

L'INGEGNERIA CIVILE

B

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.

COSTRUZIONI MARITTIME

CONSIDERAZIONI E NOTE

RIGUARDANTI

GLI EFFETTI DOVUTI ALL'AZIONE DEL MARE

sul litorale di Chiaia (Napoli)

IN RAPPORTO

ALLE OPERE DELLA NUOVA RIVIERA

Veggansi le Tavole VI e VII

NOTA II.

SULLA POSSIBILITÀ CHE SI RIPRODUCA LA SPIAGGIA A CHIAIA.

1. — *Esame generico.* — È un quesito generalmente fatto: — se sarà per formarsi la spiaggia lungo il fronte del muro di riva, e nell'affermativa, con quale rapidità.

Abbiamo detto innanzi che la protrazione della antica spiaggia era in massima parte sollecitata da una causa accidentale ed artificiale, quale i gettiti terrosi della città in uno o più punti del lido: che secondariamente v'influivano le alluvioni degli scarichi torbidi delle piovane; e forse più larga parte che non si creda era dovuta ai detriti dei prodotti del mare, o a quelli che possono provenire dai prossimi ed opposti lidi soggetti ad erosioni (1).

Attualmente però, lungo il lido di Chiaia, il primo fattore manca, e sarebbe cosa riprovevole, dal punto di vista igienico, se venisse riprodotto: — il secondo è anche diminuito dalla parziale sistemazione data alle terre in pendio della collina, col fine di diminuirvi i corrodimenti ed impedire il trasporto delle torbide: — il terzo fattore invece, che tuttavia sussiste, è quello delle alluvioni marittime, che venendo dal moto ondoso sconvolte ed elevate dal fondo del mare, sono poi rigettate verso il lido e possono accumularvisi.

Che le onde possano escavare in acque profonde da 2 a 3 metri, e che i cavalloni trasportino i detriti per moto corrente verso il lido, sono fatti accertati; ma nelle condizioni attuali manca l'addentellato della spiaggia per soffermare le arene ed al tempo stesso, poichè il muro in parte frange i flutti ed in parte li respinge, si forma un movimento di *risacca* retrograda, che allontana di nuovo le torbide, ed è capace di rimuoverle se momentaneamente si soffermino presso il muro.

Conferma l'azione escavatrice della risacca, aumentata anche dalla massa dei flutti che prima si elevano urtando contro il muro e poi ricadono, il fatto dell'incassarsi progressivo della scogliera di difesa al muro nel fondo arenoso, per cui quella si abbassa di anno in anno.

Cosicchè, mentre da una parte manca al mare la materia da trasportare al lido, dall'altra, quella che nei tempi fortunosi può essere tolta al fondo del mare e menata dai flutti verso il muro, è dal moto stesso del mare allontanata di poi al largo.

(1) Vedi nota precedente, pag. 59.

Dippiù, siccome la profondità delle acque supera in generale i tre metri, massimamente verso Mergellina, così neanche la escavazione per parte del moto ondoso può sempre e dovunque verificarsi.

In poche parole adunque ed in massima può dirsi: — che la formazione della spiaggia è impedita, o almeno ritardata, dal *fondale del paraggio* e dalla potenza dei marosi, quando questi sono animati dai venti di traversia, che rispetto al lido sono quelli di mezzogiorno.

2. — *Fatti speciali.* — Interessa a proposito qui riferire un fenomeno importante, che a prima vista potrebbe contraddire a quanto or ora è stato esposto.

Nell'estate dell'anno 1877, lungo il tratto rettilineo del muro di sponda dirimpetto all'Acquario, si rese evidente un accumulamento di sabbia (indicato con le lettere A A' nella planimetria, fig. 2, tav. VI), che covri la scogliera e si rialzò fuori acqua a forma di ventaglio, per la lunghezza di oltre metri 100; cosicchè potette ivi impiantarsi a circa m. 10 dal muro uno stabilimento di bagni sul sistema comune, ove i bagnanti avevano piede sul fondo arenoso.

Se ne inferiva già la riproduzione della spiaggia: ma quell'insabbiamento sparì nell'invernata posteriore, tanto che nella primavera del 1879 i fondali si trovarono aumentati anche rispetto a quelli anteriori, giungendo a m. 3 alla distanza di 6 metri dal muro, cioè al piede della scogliera, ed aumentava verso il largo, dando al fondo l'inclinazione dell'uno per cento. Il descritto insabbiamento non si è finora ripetuto!...

Dopo la stessa invernata 1878-79 fu osservato, tra la terrazza-calata ed il frangionde che la difende, che la profondità delle acque, ove era di soli m. 3, trovavasi aver raggiunta quella di m. 5, nonostante che una gettata di scogli sommersa fosse stata fatta a traverso nel mezzo, col fine di impedire l'incanalamento dei flutti obliqui: — la gettata stessa ha seguito l'abbassamento del fondo.

In presenza di tali avvenimenti, per impiantarsi uno stabilimento balneare nelle vicinanze del giardino pubblico, una società ottenne dal Municipio la concessione e costruì, con rilevante spesa, un *alto-fondo* artificiale formato da un rettangolo *a b c d* (v. planimetria, fig. 2, tav. VI), come una cassa, costituita da grossi massi artificiali di calcestruzzo; nella quale ad ogni stagione estiva si rifornisce, mediante trasporto con barche, grande quantità di sabbie marine per ripianarvi il fondo. I marosi invernali escavano quella colmata, una parte delle sabbie va dispersa, e l'altra parte è gettata verso il muro. Così ora esiste un insabbiamento a piè del muro che si estende verso occidente come il principio di una spiaggia, mentre la profondità è mantenuta ad oriente della vasca suddetta. Ma coi primi marosi autunnali è già diminuito, e forse non vedrà la primavera, se i venti dominanti dell'inverno saranno di traversia sul luogo.

Riferiamo anche quest'altro fatto: — che per costituire una spiaggia utile e mettere a secco le barche pescherecce, si opinò costruire un molo all'estremo meridionale del seno di Mergellina; ma in tre anni non si ebbe alcuno insabbiamento.

mento, nonostante un piccolo cumulo di arene antichissimo che esisteva nel fondo del seno. Perciò si dovette procreare l'arenile artificialmente, difenderlo ad ostro ed a scirocco prolungando il molo con un frangionde, e da levante mediante gettata a guisa di pennello nella direzione dello scirocco ed in linea dell'estremo del frangionde.

Altro pennello fu anche aggiunto più a levante per contenere le arene condotte dalla foce cloacale quivi esistente; ma in quattro anni circa non si è formato alcuno insabbiamento o alterazione nei fondali, tanto da un lato che dall'altro. Ciò conferma l'azione escavatrice dei flutti animati dai venti di traversia, e la nessuna efficacia dei pennelli normali a procreare insabbiamenti, del che abbiamo discorso nella nota precedente.

I fatti adunque e le ragioni esposte dimostrano, che in massima non vi è probabilità di formazione di spiaggia, e tanto meno verso ponente, ove le acque sono più profonde che non lo sono verso levante. Solamente è uopo notare che, se in qualche maniera fossero fornite al lido delle materie che il mare non potesse disperdere del tutto, il progressivo innalzamento del lido, e quindi una zona di spiaggia, potrebbe palesarsi a levante della terrazza piuttosto che verso ponente; del che danno indizio i fenomeni e gli esempi succitati.

Da ultimo siamo portati a spiegare come accidentalmente potette formarsi lo insabbiamento A A' innanzi al tratto rettilineo del muro posto a rimpetto l'Acquario, e del come abbia potuto essere di leggieri sbarazzato.

Il primo effetto ha dovuto aver luogo per l'azione dei venti obliqui e per contrasto fra di loro; il secondo senz'altro per azione diretta della traversia. Infatti i marosi spinti da venti sciroccali, che non sono i più forti, correndo tangenzialmente al fianco del castello dell'Ovo, possono girare *maneggiandosi per costa* verso occidente: questo moto, se debole, si spegne naturalmente; se forte, può essere neutralizzato dal moto opposto del mare nel più profondo seno di Mergellina, o forse dalla corrente accidentale da ovest ad est, di cui abbiamo fatto parola nella Nota I, che, penetrando nel golfo e spinta dal vento, può giungere fino al più lontano lido.

Così le materie tenute in sospensione han potuto fermarsi là dove meno profondo è il mare, e permanervi fino a che flutti più forti, massime se di traversia, non le hanno sbarazzate, producendo l'escavazione che abbiamo ricordata.

NOTA III.

DELLA OPPORTUNITÀ E DELLA EFFICACIA DEL MURO A PROFILO CONCAVO.

1. — *Considerazioni generali.* — L'ingegnere colonnello Emy nel suo pregevole trattato: *Du mouvement des ondes, et des travaux hydrauliques maritimes*, fa dipendere dalla teoria sul movimento orbitario delle molecole componenti la massa liquida, tutti i fenomeni del moto ondoso; ed a proposito del profilo più conveniente ai rivestimenti dei muri marittimi esposti al mar libero, dopo aver esaminate diverse forme, le avarie e le catastrofi toccate a talune opere foranee, così prosegue:

« La théorie des flots de fond conduit à une forme de revêtement exempt de tous ces inconvénients, et qui permet de satisfaire en même temps aux conditions qui regardent la destination des ouvrages, et à la résistance qu'on doit opposer à la mer.

« Les flots de fond étant des masses d'eau qui roulent sur le fond de la mer, conduites par les ondulations, le meilleur moyen de détruire leur percussion c'est de leur

» présenter une surface qui les détourne à chaque instant de leur direction, tellement que, d'horizontale que cette direction est d'abord, elle soit peu à peu, et sans choc, » forcée de devenir verticale » (1).

Coerentemente, la fronte del muro dovrebbe sostituirsi alla spiaggia, offrendo ai flutti una superficie proporzionata alla loro espansione ed al loro impeto; sulla quale possano sfaldarsi senza urti e senza reazioni, spegnendosi altresì la forza impulsiva, specialmente se accresciuta da insistente vento. E per ciò lo scopo delle fronti a profilo curvo dovrebbe essere triplice: —

a) Di impedire lo sviluppo *dei flutti di fondo*, ai quali l'autore prelodato attribuisce la causa principale delle degradazioni nelle opere esposte al mare;

b) Di evitare che la massa delle acque, animata da propria energia, investendo il muro produca urti violenti; come avverrebbe su di una fronte verticale o poco inclinata a scarpa;

c) Di ottenere che i flutti ascendenti possano riversarsi al mare senza invadere la strada o la banchina che la diga sostiene o difende.

Nel fine di raggiungere tali requisiti, il muro deve essere soggetto ad un raccordo col fondo del mare, senza risalto; deve presentare una superficie abbastanza estesa, affinché i flutti, elevandosi su di essa, giungano alla cima senza energia; e finalmente deve la curvatura essere tale, in rapporto con l'altezza e con la massa delle onde, che possano i flutti ripiegarsi verso il mare. Ed è bene che neanche verso l'alto, ove possono giungere le acque, si facciano risalti o cornici, che certamente sarebbero degradati.

Lo stesso Emy ritiene inutile la ricerca della curva del profilo, essendo indifferente che fosse un arco di cerchio, un arco di ellisse, di cicloide o di spirale, o formata da più archi di cerchio; purchè la curvatura sia tangente al fondo del mare, o ad un piano inclinato che lo prolunghi.

Abbiamo ricordato in questa succinta e precisa maniera le proprietà alle quali deve corrispondere la forma delle fronti nelle dighe esposte ai marosi, per venirne al seguente esame comparativo.

2. — *Del tipo adottato dal Chiatamone a Chiaia.* — La configurazione e la struttura data al muro di riva, di sostegno al riempimento, sono già descritte innanzi: — le sezioni trasversali disegnate nella tav. VII, corrispondono a diversi punti del muro: — il tratto dove la strada è più elevata (m. 4.75 sul mare medio) è quello del Chiatamone; mentre alla Vittoria discende a m. 4.45 e va sempre decrescendo di altezza fino a m. 2.10 a Mergellina.

Nei tratti in cui il muro ha l'altezza da m. 4 in su, la sviluppata della sua superficie è sufficiente alla estinzione del flutto che si eleva su di essa, quando non sia animata da fortissimo e violento vento: — infatti, allorchè le onde sono di moderata forza, ma capaci di salire tutta l'altezza del muro, la forma di questo produce l'effetto desiderato, rovesciando i flutti stessi verso il mare, come indica la fig. 10.

Quando l'onda è di maggiore impeto, eccitata da forte vento, i flutti s'infrangono al *becco di civetta*, in parte ricadono, in parte scavalcano il parapetto, ovvero si elevano verticalmente al di sopra, e dal vento vengono riversati sulla strada in masse spumanti più o meno grosse, o in forma di folta brina, per cui l'acqua è portata a grande distanza (fig. 11).

Questi fenomeni sono più molesti dove il muro è meno alto, poichè l'onda grossa ed animata di molta energia non trova superficie sufficiente per sfaldarsi, e quindi giunge

(1) Capo VIII, opera già citata.

alla cima del muro violentemente, lo scavalca, apportando cimento e degradazioni al muro stesso, al parapetto ed alla strada.

Per attenuare tali effetti lungo il tratto occidentale ove la strada è bassa, è occorso alterare lo assieme del tipo, elevando la scogliera di difesa alquanto fuori acqua, in modo che i grossi flutti vi si frangano in parte prima che investano il muro.

Da questi fatti già si deduce che la data curvatura, ove poco alto è il muro, non corrisponde allo scopo; ed altre circostanze riguardanti la stabilità dell'opera nella sua base ne accrescono i difetti.

Il profilo curvo comincia al livello medio del mare, o poco inferiormente: — al disotto la fondazione ha fronte verticale, ed è guarnita da scogliera col ciglio a fior d'acqua e con scarpa la quale dovrebbe formare come un piano inclinato di raccordo fra il fondo del mare e l'inizio della curvatura.

Ora, sia l'azione meccanica dei flutti che zappano il fondo arenoso concorrendovi lo sviluppo dei flutti di fondo dovuti al risalto della scogliera stessa; o sia l'azione dinamica della massa delle acque che si eleva verso il muro e che poi ricade in giù; o sia infine il fenomeno di risacca che, quando più, quando meno, si pronunzia nella massa ondata, è certo che la modesta scogliera di difesa è deformata, ricalata ed affondata, come si è avuto campo di esplicitare nella Nota I. Pertanto la fronte verticale della fondazione resta in parte sguernita e quindi esposta ad urti diretti e violenti; quei medesimi urti che il profilo curvo dovrebbe evitare con la propria forma.

Distrutta che sia la paratia di legname nella parte di fronte subacquea, le forze devastatrici si sfogano contro il rivestimento e contro il calcestruzzo di fondazione; il distacco si pronunzia subito sotto il primo masso del rivestimento, e la corrosione si fa strada; sicchè il muro resta minato alla base. Anche quando l'onda giunga al muro moderata o debole e senza vento, il lavoro contro il risalto produce effetti di degradazione.

Le figure 12, 13, 14 e 15, accennano al modo col quale tale lavoro si produce nei vari stati del mare, di alta o di bassa marea, di moto ondulatorio moderato e senza vento. Perciò il massello che costituisce il ciglio della base è stato sovente scavato al di sotto e poi rimosso e qualche volta ribaltato; imperocchè i flutti che penetrano nella corrosione, sia pel proprio impulso e sia perchè sospinti dalla massa d'acqua sopravvegante, vi sfogano grande energia, la cui misura può desumersi dai zampilli di acqua che talune volte uscendo dalle fenditure si elevano a grande altezza.

Le degradazioni frequentemente prodottesi nella base del muro dipendono però anche dalle imperfezioni di materiale struttura, causate dalle difficoltà di esecuzione, a superare le quali occorre grande perizia ed incessante cura.

Affinchè questi malefici effetti fossero evitati, la curvatura del profilo avrebbe dovuto cominciare ad un livello sottostante alla zona di massima azione del moto ondato, ed anche meglio tangenzialmente al fondo del mare. E se la scogliera potesse essere formata da grossi massi, con paramento unito ed invariabile e con scarpa molto protratta, potrebbe servire di conveniente raccordo fra il fondo del mare ed il profilo del muro: ma la sua inclinazione, giusta i risultati di esperienza, dovrebbe corrispondere alla proporzione di 5 di base per uno di altezza, in acque profonde da 3 a 4 metri.

Indipendentemente dal muro curvo poi, per ottenere che i flutti giungano con minore veemenza ed in parte infranti al ciglio del muro, miglior consiglio sarebbe quello di dare alla scogliera una larga berma da 5 metri a 10 metri, emer-

gente dal livello medio del mare non meno di un metro; e siccome le cime dei flutti si elevano circa due metri sul livello comune, la scogliera che dovesse infrangerli del tutto dovrebbe avere non meno di tale altezza.

Così è fatta la scogliera che difende il muro della strada di Posillipo; ed al medesimo tipo è stata portata la figura del frangionde che difende la spiaggia artificiale del porticello-rifugio all'estremo del seno di Mergellina.

3. — *Conclusioni.* — In complesso le ragionate osservazioni intorno alle prerogative dei muri a profilo concavo, mentre mostrano i difetti dell'applicazione fattane, pure non distruggono la bontà fondamentale del tipo; ma dinotano invece come la sua efficacia sia devoluta alla più larga ed adeguata applicazione dei principii informativi suesposti.

Aggiungiamo altresì, che la benintesa applicazione del tipo Emy richiede speciali strutture le quali importano difficoltà di esecuzione, per cui il costo in generale è maggiore che per qualsiasi altra figura. Ma può tornare di molta efficacia e convenienza economica nei mari del nord soggetti ai grandi dislivelli delle maree, allorchè il lido resti asciutto durante il riflusso.

E nel caso particolare che abbiamo esaminato può ritenersi, che il muro a fronte curvo era bene indicato per il primo tratto della diga stradale, ove ha l'elevazione sul mare da m. 4 in sopra; e più utilmente ancora verso il Chiatamone (al fronte sud ed all'angolo a sud-ovest, che sono più esposti a potenti marosi), ove il fondo è di tufo compatto, per cui era bene evitare la genesi di reazioni e di confluttazioni: ma il profilo avrebbe dovuto essere quello indicato nella fig. 17, traendosi partito di tutta l'altezza disponibile fra il fondo del mare ed il ciglio del parapetto per lo sviluppo della curvatura necessaria. Nella parte bassa invece della strada, la diga avrebbe dovuto avere un profilo diritto ed essere difesa da larga berma di scogli, emergente dalle acque, come indica la fig. 18.

NOTA IV.

SUI MAGGIORI DISASTRI PRODOTTI DAL MARE E DELLA POTENZA DE' SUOI FLUTTI.

1. — *Riflessioni generiche.* — Abbiamo detto nelle precedenti pagine che replicate avarie subì la nuova diga stradale durante la sua costruzione, ed anche a lavoro compiuto.

Taluni di quei danni derivarono da cause inerenti all'opera, cioè dalle condizioni di luogo e di orientazione rispetto ai più potenti marosi, e dalle forme delle sue parti: altri per l'opposto risultarono dal modo onde fu condotta la esecuzione del lavoro, da qualche imperfezione di struttura, e massimamente dal lungo periodo in cui rimase incompleta; imperocchè le parti di un'opera non resistono alle medesime forze irruenti del mare, allorchè isolate, come quando sono connesse fra di loro.

La genesi dei moti più pericolosi del mare è devoluta spesso alla irregolarità di fondali, alle prominente ed alle insenature che impediscono lo svolgimento spontaneo e regolare delle ondulazioni; procreando invece rigurgiti, reazioni e moti vorticosi, escavazioni ed urti assai nocivi per le opere che vi sono esposte. Così il moto del mare agisce sugli ostacoli artificiali in avanzata con possenti stimoli, fino a che le nuove forme del lido non sieno compiute; ed allora se queste sono razionali vincono il mare modificandone l'azione; in caso opposto le opere sono continuamente molestate, e per resistere domandano maggiori dimensioni e difese straordinarie.

Epperò taluni danni nella diga stradale della quale di-

scorriamo, furono maggiori durante la costruzione che non di poi ad opera compiuta, concorrendo anche a difendere le parti offese parecchi provvedimenti a volta a volta adottati.

2. — *Fatto singolare all'angolo S.-O. del Chiatamone.* — Nel periodo della costruzione del muro al Chiatamone e propriamente delle due tratte che costituiscono l'angolo S.-O. (fig. 2, tav. VI) le onde smantellarono la fondazione, che veniva fatta, come si è detto, con muramento a getto (calcestruzzo) fra paratie, sul fondo di tufo compatto. Nonpertanto il muro trovavasi già elevato e la fondazione guernita di scogli secondo il tipo, allorchè nella notte dal 3 al 4 dicembre 1872 (1) un mare tempestoso si scatenò nel nostro golfo, animato da venti fra scirocco e libeccio, il quale, non solo danneggiò il muro presso il detto angolo, ma molte avarie produsse in diversi luoghi del golfo; e principalmente al porto militare ed al mercantile arrecò rovine di gran conto. Infatti il molo San Vincenzo fu sconvolto e squarciato da ampie breccie nella lunghezza di oltre 600 metri, e furono sbaragliati gli scogli fino a 6 metri di profondità nei fondali di 24 metri; vi ruinò l'opera nuova in prolungamento ed abbattette l'antico muro dell'Arse- nale, ove i flutti pervennero, scavalcando l'altezza di circa 20 metri.

In una pregevole scritta dell'ingegnere capo dei Porti e Fari in Napoli, cav. Milesi, sono precisate le avarie subite dal molo suddetto; ne sono spiegate le ragioni e sonovi anche indicate le opere di ricostruzione e di rafforzamento al molo, allora stimate necessarie (2).

Quella tempesta non poteva risparmiare l'angolo S.-O. del muro marittimo della via Chiatamone, che per la sua orientazione, per la prominenzza del castello dell'Ovo e per la natura del fondo, trovasi soggetto ai potenti urti che la massa delle acque, divenendo corrente e furiosa, vi sfoga contro come al primo ostacolo che gli si oppone.

Avvenne infatti che il muro fu rotto a metà dell'altezza con lesione longitudinale, e due breccie vi furono aperte; gli scogli che guarnivano il fronte furono sbaragliati o in parte cumulati verso oriente a 40 metri di distanza in un ammasso che misurava 20 metri di lunghezza, 8 metri di larghezza a fior d'acqua e metri 2,30 di altezza al di sopra.

Questo movimento degli scogli, che avevano invero troppo modeste dimensioni, col peso corrispondente da mezza a due tonnellate, fu dovuto specialmente ai mari di libeccio che investono il fronte sud del muro obliquamente.

Fu notevole in quella circostanza che uno dei massi staccato dal coronamento del muro, avente le dimensioni di m. 1.10×0.65×0.35 ed il peso di chilòg. 500, andò slanciato nella via a m. 30 di distanza; la qual cosa fu certamente l'effetto della veemenza d'un flutto che dovette spri-

gionarsi dall'angolo fra il fondo ed il fronte della fondazione del muro, e coinvolgere in sè il masso. Questo probabilmente era già smosso o spostato in modo da raccogliere, nell'essere investito, tutta la potenzialità del flutto medesimo; ma non possiamo affermare con certezza quale fu la superficie investita, ed in che senso si operò il movimento iniziale. Queste incognite ed altre non permettono che dall'effetto possiamo trarre la misura esatta della forza agente; però non sarà del tutto inutile acquistarne una qualche idea, sia pure di larga approssimazione; per cui diamo come saggio il seguente calcolo.

Indichiamo con v_0 la velocità iniziale; con α l'angolo compreso fra la sua direzione e l'orizzonte; con A la distanza fra il punto di partenza del masso ed il punto in cui toccò il suolo, che erano situati sulla medesima orizzontale: — queste quantità son legate fra loro dalla nota formola:

$$A = \frac{v_0^2}{g} \operatorname{sen} 2\alpha.$$

Ora, come si è detto, la distanza A risultò eguale a 30 metri; ed in quanto all'angolo α varie circostanze di fatto fanno ritenere che fosse presso a poco di 45°; quindi si ha

$$\frac{v_0^2}{2g} = 15.$$

La forza viva iniziale $\frac{1}{2} \frac{P}{g} v_0^2$, ove P è il peso del masso che abbiamo dato di 500 chilogrammi, viene dunque espressa dal numero 7500; e questo numero indica la misura in chilogrammetri del lavoro che la forza viva avrebbe potuto sviluppare: o in altri termini, se la velocità v_0 fosse stata verticale, si sarebbe potuto eseguire un lavoro di sollevamento di 7500 chilogrammetri, cioè portare il masso di 500 chilogrammi a 15 metri di altezza. Essendo invece la velocità v_0 inclinata di 45° sull'orizzonte, si vede facilmente che soltanto metà della forza viva iniziale si trasformò in lavoro di sollevamento, e quindi il masso fu lanciato all'altezza verticale di 7,50, come mostra anche la nota formola $h = \frac{v_0^2}{2g} \operatorname{sen} \alpha$, che dà l'altezza h del tiro in funzione della velocità iniziale v_0 e dell'angolo di elevazione α .

Nello stesso disastro succitato fu spezzato nella campana di base un candelabro di ghisa posto sull'orlo del marciapiedi prossimo al muro, cioè a 5 metri dal suo ciglio. Fu certamente l'effetto di un grave, spinto dal maroso, come l'altro, che urtò il candelabro e lo troncò.

In qual punto della sua altezza il candelabro fu investito, ed in qual direzione? Non potremmo indicarlo neanche approssimativamente, e quindi anche più che nel caso precedente mancano dati necessari per misurare dall'effetto la causa; cioè più vago sarebbe il calcolo per la ricerca della forza del flutto che potè produrre un fatto così singolare.

3. — *Provvedimenti e riflessioni.* — Dopo questi danni fu riconosciuta necessaria cosa di mettere in difesa quell'angolo S.-O. del muro.

Il mezzo più opportuno sarebbe stato quello di ricostruirlo in ritirata, cosicchè al fronte rettilineo di circa m. 30 si sostituisse una curva di raccordo con il lato occidentale; ma prevalse invece l'idea di un'opera sporgente che a guisa di *rostrum* o di *sperone* difendesse il muro dagli urti diretti dei flutti.

Così fu costrutta nella state 1873, con muramento a getto di calcestruzzo, avente larga base e poca altezza sul mare; ma andò disfatta dai violenti marosi nell'ottobre dello stesso anno e nella invernata seguente. Riparata nell'estate

(1) Veggasi il quadro alla Nota I.

(2) *Cenno sul progetto e sui lavori di costruzione del Porto di Napoli*, per S. MILESI, Ingegnere Capo del Genio Civile (Tipi De Angelis, 1877). — In questo scritto l'autore definisce quella tempesta *mai più ricordata a memoria d'uomo*; e dagli effetti prodotti sul molo e propriamente dagli spostamenti e dalla rotazione subita da taluni massi murarii, valuta la forza spiegata dal mare, come pressione per metro quadrato normalmente ad una superficie piana, di chilogrammi 12200. E dagli effetti prodotti dal mare sulla scogliera che formava la base e la difesa del molo, rileva e consiglia per la ricostruzione della scogliera medesima, che fino ad 8 metri di profondità di acqua, dev'essere composta di massi informi delle lave vulcaniche del peso non minore di otto tonnellate; mentre al di sotto di quella zona i massi informi di una tonnellata e mezza ressero con la scarpata di 1 1/2 di base per 1 di altezza.

La definitiva sistemazione del molo ed il suo maggiore prolungamento è stato poi eseguito con abbondanti dimensioni e con larga difesa di scogli e di massi artificiali, riconosciuta necessaria dal direttore ultimo delle opere del porto, comm. Domenico Zainy.

1874, fu dalle tempeste dal 10 al 12 e dal 17 al 22 dicembre spezzata e scomposta nel fronte a sud, ed al tempo stesso il muro di sponda fu nuovamente rotto e con esso sfondata la strada: di poi andò ricostruito alquanto in ritirata con andamento curvo, e venne pur rifatto lo sperone di difesa, che regge tuttora al suo ufficio, sebbene alquanto lesionato.

Da questi fatti può dedursi, a convalida di quanto abbiamo prenesso, sui buoni precetti dell'arte del costruire in mare: *che sui fondi duri e resistenti i flutti sviluppano per reazioni energia grandissima; che quando il moto ondoso animato da forte vento s'insinua fra ostacoli resistenti, o corre radente ai medesimi* (come nel caso nostro fra il fianco del castello dell'Ovo e la piana di tufo ad occidente), *acquista moto corrente e forza viva anche assai potente; che non vale dare alle opere marittime sporgenti grandi dimensioni per cautelarle da rovina pur lontana; devesi invece con la opportuna orientazione e con adatte forme evitare, non solo l'azione diretta del moto del mare, ma non dar causa a turbamenti ed a reazioni.*

Così facendo nella pratica delle costruzioni marittime, e specialmente per le opere foranee, come i moli e gli antemurali, si può raggiungere la necessaria stabilità con la maggiore economia compatibile.

4. — *Altre avarie nella diga verso ponente.* — Nel cadere dell'autunno dell'anno 1875, ed al principio dell'inverno 1876, si verificarono temporali e mareggiate, che furono causa di gravi disastri anche nella diga stradale dalla Vittoria a Mergellina, la cui costruzione era stata attivamente seguita nelle campagne estive precedenti; mentre l'inverno del 1874, che, come abbiamo detto, molestò il fronte sud del muro al Chiatamone, rispettò invece le murature più recenti lungo il lido di Chiaia. Ciò addebitiamo al predominio dei venti più forti di libeccio che infierirono nel primo inverno, laddove predominarono invece nel secondo quelli di mezzogiorno, allorchè ebbero luogo le rovine che crediamo ancora utile registrare. (*Veggasi il quadro alla Nota I.*)

Nei giorni 29 e 30 novembre 1875 e 12 gennaio 1876 due ampie breccie furono aperte nel muro, come indicano le figure dalla 1 all'8 (tav. VII) in elevato, in pianta e nelle sezioni trasversali.

Da cotali rappresentazioni grafiche si scorge che le onde furiose, cozzando in pieno fronte il muro, dopo averlo lesionato, vi aprirono larghe breccie; di metri 85 nel primo tratto, e nel secondo di m. 79. Il muro, distaccato dalla fondazione di calcestruzzo, si abbattè in grossi monoliti, di cui il più lungo era m. 16 e cubava m. 163 circa, epperò aveva il peso di tonnellate 286 circa.

Alle spalle della diga il riempimento era incompleto, per cui potè prodursi l'abbattimento; ma pure la violenza del mare dovette vincere altre resistenze, cioè dovette schiantare le catene di ferro che di 3 in 3 metri collegavano la paratia anteriore a quella posteriore della fondazione; e quelle catene, tratte violentemente, ruppero i paloni nell'occhio ove li traversavano, e contemporaneamente si dovette produrre la piegatura e quindi la rottura delle paratie interne.

Certamente contribuirono alla rovina le forti scossure che investirono il muro di fresco costruito nella invernata precedente, le quali prepararono, potrebbe dirsi, il disastro; e vi contribuì anche qualche imperfezione di struttura nella fondazione del getto di calcestruzzo: ma devesi pur riconoscere che la discreta altezza del muro (m. 2,30 a 3,00), la niuna difesa frontale, il profilo concavo, ed il mancato riempimento alle spalle resero più facili gli effetti della violenza del mare. Infatti le ondate ed i cavalloni, che spesso raggiungono l'altezza di 2 metri, eccitati dal vento, agguanta-

rono tutto il fronte del muro, e la curvatura concava fece sì che l'azione dei flutti fosse raccolta tutta e concentrata. Infine la potenzialità distruttrice fu anche devoluta alla durata ed alla replica della tempesta.

Il muro fu ricostruito, corroborandolo con grossi barbacani alle spalle e difendendolo con più robusta scogliera emergente dalle acque in calma, ed infine caricandolo superiormente di pesante parapetto di pietra vesuviana.

Questi provvedimenti hanno fatto buona prova contro le potenti tempeste verificatesi nel 1879 e di poi.

5. — *Valutazione della forza del mare che cagionò questi ultimi disastri.* — L'urto che la violenza del mare ha estrinsecato contro il muro, ha potuto romperlo ed abatterlo contemporaneamente: ma considerando che un disastro di tal genere, se anche si determina per l'azione dei marosi in un dato momento di massima violenza, pure è preparato da quelli precedenti, più o meno forti che sieno; e tenendo conto dei fatti anteriori di cui si è dato cenno innanzi, nel fine di valutare la forza che i flutti han dovuto sviluppare nell'investire il muro, con l'approssimazione concessa dal caso, stimiamo doversi considerare due forze distinte.

Il risultato della prima dovette essere quello del distacco avvenuto in uno o più tratti della diga, rompendola cioè trasversalmente ed al tempo stesso fratturandola nella base, ossia nella fondazione fra due sezioni consecutive; ed il risultato della susseguente azione fu lo spostamento o l'abbattimento delle masse murarie già distaccate e separate: — cosicchè il primo effetto preparò il secondo.

Dovremmo intanto conoscere se le onde investirono il muro in tutta l'altezza o in parte, e dovremmo tener conto della curvatura della fronte investita; ma ripetiamo che i flutti che d'ordinario investono il muro con mare tempestoso, si elevano a due metri sul livello ordinario del mare, ed eccitati dal vento, si espandono su tutta l'altezza di 3 metri o meno. Riflettiamo d'altra parte che, tenendo conto della colonna d'acqua, sarebbe più possente l'azione verso il basso che verso l'alto; e per l'opposto la velocità è maggiore verso la superficie del mare che al disotto: come pure il profilo curvo decompone l'urto raccogliendolo in maggior grado nella parte superiore. Per tutto ciò, non potendosi tener esatto calcolo delle singole componenti, miglior partito ne sembra quello di supporre che l'investimento abbia avuto luogo in tutta l'altezza uniformemente, come su di una superficie piana verticale normalmente percossa da forze parallele ed eguali.

Ciò posto, riduciamo a forma geometrica la linea del distacco alla base, rappresentando con la fig. 4, tav. VI, la sagoma del muro nella parte abbattuta, e dinotino: —

A la superficie totale della sezione $a, b, c, d, e, f, g, h, a;$
a l'altezza del fronte su cui l'azione ha avuto luogo;

b la lunghezza complessiva $ahgf$ della linea di distacco;

F la forza in chilogrammi che su di un metro quadrato della proiezione verticale della fronte del muro avrebbe dovuto svilupparsi, per determinare il distacco del masso, equivalente alla risultante dell'urto reale che ha prodotto cotale effetto;

K il coefficiente di resistenza alla rottura per trazione, ossia al distacco del masso murario.

(1^a *Ipotesi*). — Si può stabilire l'equazione di equilibrio fra la forza agente sulla superficie investita e quella resistente, che è la coesione nelle sezioni estreme e nella base del muro distaccatosi, per una lunghezza x di muro. Sopprimendo il peso, che è fattore comune, si ha:

$$F a x = 2 K A + K b x;$$

e quindi la condizione perchè il muro fosse rotto nella guisa suindicata è

$$F > K \frac{2A + bx}{ax} \quad \dots \quad (I)$$

Il coefficiente K non può fissarsi che con relativa approssimazione, per difetto di dati sperimentali che diano valori esatti delle resistenze elementari agli sforzi di trazione delle malte, delle pietre e delle murature di calcestruzzo; e tanto meno possono fissarsi quelle complessive e compensative corrispondenti al caso speciale. Ma tenendo presenti i pochi elementi noti, e stimando bene di accogliere un coefficiente piuttosto discreto, ci atteniamo al valore di 30 mila chilogrammi per metro quadrato, che è inferiore ad un decimo del coefficiente limite allo schiacciamento della muratura tufo, o di scoria vulcanica, e della malta di mezzana resistenza (1).

In quanto alla lunghezza del muro, sebbene il suo valore numerico sia piccolo rispetto a quello di K , pure stimiamo che non debba assumersi arbitrariamente; e tanto meno che possa farsi il calcolo sulla unità di lunghezza, come si usa d'ordinario nella ricerca della stabilità dei muri di sostegno a sezione costante: — infatti è evidente che, fra certi limiti, era più facile che la rottura potesse aver luogo per una lunghezza di parecchie unità, anzichè per un breve tratto; ma, assumendolo troppo lungo, potremmo incorrere in esagerazione. Pertanto applichiamo il calcolo, non già a tutta l'apertura della breccia, ma al maggior tronco di muro abbattuto per intero, che aveva la lunghezza di m. 16, ed è indicato nella fig. 1 della tav. VII.

Introducendo nella (I) i valori seguenti:

$K=30000$; $x=16$; $A=10,23$ (2); $b=3,89$; $a=2,75$ si ha:

$$F > 56385 \text{ Chilogrammi.}$$

(2^a *Ipotesi*). — Se invece supponiamo il muro già lesionato nelle due estremità per la forza di precedenti marosi, considerando che l'azione posteriore abbia potuto determinare il distacco nella base, allora avrebbe dovuto solamente verificarsi:

$$F > \frac{Kbx}{ax}; \quad \dots \quad (II)$$

cioè lo stesso che per un metro lineare:

$$F > \frac{Kb}{a}$$

Sostituendo in questa ineguaglianza i valori dati di sopra, risulta:

$$F > 42435 \text{ Chilogrammi.}$$

(3^a *Ipotesi*). — In terzo luogo, se supponiamo che il muro fosse già distaccato nella fondazione, e che la forza del mare di un dato momento avesse prodotta la frattura nelle sezioni estreme lontane m. 16, si avrebbe dovuto verificare:

$$F > \frac{2AK}{ax} \quad \dots \quad (III)$$

(1) Coefficienti limiti di schiacciamento:

Tufo di Napoli	450000	Chilogrammi per metro quadrato.
Scorie vulcaniche	331000	»
Malta	336000	»

Coefficiente limite di coesione:

Malta di media resistenza	36000	Ch.
---------------------------	-------	-----

(Rossi, *Resistenza di materiali*).

(2) La calcolazione di questa superficie A è riportata nel quadro a piedi della pagina seguente.

ossia

$$F > 13950 \text{ Chilogrammi.}$$

Valore questo che è la differenza dei due precedenti, e che, data la lunghezza, m. 16 del masso, doveva certamente risultare minore di quello per la 2^a ipotesi, a causa della stessa disuguaglianza fra la superficie in base e la somma delle due sezioni verticali del muro.

Se ne deduce che, ammesso lo sviluppo della forza risultante dall'espressione (II), avrebbesi potuto verificare la rottura nelle condizioni della ipotesi 3^a, per un tratto di muro più breve di quello introdotto nel calcolo, cioè fra due sezioni più vicine.

Tale lunghezza si ottiene dalla equazione:

$$2A = bx$$

che dà:

$$x = 5,28;$$

sicchè la stessa forza che ha potuto distaccare il tratto di muro lungo m. 16, rompendolo nella fondazione, avrebbe potuto distaccare un tratto di m. 5,28 già separato nella base, determinando invece la rottura nelle due sezioni estreme.

Questa osservazione non è fuori posto, in vista dei molti e più piccoli tratti di muro abbattuti e della imperfetta coesione in tutta la estesa base di calcestruzzo, il che giustifica le due ipotesi secondarie.

Ricerchiamo ora la forza che ha dovuto produrre lo spostamento o l'abbattimento del muro, dopo avvenuto il distacco completo in uno dei modi innanzi determinati; poichè dalle osservazioni fatte sul luogo del disastro risulta che alcuni massi furono spostati solamente, fra i quali ve ne era uno di 13 metri di lunghezza, ed altri abbattuti, come quello di m. 16.

E notiamo pure che lo stesso masso più lungo ha potuto essere prima spostato e di poi abbattuto da due forze diverse successive.

(4^a *Ipotesi*). — Ciò posto, la forza che ha dovuto spostare il medesimo masso lungo metri 16, sempre considerando che l'azione avesse luogo orizzontalmente; e supponendo che l'attrito si sviluppasse del pari nella faccia ab (poichè non vale la pena in tanta incertezza di elementi di fatto il tenere conto di circostanze secondarie), sarebbe data dalla ineguaglianza:

$$F_1 > \frac{Ax\pi \times K_1 b_1 x}{ax} = \frac{A\pi K_1 b_1}{a} \quad \dots \quad (IV)$$

in cui K_1 indica il coefficiente di attrito; b_1 la superficie su cui si sviluppa; π il peso medio di un metro cubo della muratura.

Sostituendovi per A e per a i noti valori, ed avendosi:

$$b_1 = 2,79; \quad K = 0,80 \text{ (1);} \quad \text{e} \quad \pi = 1750$$

come valore compensativo fra il peso della muratura di scardon vesuviani, di quella di tufo, del rivestimento di pietra e del calcestruzzo che compongono tutto il masso, risulta:

$$F_1 > 14819,63 \text{ Chilogrammi;}$$

il qual valore, come dalla disuguaglianza appare, è indipendente dalla lunghezza di muro che si considera.

(5^a *Ipotesi*). — In quanto all'abbattimento per rotazione, avvenuto precisamente nel modo indicato nei disegni, si può

(1) Valore ritenuto da La Ferme e da altri scrittori.

ritenere che avesse avuto luogo intorno allo spigolo orizzontale a della faccia posteriore del muro, fig. 4 (tav. VI). Ed allora, chiamando F_2 la risultante orizzontale delle forze spingenti prodotta dalle onde per ogni metro lineare di muro, e considerandole, come innanzi si è detto, tutte eguali e parallele, può ritenersi che fosse applicata nel mezzo dell'altezza della fronte investita; ed indicando l il braccio di leva di F_2 rispetto allo spigolo a ; P il peso di un metro lineare del muro; l' la distanza del centro di gravità dal suddetto spigolo, si ha l'equazione di equilibrio fra il momento dinamico della forza del mare ed il momento statico del muro:

$$F_2 l = P l';$$

sicchè per prodursi l'abbattimento del muro ha dovuto verificarsi:

$$F_2 > \frac{P l'}{l} \quad \dots \quad (V)$$

$P l'$ è eguale alla somma dei momenti delle figure in cui

Determinazione del momento statico della figura $abcdefgh$ rispetto al punto a (V. fig. 4, tav. VI).

Superficie	Dimensioni e superficie	Distanza dei C. d. G. dal punto a	Momenti parziali
+ $b c d d'$	+ 0,25 \times 2,165 = + 0,54	1,08 = $\frac{1}{2}$ 2,165	+ 0,58
+ $d' d'' g' g''$	+ 2,75 \times 3,60 = + 9,90	1,80 = $\frac{1}{2}$ 3,60	+ 17,82
- $d o d''$	- 1,435 \times $\frac{1,00}{2}$ = - 0,72	3,12 = $\frac{2}{3}$ 1,435 + 2,165	- 2,25
- $d o f e$	- 2,98 \times $\frac{1,75}{2}$ = - 2,61	2,60 = 0,75 + 1,85	- 6,79
- $g o g''$	- 0,90 \times $\frac{1,75}{2}$ = - 0,79	3,30 = $\frac{2}{3}$ 0,90 + 2,70	- 2,61
+ $g h h' g'$	+ 1,10 \times 2,70 = + 2,97	1,35 = $\frac{1}{2}$ 2,70	+ 4,01
+ $a h h'$	+ 0,70 \times $\frac{2,70}{2}$ = + 0,94	0,90 = $\frac{1}{3}$ 2,70	+ 0,85
	+ 14,35		+ 23,26
	- 4,12		- 11,65
$abcdefgh$	Superficie m. q. + 10,23	Momento totale	11,61

Calcoli ausiliarii.

$$dof = 180^\circ - dod'' - gog'' = 180^\circ - \text{arc. sen. } \frac{1,435}{1,75} - \text{arc. tang. } \frac{0,90}{0,75} = 180^\circ - 55^\circ 5' - 27^\circ 13'$$

$$= 180^\circ - \text{arc. cos. } \frac{1,00}{1,75} - \text{arc. tang. } \frac{0,90}{0,75} = 180^\circ - 55^\circ 9' - 27^\circ 13'$$

$$dof = 97^\circ 40'; \quad dod'' = 55^\circ 7'; \quad fог'' = 27^\circ 13'$$

$$\text{arc. } def = 1,75 \times 1,7047 = 2,98 \quad \text{corda } df = 1,75 \times 1,5056$$

$$eoe' = dod'' + \frac{1}{2} dof - 90^\circ = 55^\circ 7' + 48^\circ 50' - 90^\circ = 13^\circ 57'$$

$$e e' = 1,75 \text{ tang. } 13^\circ 57' = 1,75 \times 0,25 = 0,44 \quad oe' = 1,75 \text{ sec. } 13^\circ 57' = 1,75 \times 1,03 = 1,80$$

$$\text{distanza del C. d. G. del settore } fod \text{ dal centro } O; Z = \frac{2}{3} \times \frac{1,75 \times 1,50}{1,70} = \frac{1,75}{1,70} = 1,03$$

$$\text{distanza del C. d. G. del settore } fod \text{ dalla orizzontale } oe; Z' = \frac{1,03}{1,80} 0,44 = 0,25$$

può scomporsi la sezione $abcdefgha$, che risulta del valore di 11,61 (V. quadro a piè di pagina), moltiplicato per il peso della muratura già fissato innanzi di Chilogrammi 1750; quindi si ha:

$$P l' = 20317.50.$$

Il valore di l è eguale alla distanza dallo spigolo di rotazione a alla forza F_2 , che riteniamo orizzontale come si è detto, e che passi pel centro dell'urto, ossia alla metà dell'altezza del fronte investito come punto d'applicazione della risultante di tutte le forze eguali e parallele che investono il muro; sicchè

$$l = \frac{2.75 - 0.189}{2} + 1.80 = 3,0805 \text{ e dalla ineguaglianza (V) risulta:}$$

$$F_2 > 6595 \text{ chilogr.: e per ogni m. q. 2198 chilogr.}$$

6. — *Paragone fra i diversi valori ora calcolati.* — Anzitutto osserviamo che l'ultimo valore ottenuto, tanto

minore dei precedenti, era da presumersi; imperocchè una volta rotto il muro da uno o più investimenti, ha potuto di poi una forza di questi minore abbatte le parti distaccate. Sarebbe stato perciò erroneo di ricercare la misura della potenza del mare applicando il calcolo alla sola ipotesi della rotazione del più grande masso abbattuto, come spesso dagli osservatori è stato praticato; ma non sarebbe stato per l'opposto conveniente il ritenere l'ipotesi, fin dal principio eliminata, che per uno stesso violente urto, il muro potesse rompersi e rotolare indietro contemporaneamente.

D'altra parte, va pur considerato che la supposta rotazione intorno allo spigolo a non deve ritenersi per un fatto realizzatosi così con rigore matematico come lo abbiamo immaginato; imperocchè, quello spigolo vivo non esisteva, la superficie di rottura era irregolare, ed a causa della paratia interna della fondazione, e dei parziali riempimenti esistenti alle spalle del muro con altezza variabile da punto a punto, il muro ha potuto rotare attorno ad un asse orizzontale di posizione più elevata che non sia il supposto spigolo a .

E per le stesse ragioni la forza F_2 che ha prodotto lo abbattimento, non ha dovuto vincere solamente il momento di stabilità del masso, ma parecchie altre resistenze delle quali non era possibile tener giusto conto nel calcolo, e tali sono: — quella dovuta allo

schiantamento delle catene di ferro e dei paloni di legname che ne erano traversati; allo schiantamento, alla rottura ed allo abbattimento della paratia posteriore; ed infine quelle dovute a qualche parziale distacco nella muratura che poteva non essersi prodotto per intero nell'antecedente periodo.

La somma di queste resistenze secondarie raggiungerebbe un valore non disprezzabile rispetto al peso del muro ed al suo momento; per conseguenza l'ultimo valore F_2 va escluso, perchè è ben lontano da quello che può dare una giusta idea della potenza che il mare sviluppò nelle contingenze surriferite.

Compariamo ora gli altri valori ottenuti, cioè i tre valori di F e quello di F_1 , fra di loro.

È evidente anzi tutto che il minore fra i tre valori di F , cioè quello risultante dalla 3^a ipotesi *per rottura nelle sezioni estreme del masso* (chilogrammi 13950 a m. q.), ed il valore di F_1 nella 4^a ipotesi *per scivolamento del masso* (chilogrammi 14819 a m. q.), si sono indubbiamente sviluppati e realizzati, producendo quei fatti dai quali abbiamo dedotte le forze medesime: ma è pure evidente che azioni più possenti han potuto precedentemente estrinsecarsi. Se tali forze possano essere rappresentate dai valori più grandi di F , corrispondenti alla 1^a ed alla 2^a ipotesi (chilogrammi 56385 e 42435 a m. q.) è quello che brevemente esamineremo.

Nonostante la potenza e la replica dei marosi, non esitiamo a giudicare quei valori troppo elevati, tenendo conto del modo e delle circostanze che hanno accompagnato i fatti avvenuti; e siamo anche in ciò confortati dal paragone coi valori calcolati dagli autori più distinti che trattano delle forze delle onde; imperocchè mentre quelli discreti trovano sempre riscontro, gli altri sono quasi assolutamente superiori (1).

Con questa scorta, rammentando che il primo valore (il più elevato) risulta dalla ipotesi, che lo sforzo abbia dovuto produrre il distacco del masso murario nella fondazione e nelle sue sezioni estreme, ne possiamo confermare l'eccesso; ed infatti quelle lesioni estreme, sebbene non palesi, potevano preesistere per la insistenza replicata dei marosi dello stesso anno e di quelli anteriori. Epperò la seconda ipotesi che dà la misura della forza che ha prodotto il distacco solamente nella base sarebbe più attendibile.

Nondimeno è bene osservare che dallo esame del disastro si ha la cognizione che il masso di fondazione a getto in acqua non presentava, per difetto di mano d'opera nella

(1) Il Cialdi determina l'azione dei più potenti flutti correnti che investono il forte di Civitavecchia dall'effetto prodotto su di una barra di ferro che rafforzava la chiusura di una bocca da fuoco; e trova il valore di 16 mila chilogrammi per m. q.

Dalle azioni del mare sulla diga di Cherbourg, sebbene il Minard avesse determinato sforzi di 5000 chilogrammi, più recentemente il sig. Bonin ha calcolato pressioni da 20 a 30 mila chilogrammi a m. q.

Il sig. Regy, osservando gli spostamenti subiti da massi di 24 m. c. ed anche da uno di 253 m. c. al porto di Cette, ha trovato sforzi da 8 a 13 mila chilogrammi.

T. Stevenson, mediante un apparecchio speciale ha determinato, al faro di Bell-Rock nel mar del Nord, e presso l'isola Skerryvore nell'Atlantico, pressioni equivalenti a 30 mila chilogrammi.

M. La Ferme, applicando i calcoli alle avarie prodotte ad una *torre meda*, situata su di uno scoglio, ha valutati gli sforzi da 23 a 38 mila chilogrammi.

L'ingegnere Milesi dagli effetti sul molo S. Vincenzo di Napoli determinò lo sforzo di 12200 chilogrammi, ma certamente la forza del mare potè essere maggiore.

M. Voisin-Bey, da diversi paragoni, desume che le onde nell'Oceano esercitano eccezionalmente delle pressioni che raggiungono fino a 30 mila chilogrammi a m. q. di superficie investita; nel mar del Nord e nel Mediterraneo da 15 a 20. Ma ordinariamente gli sforzi delle onde non sembra che sorpassino 4 a 5 mila chilogrammi a m. q.

esecuzione, la desiderata compattezza; per cui si vedevano qua e là alternatamente le stratificazioni delle diverse colature del calcestruzzo, e nelle superficie rimaste scoperte erano evidenti distacchi o strappamenti discontinui, dimostranti la imperfetta presa del getto: — ed infine consideriamo che nelle faccie fgh , fig. 4, tav. VI, il distacco era facile, perchè combacianti col massello di pietra posta nel davanti.

Cosicchè nella formola II si avrebbe potuto introdurre per K un valore minore di quello adottato, ovvero ridurre la superficie di distacco h alla metà o ad un terzo, per tener conto della imperfetta presa del getto di calcestruzzo.

Si sarebbero in tal guisa raggiunti per F i valori di 28290 chilogrammi e 21217 chilogrammi, che sono, per quanto si è ragionato, più attendibili.

In massima devesi anche riflettere che, contemporaneamente all'urto diretto dei marosi, sonosi certamente sviluppate altre azioni distruttrici le quali, se fossero valutate, scemerebbero la potenzialità addebitata agli urti diretti che abbiamo solamente introdotti nel calcolo.

Infatti non si è potuto tener conto dell'azione dinamica dovuta al ricadere delle masse acquee che, respinte in alto per effetto dell'urto, ricadendo, agiscono come forza di *cattapulta*, e producono scuotimenti e vibrazioni che cimentano la compattezza dei muramenti. E supponendo già avvenuta qualche lesione nella base del muro, cioè che si fosse già prodotto il distacco nella superficie $fgha$ (più o meno irregolare), tal circostanza avrebbe non poco influito a facilitare il completo distacco ed il movimento del masso murario; imperocchè l'acqua introducendosi nelle fenditure in forma di falda o di zampilli con tutta l'energia dovuta all'impulso delle onde, accresciuta dall'altezza del flutto premente, poteva esercitare potente leva, il cui sforzo è compreso nei valori dell'azione diretta di sopra calcolata.

E devesi pur considerare che un tratto di muro più lungo di quello da noi considerato avrebbe potuto essere abbattuto e che si sia frazionato nella caduta: o che un flutto di minore lunghezza del masso caduto avesse agito difformemente sullo stesso.

Non devono quindi recar sorpresa i valori che il calcolo ci ha forniti, pur rammentando che abbiamo escogitati gli effetti di straordinarie tempeste animati da ripetuti venti di traversia sul luogo, in paraggi poco profondi, al che è dovuto il trasformarsi delle grosse ondulazioni in flutti correnti violentissimi.

Possiamo in sostanza concludere analogamente all'opinione dei più reputati autori, che i valori massimi non possono accettarsi come norma generale, ma come esempi limiti di fatti straordinari possibili; imperocchè i calcoli applicati agli effetti derivanti dalle forze naturali, come l'azione delle acque correnti, e massime dei movimenti del mare, non possono che dare misure estreme, dalle quali l'esperienza e l'osservazione può ritrarre la guida per determinarne la potenza più attendibile.

A proposito riferiamo che il chiarissimo ing. Voisin-Bey, professore dell'illustre Scuola dei Ponti e Strade di Francia, nelle sue lezioni di recente dettate, tra le altre dissertazioni sul modo di valutare la potenza dei flutti marini osserva: — che se si seguissero gli studi del signor Chevalier, il quale dimostra che l'altezza delle onde può servire a determinare la pressione che esercitano contro gli ostacoli che incontrano; e se si calcolassero le dimensioni delle opere con quel criterio, si raggiungerebbero degli spessori eccessivi. E il Duparc (a proposito della famosa diga di Cherbourg) riferisce che il flutto non sale mai ad una grande altezza che in taluni punti soltanto; dimodochè se si calcola la resistenza delle opere rispetto ad una pressione media corri-

spondente fra i flutti più alti e quelli bassi, le parti laterali sosterranno quelle ove il getto produce la massima azione.

Un importante insegnamento si ricava ad ogni modo dal paragone fra i diversi valori risultanti dalle ipotesi analizzate innanzi; ed è che *le opere marittime debbono la loro stabilità alla compattezza delle murature ed alla forza di coesione delle malte, in grado forse anche maggiore che non sia quella dovuta all'altro elemento importante, cioè il peso specifico delle pietre adoperate.*

Assai giusta e commendevole è adunque la sentenza del Bouniceau:

« LES TRAVAUX À LA MER C'EST LE MORTIER ».

E rispetto all'opera da noi illustrata, si può affermare, che pur scartando la energia del mare corrispondente ai valori più alti innanzi calcolati, la diga, qualora si fosse trovata nelle migliori condizioni costruttive e di compattezza, non che garantita completamente alle spalle dal riempimento e sul fronte con scogliera avente larga berma alquanto emergente dalle acque, avrebbe potuto resistere ai possenti urti derivanti dalle straordinarie tempeste di cui abbiamo registrato gli effetti.

Napoli, 31 dicembre 1884.

Ing. G. B.

IGIENE PUBBLICA

IL BOTTINO AUTOMATICO MOURAS.

Per soddisfare alle richieste pervenute da diverse parti d'Italia da' nostri Associati, i quali espressero il desiderio di conoscere della fossa Mouras tutti quei particolari, sia di costruzione, sia di funzionamento, che valgano a formarsene un'idea concreta, ed occorrendo a promuoverne l'attuazione, abbiamo pregato l'egregio ingegnere professore G. Fettareppa, che fu il primo a tenerne parola fra noi in pubbliche adunanze, a voler egli stesso riunire in poche pagine tutto ciò che di pratico e di positivo si trova a tale riguardo; e manifestiamo la speranza che in parecchie città vogliasi fare esperimento serio e coscienzioso di questo semplicissimo sistema; essendo oramai necessario ed anche urgente che gli ingegneri se ne impadroniscano, per rigettarlo senz'altro se non risponde allo scopo, o per sostenerlo e promuoverne col massimo vigore l'applicazione nella più vasta scala, ove le nuove esperienze, fatte in modo rigoroso ed imparziale, siano per confermare i risultati, invero sorprendenti, che ci si narrano.

G. S.

Il bottino, che dal suo modo di funzionare e dal nome di chi lo fece conoscere recentemente al pubblico, diciamo *bottino automatico Mouras*, riposerebbe su questo principio: che le deiezioni umane portano con sè i principii della loro fermentazione e diluizione, per cui, poste fuori del contatto dell'aria in recipiente chiuso, ed in presenza dell'acqua, si decompongono in modo che le parti solide si stemprano e si disciolgono, formando un liquido omogeneo, che non deposita e non imbratta le pareti. La decomposizione inoltre avverrebbe senza sviluppo di gas, sarebbe favorita dall'abbondanza dell'acqua, e si avrebbe allora un liquido quasi incolore ed inodoro.

Non saranno fuori di proposito due parole del come giunse il signor Mouras alla scoperta di questo principio, scoperta, diciamo subito, dovuta al caso. Proprietario nella città di Vésoul (Haute-Saône), egli volle introdurre nella sua casa i *water-closets*, ma poi si trovò in serio imbarazzo per liberarsi dagli scoli grandemente accresciuti dal maggior consumo di acqua che tali apparecchi esigono. Pensò allora di raccogliere in un solo bottino ampio tutte le colature provenienti dai doccioni dei cessi e degli acquai, e dai condotti

dell'acqua piovana, munirlo di sfioratore per la scarica delle acque sovrabbondanti, e ricevere finalmente queste in un tombino murato per portarle a disperdersi in un *pozzo assorbente*, cioè nello strato permeabile sottostante. E questo concetto gli riuscì di facile attuazione, trovandosi la sua casa alla periferia della città ed in luogo appartato.

Per intercettare la via alle emanazioni nauseabonde, pensò anche alla chiusura idraulica, e perciò, riempito preventivamente il bottino di acqua, fece prolungare il doccione d'arrivo in modo che pescasse di parecchi centimetri nel liquido, ed invece di un semplice sfioratore vi adattò per la scarica un tubo piegato a sifone col suo ramo più corto immerso per un decimetro e mezzo circa.

Si indovina facilmente lo scopo che il signor Mouras voleva conseguire, e che era di servirsi delle acque di pioggia e di rifiuto d'ogni specie, per esportare una parte degli escrementi, diminuendo in questo modo, per quanto fosse possibile, la necessità degli spurghi. Invece successe che gli spurghi d'allora in poi non si fecero più, e non senti mai il bisogno di farli, tantochè le cose camminarono senz'altro con perfetta regolarità per dodici anni consecutivi. Sopravvenuta l'invasione dei Prussiani, la sua casa fu da essi occupata, e durante il loro soggiorno gettarono giù dai cessi ogni sorta di rigetti, dall'avanzo della razione giornaliera al torsolo di cavolo ed al cocchio, per cui, dopo la loro partenza, egli credette opportuno lo spurgo che da tanto tempo non aveva più fatto eseguire. Quale fu però la sua meraviglia quando scoperto il bottino, non vi trovò, astrazione fatta dai cocci, quasi alcun deposito? Esso era ripieno soltanto di liquame. Su di questo fatto il signor Mouras fermò la propria attenzione, e qui sta il suo merito; fece perciò ricoprire accuratamente il bottino e stette in osservazione. Le cose continuarono a procedere nello stesso modo, cioè senza bisogno di spurgo, e l'osservazione durò parecchi anni di seguito.

L'abate Moigno, di compianta memoria, fondatore e direttore del giornale *Les Mondes*, al quale il Mouras comunicò la sua scoperta e le sue osservazioni, volle intravedere la causa del fenomeno in una speciale azione del solfidrato d'ammoniaca sulle feci, in virtù della quale queste finirebbero per rimanerne disciolte. Qualunque sia la spiegazione, sta ad ogni modo il fatto che l'abate Moigno prese fin d'allora la comunicazione sul serio ed istituì delle esperienze, sostituendo molto opportunamente ad un bottino ordinario una cassetta rettangolare a pareti di vetro, una specie di acquario, com'egli dice, ma chiuso. In essa introdusse dapprima delle urine e delle feci, facendovi giungere poca acqua, cioè appena un bicchiere al giorno. La esperienza fu cominciata il 29 di agosto, e verso il 16 di settembre (in men di venti giorni) la dissoluzione degli escrementi era completa, eccettuati i materiali non digeriti dallo stomaco, come i vinaccioli, il fiocine dell'uva, i diacciuoli delle pere, ecc. La peluria delle cipolle, i resti delle carote e dei cavoli, ed altri simili rigetti della cucina, dopo d'aver galleggiato per qualche tempo, discendevano al fondo, formando un deposito fiocoso, che poi si decomponneva, si spappolava o si discioglieva completamente. Le stesse vicende subirebbe la carta, che prima sale alla superficie, poi si imbeve sempre più di acqua per cadere col tempo essa pure al fondo e scomparire nello stesso modo. I corpi solidi, che non si decompongono e non si sciolgono completamente, si suddividono, come farebbe appunto la carta, in tenuissimi filamenti, i quali rimangono sospesi nel liquido, ma in nessun caso non si avrebbe alcun deposito sul fondo o contro le pareti.

Il liquido uscito dalla cassetta, il quale si poteva ritenere come derivato dalle urine e materie fecali soltanto, essendo pochissima la quantità di acqua aggiunta, si mostrava colorata leggermente in bruno, come un'infusione leggera di caffè, con odore di solfidrato d'ammoniaca, che richiama quello, dice l'autore dell'esperienza, proprio della gomma solforata.

Noteremo subito come in ciò avvii forse un po' di ottimismo, poichè da un bottino automatico, costruito in via d'esperienza qui in Torino, in condizioni analoghe a quelle dell'esperienza in discorso, tali cioè da ricevere pochissima acqua, si ebbe un liquido di scarica, il quale conservava un odore un po' più pronunciato di quello della gomma solforata, ed

anche un pochino differente, rivelava cioè la sua origine; ma era però ben diverso di quello nauseabondo e proprio dei cessi ordinari e dei pozzi neri, in breve delle deiezioni che si corrompono in contatto coll'aria.

Ritornando alla esperienza accennata del Moigno, aggiungerò che un litro di quel liquido, diluito in dieci litri di acqua, dava una soluzione appena colorata e quasi inodora, tale insomma che per sentirne l'odore bisognava annusarla ben da vicino; diluita questa nuovamente in dieci parti di acqua, la soluzione riusciva limpida ed inodora.

Per mezzo della esperienza surriferita si poterono osservare ancora questi altri fatti, cioè, che le materie fecali sornuotano formando una pasta glutinosa, mentre gli altri rigetti, che si potrebbero anche chiamare materiali estranei, si dispongono alla superficie in ordine alla loro densità per discendere poi al fondo, ove taluni subiscono quella ulteriore decomposizione o disaggregazione di cui già si disse.

Si adattò al coperchio, per mezzo di apposito tubo a vite, filettato ad una estremità, una vescica; ed invece di gonfiarsi, essa diminuì di volume; la qual cosa prova come la decomposizione avvenga senza sviluppo di gas: vi fu anzi assorbimento, e secondo ogni probabilità, il gas assorbito fu l'ossigeno. In seguito la vescica fu tolta, lasciando libero l'adito all'aria nella cassetta, e dappprincipio non si ebbe alcun cattivo odore, ma più tardi si iniziò la decomposizione nel modo ordinario, cioè con isviluppo di gas fetenti; adattandovi di nuovo la vescica, essa si gonfiò di un terzo circa del suo volume.

Le esperienze furono continuate variando le condizioni, e si poté constatare che l'abbondanza dell'acqua favorisce il processo speciale di decomposizione delle deiezioni e dei rigetti, descritto più sopra, ossia ne aumenta l'attività; mentre scarseggiando l'acqua, il liquido contenuto nel bottino può ad un certo punto raggiungere tal grado di saturazione che quella decomposizione si arresta. Tuttavia da queste sue esperienze il Moigno ha creduto di poter concludere che in ogni caso pel regolare funzionamento del bottino Mouras possono bastare le acque domestiche di rifiuto, coll'aggiunta di una certa porzione delle acque di pioggia.

Collo scopo di avvicinarsi per quanto fosse possibile alle condizioni in cui si trova un bottino ordinario, o pozzo nero, si sperimentò gettando ogni giorno ed in giusta proporzione, nella cassetta a pareti di vetro, feci ed urine, acque di rigovernatura, di sapone, ecc.; per ultimo si collocò il bottino automatico nelle stesse condizioni in cui si trova un ordinario pozzo nero, cioè nella condizione di ricevere le deiezioni e gli altri rifiuti di un certo numero di inquilini. I risultati furono sempre gli stessi, e si poté inoltre osservare che gli escrementi freschi si portano sempre alla parte superiore, sovrapponendosi a quelli che già vi si trovano; a poco a poco si imbevono di acqua e cominciano a spappolarsi, formando la pasta glutinosa, attaccaticcia, di cui già si disse; divenuti nello stesso tempo più pesanti, discendono lentamente in basso, finchè si disciolgono e scompaiono del tutto. Il tempo necessario per queste successive trasformazioni fu, nella prima esperienza del Moigno, di 20 giorni circa, come abbiam veduto; ma è evidente che questo tempo dev'essere in relazione colla temperatura e soprattutto colla abbondanza o scarsità dell'acqua. In ogni caso particolare però, ammesso che la quantità d'acqua introdotta nel bottino superi quel minimo al disotto del quale si arresta il processo speciale di decomposizione, il tempo di cui è discorso deve rimanere pressochè costante per le differenti stagioni; quindi in ogni caso particolare, non appena il bottino ha cominciato a funzionare regolarmente, deve stabilirsi, dirò così, uno stato di regime, e la grossezza dello strato di materia galleggiante rimanere d'allora in poi costante.

Di qui la possibilità di stabilire le dimensioni del bottino, quando si fissi in precedenza l'altezza che lo strato galleggiante si vuole che raggiunga. Quale sarà quest'altezza? Il contatto delle materie fecali coll'acqua essendo condizione indispensabile alla loro dissoluzione, conviene che tale altezza sia la più piccola possibile; ma è però chiaro che praticamente non si può ridurre al disotto di un certo limite; d'altra parte, a misura che la si diminuisce, deve crescere corrispondentemente l'ampiezza dello strato galleggiante e

quindi la superficie del bottino. Il Mouras, in seguito a ripetute osservazioni, conchiuse che l'altezza più conveniente si dovesse ritenere di 7 centim. e mezzo.

Ora, siccome è determinata la quantità delle feci in peso ed in volume che mediamente ogni individuo produce al giorno, così, stabilita quest'altezza, rimane determinata anche l'area del bottino per ciascun individuo.

Discordano sensibilmente fra loro i dati riferiti dai diversi autori intorno alla quantità media delle feci giornalmente prodotte da ciascun individuo, fatta la giusta proporzione fra uomini, donne e ragazzi; tuttavia la maggior parte si accorda sul peso medio di circa 1 ettogramma, equivalente ad un volume di circa un decimo e mezzo di decimetro cubo (mc. 0,00015).

E poichè bisogna tener conto anche dei residui di cucina e di tutti quegli altri che al solito si gettano nei cessi, e che concorreranno in seguito a formare lo strato galleggiante del bottino automatico, crediamo convenga accettare il volume giornaliero medio stabilito dal Mouras stesso e dal Moigno, di m.c. 0,000250 per ogni persona.

Per quanto tempo galleggeranno questi residui? — Nella prima esperienza del Moigno risultò di 20 giorni circa, ma si trattava di deiezioni soltanto, e poi eravamo in estate, onde lo si può ritenere come un minimo. Infatti il Mouras dietro le sue osservazioni lo stabilì ad un mese circa, cioè 30 giorni.

Il volume dei materiali galleggianti per ogni persona risulterà quindi di:

$$\text{mc. } 0,000250 \times 30 = 0,007500,$$

e per uno strato della grossezza di cm. 7,5, corrisponderà la superficie di:

$$\text{m.q. } \frac{0,0075}{0,075} = 0,10;$$

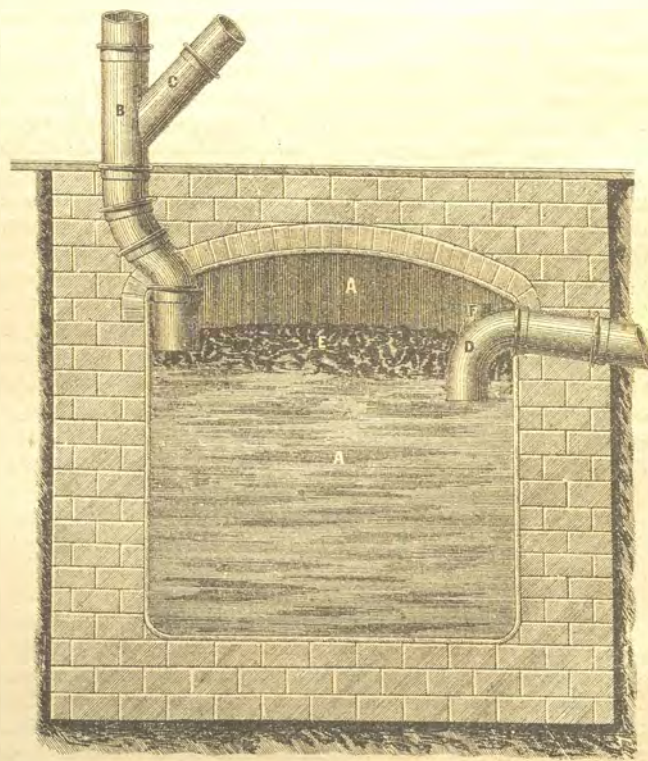


Fig. 3. — Bottino ordinario trasformato in automatico.

B e C Doccioni dei cessi, degli acquai e dell'acqua piovana — D Sfiatore a sifone, o sifone di scarica — F Apertura d'osservazione del sifone — A, A Bottino antico con intonaco liscio di cemento.

NB. Rimane nella parte superiore uno spazio occupato dall'aria, la quale però non potendosi rinnovare, dopo breve tempo, si sarà alterata per modo da non aver più alcuna influenza sul processo di speciale decomposizione del bottino automatico: sarebbe facile disporre il sifone in modo da sopprimere quasi totalmente questo spazio.

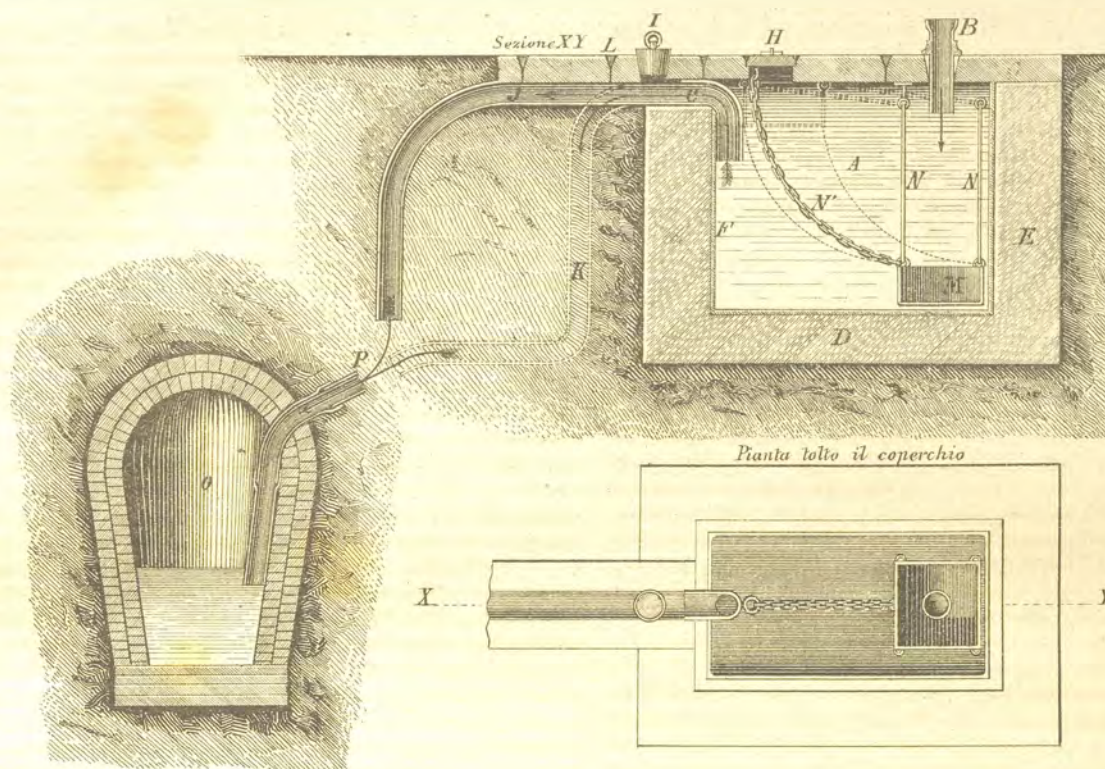


Fig. 4. — Bottino di cemento (costruzione monolitica).

A Bottino — B Tubo d'arrivo dei doccioni dei cessi, degli acquai e dell'acqua piovana — C Sfiatore a sifone, o sifone di scarica — D, E Muratura di cemento (costruzione monolitica) — F Intonaco liscio di cemento — H Tappo per l'apertura di ispezione del bottino — I Tappo per l'apertura di ispezione del sifone scaricatore — L Giunti di cemento per saldare le lastre del coperto — M Cesta per raccogliere cocci ed altri corpi estranei — N, N Aste di sospensione della medesima, snodate — N' Catenella per la vuotatura della cesta — O Fogna della via pubblica — P Tubo di immissione del liquido di scarica del bottino nella fogna.

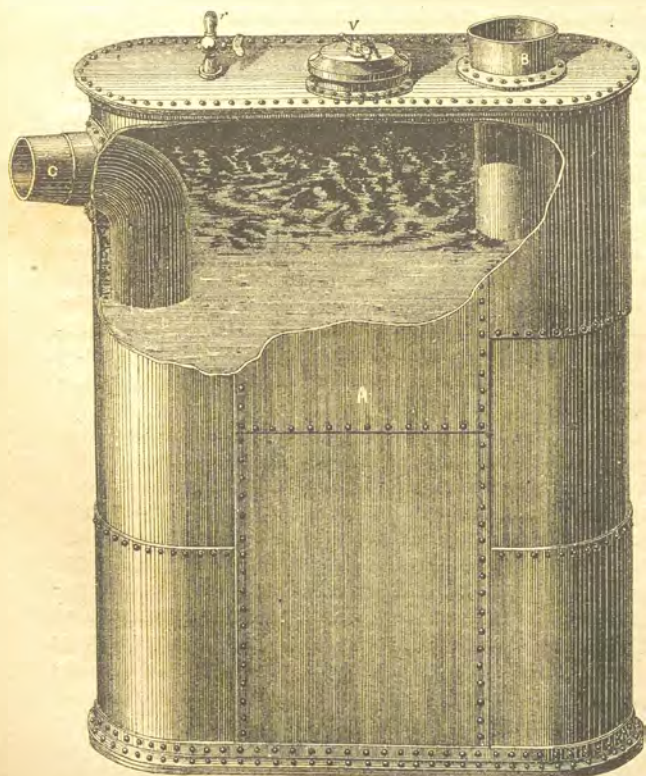


Fig. 5. — Bottino automatico asportabile di lamiera di ferro.

A Bottino — B Tubo d'arrivo — C Sifone scaricatore — V Apertura d'osservazione — r Robinetto per esperienze.

NB. Il sifone potrebbe essere collocato in modo da diminuire di molto e quasi sopprimere lo spazio vuoto contro il cielo del bottino.

onde per la pratica possiamo ritenere come stabilito che l'area occupata dal bottino automatico dev'essere in ragione di un metro quadrato ogni dieci inquilini, qualunque ne siano l'età ed il sesso.

Un altro elemento indispensabile a conoscersi è la profondità che deve darsi al bottino. Il Mouras ne fissa una normale di un metro, applicabile a tutti i casi, ma poi la vorrebbe accresciuta di m. 0,02 per ciascuna persona a cui il bottino deve servire, e ciò per tener conto dei corpi solidi e detriti d'ogni natura che in esso verrebbero gettati. Qui si fa certamente confusione, poichè dal momento che si aumenta l'area occupata dal bottino in ragione del numero delle persone alle quali deve servire, anche questi detriti debbono essere rappresentati da uno strato di spessore costante.

Di altri elementi invece si dovrebbe tener conto, quali sono: il grado di diluzione del liquido contenuto nel bottino, e la sua permanenza nel medesimo; coi quali elementi si connettono gli altri due della quantità di acqua consumata da ciascun inquilino, e del tempo che impiega il liquido interno a rinnovarsi.

Ad ogni modo la profondità di un metro, anzichè come normale, si deve ritenere come la minima.

In altre parole, la determinazione della quantità d'acqua occorrente per il miglior funzionamento del bottino automatico, è uno studio ancora da farsi.

Per ultimo il signor Mouras fissa a m. 0,18 la lunghezza del tratto per cui il ramo più corto del sifone scaricatore deve restare immerso, ossia di circa 10 centim. più sotto dello strato solido galleggiante.

Il modo di costruzione del bottino automatico non può presentare serie difficoltà, e lo si può fare di muratura ordinaria con intonaco di cemento, oppure colla costruzione così detta monolitica di cemento, od ancora di lamiera di ferro, nel qual caso il bottino potrebbe essere mobile, o per me-

glio dire, asportabile. Potrebbe poi essere collocato o sotto terra come si fa dei bottini ordinari o pozzi neri, oppure sopra il suolo, ad un'altezza qualunque, anche immediatamente sotto ai *water-closets*, quantunque sarebbe questa una disposizione sempre poco felice. La sua posizione più naturale e più ovvia è quella sottoterra, oppure rasente al suolo, per cui il bottino automatico occuperebbe il posto degli attuali pozzi neri o bottini ordinari. Non occorre nemmeno di aggiungere che questi si possono facilmente trasformare in quelli, migliorandone, ben s'intende, la costruzione in modo da renderli impermeabili, senza di che non sarebbe neppure il caso di pensare a tale trasformazione.

Le incisioni colle quali accompagniamo queste notizie, rappresentano un bottino automatico di muratura ordinaria con intonaco di cemento, un altro di costruzione monolitica, ed un terzo di lamiera di ferro e mobile, e sono stati tolti dal giornale *Les Mondes*, del Moigno. I disegni sono così semplici e facilmente intelligibili che non occorrono speciali spiegazioni. Solo dirò che nel secondo, sotto il doccia da cui giungono i residui nel bottino, trovasi una cesta di ferro sospesa per raccogliere i cocci e tutti gli altri rigetti solidi inalterabili. La sospensione è fatta a cerniera, per cui mediante una catenella, che si vede nel disegno, riesce facile tirare la cesta sino ad un'apertura praticata nel coperchio del bottino per estrarre i materiali in essa raccolti. Tale apertura deve potersi chiudere ermeticamente.

Da questo stesso disegno si vede anche come si possa fare la immissione dei prodotti del bottino automatico direttamente nelle fogne; e per impedire ogni comunicazione col'aria esterna, il prolungamento del tubo di scarica pesca nel liquido scorrente nella fogna. In ogni caso sarebbe facile conseguire questo scopo terminando il tubo in un altro sifone, dal quale il liquido si scaricherebbe poi direttamente nella fogna od in qualsiasi altro condotto, od anche in un recipiente, quando si volesse usare il liquido del bottino direttamente per l'irrigazione, come si dirà in seguito.

Il disegno che rappresenta il bottino di muratura ordinaria con intonaco di cemento, dimostra quanto sarebbe facile la trasformazione degli attuali pozzi neri in bottini automatici, ammesso, ben inteso, che a ciò non si opponga la loro situazione rispetto al punto di scarica del liquido.

Comunque sia costruito il bottino automatico, esso comincerà subito a funzionare regolarmente ad una sola condizione, cioè che lo si riempia preventivamente di acqua, cosa sempre facile a praticarsi. Allora, a misura che vi arrivano nuovi materiali, si sposterà un volume uguale di liquido, che in sul principio sarà acqua soltanto, e poi acqua coi rifiuti liquidi in essa diluiti, che uscirà dal sifone di scarica, e così finché lo strato galleggiante avrà raggiunta la sua grossezza di regime. D'allora in poi l'acqua di scarica conterrà anche i rifiuti solidi decomposti e disciolti, cioè nell'interno del bottino si sarà stabilita la graduale e regolare trasformazione descritta più sopra. Rimarranno unicamente sul fondo e formeranno deposito i corpi che non si alterano; ma se nei cessi non si gettano ruderi od altri rigetti analoghi, come deve necessariamente avvenire quando essi sieno muniti di sifone, il deposito si ridurrà a sì poca cosa da non produrre neppure lontani inconvenienti. In ogni peggior caso basterà collocare sotto il doccia d'arrivo la cesta metallica di cui si disse.

Raggiunto lo stato di regime, il funzionamento del bottino procederà da sé senz'altra cura, e da esso non uscirà mai altro che liquame perfettamente limpido, oppure soltanto leggermente torbido per materiali tenuissimi in sospensione, che non depositano. Saggi di questo liquido provenienti dagli esperimenti fatti qui in Torino, tenuti in recipienti di vetro chiusi per parecchi mesi di seguito, e poi aperti, non diedero il più piccolo deposito, e non cambiarono mai neppure d'aspetto, e persino l'odore si conservò sempre uguale.

Il risultato è veramente sorprendente; e se qualche cosa ci rende dubbiosi e ci consiglia di procedere guardinghi, è la domanda che nasce spontanea nella mente: come mai si è tardato tanto a fare una scoperta così semplice, e di sì ragguardevole importanza?

Qui mi si presenta l'opportunità di dire che, quando

per la prima volta parlai del bottino Mouras in una pubblica riunione, mi si riferì di alcuni bottini automatici esistenti in Torino ed altrove, sui quali però nessuno aveva avuto, come il Mouras, il merito di fissare l'attenzione. Fra quelli che mi furono indicati, farò speciale menzione di un esempio di pozzo nero foggato a bottino automatico, esistente in un grandioso opificio industriale, e che funziona già da molto tempo.

Sarebbe sicuramente interessante di conoscere le cause di un fenomeno altrettanto inatteso che sorprendente per la sua semplicità e portata, in breve, di conoscere la teoria del bottino automatico; ma finora nulla si saprebbe di preciso a questo riguardo. Non è certo improbabile, come suppose il Moigno, che il solfidrato d'ammoniaca ed anche gli altri prodotti della decomposizione dei rifiuti umani possano essere causa della loro dissoluzione; come deve anche sembrare ragionevole l'ammettere che il processo speciale di decomposizione, di cui si tratta, non sia in fin dei conti che un modo speciale di fermentazione dovuto a particolari fermenti fin qui non ancora studiati, o non ancora conosciuti; ma queste ad ogni modo non sono che supposizioni, essendo, a mio parere, troppo poco concludenti le analisi che fece eseguire il Moigno, e che sono le sole ricerche sin qui istituite. Tuttavia da esse risulterebbe un fatto che non si deve passare sotto silenzio, cioè che nel bottino automatico la decomposizione dei materiali azotati avviene in modo da diminuire la quantità dell'azoto combinato; ossia, una parte dell'azoto contenuto nei materiali organici, colla decomposizione di questi ultimi, si trasforma in azoto libero, anziché in ammoniaca od acido nitrico. Ora ciò è conforme a quanto già si conosce intorno alla decomposizione delle sostanze organiche; ma interviene qui qualche processo di nitrificazione, o di denitrificazione? Sarebbe questa una prima questione da risolvere, e di molta importanza, perchè tale soluzione ci darebbe forse la chiave della teoria desiderata.

I vantaggi di questo apparecchio si indovinano facilmente.

In primo luogo dal lato tecnico è chiaro che avendosi da fare con un liquido che non imbratta le pareti, lo si potrebbe raccogliere in una condotta di tubi, e basterebbero forse quelli di cemento, certo soddisferebbero ad ogni esigenza quelli di ghisa, di costo non molto superiore a motivo del non grande diametro, dovendo solo ricevere le acque immonde. Raccolte in disparte le acque immonde rimarrebbe da pensare soltanto a quelle di pioggia per le quali la costruzione dei condotti non presenta difficoltà.

Dal lato igienico offrirebbe questo vantaggio evidentissimo, che le deiezioni appena prodotte, e con essi i rifiuti d'ogni specie, scomparirebbero per rimanere fuori affatto dal contatto dell'aria e non rivedere la luce che laddove debbano essere utilizzate, e quindi purificate sotto l'azione combinata dell'aria, della terra, e della vegetazione. Non è poi improbabile che in vista del processo speciale di decomposizione, e del mezzo speciale in cui si compie, privo d'ossigeno, i germi delle malattie periscano, od almeno rimangano inattivi, od attenuati nella loro azione.

Dal lato agrario è pure evidente come l'applicazione dei prodotti del bottino automatico sia assai più facile di quella dei prodotti del bottino ordinario, sia che si usino direttamente, o meglio ancora che si diluiscano convenientemente nell'acqua irrigatoria preesistente, in modo da avere un'irrigazione seconda anziché una concimazione liquida, con vantaggio grandissimo della qualità dei prodotti. Il liquido dei bottini automatici potrebbe forse essere usato anche per l'irrigazione cittadina, cioè dei giardini pubblici e privati, e promuoverebbe come meglio non si potrebbe la vegetazione dei tappeti erbosi, degli arbusti ornamentali, delle piante da fiori, e persino degli alberi.

Si realizzeranno questi vantaggi? Gli esperimenti fatti in Torino li comproverebbero, come risulta implicitamente da quanto fu detto, ma sono stati fatti in piccola scala e sono pochi di numero, ragione per cui non possiamo ritenerli come concludenti. Alle ulteriori esperienze e specialmente a quelle in grande scala spetta il compito di dirci tutta la verità.

G. FETTARAPPA.

NOTIZIE

L'acido carbonico solido. — Da qualche tempo si è formata a Berlino una Società anonima per la fabbricazione dell'acido carbonico. Essa ha messo in commercio delle bottiglie d'acciaio contenenti 8 chilogrammi di acido carbonico allo stato liquido, per mezzo delle quali riesce facilissimo ottenere, senza far uso di pompe od altri apparecchi piuttosto costosi, l'acido carbonico in fiocchi di neve per esperienze di miscugli refrigeranti, per ottenere la solidificazione del mercurio, ecc.

Basta perciò lasciar effluire dalla bottiglia l'acido carbonico liquido, aprendo lentamente un rubinetto, e ricevere il getto in una specie di sacco di feltro; chè in pochi minuti ottiene in grande quantità l'acido carbonico solidificato.

Questa sostanza così congelata conservasi abbastanza lungamente anche esposta all'aria alla temperatura ordinaria. Un decimetro cubo impiega mezz'ora circa ad evaporarsi totalmente.

Comprimo fortemente questa specie di neve in un cilindro di legno duro, servendosi di uno stantuffo egualmente di legno, si ottengono dei cilindri solidi, che, esposti all'aria, si conservano molto più lungamente. Ed invero l'evaporazione nell'interno della massa è come nulla, e la si esercita soltanto alla superficie dei cilindri, che non è molto grande. Un cilindro d'acido carbonico del diametro di 41 millimetri e dell'altezza di 53 millimetri, impiega 5 ore per trasformarsi in gas. Più la massa è costipata, e più si conserva allo stato solido.

La densità dell'acido carbonico solidificato e compresso è arrivata a 0,5. *(Moniteur industriel).*

La ferrovia Torino-Rivoli nel 1884. — Questo curioso esempio di ferrovia a scartamento ridotto (m. 0,90) di proprietà privata, che nel 1871, epoca in cui fu aperta al pubblico servizio, aveva un prodotto lordo chilometrico di lire 6619, seppe poco a poco, e coll'aumento dei treni e colle facilitazioni dei prezzi di trasporto, duplicare detto prodotto chilometrico lordo.

Dal confronto delle cifre dei due ultimi esercizi risulta che al pari di tutte le ferrovie del Regno, anche quella di cui ci occupiamo ebbe a risentirsi delle sfavorevoli condizioni igieniche d'Italia, e più ancora le fece danno la maggiore attrattiva della Esposizione di Torino, che distrasse da Rivoli buona parte degli accorrenti.

Del resto, ad onta di tali contrarietà, il risultato della gestione è stato abbastanza soddisfacente, e ciò è dovuto essenzialmente alla bene intesa parsimonia dell'Amministrazione, che, pur osservando le norme d'esercizio indicate per una vera ferrovia economica, sa conciliare il proprio con l'interesse del pubblico.

E di ciò ad essa tanto maggior lode devesi attribuire in quanto non si vede per nulla favorita dal Governo, con quelle molte facilitazioni ed esenzioni di tasse che, per difetto di leggi speciali, sono concesse alle linee tramviarie a vapore, le quali, pur avendo un percorso anche maggiore della ferrovia Torino-Rivoli, non prestano un servizio altrettanto utile e soddisfacente.

A chiunque esami le cifre del conto che oggi noi riproduciamo, non isfuggerà di certo l'enormità della somma dovuta al Governo per tasse, fra le quali la meno giusta e la più gravosa, quella per diritto di bollo sui biglietti.

Diciamo meno giusta e più gravosa, perchè tale infatti è l'applicazione di questo balzello ad una linea, sulla quale non è pur possibile un compenso, come sulle grandi reti, fra le lunghe e le piccole percorrenze, ad una linea la quale misura una lunghezza complessiva di 12 chilometri, e sulla quale si distribuiscono biglietti per percorso di soli 3 chilometri (quello da Torino a Pozzo di Strada); e mentre, giova ripeterlo, tale imposta non si applica alle tramvie a vapore.

Non è già che noi vogliamo si tolgano i favori concessi alle tramvie, solo vorremmo si concedessero del pari a tutte quelle ferrovie che, come la Torino-Rivoli, presentano uguali condizioni ed uguali meriti.

Fatte queste brevi osservazioni, ecco i risultati dell'esercizio del passato anno:

La lunghezza della linea in esercizio al 31 dicembre 1884 era di chilometri. 12. Il materiale mobile in servizio alla detta epoca si com-

poneva di macchine locomotive 4, vetture a viaggiatori 33, vagoni da merce e bestiame 6; in totale 43.

Col detto materiale si fecero, durante il 1884 numero 6581 treni utili di viaggiatori e merci, cioè mediamente numero 18 convogli per giorno, con una percorrenza di treni-chilometri pari a 78,972.

La composizione media dei convogli fu di una locomotiva, 4,84 vetture-viaggiatori, 1,05 vagoni-merci.

Le locomotive fecero insieme 79,647 chilometri, le vetture a viaggiatori 382,823 chilometri, ed i vagoni bagagli e merci 83,622 chilometri.

Si trasportarono col detto materiale n° 457,735 viaggiatori, 115 tonnellate di bagagli e merci a grande velocità, e 2283 tonnellate di merci a piccola velocità.

Il numero dei viaggiatori di prima classe fu di 55,784 e di 401,951 quelli di seconda; con un prodotto per i primi (dedotte le tasse erariali e la tassa di bollo) di L. 34,182.67 e per i secondi di L. 114,602.73, in ragione cioè di L. 22,97 0/10 gli uni, e di L. 77,03 0/10 gli altri, e di L. 0,61 per ciascun viaggiatore di prima classe, di L. 0,28 per ognuno di seconda, e di L. 0,046 per ogni viaggiatore-chilometro.

La percorrenza dei viaggiatori ascese a 3,922,700 chilometri in totale: di questi 583,688 furono percorsi dai viaggiatori di 1ª classe, e 3,339,012 da quelli di seconda. I viaggiatori di prima classe percorsero mediamente chilometri 10, quelli di seconda chilometri 8.

La percorrenza delle merci a piccola velocità fu di chilom. 25,227 e la media per tonnellata di chilometri 11,05. Il prodotto totale fu di L. 4,121.44. Il prodotto d'una tonnellata trasportata fu di 1,80, ed il prodotto medio d'una tonnellata-chilometro di 0,163.

I prodotti della linea, depurati dalle imposte governative, furono in complesso di L. 154,180.61 e le spese di L. 102,817.70 con un utile quindi a favore della ferrovia di L. 51,362.91 e di L. 32,236.44 a favore del Governo per tasse erariali e di bollo, ascendendo quest'ultima alla non lieve cifra di L. 12,708.95, cioè di L. 1,059.08 per ogni chilometro di linea, ed in unione alle tasse erariali di L. 2,686.37 per chilometro, cioè il 17 0/10 degli introiti brutti della linea, ed il 38 0/10 degli introiti netti.

Gli incassi della ferrovia furono di lire 186,417.05, e gli introiti brutti, depurati dal bollo e tasse erariali, risultano i seguenti:

Viaggiatori	146,454.18
Bagagli	191.43
Merci a G. V.	601.09
Merci a P. V.	4,121.44
Prodotti diversi	2,331.22
Prodotti diversi esenti da tasse	481.25

154,180.61

Le spese d'esercizio distinte per categoria, vanno così ripartite:

Spese generali d'amministrazione ed esercizio	L. 16,256.70
Id. sorveglianza e manutenzione della strada	» 30,114.30
Id. movimento e servizio commerciale	» 18,390.90
Id. trazione e materiale	» 38,055.80

L. 102,817.70

NB. Nell'anno 1884 si fece una provvista rotale e si cambiarono due caldaie alle macchine, motivo per cui le spese di manutenzione e trazione vennero ad aumentare in confronto degli esercizi precedenti.

(Monitore delle Strade Ferrate).

BIBLIOGRAFIA

I.

Esempi di perizie di stima, dell'ingegnere Giulio Fetta rappa, professore di Economia ed Estimo rurale nella R. Scuola di applicazione degli ingegneri, e di Agraria ed Estimo nel R. Istituto tecnico di Torino. — Op. in 8° di pagine 213 con quattro tavole. — Torino, 1885. — Prezzo L. 5.

È noto come i principii generali di stima degli stabili, quali trovansi svolti nell'aureo trattato del chiarissimo professore Borio, se giustamente intesi ed applicati, conducano sempre, qualunque sia il procedimento che si adopera, o il perito che li applica, a risultati abbastanza fra loro concordi per quanto almeno è possibile pretendere in simil genere di determinazioni.

La esatta conoscenza e la giusta applicazione di quei principii non

esigono a vero dire nè una mente superiore, nè cognizioni gran che elevate. Qualsiasi professionista, fornito di quel grado di coltura generale, che è reso ormai accessibile ad ogni ceto di persone, può essere in grado di comprendere e di applicare le norme razionali che debbono guidare il perito in una operazione di stima.

Pure non è raro il caso di vedere ingegneri e periti, pei quali certamente non furono invano aperte le porte della *Istruzione superiore*, appigliarsi nelle loro operazioni di stima, a certi metodi, se pur metodi si possono dire, che troppo apertamente contrastano coi principii fondamentali.

Offrire a tutti costoro i quali vanno ciecamente vagando in cerca della buona via, un binario di sicurezza sul quale poter correre diritti e inevitabilmente alla meta è lo scopo appunto degli *Esempi di perizie di stima* che l'ottimo amico nostro, ingegnere Fattarappa, ha nuovamente raccolti in un volume, mentre a titolo di saggio già li aveva staccatamente pubblicati alcuni su questo stesso periodico ed altri negli *Annali del R. Istituto tecnico di Torino*.

Una casa civile in città di provincia — un'altra in Torino con annesse arce fabbricabili — un bosco di castagni — un podere *affittato* in regione irrigua con villa e annesse dipendenze — altro minore in regione vinicola e condotto a *colonia parziaria* — e per ultimo un podere di grande estensione, con villa e piccoli fabbricati rustici sparsi, sotto la diretta *amministrazione del proprietario* — sono gli stab.li presi ad esempio dall'egregio professore in modo da presentare per ordine di crescente difficoltà la maggior parte dei problemi che sono da risolvere.

Il libro ha un valore essenzialmente didattico, e merita, a parer nostro, di essere letto e meditato da tutti coloro che si occupano della stima dei fondi rustici.

G. S.

II.

Ricerche teoriche e sperimentali sul generatore secondario Gaulard e Gibbs, del professore Galileo Ferraris. — Memoria approvata dalla Reale Accademia delle scienze di Torino nell'adunanza dell'11 gennaio 1885. — Op. in 4° di pag. 73.

Nella Sezione internazionale di elettricità dell'Esposizione generale italiana ch'ebbe luogo a Torino, nell'anno passato, erano stati esposti con grande ricchezza d'impianto e nella loro forma più nuova i *Generatori secondari di Gaulard e Gibbs* presentati come mezzi accioci a distribuire a grandi distanze e su estese superficie l'energia elettrica per l'illuminazione ed anche per altri scopi industriali.

Questi *generatori secondari* sono apparecchi d'induzione aventi per effetto di produrre per mezzo di una corrente alternativa di data intensità altre correnti alternative, rappresentanti complessivamente e con lieve perdita la medesima energia, ma aventi un'intensità diversa, della quale si possa far variare il valore a seconda del bisogno.

Essenzialmente essi consistono in due spirali avvolte su di un medesimo nucleo di ferro; nell'una, detta *primaria*, hanno passaggio le correnti prodotte da una macchina dinamo-elettrica a correnti alternative; e nella seconda che dicesi *secondaria* si producono per induzione altre correnti alternative.

E come nella pratica generalmente occorrono correnti indotte d'intensità maggiore di quella della corrente induttrice, così la spirale primaria è di un solo pezzo, e la secondaria consta di più pezzi uguali, che si possono con un commutatore collegare a piacimento in circuito unico od in circuito multiplo.

Nei generatori secondari dell'ultimo tipo, i quali comparvero per la prima volta nella mostra di elettricità di Torino, le spirali sono ingegnosamente costituite da dischi anulari di lastra sottile di rame, del diametro esterno di 12 cent. circa e del diametro interno di 5 cent. Le due spirali primaria e secondaria sono identiche e le spire dell'una sono alternate con quelle dell'altra. L'isolamento è ottenuto per mezzo di dischi anulari di cartoncino spalmato con gommalacca. I dischi delle due spirali e quelli di cartoncino destinati ad isolarli sono infilzati su di un tubo verticale di vulcanite o di altra materia isolante, nell'interno del quale s'introduce un *nucleo cilindrico* di ferro, che nei generatori presentati all'esperienza era costituito da fili di ferro. Quattro colonnette metalliche tengono alla voluta distanza due tavole quadrate di legno formanti la base ed il capitello del generatore secondario, e ne costituiscono la intelaiatura. Sul capitello sono i morsetti delle due spirali, ed un commutatore, col quale si può fare a volontà passare la corrente primaria attraverso il generatore secondario, o attraverso un corto filo, lasciando l'apparecchio in disparte. Inoltre per regolare la potenza del generatore si può sollevare più o meno, levandolo così dal suo interno, il nucleo di ferro, essendo a tale scopo annessa al capitello una vite con cui il nucleo può essere fermato a tutte le altezze. Per ultimo un commutatore a spire, collocato su di una tavoletta di ebanite che sta di fianco all'apparecchio, serve per collegare in circuito semplice od in circuito multiplo le parti nelle quali è divisa la spirale secondaria.

I generatori secondari esposti a Torino erano di due modelli: un modello grande destinato a ricevere e trasformare un'energia equivalente a circa 1,80 cavalli, ed un modello piccolo capace dell'energia di un cavallo circa. I due modelli differivano l'uno dall'altro solamente per il numero dei dischi sovrapposti, ossia per l'altezza della colonna, che nel modello grande era di 61 cent., e nel piccolo di circa 30 cent.;

inoltre nel modello grande la spirale secondaria era fatta di quattro parti uguali e nel piccolo modello constava di sole due sezioni.

Questi apparecchi d'induzione prima ancora che fossero stati presentati alla nostra Esposizione, avevano già dato luogo a discussioni e controversie, le quali, come dice il prof. Ferraris, perdurano tuttavia ostinate ed acerbe.

E il dotto professore, avendo a sua disposizione, e quale Presidente della Commissione ordinatrice, e quale Presidente della giuria internazionale per la Esposizione di elettricità, un campo sperimentale che difficilmente avrebbe potuto avere in un laboratorio scientifico, volle e seppe servirsene per modo da apportare nella soluzione delle questioni dibattute la parola indiscutibile dell'esperienza.

La memoria della quale vogliamo qui brevemente discorrere è nuova luminosissima prova dell'aiuto possente che reca in ogni caso lo studio teorico dei fenomeni semplici o complessi che accompagnano un esperimento, anche quando la grande semplicità dei principii sui quali gli apparecchi stessi riposano potesse talvolta farlo credere superfluo.

Lo stesso prof. Ferraris, che delle teoriche discipline è cospicuo cultore, confessa non senza soddisfazione che dallo studio teorico dei fenomeni, quali avvengono nel generatore secondario, trovò rischiarata in modo superiore alle sue previsioni la questione pratica, e ci diè una guida sicura per l'esatta interpretazione, sia dei risultati ottenuti da quanti in simili esperienze lo precedettero ricorrendo all'uso dell'elettrometro e dell'eletto dinamometro, sia dei risultati ottenuti dalle proprie esperienze calorimetriche. Epperò, oltre a dimostrare l'accordo di risultati sperimentali che, non bene interpretati, avevano dato finora esca sempre maggiore alle controversie, il prof. Ferraris non solo controllò colle proprie e colle altrui esperienze le sue ricerche teoriche, ma dedusse dalle medesime non poche conseguenze, utili non meno agli esperimentatori che agli inventori, inquantochè pone in rilievo tutti gli elementi di cui si deve tener conto nello studio sperimentale di quest'apparecchio e quanta sia nei risultati la influenza di ciascuno di essi.

La memoria è naturalmente divisa in due parti; nella prima sono le ricerche teoriche necessarie alla retta interpretazione di qualsiasi esperienza; nella seconda le ricerche sperimentali.

Nella PRIMA PARTE, che è per noi la più interessante, l'Autore incomincia per trattare il caso nel quale le spirali secondarie sono come le primarie, riunite tutte in un circuito semplice: dimostra come il rapporto delle intensità medie delle due correnti, primaria e secondaria, sia funzione della sola resistenza totale del circuito secondario; cerca le espressioni dell'energia assorbita e restituita dal generatore secondario, valendosi del principio della conservazione dell'energia come di controllo e di guida nel rintracciare gli errori in cui incorsero coloro che lo precedettero. Precisa ciò che debbesi intendere in queste ricerche per coefficiente di rendimento, distinguendo il coefficiente di rendimento *totale* dell'apparecchio ed il coefficiente di rendimento *esterno* od utile, secondochè alla quantità di energia spesa nel circuito primario per mantenere in funzione il generatore secondario si rapporta rispettivamente la *totale* quantità di energia svolta nell'intero circuito secondario, ovvero la energia utilizzabile nel circuito secondario *esterno*. Deduce dalle trovate espressioni che ad ottenere grandi coefficienti di rendimento giova adoperare macchine dinamo elettriche, le quali diano in ogni unità di tempo un grande numero di inversioni di corrente; ed è noto che il signor Gaulard adoperava attualmente macchine le quali danno da 260 a 300 inversioni per minuto secondo (*).

Spiega come non si possa scambiare nel calcolo dei coefficienti di rendimento come sopra indicati la quantità dell'energia spesa nel circuito primario per mantenere in funzione il generatore, colla quantità di energia che si spenderebbe nello stesso circuito primario, se al generatore secondario fosse sostituito un conduttore esente da self-induzione che producesse la stessa media differenza di potenziali del generatore secondario, potendo in certi casi sussistere delle grandi differenze fra queste due quantità di energia; e in vero la quantità di energia assorbita dal conduttore di sostituzione cresce sempre col crescere della resistenza del circuito secondario ed ha valor massimo a resistenza infinita; mentre la energia veramente assorbita dal generatore secondario comincia a crescere colla resistenza fino ad un massimo ch'essa raggiunge per un valore finito di questa resistenza, e diminuisce di bel nuovo, per ridursi quasi a zero quando la resistenza raggiungesse il valore infinito.

E questo essenzialmente l'errore nel quale incorsero parecchi sperimentatori, e se non erriamo, anche gli inventori stessi. Le deduzioni teoriche prodotte dimostrano inammissibile una tale sostituzione, portandone le conseguenze fino all'assurdo, inquantochè ripugna al principio della conservazione dell'energia che un generatore secondario debba assorbire precisamente il massimo della energia quando esso non produce alcuna corrente secondaria.

(*) Alcune esperienze fatte dal Gaulard nella Esposizione di Torino farebbero credere che il rendimento diminuisca quando il numero delle inversioni sia alquanto più grande. Per cui il prof. Ferraris ritiene che le esperienze siansi fatte per un periodo di inversione di durata uguale o prossima a quella a cui corrisponde il massimo effetto utile dell'apparecchio.

Successivamente in un breve paragrafo l'ing. Ferraris fa accenno alle modificazioni da introdursi nelle equazioni differenziali fondamentali per passare dal caso precedentemente trattato delle spirali secondarie unite in circuito semplice a quello di un certo numero di spirali secondarie in circuito multiplo

La PARTE SECONDA incomincia con un cenno sui metodi sperimentali precedentemente seguiti per la determinazione numerica del coefficiente di rendimento, e consistenti essenzialmente o nell'impiego dell'elettrodinamometro per misurare le intensità delle correnti e di un certo numero di lampade ad incandescenza poste in tensione per dedurre dalla intensità luminosa la media differenza di potenziali, o meglio, servendosi dell'elettrometro a quadranti di Mascart, siccome fece pure il dottore Hopkinson verso la metà di marzo del 1884. Ma le esperienze più complete fatte con tale procedimento sono quelle eseguite nella Esposizione di Torino dal signor Uzel, elettricista della Casa Sautter-Lemonier di Parigi, ed abile sperimentatore. Nella memoria che ci sta sott'occhi, il prof. Ferraris riporta una parte dei risultati di questi esperimenti, di quelli segnatamente eseguiti con un generatore secondario, poco diverso da quello su cui ebbe poi a fare i suoi esperimenti l'autore della memoria, e ciò nello scopo di far confronti istruttivi, mentre è oramai fuori dubbio che i risultati del signor Uzel, e quelli di tutti gli sperimentatori che avevano operato con metodo analogo furono, per le ragioni sovra espresse, malamente interpretati, e condussero perfino lo stesso inventore del generatore secondario ad idee erronee sul valore del coefficiente di rendimento e sulla legge delle sue variazioni. Le quali cose premesse, il prof. Ferraris descrive le proprie esperienze calorimetriche fatte col triplice scopo: di verificare l'attendibilità delle misure coll'elettrometro, contro il quale si erano pure sollevate obiezioni; di controllare l'esattezza della teoria esposta e di determinare l'effettivo coefficiente di rendimento del generatore secondario.

Il generatore secondario sperimentato fu uno di quelli che il Gaulard destina ad assorbire e trasformare l'energia di circa 1,8 cavalli dinamici, e differiva da quello della stessa forza adoperato nelle esperienze dal signor Uzel solamente pel modo con cui era fatto il nucleo di ferro; in quello adoperato dal signor Uzel, il nucleo era interamente costituito da un fascio di fili di ferro; mentre il nucleo del generatore secondario sul quale esperimentò il prof. Ferraris, era fatto con un bastone cilindrico di legno ricoperto da uno strato di circa quattro millimetri di fili di ferro.

I principali dati di questo generatore sono:

Numero dei dischi nella spirale primaria	455
Id. id. secondaria	455
Diametro dei dischi	mm. 114
Diametro del foro centrale	» 54
Groschezza dei dischi di rame	» 0.25
Altezza della colonna	» 610
Peso complessivo del rame dei dischi	Chg. 18,280
Peso totale dell'apparecchio (approssimativo)	» 20
Resistenza della spirale primaria alla temperatura di 13°	ohm. 0.276
Id. della spirale secondaria alla stessa temperatura	» 0.285
Intensità di regime della corrente primaria colla quale l'apparecchio è destinato a funzionare e colla quale funzionò durante le prove	ampère 12 (circa)

Devesi inoltre notare che la spirale secondaria constando di quattro parti uguali, queste durante le prove furono riunite tutte in circuito semplice, o, come dicesi, *in tensione*.

La macchina dinamo elettrica di Siemens, che somministrava la corrente primaria, faceva durante le esperienze in media 670 giri per minuto; per cui le spirali in moto della macchina essendo 24, si avevano 16080 inversioni di corrente al minuto, ossia 268 al minuto secondo.

Sventuratamente, il motore che doveva mettere in funzione questa macchina dinamo-elettrica era una macchina a vapore di 140 cavalli, destinata a muovere una lunga trasmissione dalla quale prendevano forza molte altre macchine dinamo-elettriche; e per di più queste esperienze si sono dovute fare negli ultimi giorni della Esposizione (dall'11 al 16 novembre), quando non si sarebbero potuti obbligare tanti altri espositori a tenere inoperosi i loro apparecchi. Lo stesso espositore dei generatori secondari utilizzava in quei giorni, mentre si facevano le esperienze, la sua macchina dinamo-elettrica, la quale poteva assorbire anche sessanta cavalli, a far funzionare altri generatori secondari, illuminando il proprio recinto con ogni sorta di lampade elettriche. Da questa infelice disposizione di cose, non imputabili per altro alla Commissione ordinatrice della esposizione di elettricità, nasceva naturalmente, oltre alla impossibilità di misure dinamometriche, la difficoltà di evitare variazioni sensibili nella velocità; inconvenienti questo tanto più grave ove si noti che le misure calorimetriche sul circuito primario e sul circuito secondario dovevano farsi in due esperienze successive, e non simultaneamente.

Registrati in un quadro i risultati delle proprie esperienze calorimetriche, e da un primo confronto di questi risultati con quelli delle esperienze elettrometriche del signor Uzel, dimostrò che sufficiente l'accordo, ove la teoria addita che accordo vi dev'essere, il professor Ferraris passa a dedurre i coefficienti di rendimento pratici nel

senso da lui precisato; sceglie e dimostra la via più conveniente per premunirsi dagli errori derivabili dalle variazioni accidentali e talora considerevoli che tra la prima e la seconda parte di un medesimo esperimento calorimetrico potevano subire l'intensità della corrente primaria e la durata dell'intervallo di inversione della corrente; e presenta il quadro dei coefficienti di rendimento teorici, ossia calcolati, e pratici, ossia risultanti dalla esperienza per valori della resistenza totale del circuito secondario varianti di due in due ohm da 0,28 fino a 40. Dalla quale tabella risulta che i coefficienti di rendimento si mantengono per lungo tratto sensibilmente uguali al valor massimo, il quale per il coefficiente di rendimento totale sarebbe nel generatore secondario sperimentato di 0,976 corrispondente ad una resistenza del circuito secondario di ohm 22,36 e per il coefficiente di rendimento esterno, di 0,96 corrispondente ad una resistenza di 31,9.

Confrontando inoltre i valori ottenuti con quelli che si possono in base alla stessa teoria dedurre dai risultati delle esperienze del sig. Uzel, il prof. Ferraris dimostra e conclude, che l'impiego dell'elettrometro per questa specie di esperimenti è perfettamente giustificato, e siccome l'uso di tale strumento riesce comodissimo e permette di fare rapidamente molte determinazioni, così esso è non solo ammissibile, ma raccomandabile.

Il prof. Ferraris prende in seguito a considerare il caso in cui le spirali secondarie sono collegate in quantità, e per il quale ei non poté fare esperienze calorimetriche. Ma partendo dai risultati delle esperienze del sig. Uzel fatte per il caso in cui la spirale secondaria è divisa in due sole parti, collegate in quantità, il prof. Ferraris dimostra come in analogia al caso più facile a trattarsi in cui si avessero correnti continue, si possa intravedere che quando le differenze tra le forze elettromotrici agenti sulle spirali secondarie riunite in quantità fossero considerevoli, il coefficiente di rendimento possa trovarsi in certi casi diminuito assai. Che inoltre potrebbe accadere si andasse incontro all'inconveniente non meno grave di una produzione di calore nell'interno dell'apparecchio, la quale potrebbe nuocere alla durata del medesimo ed alla regolarità del suo funzionamento. I quali inconvenienti si potranno in buona parte evitare rinunziando a collocare più spirali secondarie su di una medesima colonna, e collegando invece, un conveniente numero di generatori secondari distinti, nei quali la forza elettromotrice abbia in tutti quel valor medio che risulterà dai bisogni industriali a cui si deve soddisfare e dal numero degli apparecchi di cui si potrà disporre.

Nell'ultimo capitolo il prof. Ferraris prende a trattare la questione della potenza del generatore secondario, ossia a determinare la massima quantità di energia ricavabile dal generatore secondario sperimentato quando sia data l'intensità media della corrente primaria che lo deve fare funzionare. Ne conchiude che nel caso in cui la media intensità della corrente primaria letta su di un elettrometro fosse di 12 ampère, la produzione effettiva di energia utilizzabile nel circuito secondario esterno è di cavalli 2,12; ma che perciò occorre che il generatore secondario sia fatto funzionare con una resistenza del circuito secondario di 22 a 23 ohm, mentre nei tentativi di applicazione pratica fatti finora dal sig. Gaulard, a motivo della inesatta idea sul coefficiente di rendimento, l'apparecchio venne solitamente adoperato con un circuito secondario di resistenza uguale ad otto o dieci ohm solamente.

Anche la struttura del nucleo interno ha qualche influenza sulla potenza dell'apparecchio. Abbiamo veduto come l'apparecchio sperimentato dal prof. Ferraris avesse un nucleo di legno rivestito di uno strato di fili di ferro, mentre quello su cui esperimentò il sig. Uzel aveva il nucleo costituito interamente da un fascio di fili di ferro. Quest'ultima era la struttura del nucleo primitivamente adottata dal sig. Gaulard; l'altra invece costituiva una innovazione introdotta dall'inventore allo scopo di diminuire le correnti di Foucault e migliorare con ciò le condizioni del generatore secondario. Abbenchè la modificazione non abbia apportato sensibile variazione al coefficiente di rendimento dell'apparecchio, il prof. Ferraris dimostra come da tale modificazione sia risultata notevolmente diminuita la potenza dell'apparecchio, ossia la quantità di energia che con una data intensità della corrente primaria l'apparecchio può assorbire e restituire nel circuito secondario. Il massimo del lavoro effettivo è sceso da cavalli 2,51 a 2,12, ossia la diminuzione della potenza dell'apparecchio risulterebbe circa del 16 per cento.

Nè sarà inutile notare che quando il nucleo era interamente di ferro la resistenza dal circuito secondario corrispondente al massimo rendimento era di 26,6 ohm circa, mentre col legno al nucleo non era che da 22 a 23 ohm.

Per cui e ad onta che non sia diminuito il coefficiente di rendimento, il Gaulard non ha certamente migliorato il suo apparecchio sostituendo il nucleo col legno al nucleo interamente di ferro.

Quelli dei nostri lettori che hanno avuto la pazienza di seguirci fin qui vedranno in tutto questo di quale valido indispensabile aiuto siano gli studi teorici per il progresso dei problemi industriali del più grande interesse. Il male si è che i pochi i quali ci leggono sono quelli appunto che ne sono al pari di noi quanto mai convinti. Pure ci anima la speranza che non sia mai inutile l'insistere, in omaggio alla massima:

Gutta cavat lapidem non bis sed saepe cadendo.

G. SACHERI.

R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI IN TORINO.

Classificazione degli Allievi che nell'anno 1884 riportarono il Diploma di INGEGNERE CIVILE, di INGEGNERE INDUSTRIALE o di ARCHITETTO secondo il Regolamento approvato con Reale Decreto in data 8 ottobre 1876.

N. d'ordine di classificazione	COGNOME, NOME, PATERNITÀ e Patria del Candidato	VOTI OTTENUTI			N. d'ordine di classificazione	COGNOME, NOME, PATERNITÀ e Patria del Candidato	VOTI OTTENUTI		
		nelle prove di profitto di 2° e 3° anno	nell'esame generale	TOTALE dei voti			nelle prove di profitto di 2° e 3° anno	nell'esame generale	TOTALE dei voti
		massimo num. 1200	massimo num. 100	massimo num. 1300			massimo num. 1200	massimo num. 100	massimo num. 1300
Ingegneri civili.									
1	Franchi Secondo fu Pietro da Castelalfero (Alessandria)	1145	95	1240	56	Passerini Pompeo di Paolo da Fermo (Ascoli Piceno)	803,500	80	883,500
2	Sella Gaudenzio fu Giuseppe da Biella (Novara)	1123	90	1223	57	Verani Giuseppe Mario di Vincenzo da Torino	793,500	88	881,500
3	Beria Luigi Giacomo di Antonio da Torino	1108	100	1208	58	Cremonesi Luigi di Carlo da Mortara (Pavia)	805	70	875
4	Baldini Guido di Pietro da Modena	1085	88	1173	59	Lichtenberger Ernesto di Giuseppe da Torino	783,666	88	871,666
5	Morra Anacleto di Francesco da Frinco (Alessandria)	1068	95	1163	60	Carpaneto Vittorio fu Gio. Battista da Capriata d'Orba (Alessandria)	792,500	72	864,500
6	Barberis Manfredo di Pietro da Milano	1075	80	1155	61	Devoti Rodolfo Luigi di Francesco da Genova	793	70	863
7	Raspi Damaso di Carlo da Romagnano (Novara)	1031	80	1111	62	Cucco Luigi di Giuseppe da Biella (Novara)	784	75	859
8	Faglietto Carlo di Francesco da Rivarolo Canavese (Torino)	1001	96	1097*	63	Parodi Renzo Vittorio di Pier Paolo da Sampierdarena (Genova)	786	70	856
9	Pasqualini Socrate di Clodoveo da Narni (Umbria)	1018	77	1095	64	Sardi Vincenzo di Stefano da Castellazzo Borraida (Alessandria)	774,166	70	844,166
10	Bibolini Vittorio di Federico da Sarzana (Gen.)	1019	75	1094	65	Corbellini Ugo fu Giulio Cesare da Parma	772,500	67,500	840
11	Jona Emanuele fu Leone da Biella (Novara)	1005	88	1093	66	Clerici-Bagozzi Ottaviano di Gio. Battista da Asola (Mantova)	760	75	835
12	Ricci Tommaso di Luigi da S. Maria Maggiore (Novara)	999	85	1084	67	Mortola Andrea di Giovanni da Genova	758	73	831
13	Calvi Luigi di Carlo da Reggio Emilia	989	90	1079	68	Cucchi Giovanni di Cipriano da Romano (Bergamo)	749,500	67,500	817
14	Gregotti Edoardo di Luigi da Valle Lomellina (Pavia)	1000	72	1072	69	Motta Giuseppe di Carlo da Borgotaro (Parma)	716,666	70	786,666
15	Tortarolo Lorenzo di Giuseppe da Savona (Genova)	980	82	1062	70	Moreno Vincenzo di Giuseppe da Bordighera (Portomauro)	701,500	73	774,500
16	Tommasina Achille di Achille da Ascoli Piceno	970	90	1060		Peri Pietro di Domenico da Morbegno (Sondrio)		80	
17	Raccone Francesco di Delfino da Castelnuovo Scrivia (Alessandria)	957	78	1035		Mascheroni Giuseppe di Giovanni da Soresina (Cremona)		75	
18	Lenchantin Emilio di Giacomo da Sassari	945	88	1033		Cannobbio Domenico fu Antonio da Sestri Ponente (Genova)		72	
19	Marone Vittorio di Benedetto da S. Stefano Belbo (Cuneo)	933	95	1028		Palazzo Angelo di Luigi da Pontestura (Alessandria)		72	
20	Frasatti Pietro di Pietro da Pollone (Novara)	930	95	1025					
21	Buoni Leopoldo di Gustavo da Cascina (Pisa)	929	85	1014					
22	Manno Giuseppe di Antonio da Milano	923	73	996					
23	Saccardi Giovanni di Cesare da Livorno	915	75	990					
24	Pampaloni Giovanni di Giuseppe Luigi da Tavernelle di Val di Pisa (Firenze)	917	73	990					
25	Rossetti Enrico fu Isidoro da Como	916	73	989					
26	Manno Alberto di Antonio da Cagliari	908	80	988					
27	Moriggia Raffaele fu Antonio da Casale Monferrato (Alessandria)	901	85	986					
28	Allegri Cesare di Giuseppe da Brescia	910,500	75	985,500					
29	Gariboldi Ernesto di Pasquale da S. Angelo (Pavia)	897	75	972					
30	Gastone Filippo fu Filippo da Mondovì (Cuneo)	900	70	970					
31	Sacchetti Dante fu Vincenzo da Mantova	884	85	969					
32	Chiapello Carlo fu Carlo da Cuneo	883	85	968					
33	Isola Fortunato di Luigi da Novara	883	85	968					
34	Foresti Luigi di Angelo da Valenza (Aless.)	893	75	968					
35	Pagani Ferdinando fu Francesco da Borgonuovo (Piacenza)	880	85	965					
36	Battaglia Ferdinando fu Carlo da Torino	873	85	958					
37	Genre Costa Emilio di Giuseppe da Barge (Cuneo)	888	70	958					
38	Bellia Giuseppe di Giuseppe da Torino	855,666	95	950,666					
39	Boicelli Giovanni fu Domenico da Vigarano (Ferrara)	875,333	75	950,333					
40	Melosu Gio. Battista di Antonio da Cagliari (Torino)	869	80	949					
41	Pistonato Gerolamo di Domenico da Brandizzo (Torino)	875	70	945					
42	Messina Vincenzo di Domenico da Trapani	857	87	944					
43	Aliberti Achille fu Luigi da Casale Monferrato (Alessandria)	873,333	70	943,333					
44	Farina Antonio di Gio. Batt. da Spezia (Genova)	852,500	90	942,500					
45	Soldini Paolo fu Desiderio da Castelnuovo Scrivia (Alessandria)	859	75	934					
46	Morosetti Luigi di Vittorio da Voghera (Pavia)	855,500	75	930,500					
47	Bonomi Carlo di Giovanni da Caravaggio (Bergamo)	840,500	85	925,500					
48	Sapuppo Antonino di Concetto da Catania	840	83	923					
49	Socini Giovanni di Antonio da Brescia	837	85	922					
50	Ragazzoni Felice di Alessio da Biella (Novara)	843,500	75	918,500					
51	Bogliolo Rodolfo di Felice da Caselle (Torino)	834	75	909					
52	Paganini barone Giovanni di Achille da Cajone di Vigatto (Parma)	838,500	70	908,500					
53	Tosi Cesare fu Carlo da Tirano (Sondrio)	837,500	70	907,500					
54	Manici Azelio di Giuseppe da Parma	819	80	899					
55	Cavalasca Fabrizio fu Fedele di Vigevano (Pavia)	808	78	886					
Ingegneri industriali.									
							massimo num. 1300	massimo num. 1400	
1	Biavati Aldo di Francesco da Piacenza	1280	100	1380					
2	Vianello Luigi di Pietro da Treviso	1235	100	1335					
3	Mazzola Francesco di Giuseppe da Torino	1202	92	1294					
4	Mirone Enrico fu Vincenzo da Casale Monferrato (Alessandria)	1175	90	1265					
5	Cornaglia Guido di Natale da Torino	1143	83	1226					
6	Gozzi Giustiniano di Giuseppe da Villafranca (Verona)	1112	93	1205					
7	Laviosa Vittorio di Pietro da Piacenza	1077	96	1173					
8	Galli Ernesto di Giuseppe da Vespolate (Nov.)	1055	85	1140					
9	Belloc Luigi fu Maurizio da Torino	1040	95	1135					
10	Menocchio Raffaele fu Pier Luigi da Torino	976	88	1064					
11	Secco Nicolò di Andrea da Venezia	946	75	1021					
12	Vallino Mario di Scipione da Cellamonte (Alessandria)	934	85	1019					
13	Gandolfi Giovanni di Niccolino da Sassari	947	70	1017					
14	Bruna Giuseppe di Giuseppe da Boves (Cuneo)	928	72	1000					
15	Dettori Achille di Antonio da Padria (Sassari)	925	74	999					
16	Gradara Lodovico di Enrico da Torino	887	78	965					
Architetti.									
							massimo num. 900	massimo num. 100	massimo num. 1000
1	Massazza Cesare fu Giovanni da Mede (Pavia)	554,500	70	624,500					

Fuori di classificazione per aver superato presso altri Istituti alcune delle prove di profitto di secondo e di terzo anno.

Fuori di classificazione per aver superato presso altri Istituti alcune delle prove di profitto di secondo e di terzo anno.

OSSERVAZIONI. — Il numero delle prove di profitto, le quali, giusta i regolamenti ora in vigore, ogni allievo deve sostenere, oltre all'esame generale, è di 12 per gli Ingegneri civili, di 13 per gli Ingegneri industriali e di 9 per gli Architetti. Il massimo dei punti per ciascuna prova è di 100.
Quando il totale dei voti risultò uguale fra più allievi, si diede la precedenza a quello che ne ottenne maggior numero nell'esame generale.
Torino, 31 dicembre 1884.

Il Vice-Direttore della Scuola: G. CURIONI.