

## L'INGEGNERIA CIVILE

E

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo di tutte le opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori ed Editori.

## DISCUSSIONI UTILI

## DIFESA DELLA TEORIA DI SCHEFFLER

sulla spinta delle terre contro i muri di sostegno.

Il chiarissimo Dottore Ermanno Scheffler in seguito alle discussioni di cui fu scopo nell'*Ingegneria Civile* (vol. IV, pag. 161-167 e vol. V, pag. 4-5) la sua teoria sulla spinta delle terre contro i muri di sostegno, desideroso di rispondere egli stesso in queste colonne alle obiezioni a cui la sua teoria è stata fatta segno, prima dall'Ing. Musso e poi dall'Ing. Crotti, ci ha graziosamente inviato per mezzo del Prof. Antonio Favaro dell'Università di Padova, una sua nota in lingua tedesca, di cui il suddodato prof. Favaro volle pure favorirci una traduzione in italiano.

G. S.

## NOTA del Dott. Ermanno Scheffler.

Mi riesce di particolare soddisfazione il rilevare che ingegneri italiani fanno scopo di attento studio i miei scritti. E poichè noi mortali siamo tutti soggetti ad errare, non potrò io certamente pretendere alla infallibilità: parmi tuttavia che le obiezioni sollevate dal signor Ing. Musso contro la formula (28) della mia teoria dei muri di sostegno possano essere agevolmente eliminate.

Questa formula è la soluzione della precedente equazione dei momenti, nella quale il braccio di leva  $a$  della componente verticale della spinta delle terre, ovvero la grossezza  $a=AB$  del muro misurata a partire da A verso destra è una grandezza decisamente positiva, la quale esige necessariamente nella formula (28) il segno positivo della radice quadrata. Il signor ing. Crotti ha colto nel segno, ed io gli sono grato della sua difesa.

Per ciò che si riferisce ai valori della grossezza  $a$  del muro, contenuti nella tabella V, il signor Musso è nel giusto, quando asserisce che gli ingegneri pratici sogliono costruire i muri di sostegno più robusti e che per conseguenza le formule empiriche somministrano per  $a$  grandezze maggiori. Tuttavia questa circostanza di fatto non lede l'esattezza della teoria sulla quale si appoggia la formula (28), ma bensì riguarda il valore del coefficiente  $k$  di stabilità richiesto per la pratica. Questo coefficiente dipende da circostanze diverse e segnatamente dai materiali impiegati, dalla più o meno accurata esecuzione della muratura, dalla influenza degli agenti atmosferici sulla massa di terra da sostenersi, dalle scosse e dai cedimenti a cui la massa può andare soggetta, dall'assegnamento che si può fare sulla natura del terreno di fondazione, ecc.

Ogni teoria presuppone che il muro sia costituito da un solido ben saldo e connesso e che l'angolo di naturale inclinazione che si assume per le terre sia il più piccolo che possano assumere quando sieno inzuppate d'acqua. Queste due condizioni bene spesso sono assai imperfettamente soddisfatte. Se quindi viene a mancare a questo riguardo una soddisfacente garanzia, deve applicarsi un coefficiente di stabilità maggiore di  $k=2$ , assunto per base della tabella V, ed io stesso sul finire del § 90 ho raccomandato il valore  $k=3$  come minimo. Del rimanente i muri di sostegno costruiti nel Brunswick, in base appunto ai dati della tabella V, mostrano che con tali grossezze  $k$  si ottengono costruzioni per-

fettamente stabili, che quindi nel fatto la spinta delle terre non è maggiore di quella che risulta dalla formula (28).

Infine io divido completamente l'opinione che l'equilibrio d'un terrapieno non si rappresenti con tutto il rigore e per tutti i casi mediante il principio del prisma a superficie di scorrimento piana. E tuttavia la teoria del prisma di massima spinta non è erronea, ma costituisce un procedimento di approssimazione assai buono ed opportuno nelle pratiche applicazioni, procedimento che in molti casi raggiunge una assoluta esattezza.

Lo stato attuale della scienza non offre alcun mezzo migliore. Non mi è noto che finora si sia data alcuna teoria generale della spinta delle terre, la quale esponga giustamente e sotto ogni riguardo e per tutte le circostanze le condizioni di equilibrio di un terrapieno. Ordinariamente queste teorie non tengono conto del fatto che una piccolissima particella nell'interno d'un terrapieno può essere in equilibrio sotto l'azione di quanti si vogliano sistemi diversi di forze e che il sistema effettivamente esistente non è determinato dalla esterna limitazione e dal carico della massa. Astrazione fatta da questa variabilità del sistema d'equilibrio, una teoria che trascuri la coesione non può aspirare alla esattezza, poichè essa non è in grado di spiegare il fenomeno quotidiano di un terrapieno che senza alcun sostegno si mantiene a pareti verticali.

Tutte queste teorie però non sono del pari che approssimazioni. Nei §§ 67-70 del mio libro ho stabilito una teoria della spinta delle terre senza trascurare la coesione, teoria che è indipendente dal prisma di massima spinta. Per fermo essa non vale che per certi rapporti semplici: la generalizzazione per tutti riesce difficile a motivo della variabilità del sistema d'equilibrio; ciò non ostante questa teoria (come pure la più speciale trattazione del § 71 da me data nel *Journal für die Baukunst* di Crelle, vol. xxx) conduce a riconoscere che nella pratica dove non riveste caratteri d'importanza un sistema qualsivoglia d'equilibrio, ma quello soltanto che esercita la massima spinta laterale, il prisma di massima spinta rappresenta nel modo migliore e più perspicuo i rapporti meccanici che entrano in questione, che del rimanente questo prisma non contiene alcun principio meccanico fondamentale, ma semplicemente facilita il calcolo per quanto si riferisce alla considerazione delle forze, che somministrano la massima risultante.

Il signor Crotti dubita della esattezza dei calcoli istituiti prendendo per base questo prisma, poichè gli sembra strana la conseguenza della mia teoria, per la quale un terrapieno orizzontale verrebbe ad esercitare una spinta obliqua sopra un muro verticale, spinta che incondizionatamente egli ritiene dover essere orizzontale. Per fermo fra gli infiniti possibili sistemi d'equilibrio se ne trova anche uno con risultante orizzontale, ma questo non è già quello che si realizza nel successivo addossamento di terra contro una parete verticale, e quand'anche per un qualsivoglia procedimento artificiale venisse a realizzarsi, non determinerebbe il rovesciamento del muro: poichè nel momento stesso in cui il muro ruota intorno al suo punto esterno A, comparisce alla superficie interna BC, per il principio della minima resistenza (§ 1, 2, 3) non già la spinta orizzontale della terra, ma la obliqua. *Una parte del peso della terra addossata ad una parete verticale si appende infatti a questa parete* (Ein Theil des Gewichtes der gegen eine vertikale Wand gelagerten Erde hängt sich in der That an dieser Wand auf).



cadrà secondo la bisettrice dell'angolo I, e se parimente facciamo la risultante delle due II b, ecc., tutte queste risultanti formeranno ancora un sistema di forze in equilibrio, rispetto al quale il poligono dato si trova nelle condizioni di un poligono funicolare, quale sotto questa denominazione si considera nella statica grafica; questo poligono, nel nostro caso, ha di più la proprietà di avere tutte eguali fra loro le tensioni (o pressioni) di tutti i suoi lati. Ciò che precede basta per poter passare immediatamente nel campo della statica grafica, secondo le note regole della quale è condotta la costruzione che segue.

Per un polo scelto ad arbitrio, O, conduciamo tante rette d'egual lunghezza rispettivamente parallele ai lati del poligono dato, (I, II) (II, III) (III, IV), ecc., camminando su questo sempre nello stesso verso; esse saranno i raggi del poligono delle forze. Unendo ordinatamente le estremità di codesti raggi, avremo il poligono chiuso delle forze, i cui lati sono 1, 2, 3, 4, 5. Condurremo pei vertici I, II, III, ecc. del poligono dato le rispettive parallele ai lati 1, 2, 3, 4, 5 del poligono delle forze; esse ci daranno le proiezioni dei displuvii.

Prolungando sufficientemente tutti questi displuvii, si viene a formare tanti triangoli quanti sono i lati del poligono dato, ed aventi ciascuno per base il lato corrispondente del poligono, e per lati le proiezioni orizzontali dei due displuvii che partono dalle estremità di quel lato. Risulta allora dalla figura quale di questi tre triangoli abbia la minima altezza, vale a dire quali siano i displuvii successivi che si incontrano alla minima distanza dal perimetro del poligono dato. Sono, per es., i due displuvii 3 e 4. Questi displuvii dovranno terminarsi nel loro punto d'incontro; e qui daranno origine a un nuovo displuvio (3, 4) parallelo alla risultante (3, 4) delle forze 3 e 4, che immediatamente si ottiene dal poligono delle forze. Non si ha più allora da considerare che quattro displuvii, cioè 1, 2, 5 e (3, 4). Analogamente a quanto abbiamo fatto prima, osserveremo quale altra coppia di displuvii consecutivi dia un punto d'incontro più vicino al perimetro dato. Si trovano essere i displuvii 1 e 2, e terminando questi displuvii nel loro punto d'incontro, ivi avrà origine il displuvio (1, 2) parallelo alla risultante (1, 2) delle forze 1 e 2. I tre displuvii (1, 2), 5 e (3, 4) si incontrano poi in un punto unico, che corrisponde, nella reciprocità delle figure della statica grafica, al triangolo formato dalle forze (1, 2), (3, 4) e 5; e così la proiezione orizzontale del tetto è ottenuta.

3. — Nella figura 44 è disegnato un esempio tra i più complicati dell'applicazione di questo metodo.

Si condussero i soliti raggi polari paralleli ai lati del poligono dato. Quindi congiungendone ordinatamente le estremità si ottennero le direzioni dei displuvii 1, 2, 3.... 10, 11. I primi ad incontrarsi sono 5 e 6, e danno origine a (5, 6). Poi 7 e 8 che danno (7, 8). Poi (5, 6) e 4, danno (4, 5, 6). Quindi (4, 5, 6) e (7, 8) incontrandosi danno (4, 5, 6, 7, 8). Dopo questi, i due displuvii consecutivi ad incontrarsi alla minor distanza dal perimetro sono 1 e 11, dando origine a (1, 11). Poi (1, 11) con 10 dà (1, 11, 10), quest'ultimo con 2 dà quindi (2, 1, 11, 10); quest'ultimo incontra il 3 prima d'ogni altro, e dà luogo a (3, 2, 1, 11, 10). Questo displuvio infine concorre con 9 e con (4, 5, 6, 7, 8) in un medesimo punto, che è correlativo al triangolo formato pel poligono delle forze dalle 9 e (4, 5, 6, 7, 8).

4. — *Tetti con falde diversamente inclinate.* — In molteplici circostanze può tornare necessario od almeno utile l'adottare pendenze differenti per le varie falde. Il metodo che abbiamo esposto si può dimostrare applicabile anche in questo caso, anzi risulta, a fronte di altre costruzioni prima impiegate, della massima speditezza.

Siano ancora (fig. 45) AB, BC, CD tre lati consecutivi di un'area da coprirsi con tetto a falde piane. La falda che termina in AB debba fare un angolo  $\alpha$  col piano orizzontale; la falda BC l'angolo  $\beta$ , la falda CD l'angolo  $\gamma$ . Le due prime falde diano un displuvio la cui proiezione orizzontale sia BF; le due falde BC e CD diano un displuvio che si proietti

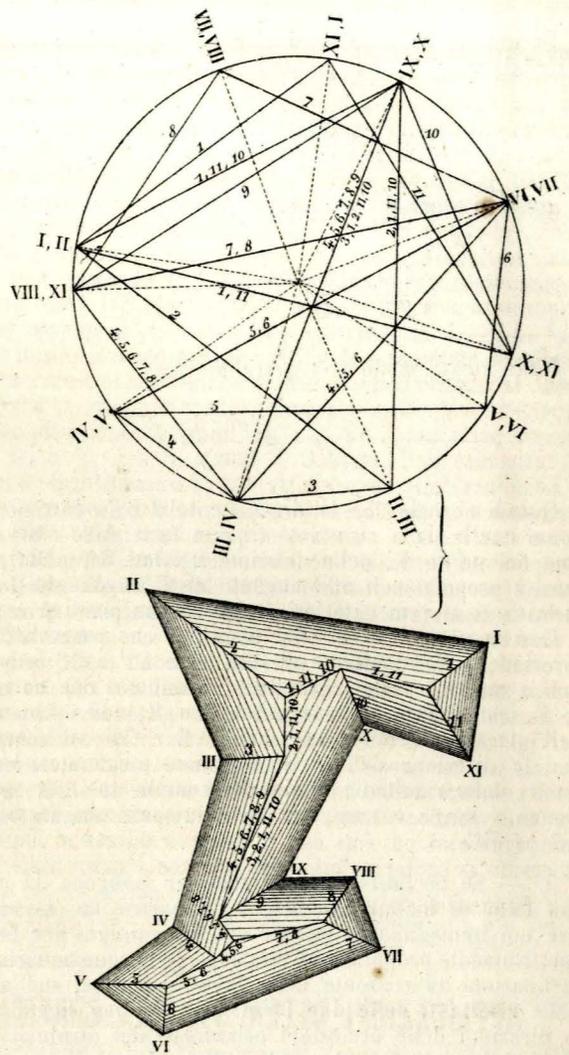


Fig. 44.

in CF; nel punto F termineranno questi due displuvii, ed avrà origine un terzo displuvio FH, la cui direzione passerebbe pel punto E d'incontro delle AB e DC. Abbassiamo dal punto F le FI, FL, FM normali ad AB, BC, CD. Detta  $h$  l'altezza del punto effettivo d'incontro dei due displuvii sopra il piano ABCD, avremo evidentemente:

$$\frac{h}{FI} = \tan \alpha \quad \frac{h}{FL} = \tan \beta \quad \frac{h}{FM} = \tan \gamma$$

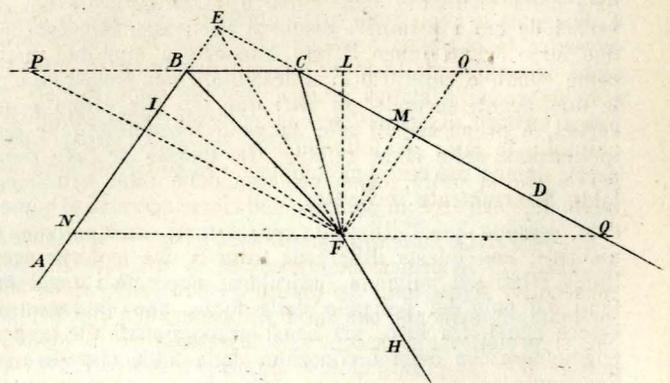


Fig. 45.

Se ora dal punto F conduciamo NFQ parallela a BC, FO parallela ad AB, FP parallela a CD, avremo:

$$FI = FN \operatorname{sen} \widehat{FNI} \quad FL = FO \operatorname{sen} \widehat{FOL}$$

Ma  $\widehat{FNI} = \widehat{FOL}$ , quindi:

$$\frac{FO}{FN} = \frac{BN}{BO} = \frac{FL}{FI} = \frac{\operatorname{tang} \alpha}{\operatorname{tang} \beta}$$

Nello stesso modo si troverebbe che:

$$\frac{CP}{CQ} = \frac{\operatorname{tang} \beta}{\operatorname{tang} \gamma}$$

Quindi si vede che la direzione della BF può riguardarsi come quella della risultante di due forze BN e BO applicate nel punto B, nelle direzioni dei lati BA e BC, di intensità proporzionali alle tangenti degli angoli che le falde terminanti ai rispettivi lati fanno con un piano orizzontale.

Così la proiezione CF del displuvio che parte da C ha la direzione della risultante di due forze CP e CQ proporzionali a  $\operatorname{tang} \beta$  e  $\operatorname{tang} \gamma$ . Quanto al displuvio che ha origine in F, che prolungato passerebbe per E, come esso risulta dall'intersezione delle due falde AB e CD, si comprende che la direzione della sua proiezione orizzontale sarebbe quella della risultante di due forze applicate in E, proporzionali a  $\operatorname{tang} \alpha$  e  $\operatorname{tang} \gamma$ , e dirette rispettivamente secondo EB ed EC.

5. — Se pertanto essendo dato un poligono da coprire con falde di inclinazioni diverse, a partire da ciascun vertice noi immaginiamo portate sui lati contigui due forze rispettivamente proporzionali alle tangenti trigonometriche delle inclinazioni all'orizzonte delle falde rispettive, noi avremo nelle risultanti delle due forze applicate nei singoli vertici le direzioni delle proiezioni orizzontali dei displuvii (o impluvii) che partono da questi vertici. L'unità di forza che si sarà scelta dev'essere la stessa per tutti i vertici, cosicché le lunghezze rappresentative delle forze debbono tutte avere lo stesso rapporto colle tangenti trigonometriche rispettive. Quindi riesce facile il vedere che delle forze così rappresentate le due che cadranno su uno qualunque dei lati saranno eguali e contrarie, onde tutte insieme formeranno un sistema in equilibrio; e il poligono dato potrà considerarsi come un poligono funicolare in equilibrio sotto il sistema delle risultanti delle forze applicate nei singoli vertici. Incontrandosi le proiezioni orizzontali di due displuvii consecutivi, e diremo in seguito secondo qual ordine questi punti d'incontro si debbano prendere, i due displuvii dovranno nel loro punto d'incontro terminarsi e daranno origine alla proiezione orizzontale di un nuovo displuvio, la cui direzione sarà data dalla risultante delle quattro forze applicate nei due vertici da cui i primitivi displuvii partivano. Imperocché le due forze agenti lungo il lato frapposto a quei due vertici, come eguali e contrarie si elideranno, e non rimarranno che le due agenti secondo gli altri due lati che vanno a quei vertici, e proporzionali alle tangenti trigonometriche delle inclinazioni delle falde relative. Da quanto precede risulta perciò che si potrà, come nel caso delle falde egualmente inclinate, costruire un poligono delle forze correlativo a quello dato, essendo quest'ultimo da considerarsi come poligono funicolare; con questa differenza tuttavia che le forze agenti lungo i lati del poligono funicolare, epperò i raggi partenti dal polo del poligono delle forze, non dovranno più essere eguali fra loro, ma bensì proporzionali alle tangenti trigonometriche delle inclinazioni delle falde rispettive sull'orizzonte.

Sia da coprire il poligono I, II, III, IV, V (fig. 46), con un tetto le cui falde abbiano rispettivamente le inclinazioni indicate nella figura a fianco. In questa figura la distanza orizzontale AB è arbitraria, ma sulla perpendicolare ad AB

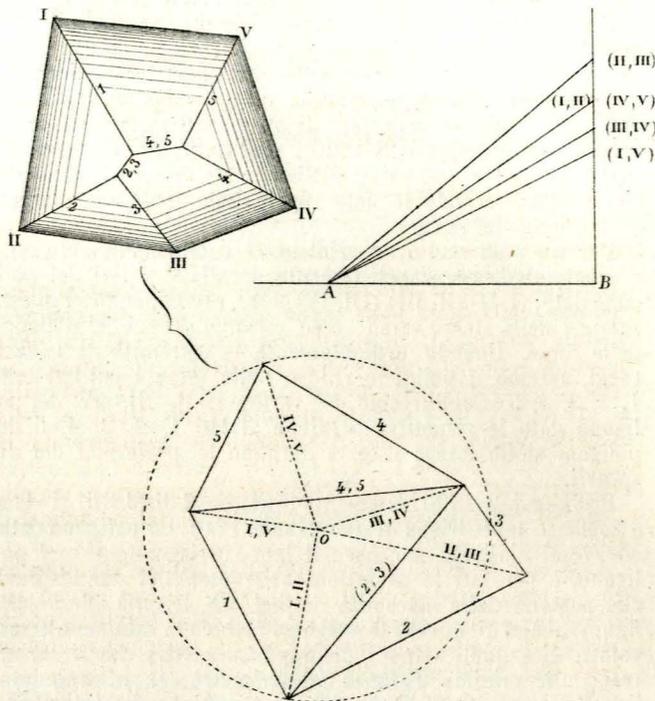


Fig. 46.

si hanno le lunghezze proporzionali alle tangenti delle date inclinazioni. Per un polo arbitrario O, si conducano le rette (I, II) (II, III) (III, IV) (IV, V) (V, I) ordinatamente parallele ai lati del poligono dato, e di lunghezze rispettivamente eguali a quelle della perpendicolare ad AB. Unendo le estremità dei raggi del poligono delle forze, si ottengono le forze 1, 2, 3, 4, 5 a cui si conducono le rispettive parallele pei vertici che portano i numeri romani corrispondenti. Anche qui le coppie successive degli spigoli o displuvii consecutivi darebbero tanti punti d'incontro quanti sono i lati del poligono dato. L'avvertenza che bisogna usare è questa: si comincino a considerare quei due displuvii successivi che si incontrano nel punto meno elevato sul piano del dato poligono di gronda. Questi due displuvii termineranno a questo punto, e qui avrà origine un nuovo displuvio di cui vedremo tosto come si determina la direzione. A partire da questo punto il numero dei displuvii da considerare risulterà diminuito di uno; e di nuovo andremo a vedere quali sono i due displuvii consecutivi che danno un punto d'incontro alla minima altezza: li arresteremo a questo punto, in cui avrà origine un nuovo displuvio. Così sarà diminuito di due il numero totale dei displuvii, e procedendo per tal modo si arriverà in ultimo, in generale, a tre displuvii che si incontreranno in un punto che sarà il culmine più elevato del tetto da comporre.

La figura permette in generale di fare queste costruzioni senza difficoltà. Così nel nostro caso vediamo che il displuvio 2 è incontrato prima dal 3 che dall'1. Quindi arresteremo i displuvii 2 e 3 nel loro punto d'incontro, ove ha origine il displuvio (2, 3) la cui direzione è data dalla risultante (2, 3) delle forze 2 e 3 nel poligono delle forze. Così si vede subito che i displuvii 4 e 5 si incontrano fra loro prima che l'un d'essi possa essere incontrato dai displuvii (2, 3) o 1. Perciò limiteremo 4 e 5 nel loro punto d'incontro, da cui partirà un nuovo displuvio (4, 5) parallelo alla risultante (4, 5) delle forze 4 e 5. I tre displuvii 1, (2, 3) e (4, 5) concorrono poi in un punto, che è il nodo corrispondente al triangolo formato dalle 3 forze 1, (2, 3) e (4, 5) nel diagramma ausiliare. E per tal modo è ottenuta la proiezione orizzontale del tetto che si voleva comporre.

## SULLA ILLUMINAZIONE ELETTRICA

CINQUE PUBBLICHE CONFERENZE

tenute nel Museo Industriale Italiano dal Professore

GALILEO FERRARIS

Conferenza 4<sup>a</sup> — 17 maggio 1879

### Sull'illuminazione per mezzo dell'arco voltaico.

Con quello che abbiamo detto, noi sappiamo come si possa produrre, colla spesa della meno costosa delle energie, dell'energia meccanica, una poderosa corrente elettrica. Per trasformare in luce una parte dell'energia di questa, bisogna disporre una breve porzione del circuito in modo tale, che da sé sola essa rappresenti una grande frazione della resistenza totale, cosicchè si accumulino in essa, secondo la legge di Joule, buona parte del calore equivalente all'energia della corrente. All'esame degli artifizi adoperati o tentati, o proposti per ottenere questo risultato si riduce oramai il nostro studio.

In questo studio procederemo così: Studieremo questa sera il principio generale degli apparecchi, che furono accettati dalla pratica da un tempo sufficiente perchè si possa pronunziare un giudizio sicuro sulla loro convenienza attuale e sulle loro applicazioni possibili.

Senza perdersi in descrizioni di particolari dei congegni meccanici, che ove, come qui, sono ancora in discussione i principii, non farebbero che intralciare inutilmente le questioni, cercheremo di renderci esatto conto dei fenomeni su cui l'uso degli apparecchi riposa; senza preoccuparci per ora delle innovazioni con cui si tentò o si potrebbe tentare di allargarne le applicazioni o correggerne i difetti, esamineremo i risultati delle più attendibili esperienze fatte su di essi.

Lo studio dei sistemi tentati o proposti recentemente, e la discussione dei meriti loro, formerà l'oggetto di un'altra conferenza, nella quale, guidati dalle nozioni che avremo apprese questa sera, d'accordo coi principii teorici, sui quali ci siamo dianzi intesi, potremo toccare la meta che ci siamo proposti: quella di farci un'idea del vero stato attuale del problema, e del suo probabile avvenire.

I sistemi di cui vogliamo occuparci in questa seduta, riposano tutti su di una classica esperienza che il Davy eseguì nel 1813. Fu questa la prima che facesse pensare alla possibilità di produrre colla corrente elettrica sorgenti di luce intensa. Ai due reofori di una pila di 2000 elementi, il Davy aveva attaccato due bacchette di carbone di tre centimetri di lunghezza e di quattro millimetri di diametro separate da una distanza di 0<sup>mm</sup>,5. Egli vide allora una luce abbagliante, brillante fra le due punte e continuare senza rumore. Allontanò allora progressivamente i carboni l'uno dall'altro fin a 10 od 11 centimetri, e la luce continuò ancora con uno splendore paragonabile a quello del sole e con uno sviluppo di calore intenso, pel quale i carboni diventavano incandescenti fin verso la metà della loro lunghezza. Quella luce emanava dalle punte dei carboni e da un arco brillante stabilito come un ponte sulla interruzione del circuito. A questo ponte luminoso fu dato il nome di *arco voltaico*.

Io non ho a mia disposizione la pila di 2000 elementi, che servì a Davy nel suo esperimento, e non potrò quindi produrre un arco di lunghezza uguale a quella dell'arco che egli otteneva; ma della vivezza del fenomeno luminoso posso farvi testimoni colla semplice macchina di Gramme che voi vedete qui, e che in questo esperimento può equivalere forse ad una pila di settanta o ottanta grandi elementi alla Bunsen. Davy, ho detto, aveva portato in principio dell'esperimento, i carboni ad una distanza di circa 1/2 millimetro: con elettromotori di un numero minore di elementi, come diciam noi: di una minore forza elettromotrice, bisogna portare inizialmente i carboni a contatto l'un coll'altro. Così faccio io. Attualmente i due carboni che abbiamo qui si toccano, ed essendo in comunicazione coi reo-

fori della macchina, chiudono il circuito. Metto in moto la macchina, e la corrente passa. E adesso io posso distaccare i carboni: la corrente passerà ancora producendo fra le due punte il fenomeno del Davy (tav. VII, fig. 1). Quelli che son vicini vedono che i carboni AB, CD stanno separati da uno spazio M, e che il fenomeno luminoso avviene in questo spazio: è in questo spazio l'*arco voltaico*, e la distanza dei due carboni ne misura la *lunghezza*.

Allontanando con precauzione e lentamente i carboni, posso aumentare gradatamente questa lunghezza; ma se allora io scosto ancora i carboni, il fenomeno cessa e la corrente si rompe, voi ne avete una prova evidente: la macchina non fa più lavoro e si accelera sensibilissimamente. La lunghezza massima che si può dare all'arco dipende, come ho detto già, dall'elettromotore che si adopera, essenzialmente dal numero degli elementi, se si tratta di una pila, dalla velocità, se si tratta di una macchina d'induzione. Adoperando 600 elementi alla Bunsen il Despretz ottenne un arco voltaico di 16,2 centimetri. In ogni caso la lunghezza dell'arco è notevolmente maggiore di quella distanza a cui, coll'elettromotore adoperato, potrebbe scoccare una scintilla: per avere fra le estremità dei due reofori una scintilla di 1/4 di millimetro di lunghezza il Gassiot dovette adoperare una pila di 3520 tazze.

L'arco voltaico non si produce soltanto fra due carboni: noi potremmo sostituire a queste bacchette due asticciuole di ferro, o di rame, o di stagno, o di platino: purchè la corrente abbia una intensità sufficiente il fenomeno si produrrebbe con apparenze diverse bensì, soprattutto con colori diversi, ma co'medesimi caratteri fondamentali. Però la lunghezza dell'arco ottenibile è diversa a seconda dei corpi adoperati, e questo è provato: che essa è tanto maggiore, quanto più i corpi con cui son fatte le punte si disgregano e si volatilizzano facilmente. Così l'arco è brevissimo e difficile a mantenersi fra reofori di platino, e più lungo collo zinco e collo stagno, è lunghissimo fra carboni imbevuti di sostanze volatili.

Questo fatto basterebbe a provare che nella produzione dell'arco voltaico hanno una parte la disaggregazione e la volatilizzazione degli elettrodi; ma di ciò abbiamo una prova diretta nella variazione di peso che i reofori subiscono, mentre dura la corrente. Se si opera nel vuoto, od in un gas inetto ad alimentare la combustione, si trova che mentre l'arco continua, il carbone positivo va raccorciandosi e diminuendo di peso, mentre il negativo si allunga e cresce di peso. Se si opera nell'aria, diminuiscono di lunghezza e di peso entrambi i carboni, ma diversamente, e più il positivo che il negativo, circa il doppio. V'ha nel primo caso un trasporto di materia dall'elettrodo positivo al negativo, e nel secondo v'ha questo medesimo trasporto a cui si sovrappone una consumazione di entrambi i carboni, in causa della combustione.

La cosa apparisce chiara, se si osserva la forma che assumono le due punte. Noi non possiamo osservare questa forma qui direttamente, in mezzo alla luce abbagliante che emana dalle punte, ma possiamo formare sopra uno schermo una immagine molto ingrandita dei carboni: la luce emessa dalle due punte si troverà così disseminata sopra una larga superficie e sarà indebolita in proporzione. La grandezza poi dell'immagine permetterà a noi tutti di vedere le più minute particolarità del fenomeno.

A quest'uopo disposi un sistema di due carboni in questa lanterna, che non ne lascia uscire la luce se non attraverso ad una lente convergente portata da un tubo scorrevole. Davanti alla lente collocai un diaframma che intercetta i raggi passati pelle parti periferiche della lente e quelli riflessi irregolarmente dalla parete della lanterna, i quali confonderebbero l'immagine. Do passaggio alla corrente elettrica, i carboni si scaldano, un apparecchio, di cui dirò fra poco, tosto li separa e si produce l'arco e la luce. Voi vedete sullo schermo bianco disegnarsi, ingigantite, le figure dei due reofori (tav. VII, fig. 2), vedete che non si toccano e che brillano di viva luce appunto alle estremità che si guardano: l'incandescenza di queste è tale che in presenza di essa riesce quasi insensibile quella dell'arco voltaico che sta frammezzo.

Come v'annunziavi, voi vedete che i due carboni, che prima erano identici, entrambi acuminati, vanno assumendo forme diverse, e la differenza tra l'uno e l'altro riesce marcata, caratteristica. Quello che vedete in alto è il carbone a cui è unito il polo positivo della macchina di Gramme, il carbone positivo; l'altro, quel di sotto, è il carbone negativo. Il primo ha perduto la punta acuta che gli si era data, e si è anzi incavato, presenta alla sua estremità un vuoto crateriforme. Il secondo invece non solo si mantiene acuto, ma andò allungandosi, e va acuminandosi tuttavia. Voi vedete come questo succeda: dal carbone positivo si distaccano di quando in quando pezzetti, globuli, i quali si agglutinano alla punta del negativo e vi si saldano insieme. Ma questo è secondario: oltre a questo trasporto così visibile, che la materia dei carboni subisce in pezzetti o in gocce, v'ha un trasporto continuo che si effettua sotto forma di un pulviscolo, ed uno scambio continuo, forse il più abbondante, di carbone ridotto a vapore.

La forma dei carboni ed i movimenti che osserviamo ci fanno vedere, quello che già ci era indicato dalla variazione di lunghezza e di massa dei due elettrodi: ci fan vedere cioè che il trasporto di materia avviene dal carbone positivo verso il negativo. Questa però è l'apparenza, il fatto nella realtà è più complicato. Nella realtà il trasporto avviene nei due versi: dal carbone negativo al positivo, come da questo a quello; solamente questo è il più abbondante, e il trasporto risultante, che è la differenza dei due, si fa nel verso di esso. Adoperando due elettrodi di sostanze diverse, noi metteremo la cosa in evidenza, giacché troveremo dopo un certo tempo sull'elettrodo positivo, materia dell'elettrodo negativo, e su questo materia di quello.

Voi vedete il carbone, la più refrattaria delle sostanze che si conoscono, rammollirsi come cera, e semifuso scorrere, e foggarsi diversamente: vedete pezzetti vicini riunirsi e saldarsi in un pezzo unico. Ma v'ha di più: quel bagliore che v'ha fra le punte, la luce dell'arco non emana soltanto dal pulviscolo strascinato, ma da un vero gas, e collo studio dello spettro lo si può riconoscere: è gas di carbonio, è carbonio ridotto a vapore. Della volatilizzazione del carbonio diede una prova diretta il Despretz colla pila di 600 elementi che v'accennai già. Producendo con questa pila un arco voltaico nel vuoto, perchè non potesse intervenire la combustione a complicare i fenomeni, egli trovò le pareti del recipiente in cui operava, coperte di uno straterello di grafite: era questo il prodotto della condensazione dei vapori. È adunque elevatissima la temperatura che regna sulle punte dei carboni o nell'arco: è la più alta che si conosca, la più alta che si sappia produrre artificialmente. Nessun corpo, è prevedibile dacché si volatilizza il carbone, regge a questa temperatura: tutti i metalli si volatilizzano ed ardono: lo zinco con luce bianca abbagliante, il rame con luce verde, il ferro collo splendore con cui arderebbe nell'ossigeno; il platino anch'esso si consuma.

La temperatura più elevata si ha nel carbone positivo. Lo si vede nella immagine proiettata, dove la coppa, con cui questo è terminato, appare più illuminata di ogni altra parte. Lo si vede anche senza proiettare l'immagine dei carboni, soltanto osservando che, rotto il circuito, il carbone positivo si trova rovente su di una lunghezza maggiore di quel che faccia il negativo, e si conserva incandescente per un tempo più lungo.

Analizzato così il fenomeno, voi capirete adesso senza difficoltà come l'arco si produca, e per qual modo esso si faccia sede di così abbondante sviluppo di calore e di luce.

Ecco il fatto: Quando le due punte sono a contatto e chiudono il circuito, la corrente, che produce nelle diverse parti di questo quantità di calore proporzionali alle resistenze, e quindi tanto maggiori quanto minori sono le sezioni trasversali, le scalda, le arroventa. Quando poi esse si distaccano, le particelle ultime a distaccarsi presentano una sezione di passaggio minima: in esse si accumula così, anche nel tempo brevissimo per cui esse durano in contatto, una quantità di calore sufficiente per disgregarle, per fonderle, per volatilizzarle. Il pulviscolo ed il vapore, che ne nascono, danno principio all'arco: il quale tiene in comunicazione le punte

distaccate, e seguita a chiudere il circuito. Ma la resistenza di questo brevissimo conduttore vaporoso è grande, e in esso si produce un notevole riscaldamento; in grazia del quale anche le punte de' carboni si mantengono caldissime, e nuove porzioni di esse, distaccandosi, possono venire ad alimentare il brevissimo arco primitivo, che così può allungarsi ed ingrossarsi abbastanza per dar passaggio alla corrente anche quando i carboni si allontanano di più. Così si possono allontanare via via i carboni, e con ciò allungare l'arco, finchè la resistenza così creata non renda troppo debole la corrente. L'arco voltaico non è adunque altro che una porzione di conduttore, breve e di piccola massa, ma avente una grande resistenza: in essa si accumula, conformemente alla legge di Joule, una notevole quantità di calore.

Ora fo appello alla vostra attenzione. I gas sono poco idonei ad irradiare il calore; essi hanno, noi diciamo nel nostro gergo, un piccolo potere emissivo; quindi, del calore dell'arco, solo una piccola parte è direttamente irradiata: la parte più grande è trasmessa per contatto alle punte de' due carboni, e poi irradiata da queste. Siccome le due punte si guardano, esse si scambiano in parte le loro radiazioni, quindi la irradiazione fatta verso l'esterno non arriva ad uguagliare la produzione di calore, che continua in seno all'arco per effetto della corrente, se non quando la temperatura loro è elevatissima. Solo quando la temperatura è elevatissima, l'arco e le punte che lo limitano emettono nell'unità di tempo tutto il calore che in esso si produce nel tempo stesso, solo quando la temperatura è elevatissima questa cessa di aumentare; ciò equivale a dire che la temperatura si fa effettivamente elevatissima. Se ponessimo in luogo dell'arco ABCD

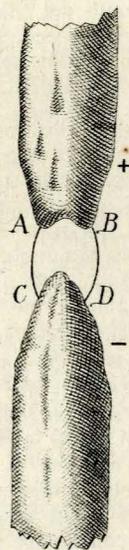


Fig. 47.

(fig. 47), un conduttore solido avente le medesime dimensioni e della medesima resistenza, questo si scalderebbe meno dell'arco. Infatti la corrente produce calore in entrambi nella medesima misura; ma il corpo solido irradia liberamente da tutta la superficie esterna convessa ACDB, mentre l'arco emette il calore soltanto per la irradiazione delle due basi AB, CD, ed anzi per quella parte di questa irradiazione la quale non si fa dall'una all'altra punta, da AB su CD o viceversa. — Insisto su questa osservazione a costo di ripetermi e di tediarvi: ma voi capirete forse già dove essa miri, e comprenderete tutta la sua importanza: coloro che cercano di fare l'illuminazione elettrica ricorrendo invece che all'arco voltaico all'incandescenza di un corpo solido, potranno trovare corpi refrattari, corpi capaci di resistere ad elevatissima temperatura, corpi capaci di farsi tanto incandescenti da radiare una luce bianca e viva, ma quand'anche, cosa assai inverosimile, essi riuscissero a trovare una sostanza refrattaria come il carbone, questa non potrebbe mai, con una data corrente, ossia con una data spesa di energia, riscaldarsi tanto come si riscaldano le due punte fra le quali si forma l'arco voltaico. Ma noi sappiamo che la frazione luminosa del calore radiato è tanto maggiore quanto più è elevata la temperatura, dunque noi possiamo concludere fin d'ora, senza pure esaminare le loro ricerche, che il coefficiente di rendimento in luce dei loro apparecchi sarà sempre minore, e forse notevolmente minore di quello degli apparecchi ove la luce è prodotta coll'arco voltaico. Anche qui io non so trattenermi dal ripetere la solita osservazione: l'esame attento e paziente di un fenomeno fisico è spesso, anche per chi mira alle applicazioni, di gran lunga più istruttivo di quello che possa essere lo studio il più minuzioso, il più completo, delle particolarità di ingegnosi congegni.

Collo scopo di non nuocere alla chiarezza delle conside-

razioni per le quali desiderava condurvi, io considerai il calore prodotto nell'arco voltaico come dovuto unicamente alla corrente e calcolabile colla legge di Joule. Nel fatto al calore sviluppato dalla corrente si aggiunge quello dovuto alla combustione inevitabile dei carboni, e dalla somma dei due si sottrae quello equivalente al lavoro che la corrente deve fare per disgregare e gaseificare gli elettrodi. Questo fatto però non altera le nostre conclusioni: l'effetto risultante dei due fenomeni: della combustione e della disaggregazione dei carboni, è certamente una produzione di calore, ed a parer mio erreremmo se credessimo che il calore speso per la gaseificazione fosse del tutto perduto: questo calore ci è quasi integralmente restituito nella combustione, giacchè non v'ha dubbio che la combustione del carbone già gaseificato produce più calore di quello che produca la combustione del carbone solido, e che la differenza equivale precisamente al lavoro di gaseificazione.

Per produrre praticamente la luce per mezzo dell'arco voltaico, bisognava trovar modo di fare che le punte dei due carboni stessero a distanza costante l'una dall'altra non ostante il continuo loro consumo. Per i casi poi nei quali la luce volesse proiettarsi con specchi o con lenti in determinate direzioni, bisognava inoltre che l'interruzione tra le due punte si mantenesse in posizione fissa non ostante l'ineguale consumo del carbone positivo e del negativo. Il problema fu risolto da *Foucault*, fin dal 1849, coll'invenzione di un congegno meccanico a cui egli aveva dato il nome di *regolatore*; questo, modificato poi da *Foucault* stesso, dal *Duboscq*, dal *Serrin*, dal *Siemens* e da una schiera di altri elettricisti e meccanici, fu ridotto a tale grado di perfezione, che da più anni lo si vede funzionare regolarmente senza bisogno di speciale sorveglianza o di troppo frequenti riparazioni, sui fari e nelle officine, fra le macchine industriali. Le forme e le disposizioni che esso ha attualmente sono numerosissime, e innumerevoli sono quelle che esso potrà ricevere; senza entrare in nessun particolare su di esse, il che, per quel che dissi cominciando, non ci deve interessare, io cercherò di darvi un'idea del principio sul quale la massima parte di essi sono fondati. Mi gioverò di una figura schematica, che, senza corrispondere a nessun apparecchio costruibile, ci servirà forse meglio che un vero disegno a farci intendere la struttura del regolatore *SERRIN*, che è uno dei migliori (fig. 48): AB e CD sono i due carboni. Il primo è sostenuto da un portacarbone MRS che, come ho indicato in X, comunica col polo positivo dell'elettromotore (pila o macchina Gramme); esso è il carbone *positivo*; l'altro, CD, è portato da un'asta O portacarbone DE, la quale con un filo Z, e coll'intermezzo della spirale s, di una elettromagnete Q, comunica in Y col polo negativo dell'elettromotore: esso è il carbone *negativo*. La parte RS del portacarbone positivo è lavorata a dentiera, ed ingrana con una ruota H. Solidario con questa è un tamburo G di diametro metà minore, su cui si avvolge una catena F, che passando su di una puleggia di rimando T, viene a sostenere in E il portacarbone negativo. Così succede che il portacarbone positivo, abbassandosi pel proprio peso, fa girare la ruota H ed il tamburo G, e fa sollevare il carbone negativo con una velocità uguale alla metà della propria. Se nulla si oppone al moto della ruota H, i due carboni AB e CD si avanzano l'uno verso l'altro con velocità che stanno fra di loro come i consumi che essi subiscono in un medesimo tempo: essi non si arrestano se non quando le loro punte B e C si toccano.

Consiste in questo *apparecchio motore*, l'apparecchio che avvicina i carboni quando non v'ha corrente, o quando, per essere i carboni consumati, l'arco voltaico BC è diventato soverchiamente lungo e colla propria resistenza indebolì la corrente. Oltre a questo apparecchio motore si hanno organi atti a fare sì che, quando la corrente passa, i due carboni si distaccino per dar luogo all'arco, e che il moto d'avvicinamento si arresti automaticamente quando l'arco non supera la lunghezza voluta. L'artificio con cui ciò si ottiene, è semplice quanto ingegnoso: ridotto a forma schematica, esso è il seguente. V'ha un parallelogramma articolato OILO' mobile sui perni fissi OO', il quale sostiene l'armatura P

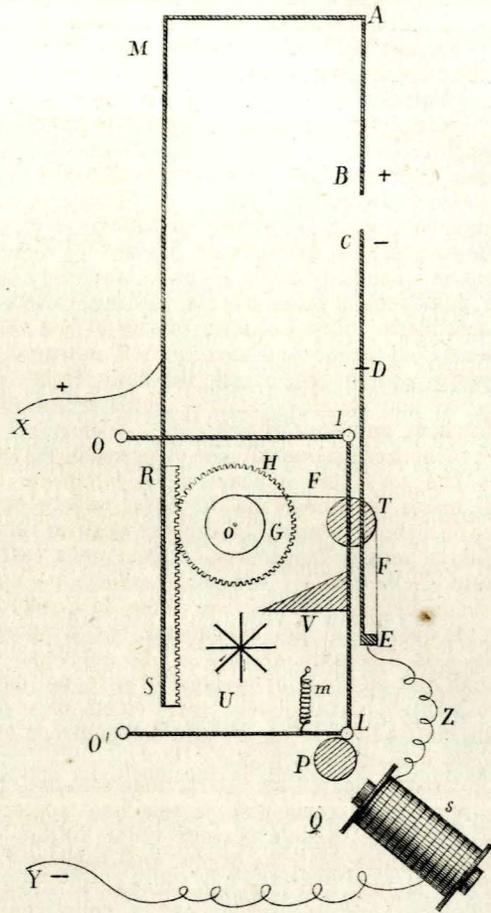


Fig. 48.

dell'elettrocalamita Q, ed è sostenuto da una molla m. Quando non v'ha nella spirale S della elettrocalamita una corrente di intensità sufficiente a fare sì che l'attrazione tra questa e l'armatura Q superi la forza esercitata dalla molla m, il parallelogramma sta sollevato come nella figura; ma se nella spirale s passa una corrente di intensità sufficiente, l'armatura P, attratta, trascina con sé tutto il sistema, le aste OI, O'L ruotano sui perni O, O' e l'asta verticale IL si abbassa alquanto. Orbene, a quest'asta sono solidarii: 1° i sostegni della puleggia di rimando T; 2° un pezzo a squadra V, che quando l'asta si abbassa viene ad impegnarsi colla sua punta fra le palette di una ruota a stella U. Questa ruota U poi è l'ultimo mobile di un rotismo mosso dalla ruota P: riceve da questa un rapido movimento quando è libera, arresta il tutto quando è fermata. Ora ecco come l'apparecchio funziona. Finché la corrente non passa, le punte BC, sollecitate dal peso del portacarbone positivo, stanno a contatto. Ma si chiuda il circuito e passi la corrente: questa magnetizza la elettromagnete Q, e questa attraendo l'armatura P fa abbassare l'asta IL, la puleggia T ed il portacarbone negativo: le punte BC si distaccano, l'arco voltaico si stabilisce; la squadra V, che si è abbassata anch'essa, tiene imbrigliato il rotismo ed impedisce che i carboni si riavvicinino. Il tutto sta immobile finché l'arco non s'è allungato soverchiamente. Ma quando pel consumo avvenuto nei carboni l'arco crebbe in lunghezza così da affievolire soverchiamente la corrente, l'attrazione della elettrocalamita Q sulla sua armatura P si fa minore della forza antagonista della molla m, e questa risolve il parallelogramma OILO' portandolo nella posizione che esso ha in figura. La squadra V, che si solleva coll'asta IL, cessa di imbrigliare la ruota U; il rotismo è libero e pel peso del portacarbone positivo MRS la ruota H gira: gira con essa il tamburo G, e la catena FF solleva il carbone negativo. I due carboni si avvicinano finché, diminuita sufficientemente la resistenza, la corrente acquista di nuovo l'intensità sufficiente perchè l'armatura P sia at-

tratta. Quando questo succede, di nuovo il rotismo è arrestato ed i carboni si fermano. Se uno dei carboni venisse a rompersi e la corrente cessasse, il rotismo sarebbe posto in libertà, esso farebbe avanzare i pezzi di carbone fino al contatto e l'arco si riaccenderebbe da sé.

Nella tav. VII, fig. 3 è rappresentata una sezione dell'apparecchio nella sua disposizione effettiva e con tutti i suoi particolari. B è la colonna del portacarboni positivo, H è il morsetto che tiene il carbone positivo, C è il portacarboni negativo. La vite T serve a fissare la parte superiore del portacarboni positivo al tubo verticale; le vite S, mediante il tirante J serve a far ruotare il carbone positivo nel piano delle figure attorno al pernio raccomandato alla estremità del pezzo orizzontale I, ed il bottone G serve a spostare lateralmente questo pezzo, e così a far ruotare il carbone in un piano perpendicolare a quello della figura; così, mediante queste viti, si possono allineare i carboni. V è un pezzo di avorio col quale si può tener abbassato il portacarboni negativo e così tener imbrigliato il movimento di orologeria quando non passa la corrente. MNQP è il parallelogrammo articolato: esso è mobile sui perni MP, e porta in D l'armatura dell'elettromagnete A. Quando l'attrazione di questa è sufficiente per fare equilibrio alla tensione della molla, che sostiene il parallelogrammo, questo si abbassa, e la squadra E ferma il rotismo motore, che tende ad avvicinare i carboni. Di questo rotismo si vede in O l'asse principale, che porta la ruota dentata grande mossa dalla dentiera del portacarboni positivo, ed il tamburo di raggio metà, su cui si avvolge la catena, che sostiene in F il portacarboni negativo. La vite R, il cui bottone sporge al di fuori della cassetta chiudente tutto il congegno, serve, coll'intermezzo della leva d'angolo LK, a regolare la tensione della spirale antagonista.

Abbiamo qui un regolatore *Serrin* e possiamo vederlo in azione. Attualmente i due carboni si toccano, e se stabilisco la comunicazione coll'elettromotore la corrente può passare; ma appena essa comincerà a trasmettersi, l'elettromagnete, che sta qui sotto, attrarrà l'armatura, abbasserà il parallelogrammo articolato, e con questo il carbone negativo. Si formerà così l'interruzione necessaria per avere l'arco voltaico. In breve i carboni si consumeranno, ma allora, subito, l'armatura sarà abbandonata dall'elettromagnete e si rialzerà: con ciò essa porrà in libertà il rotismo, il carbone positivo discenderà pel proprio peso, ed il negativo si rialzerà per azione della catena. Le velocità loro saranno come 2 ad 1, come i loro consumi.

Non si può dire di questo, come non si può forse per alcun apparecchio meccanico, che esso soddisfaccia completamente a tutte le condizioni necessarie per un perfetto funzionamento; non si può dire che esso non lasci assolutamente nulla a desiderare; ma si può oramai, dopo parecchi anni di estesissime prove, asserire che questi congegni raggiungono abbastanza bene il loro scopo perchè l'illuminazione elettrica, fatta col loro mezzo, abbia potuto diventare, come diventò, veramente industriale. La regolarità del lavoro di un regolatore come questo, dipende essenzialmente dalla regolarità colla quale si consumano i carboni, e questo dipende dall'omogeneità di questi. E siccome nella preparazione dei carboni sono possibili notevoli perfezionamenti, così noi dobbiamo aspettarci di vedere le condizioni dell'applicazione dell'illuminazione elettrica, fatta coi regolatori, farsi migliori di quel che ora sono.

Intanto queste applicazioni sono fin d'ora numerose ed importanti. Già prima che si avessero macchine di induzione potenti, quando ancora non si poteva aver l'arco voltaico se non con l'impiego costoso ed imbarazzante delle pile, la luce elettrica si adoperava non ne' teatri soltanto, e nelle pubbliche feste, ma in cantieri di costruzione, ma su moli di sbarco in tempi eccezionali, ma in operazioni militari, ma in altri casi svariati, ove occorresse o illuminare con pochi centri di luce estese superficie, o render visibili di notte oggetti a grandi distanze. E fin d'allora l'applicazione della luce elettrica aveva spesso recato seco un'economia. Nella costruzione del ponte sul Reno a Kehl si adoperò la luce elettrica per illuminare i lavori durante la notte; nei

doks Napoléon 800 operai lavorarono parecchie notti illuminate da regolatori *Serrin*, e l'illuminazione, benchè, ripeto, fatta con pile, non costò più che 9,75 cent. per operaio e per ora. L'ingegnere Brull addetto ai lavori delle strade ferrate del nord della Spagna, adoperò 20 regolatori *Serrin* alimentati da pile, per ben 9417 ore, ed ottenne sulle torcie a vento una economia del 60 0/0.

Era adunque naturale che l'invenzione delle macchine d'induzione di grande potenza facesse pensare a fare della illuminazione elettrica, divenuta immensamente più economica, impianti stabili. Colle macchine dell'*Alliance* si illuminò elettricamente nel 1863 il faro di *La Héve*, presso Havre, e dopo d'allora parecchi fari elettrici si impiantarono in Francia, in Inghilterra, in Russia, in Austria, in Svezia, in Egitto. Fin dal principio essi funzionarono regolarmente, con una economia notevole, e sarebbero certamente molto più numerosi oggidì, se le amministrazioni non esitassero di fronte alla spesa di un rimaneggiamento generale. Colle macchine di induzione moderne, le applicazioni si estesero ad un campo molto più vasto: la illuminazione elettrica si introdusse negli stabilimenti industriali.

Dal 1873, quando la società costituita a Parigi per la costruzione delle macchine Gramme, faceva per la prima volta questa applicazione nel suo opificio, parecchi di quegli opifici ove si hanno vasti locali atti ad essere convenientemente rischiarati con pochi centri potenti di luce, come sono le fonderie, gli opifici di montatura, o simili, adoperano regolarmente la illuminazione elettrica. Uno, o due, o tre o quattro regolatori sostenuti da una colonna, od appesi al soffitto con una corda, attivati da altrettante macchine Gramme o *Siemens*, distribuiscono in quei vasti locali una luce che ne rischiarà tutte le parti, che è sicura e calma, che è bianca come quella del sole.

Questi impianti funzionano da parecchi anni, ed oramai noi possiamo portare sulla loro convenienza un giudizio abbastanza sicuro.

La questione si riduce a questa: Quanto costa la luce elettrica?

Il primo dato che ci occorre per rispondere a questa domanda è il lavoro meccanico necessario per produrre coll'arco voltaico una data quantità di luce. Si fecero a questo riguardo da molti e in molte condizioni diverse, molte esperienze: le quali naturalmente non sono sempre in perfetto accordo tra di loro, sia per la difficoltà loro intrinseca, sia perchè non sempre furono pubblicate col solo scopo di far conoscere la verità; ma prese insieme, danno pello scopo nostro attuale indicazioni più che sufficienti. Le più attendibili di queste esperienze vennero tutte a confermare i risultati ottenuti fin dal 1875 dal TRESKA, sicchè oggi come allora noi non potremmo appoggiare i nostri computi a basi più sicure che alle esperienze di questo sperimentatore di provata perizia ed onestà. Senza stancarvi con grande apparato di numeri, io registrarai qui cinque risultati trovati da questo sperimentatore, coi quali si accordano assai bene molti altri.

Nella prima colonna della piccola tabella seguente è indicata la *intensità luminosa* degli archi voltaici sui quali si fecero gli esperimenti; espressa questa intensità, in *becchi normali Carcel*. Il *becco normale Carcel*, voi sapete, è l'unità di misura abituale per le quantità di luce: è il termine di confronto di cui abitualmente si fa uso per paragonare tra di loro i luminari. È una fiamma ad olio prodotta in una lampada a regolatore, a pompa, con corrente interna d'aria; alta, questa fiamma, 35<sup>mm</sup>, e consumante 42 gr. di olio purificato all'ora. Questa luce può essere ottenuta con sette candele steariche consumanti ciascuna 10 gr. all'ora, oppure con 105 litri (in media) di gaz-luce consumati in un'ora in un becco *Beughel*. La prima colonna adunque ci dice che le lampade elettriche sperimentate producevano rispettivamente la luce di 1850, di 300, di 150, di 100, di 50 becchi *Carcel*, o, se vuolsi, di 1850, 300, 150, 100, 50, becchi a gaz al titolo di 105 litri.

I numeri scritti nella seconda colonna indicano quanti cavalli a vapore (il cavallo-vapore è il lavoro di 75 chilogrammetri in 1") ciascuna lampada richiedesse per ogni 100 becchi *Carcel*. I numeri di questa colonna rappresen-

tano il lavoro che bisogna spendere per produrre colle diverse lampade sempre una medesima quantità di luce, la luce di 100 becchi normali.

Intensità luminosa dell'arco voltaico in becchi Carcel.	N° di cavalli-vapore necessari per 100 becchi Carcel.
1850	0,415
300	0,920
150	1,7
100	2,4
50	4,4

Deduciamo da questi numeri una conseguenza importante, il lavoro meccanico, che bisogna spendere per produrre una medesima quantità di luce, 100 becchi Carcel per esempio, non è sempre lo stesso, ed è tanto *minore* quanto più potente è l'arco voltaico prodotto; l'economia della produzione della luce, il coefficiente di rendimento in luce è tanto maggiore quanto è maggiore l'energia accumulata nella lampada elettrica; è questa la conferma sperimentale del principio che noi avevamo stabilito fin dalla prima seduta, ed è una conferma completa.

Torneremo su ciò un'altra sera.

Un altro dato, di cui abbiamo bisogno per calcolare il costo della luce elettrica, è il consumo delle bacchette di carbone. Ora che l'energia elettrica costa così poco, quella dei reofori di carbone figura fra le spese come una delle importanti, ed è pur troppo ancora di valutazione incerta. Per prudenza noi ci atterremo alle indicazioni fornite dai signori *Heilmann* e *Ducommun* di *Mulhausen*, che da molti anni fanno uso dei regolatori *Serrin* nei loro opifizi. Secondo questi industriali il consumo complessivo per ogni lampada è di metri 0,12 per ogni ora d'illuminazione. Ai carboni poi, possiamo attribuire il prezzo di lire 1,60 al metro.

Servendoci di questi dati noi possiamo calcolare ciò che può costare la luce elettrica nei diversi casi.

Io scelsi uno dei casi più comuni nelle applicazioni agli opifizi, quello in cui si abbia un locale illuminato con lampade elettriche di 100 becchi ciascuna, e per fissare le idee su di un caso concreto ho supposto che si abbiano quattro regolatori di questa potenza. Ho raccolti i risultati nel seguente quadro, facendo il calcolo in due ipotesi diverse: nell'ipotesi A, che non si abbia nell'opificio forza motrice esuberante e si debbano attivare le macchine d'induzione con un motore apposito, ed il caso B, nel quale si abbia forza esuberante, e non sia quindi necessario l'impianto di un motore speciale.

Ho supposto che si abbiano in un anno 1000 ore di illuminazione ed ho riferite tutte le spese ad un'ora di illuminazione.

Spese correnti per ogni ora d'illuminazione	A	B
Interessi ed ammortizzazione della spesa di L. 10,000 per impianto degli apparecchi elettrici L.	1	1
Id. id. per L. 10,000, costo della motrice di 10 cavalli »	1	»
Salario del meccanico »	1,20	»
Combustibile per la motrice, 20 kil. a L. 0,04 »	0,80	0,80
Bacchette di carbone 0 <sup>m</sup> ,48 a L. 1,6 »	0,77	0,77
Lubrificazione »	0,20	0,20
Totale L.	4,97	2,77

La medesima quantità di luce per essere prodotta col gas richiede il consumo di metri cubi  $0,105 \times 400 = 42$  di gas, che col prezzo di 26 centesimi che il gas ha a Torino, costano lire 11 circa. Dunque a *parità di quantità di luce*, il gas costerebbe rispettivamente 2,2 e 4,0 volte ciò che costa la illuminazione elettrica.

Bisogna però notare che non sempre il confronto vuol essere fatto a parità di quantità di luce: col gas noi possiamo illuminare precisamente là dove si ha il maggior bisogno di luce; mentre colla illuminazione elettrica noi poniamo il luminare

lontano dalle persone che lavorano, e diamo la massima quantità di luce alle parti del locale che hanno meno bisogno di essere rischiarate. Quindi per una medesima quantità totale di luce si possono avere quantità diverse di luce utilizzate. L'importanza di questa considerazione dipende evidentemente da una quantità di circostanze diverse, di cui sarebbe impossibile tener calcolo in modo generale. Possiamo fare, per avere un criterio, una ipotesi: che quando la luce è data da molti becchi di gas, basti avere di essa la *metà* di quella che è necessaria quando si fa uso dell'arco voltaico. Allora l'illuminazione a gas costerebbe soltanto L. 5,50. Vedesi tuttavia che anche in questo caso l'illuminazione elettrica offrirebbe una economia del 91½ 0/0 nel caso A e del 50 0/0 nel caso B.

L'economia è evidentemente maggiore quando si può far uso di lampade più potenti. Ce lo dice la tabella su cui abbiamo ragionato.

L'economia è massima quando non si ha bisogno che di un potentissimo centro luminoso destinato ad essere visto da lontano, come succede nei fari. In questo caso: 1° il confronto della spesa si deve fare a parità di quantità; 2° è massimo il *rendimento in luce*.

E infatti le relazioni ufficiali relative ai fari elettrici esistenti constataano tutte che a parità di potenza e di portata, la illuminazione di un faro elettrico non costa più che la ottava parte di quella di un faro ad olio.

Nei fari anche le spese di impianto riescono forse minori quando si faccia uso della luce elettrica che nel caso contrario: infatti, in questo caso se si ha la spesa della motrice e della macchina d'induzione, si risparmia nell'impianto degli apparecchi lenticolari che possono essere ridotti a minime dimensioni. Le lenti dei fari debbono avere diametri grandi a fronte delle dimensioni del focolaio, se si vuole che la luce ne esca in un fascio sensibilmente cilindrico, quindi debbono essere notevolmente più grandi quando il focolare è una grossa fiamma ad olio che non quando è un arco voltaico.

Poichè fui condotto a parlarvi delle dimensioni dei focolai dei fari, voglio terminare con una osservazione. I progressi nella disposizione dei fari datano tutti da un secolo in qua. Nel 1784 i fari erano ancora illuminati con focolai a legna: erano grandi fuochi, fumanti, fuliginosi: non differivano da quelli con cui si narra che Agamennone telegrafasse a Clitennestra la caduta di Troia ed il prossimo suo ritorno. Nel 1784 Borda rimpiazzò il braciere con lampade ad olio, che dispose con molte miccie vicine. Verso il 1822 Fresnell, di concerto con *Arago* e *Mathieu*, perfezionò le lampade facendole a stoppini cilindrici e concentrici. Il focolaio fu così ridotto a circa 9 centimetri di diametro su 10 di altezza. Ora abbiamo una eguale, una maggiore luce in un focolaio elettrico di pochi millimetri cubi. I perfezionamenti successivi si ridussero a successive diminuzioni della superficie in cui si fa la radiazione. Vedete adunque che anche la storia dei fari conferma la verità delle nostre teorie.

## LIVELLAZIONI BAROMETRICHE

L'ALTITUDINE DELL'OSSERVATORIO  
del Reale Collegio Carlo Alberto in Moncalieri.

Nota del P. FRANCESCO DENZA

Direttore dell'Osservatorio medesimo.

L'Osservatorio di Moncalieri è di presente addivenuto un punto importante di confronto, al quale si riferiscono molte misure di altitudine che si prendono sulle nostre montagne. Interessava perciò grandemente che la sua altezza sul livello del mare fosse determinata in modo sicuro e colla maggior approssimazione possibile.

Ciò noi cercammo di ottenere con tutti i mezzi che avemmo a nostra disposizione; ed i risultati, a cui siamo pervenuti sino al presente, ci permettono di affermare che l'altitudine dell'Osservatorio di Moncalieri è ora conosciuta con tutta quella esattezza che in simili ricerche si può desiderare.

Tre furono le vie che adoperammo per tale intendimento; cioè:

1° La livellazione sulla strada ferrata Torino-Genova.

2° Le misure geodetiche.

3° La livellazione barometrica coll'Osservatorio di Torino.

Dirò brevemente di ciascuno di questi tre metodi. La discussione dei medesimi ci condurrà ad alcune riflessioni di non ispregevole importanza su questo argomento della determinazione delle altezze, del quale molti si occupano al presente.

#### I. — Livellazione a partire dalla strada ferrata.

Fin dall'anno 1860, poco dopo cioè che si incominciasse ad osservare il barometro a Moncalieri (il che avvenne nell'anno 1859), pensai a determinare con qualche approssimazione l'altitudine del pozzetto del nostro barometro.

A tal uopo mi rivolsi al comm. Bartolomeo Bona, allora direttore generale delle ferrovie del Governo Sardo, affinché mi volesse comunicare l'altezza sul mare del piano delle rotaie della Stazione ferroviaria di Moncalieri, quale risulta dalla livellazione presa per la costruzione della ferrovia da Genova a Torino.

L'egregio uomo m'inviò il profilo longitudinale di tutto intero il tracciato di questa ferrovia, dalla Stazione di Genova a quella di Torino, colle più rilevanti indicazioni, cioè: colle lunghezze delle livellette, colle distanze parziali progressive di tutte le Stazioni che si trovano su quella linea, colle distanze chilometriche di ciascuna di queste dalla Stazione capo-linea di Genova; e da ultimo colle altezze sul livello medio del mare di Genova di ognuna delle Stazioni medesime e delle livellette.

Da questo accurato lavoro risulta che l'altezza del piano della Stazione ferroviaria di Moncalieri è di metri 225,56 sul livello medio del mare di Genova. Siccome però in testa al suddetto profilo è detto che « le quote di livello sono » riferite allo zero della colonna idrometrica della Darsena di Genova, cioè a un dipresso a metri 0,50 *inferiormente* all'altezza media del livello del mare; così, per riferire la suddetta altezza al livello medio del mare, bisogna diminuirli di metri 0,50, epperò essa diviene di metri 225,06.

Or ecco le diverse misure di livellazione che ho preso su di un tal capo-saldo:

1° Partendo da questo piano, nel citato anno 1860, nei giorni 28-29 febbraio, feci eseguire due livellazioni d'andata e di ritorno tra il piano medesimo ed il pavimento della stanza del barometro; e dalle due misure ottenni per risultato medio

metri 33,37.

E siccome il livello del mercurio del pozzetto del barometro d'osservazione si trovava di 0<sup>m</sup>,70 più alto del pavimento della stanza, così esso rimaneva più alto del piano delle rotaie della ferrovia di

$$33^m,37 + 0^m,70 = 34^m,07.$$

Da questa prima misura si ebbe perciò per altitudine del pozzetto suddetto:

$$225^m,06 + 34,07 = 259^m,13.$$

2° Più tardi, nell'anno 1869, il barometro d'osservazione venne alquanto spostato dal luogo primitivo. Così quest'occasione per rifare la livellazione tra il pavimento della stanza, dove era stato collocato il barometro, ed il piano delle rotaie della Stazione ferroviaria.

L'operazione si rifece nell'anno 1870 in due volte diverse e per due diverse diramazioni.

La prima misura si fece nei giorni 18 e 20 settembre, due volte, andata e ritorno, e diede per valore medio della differenza d'altezza tra due piani suddetti

metri 32,78.

La seconda misura si fece il giorno 4 ottobre per via di-

versa e con sola andata dal Collegio alla Stazione; e diede la seguente differenza tra' due medesimi piani

metri 32,80.

L'accordo tra queste due misure è più che soddisfacente.

Or, essendo il livello del mercurio del pozzetto del barometro nella sua nuova posizione di 0<sup>m</sup>,68 più alto del pavimento della stanza d'osservazione, esso rimase più elevato del piano delle rotaie

$$\text{Nella 1}^{\text{a}} \text{ misura} \quad . \quad . \quad . \quad 32^m,78 + 0^m,68 = 33^m,46;$$

$$\text{Nella 2}^{\text{a}} \text{ misura} \quad . \quad . \quad . \quad 32^m,80 + 0^m,68 = 33^m,48.$$

E quindi, per l'altitudine del pozzetto medesimo si ottiene:

$$\text{Nella 1}^{\text{a}} \text{ misura} \quad . \quad . \quad 225^m,06 + 33^m,46 = 258^m,52$$

$$\text{Nella 2}^{\text{a}} \text{ misura} \quad . \quad . \quad 225^m,06 + 33^m,48 = 258^m,54$$

ossia, in media:

metri 258,5.

Il qual valore io adottai dopo quell'epoca.

3° Le precedenti livellazioni, sebbene fatte con molta cura, tuttavia non furono da me riguardate siccome rigorosamente esatte, perchè eseguite con livello ad acqua; non avendo in quel tempo altri mezzi a mia disposizione.

Egli è perciò che due anni appresso, nel 1872, avendo potuto adoperare un ottimo livello a cannocchiale di Troughton e Simms, volli rifare le operazioni anzidette. Ed a ciò mi indussi tanto più volentieri, quanto che potei avere la cooperazione dell'ing. Enrico Mottura, mio antico allievo, il quale aveva acquistato grande pratica in questo genere di misure; giacchè per diversi anni aveva lavorato al traforo del Fréjus, e, tra le altre, aveva eseguita l'importante livellazione di tutto quel lungo tunnel.

L'operazione si fece il 28 giugno dell'anno suddetto; ed anche questa volta si ripeté due volte, in andata e ritorno, seguendo la via tenuta nella duplice livellazione del 18-20 settembre 1870. Ecco i risultati che si ottennero per la differenza di livello tra il pavimento della stanza d'osservazione ed il piano della ferrovia:

$$28 \text{ giugno } 1872 \quad . \quad . \quad . \quad \text{andata m. } 32,702$$

$$» \quad . \quad . \quad . \quad \text{ritorno m. } 32,732$$

$$\text{medio m. } 32,717$$

Il qual valore non differisce gran fatto dal citato del 1870. Aggiungendo al medesimo 0<sup>m</sup>,68, cioè l'elevazione del pozzetto del barometro sul pavimento della stanza, si ha per differenza di livello tra questo pozzetto ed il piano delle rotaie:

$$32^m,72 + 0^m,68 = 33^m,40;$$

e per altitudine del pozzetto medesimo :

$$225^m,06 + 33^m,40 = 258^m,46.$$

La media generale delle tre determinazioni del 1870 e 1872 diede:

$$\frac{258^m,52 + 258^m,54 + 258^m,46}{3} = 258^m,51$$

ossia, tenendo conto solo dei decimetri,

metri 258,5;

che è lo stesso valore adottato dapprima, e che continui perciò a ritenere.

4° Nell'anno 1870 volli pur verificare la più volte ripetuta differenza d'altezza con una serie d'osservazioni barometriche. A tal uopo scelsi i mesi di luglio e di agosto, che si ammettono tra i più opportuni per tali indagini; e, dopo avere stabilito alla ferrovia, dappresso all'ufficio del Capo-stazione, un barometro Fortin ed un termometro, ambedue accuratamente confrontati con quelli dell'Osservatorio, feci dieci osservazioni simultanee all'Osservatorio ed

alla Stazione in dieci giorni diversi, interpolatamente dal 26 luglio al 10 agosto, tutte alle ore 8 pomeridiane, quando cioè era in parte cessato il più forte calore del giorno.

Siccome in queste determinazioni di piccole differenze di livello è d'uopo tenere conto di tutte le minime cause, che possono in qualunque maniera alterare i valori barometrici; così io non solo determinai con tutta cura la differenza delle indicazioni dei due barometri con cui si fecero le suddette osservazioni, ma tenni conto eziandio dell'equazione personale mia e dell'assistente, il quale osservava all'Osservatorio, mentre io mi portava alla Stazione ferroviaria. Questa differenza fu trovata di un decimo di millimetro; cioè l'assistente leggeva  $0^m,1$  meno di me, epperò le sue letture dovettero aumentarsi tutte di questa quantità, per renderle comparabili alle mie. Come ognuno vede, nel nostro caso, questa correzione non è da dispregiarsi, perchè porta per sè sola un errore di oltre un metro nella piccola differenza di livello che si vuol calcolare. Questa precauzione va raccomandata a tutti coloro che intraprendono di tali ricerche.

Ecco pertanto i risultati ottenuti:

#### Livellazioni barometriche.

DATA 1870	FERROVIA (F)			OSSERVATORIO (O)				2(t+t')	O—F
	T	B	t	T'	B'	t'	T-T'		
Luglio 26	25.° 7	738. <sup>m</sup> 40	23.° 5	24.° 6	735. <sup>m</sup> 58	23.° 8	+1.° 1	94.° 6	31. <sup>m</sup> 5
27	26. 6	42. 88	25. 0	24. 9	39. 89	25. 2	+1. 7	100. 4	32. 9
28	26. 2	45. 75	25. 0	24. 9	42. 90	26. 1	+1. 3	102. 2	31. 9
29	27. 4	44. 50	27. 7	25. 3	41. 58	29. 0	+2. 1	113. 4	31. 7
30	23. 6	41. 05	22. 3	23. 2	38. 09	24. 0	+0. 4	92. 6	34. 3
31	24. 6	42. 10	24. 2	24. 0	39. 20	24. 4	+0. 6	97. 2	33. 4
Agosto 2	23. 6	44. 39	22. 3	22. 9	41. 50	23. 9	+0. 7	92. 4	32. 8
4	22. 8	40. 20	21. 3	22. 2	37. 30	22. 5	+0. 6	87. 6	33. 3
9	21. 4	43. 70	19. 9	22. 0	40. 85	21. 6	-0. 6	83. 0	33. 9
10	22. 6	45. 81	21. 5	21. 8	42. 86	24. 9	+0. 8	92. 8	33. 4
Medie	24. 5	742. 88	23. 3	23. 6	739. 98	24. 5	+0. 9	95. 6	32. 9

Calcolando questi valori colla nota formula di Laplace, per mezzo delle tavole del Mathieu, inserite nell'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, la quale formula io ho costantemente trovato più opportuna, soprattutto per le determinazioni di non grandi differenze di livello, si hanno i valori posti nell'ultima colonna dello specchio precedente.

Il medio di questi valori dà

metri 32,9

che rappresenta la differenza di livello tra i due pozzetti dei barometri dell'Osservatorio e della Stazione. Siccome quest'ultimo era posto a m. 0,50 sul piano delle rotaie, così il primo rimane più alto di questo piano di

metri 33,4.

Perciò, secondo queste misure barometriche, l'altitudine voluta sarebbe

$$225^m,06 + 33^m,40 = 258^m,46.$$

Il quale ultimo valore è identico con quello ottenuto nell'ultima e più accurata livellazione diretta innanzi riportato; e differisce di soli  $0^m,05$  dal medio di tutte le prese livellazioni.

Il prof. Alessandro Dorna, in una sua Memoria pubblicata nell'anno 1873 (1), afferma che, per testimonianza dell'ingegnere Vincenzo Soldati di Torino « il piano di partenza

(1) *L'aneroida a vite micrometrica sperimentato colle differenze di livello della Strada ferrata delle Alpi*, da ALESSANDRO DORNA. — Memoria presentata alla Società degli Ingegneri e degli Industriali, nell'adunanza del 2 dicembre 1873 (p. 54-56).

» in Genova di tutte le livellazioni, fra cui quella della ferrovia di Genova, è 60 centimetri sotto il livello del mare ». La stessa cosa egli conferma in altra sua Nota dello stesso anno (1). Un tal valore sarebbe un po' diverso da quello di circa 50 centimetri posto in testa al profilo della ferrovia Genova-Torino innanzi citato.

Sebbene la differenza di 10 centimetri tra' due suddetti valori nel nostro caso non sia tale da doversene preoccupare, tuttavia volendo assicurarmi della giusta posizione del capo-saldo di Genova, in questi ultimi giorni conferii su questo argomento collo stesso gentilissimo ingegnere Soldati, il quale mi assicurò di non avere dedotto il suddetto valore di 60 centimetri direttamente dallo zero dell'idrometro della Darsena di Genova, sibbene dal confronto di molte misure da lui prese sul litorale ligure con altre riferite a quello zero.

Per sciogliere una tal questione in modo, per quanto possibile, soddisfacente, credetti opportuno di rivolgermi all'egregio collega prof. Pietro Garibaldi, direttore dell'Osservatorio meteorologico della R. Università di Genova, e capo dell'Ufficio dell'istruzione pubblica presso quel Municipio. Questi, senza indugio alcuno, mi ha risposto che, dalle informazioni prese all'Ufficio d'arte civico risulta,

che lo zero dell'idrometro di quella Darsena è realmente di 60 centimetri al disotto delle acque medie del mare; e mi soggiunge che questo idrometro è ora quasi abbandonato, e sarà presto sostituito da un altro molto meglio inteso, collocato, sempre in porto, presso il ponte Calvi. Il Garibaldi avverte in ultimo che: « il capo-saldo della Darsena di Genova fu variamente » preso e adoperato in diverse livellazioni: alcuni partirono dallo zero, ed altri dalle acque » medie; ciò che importa delle differenze di quote » e discussioni non lievi ».

Ammettendo dunque il valore di  $0^m,60$  come la vera posizione dello zero dell'idrometro di Genova al disotto del livello medio del mare di Genova, i valori innanzi riportati per l'altitudine dell'Osservatorio di Moncalieri vanno tutti diminuiti ancora di  $0^m,10$ , e divengono:

Livellazione diretta 1 <sup>a</sup>	258 <sup>m</sup> ,42
» 2 <sup>a</sup>	258 <sup>m</sup> ,44
» 3 <sup>a</sup>	258 <sup>m</sup> ,36

Medio delle livellazioni dirette	258 <sup>m</sup> ,41
Medio delle livellazioni barometriche	258 <sup>m</sup> ,36
Medio generale, in decimetri	258 <sup>m</sup> ,4

#### II. — Livellazione geodetica.

Crescendo sempre l'importanza del nostro Osservatorio per le ricerche altimetriche, non credetti dovermi limitare alle misure esposte innanzi, sebbene peraltro queste fossero meritevoli d'ogni fiducia, avuto riguardo alla grande accuratezza con cui fu fatta la livellazione della ferrovia da Genova a Torino, la prima del Piemonte.

1° Innanzi tutto, feci indagini per avere qualche misura di altezza presa dallo Stato Maggiore Sardo nelle sue operazioni geodetiche per la costruzione della grande Carta del Piemonte, le quali, come è noto, per ciò che si riferisce alle altitudini, derivarono da Nizza e da Genova.

Ora, nel 1876 per mezzo del colonnello De-Benedictis, ora Vice-Comandante della Scuola di Guerra a Torino, potei avere dall'Ufficio Topografico del R. Corpo di Stato Maggiore a Firenze, i valori di alcune di tali altezze, tra le quali trovansi quella del Campanile della Chiesa di San Francesco di Moncalieri, annessa al Real Collegio Carlo Alberto, in cui è posto pure l'Osservatorio. Secondo questa misura, il parapetto del finestrone del suddetto Campanile, che è

(1) *Sulle altitudini della strada ferrata delle Alpi*. — Comunicazione del socio residente Alessandro Dorna. — R. Accademia delle Scienze di Torino, adunanza del 14 dicembre 1873.

uno dei più bei punti culminanti della città, si eleva sul livello medio del mare di metri 266,64.

Questo dato non poteva trovarsi più opportuno pel mio scopo. Imperocchè il finestrone del Campanile misurato dallo Stato Maggiore è vicinissimo al corridoio del Collegio dove si trova la stanza del barometro d'osservazione, non essendone separato che da una non larga strada (via del R. Collegio). Mi fu quindi facilissimo di determinare le differenze di livello tra il parapetto anzidetto ed il pavimento della stanza barometrica.

Da tre operazioni di livellazione diretta, eseguite a partire da tre diversi punti del suddetto parapetto che è molto accidentato, si ebbero per codesta differenza i valori seguenti:

Operazione 1 <sup>a</sup> . . . . .	m. 7,83
Operazione 2 <sup>a</sup> . . . . .	m. 7,82
Operazione 3 <sup>a</sup> . . . . .	m. 7,80
Medio . . . . .	m. 7,82

Cioè il pavimento della stanza del barometro si trova di metri 7,82 al disotto del parapetto del campanile. Quindi, togliendo da questo valore 0<sup>m</sup>,68, che indica di quanto il pozzetto del barometro d'osservazione si trova elevato sul pavimento; rimane per questo

$$7^m,82 - 0^m,68 = 7^m,14$$

al disotto del parapetto misurato dallo Stato Maggiore.

Perciò, secondo la misura geodetica, l'altitudine del pozzetto del nostro barometro si è

$$266^m,64 - 7^m,14 = 259^m,50.$$

Tra questa altezza ricavata dalla misura geodetica, e la media misura dedotta dalla livellazione sulla ferrovia, si ha la differenza

$$259^m,50 - 258^m,41 = 1^m,09.$$

E, se si prende l'ultima livellazione fatta nel 1872, che io riguardo come la più esatta, si avrebbe

$$259^m,50 - 258^m,36 = 1^m,14;$$

ossia, in numero rotondo, la differenza tra le due misure, geodetica e ferroviaria, è di *circa un metro*.

Questa differenza, che sembra un po' grave, viene confermata dalle misure analoghe fatte per determinare l'altitudine dell'Osservatorio di Torino.

Invero, il professore Dorna, direttore di quell'Osservatorio, nella Memoria citata innanzi, fa conoscere, come, dietro accurate misure, l'altezza sul mare del livello del mercurio del pozzetto del barometro normale che trovai nella sala meridiana dell'Osservatorio di Torino, si è:

Secondo la misura geodetica dello Stato Maggiore, m. 276,53.

Secondo la livellazione sulla ferrovia di Genova, m. 275,85.

E siccome l'altitudine della ferrovia deve essere *diminuita* di 0<sup>m</sup>,60, per ciò che è stato detto innanzi, così la seconda altitudine diviene

$$275^m,85 - 0^m,60 = 275^m,25.$$

Epperò tra le due misure, geodetica e ferroviaria, si ha la differenza

$$276^m,53 - 275^m,25 = 1^m,28$$

cioè anche qui un metro, in numero rotondo.

La differenza

$$1^m,28 - 1^m,14 = 0^m,14$$

tra le due differenze trovate per Moncalieri e Torino, è compresa nei limiti d'errore inerente a queste misure.

2° L'anno passato 1878, gli ingegneri del Regio Corpo di Stato Maggiore lavorarono in queste regioni del Piemonte per le operazioni della nuova Carta d'Italia. Essi determinarono con cura speciale l'altitudine dei due Osservatori di Torino e di Moncalieri. Pel primo, il piano di paragone si fu il pavimento della sala del meridiano; pel secondo fu la sommità del parapetto della terrazza del nuovo Osservatorio.

La posizione del centro della terrazza del nuovo Osservatorio di Moncalieri, fu determinata per intersezione dai punti di 1° ordine, Vigone e Monte Musinè, e da' punti di 2° ordine, Grugliasco e Poirino, con dei ritorni sui lati comuni compresi entro 0<sup>m</sup>,25. La quota della sommità del parapetto dell'Osservatorio, proviene dagli stessi punti, garantita (rispetto a' medesimi) entro 0<sup>m</sup>,20.

E qui, perchè si abbia un giusto concetto dei limiti di esattezza, tra i quali sono compresi i valori delle quote ottenute in queste ultime operazioni, non è inutile ricordare che, per la determinazione delle quote dei punti appartenenti alla triangolazione piemontese, si partì da due punti:

a) Fu fissato il livello medio del mare, mediante un mareografo, ad Oneglia; e da qui con serie assai numerose di osservazioni reciproche e contemporanee, eseguite sopra elioscopi e con istrumenti di prim'ordine, fu data la quota dell'arteria formata da' punti: Mareografo — Pian delle Vigne — Monte Ceppo — Monte Vacchè — Monte Besimauda — Monte Pagliano — Vigone — Superga.

b) Nello stesso modo, partendo dal mareografo stabilito a Genova, si quotarono i punti: Forte Sperone — Bric Puà — Tortona — Oviglio; e di qui con osservazioni reciproche (non però contemporanee), passando pel punto di prim'ordine, Crea; si ritornò a determinare la quota di Superga; la quale quota differì di circa 0<sup>m</sup>,30 da quella proveniente da Oneglia (1).

L'attendibilità de' risultati ottenuti permette di ritenere le quote dei punti innanzi notati, non che quella dell'Osservatorio di Moncalieri, che ne deriva direttamente e con osservazioni assai numerose, garantite entro i limiti innanzi assegnati.

Pertanto, l'altitudine della sommità del parapetto della terrazza del nuovo Osservatorio di Moncalieri, fu nelle ricordate operazioni trovata di 273<sup>m</sup>,21.

Ora, due misure dirette prese di recente tra la suddetta sommità ed il pavimento dell'antica stanza del barometro d'osservazione hanno dato:

Misura 1<sup>a</sup> . . . . . m. 13,94

Misura 2<sup>a</sup> . . . . . m. 13,93

Medio . . . . . m. 13,93.

Quindi l'altezza sul mare di codesto pavimento risulta

$$273^m,21 - 13^m,93 = 259^m,28$$

a cui aggiungendo 0<sup>m</sup>,68, elevazione del pozzetto barometrico sul suolo, si ha:

$$259^m,28 + 0^m,68 = 259^m,96.$$

La quale altezza risulta di 0<sup>m</sup>,46 maggiore di quella ricavata dalla misura dello Stato Maggiore Sardo, cioè 259<sup>m</sup>,50. Questa differenza peraltro è compresa nei limiti d'approssimazione delle due misure geodetiche.

Quasi la stessa differenza si trova tra l'ultima misura geodetica e l'antica per l'Osservatorio di Torino. Infatti, dalle operazioni dell'anno scorso risulta che il piano del pavimento della sala meridiana di quell'Osservatorio si eleva sul livello medio del mare di 276<sup>m</sup>,46. Aggiungendo a questo valore 0<sup>m</sup>,78, che è l'elevazione del pozzetto del barometro normale di Torino su quel pavimento, si ha per altitudine di questo pozzetto: 276<sup>m</sup>,94, mentre la prima misura geodetica, come innanzi è stato detto, aveva dato 276<sup>m</sup>,53. Si ha dunque:

$$276^m,94 - 276^m,53 = 0^m,41$$

la quale differenza è di soli 0<sup>m</sup>,05 più bassa di quella trovata tra le due misure pel nostro Osservatorio di Moncalieri.

Le differenze pertanto che si sono trovate tra i diversi valori altimetrici che abbiamo riportati innanzi, derivano in parte dalle cause di errore proprie di queste osservazioni, ed in parte ancora dal piano di origine da cui si è partito in ciascuna di esse. Ponendo mente alla cura che nelle ul-

(1) Secondo queste ultime misure dello Stato Maggiore italiano, il pavimento dell'ambulatorio alla base del lucernario della cupola della Basilica di Superga è di 727<sup>m</sup>,92 al disopra del livello medio del mare.

time misure geodetiche si è avuto nello stabilire il livello medio del mare, a cui si sono pur riferite tutte le quote determinate pel Piemonte, dovrebbe invero preferirsi pel nostro Osservatorio l'ultima delle altitudini riportate. Se non che, non credendo di avere sufficienti ragioni di escludere le due precedenti, quelle cioè derivate dall'antica misura geodetica e l'altra dedotta dalla livellazione sulla ferrovia, crediamo miglior partito addottare il medio valore che da tutte risulta, cioè:

*Altitudine del pozzetto del barometro d'osservazione dell'Osservatorio di Moncalieri.*

Dalla livellazione sulla ferrovia . . . . .	m.	258,41
Dall'antica misura geodetica . . . . .	m.	259,50
Dalle nuove misure geodetiche . . . . .	m.	259,96
Medio. . . . .	m.	259,29

ovvero, in numero rotondo

259 metri;

che è il valore, che da alcuni anni ho adottato per l'altitudine del barometro del nostro Osservatorio.

*Avvertenza importante.*

Al cominciare del corrente anno meteorologico 1878-79, essendosi compiuto il riordinamento dell'Osservatorio, il barometro d'osservazione fu trasportato in un'altra stanza; ed in questa nuova posizione il pozzetto trovasi di 0<sup>m</sup>,42 più alto che nell'antico, di modo che dal 1° dicembre 1878 in poi, l'altitudine del barometro di Moncalieri è divenuta

$$259^m,29 + 0^m,42 = 259^m,71;$$

ovvero, in numero rotondo

260 metri.

**III. — Livellazione barometrica coll'Osservatorio di Torino.**

Innanzi che l'ultima misura geodetica arrecasse la definitiva conferma dell'esattezza dell'adottato valore per l'altitudine dell'Osservatorio di Moncalieri, mi occupai anche a determinare la differenza di livello tra' pozzetti de' barometri de' due Osservatori di Moncalieri e di Torino, per mezzo delle osservazioni barometriche eseguite ne' medesimi.

Nell'anno 1868 all'Osservatorio di Torino si cominciarono a fare sei osservazioni meteorologiche diurne, come a Moncalieri, cioè ogni tre ore, dalle 6 del mattino sino alle 9 di sera. Solamente, dal gennaio all'aprile e nel novembre e dicembre dell'anno stesso 1868, all'Osservatorio di Torino, la prima osservazione mattutina si fece alle ore 7 invece delle 6.

Nei confronti, di cui diremo appresso, abbiamo tratto partito eziandio dalle osservazioni pubblicate dall'Osservatorio di Torino per gli anni 1866 e 1867. Ma è d'uopo notare che, pel primo anno queste osservazioni sono date solamente tre volte al giorno, alle 9 ant., 3 e 9 pom; pel secondo anno, dalla seconda decade di febbraio in poi, vi è aggiunta eziandio l'osservazione del mezzodì.

Da ciò segue, che il confronto delle due serie d'osservazioni, specialmente dal 1868 a questa parte, rimane molto omogeneo, e deve dare risultati assai prossimi al vero.

A ciò si aggiunge, che i due barometri di Moncalieri e di Torino furono controllati insieme due volte; ed ora soprattutto se ne conosce con molta approssimazione la differenza.

Il primo controllo fu fatto nell'anno 1873, dal novembre al dicembre, per mezzo d'un barometro Fortin del professore Giovanni Luvini, messo a confronto separatamente coi barometri normali di Torino e di Moncalieri. Da questo primo confronto risultò che la differenza tra' due barometri corretti era di 0<sup>mm</sup>,00 (1).

Il secondo confronto fu eseguito in modo più accurato e più completo nel dicembre dell'anno 1877, in occasione dell'ispezione che feci all'Osservatorio Torinese, per incarico del Consiglio direttivo della Meteorologia Italiana. In questa occa-

sione il barometro di Torino, del pari che quello di Moncalieri, furono controllati con uno dei barometri dell'Ufficio centrale di Meteorologia, destinati per le spezioni delle stazioni della rete meteorologica ufficiale; il qual barometro alla sua volta era stato confrontato a Roma col barometro che si assunse come termine di confronto di tutti i barometri d'ispezione.

In questa seconda volta i confronti del barometro di stazione con quello di paragone, furono fatti a Moncalieri, da me e dal mio assistente; a Torino dagli assistenti dell'Osservatorio e da me stesso.

I calcoli fatti all'Ufficio di Roma, sui valori per tal modo raccolti, diedero pe' due barometri normali di Moncalieri e di Torino le seguenti correzioni riferite al barometro N. 6 di confronto a Roma:

Moncalieri. . . . .	+ 0 <sup>mm</sup> ,21
Torino . . . . .	+ 0 <sup>mm</sup> ,35.

Il che vuol dire che il barometro di Torino è di 0<sup>mm</sup>,14 più basso di quello di Moncalieri.

Questo secondo risultato è da riguardarsi più prossimo al vero del primo, specialmente pel modo più rigoroso e normale con cui fu ottenuto; epperò di esso fa d'uopo tener conto nel calcolo dell'altezza comparativa dei due Osservatori di Torino e di Moncalieri; giacchè, come ho fatto innanzi rilevare, trattandosi di piccole differenze di livello, non bisogna trascurare alcuna, comechè minima, circostanza.

Pertanto, nella determinazione della differenza di livello tra il pozzetto del barometro del nostro Osservatorio e quello del barometro dell'Osservatorio di Torino, seguì diverse vie.

1° Nell'anno 1871 combinai le medie barometriche e termometriche dedotte dalle osservazioni fatte ne' due Osservatori durante il quinquennio 1866-70.

Queste medie erano:

	Moncalieri	Torino
Barometro a 0°	738 <sup>mm</sup> ,70	737 <sup>mm</sup> ,07
Termometro C. al Nord	12°,90	12°,92.

Il calcolo fatto colla formola di Laplace, quale è esposta nell'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, diede:

$$\text{Torino—Moncalieri} = + 18^m,5.$$

Questa differenza di livello era naturalmente troppo grande, perchè nel calcolo fatto allora non tenni conto della differenza dei due barometri; nè l'aggiustai in seguito, perchè, come ho detto innanzi, dal confronto fatto nel 1873, i valori barometrici, quali si pubblicano da' due Osservatori, risultavano uguali a meno di un centesimo.

Introducendo invece la correzione trovata nel 1877, la quale si è detto essere più attendibile; cioè diminuendo di 0<sup>mm</sup>,14 la media barometrica di Moncalieri, ovvero aumentando di altrettanto quella di Torino, si debbono avere risultati più prossimi al vero. Abbiamo preferito di fare la prima correzione, cioè di diminuire l'altezza barometrica di Moncalieri. Si ha allora:

	Moncalieri	Torino
Barometro a 0°	738 <sup>mm</sup> ,56	737 <sup>mm</sup> ,07
Termometro al Nord	12°,90	12°,92

donde la voluta differenza di livello, calcolata colle dette tavole risulta di

metri 16,9;

il qual valore è molto prossimo al vero, secondochè confermeremo appresso.

2° Nell'anno 1877 posi a calcolo tutto il decennio 1866-75 delle osservazioni barometriche e termometriche di Moncalieri e di Torino, pigliando per Torino i valori pubblicati nel *Bollettino Meteorologico ed Astronomico* di quell'Osservatorio, ed introducendovi alcune correzioni di errori incorsi nella pubblicazione. Ho rifatto poi il calcolo nell'anno passato, adottando pel barometro di Moncalieri la correzione — 0<sup>mm</sup>,14 innanzi riportata.

Credo pregio dell'opera riprodurre qui appresso per esteso il quadro dei medi decennali sì del barometro come del

(1) *Confronti de' Barometri delle Stazioni meteorologiche Italiane*, pel P. F. DENZA.

termometro di Torino e di Moncalieri per ogni mese, agguinandovi l'altezza corrispondente, calcolata sempre nel modo anzidetto.

**Medii barometrici e termometrici  
dedotti dal decennio 1866-75 per Moncalieri e Torino.**

MESI	MONCALIERI		TORINO		Differenze d'altezza	Differenza dell'altezza colla media
Gennaio	740. <sup>m</sup> 36	0 <sup>o</sup> . 8	738. <sup>m</sup> 71	0 <sup>o</sup> . 6	17. <sup>m</sup> 8	+0. <sup>m</sup> 8
Febbraio	40. 90	4. 2	39. 42	3. 9	16. 4	-0. 6
Marzo	36. 26	7. 9	34. 73	7. 8	17. 1	+0. 1
Aprile	37. 14	13. 6	35. 68	13. 4	16. 8	-0. 2
Maggio	37. 62	17. 5	36. 03	17. 7	17. 8	+0. 8
Giugno	38. 37	21. 2	36. 99	21. 3	16. 2	-0. 8
Luglio	38. 22	24. 3	36. 80	24. 3	17. 0	0. 0
Agosto	38. 42	22. 7	37. 05	25. 5	16. 3	-0. 7
Settembre	40. 01	19. 5	38. 60	19. 5	16. 5	-0. 5
Ottobre	38. 92	12. 9	37. 38	12. 8	17. 6	+0. 6
Novembre	38. 08	6. 5	36. 55	6. 3	17. 0	0. 0
Dicembre	38. 35	2. 5	36. 74	2. 1	17. 6	+0. 6
Medii	738. 55	12. 8	737. 06	12. 7	17. 0	0. 0

Dunque la differenza di livello tra gli Osservatori di Torino e di Moncalieri, stando alle osservazioni di un intero decennio, è di

metri 17,0.

Questo valore non differisce da quello dedotto dal primo quinquennio che di un solo decimo di metro in più. Il che prova che per osservazioni ben fatte è sufficiente un periodo relativamente corto per ottenere buoni risultati di questo genere.

3° Da ultimo ho voluto pur calcolare il novennio 1866-74 delle osservazioni delle due Stazioni di Moncalieri e di Torino, quale è stato pubblicato nei fascicoli della Meteorologia italiana; nei quali i medi barometrici sono dedotti dalle tre osservazioni diurne delle 9 ant. e delle 3 e 9 pom.: e i medi termometrici dalle due osservazioni delle 9 ant. e 9 pom. e dai valori massimi e minimi termografici diurni.

Introducendo anche in questo calcolo la più volte citata correzione barometrica per Moncalieri, si hanno i valori seguenti:

	Moncalieri	Torino
Barometro a 0°	738 <sup>mm</sup> ,7	737 <sup>mm</sup> ,2
Termometro al Nord 12°	,0	,2.

Donde risulta per la differenza d'altitudine tra le due stazioni:

Torino — Moncalieri = 16<sup>m</sup>,9.

Il quale valore coincide coi precedenti egregiamente.

Da tutto ciò è lecito concludere che, secondo la livellazione barometrica, il pozzetto del barometro di Moncalieri si trova al disotto di quello di Torino di

17 metri

in numero rotondo, coll'errore non maggiore di 0<sup>m</sup>,1.

Che tale sia il vero valore della richiesta differenza di livello, risulta evidente dalle altre misure innanzi riportate pe' due Osservatori, e desunte sia dalla livellazione sulla strada ferrata, sia dalle operazioni geodetiche. Si ha infatti:

	Torino	Moncalieri	Differenza
Livellazione sulla strada ferrata . . . . .	275 <sup>m</sup> ,25	258 <sup>m</sup> ,36	+ 16 <sup>m</sup> ,89
Misura geodetica antica . . . . .	276 ,53	259 ,50	+ 17 ,03
Misura geodetica recente. . . . .	276 ,94	259 ,96	+ 16 ,98
Medio . . . . .	276 ,27	259 ,31	+ 16 ,96

ossia, in numero rotondo

17 metri;

ed anche qui con un errore tra le diverse misure di circa 0<sup>m</sup>,1, cioè non minore di quello risultante tra le diverse determinazioni barometriche.

Adunque la livellazione barometrica va pienamente d'accordo colle determinazioni fatte cogli altri metodi, cioè colle livellazioni sulla ferrovia, e colle misure geodetiche; e rimane d'ogni parte dimostrato che, se per l'altitudine del pozzetto del barometro dell'Osservatorio di Torino si prende 276 metri, per quella del pozzetto del barometro dell'Osservatorio di Moncalieri si deve prendere 259 metri, e viceversa.

Nell'attuale posizione del barometro d'osservazione di Moncalieri, di cui è stato detto innanzi, la differenza suddetta è divenuta

$$276^m,27 - 259^m,73 = 16^m,54$$

ossia di

metri 16,5

a meno di un decimetro.

*Avvertenza.*

Mentre scrivo, una livellazione diretta si sta facendo in Piemonte, co' mezzi più esatti che ora si posseggono per queste misure, per cura dell'Istituto Topografico Militare di Firenze. Questa livellazione parte dal mareografo di Genova, e per quest'anno si estenderà sino a Torino o poco oltre da un lato, e sino ad Arona dall'altro, per andarsi poi a congiungere colle altre livellazioni dello stesso genere eseguite nella Svizzera ed altrove in Europa.

Un capo-saldo è stato stabilito presso alla porta interna d'ingresso della Stazione ferroviaria di Moncalieri, la cui precisa altitudine non potrà conoscersi se non quando saranno ultimati i lavori di campagna ed eseguiti i calcoli all'Istituto Topografico, cioè nella prossima primavera. Debbo queste informazioni alla cortesia del Maggiore Federico Rosalba, Direttore del lavoro, inviatomi gentilmente dal Generale Cosenz, Comandante il 1° Corpo d'Armata a Torino; il quale con ogni sollecitudine si compiace secondare i nostri studi in tutto che gli è possibile.

Una nuova livellazione diretta, che mi propongo di fare ripetere tra breve con ogni cura, servirà a determinare la differenza di livello tra il pozzetto del barometro del nostro Osservatorio ed il suddetto capo-saldo posto alla Stazione della ferrovia. E quest'ultima operazione porrà prezioso suggello a tutto il lavoro fatto sino adesso, e di cui ho tenuto parola in questa Nota.

#### IV. — Alcune considerazioni sulla livellazione barometrica.

L'ultima parte, su cui a bello studio ci siamo soffermati alcun poco, addimstra eziandio in modo evidente che:

1° Le livellazioni fatte col barometro danno, anche per piccole differenze d'altezza, risultati egualmente approssimati che le misure geodetiche o di livellazione diretta, purchè si abbia la cura di adoperare un numero sufficiente di osservazioni, e di non trasandare alcuna circostanza che possa in qualunque maniera influire sulla precisione dei risultati stessi. Tra queste vanno annoverate in primo luogo, oltre alla simultaneità delle osservazioni, la esatta determinazione della differenza de' barometri, ed ancora della differenza di lettura tra i due osservatori.

2° La formola di Laplace dà egregi risultati anche per piccole altezze.

Queste due conclusioni sono anche confermate dalla livellazione barometrica tra l'Osservatorio di Moncalieri e la sottoposta Stazione ferroviaria posta più innanzi. E qui non sarà fuori di proposito aggiungere un'altra prova di ciò, trattandosi di un argomento, su cui molto si è detto in questi ultimi tempi.

Nell'anno 1874, il prof. Covino dell'Università di Torino mi richiese l'altitudine del Castello Reale di Moncalieri.

Feci allora in due giorni diversi, 27 e 29 aprile, osservazioni barometriche e termometriche simultanee all'Osservatorio e sulla soglia della porta d'ingresso del Castello. Ognuna delle due volte si fecero in ambedue i luoghi due osserva-

zioni, una alle 6 ore e 30 minuti, e l'altra alle ore 6 e 45 minuti di sera, adoperando sempre le solite precauzioni istrumentali e personali. Ecco i risultati che si ottennero in ciascuna delle due sere:

27 aprile 1874.

	Osservatorio	Castello
Barometro . . . . .	739 <sup>mm</sup> ,13	738 <sup>mm</sup> ,00
Termometro unito . . . . .	22° ,20	24° ,75
Termometro esterno . . . . .	24° ,25	23° ,70

29 aprile 1874.

	Osservatorio	Castello
Barometro . . . . .	740 <sup>mm</sup> ,51	738 <sup>mm</sup> ,95
Termometro unito . . . . .	16° ,85	14° ,40
Termometro esterno . . . . .	13° ,15	13° ,55

Il calcolo di queste due serie di valori, diede per differenze di livello tra i due pozzetti dei barometri del Castello e dell'Osservatorio:

Nel 27 aprile . . . . .	m. 16,9
Nel 29 aprile . . . . .	m. 14,4
Medio . . . . .	m. 15,65

E siccome il livello del mercurio del pozzetto barometrico s'innalzava sul piano della soglia del portone del Castello di 0<sup>m</sup>,78, così la definitiva differenza tra questa soglia ed il pozzetto del barometro dell'Osservatorio risultò:

$$15^m,65 - 0^m,78 = 14^m,87.$$

Ora il 22 febbraio dell'anno corrente, volli verificare questa misura con una livellazione diretta. Questa fu fatta in andata e ritorno, con un livello a cannocchiale, dall'ingegnere Enrico Mottura innanzi citato, e diede per differenza di livello tra la soglia della porta d'ingresso del Castello Reale ed il piano della porta d'ingresso del Collegio Reale:

Andata . . . . .	m. 27,069
Ritorno . . . . .	m. 27,056
Media . . . . .	m. 27,062

E siccome il pozzetto del barometro dell'Osservatorio si trova di 12<sup>m</sup>,16 più alto del piano della porta d'ingresso del Collegio, così la differenza di livello tra la soglia del portone del Castello ed il pozzetto suddetto rimane di

$$27^m,06 - 12^m,16 = 14^m,90;$$

la quale misura supera di soli 3 centimetri la barometrica.

Altri esempi potrei citare a conferma dello stesso argomento; ma per ora credo più che sufficienti quelli riportati innanzi, riserbando ad altro mio lavoro una discussione più estesa su questo proposito.

Qui mi limito ad insistere sulla necessità di adoperare istrumenti ben controllati ed osservatori bene esperti, tutte le volte che si vogliono fare buone osservazioni barometriche per la determinazione di altezze, massime nei casi di cui parliamo, di piccole differenze di livello; imperochè la diversità di un decimo di millimetro ne' valori barometrici, porta seco la differenza di oltre un metro nel calcolo dell'altezza; il quale errore, se è di poco momento per una livellazione barometrica considerata per se stessa, è molto notevole allorchè si tratta di piccole altezze.

Ed io tengo per certo che fu trascuranza di questo capitale precetto, se il Pick (1), da uno studio analogo a quello da me fatto, sia stato condotto ad una conclusione affatto opposta alla mia. Egli, per verificare fino a qual punto di precisione si potesse giungere colla livellazione barometrica, mise a confronto i medi di una lunga serie di osservazioni

barometriche e termometriche fatte all'Osservatorio astronomico ed all'Istituto centrale meteorologico di Vienna, i cui barometri si trovavano ad altezze che differivano tra loro di soli metri 8,3. Su questa piccola altezza il calcolo barometrico diede un errore di metri 1,8. Da ciò il Pick conchiuse, che questo calcolo, anche appoggiato su valori medi di lunghe serie di osservazioni, non può dare buoni risultamenti. Ora dalla esposizione del Pick risulta che egli non adoperò tutta la necessaria cura nel precisare la differenza esatta dei due barometri d'osservazione. E quasi la stessa differenza, cioè di circa un metro, avremmo trovato noi pure nella livellazione barometrica dell'Osservatorio di Moncalieri, sia colla ferrovia, sia coll'Osservatorio di Torino, se nel primo caso avessimo trascurato l'equazione personale dei due osservatori, e nel secondo la correzione istrumentale derivante dall'ultimo e più accurato controllo dell'anno 1877.

Insisto ancora sull'opportunità della formula di Laplace, la quale, sebbene teoricamente non sia esente da appunti, in pratica è tanto comoda quanto prossima al vero, al pari di qualunque altra tra le più apprezzate; la qual cosa farò meglio rilevare nel lavoro innanzi citato.

Termino con un'altra osservazione non meno importante.

Nel quadro riportato a pag. 114 si è posto nell'ultima colonna, per ogni mese, la differenza tra l'altezza corrispondente nella penultima colonna e l'altezza media 17<sup>m</sup>,0 dedotta da tutto l'anno, la quale, come abbiamo visto, è la vera. Ora, se codesta differenza si riferisce alla stazione più bassa, che è quella di Moncalieri, risulta che:

- L'altezza vera si ha in luglio ed in novembre.
- Altezze molto prossime al vero si hanno nei mesi di marzo e di aprile.
- Negli altri mesi le differenze oscillano fra 0<sup>m</sup>,5 e 0<sup>m</sup>,8, in più od in meno. Le differenze massime si hanno in gennaio e maggio (+0<sup>m</sup>,8) ed in giugno (-0<sup>m</sup>,8).
- Le altezze calcolate sono maggiori del vero nei mesi invernali di dicembre e gennaio, non che nei mesi di maggio e di ottobre: ne sono invece minori ne' mesi di febbraio, giugno, agosto e settembre.

Queste conclusioni non vanno d'accordo con quelle di altri autori che si sono occupati della variazione dei valori altimetrici calcolati col barometro a seconda delle diverse epoche dell'anno, tra cui più di recente il Rühlman (1) ed il Grassi (2); che anzi alcune sono al tutto invertite, come quelle che si riferiscono al segno delle suddette differenze tra le altezze calcolate e le vere durante le due stagioni d'inverno e di estate.

È vero peraltro che nel nostro caso si tratta di piccole altezze e di medi dedotti da un periodo relativamente lungo d'osservazioni; ma è pur vero che si tratta di un sistema di osservazioni affatto comparabili tra loro ed eseguite con ogni cura; epperò i valori da noi ottenuti possono avere almeno ugual peso degli altri discussi da' citati autori. Da ciò segue che l'influsso, soprattutto dell'epoca, sulle livellazioni barometriche non può riguardarsi ancora ben determinato.

Torneremo su questo importante argomento quando avremo terminato di calcolare e di mettere in ordine il numeroso materiale che a questo riguardo abbiamo raccolto finora.

Per ora concludiamo dicendo, che non debesi accordare peso soverchio alle norme che finora si sono venute enunciando intorno alle migliori circostanze d'ora e di mese per fare misure altimetriche o barometriche; imperochè mille sono le cause che hanno influsso sulle medesime, e che possono farle variare ora in un senso ora in un altro. E le moltissime ricerche che da non pochi anni ho intrapreso, mi danno dritto a concludere che, assai più dell'epoca e dell'ora, influisce sull'esattezza dei risultati la bontà degli istrumenti e de' metodi d'osservazione, non che l'accortezza ed il criterio pratico dell'osservatore.

Moncalieri, giugno 1879.

(1) RÜHLMAN. *Die barometrischer Höhenmessungen*. Leipzig, 1870.

(2) G. GRASSI. *Sulla misura delle altezze mediante il barometro*. Milano, 1876.

(1) PICK. *Ueber die Sicherheit barometrischer Höhenmessungen*. Berichte der Wiener k. k. Akademie, vol. 16.

## PROGRAMMA DI CONCORSO

per un progetto di Oratorio Israelitico e locali accessori  
in Torino.

1. — L'Oratorio e locali accessori dovranno sorgere su parte del terreno proprio di questa Università Israelitica, situato fra le coerenze di via Pio V, S. Anselmo e Galliani, la cui forma e superficie meglio appaiono dal piano regolare e dalla fig. 49.

2. — Dovranno costruirsi due corpi distinti di fabbrica o affatto disgiunti, o in comunicazione fra di loro.

3. — Il corpo principale deve contenere:

a) Una gran sala destinata al vero Oratorio, la quale deve aver un'ampiezza tale da poter contenere comodamente mille persone, di cui settecento sedute, con appositi sedili, costruiti in modo da presentare un cassetto per riporvi i libri ed oggetti di culto, quale cassetto potrà essere praticato o sotto il sedile o meglio davanti, formante leggione. La disposizione poi dei banchi dev'essere studiata in modo che vi sia il maggior numero di anditi, per modo che si possa accedere ai posti disturbando il meno che sia possibile quelli che già si trovano nella sala.

Questa gran sala principale dovrà avere un aspetto grandioso e severo, ed essere ornata con fregi e marmi, in modo però di evitare assolutamente qualunque figura d'uomo o di animale.

In tale sala dovrà trovar posto, oltre la cantoria e l'organo, una tribuna per la predicazione, un'altra tribuna per le pubbliche recitazioni delle preci e lettura della Sacra Bibbia, e deve comunicare, mediante una elegante porta collocata nella parete di fronte all'ingresso principale, con un'edicola destinata al deposito delle Sacre Bibbie ed arredi sacri; quale edicola dovrà essere pure elegantemente addobbata ed ornata e possibilmente illuminata con luce proveniente dall'alto.

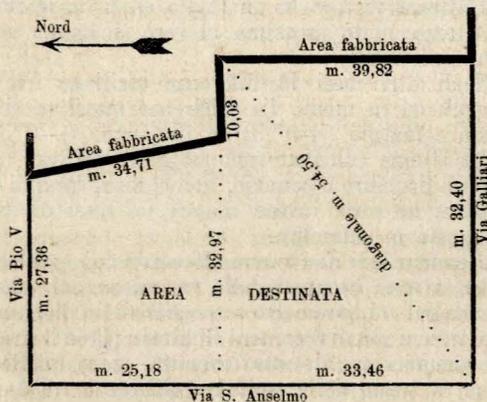


Fig. 49.

Siccome poi è di rito che negli Oratori Israelitici le signore siano divise dagli uomini, così dovrà costruirsi tutt'all'intorno della gran sala, e da tre lati soltanto, od anche da un solo, una o due gallerie contenenti in tutto quattrocento sedili per signora, disposti in modo che ciascuna dal suo posto possa comodamente vedere la tribuna del predicatore, quella su cui ha luogo la recitazione delle preghiere e l'ingresso all'edicola delle Sacre Bibbie.

L'ingresso per accedere alla detta galleria dovrà essere del tutto distinto dall'ingresso principale dell'Oratorio.

b) Un vestibolo d'ingresso alla gran sala dell'Oratorio.

c) Due sale dell'ampiezza di metri quadrati 25 circa ciascuna; una per ivi eseguire le sacre letture od i piccoli sermoni estranei alla liturgia, e l'altra come sala d'aspetto per gli sposi e loro corteggio in caso di nozze.

d) Piccolo alloggio di tre o quattro camere pel bidello dell'Oratorio, compresa quella che deve servire per deposito di tutti gli arredi sacri affidati alla custodia del bidello stesso, quale camera deve trovarsi al piano della gran sala dell'Oratorio e comunicare colla medesima.

4. — Dovrà aversi special cura alla sonorità della gran sala, tenendosi conto che il rito consiste per lo più in recitativo o canto fermo, non usandosi organo e coro che nelle occasioni solenni.

5. — L'oratorio potrà avere l'ingresso principale o in via Pio V, o in via Sant'Anselmo, ed avrà inoltre due entrate secondarie.

Possibilmente dovrà avere la linea di facciata in dentro della linea della strada (segnata nella fig. 49), per modo che su questa possa sorgere un'elegante cancellata in ferro, e fra la cancellata e l'entrata dell'Oratorio abbia luogo una piccola piazzetta.

6. — Il livello della gran sala dell'Oratorio sarà un piano terreno alquanto rialzato dal livello della strada, per modo che vi si salga con una piccola gradinata da tre ad otto gradini.

7. — Il complesso di tali locali dovrà formare un corpo di fabbrica severo, omogeneo e di stile appropriato ad indicare lo scopo ed il carattere di Oratorio Israelitico.

8° — Il secondo corpo di fabbrica dovrà contenere:

a) Cinque camere al piano terreno per l'ufficio del Consiglio d'Amministrazione dell'Università Israelitica e delle Direzioni delle altre Opere Pie Israelitiche, di cui una della superficie di circa metri quadrati sessanta.

b) Alloggio di sette od otto camere al 1° piano per uso di abitazione ed ufficio del Rabbino maggiore della corporazione.

9° — Il locale descritto alla lettera *d*, come faciente parte del corpo di fabbrica principale, potrà anche in caso esserne staccato ed essere invece aggiunto ai locali del corpo di fabbrica secondario, ad eccezione della camera che, come si disse, deve comunicare colla sala dell'Oratorio.

10° — Nel sotterraneo del corpo principale di fabbrica o di quello secondario dovrà ricavarsi un forno per la cottura del pane azzimo ed i locali necessari per la sua confezione e deposito della farina e del pane medesimo.

11° — La spesa complessiva che il Consiglio di Amministrazione si propone di fare si è di Lire TRECENTOMILA CIRCA, compreso l'impianto delle diramazioni per la illuminazione a gaz, acqua potabile e caloriferi.

12° — I progetti dovranno essere corredati di disegni di facciate, spaccati e piante in numero sufficiente per dare un'idea esatta degli edifici a costruirsi, nella scala da 1 a 100 ed essere accompagnati da un calcolo preventivo della spesa che non dovrà oltrepassare complessivamente la suddetta cifra di L. 300000 circa e di un dettagliato capitolato d'oneri che possa servir di base ad un appalto per l'impresa della costruzione stessa.

13° — Il Consiglio si riserva piena libertà di scelta fra i progetti presentati al concorso, ed anche di rifiutarli tutti.

I progetti respinti verranno restituiti ai concorrenti, i quali non potranno pretendere alcun compenso per l'opera loro.

14° — Il Consiglio stabilisce un premio di L. TREMILA per il progetto che fosse per prescegliere, quale progetto resterà di proprietà del Consiglio, il quale si riserva la facoltà di farlo o non eseguire, con o senza modificazioni, sotto direzione dell'autore o di altri.

15° — Dovrà pure essere indicato l'onorario che si domanda per la Direzione dell'opera nel caso il progetto venisse prescelto e fatto eseguire sotto la direzione dell'autore, con l'avvertenza che anche quando il progetto fosse il prescelto per i meriti intrinseci od estetici, non si pagherà il premio suddetto, e si avrà come nulla la scelta nel caso non si trovi un impresario pratico e responsabile che si assuma l'opera stessa per il limite massimo indicato dall'autore del progetto nel suo capitolato.

16° — Sarà cura dei concorrenti di studiare il progetto in modo da occupare dell'area totale propria di questa Università la minore parte che sia possibile (circa metri quadrati 2000).

17° — I progetti dovranno essere firmati dall'autore e presentati con tutto il giorno 15 ottobre all'ufficio del Consiglio di Amministrazione dell'Università Israelitica, in Torino, via S. Francesco di Paola, Num. 13, piano terreno, dove si potranno avere quelle maggiori spiegazioni che si desiderassero.

## NECROLOGIA

**Goffredo Semper.** — Abbiamo a registrare la perdita dell'eminente architetto Goffredo Semper di fama europea. Era nato in Altona nel 1804. Aveva studiato a Parigi, in Italia, ed in Grecia. Chiamato nel 1835 a professare architettura nella scuola delle Arti a Dresda, eresse il teatro e diede i disegni del museo di quella città. Ma avendo preso parte nel 1848 al movimento della rivoluzione, ne fu esiliato, e allora ritornò a Parigi, e di là recossi a Londra dove contribuì a fondare il museo di Kensington. Nel 1853 assunse la direzione della sezione di Architettura nel Politecnico di Zurigo; e vi restò fino al 1870, avendo nel frattempo costruito a Zurigo il nuovo Politecnico, l'Osservatorio, e l'*Hôtel de Ville*. Dopo il 1870 prese dimora a Vienna, dove eresse il nuovo museo. Intanto il teatro di Dresda da lui edificato essendo stato distrutto da un incendio, Semper lo riedificò. Fra le diverse sue opere date alla stampa vogliono essere particolarmente notate: I quattro elementi dell'Architettura; — L'Industria, la Scienza e l'Arte; — Lo stile nelle arti tecniche. Il Semper ha presieduto in Italia al Giuri internazionale per la costruzione del teatro Massimo di Palermo. Venticinque progetti erano stati presentati e fra i cinque premiati, fu primo e prescelto per la esecuzione quello del chiarissimo professore Basile della Università di Palermo. I cinque progetti premiati risultarono tutti di architetti italiani e ciò fece dire al celebre professore Semper, che in Italia l'architettura è in rifiorimento (*wideraufblühen*).

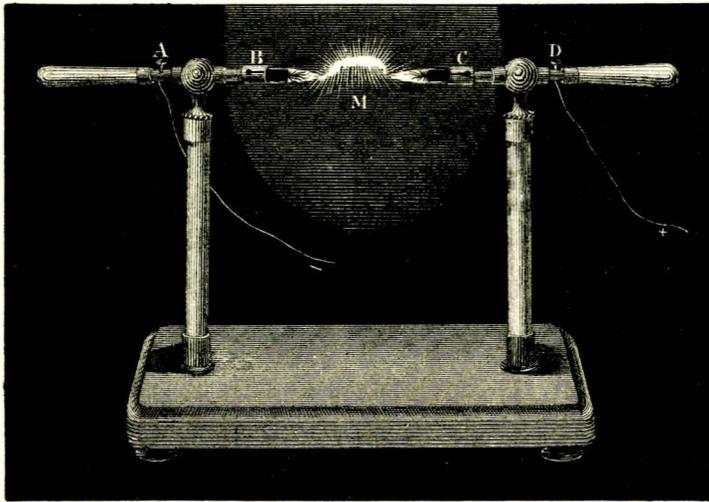


Fig. 1



Fig. 2

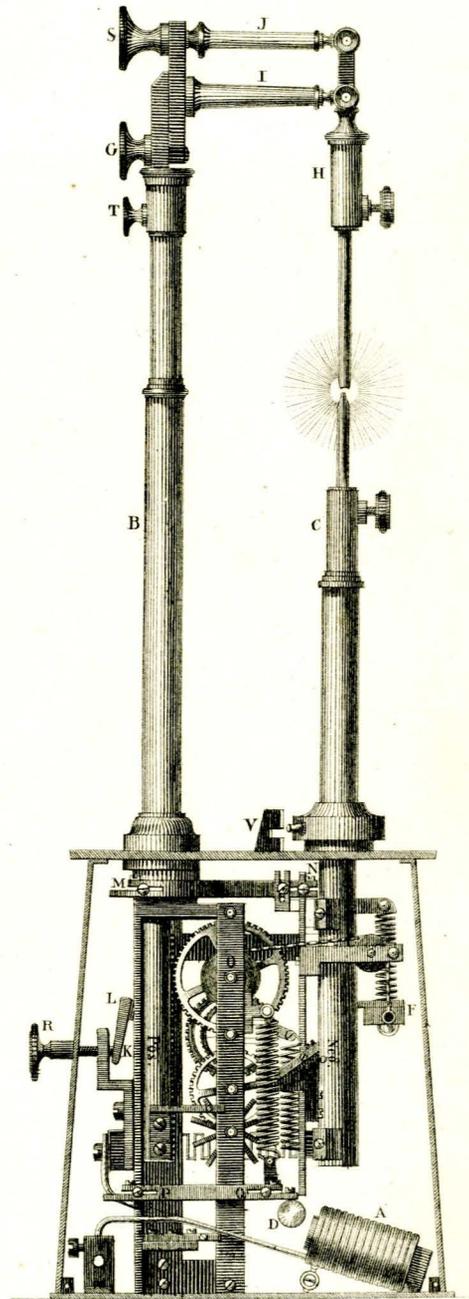


Fig. 3.

Tip. e Lit. Camilla e Bertolero