

## L'INGEGNERIA CIVILE

B

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

## COSTRUZIONI CIVILI

IL CUPOLINO DI COMPIMENTO  
DELLA MOLE ANTONELLIANA

CENNI GENERALI ILLUSTRATIVI

(Veggasi la Tav. I)

L'Ingegneria mantiene oggi una promessa ripetutamente fatta ai suoi lettori pubblicando nella Tavola I tutta la parte soprastante alla grande cupola della Mole Antonelliana. Non ci si faccia debito del ritardo, chè più volte si è dovuto sospendere l'incisione per le continue variazioni che l'insigne Architetto andava introducendo intorno al modo di finimento dell'opera in cui ha lasciato così vasta orma del suo originale e potente ingegno. Raccontano gli operai stessi che per tema si spaventassero dell'altezza ognora crescente dell'edificio, l'Antonelli non comunicasse man mano che disegni parziali, evitando ad un tempo che essi accampassero difficoltà, e che gli oppositori della Mole risorgessero ringhiando a suscitare nuove polemiche e guerriecciuole ostegiatrici.

Ed anzi fin troppo prematura era da ritenersi la nota di questa Direzione che nel marzo 1888 (appiè pag. 33, fascicolo III, anno XIV di questo periodico), già dava per « felicemente ultimato il cupolino ». L'ultima firma o *placet* dell'Antonelli nel disegno definitivo del coronamento porta la data posteriore del 7 luglio 1888.

A buon conto la statua terminale, con la sua stella, che segnò una buona volta il *non plus ultra* della Mole non fu issata a posto che nell'aprile di quest'anno (1889), restando ancora da compiersi diverse opere secondarie, e così il nostro disegno vede la luce non molto tempo dopo che, tolta l'ultima impalcatura esterna — 23 luglio — il pubblico ha potuto finalmente farsi una esatta idea di questo grande ed originale monumento, veduto dall'esterno, perchè internamente essendo ancora tutto allo stato grezzo, ed ingombrato dal grande castello delle impalcature, ciò sarebbe ancora impossibile.

Noi ci limitiamo a dare, in modo esatto, la variante del cupolino in sostituzione di quello che si vede inciso nelle Tav. V e VI pubblicate nell'annata I (1875) (1).

(1) Per gli associati antichi che ebbero dette Tavole col giornale, per quei nuovi abbonati e lettori che comunque le possiedono, e per tutti coloro che volessero ancora procurarsele, ricorderemo quali figure esse contengano e quali di esse, in tutto od in parte debbano annullarsi dopo le varianti di cui siamo per trattare. La tavola segnata allora col numero V e recante ancora il titolo: « *Tempio Israelitico in Torino* » com'era la sua prima destinazione, (metà prospetto e metà sezione trasversale) dà una chiara idea della fabbrica, costituita principalmente da un'ampia sala quadrata coperta a considerevole altezza da una volta a padiglione con monti quasi di altrettanto sviluppata, tronca in alto da un lucernario sormontato da un cupolino di 4 ordini, a pianta pure quadrata. La sezione trasversale, nel presentare l'ossatura del tempio, ci mostra pure l'appariscente e ben scelta decorazione interna della grande aula, con alcuni particolari oggi fuori luogo, dopo la sua mutata destinazione, come l'edicola sacra al centro, la gradinata a sedili-

Tuttavia non crediamo inopportuno rammentare brevemente come questo monumento sorgesse per commissione della Comunità Ebraica ad uso di *Tempio*.

La facoltosità che è sì spesso dote precipua degl'Israeliti spiega come il progetto elaborato dall'Antonelli, dopo un primo concorso andato fallito nel 1862, potesse essere così grandioso ed avere possibilità di esecuzione. Ma si fu appunto per deficienza di denaro che incominciò tutta quella serie di guai che per tanto tempo pose in forse le sorti di quell'edificio...

Rifare la storia delle guerre, delle animosità, dei pro' e dei contra a cui dette luogo l'ardimentosa costruzione della cupola sarebbe cosa troppo lunga ed ormai poco proficua. Anche la Mole in sostanza dovette traversare quel cumulo di peripezie, comuni a tutte le grandi imprese.

La conclusione di simili controversie è stata un'interruzione nei lavori di quasi nove anni (1), durante i quali la mal difesa cupola resistette sfidando le intemperie. Finalmente nel 1877 la costanza ostinata dell'Antonelli, sicuro di sè e dell'opera sua, il voto favorevole della Società degli Ingegneri di Torino, ed il buon senso dell'immensa maggioranza

del *matroneo* o tribuna delle donne israelite, ecc. Alquanto diverso l'aspetto esterno della cupola per forma e decorazione delle costole, numero di lastre, disposizione di occhi o finestre, queste non più tubulari come mostra la sezione; variata parimente la corona e cornice di chiusura. Riguardo alle misure sono buone quelle orizzontali, ma per quelle altimetriche si ritenga giusta la somma di metri 42,57, fino alla linea d'imposta della volta, corrispondente a quella dove nascono i cinque finestroni semicirculari tripartiti. Restando completamente mutato il cupolino, non vale di conseguenza l'altezza totale. Infine è da interpretarsi in senso contrario l'accentuata pendenza stradale.

La tavola segnata allora col n. VI reca diverse piante del tempio e della cupola e diversi particolari. Le due ultime illustrazioni riferentisi al non eseguito cupolino, del quale non si deve più osservare la proiezione al centro della fig. 2, conservano ancora un certo valore in quanto ci fanno conoscere un sistema di tetto adoperato già in parti inferiori del monumento e ci mostrano certe basi di colonne che effettivamente ritroveremo nel cupolino adottato.

Queste tavole erano accompagnate da una interessante monografia dell'ingegnere C. Caselli.

Ricordiamo pure ai lettori dell'Ingegneria la breve dissertazione dell'ingegnere Giulio Marchesi, di compianta memoria, (aprile 1875) che spezza una lancia in favore della Mole e sua prosecuzione secondo le idee dell'Antonelli, e l'articolo bibliografico della Direzione nel 1881 (maggio), riassumendo una relazione dell'Antonelli sullo stato dei lavori a quell'epoca. Questo contiene molti dati e note che oggi non hanno più lo stesso interesse, e così i preventivi delle spese occorrenti per finire l'opera non si riferiscono al cupolino attuale.

Infine è da ricordare l'articolo più recente dell'ingegnere Ferria (fascicolo di marzo 1888) con alcune figure dimostrative, ed una bellissima tavola in fototipia ove con processo di disegno assonometrico è rappresentato l'apparecchio di costruzione della grande cupola con tale efficacia da rendere quasi inutile ogni descrizione.

Solo rettifichiamo la quota di *monta*. La linea dei centri è a m. 42,57 da terra, il ballatoio di coronamento a m. 82,32: l'altezza della cupola è dunque di m. 39,75.

(1) Due dei più accaniti quanto convinti oppositori, cioè gl'ingegneri Tatti e Clericetti di Milano, ora defunti, stamparono e diffusero le loro relazioni dimostrando la necessità di abbattere la parte già compiuta del cupolino e proponendo una cupola metallica di stile moresco che facesse pugno coll'architettura del tempio. Se ne vede tuttora il modello che l'Antonelli ha voluto far porre in bella mostra al piano terreno della Mole, opima spoglia del suo trionfo!



della popolazione torinese fecero sì che sotto l'Amministrazione del Sindaco Rignon, il Consiglio Comunale il 25 giugno, con una prima votazione, decideva l'acquisto per conto della città e quindi la conservazione e prosecuzione della Mole. La città diveniva così padrona dello stabile col proposito di farlo ultimare dall'Antonelli medesimo, e mediante un compenso alla Congregazione Israelitica. Questo voto fu confermato il 15 aprile 1878, e l'acquisto fu fatto per sole L. 150,000 (1). Il 9 gennaio di quell'anno era mancato Re Vittorio Emanuele II, e l'idea propugnata dai consiglieri Allis e Villa di fare del monumento un *Museo Nazionale dell'Indipendenza Italiana*, a ricordo ed onoranza del Padre della patria, trovò unanime approvazione e fu votata addì 26 giugno 1878.

I lavori furono ripresi con gran lena, e fatte le riparazioni necessarie alle impalcature, si compì la grande volta quadrata, unico esempio finora; se ne rinforzarono i sostegni e si provvide al rinfianco di questi coll'erezione d'una bella galleria aperta con stilobate, che già faceva parte essenziale del primo progetto, ma non era ancora stata costruita. A titolo di storico ricordo diamo qui uno schizzo della Mole quale era prima che si riprendessero detti lavori, servendoci d'una fotografia del 1877 (fig. 1).

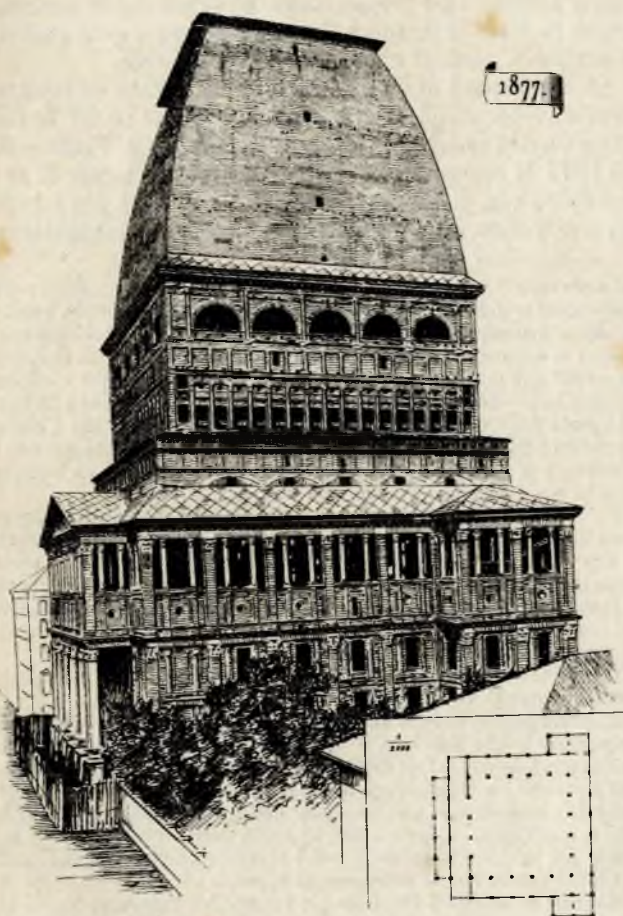


Fig. 1.

(1) La Congregazione Israelitica pensò così a provvedersi in altra località di un tempio che è da annoverarsi fra i più belli d'Italia. Ne fu incaricato l'ingegnere E. Petiti, di Torino, vincitore di un nuovo concorso e che secondo le tradizioni non volle abbandonare lo stile morresco e fece opera lodatissima. Sorge in via Pio V e fu inaugurato sul principio del 1884. La spesa fu di circa mezzo milione. Nella *Rivista tecnica dell'Esposizione del 1884*, pubblicatasi sotto la direzione dell'Ing. Sacheri, se ne trovano alcuni disegni con cenni descrittivi.

Il cupolino (Tav. I) si presenta all'occhio come una esile e slanciata costruzione man mano assottigliantesi per un seguito di piani od ordini decrescenti. Sopra una specie di tamburo quadrato, quasi prolungamento della cupola, si discostano le volute di 24 grandi mensole per sorreggere una più vasta piattaforma, con balaustrata di pietra, che può dirsi la vera base del cupolino. Questo nella sua parte più bassa ci dà l'immagine di un vero tempietto, a doppio ordine di colonnati, con basamento per quello inferiore, coronati da quattro frontoni triangolari, sulle cui falde di copertura s'innesta un cono tronco a guisa d'un tetto. Questo tempietto parallelepipedo, per chi osservi tutto il prospetto principale del monumento, ripete il motivo del pronao, ma ove questo forma una delle cose migliori e grandiose della Mole, lassù in alto, così allungato, apparisce più pesante e meno simpatico, e come dicono alcuni pare una casa sul tetto. Il tronco di cono segna la trasformazione della pianta quadrata in circolare ed il cupolino prende foggia quasi di bizzarro campanile. Un balcone sporgente forma base di un altro piano con due concentrici colonnati di otto colonne ciascuno con piedistallo. Poi una nuova e spaziosa rotonda con balaustrata di pietra con statue e sovr'essa un nuovo ordine di sole otto colonne con basamento, il più slanciato e libero di tutti. Un nuovo cerchio di trabeazione dà luogo ad altro ripiano con ringhiera ove sorge una specie di chiosco ottagonale, assai basso in confronto delle altezze inferiori, le cui pareti interposte tra otto sporgenti colonne angolari, hanno vani a guisa di porte e finestre. Sopra il depresso architrave si vede un attico pur circolare con 24 mensole in piedi sul quale s'imposta un'assai elevata cuspide ottagonale tronca, tagliata da tre semplici terrazzi di ferro a varie altezze, ed allargantesi in cima in un vasto balcone che può chiamarsi la mèta dei visitatori.

Ma la Mole s'innalza ancora nelle celesti regioni sminuzzandosi in una serie di altre minori costruzioni di finimento ora rastremantisi, ora dilatantisi, che ci danno quella complicata e nebulosa massa terminale che noi abbiam sentito la necessità di disegnare in iscala doppia a fianco del prospetto perchè il lettore ne avesse idea meno vaga.

Tale l'aspetto generale esterno del cupolino. Ciascuno potrà farsene personale concetto esaminando la 1<sup>a</sup> figura della tavola, supponendolo sovrapposto ad un'altra costruzione alta dal suolo di ben 82 metri.

Può essere molto discutibile la parola *cupolino*, la cui desinenza non è certo adatta per una *torre* di oltre m. 81, elevantesi cioè quanto tutto il sottostante fabbricato e per due volte e mezzo l'altezza della parte esterna della cupola propriamente detta; noi l'adottammo per brevità di locuzione.

Nel modo con cui abbiamo espressa questa semplice avvertenza sta tutta la principale censura che può farsi alla Mole.

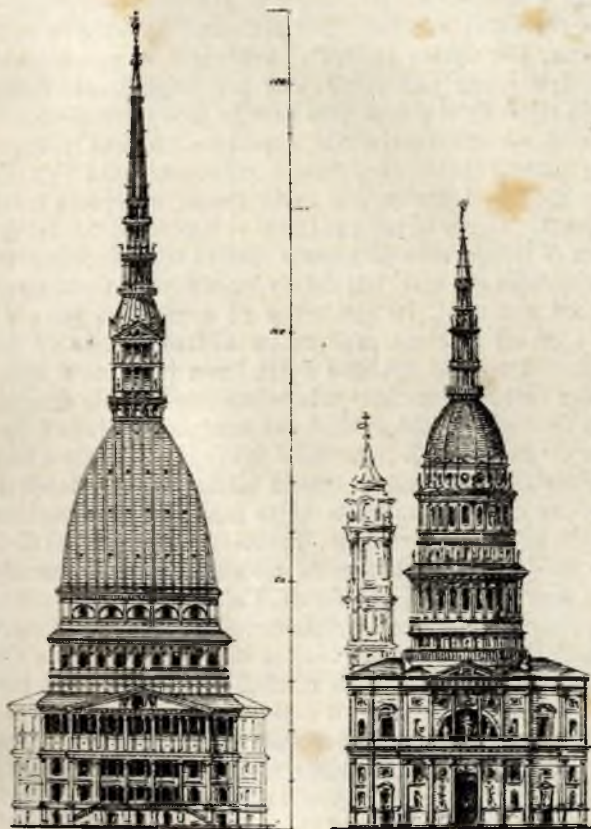
La smania dell'*excelsior*, se buona per l'alpinista, troppo nuoce all'architetto; spesso ogni gradino di più è un punto di demerito per l'*opera d'arte*.

Ci si perdoni se noi, per ragioni di nascita famigliari coi prodigi di Giotto, di Brunelleschi e di Michelangelo, ammireremo la Mole come una sorprendente e straordinaria opera d'ingegneria, anzichè qual vero e proprio monumento di architettura.

Sarebbe ormai inutile l'indagare quali cause decidessero l'Antonelli a prolungare e sovraccaricare tanto la già famosa cupola, fra le quali troveremmo il ripicco contro coloro che volevano abatterla temendola senza resistenza, e l'idea di fare cosa imponentissima dopo la nuova destinazione della

fabbrica ed una certa curiosa rivalità ad esempio colla cattedrale di Colonia di cui soleva porre in dubbio i 159 metri... cose spiegabilissime in un artista quasi nonagenario, di quella tempra e di quel valore.

Gli stessi difetti, sebbene in molto minori proporzioni, erano stati imputati al S. Gaudenzio di Novara (1). Che anzi non crediamo fuori luogo schizzare qui con pochi tratti la sagoma principale dei due monumenti per farne il confronto (fig. 2). Il S. Gaudenzio è alto m. 124, la Mole lo supera di 40. Questo raffronto ci richiama alla mente il primitivo progetto dell'Antonelli come tempio israelitico, e ci induce a ripetere nella fig. 3 l'antico cupolino, che, a parte quella scalare sovrapposizione di decrescenti padiglioni, pure come massa armonizzava bene colla cupola.



Mole Antonelliana  
in Torino.

S. Gaudenzio  
in Novara.

Fig. 2.

\*

Della grande cupola, la Tav. I ci fa vedere un breve tratto sufficiente però a darci qualche idea del suo aspetto esterno con le costole di granito bianco parallelamente disposte e suddividenti la copertura in 17 zone o liste longitudinali per ogni fronte della cupola.

Queste costole distano m. 1,80 da centro a centro, con giunti a m. 1,685 uno dall'altro; sono larghe m. 0,39 ed il loro spessore massimo è di 11 cm. Sulla faccia esterna hanno un riquadro mistilineo in incavo, sull'altra sono foggiate in un modo tutto speciale per ricevere l'appoggio delle lastre (pietra di Luserna) aventi uno dei lembi leggermente convesso, che formano il coperto. Vi sono poi i

(1) *L'Ingegneria Civile* ne pubblicò accuratissime illustrazioni (anno III, 1877), le quali si trovano tuttora presso gli Editori in tre tavole separate.

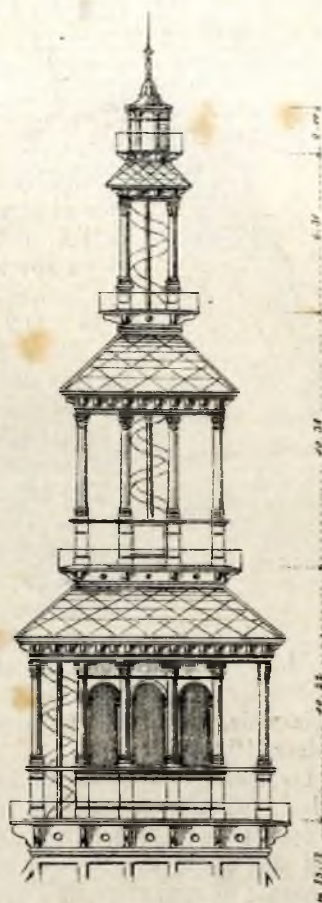


Fig. 3. — Cupolino secondo il più antico progetto.

costoloni angolari foggiate ad angolo diedro ed una fasciatura pure di granito che in alto ed in basso delimita le quattro falde cilindriche. Ad ogni pezzo di costola corrispondono due lastre: il massimo numero di quei pezzi è di 20 e così si hanno 40 file o strati orizzontali di lastre, il cui spessore è di cent. 3. Le costole sono collegate alla volta (scorza esterna) col mezzo di chiavarde di ferro. Queste traforano le sottostanti corrispondenti costole principali e secondarie d'ossatura in laterizio della cupola e sono fermate con bolzoni e biette. Esternamente hanno il capo foggiate ad anello, che trattiene una stella di ferraccio colorita in giallo ad otto raggi o punte che ricopre ed assoda le giunture. Le lastre di Luserna sono larghe m. 1,60 ed alte m. 0,95 nel loro mezzo. In basso di ciascuna costola corrisponde una specie di beccatello o modiglione a testa quadrata esternamente confondentesi col 1° fascione orizzontale, ed internamente penetrante nella muratura del volto. L'insieme delle stelle costituisce un grazioso motivo di decorazione. Di esse si hanno 21 serie; sul primo filare ne abbiamo 18, sull'ultimo 6: in tutto 292 stelle per ogni faccia di cupola, il che ci dà un totale di 1168 stelle per tutta la gran volta. Con un metro flessibile misurando la curva d'estradosso di una delle più lunghe costole, si troverebbe una lunghezza di m. 34,30 compreso il beccatello e la fascia superiore sotto la scozia sporgente.

In un articolo pubblicato nel 1881, alludendo a tale copertura, si prometteva di ritornare sull'argomento per descrivere il sistema speciale adottato dall'A. per eseguire i lavori riflettenti la medesima. Dopo tanto tempo e dopo quanto si è detto finora, crediamo possa bastare un cenno sommario senza corredo di molte illustrazioni che ci porterebbero in lungo. L'esistenza degli anelli (disposti verti-

calmente) sulla testa delle chiavarde non è dovuta ad un capriccio dell'A., ma bensì ad un ben pensato metodo di appoggio di certi cavalletti di sostegno (fig. 4) per le impalcature di servizio.

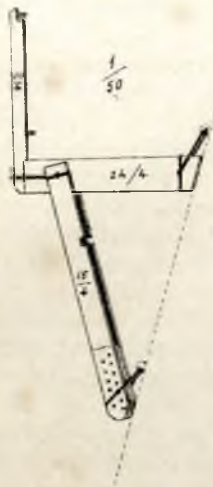


Fig. 4.

U mobile con chiavarda, che può accavallarsi entro uno degli anelli anzidescritti.

La coppia di tavoloni formanti saetta ha gli estremi riuniti e consolidati mediante un tassello fra loro interposto; in questa testa sono molti fori, nei quali può penetrare il pernio di una staffa mobile, con controstaffa di consolidamento, capace di agganciarsi all'anello dei costoloni collocato sotto il primo. La figura ci mostra uno di questi cavalletti visto un poco di fianco per farne capire tutta la struttura con un disegno solo.

Queste mensole destinate a reggere relativi tavolati o palchi di servizio, entrarono in azione subito collocate le due prime file di stelle. Se ne costruirono in grandissima quantità relativamente con poca spesa, ed esistono tuttora; come facilmente si capisce, una dall'altra distava m. 1,80. Vi fu un'epoca in cui si ebbero perfino due giri completi di siffatte impalcature attorno alla cupola. La copertura poté così procedere facilmente e speditamente senza che accadesse disgrazie agli operai. Naturalmente nella parete cilindrica formante estradosso si erano lasciate delle spe-

ciali aperture con piattabanda (si vedono nella fig. 1), che furono poi otturate, per passaggio di detti cavalletti, dei lavoratori e dei materiali.

Gli anelli colle stelle possono eervire ancora pei casi di riparazioni non solo, ma ben anco di illuminazioni.

Sopra ciascuna delle superficie di estradosso si osservano quattro file di occhi di bove, destinati a rischiarare il vuoto interno e le scale. Sopra ogni fronte se ne hanno 18. Sono incavati in pezzi monoliti di granito rosso quadri, con cornice esterna saliente sulle lastre di copertura. Esse porteranno una invetriata circolare con perni secondo il prolungamento del diametro orizzontale, intorno al quale sarà girevole ed avrà la battuta per la metà superiore esterna, per la metà inferiore interna. Questo ingegnoso taglio della inquadratura, che permette una chiusura molto proficua contro le infiltrazioni dell'acqua di pioggia, ritroveremo in altre parti del cupolino. Tal sistema, applicato in altre località, può offrire inoltre il vantaggio di poter aprire l'invetriata con una corda, che poi abbandonata lascia quella richiudersi pel proprio peso in modo facilissimo.

Nella sezione trasversale apparisce l'ultima porzione delle scale a sbalzo, che, come è noto, per tutta l'altezza della cupola si nascondono nello spazio interposto fra le sue pareti interna ed esterna (1,80 — 0,26 = m. 1,54). Non è fuor di luogo ricordare come queste scale doppiamente sviluppatanti sui varii lati della cupola a tratti di 56 alzate (a nord e a sud), 70 (ad est e ad ovest), 56 (n. e s.), 42 (e. ed o.) facciano capo ad un ultimo ripiano (il cui livello è tracciato appunto dalla linea inferiore di squadratura della tavola) dal quale solamente dal lato di notte parte una scala di 28 gradini che conduce al piano d' imposta del cupolino. E come dalla figura non si capisce bene la disposizione speciale di questa ultima scala, alla quale la corona di chiusura della vòlta non poteva permettere una più agevole costruzione, diremo che i gradini si dividono in due rampe una sotto all'altra, la più bassa che viene verso chi guarda la figura, l'altra che se ne allontana, ed hanno differenti lunghezze, affinché le rampe siano praticabili. Questi gradini inoltre sono confitti tutti nella parete interna della cupola, mentre quelli delle scale precedenti, alternativamente, a serie o rampe sempre di 14 alzate, penetrano nell'una o nell'altra delle due scorze della grande cupola. L'altezza totale di questa cupola è superata con 252 scalini con alzata media di m. 0,147. Il numero totale dei gradini che contiene è di 476, consi-

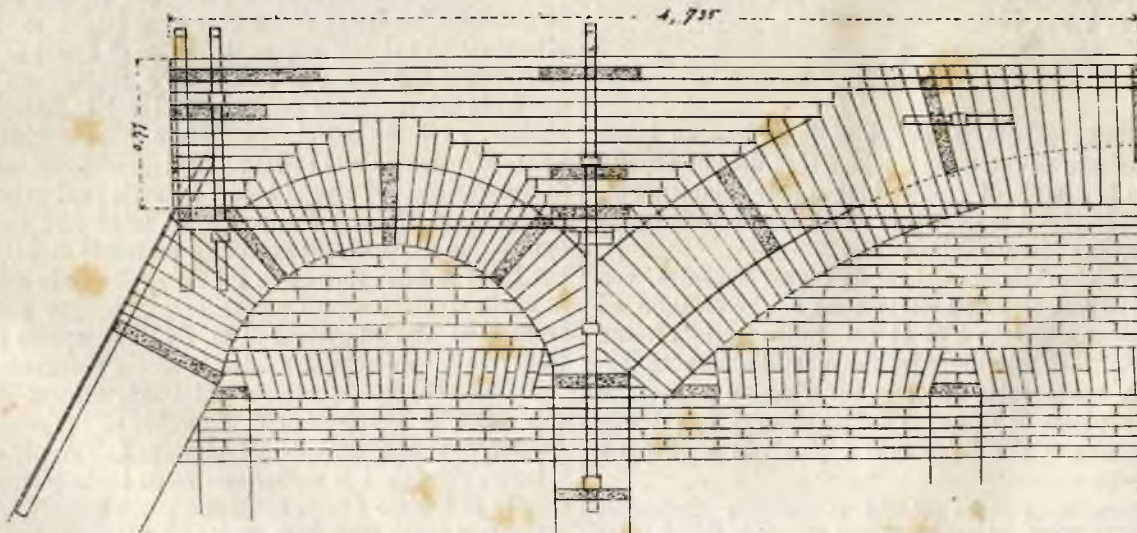


Fig. 5.

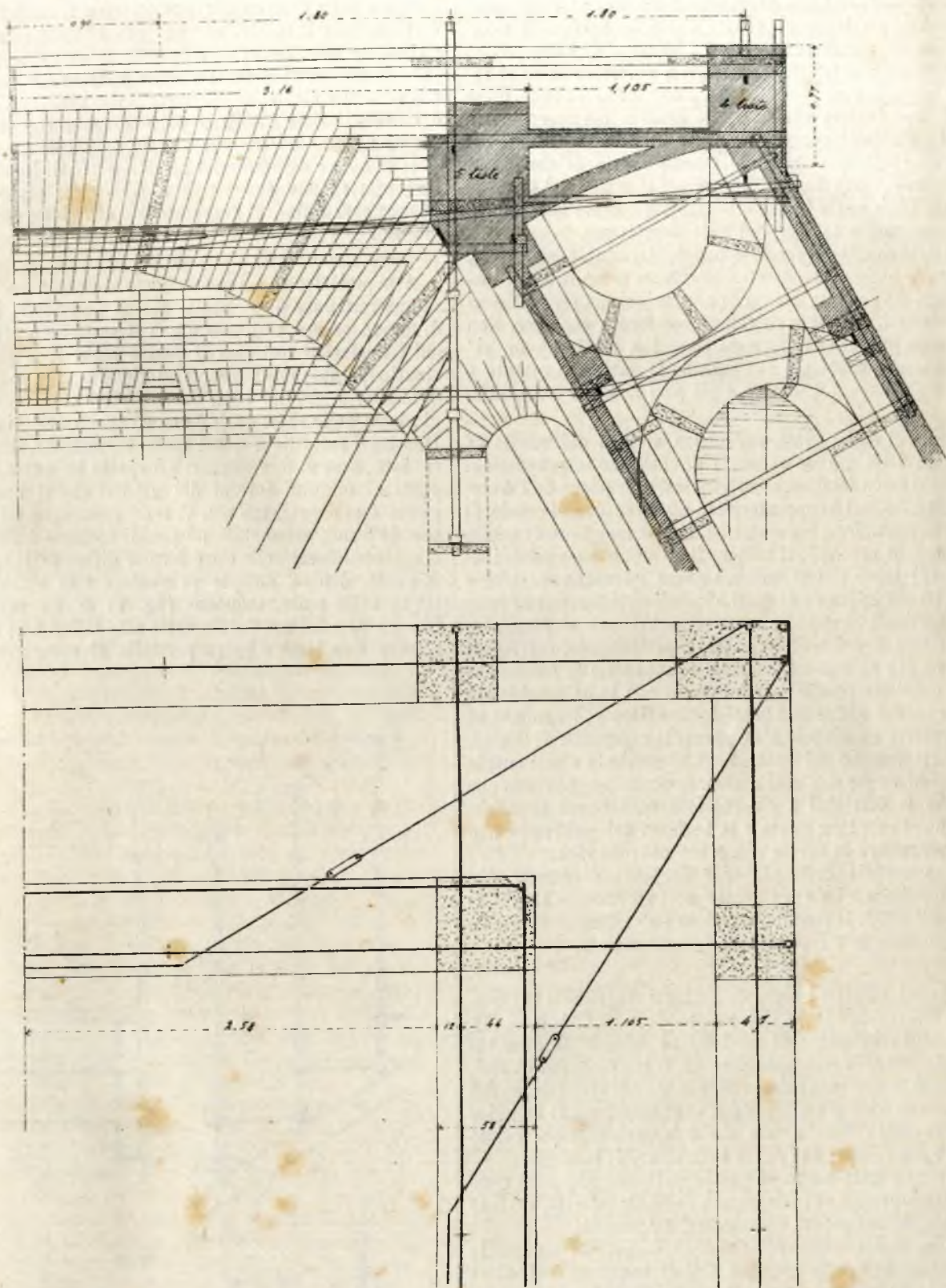


Fig. 6.

derandola a partire dalla chiave dei 20 arconi, cinque per lato, o finestre semicircolari, dove è il primo corridoio: i quattro successivi ambulatorii corrispondono ai quattro ordini di occhi di bove che traforano la copertura. Di passaggio possiamo accennare come a detto primo corridoio si pervenga montando ben 316 gradini.

\*  
Alla base del cupolino, principiato nel secondo semestre 1881, si giunge per un'apertura di m.  $3,70 \times 0,67$ , come si è detto dal lato di tramontana, per trovarsi in un assai spazioso e comodo ambiente, chiuso verso l'esterno, libero verso l'interno, ove al centro una grande apertura o lucer-

nario (m.  $4,56 \times 4,56$ ) munito di parapetto di ferro, permetterà al visitatore di vedere l'interno della sala maggiore, il cui pavimento è oltre 72 metri al di sotto.

Usciti dalle strettoie di scalette a chiocciola e dalle viscere in parte rozze della cupola, ove l'inclinazione delle pareti per curioso effetto ottico sembra cospirare contro l'equilibrio della persona, fa come un certo senso di meraviglia trovarsi al largo in questa specie di camera di pietra, ove si può dire che incominci il regno del granito, profuso largamente in tutto il cupolino, come vedremo, e lavorato sempre con sorprendente accuratezza.

Anzichè considerarci nell'appendice terminale della Mole, ci pare di essere trasportati addirittura come in altro monumento sia per importanza di costruzioni, sia per ricchezza di materiali, varietà e singolarità di forme, ecc., ecc. Non sorprenda quindi se ci fermeremo qui a trattarne un po' diffusamente, tanto più che essendo la parte più recente e fin qui non ancora descritta, è del pari la meno conosciuta.

\*

Prima di andar oltre, per offrire un'idea dell'anello di chiusura della grande cupola, riproduciamo in proporzioni ridotte il calco del disegno originale d'esecuzione dell'Antonelli (fig. 5 e 6). La cupola termina con due specie di cornici di muratura, quadre e concentriche. Il lato maggiore di quella esterna è di m. 9,47, il minore 8,53 ossia ha spessore di m. 0,47; i due lati di quella interna misurano m. 6,32 e m. 5,16 con spessore di m. 0,58. Può dirsi che questi tamburi verticali di spessi e massicci muri, ove si incorpora un sistema di robustissimi archi e piattabande, corrispondano nè più nè meno che a robuste muraglie di fondazione sulle quali sia posato il cupolino. E tali le ha considerate l'A., che, con ardimento quasi temerario, non ha esitato ad appoggiarvi un edificio alto quanto il campanile di Giotto, quasi riposassero sul suolo, anzichè sull'orlo d'una cupola leggerissima sospesa sull'abisso. È questo un pensiero che darebbe le vertigini a chi voglia ascendere sul cupolino, se la novità dell'ambiente e la bellezza del panorama non gli distraessero la mente con meno paurose idee.

La superficie orizzontale, o di posa, di queste due zone quadrate ci dà un totale di ( $16,9200 + 13,3168$ ) m. q. 30,2368. Il peso del cupolino può ritenersi approssimativamente in cifra tonda di 500 tonnellate.

\*

I dodici pilastri isolati di mattoni distribuiti sul quadrato interno hanno le dimensioni di m.  $0,46 \times 0,46$  (1). Ora avendo interasse di m. 1,80 ed essendo il gran lucernario largo come vedemmo m. 5,16, ciascuno di essi, come può facilmente calcolarsi, sporge dal vivo interno del tamburo di 11 centimetri, e più se si calcolasse il maggior spessore dello zoccolo, ciò che è apparentemente celato dalla bella cornice che dovrà inquadrare il lucernario.

Abbiamo fatto cenno di questo particolare, perchè questa degli appoggi sul falso è una delle singolarità, sovente ripetuta, di cui pareva compiacersi l'Antonelli.

I pilastri dell'ordine esterno sono di granito bianco, le faccie interne si presentano a mo' di lesena una all'altra collegate da lastroni formanti parete; al di fuori prendono forma di vistosi mensoloni per sorreggere al di sopra d'una dentellata cornice una vasta piattaforma avente m. 11,92 di lato.

Alla base dei mensoloni si ha una bella cornice o scozia, alta m. 0,77, di granito rosso, con stelle e sfere, che serra

(1) In certe esperienze di schiacciamento di pilastri isolati, di cui ha riferito l'*Ingegneria Civile*, a pag. 1 e segg. del 1885, si erano appunto riprodotti al vero i pilastri anzidetti con tutte le modalità di loro struttura.

il vertice della gran cupola, nascondendo il tamburo esterno di chiusura; il quale, essendo più elevato (m. 0,60) di quello centrale, forma zoccolo sotto le pareti di perimetro (gneiss) ove sono praticate delle aperture di varia forma con cornici e stipiti in rilievo (granito rosso); alcune alte e circolari, altre simili a porte arcuate con gradini che servono pure di sedile.

Il semplice capitello dei pilastri serve di imposta a solide piattabande che formano architrave piano, adorno, quando sarà finito, di scanalature o nicchiette verso il cavo interno.

\*

Alla piattaforma sopra accennata si accede mediante una rampa rettilinea di 22 alzate che fa simmetria alla scala di arrivo, ossia è collocata a sud. L'ingegnoso principio su cui è fondato il sostegno di questa scala (con piccole varianti ripetute nelle seguenti) merita di essere specialmente descritto. I gradini sono qui semplici lastre rettangolari di pietra dello spessore di 4 cm. ed affatto isolati dal muro. Due travi metalliche quasi toccantisi, unite a varie riprese fra loro, fisse ai due estremi e disposte inclinate, sono tangenti ai margini interni dei gradini che vi hanno sì un punto d'appoggio, ma non vi sono comunque collegati. Il tenerli fermi, orizzontali ad eguali distanze è ufficio delle ringhiere laterali, che oltre formar difesa dalle cadute per la gente, debbono dunque provvedere alla stabilità e solidità della scala. Costano (fig. 7) di un mancorrente (ferro a T) a cui son fissate delle aste cilindriche di eguale altezza. Una lama o barra parallela al mancorrente è fis-

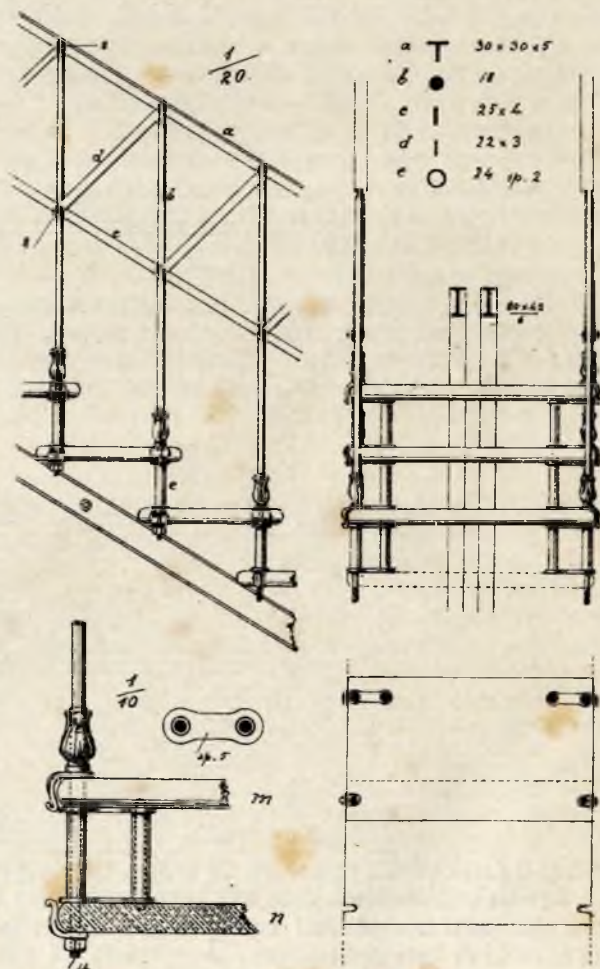


Fig. 7.

sata ai medesimi montanti con boloni a vite, che nel tempo stesso trattengono lamine o bandelle disposte diagonalmente da un montante all'altro, come si vede in disegno. Così viene ad aversi un sistema rigido, od in altri termini la ringhiera costituisce un trave metallico a traliccio. Le dimensioni dei pezzi sono scritte sulla figura. Non resta che a dirsi come siano collegati i gradini ai montanti della ringhiera, la quale non ha appoggi che ai due estremi per lungo che sia lo sviluppo della scala. Si guardi perciò il particolare al 1|10 unito alla figura. Due piastrine tagliate in forma di rettangolo colle teste più larghe, rotonde e forate, son tenute a distanza costante da due canaletti verticali entro cui fanno pernio, da un lato l'estremità del montante della ringhiera, dall'altro un bastoncino di ferro sporgente sopra e sotto le piastrine di circa 1 cm. penetrante in apposite corrispondenti buchette scavate nei due gradini che tocca *m* ed *n*, riempite poi di cemento. La porzione inferiore del montante è un poco assottigliata per formar battuta sulla piastrina superiore, e termina a vite per poter ricevere, con una rosetta piegata all'insù a guisa di foglia, un dado a madre vite che lega il gradino *n* al montante stesso. Come si capisce, dove i gradini incontrano queste aste del parapetto, hanno una tacca od insenatura fatta a scalpello, in modo che i margini laterali del gradino sporgono fuori delle ringhiere. Tali sbocconcellature sono nascoste in basso dalla rosetta citata, in alto (ossia per *m*) da altra simile capovolta e sostenente un bocciuolo scorrevole nel montante. Ripieghi che, consolidando e difendendo le giunture, servono a rendere elegante la scala. Le tre proiezioni ed il particolare annesso varranno meglio di qualunque altra spiegazione. I gradini han qui pedata di 38 cm. In pianta si sovrappongono per 11 cm. All'atto della costruzione si avevano apposite armature di legname e nei canaletti si ponevano provvisoriamente pioletti di legno.

Nella sezione *AB* della Tavola — nella quale lo spaccato trasversale si suppone fatto da un piano verticale in direzione da Sud a Nord che ha tolta tutta la metà anteriore contenente il pronao — è segnato il punto di sbocco di quella scala con la lettera *a*, ed ivi si vede pure l'ampiezza del vano che per essa si è praticato nelle voltine a botte che formano soffitto della cosiddetta camera di pietra. Avvertiremo una volta per sempre che le parti tagliate a fondo nero indicano pietra da taglio e quelle tratteggiate, muratura di laterizi. Corrispondenti lettere di richiamo indicano nella sezione trasversale i punti ove sono prese questa e le successive piante, ognuna delle quali ci dà quasi sempre due proiezioni prese ad altezze differenti.

Ci troviamo dunque sulla più vasta piattaforma di tutto il cupolino ad una altezza di m. 85,85 da terra. Il pavimento, con leggera pendenza in fuori, è di lastroni di Luserna con solcature di scolo presso i margini per proteggere i giunti dalla pioggia. Su di essa, oltre la balastrata a colonnette di granito rosso con bombe di ferro a distanza di m. 1,80 fra loro sul davanzale, abbiamo due serie di piedistalli corrispondenti ai pilastri del piano inferiore, cioè venti esterni di granito bianco (m. 0,48 × 0,48) e dodici interni di muratura, questi con due alette laterali per servire di riquadro alle intelaiature delle invetriate che difenderanno il vano interno. Questi piedistalli con interassi di m. 1,80 sono alti m. 2,20. Quelli esterni sopportano una robusta banchina (gneiss) larga m. 0,72 spesso 0,14; quelli interni una cornice con dentelli: i primi (vedi metà sezione *AB* a sinistra) sorreggono delle colonne di granito rosso, i secondi, pilastri di mattoni a sezione quadrata. I capitelli delle colonne e quelli piani delle lesene esteriori sono di pietra arenaria di Viggiù, quelli centrali ed interni

saranno fatti con stucco. In granito bianco è il baule della balastrata e le basi delle colonne, aventi il fusto alto m. 3,25 e diametro medio di m. 0,40. Sopra i capitelli un architrave piano con mensole depresse nella cornice, dimessa questa prima parte parallelepipeda del cupolino che altrove designammo come un tempietto. Ivi si ha un ambulatorio o terrazzo coperto poggiante su volte di cotto impostate sui fianchi degli architravi interni ed esterni, con la ripetizione delle 20 colonne e dei 12 pilastri, senza piedistallo, il cui interasse è sempre di m. 1,80. Nella sezione dei due architravi esterni del tempietto apparisce una lastra orizzontale di pietra, ma naturalmente la piattabanda non si appoggia che in corrispondenza dei capitelli. Del resto anche questi architravi di pietra hanno al disotto una sbarra di ferro di sicurezza.

Due simmetriche scale ciascuna di tre rampe conducono dalla piattaforma a questo piano intermedio. Sulla pianta *AB* ne sono indicate le origini con una piccola lancia ad ovest e con una freccia piumata ad est. Ciascuna corre tangenzialmente al quadrato interno con ripiani sugli angoli. Il numero delle alzate di ciascuna è di  $15 + 19 + 14 = 48$ . Il modo di loro costruzione è identico a quello di già descritto, senonchè le travi metalliche anzichè essere accoppiate distano fra loro di m. 0,45, con appoggi intermedi su bracci o mensole di ferro e gli estremi ad esse collegati in una maniera che sul luogo merita di essere particolarmente osservata. Lo sbocco di queste scale ha luogo dalla parte opposta a quella d'onde nascono; le due nuove salite per giungere alla base del cono, o meglio dei quattro frontoni al sommo del tempietto, sono divise in due rampe di complessive  $(16 + 17) = 33$  alzate; una si diparte da sud, l'altra da nord. Se esaminiamo la sezione *CD*, ove ci siamo ingegnati rappresentare il passaggio dalla pianta quadrata a quella circolare ed ottagonale, i due arrivi di queste scale, con i soliti indici di convenzione, son segnati coi relativi vani dalla lettera *a*. Anche queste scale hanno identica costruzione delle precedenti.

Prima di proseguire osserviamo ancora come l'architrave, formante base degli attici triangolari che dovrebbero esser decorati nel timpano con allegoriche figure di *fiumi italiani* in scultura, sia reso più leggero da una serie di vuoti o celle con archetto superiore impostato sul dorso fatto a pulvinare delle mensole che fregiano il cornicione esteriore.

Eccoci ad esaminare uno dei più difficili punti del cupolino, cioè il modo tenuto dall'Autore che voleva restringersi ed abbandonare la forma quadrata alla quale si era fin qui attenuto, per ottenere nuove basi d'imposta alle restanti sopraelevazioni dell'edifizio. L'architetto risolvette il problema nel modo seguente. Prolungò per altri m. 1,20 i dodici pilastri centrali (m. 0,38 × 0,38) che riunì superiormente con archi a tutto centro e su questi impostò una volta unica, riproduzione in piccolo del gran padiglione della sala colle solite centine o costole di maggior spessore (m. 0,38) intrecciantisi come le maglie d'una rete. La monta è di 3 metri: i raggi del padiglione sono m. 3,50 all'intradosso e m. 3,62 all'estradosso, calcolati per la parete o scorza che chiude quelle maglie.

Sul dorso di questa volta non esitò poi ad appoggiare quasi tutto il peso delle parti soprastanti. A chi osserva a prima vista la sezione trasversale sembra di vedere i nuovi *fuleri*, racchiusi nel cono, i più distanti dal mezzo, in prosecuzione dei pilastri interni più volte citati, che possiamo dire divisi in cinque ordini o piani ma sempre a piombo. Ciò dipende da ragioni di proiezione. È ben vero che se di quei 12 pilastri trascuriamo i quattro angolari otteniamo un ottagono ma con lati di due differenti lunghezze. Per avere il poligono regolare conviene spostare i suoi vertici

ossia quei sostegni. Per meglio spiegarci richiamiamo l'attenzione di chi legge sulla pianta C D ove con una sola linea di contorno esterno si è supposto proiettato l'estradosso del padiglione. Presso il vertice inferiore a destra di questo quadrato si sono delineati in punteggiato due dei pilastri cogli archi che come si è detto ne formano la base. Quello d'angolo resta libero, l'altro, solo in parte è caricato dal nuovo piedritto del giro od ottagono maggiore. Però l'asse di entrambi è egualmente distante da un piano passante pel centro del monumento e parallelo a questo lato del padiglione. Ecco perchè lo spaccato può dare luogo ad erronee maniere di interpretare la costruzione. Ricorderemo ancora una volta che i pilastri sono a distanze di m. 1,80 da mezzo a mezzo, mentre queste nuove colonne dell'ottagono hanno i centri sopra una circonferenza descritta con raggio di m. 2,93.

Concentrico a questo giro perimetrale di pilastri altro ne sta a m. 0,96 da asse ad asse di distanza (proprio sulla schiena del padiglione) ossia avente i centri m. 1,97 lontani dall'asse della Mole, ed eguali ai primi per dimensioni. In origine erano stati ideati e costruiti con sezione quadrata di m. 0,38  $\times$  0,38, poi l'A. pensò ad arrotondare dove uno, dove due dei loro spigoli con una certa simmetria fra coppia e coppia per gran parte della loro altezza. Ai loro estremi inferiori e superiori furono conservati in quadro. Questo smussamento fu adottato dall'A. per diminuzione di massa e quindi di peso e per agevolare il passaggio alle scale. In basso sono collegati fra loro con archetti rovesci nel senso dei raggi ed altri archi dritto-rovesci sul prolungamento di questi vanno fin contro uno degli anelli o cerchiature interne del cono per eliminare le spinte. In pianta se ne sono segnati soltanto quattro per sorte. Similmente abbiamo degli archi dritto-rovesci contrastanti fra le pareti triangolari dei frontoni ed i pilastri che sostengono la volta. Sul disegno, nel quale più che altro volemmo far risaltare lo sviluppo della scala, di cui diremo più sotto, è tracciata la proiezione orizzontale di tre soli di questi nell'angolo inferiore a destra.

Il tronco di cono è costituito essenzialmente da un'ossatura formata da 24 costole inclinate di due teste secondo tante generatrici; di esse otto han larghezza di m. 0,38, le altre di 0,24. Un anello orizzontale di muratura le unisce all'altezza del colmo dei frontoni (vedi parte a sinistra della pianta C D) ed un altro sul loro mezzo. Queste specie di sfondi trapezoidali così risultanti sono chiusi da pareti di m. 0,12 in modo da offrire solo esternamente una superficie continua.

Internamente i tratti di tali anelli compresi fra costola e costola si presentano costruiti a sbalzo, senza speciali sostegni, essendo formati con mattoni di testa penetranti per una metà nella cappa del volto. Su questo estradosso son poi distese 24 costole di granito in varii pezzi, di larghezza costante che sostengono le lastre di copertura e son fermate con chiavarde di ferro con stelle esagone come le costole della gran cupola. La lunghezza di queste generatrici della superficie conica non è uguale per tutte, come d'altronde si vede nel prospetto del cupolino, perchè il cono impostandosi apparentemente sopra le otto falde inclinate dei frontoni forma come quattro pie' di vela scendenti negli angoli di compluvio di quelle. Per dar maggior sostegno a tali costole, riunite inferiormente da una fascia a linea spezzata, pensò l'Antonelli di collocare alla loro base altrettanti beccatelli o mensole di foggia singolare penetranti nella muratura del cono. Varii occhi circolari servono ad illuminare l'interno di questo.

In alto una cornice sporgente con 24 mensole forma coronamento; e internamente vi corrisponde un cilindro con-

tinuo di muratura alto m. 1,10 nel quale viene a penetrare la testa dei pilastri più distanti dal centro. Altro tamburo simile unisce la sommità degli altri otto, impostato su archi in curva che al disopra di una lastra di pietra a guisa di capitello fra loro li collegano. Otto delle mensole della cornice sono lunghe oltre m. 1,80 e servono così prolungate ad unire le teste dei piedritti o fulcri interni al cono e a ripartire su di essi il peso dei piani superiori. Ciò è visibile sullo spaccato della Tavola.

Una seconda piattaforma EF, a cui fa da parapetto una ringhiera circolare di ferro descritta con raggio di m. 3,80, costituisce un nuovo comodo osservatorio pel pubblico, alto da terra m. 107,03. Il suolo ne è formato da robustissimi lastroni poggiati sui due anelli di muratura più sopra accennati. Otto piedistalli circolari isolati ed altri otto a sezione mistilinea distribuiti sul giro maggiore e collegati da banchina, insistono su questa balconata a piombo dei fulcri nascosti nel cono, e su di essi si innalza un doppio intercolonnio con trabeazione circolare sormontata da balaustrata di granito G H con colonnine simili a quelle della gran piattaforma quadrata inferiore.

Osserveremo qui come il pavimento dei balconi sia fatto di granito più facilmente lavorabile della pietra di Luserna. Con questa è però fatto tutto il suolo compreso fra i pilastri interni ed esterni al piano della prima piattaforma, come già si notò, e tutto il pavimento del piano od ambulatorio intermedio soprastante. In tutto il cupolino troviamo spesso dei monoliti di granito di peso e misura straordinaria, come i mensoloni alla base, i lastroni angolari della grande piattaforma quadrata, i cornicioni inclinati dei frontoni del tempietto, ecc. Convien dire che mai abbastanza potrebbe lodarsi la completa riuscita di un lavoro così straordinario, che fu condotto sempre sotto la sorveglianza del bravo capomastro V. Rossi.

\*

Ritorniamo un passo indietro per vedere come continua l'andamento delle scale che fino alla base della cuspide maggiore troveremo sempre doppie per comodità di salita e discesa. Come dicemmo i due sbocchi nel cono erano indicati dalla lettera *a*. Una prima rampa alquanto ripida coi gradini a sbalzo, a nord ed a sud, va parallelamente ai frontoni traforati da finestrone circolare, poi si ripiega ad angolo retto e con poche alzate raggiunge il livello superiore dei muri che servono di rinfianco alla volta a padiglione; dopo si trovano otto comodi gradini occupanti parte dello spazio anulare fra le due serie dei pilastri che dicemmo smussati, con una distanza minima di m. 0,58 fra di essi e fan capo ad un vasto ripiano a livello della corona quadrata (spessore m. 0,38) del padiglione, indicata in pianta con una linea punteggiata pel perimetro maggiore ed altra continua marcante il vano del lucernario (metri 1,40  $\times$  1,40). Su questa corona sta un anello di pietra (raggi m. 1,105 e 0,83) che scantona gli angoli del lucernario, e serve di base a tutto il sistema dei sostegni della doppia scala che circolarmente si sviluppa per ben 22 metri di altezza lasciando in mezzo una specie di cavo o pozzo del diametro di m. 1,70. Sceglieremo un poco più in alto un lembo di queste scale per illustrarlo con figure, allorchè usciti dall'interno del cono, che sarà serbato senza intonachi e sarà sempre la parte meno illuminata e meno appariscente di tutto il cupolino, la scala ci si presenterà più bella, comoda e libera ed ove i suoi gradini incastrandosi in colonnette di laterizio ci daranno l'esempio generale del modo di loro costruzione.

La prima porzione di quei sostegni si presenta colla forma di un tamburo cilindrico dello spessore di m. 0,12, alto m. 1,90 con otto aperture arcuate sopra e sotto, sullo



interno del quale sporgono brevi fusti di colonnette in laterizio con diametro di m. 0,28. Un secondo anello di pietra determina il livello superiore di questo cilindro, e di lì dipartonsi otto esili e svelte colonne di granito rosso con capitello a cui è sovrapposto un cerchio di pietra all'altezza stessa della banchina posata sui piedistalli esterni, come già dicemmo insistenti sulla piattaforma colla ringhiera di ferro.

Nel tamburo gli scalini possono essere per la maggior parte a sbalzo, non così per tutta l'altezza delle colonne di pietra che essi intaccano appena appena. Qui vi si è dovuto ricorrere alla protezione delle ringhiere, le quali naturalmente si sono dovute tralasciare su disegno in piccolo come quello della Tavola, e che fra l'una e l'altra colonna si sviluppano a tratti difendendo ad un tempo dalle cadute nella gabbia. Inoltre piccole travi a T sostenute da sbarre trasversali murate vanno tangenzialmente sotto i gradini assecondando la curva od elica della scala. L'altezza del tronco di cono che coi suoi ingombri presentava le maggiori difficoltà fu così superata con quattro differenti tipi di scale che in totale ci danno  $13 + 4 + 8 + 14 + 14 = 53$  alzate.

\*

I ripiani di sbocco delle scale, che trovansi sempre uno a ponente e l'altro a levante come si vede nelle sezioni EF, GH, IK, sono in EF e nel piano superiore più alti che non il pavimento dei rispettivi balconi per maggior difesa dalle piogge. Una specie di zocchetto o bordo massiccio sta infatti sull'orlo dei tamburi corrispondenti internamente alle altezze delle varie trabeazioni. Il loro contorno maggiore descritto con raggio di m. 1,97 apparisce tutto sulla pianta EF e per metà nella porzione a destra della pianta GH. Abbiamo voluto fare quest'osservazione per l'intelligenza maggiore di tali figure. I gradini vanno tangenzialmente ai piedistalli ed alle colonne che li ricingono senza mai intaccarle.

Si è accennato più sopra alla forma mistilinea dei piedistalli dell'intercolonnio esterno EF, per la quale sembra avesse una particolar simpatia l'A. Qui avvertiremo come questa possa essere rassomigliata in pianta ad una lettera U, le cui aste, alquanto divergenti anzichè parallele, siano all'estremità riunite da una linea leggermente curva e di perimetro convesso. Sulla sezione orizzontale relativa appariscono quattro di queste basi ed è facile capire da esse il perchè nelle proiezioni verticali corrispondenti le soprastanti colonne si presentino all'occhio quasi fuori di centro.

La ringhiera di ferro ha la lama inferiore a filo del margine della piattaforma (diametro 7,50) per non togliere spazio. È solidamente tenuta a posto da 24 grappe piatte lunghe 70 cm. fermate ai lastroni. Sulla pianta se ne vedono alcune. La ringhiera è semplicemente costituita da altrettanti bastoni verticali con pigne corrispondenti al disopra del mancorrente, fra l'uno e l'altro dei quali sono intercalati 7 montanti di minor grossezza con boccioli ai capi, il tutto colorito di bianco e di aspetto leggero.

Anche in quest'ordine gli architravi sono resi con opportuni espedienti meno massicci e pesanti. In quello esterno si han degli archetti poggiati sul tergo delle mensole; a ciascuna delle risultanti cellette corrisponde sul prospetto un foro circolare. Delle mensole stesse otto convenientemente prolungate poggiano ad un tempo su due colonne in direzione dei rispettivi raggi per maggior stabilità di costruzione.

(Continua)

A. FRIZZI.

## GEOMETRIA PRATICA

## UN NUOVO TACHEOMETRO.

La lotta (incruenta) tra il verniero ed il microscopio composto per la lettura dei cerchi graduati degli strumenti misuratori di angoli finirà certamente colla vittoria del microscopio anche negli strumenti destinati ai lavori elementari di topografia.

Il microscopio composto a vite micrometrica o a stima è adoperato da molto tempo nei teodoliti destinati ad osservazioni astronomiche o geodetiche.

Il solo strumento topografico fornito di microscopi è stato finora il CLEPS del Porro che, primo in Italia, ebbe la felice idea di applicare il microscopio a fili fissi alla lettura dei cerchi graduati degli strumenti topografici. I tacheometri finora sono stati sempre muniti di vernieri.

Per il Gabinetto di Geometria pratica della Scuola di Applicazione degli Ingegneri di Torino abbiamo ordinato appositamente al meccanico signor Bardelli un TACHEO-

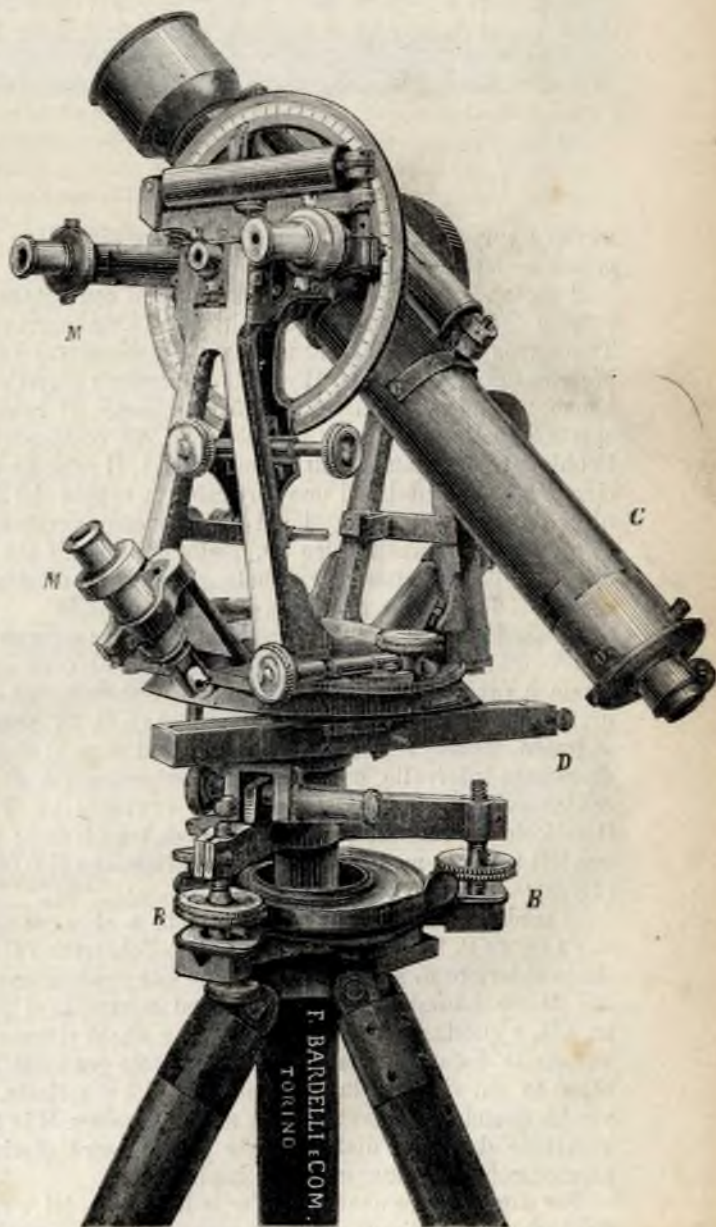


Fig. 8. — Tacheometro con microscopi a stima.

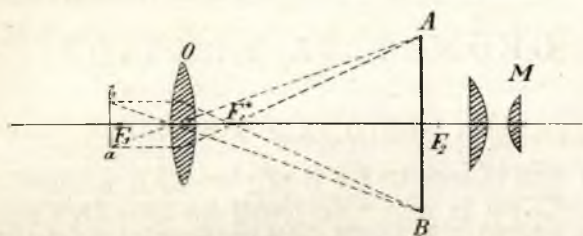


Fig. 9.

la figura 10, la quale rappresenta il campo del microscopio, ossia ciò che l'osservatore vede nell'atto della lettura.

I numeri 2, 3, 4 indicano i gradi, ciascuno dei quali, come si è detto, è diviso in 10 parti. Il gruppo dei tre fili del reticolo si vede proiettato tra i numeri 2 e 3. La lettura delle diecine di gradi si fa a parte da una finestrina chiusa con una lastrina di vetro sulla quale sta incisa una riga rossa.

Supponendo che codesta riga rossa stia tra i numeri 210 e 220, le letture corrispondenti ai tre fili della figura 10 sono rispettivamente:

212,78  
212,82  
212,88

la cui media 212,827 si ottiene facilmente.

Il tempo impiegato a leggere un angolo con questo strumento è quasi la metà di quello che s'impiega con un tacheometro a noni.

Torino, gennaio 1890.

N. JADANZA.

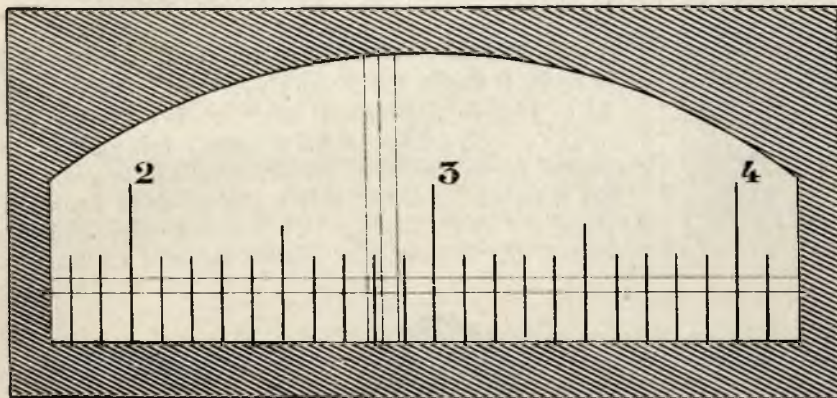


Fig. 10.

METRO A MICROSCOPI A STIMA avente l'approssimazione del primo centesimale 32",4).

Il signor Bardelli, sempre premuroso nel contentare la propria clientela, lo ha fatto costruire dalla rinomata casa TROUGHTON e SIMMS di Londra. Il nuovo tacheometro è rappresentato dalla figura 8. Il circolo orizzontale e verticale hanno ciascuno il diametro di 135 millimetri. Il cannocchiale è anallattico, ha la lunghezza di 38 centimetri e l'obiettivo del diametro di 48 millimetri. Il reticolo è a cinque fili orizzontali ed uno verticale; la coppia dei due fili orizzontali più distanti dal filo di mezzo corrisponde al rapporto diastimometrico 50, quella dei due fili più vicini a quello di mezzo corrisponde al rapporto diastimometrico 100. L'oculare del cannocchiale è mobile.

La divisione dei circoli è fatta su argento; ognuno di essi è diviso in 400 parti (gradi centesimali), ed ogni grado è diviso in 10 parti, cosicchè l'intervallo tra due divisioni consecutive del circolo graduato è di UN DECIMO di grado. Mediante il microscopio si può stimare il decimo di codesto intervallo, cosicchè l'approssimazione è di un centesimo di grado, ossia di un PRIMO CENTESIMALE. Però il reticolo del microscopio è composto di tre fili fissi; leggendoli tutti, la media avrà un'approssimazione di 0,0058 (18",8).

Il modo di funzionare del microscopio a stima si vede nella figura 9. La lente convergente O è l'obiettivo il cui fuoco anteriore F, si trova vicinissimo alla graduazione *ab* del circolo. La immagine di *ab* reale ed ingrandita si trova in AB, e questa avrà una posizione fissa finchè rimane invariata la distanza della lente O dal circolo graduato. Nel piano in cui si forma la immagine AB vi è il reticolo, cosicchè, quando l'osservatore avrà messo l'oculare M in tale posizione da veder distintamente i fili, vedrà distintamente anche la immagine della graduazione.

Per comprendere quanto sia facile la lettura dei circoli del tacheometro di cui parliamo sarà sufficiente guardare

## MECCANICA CELESTE

### SULLA ROTAZIONE E SULLA COSTITUZIONE FISICA DEL PIANETA MERCURIO

Discorso di G. V. SCHIAPARELLI (1).

Fra tutti gli antichi pianeti nessuno è difficile ad osservare quanto Mercurio, e nessuno presenta tanti impedimenti per lo studio così della sua orbita, come della sua natura fisica. Rispetto all'orbita basti dire, che Mercurio è l'unico pianeta, di cui sia stato fino ad oggi dichiarato impossibile l'assoggettare il corso alle leggi della gravitazione universale, e la cui teoria, quantunque elaborata dalla sagacità di un Leverrier, ancor presenti notabili discordanze colle osservazioni. E quanto alla natura fisica, ben poco se ne conosce, e quel poco si può dire, che quasi tutto dipende da osservazioni ormai antiche di un secolo, fatte a Lilienthal dal celebre Schroeter.

Difficilissimo infatti è l'esame telescopico di questo pianeta. Descrivendo intorno al Sole un'orbita assai angusta, Mercurio non appare mai in cielo tanto separato dal gran luminare, da poter essere esaminato nella piena oscurità della notte, almeno in queste nostre latitudini. Né possono riuscire se non raramente osservazioni fatte nel periodo crepuscolare avanti il sorgere e dopo il tramontar del Sole; perchè sempre in tal circostanza si trova tanto basso verso l'orizzonte e tanto soggetto alle agitazioni ed alle ineguali refrazioni degli infimi strati atmosferici, da presentar per lo più nel telescopio quell'aspetto incerto e fiammeggiante, che all'occhio nudo si accusa con una forte scintillazione; pel qual motivo già gli antichi lo chiamavano *Stilbon*, cioè lo scintillante. Essendo dunque impossibili le osservazioni di notte, e raramente possibili nel crepuscolo, non rimane altro scampo che tentarle nella piena luce del giorno, in presenza del Sole sempre vicino, a traverso di una atmosfera sempre illuminata.

(1) Dagli *Atti della R. Accademia dei Lincei*, Rendiconti, vol. V, fasc. 2. Adunanza solenne dell'8 dicembre 1889 onorata dalla presenza delle LL. MM. il Re e la Regina e dalle LL. AA. RR. il Principe di Napoli ed il Duca d'Aosta.

Alcuni tentativi fatti nel 1881 avendomi persuaso, esser possibile non solo di vedere le macchie di Mercurio nella piena luce del giorno, ma ancora di ottenere per esse macchie una serie di osservazioni abbastanza connessa e continuata, col principio del 1882 determinai di fare uno studio regolare di questo pianeta; e negli otto anni che seguirono, ebbi Mercurio nel campo telescopico parecchie centinaia di volte, il più spesso con poco frutto e perdendovi assai tempo, ora a causa dell'agitazione atmosferica, che durante il giorno è spesso molto grande (specialmente nei mesi d'estate) ora a causa della insufficiente trasparenza dell'aria. Nondimeno, usando la dovuta pazienza più di 150 volte sono riuscito a veder le macchie del pianeta con maggiore o minor precisione, e a farne anche talvolta qualche disegno abbastanza soddisfacente. Al qual fine ho adoperato da principio il nostro minore telescopio di Merz; il quale comechè composto di ottimi vetri, pure spesso riusciva inadeguato alla difficoltà di queste osservazioni. Ma essendosi frattanto collocato nella Specola di Milano il nuovo grande Refrattore Equatoriale, che si può dire sia l'opera più perfetta uscita dalle officine di Monaco, col suo aiuto mi fu dato di proseguire il lavoro con maggior successo, ed arrivare a risultati più completi e più sicuri. Ed a proposito di questo Refrattore non posso ricordare senza viva emozione di gratitudine il caldo interesse dimostrato dalle Maestà Vostre undici anni or sono, nell'occasione che si trattò di provvedere per la Specola di Milano questo nobile strumento; nè mi è possibile dimenticare la generosa premura, con cui quest'Accademia, e a capo di essa Quintino Sella di gloriosa memoria, vollero appoggiare di autorevole voto la relativa proposta; e la grande maggioranza, di cui l'onorarono ambi i rami del Parlamento. Le novità, che questo telescopio ha rivelato sul pianeta Mercurio, io considero come i risultati più importanti e più pregevoli, che con esso siasi finora ottenuti; col dare di tali novità in questo momento e in questo luogo la prima notizia, mi sembra di adempire un dovere.

\*

Prima dirò della rotazione del pianeta, la quale ho trovato esser molto diversa da quanto si era fino ad oggi creduto sulla fede di poche ed insufficienti osservazioni fatte ora è un secolo con imperfetti telescopi. Di questa rotazione, a stabilirla la quale ho dovuto faticar più anni, il modo e il carattere principale si può enunciare in poche parole, dicendo che Mercurio gira intorno al Sole in modo simile a quello con cui la Luna gira intorno alla Terra. Come la Luna descrive il suo corso intorno alla Terra, mostrandoci sempre a un dipresso la medesima faccia e le medesime macchie; così Mercurio, nel percorrere la sua orbita intorno al Sole, presenta al gran luminare sempre a un dipresso il medesimo emisfero della sua superficie.

Ho detto a un dipresso il medesimo emisfero, e non esattamente il medesimo emisfero. Mercurio infatti è soggetto, come la Luna, al fenomeno della *librazione*. Osservando la luna piena anche con un piccolo telescopio in epoche molto diverse, si nota che in generale le medesime macchie occupano la regione centrale del suo disco; ma studiando più minutamente queste macchie centrali e i rapporti delle loro distanze dall'orlo orientale e dall'orlo occidentale non si tarderà a riconoscere (come per la prima volta fece Galileo ora sono circa 250 anni), che esse vanno oscillando di una quantità sensibile ora verso destra, ora verso sinistra; ciò che chiamasi la *librazione di longitudine*. Un tal fatto proviene principalmente da questo, che il punto a cui la Luna in perpetuo e quasi esattamente (1) rivolge uno dei suoi diametri non è già il centro dell'orbita ellittica lunare, ma quello dei due fochi di essa orbita, che non è occupato dalla Terra, il qual punto chiamasi dagli astronomi il *foco superiore*. A chi si trovasse in questo punto la Luna dovrebbe dunque presentare sempre il medesimo aspetto. A noi invece che siamo da quel punto distanti di 42 mila chilometri (in media), la Luna si mostra un poco diver-

samente secondo i tempi, rivolgendosi verso di noi ora alquanto più delle sue regioni orientali, ora alquanto più delle occidentali.

Simile affatto è il modo, con cui Mercurio si presenta al Sole durante le varie fasi del suo giro. Il pianeta dirige costantemente uno dei suoi diametri non già verso quel foco della sua orbita ellittica, che è occupato dal Sole, ma verso l'altro foco, verso il foco superiore. Or questi due fochi essendo distanti fra di loro non meno di un quinto di tutto il diametro dell'orbita di Mercurio, la librazione del pianeta è molto grande; e quel punto di Mercurio, che riceve verticalmente i raggi solari, si va spostando sulla superficie del pianeta, e fa lungo l'equatore del medesimo un moto oscillatorio la cui ampiezza è di 47 gradi, cioè più che un ottavo di tutto il giro dell'equatore stesso; e il periodo completo di andata e ritorno è uguale al tempo impiegato da Mercurio a percorrere tutta la sua orbita, cioè di quasi 88 giorni terrestri. Mercurio adunque rimane orientato verso il Sole, come un ago magnetico verso un pezzo di ferro; tale orientamento tuttavia non è tanto costante, da non ammettere un certo moto oscillatorio del pianeta verso oriente e verso occidente, simile a quello che fa la Luna rispetto a noi.

Questo moto oscillatorio è della massima importanza per lo stato fisico del pianeta. Supponiamo infatti che esso non esistesse, e che Mercurio presentasse alla luce ed al calore del Sole sempre il medesimo emisfero, l'altro emisfero rimanendo avvolto in perpetua notte. Quel punto della superficie, che forma il polo centrale dell'emisfero illuminato, avrebbe eternamente il Sole a perpendicolo; gli altri luoghi di Mercurio a cui giunge il Sole coi suoi raggi, lo vedrebbero sempre sulla medesima plaga dell'orizzonte alla medesima altezza, senza alcun moto apparente, nè altra sensibile mutazione. Dunque nessuna vicenda di giorni e di notti, e nessuna varietà di stagioni; chè anzi rimanendo in presenza del Sole sempre invisibili le stelle, e Mercurio non avendo Luna, è difficile comprendere in qual modo nelle regioni di perpetuo giorno si potrebbe ottenere un computo regolare dei tempi!

Le cose stanno in realtà quasi a quel modo sopra Mercurio, ma non intieramente a quel modo. Quel moto oscillatorio, che vedemmo avere il corpo di Mercurio rispetto al Sole, da un osservatore collocato alla superficie del pianeta sarà attribuito al Sole stesso, appunto come noi sogliamo dare al Sole quel moto rotatorio diurno, che in realtà è della Terra. Mentre dunque il Sole a noi sembra circolare in modo continuato da oriente ad occidente, determinando in 24 ore il periodo del giorno e della notte, uno spettatore collocato sopra Mercurio vedrà il Sole descrivere con moto alternativo di va e vieni un arco di 47 gradi sulla volta celeste, del quale arco la posizione rispetto all'orizzonte dello spettatore rimarrà in perpetuo la medesima. Un ciclo completo di tale doppia oscillazione del Sole durerà quasi esattamente 88 giorni terrestri. E secondo che il predetto arco del moto oscillatorio solare è tutto sopra l'orizzonte dello spettatore, o tutto sotto l'orizzonte, o parte sopra e parte sotto, si avranno apparenze diverse, e una diversa distribuzione di calore e di luce. Pertanto in quelle regioni di Mercurio dove l'arco dell'oscillazione solare sta tutto intiero sotto l'orizzonte locale, non si vedrà mai il Sole, e si avrà oscurità continua. In tali regioni, che occupano circa tre ottavi di tutto il pianeta, la notte densa ed eterna non potrà esser temperata che da eventuali sorgenti di luce, come da refrazioni e da crepuscoli atmosferici, da aurore polari e da consimili fenomeni, a cui si aggiunge il debolissimo lume fornito dalle stelle e dai pianeti. Un'altra parte di Mercurio, che pure comprende tre ottavi di tutta la superficie, vedrà tutto l'arco dell'oscillazione solare sopra l'orizzonte; tali regioni saranno continuamente esposte ai raggi del Sole, senz'altra variazione che quella di una maggiore o minore obliquità nelle varie fasi del periodo di 83 giorni; per esse non sarà possibile notte alcuna. E da ultimo vi sono altre regioni, comprendenti in complesso la quarta parte di tutto il pianeta, per le quali l'arco dell'oscillazione apparente del Sole sta parte sull'orizzonte e parte sotto. Per queste soltanto saranno possibili alternative di luce e di oscurità. In queste regioni privilegiate l'intero periodo di 88 giorni terrestri si dividerà in due intervalli, uno tutto di luce, l'altro tutto di oscurità; la durata dell'uno e dell'altro sarà uguale in certi luoghi, in altri prevarrà invece la

(1) Negligendo cioè la piccola inclinazione dell'equatore lunare rispetto al piano dell'orbita, e supponendo che il moto della Luna in essa orbita si faccia secondo la così detta *ipotesi ellittica semplice*, nella quale si trascurano le perturbazioni dell'anomalia vera, e certi termini di questa che son dell'ordine del quadrato dell'eccentricità.

luce o l'oscurità in maggiore o minore misura, secondo la posizione del luogo sopra la superficie di Mercurio, e secondo che del predetto arco una parte maggiore o minore sta sopra l'orizzonte.

Sopra un pianeta così ordinato la possibilità della vita organica dipenderà dall'esistenza di un'atmosfera capace di distribuire il calore solare sulle diverse regioni, in modo da attenuare gli straordinari eccessi di caldo e di freddo. La presenza di una tale atmosfera sopra Mercurio fu già congetturata da Schroeter ora è un secolo; nelle mie osservazioni ne trovo più evidenti indizi, che concorrono ad affermarla con una probabilità molto prossima alla certezza.

Un primo indizio deriva dal fatto costante, che le macchie del pianeta, visibili per lo più quando si trovano nelle regioni centrali del disco, si vedon meno, ed anche spariscono nell'avvicinarsi al contorno circolare del medesimo; il che ho potuto assicurarmi non prevenire semplicemente dalla maggiore obliquità della prospettiva, ma propriamente dal fatto, che in quella posizione perimetrale vi è maggior ostacolo alla vista, e questo sembra non possa essere altro, che la maggior lunghezza del cammino, che i raggi visuali partiti dalle macchie non centrali devono percorrere entro l'atmosfera di Mercurio per giungere fino a noi. E da questa traggio ragione di pensare che l'atmosfera di Mercurio sia meno trasparente che quella di Marte, e si avvicini di più, sotto questo riguardo, a quella della Terra.

Oltre a questo, il contorno circolare del pianeta, dove le macchie diventano meno visibili, appare sempre più luminoso del resto, ma spesso luminoso irregolarmente, in certe parti più, in altre meno; e talvolta si vedono lungo questo contorno aree bianche assai brillanti, le quali durano in vista parecchi giorni di seguito, ma sono però generalmente mutabili, ed ora stanno in una parte, ora in altra. Attribuisco questo fatto a condensazioni nel seno dell'atmosfera di Mercurio, la quale con tanta maggior forza deve riflettere verso lo spazio celeste i raggi solari, quanto più diventa opaca. Tali aree bianche si vedono ancora spesso nelle parti più interne del disco, ma allora non sono più così brillanti, come sul contorno.

Ma vi ha di più. Le macchie oscure del pianeta, benchè permanenti quanto a forma e disposizione, non sono sempre egualmente manifeste, ma talvolta sono più intense, tal'altra più pallide; ed accade ancora, che l'una o l'altra diventi per qualche tempo invisibile affatto; il che non saprei attribuire ad altra causa più ovvia, che a condensazioni atmosferiche di natura analoga alle nostre nuvole, le quali impediscano più o meno completamente la veduta del suolo di Mercurio in alcune parti or qua or là. Un'apparenza perfettamente identica devono presentare le regioni annuvolate della Terra a chi le contempra dalle profondità dello spazio celeste.

\*

Circa la natura della superficie di Mercurio poco si può ricavare dalle osservazioni fatte sin qui. Anzitutto è da notare che  $\frac{3}{5}$  di tal superficie rimangono inaccessibili ai raggi solari, e quindi anche alla nostra vista; nè vi è molta speranza di saperne mai qualche cosa di certo. Ma neppure della parte visibile a noi sarà facile giungere a cognizione precisa e sicura. Le macchie oscure, anche quando non sono offuscate nel modo accennato poc'anzi da condensazioni atmosferiche, si presentano sempre sotto forma di strisce d'ombra estremamente leggera, che nelle comuni circostanze soltanto con molta fatica e con grande attenzione si possono riconoscere. Nelle migliori occasioni queste ombre hanno una tinta bruna e calda, come di seppia, che però sempre poco si distacca dal colore generale del pianeta, il quale d'ordinario è un roseo chiaro declinante al cupreo. Di queste forme o strisce così vaghe e diffuse è difficilissimo dare una rappresentazione grafica soddisfacente, specialmente a causa della indeterminazione dei contorni, la quale lascia sempre luogo ad un certo arbitrio. Tale indeterminazione di contorni tuttavia io ho motivo di credere, che sia nella maggior parte dei casi una pura apparenza, derivata da insufficiente potere ottico dell'istrumento; perchè quanto più bella è l'immagine, e quanto più perfetta è la visione, tanto più manifesta riesce una tendenza di

quelle ombre a risolversi in una quantità di minuti particolari. E non vi è dubbio che impiegando un telescopio più potente, tutto apparirebbe risolto in forme più minute; appunto come già con un semplice binocolo da teatro si mostrano risolvibili in infiniti particolari quelle masse d'ombra irregolari e mal distinte, che ad occhio nudo tutti vedono nella Luna.

\*

Considerata la difficoltà di studiar bene le macchie oscure di Mercurio, non sembra facile esporre un'opinione alquanto fondata sulla loro natura. Esse potrebbero semplicemente dipendere dalla diversa materia e struttura degli strati solidi superficiali, come sappiamo essere il caso della Luna. Ma se alcuno, tenendo conto del fatto che su Mercurio esiste un'atmosfera capace di condensazioni e forse anco di precipitazioni, volesse ravvisare in quelle macchie oscure qualche cosa d'analogo ai nostri mari, non credo che si avrebbero argomenti decisivi in contrario. E siccome quelle macchie non sono raggruppate in grandi masse, ma stanno disposte per aree e zone di non molta larghezza, molto ramificate, e con sufficiente uniformità alternate da spazi chiari, si dovrebbe concluderne, non esistere su Mercurio vasti Oceani e grandi massi continentali; ma penetrarsi fra loro le aree liquide e solide in modo reciproco con vicenda frequente; dando luogo così ad una condizione di cose assai diversa da quella che esiste sulla Terra, e che forse noi potremmo invidiare.

Abbiamo ad ogni modo in Mercurio, come in Marte, un altro mondo assai diverso dal nostro; illuminato e riscaldato dal Sole non solo con molto maggior forza che la Terra, ma secondo norme intieramente diverse; e dove certamente la vita, se pure vita vi esiste, trova condizioni così diverse da quelle a cui siamo avvezzi, che appena osiamo immaginarle. La perpetua presenza del Sole quasi a perpendicolo su certe regioni, e la perpetua assenza del medesimo dalle regioni opposte, parrebbe a noi qualche cosa d'intollerabile; tuttavia è da riflettere, che appunto un simile contrasto deve produrre una circolazione atmosferica più rapida, più forte, e più regolare di quella che spande gli elementi della vita sulla Terra; e forse per questo può avvenire, che su tutto il pianeta si produca un equilibrio di temperatura altrettanto completo, e forse anche più completo, che presso di noi.

Per questo suo modo di aggirarsi intorno al Sole sempre voltandogli la medesima faccia, Mercurio si distingue in modo cospicuo dagli altri pianeti; i quali tutti (almeno per quanto consta dai casi che si sono potuti determinare) ruotano rapidamente intorno al loro asse nello spazio di poche ore. Questo modo però, che nei pianeti sarebbe unico, sembra invece assai comune nei satelliti; tale almeno risulta verificarsi in tutti quei casi, in cui di un satellite, si è potuto investigare il moto rotatorio. Che il nostro proprio satellite abbia sempre a memoria d'uomini mostrato alla Terra il medesimo emisfero, è certo anche da storiche testimonianze; perchè già Dante parla di *Caino e le spine*, e fra gli opuscoli di Plutarco ve ne ha uno intitolato: *Della faccia che si vede nel disco della Luna*. Che i satelliti di Giove mostrino sempre la medesima faccia a questo loro pianeta principale, è probabile per i tre primi, e per il quarto è indubitabilmente dimostrato dalle osservazioni di Auwers e di Engelmann. Lo stesso fatto aveva già verificato Guglielmo Herschel per Iapeto, l'ottavo e più lontano satellite di Saturno. Parrebbe dunque norma generale per i satelliti quello, che nel caso di Mercurio è eccezione fra i pianeti.

Tale eccezione tuttavia non sembra senza motivo, e probabilmente è connessa col fatto della grande vicinanza di Mercurio al Sole, e forse ancora coll'altro fatto, dell'essere Mercurio privo di satelliti: e dipende a quanto io penso, dal modo con cui Mercurio è stato generato nel tempo in cui il sistema solare venne prendendo la sua forma attuale. La singolarità di Mercurio costituisce pertanto un documento nuovo da aggiungere a quelli che si devono considerare facendo lo studio della cosmogonia solare e planetaria.

## MECCANICA APPLICATA

## LA RIGIDEZZA DELLE FUNI

secondo il sig. Ing. L. DE LONGRAIRE (1).

Per alcune teorie della scienza dell'ingegnere, è avvenuto che si sono trasmesse di generazione in generazione, senza che alcuno si sia occupato di esaminarne il valore; esse basano sopra esperienze non sempre sicure, il più delle volte fatte con mezzi preadamitici, incompleti o insufficienti, quindi sono esse stesse difettose; nessuno più si è curato di rifare le esperienze, e coloro che le studiarono e non vollero attenersi all'andazzo generale, si occuparono ad esprimere con formole più o meno empiriche i risultati forniti dalle esperienze primitive. Un bel giorno però eccoti chi dubita delle formole comuni, e comincia dal chiedersi che base esse hanno; indaga i risultati che vi diedero origine, ne riconosce l'insufficienza; paragona con altri risultati posteriori che si hanno da varie applicazioni, trova discordanza, e finisce per dimostrare che quelle teorie sono o invecchiate, o difettose, o erronee; allora si sente il bisogno di nuove ricerche, di esperienze più razionali e quindi di una nuova teoria.

Ciò avvenne nella determinazione delle dimensioni da assegnarsi ai diversi pezzi che compongono una costruzione in ferro, nella quale prima del 1875 non si faceva alcun calcolo nè della diversità nella natura degli sforzi agenti nello stesso pezzo, nè della ripetizione dei medesimi, finchè le esperienze di Wöhler e di Spangenberg dimostrarono che tanto l'alternarsi di sforzi diversi, quanto l'azione loro ripetuta influiscono sulla resistenza dei materiali, e che perciò nel calcolo delle dimensioni, queste circostanze devansi tenere presenti.

Questo stesso fatto si è avverato per la teoria della rigidezza delle corde, la quale fino ad oggi non fornisce risultati pratici sicuri, poichè si fonda sopra un allontanamento della corda al suo accavallarsi sulla puleggia e un ripiegamento all'atto che abbandona la medesima. Ora è noto che per puleggie aventi un diametro di una certa grandezza e per tensioni alquanto forti non esiste nè l'allontanamento nè il ripiegamento, per cui la teoria e le formole che ne sono l'espressione, non possono ritenersi giuste e debbono rigettarsi.

Quanto sia importante per la pratica di possedere delle formole esatte, risulta dalla molteplicità degli usi a cui vengono impiegate tanto le corde di canape che quelle metalliche, e dalle varie divergenze che esistono nei diversi coefficienti adottati per la loro resistenza. Infatti le prime servono ad un'infinità di usi nei cantieri di costruzione; le altre vengono impiegate nelle trasmissioni teledinamiche, nelle ferrovie funicolari, nelle miniere, nei trasporti aerei, ecc. L'esame di questa questione è tanto più opportuno oggi in quanto che nel 1887 l'ing. Murgue fece delle esperienze sopra la rigidezza dei cavi, che hanno fornito delle indicazioni preziosissime.

L'ing. De Longraire s'è appunto accinto a questo studio, e riunendo tutte le nozioni che sono sparse qua e là nei libri dei singoli autori che si occuparono della stessa questione, interpretando con giusto criterio e sana critica i risultati delle esperienze antiche, ne fece un paragone con quelli delle esperienze di Murgue, e arrivò così a dimostrare che le teorie in uso fino ad oggi sono tutte erronee e da rigettarsi; e però non si limita ad abbattere, ma cerca di ricostruire, proponendo una nuova teoria fondata sul metodo sperimentale, con formole semplici e di un uso facile nella pratica. L'ing. De Longraire espone per sommi capi le considerazioni da lui fatte alla Società degli Ingegneri civili di Francia nella seduta dell'8 ottobre p. p., e ne ebbe approvazione generale; negli Annali poi della Società stessa pubblicò per intero gli studi suoi. Vista l'importanza dell'argomento, crediamo fare cosa grata ai lettori dell'*Ingegneria* riassumendo brevemente le considerazioni del signor De Longraire.

\*

Premettiamo innanzi tutto che l'ing. De Longraire si servì per studiare la teoria di Weisbach della traduzione italiana della *Meccanica* di questi fatta dall'ing. G. Sacheri, come egli stesso dice al n. 7, la quale è corredata di note che accennano ai principali lavori stampati in Italia sulle diverse questioni trattate, e che in essa nulla trovasi riguardo a studii recenti sulla rigidezza delle funi.

Per quanto poi consta a noi, i libri di meccanica nostri non danno teorie speciali, ma riportano le formole francesi o tedesche.

Colombo, nel suo *Manuale dell'Ingegnere* (2) dà per le corde di canape e per le funi metalliche le stesse formole di Redtenbacher; per le corde di canape usate invece, dà la formola empirica:

$$S = 18 \frac{d^2}{D} T,$$

(1) *Notes sur la raideur des cordages*, par L. DE LONGRAIRE, ingénieur civil. — Extrait des *Mémoires de la Société des ingénieurs civils*, octobre 1889, Paris. L'opuscolo a parte è vendibile presso Baudry e C., Parigi, rue des Saints Pères, 15.

(2) Edizione 5<sup>a</sup>; la prima edizione non parla di rigidezza.

la quale evidentemente è stata dedotta da quella di Redtenbacher per le funi nuove, ammettendo che dall'uso la rigidezza sia diminuita di circa un terzo. Le considerazioni fatte dal sig. De Longraire relativamente alle formole di Redtenbacher valgono quindi anche per queste.

L'ing. De Longraire divide il suo lavoro in tre parti. Nella prima di esse fa una esposizione storica della questione; nella seconda esamina le teorie attuali sulla rigidezza dei cavi dimostrandone l'erroneità, ed espone una teoria propria razionale; finalmente nella terza sottopone ad un esame critico le formole in uso comunemente e basate sulle antiche teorie, e ne propone tre nuove, dedotte la prima dalle esperienze di Coulomb, le altre due da quelle di Murgue.

Alla parte storica precedono alcune definizioni e notazioni relative alla rigidezza nei suoi due significati (l'uno in rapporto all'elasticità, l'altro alle corde, che è appunto quello su cui si svolge tutta la Memoria del signor De Longraire) e alle varie denominazioni delle corde.

\*

Le prime esperienze sulla rigidezza delle corde di canape furono fatte da Amontons, ed i risultati inseriti nelle Memorie dell'Accademia delle Scienze di Parigi (vol. del 1699): esse furono ripetute da Désaguiers che ne diede una relazione nelle sue *Lezioni di fisica*. Ma tanto le une, quanto le altre non hanno gran valore.

Coulomb intraprese nel 1779 a Rochefort le prime esperienze che servirono di base alle teorie posteriori; a tal uopo fece fabbricare appositamente delle funi con canape di primo taglio, e si servì di un apparecchio analogo a quello di Amontons, a cui sostituì in seguito una disposizione la quale permetteva di far accavallare le corde da sperimentare su cilindri di dimensioni maggiori che non era possibile coll'apparechio primitivo.

Dai risultati ottenuti, Coulomb concluse che la rigidezza delle corde è approssimativamente proporzionale alla tensione a cui sono sottoposte, in ragione inversa del diametro dei rulli o cilindri su cui si accavalcavano, e quasi proporzionale al quadrato dei diametri delle corde. Quest'ultima circostanza Coulomb la formulò introducendo nel calcolo un coefficiente  $m$  come esponente del diametro, senza però dimostrare la necessità del medesimo, e complicando in tal modo le formole da renderle quasi inutili per la pratica, mentre le esperienze da lui fatte sono assai importanti e permettono di dedurre una formola che il signor De Longraire, come vedremo in appresso, propone appunto per le applicazioni pratiche.

Coulomb nel suo libro stabilisce una teoria della rigidezza delle corde, che non esponiamo perchè si trova in tutti i libri di meccanica; solo aggiungiamo che egli aveva già osservato l'influenza prodotta da piegamenti ripetuti delle corde sulla rigidezza delle medesime.

Il signor De Longraire, riassumendo con molta accuratezza le esperienze e le considerazioni di Coulomb, riporta in quattro specchi distinti i risultati delle medesime riducendoli in misure metriche, e traduce in espressioni analitiche la rigidezza delle corde secondo le idee di Coulomb e i due metodi impiegate.

Secondo Amontons la rigidezza sarebbe data dalla formola:

$$S = \frac{2e}{D+d} T,$$

in cui  $e$  rappresenta l'allontanamento della fune al momento in cui si accavalca sul cilindro, ossia la sua distanza dalla circonferenza del medesimo misurata sul diametro perpendicolare alla direzione della corda;

$T$  la tensione in chilogrammi a cui la corda è sottoposta;

$D$  il diametro del cilindro o puleggia su cui si accavalca, espresso in metri;

$d$  il diametro della corda pure espresso in metri.

Col metodo Coulomb si ha:

$$S = \frac{2(e+e')}{D+d-2e'} T,$$

dove  $e'$  rappresenta la quantità di cui la fune rientra all'istante nel quale abbandona la puleggia; se si fa  $e' = 0$ , la seconda formola diventa identica colla prima.

Gli autori francesi che trattarono la questione della rigidezza delle corde dopo Coulomb non intrapresero nuove esperienze; si limitarono ad esporre la stessa teoria apportandovi alcune modificazioni suggerite da un'interpretazione diversa dei risultati da lui ottenuti. Prony (1790 e 1810) li tradusse in misure metriche; Navier (1819) calcolò la rigidezza delle corde per puleggie del diametro di un metro, e consegnò i risultati in un prospetto che fornisce i dati necessari; per le corde bianche di un diametro di m. 0,020 si ha:

$$S = \frac{1}{D} (0,222 + 0,0097 T),$$

e per quelle incatramate, composte di 30 fili o namboli:

$$S = \frac{1}{D} (0,350 + 0,01255 T).$$

Per corde di un diametro maggiore o di un numero di fili superiore a 30, si fa uso delle stesse formole, e secondochè si cerca la rigidezza in funzione del diametro ( $d$ ) o del numero ( $n$ ) dei fili o del peso ( $p$ ) per metro lineare, si moltiplicano le medesime per uno dei rapporti seguenti:

per le corde bianche:

$$\frac{d^2}{(0,02)^2} = \frac{n}{30} = \frac{p}{0,283};$$

per quelle incatramate:

$$\frac{n}{30} = \frac{d^2}{(0,0236)^2} = \frac{p}{0,333}.$$

Morin (1860) dimostrò che il coefficiente  $m$  introdotto da Coulomb non è lo stesso per due termini della rigidezza, e che perciò è d'uopo farne a meno; esprime poi la rigidezza con formole trinomie non in funzione del diametro, ma basandosi sul numero di fili che compongono tanto le corde bianche, quanto quelle incatramate; egli conserva le quantità  $n$ ,  $d$  e  $p$  di Navier.

Ora è noto che la grossezza dei fili varia da una fabbrica all'altra, quindi non può servire a definire le corde, e perciò le formole di Morin non possono adottarsi.

Finalmente Résal (1875) riproduce la teoria di Coulomb e dà la formola:

$$S = \frac{A + BT}{D + d},$$

in cui l'allontanamento  $e$  sarebbe dato da:

$$e = \frac{A + BT}{2T};$$

pei valori dei coefficienti  $A$  e  $B$  rimanda al prospetto di Navier.

Flamant (1888) dà la formola:

$$S = \frac{A + BT}{D},$$

dicendo che  $A$  e  $B$  sono coefficienti numerici dipendenti dalla natura e grossezza delle corde, senza menzionare  $e$ .

Per le corde metalliche non si hanno altre esperienze in Francia prima di quelle fatte da Daniele Murgue e pubblicate nel 1887; queste furono eseguite sottoponendo i cavi a pesi variabili da 200 a 800 chilogrammi e col mezzo di un cilindro di un metro di diametro, mentre Coulomb lagnavasi di non aver potuto operare sopra cilindri di diametro maggiore di m. 0,162. I risultati di Murgue sono conseguiti in uno specchio ed hanno un'importanza grandissima; egli però non propose formola speciale.

\*

Terminata così l'esposizione storica della questione in Francia, l'ingegnere De Longraire passa all'Inghilterra e sulle tracce di Rankine, riferisce le idee degli autori inglesi sulla rigidezza delle corde; essi ammettono che è proporzionale all'area della sezione trasversale della corda e in ragione inversa del raggio di curvatura della medesima. Rankine dà in seguito le formole empiriche che il generale Morin ha dedotte dalle esperienze di Coulomb, senza parlare dell'allontanamento  $e$ , nè menzionare il numero dei fili che compongono le corde, il quale, come abbiamo visto, è la base delle formole di Morin.

\*

In Germania la formola comunemente impiegata prima delle esperienze di Weisbach (1848) era quella di Eytelwein:

$$S = 37,2 \frac{d^2}{D} T,$$

la quale trovò e trova tuttora applicazioni. Weisbach nella sua *Mechanica*, prima di esporre le proprie esperienze, dà la formola suddetta, senza accennare alle esperienze di Eytelwein su cui si basa; indi ricorda quelle di Coulomb e le formole dedotte da Prony; menziona le altre di Morin, e in due esempi, dai risultati diversi che si ottengono, conchiude che tali formole meritano poca fiducia, senza ricercare di discernere il falso dal vero, e quindi le ragioni di tali differenze; poi sperimentò con un apparecchio analogo al secondo di cui si servì Coulomb alquanto perfezionato, una corda incatramata, un'altra bianca, e due cavi l'uno interamente di fil di ferro, l'altro con anima di canape e di recente incatramato; egli dà i risultati delle sue esperienze per ognuna delle corde e ne tira delle conclusioni le quali non sono altro che la teoria di Coulomb. Questi risultati generalizzati, benchè relativi ad una corda unica, condurrebbero alle formole seguenti in cui si suppone la rigidezza proporzionale al quadrato del diametro.

Per corde incatramate:

$$S = \left( 850 + 6,5 \frac{T}{D} \right) d^2,$$

per corde bianche:

$$S = \left( 216 + 8,2 \frac{T}{D} \right) d^2.$$

Per funi di ferro:

$$S = \left( 1660 + 15,4 \frac{T}{D} \right) d^2;$$

e per cavi di ferro di recente incatramati e con anima di canape:

$$S = \left( 2455 + 6 \frac{T}{D} \right) d^2.$$

Redtenbacher cominciò dal dichiarare che il calcolo della rigidezza delle corde è inutile, perchè nei casi pratici prima di servirsene è necessario di fare delle esperienze su quelle che si hanno; quanto sia poco serio un tale ragionamento, non vale la pena di dimostrarlo. In seguito egli riconosce che le esperienze di Coulomb sono più esatte di quelle di Eytelwein; le formole che ne sono l'espressione però, invece di essere binomie, dovrebbero semplificarsi e propone la seguente:

$$S = 26 \frac{d^2}{D} T$$

con che si sarebbe fatto un passo innanzi; però il coefficiente 26 non può accettarsi come media fra le corde bianche e le incatramate. Per le corde metalliche propone la formola:

$$S = 58 \frac{d^2}{D} T.$$

Queste formole sono completamente empiriche, e Redtenbacher all'intento di dare un fondamento scientifico alla questione, paragona la corda ad un'asta elastica sottoposta a flessione; la forza necessaria a produrre questa curvatura sarebbe per lui la rigidezza cercata, il che non può ammettersi, poichè renderebbe la rigidezza indipendente dalla tensione delle corde, che è invece il fattore più importante della medesima. Quanta poca fiducia però ispirasse tale teoria, lo prova il fatto che nell'edizione più recente dei *Resultaten*, ecc., il compilatore di essa e successore del Redtenbacher, dott. Grashof, tralascia di parlarne. Esso ricorre alle esperienze di Weisbach e dà le formole seguenti:

$$S = \left( 540 + \frac{7,5 T}{D} \right) d^2$$

per le corde di canape, e per le funi di fili di ferro:

$$S = \left( 2030 + \frac{10,9 T}{D} \right) d^2.$$

nelle quali i coefficienti, come si può verificarlo mediante le formole dedotte innanzi dai risultati dello stesso autore, non sono che valori medii fra le due prime per la canape, e fra la terza e quarta del medesimo per i cavi di ferro, senza tenere presente che ciò non poteva farsi, riferendosi le due prime a cavi diversi, incatramati cioè e bianchi; e le ultime pure a funi di natura diversa.

G. Hermann mantiene l'esistenza di un allontanamento  $e$  all'accavallarsi della corda sulla puleggia, e di un rientramento  $e'$  all'abbandono della medesima; quindi si limita alle corde di canape, poichè per le funi metalliche i due valori di  $e$  ed  $e'$  si annullano nella formola della rigidezza; egli parte dalle idee di Weisbach, le allarga però, tenendo presente la teoria della flessione. Infatti osserva che le fibre di una corda accavallata sono cementate, oltre che dalla tensione  $T$ , da un altro sforzo proporzionale alla loro distanza dall'asse neutro, e quindi da uno sforzo di tensione quelle esterne e di compressione quelle interne; il valore di questi sforzi dovrà, secondo Hermann, essere tale che  $e$  diventi eguale ad  $e'$  (contrariamente a ciò che si fa nelle travi sottoposte a flessione, dove lo sforzo di tensione si fa uguale a quello di compressione); quindi facendo

$$T \left( \frac{1}{2} D + e \right) = T' \left( \frac{1}{2} D - e \right)$$

si ha:

$$T' = T \left( 1 + \frac{4e}{D} \right),$$

per cui

$$T' - T = S = \frac{4e}{D} T.$$

Adottando la formola di Eytelwein, e avvicinando i due valori di  $S$ , si ha il modo di calcolare l'allontanamento e il ripiegamento della corda, ossia:

$$e = e' = 37,2 \frac{d^2}{4} = 9,3 d^2$$

il che viene a dire che  $e$  ed  $e'$  sarebbero indipendenti dalla tensione e dal diametro della puleggia su cui si avvolge la corda.

Esposto così lo stato delle esperienze sulla rigidezza delle funi e le teorie che se ne dedussero tanto in Francia, quanto in Germania, l'egregio autore sottopone le medesime, nella seconda parte della sua memoria, ad un esame critico. Spiega innanzi tutto le conclusioni di Coulomb, perchè nel modo come si risolvevano le questioni di meccanica al tempo suo, non avrebbe potuto tirare conclusioni diverse, ma critica invece Weisbach, il quale, sulle tracce di Coulomb va ancora più lontano, pretendendo che le corde di canape perdano coll'uso interamente della loro elasticità, all'accavallarsi ed all'abbandono delle puleggie, e che anzi in questo caso richiedono un certo sforzo per raddrizzarsi. Per i cavi metallici poi tiene conto dell'attrito tra i fili ed i legnuoli, e ne deduce una formola contenente il termine  $e - e''$ ; siccome questi due valori li apprezza essere quasi uguali, così il termine svanisce e la rigidezza diventa uguale all'attrito; per cui i cavi lubrificati dovrebbero presentare una rigidezza minore di quelli secchi, e nel fatto, che realmente l'attrito in tal caso diminuisce del 40 0/10 circa, Weisbach trova una prova del risultato a cui è arrivato colla teoria; ma ciò è erroneo, poichè resta ancora il 60 0/10 per tale attrito e pel termine che ne dipende.

Ora è noto a tutti coloro che hanno visto funzionare dei cavi, vuoi per l'estrazione delle materie dai pozzi nelle miniere, vuoi per trasmissioni teledinamiche o per altro uso, che non si verifica allontanamento o ripiegamento alcuno nei medesimi all'accavallarsi sulle puleggie ed all'abbandono delle medesime, per cui mancherebbe la base delle teorie esposte, le quali vengono così a cadere. Il sig. De Longraire cita una serie di esperienze che convalidano l'asserzione suddetta, e conchiude dicendo che solo in casi speciali e per circostanze indipendenti dalla rigidezza si è potuto osservare i fenomeni di allontanamento e di ripiegamento.

La teoria di Redtenbacher poi non si può accettare menomamente, poichè se a tutto rigore si potrebbe ancora considerare quasi come omogeneo un legnuolo nuovo e ben commesso, di aspetto compatto, non si potrà certamente fare lo stesso di due o più commessi insieme, e paragonarli ad un solido, nel quale la materia sia uniformemente distribuita, e molto meno in una corda metallica, dove ogni filo resiste e viene cementato individualmente.

Dopo di avere dimostrato che le antiche teorie non hanno valore, l'egregio Autore cerca di spiegare la rigidezza in modo razionale, Esamina i fenomeni che si verificano nei cavi sottoposti a sforzi fra i quali si trova quello della rigidezza, e studia i rimedi che l'esperienza consiglia per la loro manutenzione.

Le applicazioni più importanti dei cavi di canape si hanno nella marina e nei cantieri di costruzione, quelle dei cavi metallici nelle ferrovie funicolari e nei pozzi delle miniere.

L'osservazione dei medesimi ha rivelato che tutti i cavi indistintamente subiscono un'alterazione nella loro resistenza alla rottura; quelli di canape poi si disorganizzano all'interno, riducendosi in polvere; in quelli metallici i fili e i legnuoli si deformano e si consumano; da queste osservazioni si conchiude che la curvatura dei cavi produce due generi di sforzi, i primi molecolari che cementano la elasticità della materia di cui i cavi stessi sono composti; e che sono tanto più piccoli quanto più grande è il diametro delle puleggie su cui si accavallano; i secondi di attrito reciproco fra i fili e i legnuoli, il quale viene attenuato, insieme al consumo dei medesimi mediante conveniente lubrificazione.

Questi risultati vengono confermati dalla teoria dell'elasticità, la quale spiega le cause che li producono; infatti alcune parti costituenti le corde, durante l'accavallarsi vengono maggiormente cementate che non certe altre, e ciò in causa della tensione che ha luogo per effetto della curvatura; i vari fili e legnuoli che sono a contatto si consumano per l'attrito che si produce dall'allungarsi e dall'accorciarsi dei medesimi; la disposizione elicoidale poi che hanno i singoli fili e legnuoli, complica i fenomeni e impedisce di tradurli con espressioni analitiche.

Su queste basi la teoria diventa razionale, e noi dobbiamo essere riconoscenti all'egregio Autore di avere mostrato questa nuova strada, nella quale si potrà camminare sicuri.

Aggiungiamo l'osservazione seguente: siccome alcuni fili nell'accavallarsi delle corde si accorciano ed altri si allungano, la tensione dei medesimi ad ogni rivoluzione completa passerà dal suo valore massimo al suo valore minimo; quindi essi vengono alternatamente allungati ed accorciati, dando luogo ad allungamenti ed accorciamenti ripetuti, i quali influiscono sulla resistenza dei fili, producendo un consumo celere, che sarà tanto maggiore, quanto più grande sarà la velocità con cui si muove il cavo, il suo diametro e la somma delle due tensioni totali massime che agiscono sui tratti di fune movente e cedente.

\*

Nella terza parte del suo lavoro l'ing. De Longraire passa in rivista le formole in uso fino ad oggi per il calcolo della rigidezza, le quali naturalmente al pari delle teorie devono rigettarsi; comincia dalle corde di canape; le formole di Coulomb, Morin e Navier peccano per

la forma binomia o trinomia, per l'esponente frazionario o per la scelta della variabile; quelle dei tedeschi invece sarebbero preferibili per la loro semplicità, e qui sta tutto il merito; ma i coefficienti scelti sono tali che la formola di Eytelwein dà risultati quadrupli di quella di Grashof, il quale la dedusse dalle esperienze di Weisbach, che preconizza Eytelwein; ne segue che i coefficienti di questo sono troppo grandi, quelli di Grashof troppo piccoli e le esperienze di Weisbach inutili.

In questo modo si viene nella necessità di utilizzare le esperienze di Coulomb, ed è ciò che l'egregio ingegnere fa, sottoponendo i risultati ottenuti ad un esame critico per eliminare quelli che per lo scopo a cui si mira non hanno valore. Noi non seguiremo l'Autore in questo esame e solo diamo la formola ch'egli ne deduce, ed è la seguente:

$$S = 0,01 T \frac{p}{D}$$

nelle quale le lettere hanno gli stessi significati come già si è detto.

Per le funi metalliche le formole degli autori tedeschi sono pure inammissibili; quelle di Weisbach molto inferiori al vero; le formole di Grashof poi non si possono accettare, perchè sono medie fra le precedenti, il che non si può fare per le condizioni diverse in cui i cavi si trovano e forniscono differenze troppo considerevoli.

E dunque necessario ricorrere ad altre esperienze, e qui si presentano quelle di Murgue (1), fatte con molta cura, su corde in fili di ferro e corde in fili d'acciaio. Dalle rigidezze osservate da Murgue nelle varie esperienze, il signor De Longraire deduce le formole seguenti:

pei cavi in fili di ferro:

$$S = (2 + 0,0003 \cdot 2T) \frac{p}{D}$$

per quelli in fili di acciaio:

$$S = (3,50 + 0,003 \cdot 2T) \frac{p}{D}$$

le quali corrispondono ai risultati ottenuti. Per quest'ultima poi distingue il caso in cui l'acciaio sia intaccato dalla ruggine o lubrificato; nel primo caso:

$$S = (3,00 + 0,003 \cdot 2T) \frac{p}{D}$$

nel secondo:

$$S = (1,90 + 0,002 \cdot 2T) \frac{p}{D}$$

L'introduzione del peso  $p$  per metro corrente è convenientissima, poichè oggi una corda si definisce a peso, e non più valutandone il diametro e il numero dei fili e dei legnuoli.

\*

L'egregio Autore termina il suo lavoro avvertendo che le formole proposte corrispondono a corde di una data composizione e che perciò non potrebbero venir applicate ad altre di diversa composizione; esprime quindi il voto che si completino le esperienze di Coulomb, operando sopra corde più grosse e di diversa natura e con puleggie di diametro molto più grande; sarebbe pure necessario di conoscere la flessibilità delle corde di cotone, che oggi vanno sostituendo nelle trasmissioni quelle di canape, e dei cavi metallici; le esperienze di Murgue dovrebbero estendersi ai cavi teledinamici, a quelli piatti lubrificati, ed ai cavi flessibili d'ogni genere.

Finalmente tanto per le corde di canape, quanto per quelle di ferro o d'acciaio, le tensioni che servono ad osservare la rigidezza dovrebbero variarsi in modo che la maggiore corrisponda ad un carico prossimo al limite di elasticità della corda.

Dall'esposizione fatta il lettore ha potuto farsi un'idea dell'importanza del lavoro del signor De Longraire; la sua critica delle teorie ammesse fino ad oggi è logica, stringente, e non ammette discussioni; la nuova teoria proposta è razionale e però ha bisogno dei risultati che nuove esperienze potrebbero fornire. L'egregio Autore rivela una scrupolosità ammirevole nella citazione delle esperienze e teorie altrui; è corretto, chiaro, anzi qualche volta più chiaro del testo originale, appunto perchè, allontanando l'inutile, non ci porge che il necessario. Noi non possiamo che raccomandare ai colleghi la lettura e lo studio del libro.

Teramo, gennaio 1890.

GAETANO CRUGNOLA.

(1) *Expériences pour déterminer la résistance à l'incurvation des câbles métalliques. — Annales des ponts et chaussées, novembre 1887.*

## NOTIZIE

**Prima Esposizione Italiana di architettura in Torino per l'autunno 1890.** — Dal Circolo degli Artisti di Torino (Sezione Architettura) è partita l'iniziativa di una Esposizione speciale di Architettura in Torino; primo tentativo che potrà inaugurare la serie di simili Esposizioni da tenersi successivamente per turno nei principali centri artistici d'Italia.

Perchè tale Mostra avesse vera importanza ed un alto interesse, fu deciso che dovesse essere Nazionale.

L'imminenza del termine cui è indetta l'Esposizione generale di Palermo, dove si ha ragione di credere che questo ramo d'arte sarà degnamente rappresentato, ha fatto rompere gli indugi e indusse il Comitato a fissare la Mostra di Torino in epoca abbastanza prossima da permettere agli espositori di portare successivamente a Palermo le opere loro.

I promotori dell'Esposizione di Torino sono persuasi che dalle cure e dallo inusitato sviluppo che la medesima riceverà potrà avvantaggiarsi quella di Palermo, il cui Comitato, dai risultati di questo esperimento, potrà prendere norma per renderne più completa e più interessante la sezione corrispondente.

Animato pertanto dai migliori propositi, confortato dal plauso e dall'incoraggiamento di S. E. il Ministro della Pubblica Istruzione, delle amministrazioni provinciale e comunale, si è costituito un Comitato esecutivo sotto la presidenza onoraria del conte di Sambuy, e sotto la presidenza effettiva del prof. Angelo Reyccnd e dell'ing. Camillo Riccio, e fu bandita la *Prima Esposizione Italiana d'Architettura in Torino* per l'autunno 1890.

Nelle Esposizioni più estese l'architettura rimase finora sacrificata pel fatto di essere associata alle altre Arti, che, fornite di mezzi rappresentativi più appariscenti, attraggono maggiormente l'attenzione del pubblico. È utile quindi che questo pubblico non sia distratto, perchè si fermi all'analisi di opere, la cui considerazione esige una pratica speciale ed una riflessione maggiore.

Ed è perciò che nutriamo fiducia che l'idea abbia ad incontrare favore e che gli espositori siano per accorrere numerosi.

Qui ne trascriviamo il *Programma sommario*:

1ª DIVISIONE — *Architettura.*

Sez. 1ª — Rilievi e restauri di arte antica.

» 2ª — Progetti e lavori di arte moderna.

Ogni espositore vi può prendere parte con disegni a mano od a stampa, fotografie, modelli, calchi dal vero o saggi di pezzi reali in grandezza di esecuzione.

2ª DIVISIONE — *Industrie artistiche attinenti all'Architettura.*

Sez. 1ª — Lavori in marmi ed in pietre.

» 2ª — Terre cotte, ceramiche ed altre applicazioni della plastica ornamentale.

» 3ª — Vetrerie, vetri dipinti, mosaici, smalti e simili.

» 4ª — Pittura decorativa.

» 5ª — Lavori di ferro e d'altri metalli fucinati.

» 6ª — Lavori di ghisa e d'altri metalli di getto.

» 7ª — Lavori di legno: intagli, tarsie e simili.

In questa divisione saranno unicamente ammessi i prodotti che hanno una vera importanza artistica ed una stretta attinenza coll'architettura; i materiali da costruzione potranno egualmente figurare, non con estese ed ingombranti collezioni di campioni, ma con lavori di monografia e di statistica relativi alla loro produzione.

3ª DIVISIONE — *Pubblicazioni di Architettura.*

Sez. 1ª — Opere o collezioni a stampa di storia, didattica, critica o bibliografia dell'arte presentate dagli autori.

» 2ª — Opere o collezioni a stampa od in fotografia presentate dagli editori, negozianti o fotografi.

Questo è lo schema. Le modalità si stanno studiando, e quanto prima verrà pubblicato il *Regolamento* con tutti gli schiarimenti opportuni per gli espositori e pel pubblico, le condizioni ed i termini per l'ammissione, le distinzioni, i nomi dei componenti i Sotto-Comitati e quelli dei delegati locali.

## BIBLIOGRAFIA

Dott. W. JORDAN. — *L'arte del misurare* — Parte prima — *Calcoli di compensazione col sistema dei minimi quadrati* — Traduzione sulla terza edizione originale di E. FERRERO e M. ALBENGA, Ingegneri catastali. — Torino, 1890. — Prezzo L. 8.

Fra i trattati di Geometria pratica o Topografia pubblicati finora merita speciale menzione quello del dott. W. JORDAN (*Professore nel Politecnico di Hannover*) col titolo: *Handbuch der Vermessungs-*

*kunde*, la cui terza edizione (STUTTGART 1888) è composta di due volumi.

Nel primo volume l'autore tratta la teoria dei minimi quadrati con numerose applicazioni alla maggior parte dei problemi che occorrono in Topografia ed alla compensazione di una rete trigonometrica. In un capitolo speciale (l'ultimo) si occupa estesamente della interessantissima questione relativa all'esattezza della determinazione geodetica dei punti.

Il secondo volume è composto di 16 capitoli, cioè:

*Capitolo I.* — Operazioni più elementari della Topografia, strumenti più semplici per compiere le medesime come, p. es., squadri semplici, squadri a riflessione, longimetri, ecc.

*Capitolo II.* — Calcolo delle aree e divisione delle medesime in parti. Vi sono numerosi problemi che possono occorrere nella pratica e molti esempi numerici.

*Capitolo III.* — Strumenti per calcolare, cioè Planimetri, Regolo a calcolo, Macchina a calcolare.

*Capitolo IV.* — *La livella.*

*Capitolo V.* — *Strumenti ottici.* In questo capitolo si parla delle lenti e dei sistemi di due lenti che occorrono nella pratica, del cannocchiale astronomico e del microscopio.

*Capitolo VI.* — *Il Teodolite.* Nel paragrafo 53 di questo capitolo in cui si parla degli errori strumentali, la influenza dell'errore di collimazione su di una direzione è data erroneamente (1) dalla formola

$$(c) = \frac{c}{\cos h} - c$$

mentre il suo vero valore è:

$$(c) = \frac{c}{\cos h}.$$

Sicchè la tabella che trovasi a pag. 163 e che dà appunto la influenza di collimazione su di una direzione dev'essere sostituita dalla seguente:

c	Altezza h					
	1°	2°	5°	10°	20°	45°
10"	10".01	10".01	10".04	10".15	10".6	14"
1'	60.01	60.04	60.23	60.93	63.9	85
2'	120.02	120.07	120.46	121.85	127.7	170
5'	300.05	300.18	301.15	304.63	319.3	424
10'	600.09	600.37	602.29	609.26	638.5	849

*Capitolo VII.* — Calcolo delle coordinate e degli Azimut.

*Capitolo VIII.* — Triangolazione. Problemi che possono occorrere in una triangolazione con molti esempi numerici. Compensazione grafica.

*Capitolo IX.* — Poligonali. Calcoli relativi ad una semplice poligonale; rete di poligonali. Compensazione di una poligonale.

*Capitolo X.* — Livellazione. Strumenti diversi per livellare. Profili longitudinali e trasversali. Compensazione di una livellazione.

*Capitolo XI.* — Livellazione trigonometrica. Misura delle altezze. Influenza degli errori strumentali sulle medesime. Compensazione di una rete di livellazione. Teoria della rifrazione.

*Capitolo XII.* — Livellazione barometrica.

*Capitolo XIII.* — Distanziometri.

*Capitolo XIV.* — Tacheometria.

*Capitolo XV.* — Tavoletta pretoriana.

*Capitolo XVI.* — Determinazione di linee. Metodi per tracciare svolte stradali, curve di passaggio, ecc.

In fine del volume vi sono molte tavole ausiliarie per i diversi calcoli che occorrono in pratica.

Un trattato così completo di Geometria pratica era certamente desiderabile fosse tradotto nella nostra lingua. I signori ingegneri E. FERRERO e M. ALBENGA si sono accinti all'opera e per cura dell'editore LOESCHER hanno già pubblicato la traduzione del primo volume col titolo che sta in testa di questi cenni bibliografici.

Nella speranza che sia pubblicato al più presto anche il secondo volume, non possiamo che additare alla riconoscenza degli studiosi della Topografia i suddetti ingegneri M. ALBENGA ed E. FERRERO per l'opera intrapresa con intelligenza ed amore, e per lo zelo spiegato acciò la traduzione riuscisse degna dell'autore.

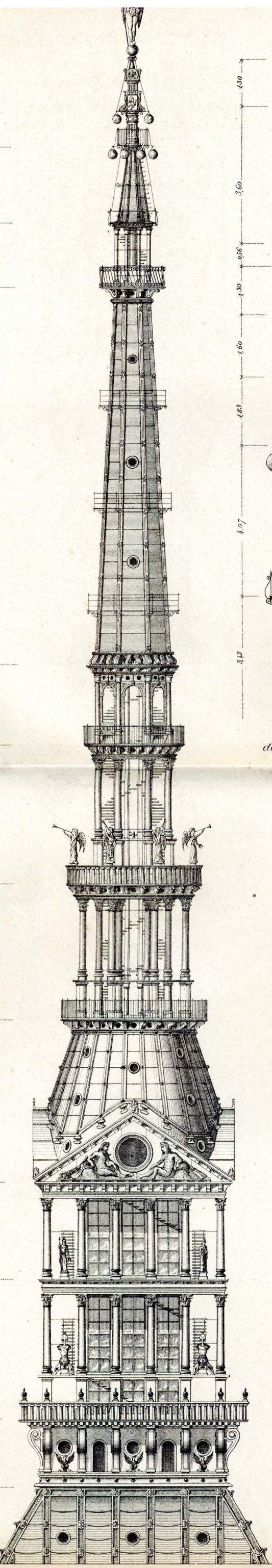
N. JADANZA.

(1) Il sig. M. RAJNA, astronomo nell'Osservatorio di Milano, notò codesto errore fin dal 1887. Cfr. *Azimut assoluto del segnale trigonometrico del Monte Palazzone sull'orizzonte di Milano determinato nel 1882 da Michele Rajna.*

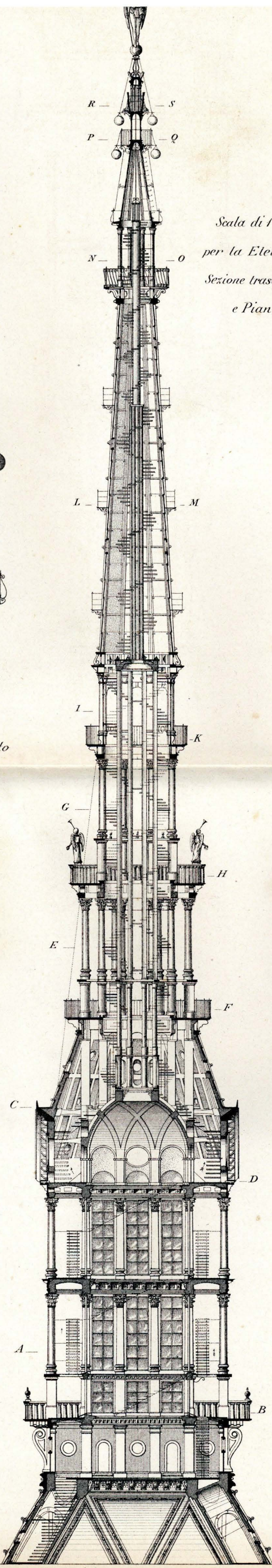


10,19  
4,07  
3,53  
19,98  
4,15  
7,35  
7,15  
8,70  
5,13  
7,35  
3,71  
M. 02,14

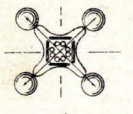
4,30  
3,60  
0,56  
1,30  
1,60  
4,83  
1,07  
3,13



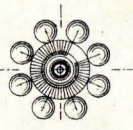
Particolare  
del coronamento  
1 a 100



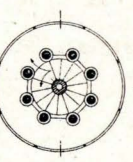
Scala di 1 a 200  
per la Elevazione  
Sezione trasversale  
e Piante



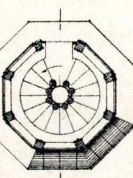
Sezione R S



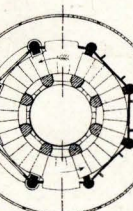
Sezione P Q



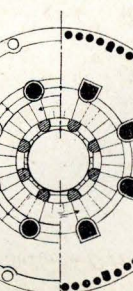
Sezione N O



Sezione L M



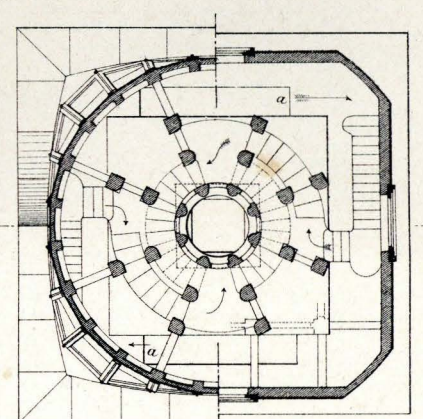
Sezione I K



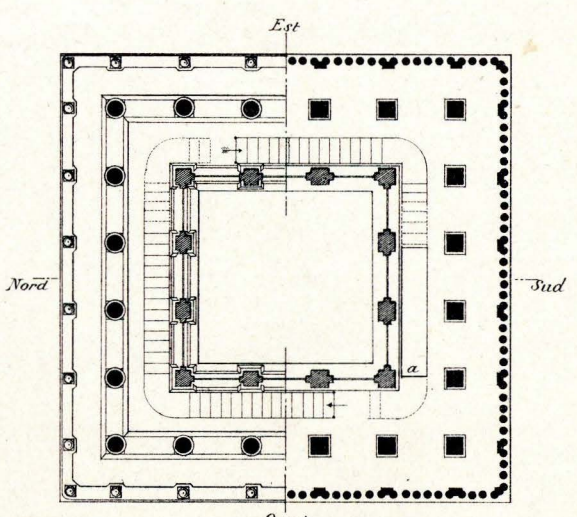
Sezione G H



Sezione E F



Sezione C D



Sezione A B

