Per la qual cosa si ritirano le acque, per così dire, da un terreno per inondarne un altro, e ciò durante un tempo molto più lungo di quello che non fanno le acque d'inondazione.

Così per es. nella piena del 1846 le acque ritenute dalle dighe di Pinay e di La Roche si sono elevate a monte delle medesime di m. 2,92 nell'un serbatoio, e di 6 metri nell'altro al disopra del livello inferiore; evidentemente una tale sopraelevazione può avere delle conseguenze fatali; ed un esempio molto istruttivo, quanto doloroso, l'abbiamo nella catastrofe di Szegedin, dove appunto le acque del Danubio furono sopraelevate nella valle della Theiss per effetto delle gole di Kazan a 100 chilometri a valle, impedendo così la piena della Theiss di smaltirsi liberamente.

Per vero dire i terreni sommersi dalle acque di un bacino sono in generale di poco rendimento, ma sono però quasi sempre terreni già dissodati e preparati per la coltura. I propugnatori del sistema non considerano questa circostanza, perchè essi non attribuiscono alcun valore a tali terreni, che suppongono rocciosi; ma abbiamo già visto che le località nei serbatoi devono venir scelte non tanto nelle montagne, se devono riuscire efficaci, ma bensì in luoghi dove i fiumi hanno già una certa importanza, e quindi anche i terreni un valore non insignificante.

Coll'andare del tempo, le popolazioni aumentando, anche l'agricoltura assumerà delle proporzioni sempre maggiori e richiederà sempre una maggiore estensione di terreno; per cui più si arriverà a poterne coltivare, più si aumenterà il loro valore e quindi la ricchezza nazionale; ora lo stabilimento dei serbatoi costituirebbe un regresso, inquantochè toglierebbe all'agricoltura terreni, che vi si sarebbero prestati senz'altro.

Inoltre si osservi che queste inondazioni a monte del bacino si ripetono annualmente, per cui si riesce ad evitare un'inondazione a valle che non avrebbe luogo se non una volta ogni 10 e più anni, per provarne a monte una tutti gli anni, dove non se ne aveva prima.

La frequenza delle medesime moltiplicherà i danni, per la qual cosa anche se questi sono piccoli, dalla quantità verranno aumentati. Ma i guasti non sono sempre piccoli, essi possono raggiungere e superare quelli che si intesero evitare a valle; poichè, come bene osserva l'ispettore Dupuit: « l'homme partout, depuis longtemps, dispute aux grandes eaux le terrain cultivable, et il a poussé ses cultures, ses travaux, ses habitations, jusqu'aux dernières limites qu'atteignent les crues; presque partout même il les a dépassées, préférant supporter quelques inconvénients accidentels que d'abandonner des terrains précieux ».

Ora provocando le inondazioni in queste località, il male viene solo traslocato, e si inonderanno delle popolazioni che non lo furono mai, per mettere al sicuro altre che vi erano soggette e che vi si espongono sovente volontariamente coll'occupare terreni siti al di là della zona limite delle inondazioni; quivi il male è meno sentito, inquantochè è conosciuto e le popolazioni lo aspettano, sapendo che deve venire ad intervalli più o meno lunghi. In generale tutti i disastri naturali vengono sopportati con maggior pazienza, appunto perchè sono tali, e nessuno si meraviglia che accadano. Così nei paesi esposti alle inondazioni ogni cosa è disposta in vista del livello massimo che esse raggiungono, il quale, come dice Dupuit: « ne peut plus se modifier sans convertir des champs, des prairies en marais, sans amener les eaux dans les maisons d'habitations, sans inonder les voies de communication, en un mot, sans détruire les richesses artificielles que la civilisation a accumulées sur les terrains les plus fertiles ».

Là dove si verificò il contrario si fu appunto perchè la costruzione degli argini, rendendo le inondazioni più rare, le popolazioni invasero i terreni in prima occupati da queste, li usurparono, per così dire, al fiume, e quindi non dovrebbero punto meravigliarsi che questi straripando, venga di nuovo ad impossessarsene.

Da tutto quanto si venne esponendo rilevasi facilmente che aumentando i danni, aumenteranno pure le spese di costruzione; poichè nel progetto di questi immensi bacini, occorrerà tener conto delle indennità da assegnarsi ai proprietari delle terre inondate. I serbatoi non riterranno solamente le grandi piene che non accadono che ad intervalli molto lunghi, ma anche le piene annuali, per cui le inondazioni a monte si riprodurranno periodicamente, e una vasta estensione di terreno verrà ricoperta annualmente dalle acque; un'estensione minore verrà ricoperta solo ogni tre o quattro anni, e così di seguito a norma dell'importanza delle piccole piene. Se poi esistono case, bisogna atterrarle, onde non aspettare che la ritenuta massima in tempo d'inondazione venga a distruggerle unitamente ai loro abitanti.

Per conseguenza, a meno che non si volesse espropriare tutti i terreni inondati a monte, le indennità da prevedersi per i danni arrecati dalle inondazioni sopradette sono già considerevoli ed aumentano di molto le spese. Se poi si vuole procedere all'espropriazione, queste saranno ancora maggiori. In ogni modo è difficile il fare sopportare queste spese alle popolazioni a valle che pure ne approfittano, ed anzi sole ne approfittano.

Per ritenere grandi quantità d'acqua, la profondità del bacino deve essere considerevole, e quando si oltrepassa una certa altezza (1), non conviene più, dal punto di vista della stabilità e sicurezza, il costruire la traversa di terra, bisognerà dunque ricorrere a traverse murarie. I volumi minimi di queste, per metro corrente, sono considerevoli, come risulta dalle cifre seguenti, tolte allo specchio XIII del nostro libro già citato (2).

Altezza dell'acqua trattenua	Volume del muro per metro corrente
5 metri	10,500 m. c.
10 »	35,055 »
15 »	76,637 »
20 »	133,010 »
25 »	217,700 »
30 »	314,557 »
35 »	455,804 »
40 »	610,442 »
45 »	781,423 »
50 »	996,108 »

Da queste cifre si potrà farsi un'idea approssimativa dell'importanza capitale di tali opere, e quindi della spesa.

Ora, perchè i bacini funzionino efficacemente, è necessario di poterli conservare completamente vuoti fino al momento in cui dovrebbero ricevere le acque delle piene; devono quindi essere aperti, e dare scolo ad una quantità d'acqua corrispondente a quella di una piena ordinaria, senza pericolo d'inondazione. Man mano poi che la piena continua, devono permettere di ritenere una parte dell'acqua, e quindi di diminuire la sezione dello scolo; diversamente, i bacini si riempirebbero troppo presto e riuscirebbero inefficaci.

Questa circostanza richiede apparecchi speciali, che in opere di questo genere ed a profondità così grandi non sono facili a costruirsi e ancora meno a funzionare. Tale difficoltà viene ancora aumentata dall'intervallo grande che esiste d'ordinario tra due inondazioni successive, nel quale gli apparecchi hanno il tempo di guastarsi e di perdere la facilità d'azione. Questo inconveniente non si verifica per gli apparecchi analoghi dei serbatoi destinati alla navigazione ed all'industria, dove essi funzionano continuamente.

Inoltre essi richiedono la presenza continua di un impiegato, e quando si considera che le inondazioni, come già venne detto, sono fenomeni che non si verificano che ad intervalli

(1) *Sui muri di sostegno*, ecc., pag. 259.

(2) *Sui muri di sostegno*, ecc., pag. 305, col. 13.

relativamente grandi, si vedrà che le spese necessitate dalla costruzione dei bacini e le spese di mantenimento e sorveglianza richieste dai medesimi, accumulate cogli interessi, non sono in rapporto coi risultati ottenuti.

Qualora, per la difficoltà di costruire una presa, si volesse farne senza e si lasciasse che i bacini si riempiscano nel principio della piena, lasciando solo uno scolo tenue da non riuscire nocivo alla medesima, è evidente che non si riterrebbero che le prime acque, quelle che per l'inondazione sono le meno nocive, e nel momento in cui la piena raggiunge un'altezza minacciante, i serbatoi si troveranno pieni, e l'inondazione si produrrà come se i bacini non esistessero.

V.

Insufficienza dei bacini.

Supponiamo ora che i bacini si possano facilmente costruire in località appropriate e nel numero voluto; e che gli apparecchi occorrenti per renderli efficaci funzionino regolarmente; è evidente che a ciascuno devesi proporre uno o più individui appositi, con che l'amministrazione si assumerebbe un impegno ed una responsabilità immensa, e l'opera di questi agenti, difficile a controllarsi ed ancora più a dirigere, si limiterebbe a pochi giorni separati da intervalli lunghissimi, talvolta di parecchi anni.

E poi quando si dovrà dare principio al funzionamento dei bacini? Le inondazioni avvengono ad una grande distanza dal luogo dove i bacini si trovano, e quelli preposti alla sorveglianza del fiume ed a fissare il momento opportuno per incominciare a ritenere le acque, non sapranno sempre precisarle, perchè è impossibile il tener conto di tutti gli affluenti e dell'influenza esercitata dai medesimi sull'andamento della piena; e siccome i serbatoi devono essere ripartiti in varie vallate, così si correrà il pericolo di ritardare le acque di un affluente, per farle coincidere involontariamente con quelle di un altro, e raddoppiare così la piena invece di diminuirla. Le combinazioni possibili sono tante, che non è facile il prevederle; e quindi una tale circostanza basterà per mettere in dubbio il risultato sperato dai serbatoi.

Per farsi un giusto criterio della difficoltà di prevedere tutte le combinazioni possibili e diguiderle in modo da non far coincidere le piene di influenti che potrebbero sovrapporsi, si rifletta al numero enorme di serbatoi necessari; pel solo bacino della Senna, Polonceau ne propose 500, e nei principali fiumi della Francia oltre a 6000.

Prendiamo anche un esempio in uno dei fiumi nostri, e per semplicità in uno dove le condizioni locali sono favorevoli, vale a dire nel fiume Arno, il cui percorso di solo 248 chilometri è relativamente breve. E esso viene alimentato da due bacini denominati il Val d'Arno superiore e il Val d'Arno inferiore, e viene ingrossato per via da molti influenti dei colli che fiancheggiano la vallata percorsa dal fiume. Da moltissime osservazioni fatte in epoche remote e via via fino ai nostri giorni, si è potuto concludere che generalmente le piene del Val d'Arno superiore non coincidono mai con quelle del Val d'Arno inferiore. Infatti queste ultime impiegano a percorrere i 108 chil. che esistono fra il mare e Firenze 20 ore, e poco più di 6 da Pontedera a Pisa; mentre le piene del Val d'Arno superiore abbisognano già di 26 ore per giungere a Firenze, 44 per arrivare a Pisa, e finalmente 46 per giungere al mare.

Aggiungasi che nelle due vallate, essendo esse esposte a venti contrari, non è probabile che le piogge vi coincidano, ed avvenendo pure questo caso, pel maggiore tempo necessario alla piena onde pervenire a Firenze, quella del Val d'Arno inferiore può essersi già smaltita o assottigliata assai. Ad onta di ciò le piene anche separate a norma dei bacini, assumono altezze tali, che riescono terribili, ciascuna per se stessa; e perciò basta ricordare quelle del 1740 e del 1844, le più memorabili e disastrose per Firenze, mentre per Pisa quelle del 1859 e del 1863 riuscirono straordinarie e spaventevoli.

Da quanto si venne esponendo scorgesi che l'applicazione del sistema dei serbatoi nel Val d'Arno superiore non farebbe che ritardare maggiormente la piena, la quale già naturalmente non arriva a Firenze che dopo il passaggio della piena del Val d'Arno inferiore, ed è tuttavia considerevole e terri-

bile. Volendo invece costruire dei serbatoi negli influenti del Val d'Arno inferiore, la Greve, la Pesa, l'Elsa, l'Ombrone, l'Era e il Bisenzio, si ritarderebbero le loro piene per rispetto a quella del Val d'Arno inferiore, e quindi diminuirebbero questa; ma le loro singole piene verrebbero così a coincidere con quella del Val d'Arno superiore, già terribile per se stessa, aumentandola in modo spaventevole.

Abbiamo solo accennato a questo caso per dimostrare quanto sia difficile lo stabilire il modo di funzionare dei serbatoi, e come possano riuscire di danno gravissimo invece di diminuir l'altezza delle piene. Il caso scelto è semplicissimo, ed ordinariamente si presenta molto più complesso, per cui molto più difficile e di esito assai più vago.

Si consideri inoltre che se si volesse ritenere tutta l'acqua delle piene, il sistema proposto non sarebbe sufficiente, perchè realmente sarebbe impossibile di costruire un numero di serbatoi tale da contenerne tutta l'acqua; epperò gli stessi fautori del sistema indicano benissimo che essi non debbono ritenere che il soprappiù delle piene, quella parte cioè che riuscirebbe nociva per effetto della velocità; il resto, secondo loro, si estenderebbe sui terreni e concorrerebbe ad aumentarne la fertilità.

Così, per es., sulla Loira ebbe luogo un'inondazione fortissima nel giugno 1856; il sig. Jollois, approfittando di alcune circostanze favorevoli, riuscì a calcolare la portata massima della Loira nella traversata del Loir-et-Cher e la portata totale durante i 4 giorni nei quali il fiume s'è mantenuto a m. 4,20 al disopra delle minime magre. Da questi dati l'ing. Jollois dedusse il volume d'acqua che potrebbe scorrere fra gli argini del Loir-et-Cher senza pericolo di rottura, e il volume d'acqua che si avrebbe dovuto immagazzinare nei bacini per evitare i disastri avvenuti.

La portata massima che si mantenne durante due ore, con un'altezza di m. 5,99 al disopra delle basse magre, è stata di 9767 mc. per 1". La rottura degli argini ebbe luogo all'altezza di m. 4,73, quando cioè la portata era di m. c. 6815. Per cui, ammettendo un'altezza massima di m. 4,58 per la piena che non si avrebbe dovuto oltrepassare, la portata corrispondente sarebbe stata di 6500. Per tutto il tempo in cui durò la piena, gli argini coll'altezza data, avrebbero lasciato passare un volume di 1166 milioni di mc.; la portata totale della piena, durante lo spazio di 50 ore fu di 1400 milioni di mc., per cui i serbatoi da costruirsi avrebbero dovuto ritenere 240 milioni di mc. d'acqua durante 50 ore. E con ciò si avrebbe ottenuta una piena di soli m. 4,58 d'altezza, la quale è ancora importante e necessita il concorso degli argini per impedire le inondazioni. Il volume di 240 milioni di mc. è già immenso, ed occorrerebbero 24 bacini della capacità media di 10 000 000 di mc. per ritenerlo; si pensi adunque quanti ne occorrerebbero volendo diminuire l'altezza da metri 4,58 fino all'altezza ordinaria, e supponendo che la piena duri più di 50 ore.

L'inondazione del 1846 aveva prodotto danni per 40 milioni di lire e la successiva del 1856 ancora maggiori; in seguito a queste calamità si decise di ricorrere a mezzi radicali diretti ad allontanare le inondazioni, e si progettò appunto di ritenere, mediante serbatoi, circa 500 milioni di mc. d'acqua, diminuendo così la portata per 1" della Loira da 9000 a 6000 mc. Ma ad eccezione di alcuni serbatoi, costruiti con scopo diverso, non sappiamo che alcuno dei progetti proposti sia stato eseguito, e ciò precisamente perchè si vide che non si poteva con questo sistema raggiungere lo scopo.

Quello che si è detto per la Loira può dirsi di quasi tutti i fiumi; così, per es., l'Isar presso Monaco nelle massime piene ha una portata di 1500 mc. per 1"; supponendo una durata di 4 giorni per la piena, si avrebbe una quantità di acqua di circa un mezzo miliardo di mc. Se si costruissero nelle vallate superiori dei serbatoi e si riuscisse a ritenere una quantità totale di 50 milioni di mc., non si avrebbe che una diminuzione di poche centinaia di mc. nei quattro giorni, riducendosi la portata da 1500 a 1350 mc. per 1". Si osservi che una piena dura generalmente da 7 ad 8 giorni, dunque il doppio circa.

È evidente che se le piene hanno una durata molto più lunga di quella necessaria al riempimento dei serbatoi, questi

diventano inutili; e lo divengono generalmente, poichè le grandi piene sono di solito precedute da un certo numero di piene medie, le quali verrebbero a riempire i serbatoi; sicchè nel momento della massima piena, che non sempre si può prevedere, i serbatoi si trovano pieni e fuori di servizio, per cui affatto inefficaci, o possono anzi aggravare le condizioni della piena. Ciò avvenne precisamente nel lago di Como durante la piena del 1855; questo grande bacino naturale aveva già ricevuto fino dal principio del mese di giugno tutto quello che le piene ordinarie erano solite di fornire, cosicchè il suo livello si era innalzato ad un'altezza insolita, anche pel regolare periodico disgelo delle nevi, che nell'inverno precedente erano cadute in copia straordinaria sulle Alpi (1). Le piogge diluviali del 15 e 16 giugno, associandosi ad un rapido squagliamento delle nevi, produssero un'irruzione delle acque dell'Adda e di parecchi suoi influenti, cosicchè il lago, già occupato, come si disse, non poté contenerla, e raggiunse un'altezza che superò il limite di tutte le anteriori conosciute, come calcolò il Lombardini nella memoria citata.

Quando si parla di inondazioni la mente nostra si figura delle scene di dolore, dei guasti inestimabili; i giornali e quanti hanno occasione di rilevarne i danni, lo fanno con un'accuratezza lodevole, ma tutti dimenticano i vantaggi che da esse ridondano. Non si vuol dire con ciò che le inondazioni debbansi desiderare in modo assoluto, no, e considerarsi come benefici avvenimenti naturali, ma è noto che in mezzo a tanto male vi ha pure una certa parte di bene per l'agricoltura.

Infatti le piene trasportano del terriccio e delle materie limacciose, che, depositate sui campi coltivati, costituiscono un eccellente ingrasso i cui benefici effetti si fanno sentire per una serie d'anni; depositate nei terreni rocciosi e sterili, danno origine a poco a poco ad un terreno d'alluvione, il quale arriva a cambiare una landa deserta e sterile in un fruttifero campo. Non è necessario citare gli esempi, poichè troppo comuni; questo benefico effetto è abbastanza cognito, benchè nei momenti delle inondazioni e sotto l'influenza dei disastri occasionati dalle medesime non se ne faccia menzione da nessuno. Il Nilo e l'Egitto sono il fiume ed il paese dove questi benefici effetti delle inondazioni si producono e si fanno sentire nel massimo grado.

Questa efficace influenza del limo depositato dalle acque delle piene è innegabile, e in tutti i luoghi i terreni più fertili sono appunto quelli ricoperti da parecchi strati d'alluvione (2). L'ingegnere capo Vallés lo chiama la carne delle nostre montagne; ora col sistema proposto non si può prevedere che queste alluvioni abbiano a verificarsi, poichè i serbatoi ritenendo una parte delle acque ed obbligando il rimanente a passare dentro essi, rallentano la velocità e li obbligano a depositare le materie sospese, le quali non possono più andare a vantaggio dei terreni a valle. Egli è vero che siccome coi serbatoi non si possono ritenere tutte le acque, così una porzione delle medesime strariperà, e dovrebbe, secondo i fautori del sistema, non depositare che il limo fecondante sui terreni adiacenti. Ma è evidente che le materie sospese si saranno di molto depositate, e quelle che ancora possono trovarsi in sospensione provenendo dai tronchi a valle dei serbatoi, vale a dire dagli alvei stessi, le torbide saranno costituite da ghiaia e pietre di nessun vantaggio per l'agricoltura.

Siccome i serbatoi non fanno che diminuire l'altezza delle piene, molte acque si riverseranno tutt'ora sui terreni adiacenti ai fiumi, e quindi se l'inclinazione dei terreni è forte, le acque assumeranno velocità pericolose e le inondazioni potranno riuscire pure fatali. Per le case poi, bisognerà stabilire delle zone d'inondazione a fine di non trovarsi esposti ad un pericolo che si credeva di avere allontanato mediante la co-

(1) *Sulle ultime piene dei fiumi e laghi della Lombardia ed in particolare su quella del lago di Como (18 giugno 1855)*. Considerazioni di ELIA LOMBARDINI, lette nelle adunanze dei giorni 23 giugno e 12 luglio 1855 nell'I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti.

(2) La pianura d'Avignone dopo l'inondazione del Rodano avvenuta nel 1840 fu così fertilizzata dai depositi di limo trasportati dal fiume, che i prodotti del suolo ne avvantaggiarono assai; infatti i terreni in golena lungo il fiume hanno acquistato un valore commerciale più elevato di quelli che si trovano essere protetti da argini insommergibili.

struzione dei serbatoi. Per quanto semplice sembri il fissare alle acque una determinata altezza che ne limiti l'invasione, la cosa riesce impossibile, e le piccole inondazioni innocue fino allora, potrebbero cambiarsi in vere catastrofi.

Aggiungasi che in molti siti le sponde non essendo punto elevate, non basteranno, e si dovrà ricorrere agli argini; per cui il sistema proposto, anche ammettendo che funzioni in modo conveniente, non offrirà una sicurezza completa e sarà d'uopo di ricorrere a lavori speciali di protezione lungo i fiumi. Allora tanto vale eseguire questi lavori su basi più ampie e razionali, senza che si abbia bisogno di ricorrere ai serbatoi, le cui spese possono meglio venire impiegate per lavori di arginamento.

Era pure proposta la costruzione di un bacino di ritenuta come rimedio radicale per diminuire le inondazioni del Tevere, si determinò come luogo per la costruzione la strettoia della valle tra i monti Parioli e le colline di Acqua Traversa sopra Ponte Molle; ed infatti la valle è qui ampia e presenta gran parte dei requisiti a ciò richiesti; ma l'esimio Lombardini nella sua *Appendice alla Memoria sull'Idrologia del Tevere*, letta all'adunanza del 25 maggio 1871 innanzi il Reale Istit. Lomb. delle Scienze, confuta questo progetto, dimostrandone l'inefficacia (§ 14-24).

L'inefficacia dei serbatoi come sistema preventivo contro le inondazioni, appare ancora maggiormente quando si consideri che l'ipotesi su cui esso si fonda è completamente falsa.

Si ammette che la causa principale delle inondazioni siano le piogge cadute nelle montagne, per cui ritenendo queste acque, l'inondazione verrebbe ad essere eliminata, come se le piogge che cadono sulla parte a valle del fiume non vi contribuissero pure e restassero senza influenza.

Abbiamo già fatto osservare che le principali inondazioni provengono dalla coincidenza delle piene degli influenti, nei cui bacini la pioggia può distribuirsi in modo affatto irregolare; ora alcuni colpi di vento bastano per fare superare una catena di montagne alle nubi, e spostare così la pioggia, per cui è impossibile di stabilire un ordine di priorità invariabile nello scolo delle acque; e si corre pericolo, come già si ebbe a dire, ritardando le acque di una vallata, di farle coincidere con quelle degli influenti successivi. Volendosi rimediare col ritardare anche quelle dell'influente successivo o di alcuni altri, bisognerà pure costruirvi dei bacini, il cui funzionamento però sarà tanto più difficile, quanto maggiore sarà il numero delle vallate in cui si trovano; e siccome la distribuzione della pioggia sull'insieme è irregolare, e le piene di tutti questi influenti hanno luogo diversamente e ad intervalli ogni volta diversi, così sarà impossibile di stabilire una legge, secondo la quale funzionino i serbatoi, e si potrà provocare delle inondazioni più funeste di quelle che avrebbero avuto luogo, senza la costruzione dei bacini.

Il sistema sembra buonissimo quando non si tratta che di due affluenti, perchè allora ritenendo le piene dell'uno d'essi si permette a quelle dell'altro di smaltirsi, senza provocare un'inondazione, ma anche in tal caso può accadere quello che avvenne nel 1856 sulla Loira: la piena del 2° influente (Allier) fu così forte, che mentre a Roanne la Loira si tenne a m. 2,09 al disotto dell'altezza raggiunta nel 1846, più a valle, in causa dell'Allier l'inondazione fu ben più considerevole che non nel 1846. Ora se in questo caso già non basta il sistema, a che servirà, quando invece di uno sono parecchi gli influenti? È chiaro che ritardando le acque all'a monte, verrà un momento in cui i serbatoi si troveranno pieni, ed allora se gli influenti a valle cominciano appena ad elevarsi, le acque della piena d'a monte, che senza i serbatoi avrebbero potuto smaltirsi impunemente, concorreranno ad aumentare la piena prodotta dagli influenti a valle; in ogni modo la prolungheranno sempre, per cui il male invece di essere diminuito viene aumentato.

VI.

Spese dei serbatoi e difficoltà di ripartirle.

Un'altra questione importantissima è quella di determinare a chi appartengono le spese per la costruzione dei serbatoi, vale a dire a chi incombono; si dirà: agli inondati. — Ma do-

mandiamo noi: vorranno essi sobbarcarsi a spese enormi per costruzioni da eseguirsi lontano dal luogo delle inondazioni, e la cui efficacia non comprenderanno mai? e nelle quali non avranno certo mai confidenza? mentre si presteranno senza dubbio a rilevare o costruire gli argini che difendono immediatamente i loro terreni esposti, perchè ne vedono l'efficacia.

A dir vero il Governo potrebbe con una legge obbligarli ad una certa tassa, ma molti preferiranno abbandonare i terreni piuttosto che di accettarla. E poi le spese sono immense, molto ma molto maggiori di quelle previste dai fautori del sistema. Così per es.: il bacino di Montaubry costò L. 547,000 per una ritenuta di 5,078,000 m. c. d'acqua; quello di Panthier 1,900,000 per 8,000,000 di m. c. e notisi che questi si trovano in buone condizioni poichè con una semplice diga in terra di 16 metri circa pel primo e di 13 pel secondo si ottengono serbatoi di una capacità considerevole. I serbatoi del Furens, del Ban e di Gros-Bois invece, dove le traverse sono in muratura costarono 1,590,000 risp. 905,000 e 3,600,000. Cosicchè un metro cubo d'acqua ritenuto nei primi serbatoi viene a costare da lire 0,1077 a 0,2375 e nei secondi lire 0,9937 risp. 0,4525 e 0,4235.

Per vero in alcuni serbatoi (in quelli di Settons, di Hamitz dell'Habra e di Ekruk) si potè immagazzinare l'acqua ad un prezzo molto inferiore, come risulta dallo specchio del paragrafo III; ma ciò non può servire di termine di paragone trattandosi di una posizione locale affatto eccezionale, che permise di raccogliere un volume d'acqua immenso, senza dovere elevare la traversa ad una altezza considerevole. D'altra parte, questi serbatoi si trovano l'uno nell'India e l'altro nell'Algeria, il terzo solo in Francia, per cui le condizioni europee non vi si possono applicare. Se poi si considera:

1° Che tutti i serbatoi da crearsi non possono trovarsi alle origini dei corsi d'acqua, per le ragioni già esposte, e che per conseguenza le fondazioni ed i lavori per rendere impermeabile il suolo sono considerevoli;

2° Che i serbatoi riportati nello specchio del paragrafo III non sono generalmente muniti di quegli apparecchi che si richiedono, per assicurare la buona riuscita e l'efficacia di quelli che si vogliono costruire per diminuire l'altezza delle piene; si vedrà che prendendo L. 0,60 per media approssimativa del costo di ogni metro cubo d'acqua immagazzinata, non si è lontani dal vero. Con questa cifra però si scorge che per ritenere solamente da 3 a 4 cento milioni di m. c. occorreranno da 180 a 240 milioni di lire.

Ora si faccia il conto dei principali fiumi d'Italia che producono inondazioni, si consideri l'enorme quantità d'acqua che occorre ritenere nei serbatoi per diminuire l'altezza delle piene di una quantità sensibile, e si avrà una debole idea dei molti milioni necessari per l'attuazione di un sistema di questo genere, e con quale utilità poi, l'abbiamo visto.

Giova pure osservare che le enormi spese a cui si fa allusione non sono altro che quelle richieste dalla costruzione, ma abbiamo pur visto che la manutenzione dei medesimi, e l'esercizio, richiedono un personale e lavori continui le cui spese ammontano pure a somme incalcolabili.

Se poi si pensa alla grande estensione dei terreni da occuparsi colle acque dei serbatoi, si vedrà facilmente che, come già si è detto al § IV, per liberare dalle inondazioni una data estensione di terreno, conviene mettere sott'acqua un'estensione forse maggiore, e per lo meno quasi eguale; per cui non si fa che spostare il male invece di sopprimerlo.

Un'altra circostanza molto sfavorevole al sistema dei serbatoi è che non abbiamo trovato avvertita fino ad oggi, è quella dei depositi che si formano necessariamente in tali bacini e che ridurranno in breve la capacità dei medesimi, per renderli poi in ultimo inservibili (1). I serbatoi destinati all'alimentazione delle città e della navigazione sono posti in punti elevati nella montagna, poichè hanno per riempirsi tutta la

(1) Sui mezzi necessari a liberare i serbatoi da questi depositi, consulti il lettore: CALMELS, *Dévasement des barrages-réservoirs en Algérie*, pubblicato nelle *Annales industrielles*, 1879, fasc. II, pag. 774-806; 1880, fasc. I, pag. 26-91 e fasc. II, pag. 455-465. CRUGNOLA, *Sui muri*, ecc., pag. 336-339.

stagione delle piogge, e quindi un piccolo ruscello basta per alimentarli, e le acque che ricevono sono relativamente pure. Mentre al contrario i bacini da costruirsi per proteggere il paese contro le inondazioni, ricevono grandi corsi d'acqua, e appunto nei momenti di piena, quando cioè essi sono carichi di materie, le quali naturalmente si depositano e riducono in breve la capacità del bacino.

Per farci un'idea dell'importanza di questi depositi, basterà citare alcuni di quelli che si formano nei serbatoi destinati all'alimentazione delle città e della navigazione; tenendo conto di quanto si disse più sopra, si vedrà come tali depositi si moltiplichino in volume nei bacini d'inondazione. Nel serbatoio dell'Habra per es. i depositi sono annualmente di circa un milione di metri cubi. Il serbatoio di Ponton de la Oliva sul Lozoya, ci scriveva l'isp. Collignon che è divenuto inservibile appunto per la quantità dei depositi, e la città di Madrid sta facendone costruire un altro che dovrà sostituirlo. Nel serbatoio d'Alicante i depositi annuali occupano 1/60 della sua capacità; esso viene liberato dai medesimi ogni quattro anni, quando cioè i depositi hanno raggiunto dietro la traversa un'altezza di 16 metri, il che equivale a un cubo di 242400 m. c., ossia 1/15 della capacità del serbatoio. Nel serbatoio del Sig (ricostruito) i depositi riducono la sua capacità annualmente di 100000 m. c.

Per liberare Roma dalle continue inondazioni del Tevere, si era pure proposto di costruire un sistema di bacini di ritenuta e delle chiuse montane, nel bacino superiore del Tevere e dei suoi influenti; e furono fatti studi in proposito, ma dopo accurato esame dei medesimi, il Consiglio superiore dei lavori pubblici, nella sua seduta del 26 novembre 1875, escluse questo sistema ad unanimità di voti.

Gli studi fatti in Francia condussero a risultati analoghi, come già vedemmo pel bacino della Loira. Per quello della Garonna le osservazioni raccolte dopo l'inondazione del 1875, permisero di calcolare che per proteggere la città di Tolosa, nel caso si rinnovasse un'inondazione simile, sarebbe necessaria una ritenuta di 550 milioni di metri cubi, ed una, due e tre volte maggiore, per proteggere Agen e il rimanente del bacino (1). Ora dallo specchio del paragrafo III risulta che la capacità media dei serbatoi può ritenersi da 8 a 12 milioni di metri cubi, rarissimi essendo quelli che si trovano in condizioni veramente eccezionali, da permettere una ritenuta superiore. Per cui ne occorrerebbero parecchie centinaia, per proteggere tutta la vallata della Garonna. Dagli studi fatti si è riconosciuto come a monte di Tolosa, 42 serbatoi sarebbero stati possibili, capaci complessivamente di 290 milioni di metri cubi, ma che 12 solamente dei medesimi capaci di 87 milioni, si sarebbero trovati in condizioni di agire favorevolmente sull'altezza delle piene. Per cui si vede che la ritenuta totale utile che si potrebbe realizzare nel bacino superiore della Garonna e dei suoi influenti non è che la sesta parte di quella che sarebbe necessaria per preservare Tolosa dall'inondazione, ancora maggiormente insufficiente per difendere la parte inferiore della vallata.

VII.

Pericoli dei serbatoi.

Quando si studia la maggiore o minore convenienza di un sistema di costruzione, non basta prendere in considerazione tutti i suoi vantaggi, paragonarli a quelli degli altri sistemi che si possono opporre, metterli in relazione alle spese, e concludere in base ai risultati così ottenuti; egli è pur necessario di esaminare, se col nuovo sistema non si vengono a creare condizioni nuove, le quali potrebbero tornare, in certi casi, di grande nocimento alle popolazioni vicine. E questo è precisamente il caso del sistema dei serbatoi; i quali sono una minaccia permanente per le popolazioni che si trovano a valle dei medesimi.

Infatti si pensi all'altezza smisurata a cui devono elevarsi le traverse di ritenuta, le quali non possono generalmente avere

(1) *Note sur l'insuffisance des réservoirs pour atténuer le danger des inondations*, par M. Gros, nelle *Annales des ponts et chaussées*, 1881, 2° semestre, pag. 7.

meno di 25 a 30 metri; si pensi alla possibile rottura delle medesime. La enorme quantità d'acqua accumulata in un sol punto contribuisce colla forte pressione che esercita contro la traversa, ad aumentare il pericolo di questa minaccia; quando poi dovesse verificarsi la rottura, quale catastrofe spaventevole ne sarebbe il risultato! le conseguenze, deplorabili sotto tutti gli aspetti, sarebbero ancora maggiori, inquantochè la rottura si verificherebbe appunto quando i serbatoi agiscono, vale a dire nel momento delle piene, ossia, quando i corsi d'acqua già stanno per traboccare, quando l'inondazione riuscirebbe più spaventevole che mai.

Le rotture possono aver luogo per filtrazioni, per stramazze delle acque, per l'urto delle onde e per moltissime altre cause, a cui non sempre si può ovviare, prova ne sia la rottura della traversa dell'Habra in Algeria (1) ch'era stata costruita secondo un tipo molto razionale, e le cui fatali conseguenze riuscirono immense.

I grandi serbatoi costruiti a tutt'oggi sono in numero relativamente piccolo, e pur tuttavia si verificarono già rotture considerevoli, fra le quali accenniamo a quelle delle dighe del serbatoio di Puentes presso Lorca (Spagna) avvenuta nel 1802 (2) colla perdita di 608 persone e 809 case; del serbatoio di Plessis (Canale del Centro, Francia) avvenuta nel 1825 arrecando danni per più di 400000 lire; del serbatoio di Dale Dike presso Sheffield nel 1864 colla perdita di 238 persone e 800 case; del serbatoio di Mill River (Massachusetts) il 17 aprile 1875 colla perdita di 143 persone; del serbatoio di Lynde presso Worcester (Massachusetts) nel 30 marzo 1876; dei serbatoi di Staffordville (Connecticut) e di Habra (2) nel 1877 e nel 1884; e di molti altri ancora.

Da questi esempi, scorgesi quanto grave sia il pericolo di una rottura e come essa non sia tanto improbabile; siccome poi per diminuire l'altezza delle piene, occorrerebbe un numero grandissimo di questi serbatoi, così anche il pericolo verrebbe considerevolmente aumentato. In tali condizioni di cose, le popolazioni e i terreni che si vollero mettere al riparo dalle inondazioni verrebbero a trovarsi esposti ad una minaccia di inondazione più grave ancora di quella che avrebbe potuto arrecare il corso d'acqua nelle condizioni primitive.

Concludiamo adunque che, tranne casi rarissimi, i serbatoi di ritenuta, oltre all'essere più costosi di qualsiasi altro sistema per preservare le campagne dagli effetti dannosi delle piene straordinarie dei fiumi, e in molti casi d'impossibile costruzione per le condizioni locali sfavorevoli, debbono in generale ritenersi non solo come inefficaci allo scopo proposto, ma anche pericolosi. E meglio sarà rivolgere gli studi ed i capitali, ad opere più razionali, valendosi opportunamente della forza naturale delle acque convogliate per mantenere convenevolmente scavati gli alvei, ed assegnando ad un tempo la larghezza sufficiente tra gli argini contenitori, perchè questi abbiano a resistere stabilmente anche in tempo di grosse piene all'impeto della corrente.

Teramo, settembre 1885.

RESISTENZA DEI MATERIALI

ERGOMETRO

ideato dall'Ing. G. G. FERRIA.

Alla descrizione data in un precedente fascicolo di questo strumento facciamo di buon grado seguire la presente lettera, colla quale il suo inventore meglio dilucida un punto della sua memoria accademica, mentre non dubitiamo che non tarderà a rispondere al nostro invito di rendere noti i risultati effettivi delle prove che lo strumento sarà per dare.

G. S.

« Ill.mo signor Ingegnere,

« Vedo nel N° 9 dell'Ingegneria Civile e le Arti Industriali di quest'anno un breve cenno, ma assai chiaro, che la S. V. Ch.^{ma} dà dell'Ergometro per lo studio della sta-

(1) Vedi L'Ingegneria Civile e le Arti industriali 1882, n. 4.

(2) CRUGNOLA, *Sui muri di sostegno ecc.*, pag. 243.

bilità delle costruzioni e la elasticità dei materiali. Le sono obbligatissimo del pensiero gentile di far conoscere questo strumento ai lettori del giornale, così egregiamente da lei diretto, e rispondendo all'invito che me ne porge, osservo con lei, che uno strumento destinato a rimpiazzare la teoria nei casi in cui può essere di applicazione incerta, dovrebbe avere questo pregio di non racchiudere nel concetto su cui basa ipotesi alcuna. E così è difatti, poichè sebbene nella mia memoria all'Accademia delle Scienze, della quale ella parla, io abbia preso in considerazione il rapporto fra gli sforzi esercitati dallo strumento e quelli da esso indicati, non faccio però assegnamento alcuno sulla sostanza di questo rapporto, nè nella teoria, nè nella esecuzione dell'apparecchio. Noterò anzi che l'apparecchio dev'essere munito di apposite scale determinate con *esperienze dirette* per ogni esemplare che si eseguisce, come del resto fu anche proceduto per quello che figurava all'Esposizione del 1884 e per quello costruito per la R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri di Torino, dai quali venne tratto il disegno che fu riprodotto in codesto pregevolissimo giornale.

« Ella accrescerà l'obbligo mio, se al cenno che ne ha già pubblicato, vorrà ancora far seguire questa piccola dilucidazione.

« Con distinta stima

« Suo devotissimo

« Ing. G. G. FERRIA ».

TECNOLOGIA MECCANICA

RASSEGNA DELLE MACCHINE MODERNE IMPIEGATE NELLA FABBRICAZIONE DEI LATERIZI

(Veggansi le Tav. XIV e XV)

1. — Sono venti anni dacchè l'industria meccanica si ingegna di costruire e perfezionare meccanismi atti a dare in poco tempo buoni laterizi, ed i suoi sforzi sono per vero dire coronati dal più felice successo, inquantochè vediamo la fabbricazione dei prodotti ceramici prendere ai nostri giorni grandissimo sviluppo, massime in quelle regioni che favorite da natura di buoni giacimenti di argilla, vedonsi del pari facilitati ed accresciuti i mezzi di trasporto indispensabili allo smercio di codesti prodotti.

In Francia i più ricchi e più importanti giacimenti di argilla sono senza dubbio quelli di Borgogna, ed ivi naturalmente l'industria ceramica ha ricevuto il massimo sviluppo, tant'è che attualmente le fabbriche di *Saône et Loire* raggiungono una produzione che è calcolata al *minimum* di 300,000 laterizi al giorno.

Anche in Italia l'industria dei laterizi ebbe in questi ultimi tempi il suo risveglio, e poichè essa cammina risoluta sulla via della fabbricazione meccanica, la quale solo permette di raggiungere quella perfezione di lavorazione e quella bontà e varietà di prodotti che sono le condizioni essenziali per il progresso di quest'importante industria, così noi presentiamo la rassegna, riproducendola dal *Mouvement industriel* che si pubblica a Bruxelles, delle principali macchine adoperate per lavorare le terre da laterizi, dicendo prima di quelle per lavorare colle *argille compatte* o quasi asciutte, secondo il metodo praticato in Borgogna, poi delle altre per lavorare colle *argille molli*, o spapolate, come si pratica a Marsiglia, a Parigi e suoi dintorni.

Le figure dalle quali a maggiore dilucidazione è corredato questo scritto, sono tratte dall'album interessantissimo del signor G. Pinette di *Chalon-sur-Saône*, il quale nella costruzione di tal genere di macchine ed apparecchi gode di una fama bene meritata.

PARTE I. — Fabbricazione di laterizi con argilla compatta.

2. — La prima operazione che si fa subire alle terre compatte è la *cilindratura*, collo scopo di schiacciare i grani di calcare, di silice od altri, per modo che tali elementi eterogenei possano venire uniformemente distribuiti nella massa

argillosa nella successiva operazione del rimescolamento (*mala-
xage*).

La cilindratura dev'essere più o meno energica secondo che alle terre sono in maggiore o minore quantità commiste le sostanze eterogenee. Se l'argilla è molto pura e non contiene pezzettini resistenti, basta farla passare attraverso a due soli cilindri di 30 a 35 centimetri di diametro; diversamente è meglio ricorrere a due coppie di cilindri del diametro di 75 centimetri ed anche di un metro. La materia argillosa esce così digrossata da una prima coppia di cilindri ed è condotta sopra una tela senza fine alla seconda coppia, i cui cilindri essendo più vicini tra loro, ottengono lo schiacciamento completo.

Dalla buona riuscita di questa operazione dipende essenzialmente la bellezza del prodotto ed è perciò che la cilindratura ha una grande importanza nella fabbricazione dei laterizi. Essa vuol essere condotta colla massima diligenza soprattutto quando la terra contiene dei grani calcarei perchè se questi non riescono bene schiacciati ed uniformemente disseminati nella massa terrosa, sottoposti alla cottura si convertono in calce, ed alla prima umidità sono causa di screpolature nei materiali.

Potremmo citare a questo proposito l'esempio di uno stabilimento della Senna inferiore che munito da bel principio di deboli ed insufficienti congegni non riusciva a schiacciare convenientemente le particelle di calcare contenute nella sua terra e quindi per l'inferiorità dei prodotti faceva magri affari; ma non si tosto poté disporre di più potenti mezzi meccanici per schiacciare le terre, la qualità de' suoi materiali migliorò siffattamente che divenne in poco tempo uno dei più floridi di quella regione.

3. — La terra convenientemente cilindrata cade su di una tela continua, e per essa è condotta al rimescolatore (*mala-
xeur*) il quale ha per iscopo di stritolare la terra, e mescolarne le minime particelle per modo da rendere loro la coesione perduta momentaneamente colla cilindratura, e renderla il più possibile omogenea.

Il rimescolamento è operazione ancora più importante della cilindratura, e quindi esso esige apparecchi robusti di molta energia.

La fig. 1 rappresenta un rimescolatore completo. Esso consta essenzialmente di un tino cilindrico di ghisa verticale, aperto dalla parte superiore, per la quale s'introduce l'argilla. Presso la base e sul davanti, un'apertura munita di sportello permette l'uscita dell'argilla rimescolata. Lo sportello è alzato od abbassato per mezzo di una vite, che si fa girare con un piccolo volante.

Dentro il tino si muove un albero verticale armato di palette taglianti e così disposte da tritare la terra e spingerla poco a poco ad uscire per l'apertura praticata in basso del tino. Come si scorge dal disegno, due puleggie, una folle e l'altra fissa, ricevono e trasmettono il movimento ad una ruota a denti di legno, per mezzo di un rocchetto che è sullo stesso albero delle puleggie. Questa grande ruota a denti di legno, porta sul suo albero un rocchetto conico che imbocca in una ruota a denti calettata sull'albero verticale. Un'altra puleggia fissa allo stesso albero orizzontale del rocchetto conico, trasmette il movimento ad un tamburo, ossia ad una tela continua destinata a condurre la terra nel tino del rimescolatore.

4. — L'argilla che in virtù dell'azione rapida delle palette del rimescolatore è ridotta allo stato di pasta ben uniforme ed omogenea, viene in seguito portata alla *macchina da tirare* (fig. 2) di dove essa è obbligata ad uscire sotto forma di nastri che vengono tagliati di lunghezza conveniente a poter far tegole, quadrelle, mattoni ordinari od anche mattoni vuoti e tubi da drenaggio.

La macchina da tirare rappresentata nella fig. 2 è a doppio effetto, ossia permette di tirare dalle due parti prodotti differenti, secondo i bisogni della fabbricazione. Basta soltanto mutare la matrice o trafila all'estremità di ciascuna cassa, ciò che si fa molto rapidamente. Le due casse sono aperte alla parte superiore e scrmontate da tramoggia nella quale si getta la terra. Nelle casse scorrono due stantuffi comandati da due bielle articolate ad uno stesso albero a gomito

per modo che mentre uno stantuffo esce dalla propria cassa, l'altro si avvanza e costringe ad uscire attraverso la trafila la terra introdottasi nella cassa durante la corsa retrograda.

All'estremità di caduna cassa vi è un tavolato che riceve la terra quando esce dalla trafila, ed apposite lame servono a dividerla in porzioni della lunghezza voluta.

Se debbonsi fabbricare tegole o quadrelle, questi tavolati, come la nostra figura lo indica, sono di lastre di zinco previamente spalmate di grasso, a fine di lasciar scorrere l'argilla sotto forma di nastro sottile; e le lame sono fisse a cerniera su di un asse, mantenute sollevate da contrappesi, sicchè per dare il taglio basta di premerle sull'argilla e poi lasciarle libere. Non occorre dire che quelle lame si possono allontanare od avvicinare a piacimento a seconda dei prodotti che si hanno da ottenere.

Dovendosi invece preparare mattoni pieni o mattoni vuoti si adopera un tavolato munito di rulli sui quali scorrono i prodotti che vengono tagliati col mezzo di fili d'acciaio raccomandati ad un telaio oscillante che si abbassa sull'argilla, od in altro modo qualsiasi.

Come già abbiamo detto, la macchina ora descritta, può servire a preparare liste di argilla per *tegole piane e quadrelle, mattoni pieni, tubi da drenaggio, mattoni vuoti, cunei speciali per voltine, e laterizi sagomati* per cornici di fabbricati.

Di tutti questi prodotti, le *tegole, le quadrelle* ed i *mattoni pieni* sono i soli che non riescono finiti, se non vengono di bel nuovo compressi entro appositi stampi di ghisa.

5. — La fig. 3 rappresenta appunto uno strettoio a vite, mosso con disco a frizione, e preparato per modellare, ad esempio, una tegola piana. Il pezzo d'argilla tagliato delle dimensioni volute, è posato su di una piastra di ghisa, che viene perciò tirata avanti, essendo scorrevole su apposite guide; dopochè la si spinge di bel nuovo sotto lo strettoio, dove la parte superiore o cappello della forma, che è pure di ghisa, raccomandata all'albero a vite dello strettoio, può con facilità essere alzata od abbassata con forza sulla piastra sottostante, per mezzo di una leva a mano, comoda all'operaio. Ogni tegola viene modellata completamente in due soli colpi; di cui il primo ha luogo a tutta corsa, ed il secondo non è più che un mezzo colpo perchè il cappello della forma non viene che di poco rialzato.

Stampata la tegola, e rialzato col mezzo della vite il cappello della forma, l'operaio tira a sè la parte inferiore, la quale essendo assicurata a cerniera su di un asse orizzontale che le sta disotto, lascia cadere la tegola modellata sopra una tavoletta che l'operaio tiene dalla mano sinistra; la tegola e la tavoletta sono così posate su di un tavolo, ed un'operaia toglie le sbavature casualmente lasciate dallo stampo. Senza lasciare la propria tavoletta ogni tegola è disposta su di un piano continuo e per esso condotta all'essiccatoio.

Esaminiamo brevemente la parte cinematica dello strettoio a frizione, di cui si è indicato l'uso.

Le due braccia portano un albero orizzontale girevole sui proprii cuscinetti, e sull'albero sono calettati due dischi di ghisa tangenzialmente al volante, la cui periferia è guernita di cuoio. Il volante è fissato alla estremità superiore della vite che porta lo stampo della tegola.

Due puleggie, una fissa e l'altra folle servono a dare o togliere il movimento all'albero orizzontale e quindi ai dischi. Col mezzo della leva facendo accostare uno dei dischi al volante questo prende a girare, e la vite che porta lo stampo scenderà nella propria chiocciola. Accostando invece l'altro disco la vite risalirà, e con essa risale lo stampo.

In dieci ore di lavoro, col descritto strettoio si possono modellare circa tre mila tegole, ed anche più a seconda della maggiore o minore abilità dell'operaio. Con questa stessa macchina si possono fabbricare gli altri pezzi di complemento per le coperture, come tegole di colmo, bordi, ecc., ma se questi pezzi speciali raggiungono certe dimensioni, occorrono strettoii di maggior mole.

6. — Quando trattasi di fare quadrelle, le liste di argilla sono tagliate nello stesso modo che le tegole, ma naturalmente con adatte dimensioni. La fig. 4 rappresenta uno strettoio

per quadrelle il quale stampa senza sbavatura, ed è mosso a mano. Come si vede, vi sono due stampi connessi fra loro, e mentre la pasta è compressa e tagliata in uno, dall'altro si toglie la quadrella fatta e si pone il pezzo di pasta per farne una nuova; inoltre uno stampo passando all'azione dello strettoio, quando l'altro, che è già fuori, presentasi all'operaio che deve togliere le quadrelle stampate, riesce evitata ogni possibile disgrazia alle mani degli operai per inavvertenza.

Lo strettoio di cui parliamo ha il vantaggio di stampare senza sbavature, perchè la quadrella che si comprime è posta al rovescio del vero suo piano di posa, ossia è la parte che deve rimanere inferiore della quadrella, quella che riceve la pressione; epperò se qualche sbavatura avviene è negli spigoli della parte rovescia che essa si verifica, e ciò non fa difetto dovendo essere sepolta nella malta. Il disopra della quadrella è formato dal fondo dello stampo ed il telaio modellatore combaciando perfettamente con esso, non può permettere alcuna sbavatura.

Con uno solo di questi apparecchi certuni arrivano a produrre perfino 8000 quadrelle al giorno; ma si comprende come occorran operai molto abili ed esercitati, mentre in media si fabbricano da 5 a 6000 quadrelle in 10 ore.

7. — I *mattoni* quali li dà la macchina da tirare, qualunque di dimensioni convenienti e regolari, non rispondono abbastanza bene alle esigenze dei costruttori, e per arrivare a produrre quei mattoni bene profilati e finiti quali si richiedono per certi lavori architettonici, è d'uopo modellarli in uno stampo di ghisa, colla macchina rappresentata nella figura 5, la quale serve tanto pei mattoni fatti a mano in modelli di legno quanto per quelli tirati a macchina, avendo per iscopo di dare a tutti lo stesso preciso calibro, rettificandone e facendone ben vivi gli spigoli, e rendendone le faccie ben piane e pulite.

Nello strettoio riformatore (*presse rebatteuse*), del quale parliamo, un telaio o quadro di ghisa avente le dimensioni che deve avere il mattone fresco, ha inferiormente un fondo mobile, che ad operazione finita si rialza fino all'orlo superiore del telaio, mentre lo stampo superiore è pure rialzato in modo da poter togliere il mattone modellato e sostituirlo con una nuova formella da finire. Questa essendo posata sulla piastra, un operaio abbassa la leva, ed in virtù del movimento di un eccentrico la piastra che costituisce il fondo della forma discende dentro il telaio seguita dalla formella, e spinta dallo stampo superiore, che le imprime la marca di fabbrica.

Arrivato lo stampo in fin di corsa l'operaio rialza la leva, poi rinnova con essa due colpi di seguito, in modo da spingere l'argilla in tutti gli angoli della forma; e così il mattone finito, è ricondotto al livello superiore del telaio, e lo si sostituisce con altra formella da finire.

Nella macchina, ora cennata, l'albero è d'acciaio, e tutte le altre parti assai robuste per resistere agli urti ed ai colpi degli operai; la base vuol essere di ghisa dovendosi essere ben sicuri della rigidità di tutto il meccanismo, mentre in tutti i casi in cui si accontentò di fissarlo direttamente ad un intavolato di legno, si finì per andare incontro a spostamenti pregiudizievole, ed a susseguenti rotture del meccanismo.

8. — Volendo fare lo stesso lavoro servendosi di forza motrice idraulica od a vapore, si adopera in alcune fabbriche una *riformatrice meccanica* sul tipo di quella rappresentata nella fig. 6.

La macchina ha due forme e bastano due donne o due fanciulli per servirla, non avendosi che da fare dalle due parti la stessa operazione di collocare una nuova formella dopo aver tolto il mattone modellato. Caduna forma è portata alternativamente sotto lo strettoio, e ricondotta automaticamente fuori del medesimo presentando il mattone formato.

In quelle località dove la mano d'opera è piuttosto cara, questa riformatrice meccanica può essere assai utile, massime se si tratta di produzione molto ragguardevole.

9. — La fabbricazione dei laterizi con argilla compatta, praticata con macchine di molta forza, come l'abbiamo ora descritta, ha fatto le sue prove, e se in certe fabbriche la qualità dei prodotti non soddisface appieno le esigenze degli architetti e degli impresari, vuolsi attribuirne la causa all'a-

vere impiegato apparecchi insufficienti, e troppo deboli, i quali fanno un lavoro molto imperfetto.

Se le argille non vengono cilindrate abbastanza per modo da schiacciare completamente tutti i nocciuoli più resistenti, e le pietruzze, e se non vengono in seguito rimescolate a dovere perchè acquistino tutta la coesione e la omogeneità necessaria, è certo che le formelle si sfaldano ed al primo gelo si sgretolano e si rompono. La causa, lo ripetiamo, proviene da cattivi apparecchi, e non sarà mai troppo insistere su questo punto, che se vogliono fabbricare buoni laterizi, bisogna fare le cose bene subito da principio, mentre le mezze misure sono di vero danno all'industriale. Naturalmente supponesi che la natura delle terre sia tale da volere questo sistema di fabbricazione di laterizi con argilla compatta, mentre lavorando con argilla spappolata, o come dicesi a terra molle, per la natura stessa delle terre non si otterrebbero che prodotti di poco o nissun valore.

Le terre di Borgogna, di Montchanin principalmente, sono in questo caso, e le tegole fabbricate con argilla compatta godono di una riputazione giustamente meritata. Per contro le grandi fabbriche di Marsiglia non otterrebbero che prodotti cattivi lavorando ad argilla compatta; ed essendosi anzi incominciato con tale sistema si dovette tosto abbandonare, mentre la fabbricazione con argilla spappolata, ha preso tosto una estensione considerevole, a giustificazione del valore dei prodotti che se ne ottengono.

PARTE II. — Fabbricazione di laterizi con argilla spappolata.

10. — Generalmente le argille quali arrivano dalle cave vengono gettate in una macchina sfaldatrice (*faillieuse*), la quale ha per iscopo di tagliarle e ridurle in piccole lame per modo che, messe nelle fosse od anche solo amucchiate, possano essere bene penetrate dall'acqua che le scompare del tutto, come non potrebbe fare ove le argille si trovassero amucchiate e bagnate quali arrivano dalle cave.

Vi sono due specie di sfaldatrici, le une a disco orizzontale (fig. 7) e le altre a disco verticale (fig. 8), ma in entrambe lo scopo è lo stesso, cioè quello di ridurre in falde sottili le argille perchè possano meglio assorbire l'acqua.

Dalla fig. 7 che rappresenta una sfaldatrice da argilla a disco orizzontale si comprende assai facilmente il modo di agire di tale apparecchio. Il movimento è trasmesso da un albero orizzontale sul quale sono due puleggie, l'una folle e l'altra fissa, ed un rocchetto conico il quale imbocca in una grande ruota a denti calettata sull'albero verticale che porta il disco. Questo è armato di lame d'acciaio, ed in faccia ad ognuna di esse è praticata nel disco un'apertura per la quale sono costrette a sfuggire le falde di argilla. In queste sfaldatrici devesi poter ottenere per mezzo di qualche ordigno un'uniforme distribuzione dell'argilla sopra il disco se vuolsi arrivare ad ottenere una produzione ragguardevole ed un lavoro regolare.

La fig. 8 rappresenta una sfaldatrice di argilla a disco verticale. L'argilla viene gettata per il condotto inclinato che ad un'estremità tocca il disco. Le lame di questo, ciascuna a loro volta, tagliano una lista di terra che, come nel congegno precedente, sfugge per aperture praticate nel disco, il quale è rinchiuso in una specie di scatola di lamiera di ferro per non lasciar spandere fuori l'argilla.

11. — Uscendo dalle sfaldatrici, le argille vengono deposte in fosse o semplicemente amucchiate, ma sempre disposte a strati uguali ed inaffiate ad ogni strato. In tal modo prendono bene l'acqua durante il tempo che sono lasciate in deposito. Alcune volte le argille così depositate passano pure direttamente al rimescolatore per essere impastate perchè sono ben sciolte ed omogenee. Ma se contengono corpi estranei che debbano essere schiacciati, le argille debbono essere dapprima cilindrate, e tale operazione vuole essere più o meno energica secondo la natura e la grossezza delle materie da schiacciare.

Sia poi che le argille debbano essere cilindrate, sia che non ne abbiano bisogno, il loro impasto vuol essere fatto colla macchina rimescolatrice già descritta nella prima parte

di questa rassegna (fig. 1), ma s'intende che debbono essere variate le dimensioni del tino e la disposizione delle palette.

12. — Ottenuta così per mezzo del rimescolatore una pasta omogenea e regolare, bisogna preparare le liste per farne, ad esempio, delle tegole. In certe fabbriche quest'operazione si fa subito quando la pasta esce dal rimescolatore, il quale perciò ha un'apertura di uscita di adatte dimensioni. Ma vi ha maggiore difficoltà sia nel praticare il taglio, sia nel toglierle, che non operando sul tavolo della macchina da tirare; ed è perciò che tali formelle lasciano sempre alquanto da desiderare.

È quindi più razionale prendere le argille dal rimescolatore e tirarle con una macchina orizzontale speciale che è indicata nella figura 9. Questa tiratrice può fare mattoni pieni e mattoni vuoti, tubi da drenaggio, ecc., ecc.

L'argilla una volta che è nella tramoggia della macchina è presa da un'elica che la impasta di bel nuovo in un cilindro orizzontale, e poi la spinge nella parte conica che fa seguito a quella cilindrica finché l'argilla finisce per uscire dalla trafila sotto forma di uno o più nastri.

Dovendosi preparare formelle per tegole piane da 13 al metro quadrato, si danno alla trafila quattro uscite e così la macchina basta da sola ad alimentare tre, ed occorrendo, anche quattro, strettoi da cinque stampi.

Le formelle destinate a far tegole piane con argilla spappolata, devono essere bensì alquanto spesse, ma di lunghezza e larghezza alquanto minori dello stampo. Esse vengono poste nel mezzo di questo stampo, e la forte pressione spinge l'argilla in tutte le direzioni per modo da riempirlo perfettamente. Se le formelle avessero invece minore spessore e dimensioni presso a poco eguali a quelle dello stampo, sarebbe troppo difficile disporle esattamente dentro il medesimo per causa del rapido movimento del tamburo che porta i modelli. Le formelle hanno adunque presso a poco le dimensioni stesse dei mattoni pieni.

Cambiando la trafila alle macchine, ed allontanando i fili del telaio tagliatore, secondo la lunghezza dei prodotti, si possono ottenere mattoni pieni, mattoni vuoti ed altri simili prodotti.

Il tavolo sul quale vengono a scorrere le argille in liste all'uscire dalla trafila, come si vede nella fig. 9, è composto da una serie di rulli girevoli, i quali facilitano lo scorrimento diminuendo l'attrito; ed un telaio munito di fili di acciaio, che nella figura si vede rialzato, vuol essere periodicamente abbassato per dividere le liste in parti uguali.

13. — Le formelle di argilla così preparate vengono portate su di una tavola a comodità dell'operaio che deve metterle nei modelli dello strettoio a cinque stampi.

Nella fabbricazione dei laterizi con argilla spappolata gli stampi sono pure di ghisa, ma rivestiti internamente con gesso perchè i laterizi possano escirne con facilità. Il gesso dev'essere di buona qualità e bene imbibito d'acqua, anzi è necessario mantenerlo preventivamente una mezz'ora a contatto dell'acqua, e continuare a passarvi sopra di quando in quando una spugna bagnata per tenerlo costantemente umido. Si sa che il gesso quando è stemperato con molta acqua diventa più poroso e resiste meno lungo tempo; ma, per contro, l'acqua che viene ad aderire e mantenersi in tutti i suoi pori, facilita meglio la sformatura. Invece se il gesso viene impastato compatto, resiste molto maggior tempo, ma deve essere bagnato spesso per poter sformare. Sarebbe impossibile precisare il modo di preparare il gesso per le forme, ma gli operai di ciò incaricati acquistano da loro stessi e con facilità la pratica migliore.

L'ingessatura delle forme è operazione che deve farsi rapidamente. Impastato il gesso, è versato nel mezzo stampo collocato su di una tavola speciale, e quindi modellato con una matrice di zinco per mezzo di una vite di pressione con cui si dà al gesso la forma esatta che deve avere una delle faccie della tegola; la stessa operazione si fa per l'altra metà dello stampo.

La fig. 10 rappresenta uno strettoio per tegole piane a cinque stampi da farsi con argilla spappolata. Esso produce da 4500 a 5000 tegole grandi, al giorno e non richiede che due fanciulli, uno per posare la terra nelle forme, e l'altro

per prendere dal lato opposto le tegole finite. Le quali si presentano all'operaio per essere da questo ricevute su di una assicella su cui vengono a cadere naturalmente in virtù del movimento rotatorio della macchina. Una tela continua su cui ogni tegola colla relativa tavoletta viene ad essere posata, trasporta questi prodotti in altro ambiente, nel quale sono raccolti sopra scaffali per essiccare.

Uno strettoio simile in tutto a quello della fig. 10 funzionava l'anno passato alla Esposizione di Torino nella Galleria del lavoro. La fabbrica di laterizi di Arnaud e Comp., a S. Henri presso Marsiglia, impiega cinque di tali strettoi e con essi ottiene prodotti di molto pregio. Pochi cenni bastano a comprenderne il meccanismo.

Come si vede dalla figura 10, due puleggie, una folle e l'altra fissa, ricevono il movimento dall'albero di trasmissione della fabbrica. Per mezzo di un rocchetto calettato sull'albero stesso di queste puleggie è fatta girare una ruota a denti di legno fissa ad un asse a gomito, il cui perno di mezzo gira in un cuscinetto di bronzo obbligato da un corsoio ad un movimento rettilineo alternativo in senso verticale. E così viene alzata ed abbassata l'asta verticale che porta la matrice o stampo superiore.

Questo movimento dello stampo superiore è combinato con quello rotatorio del tamburo che porta le cinque forme per modo che una di queste rimane nella posizione orizzontale ed in riposo mentre la matrice superiore viene a comprimere l'argilla per formare la tegola.

Il movimento periodico del tamburo è ottenuto per mezzo di una biella articolata ad un bottone di manovella fisso ad una delle razze della ruota dentata. La biella comanda un arpino a dente che risalendo ingrana in uno dei cinque intagli di un piccolo disco calettato sullo stesso albero del tamburo che porta i cinque stampi, e fa dare a questo un quinto di giro; nel moto di discesa l'arpino scorre sul tamburo e lo lascia in riposo.

Un altro disco che trovasi pure sullo stesso albero del tamburo ha cinque fori e ad ogni quinta parte di giro riceve un punteruolo spinto da un'asta verticale che riceve il movimento da un eccentrico calettato sull'asse a gomito. Questo punteruolo entrando in ciascun foro mantiene solidamente il tamburo nella posizione precisa che deve occupare perchè lo stampo superiore e la matrice inferiore corrispondano esattamente per la modellatura dell'argilla.

La piastra che porta lo stampo superiore è raccomandata all'asse verticale per mezzo di un manicotto unito all'asta da una chiavarda e di due chiavette che attraversano la piastra ed il manicotto. Così la posizione esatta dello stampo viene ad essere molto facilmente regolata per mezzo di tali due chiavette.

14. — Abbiamo da principio parlato dei mattoni fatti con argilla compatta, i quali riescono ben profilati e lisci, e sono particolarmente addatti alla decorazione esterna delle case. Vediamo ancora la fabbricazione dei mattoni con argilla spappolata, che è preferibile quando si tratta di costruzioni comuni e che è molto in uso nei dintorni di Parigi. Il mattone pieno fabbricato coll'argilla spappolata è più leggero di quello fatto coll'argilla compatta; può venir tagliato con facilità; presenta generalmente una struttura più uniforme ed una maggiore resistenza agli agenti atmosferici.

Con ciò non si vuole punto condannare l'uso di fabbricare mattoni con argilla compatta mentre vi sono fabbriche che danno prodotti lodevolissimi, tanto per bellezza, che per bontà.

La fig. 11 rappresenta la macchina da tirare i mattoni di argilla spappolata tanto pieni che vuoti, e differisce da quella della fig. 8 per l'aggiunta di due cilindri posti superiormente alla cassa, i quali servono a comprimere l'argilla e spingerla nella cassa sottostante dove viene impastata e poi spinta da un'elica ad attraversare la matrice.

Se le argille contengono molte materie estranee come nuclei calcari o quarzosi, è indispensabile una cilindratura molto energica, e bisogna passarle prima ai cilindri speciali, e poi al rimescolatore nel modo che abbiamo descritto, e finalmente alla macchina che descriviamo. Ma se l'argilla è omogenea e senza corpi estranei, la si getta subito fra i ci-

lindri di quest'ultima e si ottengono, ad un prezzo molto ridotto, dei mattoni eccellenti.

La casa Pinette costruisce le macchine di questo tipo con due dimensioni. La più grande è capace d'una produzione al giorno di 15 a 18 mila mattoni pieni richiedendo la forza motrice di circa otto cavalli-vapore; la più piccola produce circa 8 mila mattoni al giorno e richiede una forza di cinque cavalli. Evidentemente la quantità di produzione dipende assai dalla natura delle argille.

I prodotti ottenuti con queste macchine ad una elice sola sono preferibili a quelli che si ottengono dalle macchine a due elici. L'argilla esce molto più uniforme ed i prodotti riescono ugualmente compressi in tutte le loro parti. Con due elici, la spinta non è la stessa dappertutto, e certe parti riescono di troppo compresse, ed altre troppo poco, e ne derivano delle ineguaglianze nel ritiro dell'argilla per cui spesso i prodotti si fendono in due.

Sebbene la macchina di piccolo modello possa convenevolmente servire anche per le più piccole fabbriche, pure è anche adoperata una macchina simile, ma funzionante a mano la quale trova il suo posto in quasi tutte le fabbriche, per la grande facilità colla quale può essere trasportata da un punto all'altro.

La fig. 12 fa vedere che tale macchina consta di una cassa rettangolare con coperchio mobile, e che da un'estremità di questa cassa penetra uno stantuffo comandato da una dentiera, mentre che dalla parte opposta vi ha una matrice attraverso cui è obbligata a passare l'argilla.

Il coperchio a cerniera si alza per riempiere di argilla la cassa, e quando essa è piena, si ribatte a più riprese il coperchio su di essa per comprimervi bene l'argilla e lo si ferma con appositi uncini. Allora un operaio girando una manovella fa avanzare lo stantuffo, il quale costringe l'argilla ad uscire dalla trafila.

Un tavolato costituito da una serie di rulli riceve le liste di argilla modellata, ed un telaietto armato di fili di acciaio serve a dividerle in mattoni.

Questa macchina è posta su quattro ruote, per cui la si può condurre in quel luogo ove i mattoni devono essere posti ad essiccare, ed evitare così le manipolazioni che deformano i materiali quando si devono trasportare ad una certa distanza. È bensì vero che si deve trasportare l'argilla, ma ciò si può fare assai rapidamente e senza alcuna precauzione. Notisi poi che un uomo solo basta a far funzionare l'apparecchio e si richiede solo un aiuto per tagliare e togliere i prodotti. La produzione è di circa 4000 mattoni pieni in dieci ore di lavoro; ed al pari delle precedenti macchine, questa di cui parliamo serve anche a preparare mattoni vuoti, tubi e simili.

15. — Uscendo dalle due macchine ora descritte, i mattoni molli, tagliati dai fili di acciaio, non sono di una regolarità perfetta; ciò non di meno si pongono a seccare tali quali, e vengono senz'altro cotti ed impiegati nelle costruzioni. Ma se vuolsi ottenere maggiore regolarità, e se occorrono spigoli vivi e dimensioni precise, si passano le formelle così ottenute alla macchina indicata nella fig. 13, la quale modella perfettamente il mattone. Il suo funzionamento esige una trasmissione, ma con una forza motrice insignificante amministra circa 10 mila mattoni finiti al giorno.

Un operaio prende le formelle, le dispone sul tavolato della modellatrice e modellati che sono, un fanciullo toglie i mattoni e li colloca su di una tavoletta o su di un carrello per condurli all'essiccatoio.

Le formelle sono posate sull'estremità di una tavoletta che si trova davanti alla forma. Questa tavoletta è ricondotta indietro per mezzo del movimento di un bocciuolo allo scopo di presentare il mattone da modellare proprio in faccia dello stampo. In questo istante, in virtù di un eccentrico, uno stampo comprime il mattone nella matrice, quando è compresso, lo stampo retrocede, ed il mattone è fatto uscire dalla matrice per mezzo del fondo della matrice che si avvanza.

Mentre un mattone viene compresso nella forma, quello che fu modellato si avvanza della lunghezza della forma, ciò che permette di toglierlo mentre si comprime il successivo e così di seguito.

PARTE III. — Fabbricazione dei tubi.

16. — Le applicazioni così numerose e svariate dei tubi di terra cotta per le abitazioni avendo preso in questi ultimi anni un rapido sviluppo, l'industria ceramica si è posta naturalmente in condizione da rispondere alle domande dei costruttori.

Buona parte di questi risultati vuol essere attribuita alla macchina speciale che più sotto descriveremo, la quale permette di ottenere rapidamente le molteplici varietà di tubi, rotondi, rettangolari, grandi e piccoli, non meno che i tubi con giunti a bicchiere, e tutto ciò con una semplice operazione e senza che occorran operai speciali.

Tale macchina potendo funzionare tanto a braccia d'uomo quanto per mezzo di un motore, può essere adoperata anche in quelle fabbriche che non hanno forza motrice, e produrre non di meno circa 600 tubi al giorno.

Disponendo dell'occorrente forza motrice, la produzione è maggiore, ed in questo caso un solo operaio basta a servirla, poichè una volta che è riempita la cassa di argilla, non vi è che da stare davanti alla macchina a ricevere i prodotti, bastando servirsi di una leva per mettere in azione o fermare il congegno.

La casa Pinette costruisce questa macchina colla cassa o cilindrica o rettangolare; quella a cassa cilindrica è rappresentata nella fig. 14 e conviene soprattutto per tubi di sezione circolare aventi sino a 35 centimetri di diametro interno. Serve però anche per tubi di sezione rettangolare. La macchina a cassa rettangolare serve principalmente per tubi di sezione quadrata o rettangolare per canali d'acqua, e pezzi speciali per torricelle da camino, ecc.

Queste macchine presentano diversi particolari vantaggi e principalmente quello di poter sostenere il pezzo della forma che serve a formare la parte cava dei prodotti col mezzo di una grande chiavarda centrale, mentre ve ne sono di altre fabbriche in cui il nucleo centrale della trafila è raccomandato ad una traversa che obbliga l'argilla a dividersi in due parti, dopo di che l'argilla non ha più tempo di ricongiungersi ed amalgamarsi, ed i tubi presentano alcuni punti in cui l'argilla è meno compatta, per cui essiccando o cuocendo si ritira inegualmente e ne derivano delle spaccature.

La fig. 14 dà una sufficiente idea del modo di funzionare di questa macchina. Dalla parte posteriore vi ha uno sportello che si toglie per riempire d'argilla la cassa; in seguito si chiude fortemente. L'operaio ottiene la discesa dello stantuffo girando una manovella, essendochè la macchina rappresentata è di quelle che funzionano a braccia d'uomo. L'argilla è spinta nella cassa e obbligata a sfuggire dalla trafila.

Un piattello sottostante riceve il prodotto ed è equilibrato per modo che la sola pressione dell'argilla superiormente esercitata riesca a farlo lentamente discendere. Quando il tubo ha la lunghezza voluta, l'operaio col mezzo di una piccola manovella fa manovrare il porta-fili di acciaio ed il tubo viene tagliato. Anche quando le macchine funzionano col motore, i prodotti possono essere di una maggiore o minore lunghezza, perchè il porta-fili tagliatore è disposto in modo da poter sempre tagliare regolarmente e della lunghezza voluta i tubi.

17. — Nel porre termine a questi brevi cenni sulla fabbricazione meccanica dei laterizi, non sarà mai abbastanza raccomandato lo studio preliminare ed esperimentale che deve farsi della natura delle terre di cui si dispone perchè l'argilla venga introdotta in queste macchine col grado d'impasto e di umidità rigorosamente voluto, a seconda della loro natura, perchè le macchine possano funzionare a dovere e dare prodotti ottimi per ogni riguardo. E così pure non possono essere dimenticati gli accessori che in una fabbrica di laterizi bene organizzata, limitano al puro necessario il lavoro manuale. Vi sono in primo luogo le tele continue le quali hanno una parte molto importante nella manipolazione dei prodotti; infatti queste tele servono a condurre le argille dai depositi ai cilindri, e dai cilindri le argille cadono su di un'altra tela che le conduce al rimescolatore. Noi le troviamo ancora presso le macchine dalle quali si hanno le formelle per condurre queste formelle l'una dopo l'altra agli stampi; ed una volta i late-

rizi modellati, sono ancora le tele continue che li conducono agli essiccatoi.

Quando si deve infornaciare, la mano d'opera è del pari considerevolmente economizzata per mezzo di discendi-tegole appositi, in altri casi vi sono dei monta-carichi, i quali prendono direttamente i prodotti per accatastarli ai diversi piani.

Infine non faremo neppure menzione di tanti apparecchi accessori, mescolatori a olio, tavole per ingrassare, per togliere le sbavature, torni per modellare, ecc., ecc., e così pure dei diversi sistemi di tagliatori, di matrici, di trafilè, ecc. varianti, per così dire, all'infinito, secondo il desiderio dei fabbricanti di prodotti ceramici.

Era solo nostro scopo di accennare alle macchine maggiormente adoperate e conosciute, e crediamo che quanto abbiamo esposto basterà per fare apprezzare altamente il progresso che in questi ultimi anni si è raggiunto nella costruzione meccanica dei laterizi.

V. BELTRANDI.

IGIENE PUBBLICA

Sui microrganismi delle acque potabili: loro vita nelle acque carboniche.

Le analisi delle acque potabili sino a questi ultimi tempi sono state esclusiva competenza dei chimici. È stata conosciuta nelle acque l'esistenza di organismi viventi, piccolissimi, microscopici; però la mancanza di metodi adatti ha costretto sempre gli analisti o a non occuparsene affatto o ad occuparsene in un modo del tutto sommario, per finire col coinvolgerli nel dosamento delle sostanze organiche.

L'esistenza però in natura di microrganismi patogeni, riconosciuta, confermata e già passata nel dominio della scienza, e la probabilità che qualcuno di essi possa, come gli altri, trovarsi nelle acque, lasciano prevedere quanta parte del suo terreno debba la chimica, in siffatte ricerche, cedere alla bacterologia tosto che questa novella scienza raggiungerà il suo completo sviluppo. Ed infatti non è appena, per gli ingegnosi metodi di coltura di Roberto Koch, trovata una buona via per siffatte investigazioni che dappertutto si cerca di coronare le analisi chimiche delle acque con quelle bacterologiche.

Molti sperimentatori, che, con i recenti metodi di Koch, si sono occupati dei microrganismi delle acque potabili, si sono limitati ad apprezzare sommariamente il valore di un'acqua dal numero dei microrganismi contenutivi capaci di produrre delle colonie sulla gelatina. Si crede inoltre che i batteri provenienti dalle materie animali in putrefazione producano delle colonie che liquefanno la gelatina (1); dal numero di queste colonie si crede quindi potersi dare un giudizio sulla maggiore o minore corruzione di un'acqua.

La maggior parte di questi sperimentatori però pare che, in queste ricerche non sieno stati guidati da un esatto concetto sulla natura di questi esseri. Ed invero, quando la maggior parte di questi sperimentatori, in siffatte ricerche, non hanno tenuto conto del tempo trascorso dal momento in cui l'acqua fu attinta a quello in cui essa venne sperimentata, quando questi sperimentatori hanno, senz'altro, attribuito ad un'acqua le migliaia e migliaia di microrganismi per centimetro cubo, ad un'altra acqua che, dalla sua sorgente sino al punto dove venne sperimentata ebbe bisogno di due o tre giorni di cammino, è da supporre che questi sperimentatori non abbiano nemmeno tenuto conto della possibilità che la più pura acqua potabile avesse potuto essere un buon mezzo di coltura dei microrganismi. E quale valore invero si debba attribuire a queste ricerche lo vedremo da quanto sarà esposto in appresso.

Le mie ricerche sono state condotte coi metodi di coltura sulla gelatina. La gelatina impiegata per ogni coltura era 10 centimetri cubici (2). Le culture venivano fatte su lastre di vetro, in ognuna delle quali la gelatina occupava una superficie di mq. 0,08. L'acqua in esame veniva adoperata nelle proporzioni da 0,1 a 0,5 cent. cub.;

(1) *Appréciation de la valeur des eaux potables à l'aide de la culture dans la gélatine*, par M. le Dr A. PROUST. (Memoria letta all'Accademia di Medicina di Parigi nella seduta del 31 ottobre 1884). *Revue d'Hygiène*, 1884, p. 914.

(2) Le proporzioni delle sostanze impiegate nella preparazione di questa gelatina furono le seguenti:

Acqua	100	parti
Gelatina	10	»
Peptone	0,5	»
Estratto di carne	0,5	»
Fosfato sodico	0,5	»
Carbonato sodico sino a reazione leggermente alcalina.		

quando la quantità dei microrganismi era così grande da non permetterne l'esatta enumerazione, l'acqua veniva diluita con acqua distillata e sterilizzata. La quantità adoperata di questo miscuglio era anche da 0,1 a 0,5 cent. cub. Essa era misurata per mezzo di una pipetta, di piccolo calibro, graduata in decimi di centimetro cubo. Le preparazioni delle culture erano fatte ad una temperatura inferiore ai 30°. La gelatina, la pipetta, le lastre, i tubi, tutto quello insomma che veniva in contatto con la coltura o vi aveva relazione era, prima di adoperarsi, convenientemente sterilizzato, col calore o con soluzione di sublimato (1).

Per l'enumerazione delle colonie la coltura, adagiata su di un fondo nero, veniva coperta da una lastra di vetro divisa in centimetri quadrati e le colonie erano enumerate con l'aiuto di una forte lente d'ingrandimento e, quando occorreva, con l'aiuto del microscopio. Operando in questo modo era difficile che sfuggissero le piccole colonie e che, dall'altro lato, la stessa colonia fosse enumerata più volte (2).

Un apprezzamento delle acque potabili, secondo i criteri precedentemente accennati, dipendendo dal numero delle colonie in genere, o delle colonie che liquefanno la gelatina in specie, si fu prima mia intenzione di ricercare se un'acqua potabile anche la più pura, sia tale un mezzo nutritivo dei microrganismi da rendere variabile e quindi erroneo un siffatto apprezzamento, quando le ricerche non siano rigorosamente eseguite secondo le avvertenze opportune.

A tale scopo furono sperimentate acque di diverse sorgenti; i risultati conducono alla medesima conclusione. Io esporrò solamente quelli forniti dall'acqua, della quale è stata recentemente fornita la città di Monaco, dell'acqua *Maugfall*.

Quest'acqua può essere considerata come tipo delle acque potabili purissime. Essa non contiene tracce di nitriti, nitrati e sali ammoniacali; lascia, per litro, un residuo di 284 milligr. e le *sostanze organiche* contenute in un litro d'acqua possono essere ossidate da *soltanto 0,99 milligr. di ossigeno*. Quest'acqua veniva attinta ad un rubinetto connesso con un tubo nel quale l'acqua, proveniente direttamente dal grande *Reservoir*, scorreva continuamente. Il rubinetto era sterilizzato pel calore della fiamma di una lampada Bunsen. I recipienti erano stati lavati con acido solforico concentrato, acqua distillata ed indi sterilizzati, a 150° per un'ora. Questi recipienti riempiti a due terzi e chiusi con turaccioli di bambagia, anch'essa sterilizzata, erano lasciati in riposo in un ambiente la cui temperatura oscillava tra i 14° ed i 18°.

Per essere breve io taccio le ricerche dettagliate e passo direttamente all'esposizione dei risultati; mi basti solo avvertire che le cifre che io darò dovranno essere considerate come le medie di cifre fornite da parecchie culture. — Ecco i risultati:

L'acqua *Maugfall* arriva in Monaco con 5 microrganismi per cent. cubo.

Dopo 24 ore, lasciata nelle condizioni dette precedentemente, il numero dei microrganismi è salito al disopra del centinaio.

Dopo due giorni ha raggiunto la cifra di 10500.

Dopo tre giorni quella di 67000.

Dopo quattro giorni quella di 315000.

Al quinto giorno siamo al disopra del mezzo milione di colonie per centimetro cubo!

Un sì rapido e considerevole accrescimento dei microrganismi nelle acque io trovo rilevato solamente in una recentissima pubblicazione del dott. Kramer, professore all'Università di Zurigo. Il prof. Kramer nella sua relazione sulle acque della città di Zurigo (3) dimostra che, *col riposo*, i microrganismi contenuti in quelle acque si accrescono rapidamente.

E da osservare però che l'azione del riposo non ha alcuna influenza sull'accrescimento dei microrganismi.

Le esperienze che seguono dimostrano che i microrganismi nelle acque in movimento si moltiplicano con la stessa rapidità e nelle stesse proporzioni di quando queste acque si trovano in riposo.

Per queste esperienze vennero impiegati dei tubi di vetro della lunghezza di 60 e del diametro di 4 centimetri; essi furono lavati con acido solforico concentrato, acqua distillata ed indi sterilizzati a 100° per un'ora (in un ambiente di vapore d'acqua).

(1) E precisamente: i tubi contenenti la gelatina erano sterilizzati a 100° per un'ora (in un ambiente di vapore d'acqua): la pipetta, le lastre, le pinze e le spatole per distendere la gelatina nelle lastre alla temperatura di 150° per un'ora (in una stufa ad aria); i piani di separazione delle culture e le pareti che racchiudevano lo spazio dove erano contenute le culture, con una soluzione di sublimato all'uno per mille e finalmente la lastra ed il coperchio che servivano di refrigerante durante la preparazione delle singole culture, con sublimato ed indi lavaggi con alcool ed etere (quest'ultimo infine si faceva convenientemente evaporare).

(2) Quando le colonie erano in un gran numero, enumeravo soltanto le colonie contenute in alcuni piccoli quadrati e la media veniva moltiplicata per la superficie occupata dalla gelatina.

(3) *Die Wasserversorgung von Zürich. Berichte der «Erweiterten Wasserkommission» an den Stadtrath von Zürich*. Typ. Orell Füssli e C., 1885.

Questi tubi chiusi alla lampada, dopo essere stati riempiti a metà dell'istessa acqua *Maugfall*, furono disposti perpendicolarmente all'asse di una ruota ed in modo che l'asse veniva intersecata dalla parte media dei tubi. La ruota fu messa in movimento continuo da una corrente d'acqua.

Così disposta l'esperienza, ho fatto, per sei giorni, di quando in quando delle ricerche « sulla quantità dei microrganismi contenuti nell'acqua. » Mi risparmiò anche qui di scrivere questi risultati particolareggiati, giacché non dovrei che ripetere, presso a poco, le stesse cifre che si trovano precedentemente, essendo che la variazione della quantità dei microrganismi di quest'acqua in movimento seguì le stesse fasi di quella della stessa acqua in riposo. In entrambi i casi il numero dei microrganismi raggiunge al quinto giorno un massimo per indi decrescere.

Continuando le ricerche io ho trovato che dopo 10 giorni il numero dei microrganismi era disceso a 300000, dopo un mese a 120000 (1), e finalmente dopo sei mesi non vi trovai più di 95 colonie per centimetro cubo (2).

Per apprezzare adunque secondo questo metodo e con gli accennati criteri l'inquinamento od in generale il grado di corruzione di un'acqua, le ricerche dovranno essere iniziate immediatamente dopo la raccolta delle acque. In questo apprezzamento si deve inoltre tener conto dello aumento dei microrganismi durante il corso delle acque, acciocché uno straordinario numero di microrganismi possa debitamente attribuirsi o ad una naturale aumentazione o ad un eventuale inquinamento.

In relazione ai 5 microrganismi per centimetro cubo contenuti, nel momento del suo arrivo a Monaco, dall'acqua *Maugfall*, la quale, dalla sua sorgente a Monaco impiega circa 24 ore, è da osservare che può darsi anche il caso che il numero dei microrganismi non si sia punto alterato durante il corso delle acque; va osservato infatti che l'acqua *Maugfall* arriva a Monaco sotto una pressione da 5 o 6 atmosfere ed è da ammettere con molta probabilità, che la vitalità dei microrganismi venga rallentata sotto questa pressione. Il dott. Karl Lehmann ha dimostrato sperimentalmente che una tale influenza viene esercitata da una forte pressione di ossigeno su molti organismi inferiori (3). Il prof. Maggi dell'Università di Pavia, ha trovato che le acque del Lago Maggiore ad una profondità superiore ai 60 metri non contengono più batteri.

Risultando dal rapido accrescimento dei microrganismi la rapida alterazione delle condizioni igieniche di un'acqua, di non lieve interesse mi sono sembrate le ricerche sul comportamento dei microrganismi nelle acque carboniche, le quali ordinariamente vengono bevute dopo un periodo di tempo più o meno lungo dalla loro preparazione. Per queste ricerche furono preparate delle ordinarie bottiglie di acqua carbonica (acido carbonico sciolto in acqua sotto pressione) e nello stesso tempo furono presi, per le ricerche di confronto, dei campioni dell'acqua potabile che servì alla loro preparazione (4).

Si ebbe cura di adoperare bottiglie e turaccioli sterilizzati. Quanto all'apparecchio dell'acqua carbonica, il serbatoio dell'acqua era stato riempito pochi momenti prima di preparare i nostri campioni; del resto, tanto delle acque carboniche che di quelle non carboniche, non appena preparate, furono fatte le culture per fissare le condizioni nelle quali erano iniziate le esperienze. Da queste culture risultò che: l'acqua carbonica conteneva 186 microrganismi per centim. cubo l'acqua non carbonica » 115 » » »

In seguito, nelle due acque si fecero delle contemporanee ricerche, ad ogni intervallo di 5 giorni, per il periodo di 15 giorni.

In queste ricerche fu constatato che, mentre il numero dei microrganismi nelle acque non carboniche era salito, dopo 5, 10, 15 giorni, alle centinaia di migliaia per cent. cubo, il numero dei microrganismi nelle acque carboniche non si era aumentato: esso invece diminuiva. Dopo 5 giorni la quantità dei microrganismi da 186 per cent. cubo era discesa ad 87, dopo 10 giorni a 30, dopo 15 giorni a 20 (5).

(1) Le cifre rappresentanti il numero dei batteri per cent. cubo contenuti nell'acqua dopo 10 giorni e dopo un mese sono molto approssimative, dappoiché in queste culture si trovano delle colonie così poco sviluppate da essere affatto innumerabili.

(2) Debbo quest'acqua alla cortesia dell'egregio dott. Reuk, privato docente ed assistente nell'Istituto d'igiene della R. Università di Monaco. Essa era stata verso i primi di febbraio 1885 da lui attinta e sperimentata. Nel corso delle mie ricerche (agosto) quest'acqua si trovava conservata in condizioni da essere ancora sperimentata.

(3) *Ueber den Einfluss des comprimierten Sauerstoff auf die Lebensprozesse*, ecc. (Inaugural Dissertation, Zurich).

(4) L'acqua impiegata questa volta fu la *Bruntaler* della quale è fornita la farmacia Reale (*Hof. Apoteke*) di Monaco; alla farmacia è aggregata una fabbrica di acque carboniche ed in questa fabbrica fu preparato il nostro materiale.

(5) La diminuzione dei microrganismi nelle acque carboniche sarà argomento di mie nuove ricerche; i risultati ottenuti, giacché non furono preparati un numero sufficiente di campioni per la continuazione delle ricerche, non mi permettono, per ora, di poter affermare la completa sparizione dei microrganismi dalle acque carboniche.

Il non aumentarsi dei microrganismi delle nostre acque carboniche può essere effetto di una delle seguenti cause: 1° azione dell'acido carbonico; 2° azione della pressione; 3° azione simultanea dell'acido carbonico e della pressione; 4° mancanza di ossigeno (1).

Possiamo mettere da parte la pressione. Ed invero ammesso che ad impedire lo sviluppo dei microrganismi essa sia sufficiente, nel nostro caso non è necessaria. Nelle ricerche su tre qualità di acque carboniche minerali *Giessel*, *Selters*, *Apollinaris*, che erano sotto debolissima pressione, trovai sempre un numero sparuto di microrganismi che andava a decrescere. Ma la prova decisiva per escludere la necessità della pressione l'ebbi nelle ricerche fatte sull'acqua carbonica che io preparai in laboratorio a pressione ordinaria.

Nell'acqua *Maugfall* contenuta in boccie sterilizzate si fece gorgogliare per una mezz'ora, avendo cura di agitare di quando in quando. una corrente di acido carbonico, che sviluppavasi da un apparecchio, per l'azione dell'acido cloridrico sul marmo. L'acido carbonico prima di giungere nell'acqua in esame si faceva gorgogliare in due boccie contenenti soluzioni di carbonato sodico per trattenere le tracce del gas cloridrico che avrebbero potuto essere trasportate dalla corrente carbonica. Così preparata l'acqua carbonica, le bocce furono ermeticamente chiuse con turaccioli smerigliati, assicurati da uno strato di paraffina.

Lasciata l'acqua in queste condizioni risultò, dalle ricerche fatte nel periodo di 15 giorni, che anche in essa la quantità dei microrganismi non solo non aumentava, ma anche diminuiva. Dopo 15 giorni l'acqua conteneva soltanto 2 microrganismi per centimetro cubo.

Esclusa la pressione ci resta soltanto, come causa che impedisce l'aumento dei microrganismi, o l'azione dell'acido carbonico o la mancanza dell'ossigeno.

Ma possiamo escludere anche l'ossigeno.

Nell'istessa acqua *Maugfall* contenuta in bocce sterilizzate si fece gorgogliare per un'ora una corrente d'idrogeno avendo cura di agitare. L'idrogeno che sviluppavasi per azione dell'acido solforico sullo zinco era convenientemente purificato dalle tracce di acidi per mezzo di una soluzione di potassa caustica. Le bocce così preparate furono ermeticamente chiuse, ed in seguito l'acqua fu di giorno in giorno sperimentata.

Or bene, i microrganismi in quest'acqua, la quale rispetto all'ossigeno si trovava nelle stesse condizioni dell'acqua carbonica preparata a pressione ordinaria, si accrebbero rapidamente ed analogamente ai microrganismi dell'acqua che si trova in libero contatto con l'aria atmosferica.

Questi risultati non lasciano alcun dubbio che l'acido carbonico sia da sé solo un elemento nocivo alla vita dei microrganismi delle acque potabili.

Queste ricerche sono state fatte nell'Istituto d'Igiene della R. Università di Monaco. E qui io sento il dovere, e son lieto di poter cogliere l'occasione, di pubblicamente ringraziare l'illustre igienista monacense, prof. Max von Pettenkofer, il quale, durante la mia dimora in Germania, accoltomi nel suo laboratorio, mi fu sempre largo di suggerimenti, di mezzi e della sua direzione.

(R. Acc. dei Lincei).

Dott. T. LEONE.

(1) Sebbene nella preparazione delle acque carboniche, l'ossigeno (che si trova in soluzione nell'acqua potabile) non venga scacciato, pure trovandosi esso in condizioni speciali, potrebbe essere non atto alla vita dei microrganismi.

NECROLOGIA

L'architetto T. L. Donaldson

n. nel 1795 — † nel 1885

L'Inghilterra ha perduto il nestore de' suoi architetti, Tomaso Leverton Donaldson, morto il 1° agosto u. s. nella età di 90 anni.

È oramai trascorso mezzo secolo dacchè, per sua iniziativa, si fondava l'« Istituto degli Architetti Britannici » il quale ebbe tanta parte nel movimento generale in favore delle arti destatosi in Inghilterra; circa a quell'epoca il Donaldson era stato chiamato alla cattedra di architettura, allora istituita nell'Università di Londra.

Lasciò, tra i suoi studi, pregievollissimi lavori, quali sarebbero un'opera su Pompei e una collezione di frammenti tratti dai più celebri monumenti dell'antica Grecia e d'Italia.

Ma il suo apostolato più efficace venne esercitato con lavori eseguiti che consacrano il suo nome immortale, tra i quali basterà ricordare la Borsa di Londra, il Tempio della Vittoria, il monumento del Principe Alberto.

Fu sempre operosissimo e molto affabile con tutti fino agli ultimi anni di sua secolare esistenza; quasi tutte le accademie del mondo gli conferirono le più alte distinzioni accademiche e lascia in Inghilterra amici, ammiratori e discepoli che si faranno un vero culto della sua memoria.

C. C.