

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.

R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO

DELLO STILE NELLE DIVERSE EPOCHE
E PRESSO I DIVERSI POPOLI

e delle sue applicazioni all'arte e nelle industrie.

CONFERENZA III (*).

Stile Etrusco.

Prima della fondazione di Roma, sulle rive del Tevere nel forte Lazio, abitavano sparse tribù, le quali menavano una vita patriarcale inconscie che da loro dovesse poi sorgere la romana potenza. Verso il Settentrione, in trenta città cinte da ciclopiche mura, situate sopra alture o sulla riva di fiumi ritenuti da meravigliosi argini, o presso ben costrutti porti, fioriva il popolo Etrusco. Tale gente, venuta con poche navi dall'Asia minore, fatta numerosa e potente, combatteva a lato dei Persiani contro la Grecia l'anno stesso del trionfo di Salamina; scendendo lunghe il Tirreno a cui diede il nome, debellava ed assoggettava grande parte d'Italia, e colla sua civiltà propria dava un'impronta speciale ai monumenti ed all'arte da essa coltivata.

Ora chi percorre le ridenti valli della Toscana e le incantevoli rive dei laghi dell'Umbria, non potrebbe dai pochi ruderi informi farsi un concetto della vita vissuta da quel popolo tanto diverso dall'attuale, religioso e grave, come la sua incarnazione *Tagete*, nano uscito dalla terra, giovane di forme e vecchio di senno.

Ma lo storico, l'archeologo e l'artista dietro lo studio dei molti oggetti artistici provvidenzialmente avanzatici da quel popolo nelle sue necropoli, per quella legge che

(* Siamo lieti di annunciare ai lettori che l'egregio estensore di queste conferenze, il signor G. Vacchetta, è riuscito vincitore del concorso per esami che ha testè avuto luogo in Roma per la carica di professore di ornamentazione industriale nel R. Museo Industriale italiano. E tanto più volentieri ci ralleghiamo con lui, inquantochè trattavasi di un posto da molti ambito, essendosi dapprima presentati ben 26 concorrenti, sedici dei quali si presentarono al 2° stadio del concorso per esami e tra questi alcuni distintissimi già nella carriera artistica. Della importanza degli esami fanno poi fede i temi seguenti, che si ebbero a svolgere:

1. Fonte battesimale nello stile del Rinascimento.
2. Fontana monumentale per decorazione di una piazza nello stile del 600.
3. Rivestimento di parete in legno con armadio centrale destinato a contenere libri, nello stile medioevale italiano (con particolari costruttivi ed ornamentali grandi al vero).
4. Decorazione a colori di una volta romana di sala da pranzo.
5. Fregio di stile Rinascimento con strumenti musicali (saggio in plastica).
6. Cenni sopra l'arte figulina in Italia dai più remoti tempi fino al secolo XVI (Relazione scritta).

Tre altri concorrenti, dopo il Vacchetta, riscosero gli elogi della Commissione esaminatrice, l'uno di Milano, l'altro di Udine, ed il terzo di Bologna. Il Vacchetta studiò anni parecchi nella R. Accademia Albertina di Belle Arti in Torino, e successivamente al R. Museo Industriale Italiano.

G. S.

informa il bello d'ogni paese e d'ogni tempo, fecero rivivere la vita che animò quella gente e conoscere la sua civiltà.

Le costruzioni etrusche.

Case, templi, e loro decorazione.

Nelle costruzioni dei loro edifizî religiosi, militari e civili, che formano il più importante ramo ove si manifesta il genio artistico di un popolo, gli Etruschi tennero due vie, guidati in ciò da diversi concetti, che però sempre fanno prova del loro gusto artistico e della loro saggezza.

Nell'erigere le grandi opere di difesa e di pubblica utilità, quali sarebbero le mura, le torri, le porte delle loro città, gli argini, i porti, gli acquedotti, ecc., essi non cercarono che la solidità, e però col senso pratico ed artistico ad un tempo, rifuggirono dal decorarli con motivi troppo ricchi e delicati, i quali non sarebbero stati adatti alla rigidezza di quelle solidissime costruzioni, che ancora oggi dopo tanto tempo servono allo scopo per cui furono costrutte.

Nell'edificare i templi dei loro Dei e le proprie abitazioni, ebbero invece per suprema legge la bellezza e la comodità, e quindi tali edifizî hanno forme gentili con molta ornamentazione.

A dir vero non ci restano ad attestare questo modo di costruire che poche traccie; ma ce ne confermano l'esattezza, le descrizioni di qualche monumento etrusco, lasciateci da scrittori romani e soprattutto la considerazione che, se gli Etruschi avevano con tanta abbondanza, eleganza e varietà di forma ornata la loro suppellettile, gli oggetti riservati al culto e le loro armi, con maggior ragione dovevano impiegare la loro arte decorativa, dove quasi era loro imposta, cioè nei templi delle loro divinità e nelle case che abitavano.

I muri delle case etrusche sono formati con grandi pietre foggiate a parallelepipedo sovrapposte le une alle altre, senza cemento, ma con molta precisione di connesure. L'*arco* (fig. 68) nelle porte delle città, negli acquedotti, era a



Fig. 68.

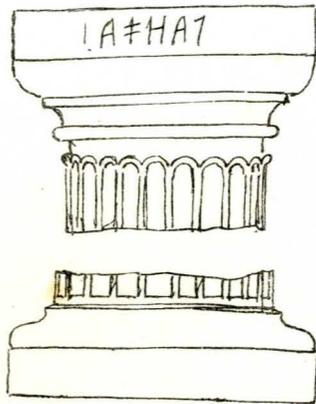


Fig. 69.

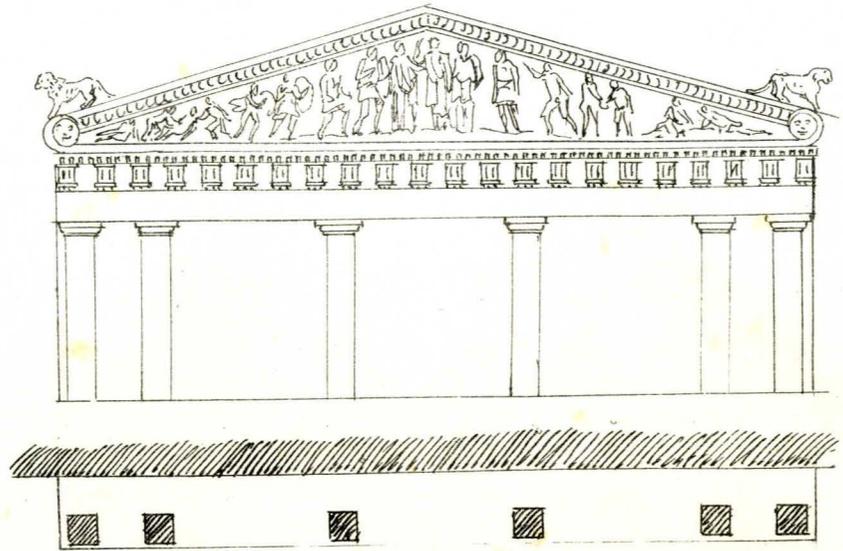


Fig. 70.

tutto sesto e formato da uno o più ordini di cunei colle linee di giunto convergenti al centro. Le *vólte* erano per lo più a botte od a cupola semisferica, od a calotta, ornate soventi da cassettoni.

*

La *colonna* (fig. 69) elemento costruttivo di tutti i popoli, ricorda presso gli Etruschi la dorica-greca; differisce però da questa per essere munita di base e talora anche di piedistallo e per avere la rastremazione secondo una curva, piuttosto che secondo una linea retta. Essa porta alla sua sommità un *capitello*, che si può dire di due tipi; *dorico-greco* cioè, o della *Magna Grecia*, e *Romano*. L'*ordine jonico* ed il *corinzio* che il genio greco svolse con tanta ricchezza e castigatezza di forme, ad un tempo, non passarono inosservati agli artisti etruschi, ed infatti ne troviamo riproduzioni negli ipogei; ma l'imitazione è ben lungi dal raggiungere la bellezza del modello.

Alcuni capitelli etruschi, imitazione dell'ordine corinzio, hanno di particolare le foglie che sostengono direttamente l'abbaco, ed al posto del fiore portano una testa di donna.

Una caratteristica speciale dello stile etrusco è l'intercolonnio (fig. 70). Esso è molto largo, e raggiunge soventi i cinque e talvolta i sei diametri. Perciò gli architravi che univano fra loro le colonne e reggevano il peso della cornice sovrastante non potevano essere che di legno, poichè si sarebbero spezzati per l'eccessiva lunghezza se fossero stati di pietra. Sopra gli architravi venivano a posare coi loro capi ornati di due o tre scanalature, le travi che formavano il soffitto del portico, poste l'una dall'altra ad una distanza uguale alla loro altezza, dando così luogo a quella specialissima decorazione dei fregi a triglifi e metope, proprio dell'ordine dorico, dagli Etruschi largamente usato, senza aver troppo riguardo alla correttezza architettonica.

La *cornice* etrusca è molto diversa dalla greca, perchè molto sporgente, da raggiungere talora il terzo dell'altezza della colonna.

*

Tutta la *trabeazione* e molte parti degli edifizii erano ornate con terrecotte modellate e dipinte. È veramente ammirevole la varietà di forme che la creta prendeva sotto la mano sapiente dell'artefice etrusco.

Gli *acroteri*, le *antefisse*, le *gronde* e i *fregi* d'ogni maniera sfoggiavano un'ornamentazione ricchissima, formata

con palmette, mascheroni, fiori, figure umane e di animali. Altre figure fantastiche bizzarramente intrecciate, separavano questi motivi, ornavano poi le modanature altri tipi di ornati, quali sarebbero trecce, meandri, greche, corridietro, ovoli, dentelli e simili.

Osservando tutti questi motivi e l'ornamentazione che risulta dalla loro combinazione si scorge a prima vista un carattere orientale spiccatissimo, misto coll'egizio, l'assiro ed il greco, senza però raggiungere la ricchezza dei primi, nè la grazia e l'eleganza di quest'ultimo. Nelle ornamentazioni di lusso le terrecotte erano sostituite da lastre e bassorilievi in bronzo, come appunto si fece in Roma nel tempio di Giove Capitolino.

Le tombe.

Il sentimento dell'immortalità dell'anima sì potente nel religioso popolo etrusco, passando dal concetto spirituale al materiale, si manifestò nel tentare di sottrarre il corpo alla consumazione. Questo stesso concetto che spingeva gli Egiziani a nascondere i cadaveri dei loro cari dentro immense piramidi di pietra, nelle profonde gallerie dei monti della Nubia e di Saccarat, guidò gli Etruschi a scavare sotterranei per i loro morti, nei quali l'oscurità ed il silenzio doveva sospendere l'opera distruttrice del tempo.

Era costume degli Etruschi che le loro necropoli fossero poste in luogo eminente e poco lontano dalla città. A seconda però dei terreni in cui erano scavate si seguirono diversi metodi di costruzione. Quindi abbiamo delle tombe sotterranee nella pianura e tombe scavate nel vivo sasso della montagna. La prima specie comprendeva: 1° tombe con tumulo sovrapposto ad una camera sepolcrale; 2° tombe senza tumulo, ed ivi le camere sepolcrali erano disposte attorno ad un vestibolo. Delle tombe della seconda maniera alcune sono con facciate, altre senza, ed in esse la porta scavata nel masso mette in un vestibolo che precede la camera sepolcrale. Certe tombe hanno la facciata colla porta finta a stipiti modanati, ovvero con colonne a trabeazione simulanti un tempio; mentre invece l'ingresso è al basso del monumento.

All'esterno molti di questi sepolcri sono monumentali, dando un'idea di sontuosità e di mistero; all'interno pare invece vogliano solamente riprodurre l'abitazione privata, stata cara in vita al defunto. Ed in esse si soleva rinchiu-

dere tutti gli oggetti famigliari allo stesso, affinchè risorgendo a novella vita, potesse essere rallegrato dalla vista di quella casa e di quegli arnesi, che prima l'avevano fatto contento.

A questo sentimento delicato e pietoso dobbiamo ora la grande quantità di oggetti che ci istruiscono sui costumi e sulla civiltà degli Etruschi. Tutt'attorno alla camera sepolcrale gira ordinariamente un gradino a zoccolo sul quale si deponavano i cadaveri e le urne cenerarie. Il soffitto benchè scavato nel sasso è rappresentato come di legno, talora piano, talora a due piovanti od anche a semplici travature; qualche volta s'incurva a volta od a cupola.

Nelle pareti si aprono finestre naturalmente senza luce ed addossate ad esse e scavate nel masso sono sedie a largo schienale. Le pareti talora sono dipinte a larghe fasce sulle quali sono disegnate a semplice contorno, indi riempite con quattro principali colori figure d'uomini e di animali.

Curioso è l'impiego dei soli quattro colori: il rosso-carne serve per il nudo degli uomini, il rosa ed il bianco per quello delle donne, il pavonazzo si trova quasi esclusivamente adoperato pei vasi, il giallo per gli utensili, tavole, letti; ed il turchino pare fosse per superstiziosa consuetudine adoperato nel dipingere animali e demoni.



Fig. 71.

Le figure così bizzarramente colorate sono rappresentate che camminano tutte sopra una sola linea senza alcuna traccia di prospettiva e di chiaro-scuro (fig. 71). Le proporzioni generali sono assai buone; le vesti lasciano trasparire il disegno del nudo, i muscoli sono molto pronunziati, con poca grazia nei movimenti e tutte le figure hanno il mento ed il naso aguzzi, ed i capelli e la barba sono abbondanti.

Le statue.

Considerando la *statuaria etrusca* vi troviamo tre distinte maniere, le quali corrispondono a tre periodi della storia degli Etruschi; ond'è che le relazioni che essi ebbero coi diversi popoli vicini si trovano riflesse sensibilmente nella loro arte.

La *prima maniera* sente dell'egizio-assiro; le figure non hanno alcuna leggiadria di contorni nè verità di movi-

menti; sono goffe e pesanti. Stanno diritte o sedute coi panneggiamenti attillati alla persona e disegnate a sole linee rette. Le estremità delle figure sono lunghe ed informi, i capelli sono intrecciati simmetricamente e gli occhi sbarrati.

Nei bassorilievi le figure sono ritratte di profilo ma quasi sempre colla faccia rivolta di fronte, contrariamente a quanto usarono gli Egizi. Una cosa da notare poi è che mentre nei primordi dell'arte di quasi tutti i popoli il nudo è contrassegnato da un'eccessiva rigidità, presso gli Etruschi invece presenta muscoli vigorosi, ossa angolose ed articolazioni strettissime.

La *maniera della seconda epoca*, che è affatto etrusca, imitò molto i lavori dell'antica statuaria greca e della Magna Grecia. Le figure di questo periodo, senza aver lasciato completamente la primitiva rigidità della posa, hanno profili e proporzioni bellissime, ed a persuadersi di ciò basta osservare a mo' d'esempio la lupa del Campidoglio, il Marte di Falterono, i bassorilievi degli altari di Perugia e di Chiusi.

La *terza maniera* si sviluppò nell'Etruria quando la Grecia, forte della grandezza del suo nome e delle ricchezze conquistate colle vittorie nell'Asia, si abbandonò al lusso delle arti e queste figlie della prosperità, si adornavano di ogni più delicata bellezza e di abbagliante splendore.

La statuaria etrusca pertanto tra il V secolo e la metà del IV prima dell'era volgare subì l'influenza dello stile italo-greco che allor fioriva in Sicilia. Ci rimangono di quest'epoca maggiore copia di esemplari, molti in terracotta, pochi di marmo e moltissimi in bronzo, nella fusione dei quali gli Etruschi si rivelarono valentissimi al dire stesso dei Greci. Sono da ascrivere fra i principali avanzi di quest'epoca i due guerrieri trovati a Vulvi ed a Todi, il fanciullo con un'oca in mano, l'idoletto del nuovo museo etrusco, la chimera e la Minerva di Arezzo.

*

Dopo gli accennati periodi l'arte etrusca decade rapidamente, offuscata dalla potenza di Roma, scadendo pure a poco a poco gli Etruschi nel concetto delle genti e nella propria indipendenza. Tale epoca di decadenza al pari di quelle di gloria segnò un carattere proprio nell'arte; abbondano quindi in esso le opere goffe ed imperfette, imitazioni per lo più di capolavori precedenti.

L'arte industriale.

La fama dell'arte etrusca, l'abbiamo detto sin dal principio, non è dovuta alle grandi manifestazioni dell'arte come presso altri popoli, ma bensì ad un genere particolare di lavori, che mentre fan fede dell'operosità degli Etruschi, ci mostrano come il senso estetico, il buon gusto, fossero in essi doti innate e sparse universalmente. È sorprendente il vedere la quantità di oggetti che facevano gli orefici, i vasai, i tessitori, i fabbricanti da mobili, sia per i bisogni comuni della vita, sia per appagare il lusso dei ricchi.

Meritano speciale menzione le oreficerie, i bronzi ed i vasi, dei quali il tempo ci avanzò magnifici campioni.

Le opere di oreficeria (fig. 72 e 73) sono fra le più celebrate dell'antichità e gli stessi abilissimi orefici moderni di Roma ebbero a confessare che il lavoro di certi pezzi etruschi era inimitabile. Vi hanno fibule per cingere le vesti, monili pendenti, braccialetti, collane, ricche d'oro e di perle, guernite di ciondolini imitanti conchiglie, fiori di edera, simboli diversi lavorati a filigrana, con foglioline interposte a granellini minutissimi saldati a fuoco. La composizione di tutti questi oggetti è svariatissima e sempre bella, le proporzioni di alcuni di essi sono piacevolissime

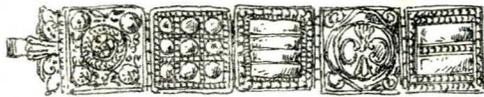


Fig. 72.

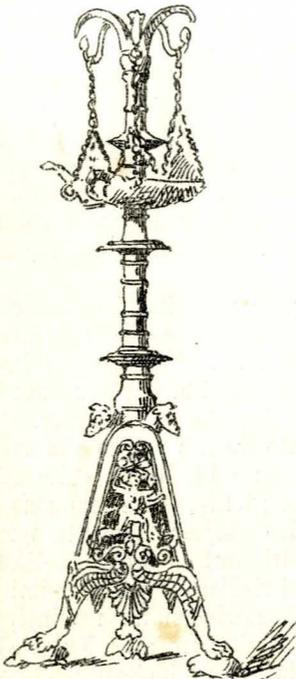


Fig. 74.



Fig. 73.

e la loro fabbricazione costò molte cure, massime se si pon mente agli scarsi mezzi di cui potevano disporre. Fra gli arredi sacri, abbondantissimi e di graziosissime forme sono da notarsi tripodi (figura 75), lampade (figura 74), candelabri, vasi (figura 76), vassoi, ecc. La maggior parte di questi oggetti è in bronzo, nondimeno se ne trovano di quelli formati con sottili lamine di

bronzo, d'argento e talora d'oro, lavorate a cesello, col punzone ed a traforo. L'ornamentazione vi è profusa a piene mani; si osserva in generale una disposizione a zone separate fra loro da piccoli motivi ripetuti, quali palmette, girelli, corridietro, treccie, meandri, ecc. In dette zone si trova una svariata quantità di figure d'uomini e di animali.

*

Gli Etruschi lavoravano pure molti *camei* con simboli sacri molto simili ai fenici, nei quali la figura umana non è molto ben fatta, al contrario di quella degli animali molto bene eseguita. Le *monete* pure sono abbondanti e di non comune bellezza.

Per rispetto ai vasi è questione tuttora agitatissima fra gli eruditi, se quelli che continuamente si trovano nel suolo etrusco si debbano attribuire ad artefici etruschi, oppure sieno stati trasportati dalla Grecia. Pare infatti, che molti siano greci; però noi, senza entrare in lunghe ed inutili distinzioni, ci limiteremo a chiamare etruschi quei vasi cenerari tutti neri, con fregi o graffiti, o fatti a stampo, e che portano ai manici o meglio ancora al labbro superiore delle teste messe a guisa di antefisse, ovvero sul coperchio teste umane, animali, ecc. Daremo ancora il nome di etruschi quantunque molto simili ai Greci, a quei vasi dipinti in nero su fondo giallo o rosso, nei quali le figure sono di profilo coll'occhio rotondo e di prospetto, col naso prominentissimo, gli elmi chiusi, gli abiti attaccati alle membra, somigliantissimi alle pitture scoperte negli ipogei, le quali non v'è luogo a dubitare che non siano etrusche.

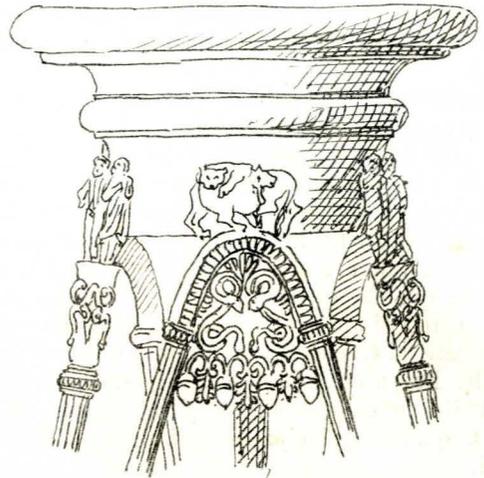


Fig. 75.

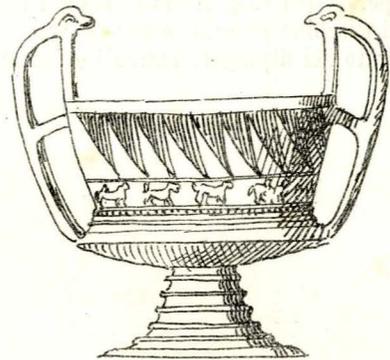


Fig. 76.

*

Dal cenno fatto sullo stile etrusco che ebbe poi sì grande influenza nell'arte romana, e che nello stesso rinascimento in Toscana fece sentire la sua influenza, si può argomentare, come convenga, che le ricerche dell'archeologia, della filologia e della storia, vengano a gettare sopra di esso una maggior luce, per poter degnamente illustrare un'arte, che si può dire arte italiana. G. VACCHETTA.

RESISTENZA DEI MATERIALI

DI ALCUNE ESPERIENZE CONCERNENTI LA FUNE

DELLA FERROVIA FUNICOLARE DI SUPERGA.

Nei sistemi di trazione funicolare, l'organo più delicato, alla scelta del quale si debbono rivolgere le maggiori cure, è senza dubbio la fune, essendo necessario che essa possieda qualità tutte speciali, cioè: piccolo peso e grande resistenza totale; un elevato carico al limite della elasticità; molta duttilità, omogeneità e durezza nel metallo; inoltre, grande flessibilità nella fune e una perfetta fabbricazione.

In grazia dei rapidi progressi dell'arte siderurgica, si trovano ora in commercio fili metallici che soddisfano a tali condizioni, e che presentano resistenze invero straordinarie; talchè le trazioni per mezzo di funi si vanno moltiplicando e popolarizzando anche da noi, come è già avvenuto in altri paesi. A chi si interessa di questo ramo della meccanica non tornerà discaro conoscere i risultati di alcune esperienze eseguite sulla fune della ferrovia funicolare di Superga, fune che già funziona lodevolmente da quasi cinque anni.

*
Dati sulla fune. — La fune è stata fabbricata dalla casa Felten e Guillaume a Mülheim sul Reno; è composta (fig. 77) di 6 trefoli di 8 fili di acciaio ciascuno: in tutto 48 fili. Tanto i singoli trefoli quanto la fune presentano un'anima di canapa incatramata. Con questo mezzo si assicura la flessibilità della fune stessa.

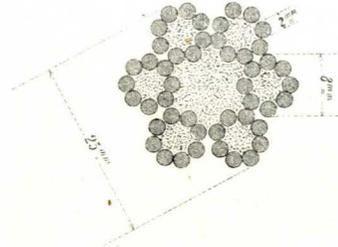


Fig. 77. — Sezione della fune della ferrovia di Superga. Al vero.

Il diametro di ogni filo è di 2 mm.; quello di un trefolo, di 8 mm.; quello della intiera fune è di 25 mm. Così la sezione retta della fune presenta una superficie metallica di 150 millimetri quadrati circa.

Il passo dell'elica, secondo la quale è avvolto ogni filo sul trefolo, è di m. 0,41. Quello secondo il quale il trefolo s'avvolge attorno all'anima centrale di canapa è di m. 0,20.

Il peso per metro lineare di fune è di Chg. 1,500. Il tutto è diligentemente incatramato.

*
Prove di collaudo. — Nelle prove che la Commissione governativa fece per il collaudo di detta fune si procedette nel seguente modo. Tagliato un tratto di fune della lunghezza di circa m. 2, se ne sono isolati i sei trefoli, ed uno di essi si è scomposto negli 8 fili elementari. Quindi si sono sottoposti alla prova della rottura separatamente gli 8 fili, poscia i restanti 5 trefoli; ma la prova sulla fune intera non si è potuta fare per la insufficienza della macchina e per la difficoltà del l'attacco.

I due primi fili si sono strappati sospendendoli per un estremo ed attaccando direttamente all'altro estremo un piattello, sul quale ad intervalli eguali di tempo (di 3 minuti primi circa) si sono disposti uno sull'altro, dischi di ghisa di 30 chilogrammi l'uno, e di soli 15 chilogrammi verso la fine della esperienza.

Per i restanti 6 fili e pei 5 trefoli, essendo questo sistema di trazione diretta forse più preciso, ma molto incomodo pei fili, ed inapplicabile poi pei trefoli, si è ricorso alla macchina di proprietà dell'Istituto Tecnico di Torino, che allora trovavasi presso il R. Museo Industriale Italiano, e rappre-

TABELLA I. — Esperienze sugli 8 fili di un trefolo.

Numero di ordine del filo	Carico totale di rottura Chg.	Carico di rottura riferito al mmq. della sezione primitiva Chg.	OSSERVAZIONI
1	469.5	149.45	Si è rotto 1 minuto primo dopo l'applicazione dell'ultimo carico; a 0. ^m 11 sotto l'attacco superiore.
2	461.1	146.78	Rotto dopo 30" id. id.; a 0. ^m 45 sopra l'attacco inferiore.
3	480.8	153.05	Rotto dopo 3' id. id.; all'attacco inferiore.
4	465.2	148.08	Rotto dopo 20" id. id.; a 0. ^m 65 sopra l'attacco inferiore.
5	454.7	144.74	Rotto dopo 10" id. id.; a 0. ^m 52 sotto l'attacco superiore.
6	413.0	131.47	Rotto dopo 1' id. id.; a 0. ^m 45 sopra l'attacco inferiore. Il filo appare quivi leggermente intaccato.
7	475.6	151.39	Rotto appena posto l'ultimo carico; a 0. ^m 30 sopra l'attacco inferiore.
8	481.9	153.40	Rotto dopo 5" id. id.; a 0. ^m 90 sopra l'attacco inferiore.

TABELLA II. — Esperienze sui restanti 5 trefoli.

Numero di ordine del trefolo	Carico totale di rottura Chg.	Carico di rottura riferito al mmq. della sezione retta dei fili Chg.	OSSERVAZIONI
1	3605.0	143.44	Si strappano tutti i fili nella stessa sezione, presso l'attacco superiore; 1' dopo posto l'ultimo carico.
2	3671.4	146.08	Si strappa un solo filo circa a metà lunghezza; 30" dopo posto l'ultimo carico.
3	3875.8	154.22	Si strappano tutti i fili nella stessa sezione, a 0. ^m 17 dall'attacco inferiore; 40" dopo posto l'ultimo carico.
4	3771.5	150.07	Si strappano tutti i fili a 0. ^m 24 sotto l'attacco superiore; 1' e 30" dopo posto l'ultimo carico.
5	4003.0	159.28	Si strappa un filo a metà lunghezza; 20" dopo posto l'ultimo carico.

sentata schematicamente nella fig. 79. La figura però ce la mostra disposta per le altre esperienze delle quali dirò in seguito. Tutta la parte inferiore del meccanismo era ridotta alla sola morsa m' fissa di posizione, alla quale era attaccato saldamente per un suo estremo il filo o il trefolo f , che per l'altro capo era attaccato per mezzo della morsa m alla catena a pendente dall'estremo, foggiato a settore circolare, di una leva L , girevole in l . Sulla punta l' di essa agisce un'altra leva di 2° genere L' , impernata in l' sull'asta verticale G . Caricando il piattello P con pesi P' , il trefolo o il filo f viene a sopportare una tensione di circa 20 volte il peso P' , giusta il rapporto dei bracci del sistema composto di leve. A tenere sempre orizzontale il braccio L' serve la dentiera verticale G , che porta il fulcro l' , e che può farsi scorrere in alto o in basso per mezzo del sistema di ruote ghk ; la posizione della leva L' è conveniente quando la catenella r' che unisce gli estremi di L' e di G , da tesa che era stando la macchina in riposo, si sia allentata.

Per i trefoli i pesi P erano costituiti dai dischi sopradetti; pei fili, invece, alleggerito convenientemente il sistema delle leve, i pesi P erano solo di Chg. 1, Chg. 0,5, Chg. 0,2 . . . , e posti tanto gli uni che gli altri ad intervalli regolari di tempo di 3 o 4 minuti.

Procedendo in questo modo si sono ottenuti i risultati trascritti nelle tabelle poste in fine della pagina precedente.

Da questi numeri si è creduto di poter dedurre la resistenza totale della fune facendo la somma di tutte le resistenze parziali presentate dagli 8 fili e dai 5 trefoli, somma che ammonta a Chg. 22628,50.

A me pare che questo modo di procedere non sia molto esatto; e dappoichè noi giudichiamo rotta una fune quando anche uno solo dei suoi fili sia strappato, così mi sembra più giusto e più prudente ritenere come resistenza totale della fune il prodotto della sua sezione retta per la resistenza unitaria minima che si è verificata nella serie fatta di esperienze. Quindi, se si vuole tener conto della prova eseguita col 6° filo, la resistenza della fune sarebbe di $150 \times 131,47 = 19720,50$ chilogrammi. Se poi, giudicando accidentale tale rottura, si vuole portare in cifra tonda a 140 Chg. la resistenza unitaria, risulterà la resistenza totale di $150 \times 140 = 21000$ Chg.; e parmi che non sarebbe prudente sorpassare questa cifra.

Alcun tempo dopo mi venne in pensiero di completare questa prima serie di esperienze con altre più rigorose, determinando gli allungamenti, sia i totali, che gli elastici, presentati dai singoli fili, e quindi deducendone il carico al limite della elasticità, il modulo di elasticità, ecc. Inoltre mi proposi di strappare la intera fune per verificare direttamente la sua resistenza.

Prove sulla fune intera. — Molte sono le difficoltà che s'incontrano nel fissare una fune ad una macchina di resistenza, perchè non se ne può ingrossare la sezione di attacco, come si fa per le sbarre, e il più delle volte succede che o la fune sfugge, ovvero si strappa negli attacchi, essendo quivi più tormentata che altrove. Queste difficoltà vanno crescendo rapidamente col crescere dello sforzo totale che devesi esercitare, nè io sono riuscito a superarle completamente, poichè, nelle due prove fatte, la rottura è avvenuta in una delle sezioni di attacco. Però il risultato è stato abbastanza soddisfacente, e l'apparecchio impiegato è tanto semplice, che credo con leggere modificazioni potrebbe dare risultati addirittura buoni e tornar utile in simili prove.

Esso consta di un ceppo di ghisa C (fig. 78) provveduto di una staffa A per attaccarlo, e di un foro conico N col diametro minore n eguale al diametro della fune. Introdotta la fune F nel foro conico N e apertine i trefoli t , si toglie la corrispondente porzione di anima di canapa, e in sua vece si colloca la spina di ferro S . Così l'attacco è fatto senza bisogno di colarvi alcun metallo. I trefoli t però si schiacciano e in causa dello sfregamento contro la parete di ghisa si *limano* alquanto dalla parte esterna. Si potrebbe migliorare quest'apparecchio levigando bene la parete del foro ed accentuando maggiormente la differenza di conicità esistente

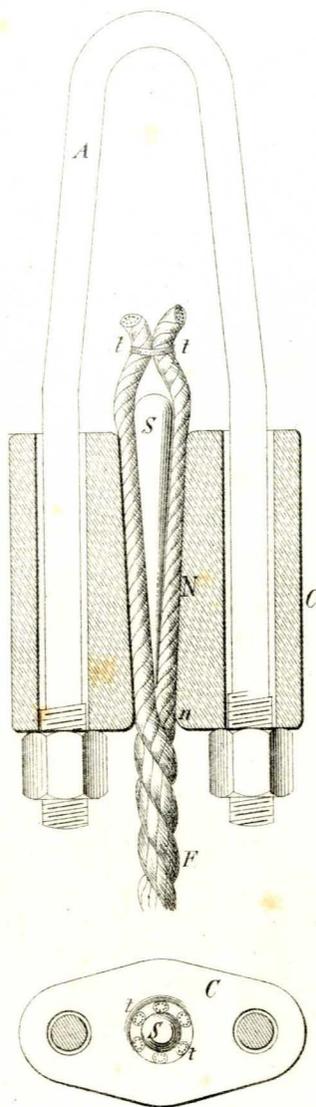


Fig. 78. — Sistema di attacco della fune F .

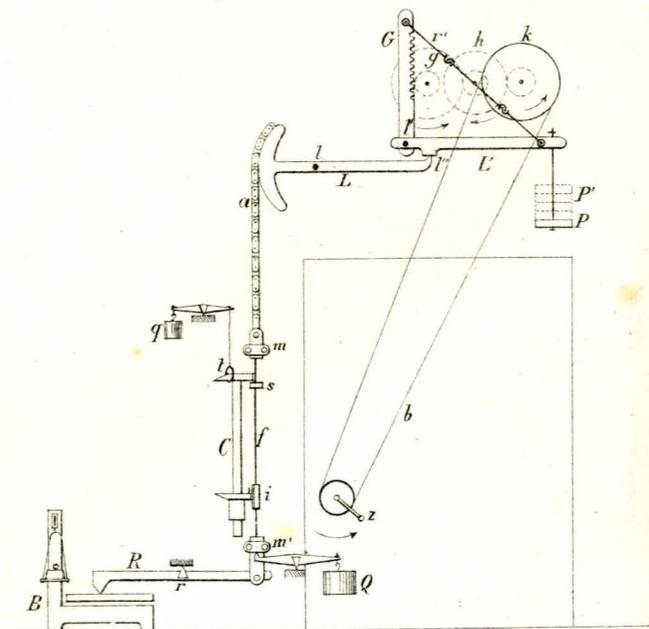


Fig. 79. — Macchina per la resistenza dei materiali.

fra la spina e il foro acciocchè la pressione sui trefoli t vada crescendo dalla punta alla base della spina, più rapidamente che non sul campione che ho usato io.

Ad ogni modo, i risultati ottenuti sono abbastanza soddisfacenti. Esperimentati colla macchina della fonderia dell'Arsenale due tratti di fune, uno nuovo e l'altro già usato per un certo tempo, del primo si è strappato un trefolo sotto uno sforzo totale di Chg.

19460, pari a $\frac{19460}{150} = 130$

Chg. per mm. q. di sezione; e del secondo si sono rotti due trefoli a Chg. 19270, cioè a 128 Chg. circa per mm. q. di sezione. Carichi di rottura unitarii, poco diversi da quello che ha presentato il 6° filo della Tabella I.

*

Prove fatte sui singoli fili. — Siccome in questo genere di esperienze ha grande influenza sul risultato il metodo seguito nell'esperimentare, così alla esposizione dei risultati premetterò un cenno sull'apparecchio impiegato e sul modo col quale me ne sono servito.

Mi sono valso della macchina descritta precedentemente, ma disposta come si vede nella fig. 79. Del sistema di leve superiori L ed L' mi sono servito unicamente come mezzo di tra-

zione, e non di misura; perciò, posto sull'albero k un volantino e una fune b , si può far abbassare con movimento dolcissimo il sistema $GL'r'$, quindi produrre sul filo f la tensione conveniente; per contro, sollevando il sistema $GL'r'$, la catena a col settore della leva L si abbassano da sé per proprio peso. In tal modo è facilissimo produrre una tensione qualsiasi nei fili e quindi scaricarli.

Per misurare la tensione del filo ho usato una stadera (*bascule*) B , esattamente campionata. Sul mezzo del piano di essa posa l'estremità di una leva orizzontale R di primo genere col suo fulcro r a metà e portante all'altro estremo la morsa inferiore m' . Il peso proprio della leva R e della morsa m' sono esattamente equilibrati da un contrappeso Q , talchè essi non hanno alcuna influenza sulla tensione del filo f ; la stadera poi va regolata per guisa da segnare lo zero quando non si esercita alcuna trazione sul filo f , ed essa non sopporti che la parte del peso della leva R non equilibrata da Q . Disposte così le cose, riesce facilissimo e comodo caricare e scaricare il filo; così, per sottoporlo a una tensione di 100 Chg., basta porre il romano sulla divisione 100, indi girare la manovella α nel senso della freccia finchè si veda l'indice della stadera sollevarsi lentamente e portarsi di fronte al controindice fisso; in tali condizioni il filo sarà soggetto a una trazione di 100 chilogrammi. Volendo poscia scaricare il filo, basterà porre il romano sulla divisione zero e girare a ritroso la manovella α finchè il sistema torni in equilibrio. Così si potrà misurare, sia l'allungamento totale sotto una data tensione, sia quella parte di esso che è *permanente*, cioè che resta dopo avere scaricato il filo, e quindi per differenza quella parte che si distrugge in grazia della elasticità del metallo, cioè l'*allungamento elastico*. E così ho operato.

Per misurare gli allungamenti, una delle cose più delicate, trattandosi talora di piccolissime frazioni di millimetro, mi sono servito dell'unico strumento che fosse a mia disposizione, non fatto per tal genere di misure, ma che tuttavia credo di avere usato, dopo non poche prove, nel miglior modo e di averne avuto misure attendibili ed esatte entro limiti di tolleranza piccolissimi. Lo strumento è un buon compasso a nonio C , sul quale si legge il centesimo di millimetro.

Investito colla sua punta superiore nell'anello t , il suo peso è esattamente equilibrato dal contrappeso q ; talchè il compasso sta da sé colle sue due punte smussate contro il filo teso f , comprendendo fra esse i due arresti s ed i fissati sul filo. L'arresto superiore s è un semplice morsetto serrato dolcemente sul filo; l'arresto inferiore per contro è formato da due leggieri assicelle D e d (fig. 80) fra le quali si serra il filo per mezzo di 4 viti. L'assicella maggiore D porta sul davanti una freccia E di sottile lamierino, girevole in e , e spinta

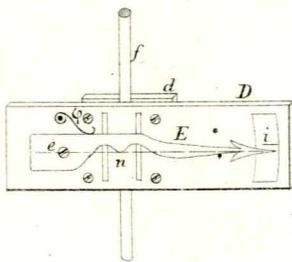


Fig. 80.

in basso dalla molletta ϕ ; essa è provveduta in corrispondenza del filo f di una piccola sporgenza n , sotto la quale viene ad agire la punta inferiore del compasso, mentre la superiore posa sopra l'arresto s . Si girerà la vite del nonio del compasso finchè la freccia E sollevandosi non presenti la sua punta contro una lineetta fiduciaria i . Per verificare poscia se tutto è a posto, si spinge alquanto in alto il compasso, indi lo si abbandona a sé; esso è richiamato alla sua posizione dalla molletta ϕ e la freccia E deve di nuovo combaciare colla linea i ; e si tocca la vite del nonio finchè ciò non accada con esattezza e ripetutamente. Soltanto rendendo mo-

bile in tal guisa l'arresto inferiore n ho potuto avere misure esatte con tale strumento.

Per essere sicuri della coincidenza del punto di attacco delle tavolette D e d colla punta del compasso, le due tavolette sono provviste internamente di due leggieri sporgenze in corrispondenza di n .

*

Con l'apparecchio così disposto ho fatto una numerosa serie di esperienze sulla resistenza e sugli allungamenti dei fili di ferro e di acciaio, sia crudi, che ricotti, che temperati, ed ora riporto i risultati delle esperienze fatte sui fili della ferrovia di Superga. Anzi trascrivo la tabella che concerne uno di essi e che è simile a quelle compilate per ciascheduno degli altri fili sperimentati.

TABELLA III.

Risultati di esperienze eseguite sopra un filo della fune della ferrovia di Superga.

Carico totale Chg.	Lunghezze osservate e ridotte alla iniziale di 1000 ^{mm} mm.	Allungamenti		
		totale mm.	permanente mm.	elastico mm.
0	1000.02			
20	1000.29	0.29		
0	1000.02		—	0.29
40	1000.64	0.64		
0	999.98		—	0.64
60	1000.93	0.93		
0	999.99		—	0.93
80	1001.23	1.23		
0	999.98		—	1.23
100	1001.55	1.55		
0	999.99		—	1.55
120	1001.86	1.86		
0	1000.00		0.00	1.86
140	1002.19	2.19		
0	» 0.01		0.01	2.18
160	1002.51	2.51		
0	» 0.02		0.02	2.49
180	1002.87	2.87		
0	» 0.04		0.04	2.83
200	1003.22	3.22		
0	» 0.09		0.09	3.13
220	1003.61	3.61		
0	» 0.13		0.13	3.48
240	1003.99	3.99		
0	» 0.16		0.16	3.83
260	1004.48	4.48		
0	» 0.29		0.29	4.19
280	1004.92	4.92		
0	» 0.40		0.40	4.52
300	1005.38	5.38		
0	» 0.59		0.59	4.79
320	1006.00	6.00		
0	» 0.75		0.75	5.25
340	1006.62	6.62		
0	» 0.98		0.98	5.64
360	1007.20	7.20		
0	» 1.25		1.25	5.95
380	1007.79	7.79		
0	» 1.62		1.62	6.17
400	1008.60	8.60		
0	» 2.01		2.01	6.59
420	1009.68	9.68		
0	» 2.72		2.72	6.96
440	1011.03	11.03		
0	1003.65		3.65	7.38
456		Rottura a 0 ^m ,12 sotto l'attacco.		

I numeri riportati in questo prospetto sono stati calcolati in base ai numeri letti direttamente sul compasso e registrati in una tabella assai più lunga, della quale riporto solo un brano per far vedere la via seguita nel calcolo.

TABELLA IV.

Ora delle osservazioni	Carico totale Chg.	Lunghezze		
		lette	assunte	ridotte alla iniziale di 1000 ^{mm}
		mm.	mm.	mm.
9 ^a 20'	60	1001.57	1001.60	1000.93
23'		1001.60		
29'		1001.60		
9 ^a 30'	5	1000.52	1000.52	999.85
38'		1000.52		
39'		1000.52		
9 ^a 40'	80	1001.89	1001.90	1001.23
48'		1001.90		
49'		1001.90		
9 ^a 50'	5	1000.52	1000.51	999.84
58'		1000.51		
59'		1000.50		
10 ^a 0'	100	1002.22	1002.22	1001.55
8'		1002.22		
9'		1002.21		

Fissati i due arresti *s* ed *z* ad una distanza qualsiasi sul filo, di circa un metro, sono proceduto per carichi crescenti di 20 in 20 Chg., scaricando sempre il filo fra la applicazione di due carichi successivi. Però, ad evitare le inflessioni nel filo, ho sempre ricondotto il carico a 5 Chg. e non a zero. La durata della applicazione di ogni carico è stata di 10 minuti primi, talchè questo solo esperimento ha richiesto non meno di 8 ore di tempo.

Per ogni carico ho fatto tre letture di lunghezze (sempre spostando il nonio del compasso), la prima appena posto il peso, le altre due 8' e 9' dopo la sua applicazione. Tali letture sono registrate nella 3^a colonna della Tabella IV. Le due ultime letture col crescere del carico, specialmente dopo oltrepassato il limite di elasticità, sono sempre apparse, come è naturale, notevolmente superiori alla prima. Nella 4^a colonna ho segnato la lunghezza assunta, corrispondente ad ogni carico, quella cioè che mi è sembrata la più probabile.

Avuta la serie di numeri della 4^a colonna, ho potuto calcolare il valore del modulo di elasticità *E* colla formola:

$$E = \frac{PL}{IA}$$

dove *P* è il carico espresso in Chg., *L* la lunghezza considerata di filo in metri, *I* l'allungamento corrispondente pure espresso in metri, ed *A* la sezione retta del filo in millimetri quadrati. E scegliendo i valori di *P* inferiori al carico al limite della elasticità, ho calcolato 20 valori diversi di *E*. Così fra i carichi di 60 Chg. e di 100 Chg. (Tab. IV) si ha *P* = 40 Chg., *L* = 1,00160, *I* = 1,00222 - 1,00160 = 0,00062, ed

$$E = \frac{40}{3,14} \frac{1,00160}{0,00062} = 20569.$$

E presa la media aritmetica dei venti valori così calcolati, ho trovato:

$$E = 20270.$$

Tosto si deduce l'allungamento unitario, quello cioè che si verifica in una porzione di filo lunga *L* = 1 sotto un carico di *P* = 1 Chg.; si ha infatti:

$$I = \frac{1}{EA} = \frac{1}{20270 \cdot 3,14} = 0,000015499.$$

Fa ora mestieri calcolare la lunghezza iniziale del filo, lunghezza che se si può misurare direttamente sopra una sbarra rigida, non si può similmente sopra un filo flessibile, che non è mai perfettamente diritto. Per ottenere ciò, detta *L*₀ (m.) la lunghezza iniziale considerata, *L* (m.) la lunghezza che la stessa porzione di filo presenta sotto un carico di *P*

Chg., *I* (m.) l'allungamento verificatosi, si avranno queste due eguaglianze:

$$I = L - L_0 \quad I = \frac{PL_0}{EA}$$

dalle quali:

$$L_0 = \frac{EAL}{EA + P}$$

Trovati con tale formola otto valori di *L*₀, ne ho presa la media, che è risultata *L*₀ = m. 1,00067.

Quindi divisi per 1,00067 tutti i numeri della 4^a colonna, ho ottenuti quelli della 5, che ci danno le successive lunghezze d'una porzione di filo lunga inizialmente mm. 1000. Però le lunghezze corrispondenti ai carichi di 5 Chg. debbono ancora essere corrette pei due motivi seguenti. In primo luogo un tratto di filo di 1 m. sotto il carico di 5 Chg. deve presentare la lunghezza di m. $1 + 0,000015499 \times 5 = m. 1,00008$ circa, laddove la media dei primi 8 valori della 5^a colonna ci dà solo m. 0,99986, cioè m. 0,00022 di meno; la qual cosa non si può attribuire ad altro che al non essere il filo perfettamente diritto. In secondo luogo bisogna ridurre quelle lunghezze al carico zero, cioè bisogna diminuirle di metri 0,00008. In definitiva avremo il valore corretto e ridotto a zero aggiungendo a quei numeri della 5^a colonna:

$$m. 0,00022 - m. 0,00008 = m. 0,00014.$$

Ed ecco come ho ricavato i numeri della 2^a colonna della Tabella III.

Per rendere la cosa più sensibile, ho tracciato i diagrammi degli allungamenti del filo del quale ci siamo ora occupati (fig. 81). I diagrammi sono riferiti a due assi ortogonali *OP*,

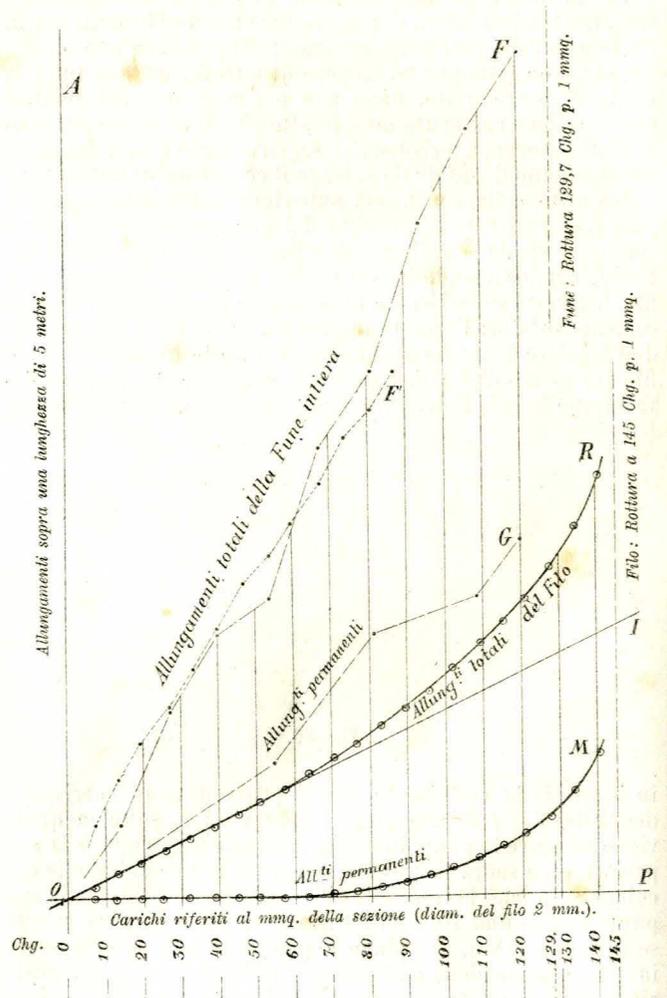


Fig. 81. — Diagramma degli allungamenti verificatisi in un filo e nella intera fune della ferrovia di Superga.

OA. Le ascisse OP rappresentano nella scala di 1 mm. per ogni 2 Chg. i carichi riferiti alla unità di sezione del filo e spressa in millimetri quadrati. Le ordinate OA ci danno nella scala di 5 ad 1 gli allungamenti corrispondenti di una porzione di filo lunga 1 metro; ossia, in scala naturale, gli allungamenti che presenterebbe un tratto di filo lungo m. 5.

Si vede che tutti i punti cadono in prossimità d'una curva regolare OR, la quale, partendo dall'origine O, si confonde sensibilmente per buon tratto con una retta OI, poscia se ne distacca sempre più e prende una direzione quasi verticale. Questa è la linea degli allungamenti totali. Inoltre ho segnato gli allungamenti permanenti, ricavandoli dalla tabella III, ed ho tracciato la linea OM. Ben si vede come essa per un certo tratto coincida sensibilmente coll'asse delle OP, quindi se ne stacchi dirigendosi rapidamente verso l'alto. Le porzioni di ordinate comprese fra l'asse OP e la linea OR ci danno gli allungamenti totali; quelle comprese fra l'asse OP e la OM, gli allungamenti permanenti; le porzioni comprese fra le due curve OM ed OP rappresentano gli allungamenti elastici. Dalla stessa figura si vede come tanto la linea OM quanto la OP incomincino ad inflettersi in corrispondenza di un carico di 50 a 60 Chg. circa per mmq.; talchè si può ritenere 55 come carico al limite della elasticità riferito al mmq. della sezione.

La figura 82 ci dà colle stesse modalità e proporzioni il diagramma degli allungamenti di un secondo filo della stessa fune sottoposto alle stesse prove e nello stesso modo. Per esso però ho misurato solo gli allungamenti totali, ma di 10 in 10 Chg. fino a 300 Chg., poi di 20 in 20 fino alla rottura. Naturalmente quand'era prossimo alla rottura faceva crescere il carico di chilogrammo in chilogrammo. Dai diagrammi e dalle tabelle come quella surriferita si deducono questi risultati:

TABELLA V.

	Fili della fune della ferrovia di Superga		OSSERVAZIONI
	Filo 1°	Filo 2°	
Carico totale di rottura . . . Chg.	456	450	Rotti entrambi fuori dell'attacco
Carico di rottura riferito al mill. quad. »	145	143	
Modulo di elasticità .	20270	19103	
Carico al limite della elasticità, riferito al mill. quad. della sezione . . . Chg.	50	55	Durata di ogni esperimento circa 8 ore.
Allungamento del filo un carico per di 1 Chg.	0.000015499	0.00001662	

Ora, secondo le prove di collaudo fatte dalla Commissione governativa, lo sforzo massimo di tensione T della fune per sollevare un treno di tonnellate 35 colla velocità di m. 2,50 al 1", ossia di 9 Chm. l'ora, mentre la fune si muove colla velocità di m. 44,577 al 1", è T=3760 Chg., pari a 25 Chg. per millimetro quadrato. Quindi la fune si trova soggetta in attività ad uno sforzo massimo che è solo:

$$\frac{55}{25} = \frac{1}{2}$$

circa del carico al limite della elasticità, e:

$$\frac{3760}{21000} = \frac{1}{5,59}$$

del carico di rottura; ed anche assumendo come carichi di rottura quelli che ho trovati strappando la fune intiera, tanto

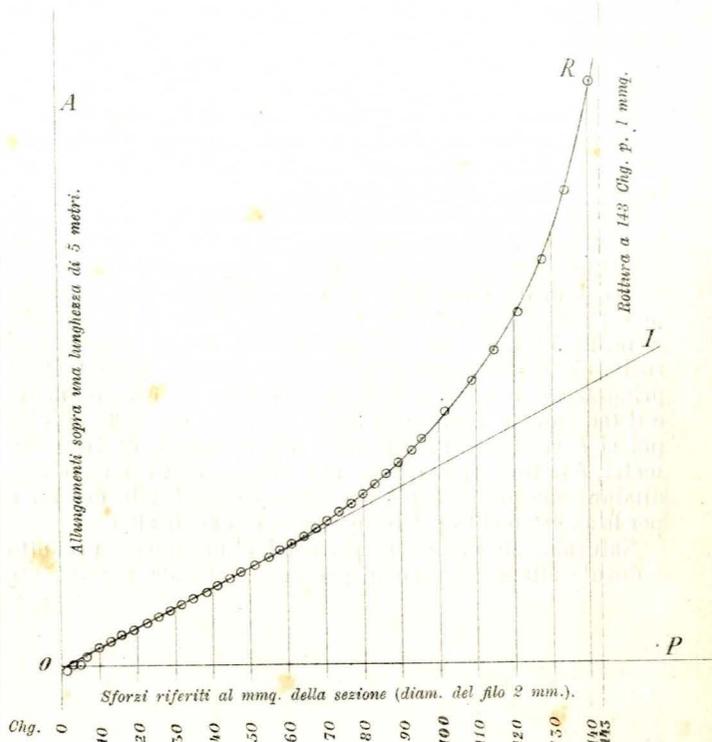


Fig. 82. — Diagramma degli allungamenti verificatisi in un filo della fune della ferrovia di Superga.

la nuova quanto quella usata, il carico di lavoro non sorpassa $\frac{1}{5}$ del carico di rottura, poichè:

$$\frac{3760}{19460} = \frac{1}{5,18} \text{ e } \frac{3760}{19270} = \frac{1}{5,12}$$

ed è questa una delle condizioni imposte dal capitolato.

*

Nello sperimentare la fune intiera ho fatto anche alcune misure sugli allungamenti di essa, e sebbene tali misure siano state fatte con un semplice doppio metro millimetrato, e quindi in modo assai grossolano per rispetto a quelle concernenti i fili isolati, tuttavia parmi possa essere di qualche interesse il porre a confronto il diagramma degli allungamenti del filo con quello della intera fune. Perciò sulla figura 81 segno con linee a tratti la spezzata OF, le cui ordinate ci danno in vera grandezza gli allungamenti totali d'un tratto di fune lunga 5 metri, sottoposto a un carico unitario (per ogni mmq. della parte metallica della sezione) datoci dalla ascissa corrispondente. Oltre alla OF ho poi segnata un'altra linea, la OF', che è il diagramma degli allungamenti totali che ha presentato un altro pezzo della stessa fune, esperimento che per la rottura parziale della morsa non ho potuto portare sino alla fine. Mi è sembrato notevole il piccolo divario che corre tra i due diagrammi OF ed OF', talchè facilmente si potrebbe condurre una linea regolare che ci rappresenti un diagramma medio. Questa linea si scosterebbe di poco da una retta passante per l'origine O, la qual cosa credo possa dipendere da ciò che mentre l'allungamento proprio dei fili va crescendo col carico, va per contro diminuendo l'allungamento della fune dovuto all'adattarsi esattamente dei fili e dei trefoli uno contro l'altro ed allo schiacciamento della canapa interna, ecc.

A questa seconda causa di allungamento è dovuto se fin dai primi carichi si ha un notevole allungamento permanente nella fune. Mercè quattro misure, fatte dopo avere scaricata

la fune, ho segnato la spezzata OG, le cui ordinate ci darebbero gli allungamenti permanenti con sufficiente esattezza se i punti fossero stati determinati in maggior numero.

Confrontando i due diagrammi OF ed OR si vede che la fune nuova presenta degli allungamenti totali che sono da 3 a 3,5 volte gli allungamenti proprii del filo. Ho pure misurato gli allungamenti per la fune già usata, e li ho trovati, com'è naturale, molto minori che per la corrispondente fune nuova; essi variano da 0,5 a 0,6 circa di quelli; per contro, gli allungamenti permanenti non si sono manifestati che oltrepassato un certo limite nel carico.

Come dato di sola curiosità noterò che la fune nuova della lunghezza di m. 6300 circa, assoggettata allo sforzo totale di 3760 Chg., pari a 25 Chg. per mmq., necessario per sollevare un treno di 35 tonnellate, si dovrebbe allungare, secondo le esperienze surriferite, di circa m. $6300 \times m. 0,0044 = m. 27,70$. E mi diceva l'ing. Perini, direttore della ferrovia, che è precisamente successo così: appena attaccato il primo treno, la fune si è allungata di una trentina di metri e il tenditore è arrivato al fondo della sua corsa. In seguito poi si è verificato un ulteriore allungamento di 10 a 12 metri, e la fune si è ridotta al diametro di 21 mm. circa, diminuzione prodotta per il consumo superficiale dei fili e per lo assestamento più intimo degli uni sugli altri.

Naturalmente una buona parte dell'allungamento prodotto è dovuta alla deformazione per l'assestamento permanente

della fune, quindi non deve più presentarsi ora, dopo un così lungo esercizio, ma una parte eguale a

$$6300 \frac{3760}{48} \cdot 0,000016 = 7,80 \text{ m.}$$

è dovuto all'allungamento proprio del filo, allungamento che per contro si deve verificare ad ogni volta che si attacca il treno di 35 tonnellate e che poi deve scomparire totalmente quando si tolga tale carico.

*

Questi fili della ferrovia di Superga, sebbene presentino coefficienti di resistenza tanto elevati, non segnano però il massimo al quale si possa arrivare oggidì. Collo stesso apparecchio e con procedimento identico ho sperimentato molti altri fili, alcuni presentanti resistenze invero sorprendenti. Il signor Fornara, noto fabbricante torinese di tele metalliche e che da qualche anno si dedica pure alla costruzione delle corde metalliche, mi ha favorito molti fili di acciaio, alcuni dei quali, se non erro, della Société des Forges de Firminy, che hanno presentato resistenze unitarie superiori ai 200 chilogrammi. Così pure i signori Collino, fabbricanti di organi e negozianti di pianoforti, mi hanno somministrato una serie di corde da pianoforte della casa W. Smith et Son di Warrington in Inghilterra che tutte hanno mostrato una resistenza unitaria di non poco superiore ai 200 Chg. Ecco i risultati ottenuti:

TABELLA VI.

	Diametro del filo mm.	Carico di rottura riferito al mm. quad. Chg.	Carico al limite della elasticità riferito al mm. quad. Chg.	Modulo di elasticità	Allungamento per un carico di un chg.
Fili di acciaio della Société des Forges de Firminy	1.60	219	100	18877	0.000026348
	1.60	209			
Fili di acciaio per corde da pianoforte di W. Smith e Son	1.00	230	70	17732	0.000071805
	0.99	205			
	0.95	212	70	18429	0.000076553
	0.90	234			
	0.83	228			
	0.75	224			
0.72	261				

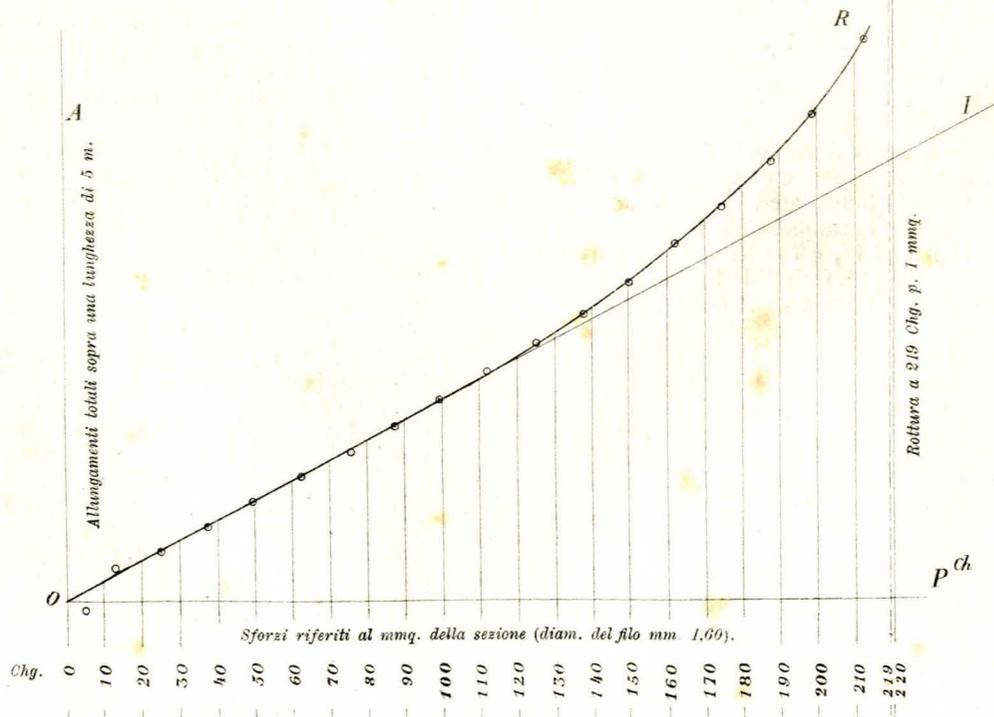


Fig. 83. — Diagramma degli allungamenti verificatisi in un filo di acciaio della Société des Forges di Firminy.

Di alcuni di tali fili, oltre alla resistenza allo strappamento ho misurati e calcolati nel solito modo gli allungamenti, quindi il modulo di elasticità e il carico al limite della elasticità riferendolo, per poter fare meglio i confronti, al millimetro quadrato della sezione. Pel primo filo presento inoltre il diagramma degli allungamenti totali nella fig. 83. Esso è stato tracciato nello stesso modo dei due precedenti e colle stesse scale. Stante la grande resistenza di questo filo e il suo elevato carico al limite della elasticità, se ne potrebbe fabbricare una fune con 48 fili presentante la stessa resistenza di quella attualmente impiegata nella ferrovia di Superga, ma essendo il diametro di ogni filo eguale a mm. 1,60, anzichè mm. 2,00, la fune riuscirebbe del diametro di soli 18 mm., invece di 25 mm.; il suo peso non sarebbe che $i \frac{2}{3}$ circa di quella, cioè di 1 Chg. per metro. Talchè sulla lunghezza complessiva della fune si avrebbe una diminuzione di peso di altre tre tonnellate, e la fune sarebbe più flessibile perchè meno grossa e fatta con fili più sottili.

E nemmeno questi sono i limiti superiori ai quali si possa arrivare; si sente parlare di resistenze unitarie anche molto più elevate, ma non mi è riuscito di avere campioni di tali fili. Ad ogni modo anche quelli che ho sperimentati dimostrano come l'arte meccanica sia assecondata mirabilmente dall'arte siderurgica che sa fornirle prodotti dotati di qualità veramente eccezionali.

Torino, maggio 1889.

Ing. A. GALASSINI.

FISICA TECNICA

SOPRA UN CASO DI DUPLICE FULMINAZIONE AVVENUTO PER IMPERFEZIONE DEL PARAFULMINE E SULL'ESISTENZA DEI FULMINI GLOBULARI.

Nota del dott. ADOLFO CANCANI (1).

«Ogniquale volta cada un fulmine vicino o lontano dalle abitazioni » nelle pianure o nelle montagne, egli è quasi certo che vi sono osservazioni importanti a farsi su i fenomeni che si manifestano. Egli è vero che si conosce un numero grande, troppo grande, disgraziatamente, di esempi di persone uccise o di case incendiate; si conoscono esempi di metalli fusi, di travature spezzate, di pietre o di muri trasportati lontano e molti altri effetti analoghi; ma ciò che manca in generale, sono misure precise relative alle distanze, alle dimensioni, alle posizioni degli oggetti, sia colpiti, sia non colpiti; perchè occorre conoscere ugualmente bene ciò che il fulmine investe e ciò che risparmia. Spetta a tutti gli osservatori, e particolarmente agli ufficiali della Marina, dell'Artiglieria e del Genio, ai professori, agli ingegneri, agli architetti, di bene appurare questi fenomeni nel momento in cui si producono e ben descriverli tanto a profitto della scienza quanto dell'economia pubblica ».

Questa esortazione che nel 1854 facevano Babinet, Duhamel, Despretz, Cagnard de Latour e Pouillet, incaricati dall'Accademia delle Scienze di redigere una nuova istruzione per l'impianto dei parafulmini, si presenta oggi più che mai opportuna, perchè in questi ultimi anni le tenebre, per così dire, si sono maggiormente addensate sull'argomento delle scariche elettriche dell'atmosfera. Fatti ed esperienze nuove, impianti di parafulmini che, sebbene per la loro importanza maturati con lungo studio, non hanno corrisposto alle previsioni, ci hanno dimostrato che siamo ben lungi dal conoscere in qual modo si effettui ed a qual genere di scariche elettriche artificiali debba paragonarsi il fulmine, siamo ben lungi dal decidere se i nuovi metodi d'impianto dei parafulmini hanno costituito un progresso rispetto agli antichi o non ne sono stati piuttosto un peggioramento. Discussioni vivacissime sono quindi insorte, che si protrarranno ancora probabilmente per molti

(1) *Atti della R. Accademia dei Lincei*, Serie IV, Rendiconti, Seduta del 2 giugno 1889.

anni. Credo perciò che opportuno siami giunto l'invito del signor Direttore dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica di richiamare l'attenzione sopra un caso di duplice fulminazione avvenuto testè a Canterano presso Subiaco, tanto più che mi si presenta con ciò l'occasione di addurre un nuovo esempio di quelle specie di fulmini, classificati già da Arago in quella sua terza categoria, sulla cui esistenza, anche nella Conferenza degli elettricisti tenuta a Parigi nel 1882, non mancò chi sollevasse dei dubbi (1).

*

A cinque chilometri da Subiaco trovasi Canterano, piccolo paese di 730 abitanti, situato sopra una collina all'altitudine di 600 m., in vicinanza di una enorme rupe tagliata a picco dal lato di mezzogiorno, che porta il nome di Monte Rufo. Essendo spesso questo paese soggetto a fulminazioni, il Comune venne nella determinazione di far collocare un parafulmine nel punto più elevato, cioè sul campanile della chiesa, la cui freccia sovrasta di 20 metri circa tutti i tetti delle case. Se non che, l'apparecchio quivi collocato otto mesi or sono colla pretesa di preservare il paese, tutt'altro nome poteva meritare, fuorchè quello di parafulmine. Infatti, esso era così costituito: una punta multipla formata con sette fili di rame del diametro di 4 millimetri ognuno, acuminati e saldati insieme entro una ghiera d'ottone avvitata ad un'asta di ferro di m. 3,50 d'altezza e di cm. 2,5 di diametro. A quest'asta era saldato a stagno un filo unico di ferro zincato di mill. 4 di diametro, che andava con quattro punte a terminare in mezzo ad un poco di carbone comune di legna entro un piccolo pozzo profondo appena un metro, situato nell'interno del campanile e scavato nella viva e arida roccia calcarea (2).

*

Il 26 aprile del corrente anno 1889, alle 10 ant. circa, con un temporale proveniente da sud-est che imperversava da più ore con fitta pioggia e grandine, fu inteso un primo tuono lontano. Dopo otto o dieci minuti circa, una scarica elettrica formidabile colpisce il parafulmine, ne manda in pezzi il conduttore, trafora una prima volta il muro dell'abside della chiesa addossato al pozzetto dello spandente (pozzetto che trovavasi tutto superiore al pavimento della chiesa stessa), investe una bancata di legno di 5 metri di lunghezza, che girava nell'interno dell'abside ed eravi fissata con grappe di ferro, la manda tutta in frantumi, bruciando la cera e gli altri oggetti che erano contenuti entro i suoi cassetti, trafora una seconda volta il muro dell'abside di 90 cent. di spessore, fa saltare in aria un mezzo metro cubo di roccia calcarea e si disperde.

Niun danno, eccetto lo spavento, risentirono quei quattro o cinque che erano nell'interno della chiesa; ma gli altri, che si trovavano in massima parte entro le loro abitazioni, furono alcuni rovesciati a terra mentre trovavansi seduti, altri slanciati a varie distanze, e perfino, mi fu asserito, a quattro, cinque e più metri di distanza, altri riportarono delle indolture alle braccia, altri alle gambe in modo da non poter camminare senza venire appoggiati, altri rimasero mezzo inebetiti, e qualcuno lo è ancora dopo un mese, altri intesero una impressione di spinta, fino a quasi due chilometri di distanza. Due muli e quattro o cinque suini rimasero uccisi istantaneamente, sebbene non direttamente colpiti e quantunque si trovassero nell'interno delle loro stalle e ad una distanza dal campanile non inferiore ai 40, 50 e più metri. Tutti i vetri della chiesa e in gran parte delle case vicine andarono in frantumi e tutti gli arredi sacri furono o distrutti, o in gran parte danneggiati.

Mentre tutta la popolazione sbigottita andava o ricercando i propri congiunti pel timore che qualcuno fosse rimasto vittima, o esaminando i danni sofferti da quella prima scarica, ecco, dopo tre o quattro minuti circa, un secondo fulmine più spaventoso del primo far saltare in aria più di due terzi della cuspidè del campanile alta 7 metri e scaraventarne due massi principali in parte opposta, l'uno sulla chiesa e an-

(1) *Conférence internationale pour la détermination des unités électriques*, 1882. Procès-verbaux, pag. 109.

(2) Mi sono recato due volte sul luogo per raccogliere le varie notizie e prendere tutte le misure che sono inserite nella presente Nota.

nessa sagrestia, l'altro sulla casa sottostante, ove trovavasi l'ufficio postale, sfondandone i tetti, e scagliare intorno le altre macerie sulle case circosvicine. Fortunatamente neppure questa seconda scarica elettrica fece vittime umane, non ostante la caduta della cuspid.

*

Esaminiamo brevemente gli effetti fisici prodotti da questi due fulmini sul conduttore e sugli oggetti adiacenti.

Dopo la caduta del primo, fu vista una striscia nera sul muro del campanile in vicinanza del conduttore. Questo, come già ho detto, venne rotto in molti pezzi, di cui uno ne possego, che presenta agli estremi una estesa superficie di fusione e molti punti di fusione incipiente nella sua lunghezza. Nessuna traccia vi è rimasta dello zinco che lo rivestiva. Tutti e sette i fili di rame, di cui è costituita la punta, presentano alle loro estremità tracce di fusione; ma in modo particolare tre consecutivi ed il centrale. Nel medio dei tre consecutivi ne sono stati fusi o volatilizzati 16 mill. in lunghezza, e nei due adiacenti circa 5 mill. Il secondo fulmine, trovato il conduttore interrotto dal primo e mandata in aria la cuspid, come abbiamo detto, investì le lastre di zinco che formavano copertura alla cornice che girava intorno al campanile. Queste lastre di 1,3 di spessore, di 65 cent. di larghezza e di 4 metri di lunghezza per ciascuno dei quattro lati del campanile, vennero in modo stranissimo spezzate o fuse. Infatti, su due lati specialmente, si presentano verso il bordo esterno delle linee di frattura a ciglio vivo senza traccia di fusione, in modo che si direbbero tagliate colle cesoie secondo una sagoma prestabilita. Il che indicherebbe trattarsi di una frattura dovuta forse alla istantanea dilatazione subita dal zinco nelle parti colpite dal fulmine. Questo caso non è nuovo: il Planté, riportando alcune descrizioni di un fulmine globulare caduto a Parigi il 18 agosto 1876, scrive: *le zinc dont était garni le pignon a été découpé comme à l'emporte-pièce* (punzone) (1).

La pesante croce di ferro di 3 metri d'altezza, che sormontava il campanile e che trovavasi colla sua estremità superiore a 25 cent. circa al di sotto della punta del parafulmine, presenta le seguenti particolarità: 1° una traccia di fusione non recente sul suo vertice; 2° una magnetizzazione con vari poli magnetici o punti conseguenti, come nella figura qui annessa (fig. 84), in cui le lettere indicano la specie di magnetismo di ciascuna zona. Il moncone estratto dal masso di pietra, ove era rimasto in seguito alla rottura, è anch'esso polarizzato, come si vede nella figura, ma nessuna traccia di magnetizzazione ho ritrovato nell'asta, nè nel pezzo di conduttore da me posseduto.

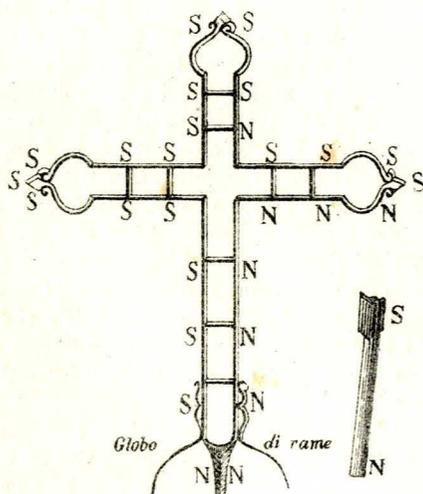


Fig. 84.

La croce ha preso questa magnetizzazione così complicata in seguito a questi due fulmini da me descritti o l'aveva già dapprima? Il fatto che altre volte fu già colpita da altre scariche elettriche e che da molti

(1) *Phénomènes électriques de l'atmosphère*, pag. 64.

anni trovavasi su quella cima, ci fa ritenere come più probabile che quella magnetizzazione sia di vecchia data: ma ciò nessuno potrà assicurare.

*

Tre anni or sono, quell'istesso campanile fu colpito mentre suonavano le campane; i tre suonatori rimasero sbalorditi, ma se la scamparono, e così i paesani sperimentarono quanto sia pericolosa quella pratica, che d'allora in poi abbandonarono.

Un vecchio del paese mi raccontava che sebbene tanti fulmini egli ricordasse su quel campanile, pure mai nessuno aveva prodotto danni paragonabili a quelli fatti da queste due scariche, avvenute dopo pochi mesi da che era stato messo il parafulmine. Egli si ricordava che una sola volta rimase uccisa una bestia.

Ciò conferma luminosamente una volta di più quanto sia dannoso l'apporre i parafulmini con conduttori troppo sottili o dove non si possa, o non si voglia raggiungere uno strato di terreno acquifero. Questa seconda condizione specialmente, a cui si deve riguardare con molto scrupolo, è quella che generalmente più si trascura.

Ed a questo proposito osservo come le ultime istruzioni sull'impianto dei parafulmini, redatte dalla Commissione sassone e dall'altra inglese nel 1882, raccomandano caldamente di rilegare i conduttori alle vicine tubature stradali d'acqua e di gaz, purchè siano in ferro e di sufficiente grossezza. Troppi sono gli esempi che giustificano questa prescrizione. È notissimo, fra gli altri, il caso avvenuto in Alatri nel 1871, in cui nonostante che il conduttore, al dire del Secchi (1), si trovasse in buona comunicazione col suolo, una scarica elettrica potente, deviando dalla estremità dello spandente, attraversò 10 metri di terreno, facendo un fosso perfettamente rettilineo di 70 cm. di profondità per andare ad investire una tubatura d'acqua di 8 cent. di diametro. Il fulmine, dopo avere scagliata via la cantonata del castello d'acqua, troncò il tubo, lanciando lontano i pezzi intermedi per una lunghezza di circa 80 cent., e fece varii altri danni che tralascio di descrivere, perchè trovansi inseriti nella Nota citata che il Secchi pubblicò in quell'occasione.

*

Il secondo dei fulmini descritti fu, per quanto mi riferirono, globulare. Infatti, oltre all'aver alcune donne veduto una palla di fuoco cadere sul campanile, una descrizione minuta fattami da un intelligente soldato d'artiglieria in congedo, comprova la mia asserzione. Egli mi raccontò che dopo essere stato per il primo fulmine rovesciato e balzato lungi dalla sedia ove trovavasi seduto vicino al camino, e riavutosi appena dallo spavento, si accostò alla finestra per guardare il campanile, quando in quel momento vide come una palla a fuoco precipitarsi sulla punta della cuspid e lì spezzarsi in grandi scintille a zig-zag.

Ciò coincide perfettamente con altre descrizioni. Infatti, il fulmine globulare che cadde a Parigi il 24 luglio 1876 fu visto da taluno cadere come una bomba di fuoco della grossezza di un pugno, e da altri come un globo di fuoco della grossezza d'una palla da cannone (2). Inoltre, il Planté fa notare come molte volte dal punto stesso in cui appariva il globo fulminante, partono in tutti i sensi dei tratti di fulmine sinuosi o a zig-zag che colpiscono gli oggetti circostanti.

Il Mascart emise l'opinione (3) che questi fulmini potessero esser l'effetto di una illusione ottica del dominio piuttosto della fisiologia, che della fisica. Or bene, mi sia qui permesso di accennare a due casi, tanto più caratteristici, quanto meno conosciuti, i quali a me sembra che assolutamente escludano il dubbio emesso dal Mascart. Questi trovansi descritti ambidue nel *Bollettino dell'Osservatorio del Collegio Romano* dal prof. D. Ignazio Galli, e sono avvenuti ambidue in Velletri, città in cui ben si verifica l'opinione di H. de Parville, che cioè il fenomeno del fulmine globulare sia più frequente di quello che generalmente si pensi (4).

(1) *Atti dell'Acc. pont. dei Nuovi Lincei*, Anno xxv, sess. 1° del 17 dicembre 1871.

(2) PLANTÉ, l. c., pag. 59.

(3) *Conférence internationale pour la détermination des unités électriques*, 1882. Procès-verbaux, pag. 109.

(4) Il prof. Galli mi asseriva che quasi tutte le fulminazioni che assai

Il primo di questi casi avvenne il 28 giugno 1875 (1). Parecchie persone che erano ricoverate in una stalla durante un temporale, videro una massa luminosa staccarsi dalla soglia della porta, entrare nella stalla, girare da un carretto all'altro, sempre diretta su quei caratteristici mazzi di campanelli e piccoli campanacci che fanno riconoscere anche da lontano i carretti da vino, e poi uscì in istrada per un'inferrata. I campanelli suonarono fortemente, un mazzo dopo l'altro, i cavalli s'infuriarono, una donna ed un uomo s'intesero un certo fastidio sulla testa, ma non accadde alcuna disgrazia. Un ebanista che era sulla porta della sua bottega, vide distintamente uscire dalla ferrata quella massa di fuoco simile ad un braccio. Dopo molti effetti, la cui descrizione tralascio per brevità, giacchè trovai nel suddetto *Bollettino*, la massa fulminea invase un appartamento, nella cui cucina era una donna in piedi presso un tavolo ed il suo marito presso la finestra. La donna vide alla sua destra e a circa due metri di distanza, fermo sul pavimento un grosso bastone di fuoco, il quale dopo un istante le corse addosso e le girò velocemente attorno alle ginocchia molte volte, divincolandosi come un serpente. Nello stesso tempo s'intese colpita sul capo e cadde a terra. Il marito vide chiaramente le stesse cose, e credette per un momento che la sua compagna fosse stata fulminata. Dopo sparito il serpente di fuoco, corre esterrefatto a sollevarla e la trovò senza alcuna offesa, solo le doleva la pelle del capo ed i capelli erano divenuti aridi e meno pieghevoli di prima. Essi non videro dove andasse a finire quel serpente di fuoco, ma la fuliggine caduta in abbondanza dalla canna del camino è indizio che fuggisse via pel medesimo.

L'altro caso avvenne il 17 agosto 1876 (2). Fu vista a correre da Nord a Sud per la strada Vittorio Emanuele e a circa un metro e mezzo d'altezza sul lastrico, una trave di fuoco molto ben circoscritta; si distinguevano i due capi ed i limiti superiore ed inferiore; la sua grossezza o il diametro apparve di circa 30 cent. (3). Un momento dopo s'intese la detonazione che i vicini giudicarono simile ad un colpo di fucile esplosivo in un luogo chiuso: ma più lontano sembrò assai più intensa. Nello stesso tempo, entro un vicolo allato della medesima strada, e più su del luogo ove erasi osservata la trave di fuoco, si vide all'altezza dei secondi piani andare verso Est un globo luminoso di colore turchino, che lanciava numerose scintille.

Concludendo, sia per questi due casi da me citati che sono più degli altri con minute circostanze descritti, sia tenendo conto del grande numero di osservazioni che oramai sono state raccolte e sono state fatte in località e in condizioni tanto diverse sopra i fulmini globulari, mi sembra non potersi più revocare in dubbio la loro esistenza e doversene escludere le illusioni ottiche, le quali, se qualche volta possono essere ben avveute, non lo saranno stato al certo che per un numero assai limitato di casi.

CRONACA

Rottura della traversa di Johnstown in America. — Non sono trascorsi che pochi mesi dacchè annunciammo la rottura del serbatoio di Sonzier (4) e già i giornali recano la notizia di una nuova rottura, le cui conseguenze sono state molto più terribili di tutte quelle fino ad ora conosciute.

Dall'epoca in cui avvennero i terremoti del Perù e di Samos, nessun'altra catastrofe superò quella che ora la rottura del serbatoio di Johnstown e le inondazioni che l'accompagnarono, produssero nella Pennsylvania. Dodici fra villaggi e città furono interamente distrutte;

di frequente sono avvenute in Velletri, specialmente prima che vi si impiantassero i parafulmini, debbono, a suo giudizio, classificarsi fra le globulari. Egli ne sta compilando una lunga serie, che credo riuscirà assai opportuna a gettar luce su questa classe di fenomeni così poco conosciuti.

(1) *Bull. Met. dell'Oss. del Coll. Rom.* Anno 1875, pag. 55.

(2) *Bull. Met. dell'Oss. del Coll. Rom.* Anno 1876, pag. 74.

(3) Anche il fulmine globulare del 13 luglio 1869 dell'Ile du Rhin, studiato minutamente dal prof. Hugueny e da lui descritto nelle *Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Strasbourg*, fu visto da parecchi testimoni collocati in luoghi diversi correre orizzontalmente a pochi metri sulla strada.

(4) V. n. 1, pag. 1 di quest'annata.

fra esse le principali sono Mineral Point, Johnstown, South Fork, Conemaugh, Woodvale, Cambria, Morellville e Sheridan. Il numero delle vittime si fa ascendere a 15000, il danno a 200 milioni di lire. Le prime notizie del disastro si ebbero dai cadaveri che galleggiavano ad oltre nove chilometri da Johnstown sulle acque di piena del fiume; il telegrafo non poteva agire essendo stato distrutto; in un'ora arrivarono più di 300 cadaveri.

Sembra una fatalità che appunto in questi momenti, in cui da varie parti si propugnano i grandi serbatoi, e se ne raccomanda la costruzione, ed i Governi stessi nei vari paesi d'Europa incoraggiano l'attuazione di questi giganteschi manufatti, avvengano rotture, dalle quali il pubblico, che già pel meraviglioso che circonda la costruzione di opere così grandiose poca fiducia ha in esse, trae maggior ragione per vedere di mal'occhio l'esecuzione di tali laghi artificiali. Però giova constatare che ogni rottura si è prodotta non fortuitamente, ma per difetti esistenti nella traversa, difetti che era facile allontanare e che certamente un'accurata esecuzione avrebbe permesso di sopprimere; quindi non sono i serbatoi che riescono pericolosi, ma la negligenza e la trascuratezza di chi li eseguisce e li sorveglia, e quando ciò venga fatto coscienziosamente e con tutte le regole dell'arte, questi manufatti possono sfidare impunemente i secoli, come ce lo dimostrano i grandi bacini esistenti nella Spagna.

Johnstown (in America) era una città dello Stato di Pennsylvania con 26000 abitanti, situata in una conca a cavaliere di due fiumi e circondata da montagne; in questa conca si trovavano gli stabilimenti metallurgici di Cambria, i più importanti degli Stati Uniti, con 8000 operai. Il serbatoio era situato a circa 16 chilometri più a monte della città, ed aveva una lunghezza di 5 chilometri circa ed una larghezza media di 3 chilometri; era il lago artificiale più grandioso che esistesse in America.

La sua costruzione risale al 1840, nella quale epoca era destinato ad alimentare il tratto occidentale del primitivo canale di Pennsylvania, che fu poi abbandonato quando si costruì la ferrovia, la quale ora fa tutti i trasporti a cui prima soddisfaceva il canale.

Or sono due anni circa una Società privata acquistava il serbatoio con tutti i terreni vicini, per farne un luogo di delizie ad uso dei suoi componenti, i quali nell'estate si dedicavano alla caccia ed alla pesca; a tal uopo la diga, che era composta di terra con scarpate di pietrame, veniva riacconciata e il tutto rimesso apparentemente in buono stato.

La diga aveva una lunghezza in pianta di circa 300 m. ed un'altezza massima di 20 m. Nel punto più elevato la sua sezione presentava una larghezza di m. 15 al ciglio e di m. 90 alla base; una strada carrozzabile la percorreva in corona, riunendo i due acquapendenti della vallata. Lo sfioratore era intagliato nella roccia laterale ed aveva una lunghezza di 22 m. La sua soglia sottostava di m. 1,20 al ciglio della traversa. Le pendici dei due acquapendenti e il fondo della vallata constavano di roccia con una piccola coperta di argilla schistosa e di terra vegetale.

La diga non si trovava nelle migliori condizioni, e pare che nei lavori di riparazione a cui accennammo più sopra, non si sia apportata tutta quella cura che un manufatto di questa natura richiedeva; anzi sembra che vi fosse molto a desiderare, il ch'era noto da varii anni, ma che trovandosi il serbatoio abbandonato non vi si facesse caso. La Società poi che aveva fatto eseguire i lavori di riparazione, rassicurata dalla lunga vita del bacino, non credette forse di apportarvi quella sorveglianza che sarebbe stata necessaria. Ciò rilevasi dalle scarse notizie che riferiscono i giornali, e noi insistiamo su questo punto, poichè dalla relazione fatta da un testimone oculare, l'ing. John G. Parke, da cui prenderemo i dati successivi, risulterebbe che la causa della rottura non debba ascrivarsi allo stato difettoso della traversa.

Ora è noto che per le dighe in terra l'altezza di 20 metri è la massima che si ammette, quindi per una tale altezza è necessaria la più accurata precauzione, e dal benchè minimo difetto è permesso il dubbio sulla stabilità dell'opera e i timori di una rottura sono giustificati. Noi vogliamo pure concedere che si trattasse di un caso di forza maggiore, ma allora tanto più la diga avrebbe avuto bisogno di trovarsi in buono stato per opporre la maggiore resistenza possibile.

L'ing. Parke dirigeva per incarico della Società i lavori di prosciugamento nelle vicinanze del lago artificiale. Il giovedì 30 maggio 1889 la diga si trovava perfettamente nelle condizioni ordinarie; il pelo superiore dell'acqua arrivava a m. 2,13 sotto il ciglio, e la superficie dello specchio corrispondente aveva una lunghezza di chilometri 4,8.

La notte piovve continuamente, sicchè il mattino del venerdì i due corsi d'acqua South Fork e Muddy Run che immettono nel bacino, si trovavano in piena, le acque anzi avevano parzialmente esondato, sicchè anche la strada che conduceva al casino della Società era sott'acqua. Il livello superiore nel serbatoio era salito fino a m. 1,20 sotto il ciglio; i due torrentelli menzionati trasportavano masse d'acqua immense, insieme con alberi, ceppi e legnami travolti e asportati da una segheria più a monte.

In questo frangente il colonnello Unger, presidente della Società, mise subito una trentina d'operai, dei quali 20 italiani, al lavoro, facendo smovere dal lato a valle con un aratro la terra della diga per portarla verso il lato delle acque e rafforzarla. Contemporaneamente si aprì all'estremità occidentale della traversa un canale per dare scolo alle acque che nel serbatoio già avevano raggiunto un'altezza tale da ispirare le maggiori inquietudini, e che lo sfioratore non bastava a smaltire.

Il nuovo canale fu praticato nell'argilla schistosa per la profondità di un metro, ossia fino alla roccia durissima che non si poteva allontanare senza ricorrere alle mine. L'acqua appena potè trovare sfogo travolse tutto il terreno fino alla roccia per una larghezza di 6 metri; la lama che vi passava aveva m. 0,90 di altezza. Ad onta di questo nuovo sfioratore e di quello ordinario in piena azione, il pelo nel serbatoio aumentava sempre e con tanta velocità da crescere di m. 0,25 ogni ora.

Alle undici e mezza antimeridiane l'ing. Parke si persuase che la diga era perduta, e che non vi era più modo di impedirne la rovina; pensò allora di avvertire tutti gli abitanti che si trovavano in pericolo e, recatosi al vicino borgo di South Fork, ne informò il pubblico e diede le disposizioni necessarie perchè dall'ufficio telegrafico, che distava di un chilometro circa dal paese, si prevenissero gli abitanti di Johnstown e di altri borghi lungo la vallata. I telegrammi partirono alle 12 e la rottura ebbe luogo alle 3 pomeridiane, cosicchè le popolazioni minacciate avevano tre ore di tempo per abbandonare la valle e ricoverarsi sulle alture adiacenti. Solo gli abitanti di South Fork fecero calcolo di tale notizia e guadagnarono le pendici più elevate della valle; difatti essi tutti si salvarono ad eccezione di uno solo, il quale però trovò la morte nel mentre si sforzava di togliere degli oggetti dalla corrente.

Ritornato al serbatoio, l'ing. Parke trovò la diga ancora incolume, sebbene l'acqua avesse raggiunto il ciglio. A un'ora pomeridiana passò a cavallo sulla medesima; l'acqua già tracimava con un'altezza di 8 centimetri e dal lato a valle corrodeva la cigliatura, cosicchè non vi era più dubbio sulla rovina della traversa, e solo poteva essere una questione di tempo. Infatti il lavoro delle acque durò ancora per circa due ore, e veniva coadiuvato dalla pressione che esercitavano le onde dei due torrenti, le cui piene si riversavano rumorosamente nel bacino; la traversa, al dire del signor Parke, avrebbe potuto resistere alla pressione idraulica; ma sebbene non si possa mettere in dubbio che essa sia perita per tracimazione, pur tuttavia è evidente che nello stato non perfetto in cui si trovava, non avrebbe forse potuto resistere lungamente alla pressione dell'acqua.

Da un apprezzamento approssimativo dell'ing. Parke vi potevano essere in quel momento 60 milioni di m. c. d'acqua nel bacino; la rottura avvenne alle tre pomeridiane e non fu in origine che di 3 metri di larghezza e pochissimo addentro nel corpo della diga; ma tosto che la corrente si ebbe aperto questo piccolo varco, s'ingrossò in un momento e in breve tutto il lago con fragore spaventevole si riversò nella vallata; in 45 minuti l'intero serbatoio era vuotato.

Alla violenza di questa massa d'acqua senza esempio e che l'immaginazione più fervida non saprebbe concepire, nulla potette resistere; massi enormi che costituivano le scogliere della diga furono travolti come pulviscoli e trasportati giù lungo la valle; « gli alberi — dice il

signor Parke — venivano schiantati come steli di erbe battuti da un bastone »; insomma era una vera valanga d'acqua che si muoveva con velocità straordinaria lungo la vallata. Di 2000 case, 7 sole rimasero in piedi. Tutti i fabbricati della Società delle ferrovie di Cambria sparirono in un momento.

Noi rinunciamo a descrivere la desolazione generale e tutti i danni prodotti da una catastrofe di questa natura, poichè i giornali politici tutti ne hanno parlato, e le più strazianti scene sono ormai note a ognuno; constatiamo però che la popolazione di Johnstown avrebbe potuto salvarsi, se avesse tenuto conto dell'avviso pervenuto tre ore prima e si fosse ricoverata sulle alture; anzi avrebbe avuto anche il tempo di salvare una parte delle sue cose più essenziali.

Teramo, 1° luglio 1889.

GAETANO CRUGNOLA.

BIBLIOGRAFIA

Rivista del Servizio Minerario nel 1887. — (*Annali di Agricoltura del 1889*). — Un vol. di pagine cxxiv + 366, con 15 tavole intercalate nel testo.

La Rivista ufficiale degli Ingegneri delle nostre miniere relativa all'anno 1887, che venne di questi giorni distribuita, è compilata, non occorre dirlo, colla solita diligenza e coll'opera volenterosa ed assidua dei Capi-ufficio dei 10 distretti minerari, nei quali l'Italia è divisa per il R. Decreto del 10 agosto 1886. Troviamo anzi cresciuti di numero e di importanza i quadri statistici della produzione soliti ad essere inseriti nella Relazione generale dell'Ispettore N. Pellati; e tra dessi interessantissimi: quello dei motori applicati alle industrie minerarie metallurgiche e mineralurgiche, quelli delle fabbriche di prodotti chimici industriali, delle fabbriche di polveri piriche, delle fabbriche di combustibili agglomerati, e simili altri.

Con tutto ciò la Relazione generale per l'anno 1887 non contiene disgraziatamente alcuno di quei fatti salienti nelle vicende dell'esercizio delle nostre miniere, che valgano a chiamare la generale attenzione, o diano luogo a considerazioni economiche o di progresso nella tecnica dell'arte mineraria, valevoli almeno a sollevare lo spirito di fronte al rinvilio continuo dei prezzi unitari, che sono causa di diminuzione continua nel valore complessivo dei prodotti delle nostre miniere. Perfino lo stile che ci è parso in questo Resoconto meno vibrato del solito, fa da specchio fedele alla crisi. E le singole Relazioni speciali sul servizio dei distretti, benchè diligentissime e ogni anno più complete nel riassumere l'andamento del servizio sono in quest'anno quasi tutte sprovvedute di quelle monografie e relazioni di studi speciali, d'ordine essenzialmente tecnico, da cui eravamo soliti negli anni passati attingere in copia notizie interessanti per i nostri lettori.

*

In testa alla Relazione generale è stata in quest'anno distribuita la carta delle miniere della Sardegna nella scala di 1 a 500 mila, che è la stessa che quella adottata per la carta della Sicilia nell'anno precedente. Nella carta della Sardegna sono segnati nella precisa loro configurazione i poligoni di delimitazione delle singole miniere concesse (nel bel numero di 96 per la provincia di Cagliari e di 5 per quella di Sassari) e con piccoli cerchi alcune delle ricerche più importanti e produttive vigenti il 31 dicembre 1887. Entro i poligoni e presso i cerchi sta un numero progressivo di riferimento, al quale corrisponde in apposito elenco il nome della miniera e del concessionario e di chi la esercisce, la località, la natura dei minerali, ecc.

*

Nel 1887 si è verificata una diminuzione notevole nel numero dei permessi di ricerca, che, da 584 che erano nel 1886, scesero a 467. E la diminuzione ebbe luogo principalmente per la Sardegna, dove se ne accordarono 248, ossia 83 di meno che nell'anno precedente; ma tale diminuzione non deve riguardarsi come indizio di rallentamento nell'esercizio dell'industria mineraria, essendo unicamente dovuta al maggior rigore spiegato dalle autorità nell'intento di eliminare poco a poco gli affaristi che intendono ad acquistare il maggior numero di permessi, non già per lavorare, ma per farne traffico a tempo opportuno.

I lavori eseguiti per ricerche minerarie non presentarono alcun che d'importante nel maggior numero dei distretti minerari. Solo nella regione ligure le ricerche per minerali di rame nel territorio di Sassello alle regioni Deiva e Rocca Turchina, condussero alla scoperta di minerali cupriferi ricchissimi, benchè si trovino nella zona delle serpentine antiche della riviera di ponente, che si mostrarono sinora presso che sterili di tali minerali, a differenza di quanto avviene per le serpentine eoceniche della riviera di Taranto. Edeberopure risultato favorevolissimo alcuni lavori di ricerca di minerali di solfo fattisi in Sicilia, par-

tiolarmente a Cunicassè presso Caltanissetta, dove fu messo a scoperto un giacimento di grande estensione e ricchezza; e nella località Gaspa (Calascibetta), dove furono pure trovate masse notevoli di minerale solifero.

Le miniere dichiarate scoperte nell'annata del 1887 sono essenzialmente 6 e tutte appartenenti alla provincia di Cagliari, di cui due per piombo argentifero, una per argento e piombo, una per zinco, una per zinco e piombo ed una per lignite.

Le concessioni accordate durante il 1887 non furono che due, cioè quella di Terras Nicadas (Cagliari) per piombo argentifero, e quella denominata Croso dell'Acqua, nel Comune di Luzzogno (Novara), per minerali di rame. Inoltre, la concessione di Malacalzetta (Cagliari), fatta per piombo argentifero nel 1872, ottenne nel 1887 un aumento di superficie.

*

Dalle tavole statistiche della produzione mineraria per l'anno 1887 risulta che l'importo complessivo dei prodotti delle nostre miniere che nel 1886 era disceso a L. 53,591,771, continuò a diminuire di L. 3,614,652. Attesochè, dal 1882, anno in cui la produzione aveva raggiunto le L. 73,815,252, si è discesi a sole L. 49,977,119, con una diminuzione di oltre un terzo in soli cinque anni.

Vuolsi per altro notare che la massa totale dei minerali estratti non è punto diminuita, e che il numero dei lavoranti è appena diminuito di 1,10, e ciò per il maggior sviluppo dato agli impianti meccanici. Ond'è che il rinvilio dei prezzi unitari dei prodotti delle nostre miniere si è in gran parte tradotto in minore retribuzione delle merci ed in minore reddito dei capitali impiegati.

Esaminando, come siamo usi ogni anno, le particolari condizioni della produzione per natura distinta di minerali, troviamo che sull'industria delle solfate, che per noi è la principale, pesa tuttora una crisi di cui non si sa prevedere il termine.

La produzione totale del solfo greggio è stata di 342,215 tonnellate, ossia di 32,198 tonnellate inferiori a quella dell'anno precedente. E come ebbesi per giunta un rinvilio di oltre 5 lire per tonnellata nel prezzo unitario, così il valore totale della produzione aon risultò che di L. 23,694,194, con una diminuzione di L. 4,268,088 sul valore complessivo dell'anno precedente.

Della totale quantità di solfo esportato dalla Sicilia, andarono all'estero tonnellate 271,151, ed al continente italiano tonn. 57,972. Risulterebbe che nell'ultimo quinquennio la diminuzione nell'esportazione possa ritenersi dell'80,0, e che tale diminuzione sia dovuta al minor consumo di solfo che ora si fa nell'agricoltura. Risulterebbe ancora che i depositi preesistenti nei porti d'imbarco al 31 dicembre 1887 non erano più che di tonn. 193,500, con una diminuzione di tonnellate 31,000 circa verificatasi nel corso dell'anno; per cui sarebbe ad augurarsi che la diminuzione verificatasi nella quantità di produzione persistesse ancora qualche anno, onde ottenere una ripresa dei prezzi per il fatto dell'esaurimento dei depositi.

Il prezzo medio dei solfi siciliani di ogni qualità fu di L. 69,50 la tonnellata data a bordo nei porti d'imbarco, e così con una diminuzione di L. 6,70 rispetto a quello del 1886, che già era di L. 6,80 inferiore a quello dell'anno precedente. E come risulterebbe dalla stessa Relazione che le 25,855 tonn. di minore produzione verificatasi in Sicilia non ponno dirsi una conseguenza della crisi nell'industria dei solfi, essendo invece dovute a circostanze di forza maggiore verificatesi particolarmente nelle solfate della provincia di Caltanissetta, così havvi pur troppo a temere che il primo accenno a ripresa nei prezzi torni a promuovere la produzione smoderata e a dar luogo a nuovo squilibrio.

Nella Romagna e nelle Marche la produzione delle solfate subì una diminuzione del 70,0, essenzialmente dovuta alla sospensione delle miniere di Boratella della *Cesena Sulphur Company*, costretta a dichiarare il proprio fallimento per l'impoverimento dello strato.

Invece le miniere di Calabria restrinsero generalmente la produzione a ciò determinate dal ribasso nei prezzi del solfo; ed invero, la produzione complessiva delle miniere solfate del distretto di Napoli ebbe una diminuzione del 200,0 circa.

La *mineralurgia del solfo* non offre, neppure quest'anno, risultati gran che diversi dagli anni precedenti. Malgrado le continuate prove di numerosi apparecchi per il trattamento dei minerali di solfo, il calcare tiene sempre il campo, e del solfo greggio prodotto in Sicilia, solo il 100,0 ottennessi cogli apparecchi a vapore, ed il 50,0 coi forni Gill, i quali ultimi vanno, sebbene lentamente, acquistando favore. E quanto a raffinerie, in Sicilia continuarono a funzionare le sole cinque di Catania, con una produzione di 25,500 tonn. di solfo raffinato. Una nuova raffineria venne impiantata a Ravenna, capace di raffinare 6000 tonn. di solfo all'anno. In tutto il distretto di Bologna si raffinarono circa 24,000 tonn. E le raffinerie di Padova e di Venezia produssero oltre a 25,000 tonn. di solfo raffinato. Anche i mulini esclusivamente destinati a polverizzare il solfo si sono mantenuti piuttosto attivi.

*

I minerali di *piombo*, *zinco* e *argento* ebbero nel 1887 un valore complessivo di lire 15,368,655, di pochissimo inferiore a quello dell'anno precedente, malgrado che la loro quantità, di tonnellate 133,256, sia risultata inferiore di 15,788 tonnellate a quella dell'anno precedente e malgrado la diminuzione verificatasi nel prezzo medio del piombo e dell'argento. Ma ebbesi un compenso nel prezzo unitario maggiore ottenutosi per ciascuno di tali minerali grazie al miglioramento del tenore medio.

Nelle miniere della Sardegna, alle quali deve riferirsi la totalità della produzione dei minerali d'argento, ebbesi in questi appunto un aumento di 253 tonnellate in quantità, e di 732,244 lire in valore; e sebbene per i minerali di piombo e per quelli di zinco abbiasi avuto diminuzione in quantità ed in valore, tuttavia le condizioni generali economiche delle miniere sarde furono in complesso abbastanza buone.

Alcuni lavori minerari si compierono con ottimo successo. Così a Malfidano la nuova Galleria scavata nei calcari raggiunse il minerale a 17 metri sotto il livello del mare senza essere molestata dall'acqua; e parimente il pozzo di Masua fu approfondato a 27 metri sotto il mare, senza che siasi prodotto alcun afflusso d'acqua. E ben con ragione la Relazione generale registra a titolo d'onore la ultimazione delle laverie di Malacalzetta, di S. Giovanni, e quella più grandiosa di Monteponi, mercè le quali e le altre importanti laverie preesistenti, la Sardegna raggiunse, per gli impianti di simil genere, un posto distintissimo tra i più celebri distretti minerari d'Europa.

Quanto a metallurgia, l'officina di Pertusola, divenuta nel 1887 proprietà della *Continental Lead and Iron Company*, proseguì nel suo consueto andamento e produsse tonnellate 17,795 di piombo e chilogr. 33,387 di argento. Nella fonderia di Masua si produssero 724 tonnellate di piombo d'opera con grammi 160 di argento per quintale. Ed a Fontanare ricavaronsi 237 tonnellate di piombo d'opera da 1072 tonnellate di minerali di seconda e terza qualità della miniera di Nebida.

*

La totale produzione dei minerali di *ferro* fu di 230,575 tonnellate, di cui 208,090 tonnellate escavate nell'Isola d'Elba. Ma da quell'isola non furono esportate che tonnellate 175,262, cioè 122,558 per l'America, 42,186 per l'Inghilterra, 715 per la Francia e 9803 pel continente italiano, quasi tutte per Follonica e Cecina. Le miniere di Lombardia produssero 21,485 tonnellate; quelle del Piemonte un migliaio di tonnellate appena; quelle di Sardegna e del Napoletano rimasero completamente inattive. La produzione suaccennata della Lombardia fu data in massima parte dalle miniere di Valle Trompia, riprese per conto della Società delle Acciaierie di Terni, la quale prese a scavare colla perforazione meccanica nella Val Pezzaze una lunga galleria di ribasso, diretta a tagliare tutta la formazione ferrifera.

La produzione complessiva della *ghisa* fu di 12,265 tonnellate; quasi esattamente uguale a quella dell'anno precedente. Ma le ferriere ebbero notevolissimo sviluppo e grande aumento di produzione tra ferro ed acciaio; questa fu di tonnellate 246,096 con aumento di ben tonnellate 60,703 sull'anno precedente. Il valore totale di simile produzione fu stimata di 50 milioni di lire. Il grande stabilimento di Terni ebbe una produzione del valore di circa 13 milioni di lire. la metà di quella che si prefisse raggiungere ad impianto compiuto in lavoro normale. Gli stabilimenti liguri a Sestri, a Savona, aggiunsero nuovi forni a quelli esistenti, ed il macchinario occorrente alla fabbricazione di rotaie, ferri ed acciai laminati, molle da vagoni e via dicendo. Anche le ferriere di Lombardia andarono accrescendo e perfezionando i loro impianti.

*

Per i *combustibili fossili* abbiamo pure a segnalare nel 1887 un notevolissimo aumento di produzione. Tra ligniti, antraciti e scisti bituminosi, si scavarono da 32 miniere, coll'impiego di 2870 operai, 327,665 tonnellate; ed ebbesi sull'anno precedente un aumento di 84,340 tonnellate in quantità, e di circa 700,000 lire in valore.

La miniera di lignite di maggior produzione fu anche nel 1887 quella di *Castelmovo di Val d'Arno*, che lavorò con straordinaria attività anche per far fronte alle richieste della Acciaieria di Terni, non essendo le miniere di Spoleto, appartenenti alla Società stessa di Terni, ancora in normale andamento. La sua produzione si accrebbe da 132,000 a 170,000 tonnellate. E subito dopo vengono le già nominate miniere di Spoleto e di Terni, le quali aumentarono la loro produzione da 27,000 a 82,232 tonnellate.

Anche i combustibili agglomerati, che nel 1886 furono nella quantità di 325,000 tonnellate del valore di lire 8,768,500, salirono nel 1887 a tonnellate 421,014 col valore di lire 12,276,086. Vuolsi peraltro osservare trattarsi di prodotti in massima parte ottenuti colla elaborazione di sostanze di provenienza estera (carbon fossile minuto). E a proposito di carbon fossile, notiamo che nella Bresciana sono

state sospese le ricerche del carbon fossile che la Società di Terni faceva nella località Grotticelle del territorio di Bovegno, non essendosi rinvenuta alcuna traccia di combustibile in tutta la formazione quarzifera attraversata, per quanto sia essa attribuita al terreno carbonifero.

In quanto alle *torbiere*, ebbero per contro nel 1887 una lieve diminuzione: 60,000 tonnellate circa invece delle 70,000 prodotte nell'anno antecedente. In Lombardia se n'ebbero sette in regolare coltivazione, le quali diedero complessivamente una produzione di 12 a 13 mila tonnellate di torba, del valore di 156 a 160 mila lire. Nel Veneto e nel Ferrarese si coltivarono attivamente quella di Fontega e quelle dell'Udinese e di Codigoro. Sarebbe certamente desiderabile poter adoperare la torba di quest'ultima per le caldaie delle macchine di prosciugamento di Codigoro e di Marozza, le quali consumano poco meno di 10 mila tonnellate di carbon fossile nell'anno; ma per ciò è necessario modificare i focolari e qualche accessorio di quelle caldaie.

*

Le miniere di *rame* aumentarono nel 1887 la loro produzione da tonnellate 25,162 a tonnellate 43,826; l'aumento di valore non ebbe però la stessa proporzione, e non fu che da 1,000,065 a 1,219,391, poichè la tendenza all'aumento nel prezzo del metallo determinò la estrazione di minerali poveri, che negli anni precedenti non venivano scavati, d'onde un abbassamento del tenore medio generale.

L'aumento di produzione fu motivato essenzialmente dal fatto della messa in esercizio a Livorno del grande stabilimento della Società Metallurgica Italiana pel trattamento dei minerali di rame col sistema Manhés e per la lavorazione del rame metallico di sua produzione, ed anche di rame estero in pani, producendone verghe, fili, tubi, ecc. La Società Metallurgica avendo stipulato contratto per l'acquisto di minerali colle principali miniere di Toscana, queste furono naturalmente indotte ad aumentare la loro produzione. Quello stabilimento cominciò a funzionare nell'ottobre, e vi lavoravano, alla fine dell'anno, 474 operai.

*

La massa degli altri prodotti delle miniere italiane non contemplati a parte, cioè dei minerali di oro, di manganese, di antimonio e misti, mercurio, piriti, grafite, asfalto e bitumi, petrolio, allumite, acido bórico, salgemma e sale di sorgente, ammontò a quasi 100,000 tonnellate, con valore poco meno di 5 milioni di lire, trovandosi occupati in oltre a 100 miniere più di 3800 operai.

Fra questi prodotti, quello di maggiore entità è l'*acido bórico*, la cui produzione di lire 1,525,817 non presentò notevole variazione nè in quantità, nè in prezzo.

Poi viene il *mercurio*, di cui si ottennero nel 1887 244 tonnellate circa, del valore di 1,022,939, con lieve diminuzione in quantità sull'anno precedente, compensata largamente dal valore unitario, che riesci del 13 per 100, maggiore.

Le 18 miniere d'*oro* di Valle Anzasca ne produssero 11,134 tonnellate; i mulini di amalgamazione di Fomarco, S. Carlo e Macugnaga fornirono chilogr. 234 circa di oro argentero; ed ebbero pure una piccola produzione dall'officina di Casaleggio Boiro presso Ovada.

Le miniere di *asfalto* diedero una produzione totale di 18,507 tonn., del valore di L. 419,921; la piccola produzione di *petrolio* non fu che di 208 tonn., 10 di meno che nell'anno precedente, ed i lavori attivi nel Parmense e nell'Abruzzo non condussero a favorevoli risultati.

La produzione del *salgemma* si mantenne costante fra le 18 e le 19,000 tonn., e così pure quella del *sale di sorgente* si mantenne sul piede degli anni precedenti (tonn. 10,412 del valore di L. 295,851).

La produzione di *pirite di ferro* fu di tonn. 18,470, con lieve aumento sull'anno precedente.

I minerali di *manganese* diminuirono, rispetto all'anno precedente, di oltre un migliaio di tonn., e le cinque miniere attive non ne produssero che 4434 tonn.

Le miniere di *antimonio* produssero 848 tonn. di minerale (appena la metà di quello prodotto l'anno precedente) e del valore di 105,832 lire.

Le miniere della *tolfa* diedero 6000 tonn. di *allumite*, delle quali 4000 furono spedite all'estero e 700 trattate nell'officina di Civitavecchia.

La produzione della *grafite* del Piemonte fu in grande diminuzione, essendo scesa da 4000 a poco più di 1500 tonn. in causa della mancanza di smercio.

*

Le *cave del marmo* di Carrara e di Massa diedero una produzione totale di L. 154,193; e se ne esitarono 170,000 tonnell. circa, metà allo stato grezzo, e metà segato e lavorato, oltre a 30,000 tonn. circa della Versilia; e così in tutto 200,000 tonnellate, cui si può attribuire il valore di circa 20 milioni di lire. Dalle statistiche del movimento commerciale risulta che il marmo esportato all'estero fu di circa 110,000 tonn. del valore di L. 13,500,000 circa. In generale, la esportazione è stata maggiore in quantità, ma il suo valore è diminuito di

circa L. 3,500,000, perchè si esportò maggiore quantità di marmo greggio, o menolavorato, e quindi di minore valore unitario.

Le *cave di calcare per uso edilizio* di Brenno Useria, di Saltrio, di Viggì, di Trescorre, e quelle di *marmo nero* del lago di Como, in numero di 133, diedero nel 1887 prodotti il cui valore fu stimato complessivamente ad 800,000 lire.

In Lombardia le 14 *cave di ceppo* (puddinghe ed arenarie) somministrarono ben 11,875 m. c. di materiali del valore di 171,000 lire; le *cave di ardesia*, in numero di 31, produssero materiali del valore di 130,000 lire, e le tre *cave del granito* di S. Fedelino sulla strada di Chiavenna diedero in complesso 900 m. c. di granito del valore di circa 90,000 lire.

Le *cave di trachite* dei colli Euganei diedero nel 1887 minore quantità di pietrame per le arginature dei fiumi della regione veneta a motivo dei minori guasti; ma le sole *cave* di Monselice spedirono da 300 a 400 tonnellate al giorno di pietre per pavimentazione delle città, il cui costo alle cave è di 5 a 7 lire per metro quadrato.

Fra le tante *cave di pietre da costruzione*, merita un cenno la mina colossale fatta scoppiare il 24 marzo 1887 negli scisti cristallini del promontorio di Milazzo, nell'intento di ottenere pietre per lavori di quel porto. La mina fu fatta sotto la direzione degli ingegneri delle miniere del distretto di Caltanissetta. La carica fu di 1500 chilogr. di polvere, ed il materiale abbattuto di circa 3000 metri cubi di roccia. La linea di minor resistenza era di 10 metri.

Le *cave di pozzolana*, tufo vulcanico per costruzioni travertino, lave per selciati, ecc., nel suburbio di Roma furono nel 1887 in numero di 170 circa e diedero una produzione del valore di lire 5,233,080 circa, ed i suddetti materiali servirono quasi esclusivamente alle costruzioni edilizie di Roma.

In Sicilia le *cave di calcare* di Siracusa, quelle di tufo conchigliaceo a Bagheria, Santa Flavia, Girgenti, Caltanissetta, e quelle di lava di Catania fornirono circa 180,000 metri cubi di materiali da costruzione e da ornamento del valore di oltre un milione di lire, e coll'opera di un migliaio di operai.

Anche in Sardegna la costruzione dei porti di Cagliari e di Tortolì mantenne in attività alcune buone *cave di pietre da costruzione*.

Fra le *cave di minerali litoidi*, vogliono menzionare quelle di *pietra pomice* dell'isola di Lipari, che viene esportata in quasi tutte le parti del mondo. Il valore annuale medio della produzione si calcola di oltre mezzo milione di lire, ma in questi ultimi anni è molto aumentato, e nel 1887 è stato di L. 811,000 circa. Esistono presso Lipari circa 200 *cave attive* di pomice, che danno lavoro a 1000 operai, di cui 600 lavorano nelle escavazioni che sono sotterranee, e gli altri 400 negli stabilimenti di preparazione.

Meritano pure un cenno le *cave di sabbia silicea* per la fabbricazione del vetro ordinario in Mazzara del Vallo, le quali producono annualmente 2500 a 3000 tonn. di sabbia, che vendesi a una lira la tonnellata a bordo. E così vogliono essere ricordate le *cave di pietre coti* in Lombardia, le quali in numero di 35 produssero 5220 casse del valore di 515,000 lire. La produzione delle *pietre da macine* della stessa regione fu del valore di 200,000 lire.

Infine, le *cave di amianto* di Val Malenco si ridussero a tre sole con poche tonnellate di produzione, e per la *baritina* il prodotto fu di circa 80,000 lire di valore.

*

Per la prima volta fra le tavole statistiche di quest'anno si diede una specie di censimento dei motori adoperati nelle industrie minerarie, metallurgiche e mineralurgiche. Sebbene non siasi peranco potuto riescire ad avere dati completi per tutti i rami delle dette industrie, mancando ancora quelli relativi alle grandi *cave* e fornaci ed a qualche industria attinente alla elaborazione di alcune sostanze minerali, tuttavia dalle cifre che già si hanno appaiono dati importanti e di sufficiente attendibilità. Noi ci limiteremo qui a notare, a titolo di curiosità, che si hanno in tutto 756 motori idraulici e 379 motori a vapore, i primi con 13,887 ed i secondi con 14,773 cavalli di forza; ed in complesso, 1135 motori con 28,660 cavalli.

*

Fra le relazioni speciali dei singoli distretti minerari, notiamo quella per il distretto di Iglesias (province di Cagliari e Sassari) dell'ingegnere Mazzetti, la quale porge notizie degli impianti delle laverie meccaniche con ben 11 tavole contenenti i diagrammi dei trattamenti seguiti nei diversi opifici, secondo sistemi di più in più perfezionati, onde ottenere la classificazione e l'arricchimento dei minerali, e quella per il distretto di Roma, dell'ing. Demarchi, la quale contiene una interessante carta dimostrativa della ubicazione delle *cave* di materiali da costruzione dei dintorni di Roma, nella scala di 1 a 100,000, seguita da un primo elenco particolareggiato di ben 179 *cave* (di pozzolana, tufo vulcanico litoide, lava, argilla, ghiaia, travertino) e da un secondo elenco di ben 56 fornaci; si l'uno che l'altro contenendo per ogni *cava* o fornace utili dati sulla natura dei lavori, mezzi di trasporto, ecc.

G. S.