

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

*Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.
È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.*

R. UNIVERSITÀ DI TORINO

ARTE DECORATIVA MODERNA.

*Discorso letto il 4 novembre 1901 in occasione
dell'inaugurazione dell'anno accademico
dal conte CARLO CEPPI
Professore ordinario di disegno*

Illustri Professori, egregi Signori,

Al rinnovarsi in ciascun anno dell'inaugurazione degli studi assistete a discorsi che per elevatezza di soggetto, per facondia di oratori lasciano profonda traccia di dottrina.

Avvezzo più a esprimermi colla matita che con le parole, conscio della mia insufficienza di oratore innanzi a sì autorevole consesso, invoco indulgenza.

Avrei rinunciato all'alto incarico di cui la Facoltà di Scienze mi ha onorato se non sentissi e apprezzassi in questa distinzione al Professore di disegno l'importanza che si dà a questa Scuola.

Ed è dover mio esprimere tutta la mia gratitudine alla Scienza che nel suo Santuario concede la parola all'Arte nel giorno solenne in cui con nuova lena s'accinge ne' suoi campi infiniti a far nuove ricerche del vero, a comunicare i risultati degli studi costanti, a proclamare i principî per cui la morale s'assoda, l'infermo è sollevato nelle sue miserie, la legge rivelata nella sua funzione civilizzatrice dell'umanità.

Gravi perdite dobbiamo registrare nei nostri annali. I professori Bizzozero, Ronga, Cognetti De Martiis, Coppino furono lustro di questa Università. Vivranno nelle loro opere e nella riconoscenza dei loro discepoli.

Altri dirà con competenza dei loro meriti distinti.

Resti un perenne affettuoso ricordo di gratitudine pel bene che hanno fatto.

Benedetta sii Arte!

Tu interprete del Bello procuri all'uomo vive soddisfazioni. Sollevi la sua mente. Ingentilisci il suo sentimento. Ai travagliosi conati della Scienza dai riposo. Prodiga de' tuoi tesori non ne fai parte solo agli iniziati a' tuoi misteri, ma illumini del tuo splendore tutti i cuori che sentono.

Per te non preferenza a partiti politici che armano gli uni contro gli altri. Se in tuo nome si fanno discussioni, queste non lasciano rancori e ciascuno sta ne' suoi principî dettati da sentimento che le ragioni non valgono a commuovere. L'opera tua si adatta alle più umili cose; s'applica a decoro dei cittadini e delle nazioni; si eleva a glorificare con monumenti di amore la Sapienza eterna.

Alla civiltà nostra non basta occuparsi solo di quanto sia materialmente utile. Dopo aver con lavoro costante meritato il premio di preziose scoperte e con tenacia d'ingegno fatte applicazioni a vantaggio delle comunicazioni e delle industrie, l'uomo cerca quanto faceva le delizie dell'età meno colta.

Il desiderio di aver belle le cose da lui prodotte o possedute è sempre vivo, e se esso non può esercitare il dominio che ebbe già altre volte, aspira all'influenza che l'utilitarismo gli contesta.

Da questo desiderio una nuova Scuola d'Arte è sorta. Modesta in sul principio non si rivolse alla magnificenza dei templi, non alla maestà di altri pubblici edifizî. L'opera sua si concentrò negli oggetti che circondano l'uomo nella sua vita privata e cercò tipi i più convenienti per le masserizie, i mobili, le stoffe, i gioielli e le decorazioni delle case; riuscì ad introdurre un rinnovellamento di forma ornamentale plastica e colorata.

Ottenne la nuova Scuola completo successo nella pubblicità ed estese poi l'opera sua a fabbriche private e pubbliche e fra queste di costruzione provvisoria avremo agio ad apprezzare le bellezze nella prossima Esposizione.

Qual'è la ragione del mutamento d'indirizzo nell'arte?

Mi sia permessa breve rivista retrospettiva.

Sul terminare del secolo XVIII tramontava il fare inaugurato dal potente genio di Michelangelo.

Il gran maestro, pur mantenendo in architettura le sagge ordinanze greche, plasmò la decorazione a novelle forme cercando dar vita alla materia, legandone le masse con armonia e libertà di contorni.

Sul suo modo di composizione e di decorazione una falange di artisti esagerando talvolta speciali qualità del maestro idearono edifizî brillanti per effetto prospettico e ardimento di costruzione decorati con ogni maniera di forme fantastiche o dedotte per lontana imitazione del vero.

Allo scoprirsi in quell'epoca delle antichità di Pompei, gli artisti s'invaghirono di quell'elegante e vetusto stile; e per il desiderio sempre vivo di mutamenti, condannato lo stile barocco, si studiò d'imitare le maniere greche e romane, desumendo da esse la fermezza dei contorni e la regolarità di disposizioni che le distinguono.

Questa reazione verso l'antico si dimostrò in tutta la sua potenza al principio del secolo XIX e Napoleone, inaugurata l'aquila romana sugli stendardi vittoriosi, volle che ogni edificio fosse ispirato ai superbi monumenti della città eterna.

Accademie e Scuole con severità di principî educarono una generazione ad una architettura che ebbe nome di greco-romana condannando ogni maniera precedente e pronunziando a dileggio gli epiteti di gotico e di barocco.

Mentre questo sistema percorreva il suo cammino trionfale e oramai pareva che ogni ispirazione artistica dell'umano spirito dovesse essere un'esumazione del sentimento greco, in conseguenza degli avvenimenti del 1814 s'instaurarono molte delle passate cose.

La forza che aveva abbattute le maniere d'arte successe a quelle del medioevo aveva perduta la sua violenza.

Ebbe voga il romanticismo e con esso palparono di nuova vita cattedrali, castelli e chiostri.

Gli artisti avvezzi a formare il loro gusto sui modelli greci e romani dovettero piegare la loro fantasia a ripro-

durre altri tipi, altre forme. In poche epoche si fecero edifi-
fizi più disadatti e quasi mostruosi per il connubio delle
serenamente severe linee greche con gli arditamente medi-
tati contorni dell'architettura gotica.

Ma la maniera greco-romana continuava a dettar leggi
nelle Scuole.

Fra tutte le Accademie d'Italia quella di Brera spiegava
la massima influenza sull'arte e coll'opera dei grandi con-
corsi divulgava in Italia quel convenzionale modo di deco-
razione.

Nei giorni di primavera della patria, come si maturavano
i sentimenti di libertà non potè durare il sistema assoluto
d'insegnamento delle Accademie.

Il sentimento d'indipendenza con quello d'amor patrio
stimolò gli architetti nostri ad emanciparsi dalle discipline
dominanti in arte.

Con profondo senso di riconoscenza al mio venerato ma-
estro accennerò al Promis, professore in questa Università
fra i primi innovatori.

Dotto investigatore dei monumenti romani non trascurò
mai nei suoi viaggi nella Penisola di studiare e misurare
edifici di ogni tempo glorioso per l'arte nostra.

Nella Scuola furono inaugurati principi di libertà in arte.

Da numerosa raccolta di disegni eseguiti da lui con
somma precisione gli allievi avevano tipi di epoche e di
autori diversi da cui si potevano fare concetti delle migliori
fabbriche italiane. Nelle composizioni era loro lasciata quella
maggior ampiezza d'invenzione di cui ognuno fosse capace.

Il Promis non ebbe poche difficoltà da vincere ma in
quell'epoca il sentimento dei più illuminati cultori dell'arte
in Europa era con lui.

Francesi, Tedeschi ed Inglesi percorrevano l'Italia rile-
vando misure, acquistando disegni tratti dagli edifi-
zi nostri e pubblicandoli nei loro paesi.

Le fabbriche italiane mercè tali pubblicazioni furono co-
nosciute, apprezzate. Copiose imitazioni e quasi riproduzioni
furono fatte.

Frattanto l'archeologia estese i suoi studi e coll'istitu-
zione di musei li volgarizzò.

Pel suo paziente lavoro apparirono nei più minuti parti-
colari edifi-zi sconosciuti o mal noti e furono messi in evidenza
i prodotti delle arti minori degli altri tempi. Le loro bel-
lezze colpirono talmente gli animi degli artisti che gran
parte di loro disperò di far meglio e con ogni studio si diede
alla riproduzione delle cose antiche. Le loro opere, specie
nei restauri, ebbero lodi. Ma poi propagatasi per ogni pro-
duzione questo sistema, all'arte creatrice si sostituì lo studio
della contraffazione, al sentimento spontaneo l'industriosa
imitazione, e dominò nelle produzioni commerciali di arte
applicata all'industria un fare eclettico sprovvisto d'ogni
carattere.

Le aumentate relazioni dell'Europa col Giappone nella
seconda metà dell'ora scorso secolo avevano resi popolari i
disegni e le immagini fatte in quel paese.

La semplicità dei contorni, l'ingenuità della riprodu-
zione del vero, specie dei fiori, la vivezza d'espressione delle
cose rappresentate fu potente attrattiva per chi sentiva
noia dal periodico avvicendamento d'imitazione degli stili
europei.

L'impressione prodotta dall'arte giapponese che richia-
mava le prove giovanili dell'arte nostra, fu il punto di par-
tenza del nuovo stile.

Artisti valorosi se ne impossessarono nell'intento di ri-
chiamar l'arte a' suoi veri principi d'ispirazione e colla
fiducia di dare all'epoca nostra il suo proprio stile.

Con ardore e lealtà di apostoli convinti si son messi per
la nuova via.

Secondo il loro parere ciascun individuo che si dà all'arte
deve aver in sè gli elementi di far cose belle, e collo studio
e l'imitazione della natura può riuscire a produrre opere nel
modo il più conveniente alle nostre aspirazioni artistiche.

Nei mobili e negli altri oggetti d'uso tengono in gran
conto la loro comodità e praticità, colla ricerca dell'eleganza
delle linee e delle forme. Nei tessuti e nei parati ebbero
ampio campo in cui appare la loro abilità.

Adottarono disposizioni geniali con ritmo geometrico, ivi
abbondano fiori ora smaglianti per brio di colori, ora spic-
canti per sapienti contrasti di toni, ora fondentisi per misu-
rati effetti di tinte con contorni fermi e decisi.

Il pubblico sempre avido di novità accettò il nuovo stile,
le scuole adottarono sistemi d'insegnamento sulle basi pro-
poste da' suoi fautori.

Lo studio principale consiste nel rappresentare dal vero
gli oggetti colla ricerca di esprimere con sicurezza ed evi-
denza accentuandole, le qualità caratteristiche. La natura è
presa ad imitazione, ma per loro non si tratta di riprodurre
le cose naturali come le vediamo, ma rappresentarle colle
qualità che valgono a meglio caratterizzarle, semplificando
con uno studio di analisi e sopprimendo quanto non concorre
allo scopo indicato.

Nella riproduzione si vuole che l'oggetto appaia nella
sua forma ideale tracciata essenzialmente coll'espressione
degli organi della sua propria vitalità.

L'idealizzare le forme della natura fu mezzo adoperato
in ogni periodo d'arte.

Nelle decorazioni greche abbondano palme, foglie di edera,
baocelli e altri elementi presi dal regno vegetale ed espressi
con tanta semplicità che del prodotto naturale appare ap-
pena la traccia.

Ma se gli artisti greci disponevano con qualche simme-
tria queste loro figure, non mettevano poi uno studio così
intenso nel tratteggiarne le qualità essenziali. Onde le loro
opere appaiono più spontanee.

Nello stile ora nuovo certa rigidezza di contorni sovente
assoggettati a norme geometriche dà un'impressione di du-
rezza voluta e affettata, non sempre piacevole.

Da principio, nelle decorazioni si fece essenzialmente im-
piego di fiori, onde il nome di stile floreale, poi, mantenuti
gli stessi principi teorici, si ricorse agli animali, alla figura
umana, a tutti gli esseri della creazione traendo partito de-
corativo da ogni loro elemento.

Linee, rilievi, colori guidati da sapiente fantasia concor-
rono al buon effetto generale e si fecero cose veramente belle
e graziose.

Il nuovo modo d'arte si risente del rigore di principii
dettati da artisti di una nazione grande più per forza e
costanza di propositi che per slancio di sentimento.

E' compito d'artisti dotati di maggior sensitività il por-
tare elementi capaci di perfezionare questo stile novello.

Le asprezze, conseguenza della severità di metodo, sva-
niranno per la soavità delle ispirazioni.

La natura interpretata con sentimento d'amore manterrà
la parvenza delle sue forme non trasformate per eccessi di
astrazione.

Se il principio di seguire la propria ispirazione sarà se-
guito costantemente in successive evoluzioni, e l'arte non
si cristallizzerà nelle forme ora preferite, ma si allargherà
ne' suoi concetti e nelle sue manifestazioni, i risultati sa-
ranno grandi e capaci di rivaleggiare con quelli di altri
tempi.

Ma se quel soffio d'originalità che or si rivela non man-
terrà potente la sua azione contro le imitazioni convenzio-
nali; vittima dell'incostanza della moda, come splendida
farfalla cadrà sul fiore di cui ha succhiato il nettare.

In architettura la nuova decorazione dovrà subordinare la sua influenza all'organismo di ciascun edificio in dipendenza della comodità e della solidità, a meno che si vogliano fabbriche capricciose in urto col buon senso.

Quasi a facilitare una applicazione di nuovo genere di decorazione si svolge ora e incontra favore nuovo sistema di costruzione.

Dicono che un fabbricante di vasi in cemento per ottenere maggior solidità ne' suoi prodotti immaginasse disporre nell'interno delle loro parti un allacciamento di fili di ferro. Da questa associazione cooperativa di elementi diversi per natura e per indole di resistenza si ebbero buoni risultati.

Le prove delle esperienze successivamente fatte ed estese a grandi dimensioni colla scelta di materiali e colle disposizioni dettate dalla Scienza danno fiducia nelle costruzioni in cemento armato.

Con queste, diminuite le difficoltà statiche, l'architetto avrà maggior libertà di esplicitare l'arditezza de' suoi concetti.

Come già l'architettura greca era stata trasformata dai Romani per l'impiego dell'arco, così il nuovo modo di costruzione porterà con sé mutamenti di forme e di proporzioni.

Ma al disopra della variabilità degli stili; l'unità, la grandezza, la nobiltà di concetto; l'armonia degli scomparti, l'eleganza, l'efficacia dei particolari, qualità ammirate nelle fabbriche dei nostri maestri, staranno pur sempre principii, condizioni di bellezza degli edifici.

In questa trasformazione si presteranno con disagio taluni elementi già in uso e converrà ricorrere a nuovi partiti.

Non mancheranno robusti ingegni che rafforzati da studio costante troveranno la soluzione degli ardui problemi.

A voi, Giovani, speranza della Patria, non mancherà il coraggio di tentarla.

I genii di Giotto, Brunelleschi, Michelangelo vi accompagneranno nei duri cimenti, e l'Italia riporterà ancora una volta la palma dell'Arte che altre nazioni ora le contrastano.

MECCANICA APPLICATA

STUDIO SULLA PROPULSIONE AD ELICE DELLE AREONAVI IN RELAZIONE ALLE RECENTI ESPERIENZE DI SANTOS-DUMONT

(Veggasi la Tav. V)

Fin dal 1783, anno in cui per la prima volta due coraggiosi, Pilâtre de Rozier ed il marchese d'Arlandes, tentarono e riuscirono a conquistare alte regioni dell'atmosfera, servendosi dell'apparecchio areostatico ideato e costruito dai fratelli Montgolfier, nacque, si può dire, il problema della navigazione aerea, la soluzione del quale doveva condurre ad una vera conquista, non a quella cioè che pone il conquistatore in balia del conquistato, ma si bene a quella che dà al primo padronanza assoluta del secondo.

Trascorsero da tale data 70 anni circa prima che si avessero tentativi di soluzione. Giffard (1852), Haenlein (1853), Dupuy de Lôme (1872), Tissandier (1883), Renard e Krebs (1884), i fratelli Renard (1885), per non citar che i principali, con varia fortuna, con esito quasi sempre sfavorevole, tentarono dirigersi colle loro macchine nello spazio.

Ultimamente il conte Zeppelin in Svizzera, Santos Dumont in Francia ritentarono la prova. È noto come l'aeronave di Zeppelin abbia deluso le aspettative per causa specialmente del rapporto sconveniente tra le dimensioni massima e minima del fusiforme; e come invece risultati incoraggianti abbia ottenuto il Santos-Dumont, dopo varie aeronavi costruite, con quella portante il N. 6, colla quale riuscì, in una giornata di calma di vento relativa, a compiere un percorso prestabilito.

Il successo del Santos Dumont incoraggiò questo ardito navigatore, ed altri ancora a proseguire nello studio pratico e teorico dell'argomento; tanto è vero che in questi giorni si annunziano varie costruzioni nuove di battelli aerei, e vari studi sull'argomento vennero già pubblicati in riviste estere ed italiane; così che è a sperarsi che in tempo relativamente non lontano si possa asserire completamente risolto il problema in tutte le sue parti, soluzione questa potentemente coadiuvata dalla perfezione cui man mano si portano i motori a miscela esplosiva, i quali, come è noto, sono caratterizzati dal loro piccolissimo peso per unità di lavoro sviluppato (poco più di 3 kg. per cav. vap. per motori da 25 ÷ 50 cav. vap.).

*

Tre sono i problemi principali che si presentano a chi voglia risolvere la questione della navigazione aerea:

1. Ottenere un fusiforme indeformabile sotto l'azione delle pressioni interna ed esterna; e questo si conseguì da alcuno proponendo l'alluminio in lastre sottili quale materiale per costruire il fusiforme; da altri tendendo il solito involucro di seta sopra un'ossatura di alluminio; e miglior soluzione ancora si ebbe in quella proposta dal generale Meusnier, il quale ideò di porre dentro al fusiforme un palloncino compensatore alimentabile con aria a pressione sufficiente a mantener costante la differenza tra la pressione del gas contenuto nel fusiforme e la pressione atmosferica;

2. Mantenere la così detta « stabilità di rotta », vale a dire, evitare i movimenti di beccheggio e di rullo che si possono manifestare nella marcia dell'areostato, e che ne disturbano notevolmente il regime. Questa stabilità di rotta per una parte dipende da conveniente proporzione tra il diametro della sezione maestra, e la lunghezza da poppa a prua del fusiforme, e per altra parte dal fatto seguente: è evidente che non potendo disporre l'apparecchio ad elice di propulsione coll'asse suo coincidente colla linea d'azione della resistenza incontrata dall'areostato nel suo moto, l'areostato stesso è soggetto ad una forza e ad una coppia giacente in un piano verticale, che tendono a farlo rotare attorno ad un asse orizzontale, oltre che a farlo progredire con moto di traslazione. Per neutralizzare l'azione della coppia si tenta equilibrarla con altra coppia generata spostando il centro di gravità dell'apparecchio dalla verticale passante pel centro di spinta verticale che pel fatto del galleggiamento quello subisce. E siccome il momento della coppia generata dal propulsore eccentrico varia col variare della resistenza del mezzo, si dovette trovar modo di spostare a volontà il centro di gravità dell'areostato con un peso mobile, corrente su guide, o sospeso a funi manovrabili (fig. 46 nel testo).

A dir vero sia l'una che l'altra soluzione non garantiscono, fino ad ora, una stabilità di rotta perfetta. Informino gli inconvenienti occorsi al Zeppelin di cui l'aeronave era munita di contrappeso scorrente su guide; e l'accidente successo ultimamente al Santos-Dumont a Monaco, che vide il suo areostato inalberarsi per essersi impigliate le funi sospendenti il contrappeso mobile, rendendosi impossibile la sua manovra, mentre permaneva l'azione della coppia dovuta alla propulsione;

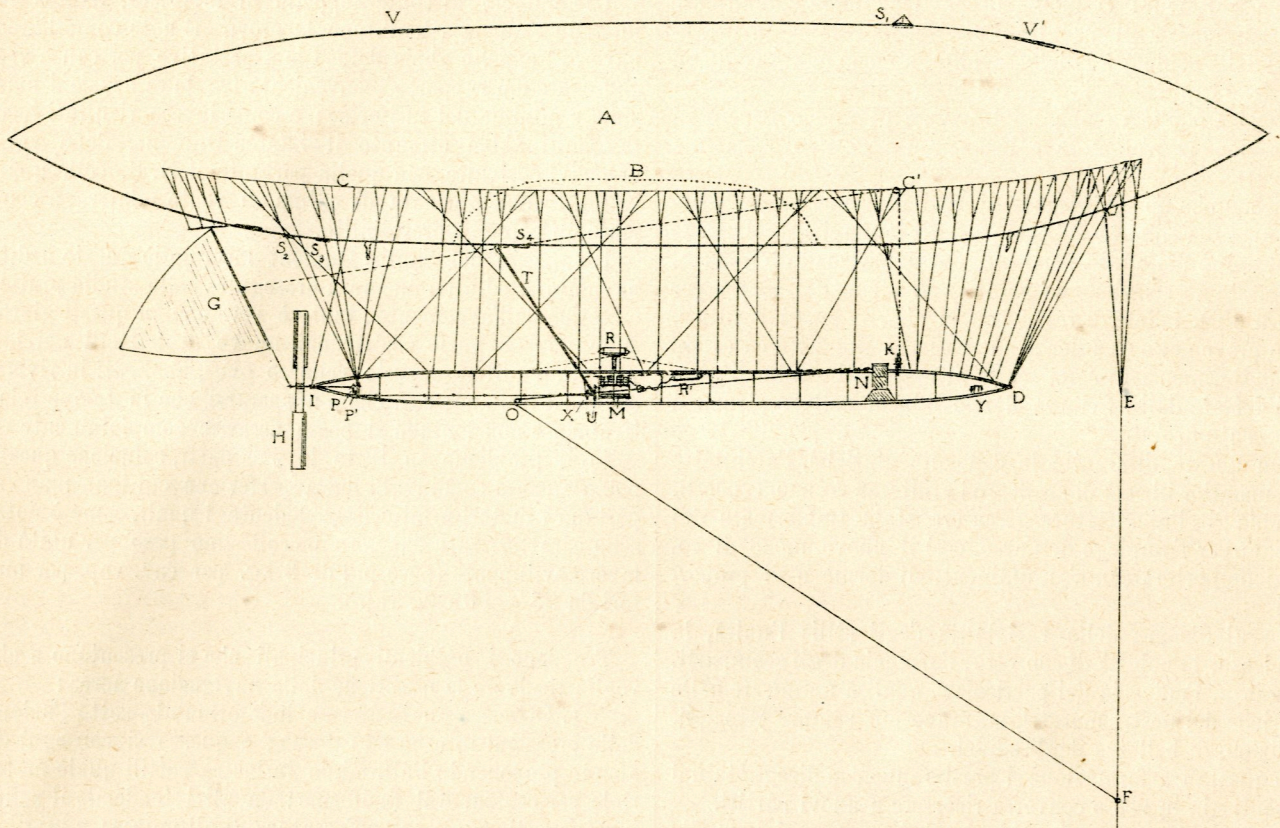


Fig. 46. — Prospetto dell'aerostato N. 6 di Santos-Dumont.

A Pallone.
 B Palloncino compensatore.
 C C' Linea dei punti d'attacco delle sospensioni.
 D I Trave armata.
 H Elice.
 G Timone.
 M Motore.
 U Ventilatore.
 T Tubo di gonfiamento del palloncino compensatore.
 R Serbatoio d'acqua e irradiatore.
 R' Serbatoio dell'essenza.
 N Navicella.

V V' Quadri di laceratura.
 S₁ Valvola di manovra.
 S₂ S₃ Valvole automatiche del pallone.
 S₄ Valvola automatica del palloncino compensatore.
 K Ruota di direzione.
 G C' K Corda di manovra del timone.
 E F Guiderope o fune di sospensione del contrappeso mobile.
 N O F Corda di richiamo del guiderope.
 P P' Ingranaggi.
 X Cono di trasmissione del moto.
 Y Batteria per l'accensione nel motore.

3. Determinare la potenza in cavalli del motore, il suo numero di giri, o quello dell'elice, necessari per garantire ad un dato fusiforme, comandato da un elice dato, la navigazione in tutti i sensi con una velocità minima prescritta, essendo nota la velocità del vento in cui si manovra.

Non è a mia conoscenza che quest'ultimo problema fino ad ora sia stato risolto in modo soddisfacente; e, voglioso di portare il mio modesto contributo alla soluzione del problema sulla navigazione aerea, di cui l'importanza può farsi grande, ho cercato di determinare teoricamente una relazione legante alle dimensioni del fusiforme e delle pale dell'elice il numero dei cavalli sviluppati dal motore, il numero dei giri dati dall'elice, la velocità minima propria dell'aerostato, la velocità del vento in cui si naviga, ben rispettando la importantissima condizione di dirigibilità in ogni direzione.

*

Condizioni di dirigibilità dell'aerostato. — Chiamando con:

u la velocità del vento in cui l'aerostato deve manovrare,
 v la velocità propria dell'aerostato,
 V la velocità assoluta o risultante dell'aerostato,

è evidente dalla fig. 1 (Tav. V) che se $v < u$ potrà l'aerostato tenere una data direzione PM, se questa sia compresa nel cono d'angolo al vertice 2α , essendo $\sin \alpha = \frac{v}{u}$.

Se $v = u$, il punto P cadendo sulla circonferenza di raggio v , l'angolo α di deviazione massima dalla direzione della corrente atmosferica diviene $\alpha = 90^\circ$; quindi evidentemente l'aerostato potrà tenere qualunque direzione, purché non a ritroso rispetto ad u .

Se infine sia $v > u$, il punto P cadendo dentro al cerchio, l'aerostato può muoversi in qualunque direzione con una velocità assoluta V , di cui il valore è evidentemente dato dal diagramma polare costituito dal cerchio di raggio v e dal polo P (fig. 2).

*

Resistenza incontrata dall'aerostato. — Prendendo in considerazione la sola resistenza incontrata dal corpo fusiforme, di cui chiameremo D il diametro nella sezione sua maestra, questa resistenza R sarà evidentemente quella dovuta alla velocità propria v ; per cui dicendo K un coefficiente che tien conto della densità dell'aria, della forma della prua e della poppa del fusiforme, del rapporto tra la

sezione maestra e la lunghezza dell'areostato e della natura della sua superficie, sarà:

$$R = K \cdot \frac{\pi D^2}{4} v^2 = K^1 D^2 v^2.$$

Ed il valore della costante K^1 così introdotta, determinato sperimentalmente in questi ultimi anni dal colonnello Renard, pare si aggiri sulla cifra 0,01685.

Spinta data dall'elice. — Il lavoro utile che dovrà sviluppare l'elice applicato all'areonave, dovendo in condizioni di regime uguagliare il prodotto della resistenza R per la velocità misurata nella direzione della resistenza stessa, sarà evidentemente $L_u = K^1 D^2 v^3$.

E dicendo ε il rendimento, che si può chiamar pneumatico, dell'elice, sulle sue pale si dovrà sviluppare un lavoro L dato da $L = \frac{L_u}{\varepsilon} = \frac{K^1}{\varepsilon} D^2 v^3$.

Per elici a due pale, foggiate sì come quelle delle areonavi, a porzioni trapezie di piani inclinati sull'asse dell'elice, secondo esperienze e calcoli istituiti dal soprannominato colonnello Renard, sarebbe: $\varepsilon = \frac{2}{3}$, ed in pratica si può ritenere $\varepsilon = 0,6 \div 0,7$.

Ma la spinta generata dalla rotazione dell'elice, si può calcolare anche in quest'altro modo:

Dia l'elice N giri al $1'$, e quindi $\frac{N}{60}$ al $1''$,

sia ϕ l'angolo che la normale alla pala dell'elice fa coll'albero dell'elice stesso, e siano le sue dimensioni quelle segnate in fig. 3.

Consideriamo una striscia elementare $l \cdot dr$ in una delle pale. Questa si muoverà con una velocità $\frac{2\pi r N}{60}$, ed il suo piano farà con questa velocità l'angolo ϕ .

La pressione quindi che l'elemento risente dall'aria, supposta stagnante, secondo la formola del Renard, conciliativa tra le due teorie, l'una ammettente che si debba moltiplicare la pressione in caso di faccia normale alla direzione del fluido per il $\text{sen}^2 \phi$, l'altra per $\text{sen} \phi$, sarebbe:

$$dP = k \cdot l \cdot dr \left(\frac{2\pi r N}{60} \right)^2 (2 \text{sen} \phi - \text{sen}^2 \phi).$$

E questa pressione computata nella direzione dell'asse di rotazione dell'elice varrebbe:

$$dP^1 = dP \cdot \cos \phi = k l (2 \text{sen} \phi - \text{sen}^2 \phi) \cos \phi \left(\frac{2\pi r N}{60} \right)^2 dr,$$

nella quale espressione, a seconda dei vari autori (Poncelet, Marey, Renard, Langley), $k = 0,06 \div 0,3$; e secondo ultime esperienze $k = 0,125 \div 0,085$.

Integrando la precedente espressione colla considerazione che $l = l_1 \frac{r}{R_1}$, e moltiplicando per 2, a fine di avere la spinta computata nella direzione dell'asse dell'elice su tutte due le sue pale, sarà questa spinta:

$$\begin{aligned} P^1 &= 2k \cdot \frac{l_1}{R_1} (2 \text{sen} \phi - \text{sen}^2 \phi) \cos \phi \cdot \frac{4\pi^2 N^2}{60^2} \int_{R_0}^{R_1} r^3 \cdot dr = \\ &= 2k \frac{l_1}{R_1} \text{sen} \cdot 2 \phi \left(1 - \frac{\text{sen} \phi}{2} \right) \frac{\pi^2 N^2}{60^2} (R_1^4 - R_0^4). \end{aligned}$$

Se invece di rotare a punto fisso, l'elice rotando si sposta nella direzione del suo asse con una velocità v (quella propria dell'areostato), la velocità assoluta dell'elemento $l \cdot dr$

diviene $\omega = \sqrt{\left(\frac{2\pi r N}{60} \right)^2 + v^2}$, e l'angolo fatto da questa velocità col piano dell'elemento (fig. 4) diviene:

$$\psi = \phi - \text{arctg.} \frac{60 \cdot v}{2\pi r N}.$$

Quindi la spinta elementare, normale all'elemento, sarebbe:

$$\begin{aligned} dP_1 &= \\ &= k \cdot l \cdot dr \left[\left(\frac{2\pi r N}{60} \right)^2 + v^2 \right] \left[2 \text{sen} \left(\phi - \text{arctg.} \frac{60 \cdot v}{2\pi r N} \right) - \right. \\ &\quad \left. - \text{sen}^2 \left(\phi - \text{arctg.} \frac{60 \cdot v}{2\pi r N} \right) \right]. \end{aligned}$$

E questa spinta elementare, computata nella direzione dell'asse di rotazione dell'elice, varrebbe:

$$\begin{aligned} dP'_1 &= dP_1 \cos \phi = k \cdot l \left[2 \text{sen} \left(\phi - \text{arctg.} \frac{60 \cdot v}{2\pi r N} \right) - \right. \\ &\quad \left. - \text{sen}^2 \left(\phi - \text{arctg.} \frac{60 \cdot v}{2\pi r N} \right) \right] \cos \phi \left[\left(\frac{2\pi r N}{60} \right)^2 + v^2 \right] dr. \end{aligned}$$

Si dovrebbe ora sostituire in questa espressione ad l il suo valore $l_1 \frac{r}{R_1}$, integrare rispetto ad r , e moltiplicare per 2.

Però, quando anche, cosa facilmente conseguibile, si eliminassero le funzioni circolari apparenti di r , osservando che:

$$\begin{aligned} \text{sen} \cdot \text{arctg.} \frac{60 \cdot v}{2\pi r N} &= \frac{2\pi r N v}{\sqrt{(60 \cdot v)^2 + (2\pi r N)^2}}; \\ \cos \cdot \text{arctg.} \frac{60 \cdot v}{2\pi r N} &= \frac{(2\pi r N)^2}{60 \sqrt{(60 \cdot v)^2 + 2\pi r N)^2}} \end{aligned}$$

si riuscirebbe ad una funzione di r talmente lunga e complicata da rendere difficilissima, se non impossibile, la integrazione.

Si è pertanto girata la difficoltà colla trattazione grafica riportata nella fig. 5.

Dando ad r valori successivamente crescenti, si sono graficamente costruiti i corrispondenti valori di ω , e contemporaneamente si sono ottenuti gli angoli ψ .

Con note costruzioni si ricavano i segmenti:

$$A_0 A_0, a_1 a_1, \dots, A_1 A_1,$$

che rappresentano l'espressione $\omega (2 \text{sen} \psi - \text{sen}^2 \psi)$ pei corrispondenti valori di r .

L'espressione $\omega^2 (2 \text{sen} \psi - \text{sen}^2 \psi)$, proporzionale alla pressione unitaria a raggio r , si potrà avere pei vari valori di r , trovando graficamente i momenti di forze espresse da $\omega (2 \text{sen} \psi - \text{sen}^2 \psi)$ agenti rispettivamente con braccio ω .

Si avranno così dei segmenti 01, 12, 23, ..., 67, i quali portati come ordinate su ascisse uguali, o proporzionali ai valori successivamente dati ad r , per punti traccieranno il diagramma della pressione unitaria su d'una pala dell'elice.

Da questo diagramma si può facilmente ricavare un secondo diagramma della pressione su striscie di pala d'uguale altezza, osservando che, variando la larghezza delle striscie nella stessa ragione con cui varia r , questa pressione su striscie di pari altezza sarà proporzionale al prodotto della pressione unitaria pel corrispondente valore di r , o per una quantità proporzionale a questo valore.

Ottenuto questo secondo diagramma, di cui un'ordinata qualunque rappresenterà la pressione sulla striscia di altezza costante che cade sotto l'ordinata stessa, se ne potrà ricavare l'ordinata media r_m , e corrispondentemente l'ascissa sua r_m .

Ne avverrà che la pressione totale sulla pala considerata dell'elice si potrà avere moltiplicando questa ordinata media r_m per la lunghezza $R_1 - R_0$ della pala stessa, lunghezza che è somma delle altezze costanti di tutte le striscie.

Ma questa ordinata media r_m non è altro che la pressione unitaria corrispondente al raggio r_m , moltiplicata per l'area della striscia elementare $l_m \cdot dr$, se con l_m indicasi la larghezza della pala d'elice al raggio r_m .

E poichè con semplici rapporti (e appunto trattandosi di soli rapporti, il procedimento instituito ha veste generale) si ricava dalla figura che $r_m = 0,56 (R_1 + R_0)$, la pressione unitaria a raggio r_m varrà:

$$P_m = k \left[\frac{[1,12 \pi (R_1 + R_0) N]^2}{60^2} + v^2 \right] \times \\ \times \left[2 \operatorname{sen} \left(\phi - \operatorname{arctg} \frac{60 \cdot v}{1,12 \pi (R_1 + R_0) N} \right) - \right. \\ \left. - \operatorname{sen}^2 \left(\phi - \operatorname{arctg} \frac{60 \cdot v}{1,12 \pi (R_1 + R_0) N} \right) \right].$$

E poichè $l_m = l_1 \frac{r_m}{R_1} = l_1 \frac{0,56 (R_1 + R_0)}{R_1}$, sarà la pressione totale sulle due pale dell'elice, computata nella direzione dell'asse di rotazione dell'elice stesso:

$$P'_1 = 2 k \cos \phi \left[2 \operatorname{sen} \left(\phi - \operatorname{arctg} \frac{60 \cdot v}{1,12 \pi (R_1 + R_0) N} \right) - \right. \\ \left. - \operatorname{sen}^2 \left(\phi - \operatorname{arctg} \frac{60 \cdot v}{1,12 \pi (R_1 + R_0) N} \right) \right] \times \\ \times \left[\frac{[1,12 \pi (R_1 + R_0) N]^2}{60^2} + v^2 \right] l_1 \frac{0,56 (R_1 + R_0)}{R_1} (R_1 - R_0).$$

Od ancora, eliminando le funzioni circolari dei termini contenenti v ed N , ed ordinando:

$$P'_1 = \frac{k 1,12 (R_1^2 - R_0^2) l_1 \cos \phi}{R_1} \times \\ \times \left\{ \frac{1,12 \pi (R_1 + R_0) N [1,12 \pi (R_1 + R_0) N \operatorname{sen} \phi - 60 v \cos \phi]}{60 \sqrt{(60 \cdot v)^2 + [1,12 \pi (R_1 + R_0) N]^2}} - \right. \\ \left. - \frac{[1,12 \pi (R_1 + R_0) N]^2 \cdot [1,12 \pi (R_1 + R_0) N \operatorname{sen} \phi - 60 v \cos \phi]^2}{60^2 \cdot \{(60 \cdot v)^2 + [1,12 \pi (R_1 + R_0) N]^2\}} \right\} \times \\ \times \left[\frac{[1,12 \pi (R_1 + R_0) N]^2}{60^2} + v^2 \right].$$

E per semplicità di scrittura, ponendo:

$$1,12 \pi (R_1 + R_0) N = A$$

(termine funzione del numero dei giri); e $60 \cdot v = B$ (termine funzione della velocità propria dell'areostato):

$$P'_1 = \frac{k \cdot 1,12 (R_1^2 - R_0^2) l_1 \cos \phi}{60^4 \cdot R_1} \times \\ \times \left[120 A (A \operatorname{sen} \phi - B \cos \phi) \sqrt{A^2 + B^2} - A^2 (A \operatorname{sen} \phi - B \cos \phi)^2 \right]$$

Se finalmente l'elice ruoti e si sposti non più in aria calma, ma in una corrente d'aria di velocità u , diretta per modo da far l'angolo $90^\circ - i$ colla direzione dell'asse dell'elice, alla pressione P'_1 ora calcolata devesi evidentemente aggiungere la spinta che questa corrente dà sull'elice.

Ma questa spinta su di una pala non è costante per ogni posizione dell'elice attorno al suo asse; varia con continuità

e per ogni giro dell'elice tra un massimo ed un minimo dipendenti dai valori minimo e massimo dell'angolo che il piano d'una delle ali dell'elice viene nelle sue successive posizioni a fare colla direzione della velocità u .

Se si considera una pala dell'elice (fig. 6), e la sua normale n che fa l'angolo ϕ coll'asse oo dell'elice, durante un giro della pala stessa, la normale n piglia successivamente tutte le posizioni delle generatrici di un cono d'angolo al vertice 2ϕ . L'angolo che la direzione di u fa con queste generatrici evidentemente varia da un minimo valore:

$$90^\circ - i - \phi$$

(che si verifica quando n ed u stanno nello stesso piano che contiene oo , e dalla stessa parte di oo), ad un massimo

$$90^\circ - i + \phi$$

(che si ha quando n viene nello stesso piano ad avere la posizione simmetrica a quella corrispondente al minimo).

L'angolo che u farà col piano della pala varierà pur esso tra un massimo ed un minimo, complementari del minimo e massimo sopra nominati, e quindi di valori $i + \phi$ ed $i - \phi$.

Sulla pala simmetrica avverrà la stessa cosa; solo la variazione periodica dell'angolo si presenterà spostata sulla precedente di mezzo periodo.

E così la spinta dovuta alla velocità u su di una pala, computata nella direzione dell'asse dell'elice, varierà con continuità tra i due valori:

$$k \cdot \frac{l_1 + l_0}{2} (R_1 - R_0) u^2 [2 \operatorname{sen} (i + \phi) - \operatorname{sen}^2 (i + \phi)] \cos \phi;$$

$$k \cdot \frac{l_1 + l_0}{2} (R_1 - R_0) u^2 [2 \operatorname{sen} (i - \phi) - \operatorname{sen}^2 (i - \phi)] \cos \phi,$$

mentre sull'altra contemporaneamente la stessa spinta varierà tra i valori:

$$k \cdot \frac{l_1 + l_0}{2} (R_1 - R_0) u^2 [2 \operatorname{sen} (i - \phi) - \operatorname{sen}^2 (i - \phi)] \cos \phi;$$

$$k \cdot \frac{l_1 + l_0}{2} (R_1 - R_0) u^2 [2 \operatorname{sen} (i + \phi) - \operatorname{sen}^2 (i + \phi)] \cos \phi.$$

Ora non si farà errore notevole se invece di considerare queste spinte variabili, ma compensantisi per la coesistenza di un massimo e di un minimo, si vorranno considerare costanti, e di valore medio tra il massimo ed il minimo che si verifica su ciascuna pala.

Dicendo pertanto P^1_2 questa spinta media sulle due pale, ritenuta costante, sarà:

$$P^1_2 = k \frac{l_1 + l_0}{2} (R_1 - R_0) u^2 \cos \phi [2 \operatorname{sen} (i + \phi) + \\ + 2 \operatorname{sen} (i - \phi) - \operatorname{sen}^2 (i + \phi) - \operatorname{sen}^2 (i - \phi)]$$

od ancora:

$$P^1_2 = k (l_1 + l_0) (R_1 - R_0) u^2 \cos \phi [2 \operatorname{sen} i \cos \phi - \\ - \operatorname{sen}^2 i \cos^2 \phi - \cos^2 i \operatorname{sen}^2 \phi].$$

E così la spinta totale data dall'elice sarà:

$$P_t = P'_1 + P^1_2.$$

E poichè nelle condizioni di regime dovrà pur essere:

$$P_t = R = K' D^2 v^2,$$

ricordando ancora che $v = \frac{B}{60}$, si avrà:

$$\frac{K'}{60^2 \cdot k \cos \phi} D^2 B^2 = \frac{1,12 (R_1^2 - R_0^2) l_1}{60^4 R_1} \times$$

$$\times \left[120 A (A \operatorname{sen} \phi - B \cos \phi) \sqrt{A^2 + B^2} - A^2 (A \operatorname{sen} \phi - B \cos \phi)^2 \right] + \\ + (l_1 + l_0) (R_1 - R_0) u^2 [2 \operatorname{sen} i \cos \phi - \\ - \operatorname{sen}^2 i \cos^2 \phi - \cos^2 i \operatorname{sen}^2 \phi].$$

Per semplicità di scrittura ponendo:

$$\frac{K'}{60^2 \cdot k \cos \phi} D^2 = H \text{ (quantità indipendente da } N \text{ e da } v),$$

$$\frac{1,12 (R_1^2 - R_0^2) l_1}{60^4 \cdot R_1} = X \quad \text{id.} \quad \text{id.}$$

$$(l_1 + l_0)(R_1 - R_0) u^2 [2 \sin i \cos \phi - \sin^2 i \cos^2 \phi - \cos^2 i \sin^2 \phi] = Y \quad \text{id.} \quad \text{id.}$$

si avrà:

$$H B^2 = X \left[120 A (A \sin \phi - B \cos \phi) \sqrt{A^2 + B^2} - A^2 (A \sin \phi - B \cos \phi)^2 \right] + Y. \quad (1)$$

E a questo modo si è pervenuti ad una relazione legante la velocità propria v dell'areostato al numero dei giri N dato dall'elice, date le dimensioni dell'elice e della sezione maestra del fusiforme.

Ove però si volessero separare ed ordinare i termini rispettivamente in N ed in v , pur superando le difficoltà algebriche ad incontrarsi, nulla di utile risulterebbe dalla (1), essendo assai complessa la legge legante N e v che ne risulterebbe.

*

Lavoro consumato dall'elice. — Si può ora passare a ricercare una relazione legante il numero di cavalli C effettivi consumati dall'elice, e quindi sviluppati dalla motrice, alle quantità fino ad ora indicate.

E' evidente che il momento della spinta che su d'un elemento di pala d'area $l \cdot dr$ si genera per causa della rotazione, della traslazione e della corrente di velocità u , preso questo momento rispetto all'asse di rotazione dell'elice stesso, vale, tenendo presenti considerazioni già fatte:

$$dM_t = k l \left[2 \sin \left(\phi - \arctg. \frac{60 \cdot v}{2 \pi r N} \right) - \sin^2 \left(\phi - \arctg. \frac{60 \cdot v}{2 \pi r N} \right) \right] \sin \phi \left[\left(\frac{2 \pi r N}{60} \right)^2 + v^2 \right] r \cdot dr +$$

$$+ d \left\{ k \frac{(l_1 + l_0)(R_1 - R_0)}{2} u^2 [2 \sin i \cos \phi - \sin^2 i \cos^2 \phi - \cos^2 i \sin^2 \phi] \sin \phi \left[R_0 + \frac{R_1 - R_0}{3} \frac{l_0 + 2 l_1}{l_0 + l_1} \right] \right\}$$

d'onde:

$$M_t = k \sin \phi \int_{R_0}^{R_1} \left[\left(\frac{2 \pi r N}{60} \right)^2 + v^2 \right] \left[2 \sin \left(\phi - \arctg. \frac{60 \cdot v}{2 \pi r N} \right) - \sin^2 \left(\phi - \arctg. \frac{60 \cdot v}{2 \pi r N} \right) \right] r \cdot l \cdot dr +$$

$$+ \frac{(l_1 + l_0)(R_1 - R_0)}{2} u^2 [2 \sin i \cos \phi - \sin^2 i \cos^2 \phi - \cos^2 i \sin^2 \phi] \left[R_0 + \frac{R_1 - R_0}{3} \frac{l_0 + 2 l_1}{l_0 + l_1} \right] l.$$

Ed ancor qui procedendo all'integrazione con metodo grafico, si osserva che avendo già ricavato nella fig. 5 il diagramma delle pressioni sulle striscie di uguale altezza, è facile ottenere con semplice poligono funicolare il diagramma dei momenti rispetto all'asse di rotazione di queste pressioni su striscie di uguale altezza.

Trovata l'ordinata media di questo diagramma e la corrispondente sua distanza $o r'_m$ dall'asse di rotazione, dalla figura si ha che il valore di questa distanza è:

$$r'_m = 0,575 (R_1 + R_0).$$

Ne avverrà pur qui che il momento della pressione totale sulla pala considerata si avrà moltiplicando la ordinata media r'_m per la lunghezza $R_1 - R_0$ della pala stessa.

Ma r'_m è il momento della pressione unitaria corrispondente al raggio r'_m , moltiplicata per l'area della striscia elementare $l'_m dr$, se con l'_m indico la larghezza della pala d'elice al raggio r'_m . E poichè:

$$l'_m = l_1 \frac{r'_m}{R_1} = l_1 \frac{0,575 (R_1 + R_0)}{R_1},$$

sarà:

$$M_t = k \sin \phi \left\{ \left[2 \sin \left(\phi - \arctg. \frac{60 \cdot v}{1,15 \pi (R_1 + R_0) N} \right) - \sin^2 \left(\phi - \arctg. \frac{60 \cdot v}{1,15 \pi (R_1 + R_0) N} \right) \right] \times \right.$$

$$\times \left[\frac{(1,15 \pi (R_1 + R_0) N)^2}{60^2} + v^2 \right] \times$$

$$\times l_1 \frac{[0,575 (R_1 + R_0)]^2}{R_1} (R_1 - R_0) +$$

$$\left. + \frac{(l_1 + l_0)(R_1 - R_0)}{2} u^2 [2 \sin i \cos \phi - \sin^2 i \cos^2 \phi - \cos^2 i \sin^2 \phi] \left[R_0 + \frac{R_1 - R_0}{3} \frac{l_0 + 2 l_1}{l_0 + l_1} \right] \right\}.$$

Ed evidentemente $2 M_t$ sarà il momento torcente che si avrà sull'albero dell'elice.

Il numero di cavalli C che deve sviluppare il motore per generare tale momento torcente, dicendo ε' il rendimento della trasmissione tra il motore e l'elice stesso, ove siano tutte le dimensioni state espresse in metri, e le spinte in chilogrammi, sarà evidentemente:

$$C = \frac{2 \pi N}{60 \times 75} 2 M_t \cdot \frac{1}{\varepsilon'}, \text{ d'onde } M_t = C \frac{60 \times 75 \times \varepsilon'}{4 \pi N}.$$

Si può ora, nel limite delle approssimazioni permesse in questo genere di calcoli, ritenere $r_m = r'_m$, ossia che il centro delle spinte su d'una pala dell'elice coincida col centro dei momenti di tali spinte, con che si riterrebbe $0,56 = 0,575$; ed allora dai due valori di M_t ricavati si avrebbe l'uguaglianza:

$$\frac{60 \times 75 \times \varepsilon'}{2 \pi N} C \frac{1}{k \sin \phi} = \frac{[1,12 \cdot (R_1 + R_0)]^2 (R_1 - R_0) l_1}{60^4 \cdot R_1} \times$$

$$\times [120 A (A \sin \phi - B \cos \phi) \sqrt{A^2 + B^2} - A^2 (A \sin \phi - B \cos \phi)^2] +$$

$$+ Y \left(R_0 + \frac{R_1 - R_0}{3} \frac{l_0 + 2 l_1}{l_0 + l_1} \right). \quad (2)$$

E così si avrebbe un'equazione sufficientemente approssimata nelle tre quantità C , N e v .

Considerando poi le equazioni (1) e (2), ed eliminando tra di esse il termine comune:

$$[120 A (A \sin \phi - B \cos \phi) \sqrt{A^2 + B^2} - A^2 (A \sin \phi - B \cos \phi)^2],$$

si avrà, sostituendo ai simboli B , H , X , Y i loro valori; e semplificando:

$$\frac{K'}{k \cos \phi} (R_1 + R_0) D^2 v^2 - 716,5 \frac{\varepsilon'}{k \sin \phi} \frac{C}{N} =$$

$$= (2 \sin i \cos \phi - \sin^2 i \cos^2 \phi - \cos^2 i \sin^2 \phi) u^2 \times$$

$$\times \frac{1}{3} (R_1 - R_0) [R_1 (2 l_0 + l_1) + R_0 (l_0 + 2 l_1)],$$

od ancora:

$$\frac{K'}{k \cos \phi} (R_1 + R_0) D^2 v^2 - 716,5 \frac{\epsilon'}{k \sin \phi} \frac{C}{N} =$$

$$= \frac{1}{3} (2 \sin i \cos \phi - \sin^2 i \cos^2 \phi - \cos^2 i \sin^2 \phi) u^2 \times$$

$$\times [R_1^2 (2 l_0 + l_1) - R_0^2 (l_0 + 2 l_1) + R_1 R_0 (l_1 - l_0)].$$

E a questo modo si ha una relazione legante v , C ed N in funzione delle dimensioni del fusiforme e dell'elice, e delle condizioni del vento, molto più semplice di quelle fino ad ora ottenute nel corso della presente trattazione.

E sarà facile in ogni caso, date le dimensioni dell'aereo, calcolare una delle quantità per noi interessanti, v , C , N , note le altre due.

Converrà scrivere l'ultima relazione ottenuta per le condizioni più sfavorevoli alla navigazione dell'aerostato, le quali evidentemente si verificano per la marcia a controvento. In questo caso essendo v contraria ad u , la deviazione di v rispetto ad u diviene $90^\circ - i = 180^\circ$, d'onde $i = -90^\circ$, e quindi $\sin i = -1$, $\cos i = 0$.

Di più, tenuto conto che l'esperienza di venti anni ormai ha dimostrato essere conveniente dare all'elice un passo (riferito ai suoi elementi più lontani dall'asse di rotazione) tale che sia uguale al diametro suo massimo $2 R_1$, essendo in queste condizioni evidentemente:

$$\cos \phi = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\pi^2}}} = \frac{\pi}{\sqrt{1 + \pi^2}},$$

e

$$\sin \phi = \frac{1}{\pi} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\pi^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \pi^2}},$$

l'equazione legante il numero dei cavalli C al numero dei giri N ed alla velocità minima, che chiameremo ancora v , propria dell'aerostato navigante contro vento, in funzione delle dimensioni dell'elice e del fusiforme, diverrà:

$$\frac{\sqrt{1 + \pi^2}}{\pi} \frac{K'}{k} (R_1 + R_0) D^2 v^2 - 716,5 \sqrt{1 + \pi^2} \frac{\epsilon'}{k} \frac{C}{N} =$$

$$= \frac{1}{3} \left(-2 \frac{\pi}{\sqrt{1 + \pi^2}} - \frac{\pi^2}{1 + \pi^2} \right) u^2 [R_1^2 (2 l_0 + l_1) -$$

$$- R_0^2 (l_0 + 2 l_1) + R_1 R_0 (l_1 - l_0)].$$

E posto $K' = 0,01685$, $k = 0,1$ (valor medio tra i probabili dedotti da recenti esperienze), $\epsilon' = 0,9$ (trattandosi di tener conto delle sole perdite in alcuni supporti ed in un imbocco a dentatura piana), la precedente uguaglianza, a calcoli numerici fatti, si potrà finalmente scrivere:

$$0,175 (R_1 + R_0) D^2 v^2 = 21241,36 \frac{C}{N} -$$

$$- 0,94 u^2 [R_1^2 (2 l_0 + l_1) -$$

$$- R_0^2 (l_0 + 2 l_1) + R_1 R_0 (l_0 + l_1)]. \quad (3)$$

Applicazione alla esperienza di Santos Dumont. — Questa relazione (3) teoricamente dedotta, e con metodo non assolutamente rigoroso, e forse in certa sua parte meno evidente, si può conestare, applicandola ai risultati dell'esperienza che il signor Santos-Dumont eseguì in Parigi ai 19 ottobre 1901 col suo pallone n. 6.

È noto come questo audace areonauta, partendo dalla riva della Senna, in vicinanza del ponte di St.-Cloud, sia riu-

scito a compiere un tragitto quasi rettilineo fino alla torre Eiffel, elevantesi presso il Campo di Marte, a girar intorno ad essa, ed a ritornare, con tragitto di nuovo quasi rettilineo, al punto di partenza.

Nell'andata, navigando nella direzione E.-O., ebbe vento favorevole, spirando questo in direzione S.-O., $\frac{1}{4}$ O.; nel ritorno, invece, non essendo mutata la direzione del vento, l'ebbe contrario. La velocità di tale vento, misurata dagli anemometri in stazione sulla torre Eiffel, risultava di metri $4,50 \div 5,00$, ad un'altezza di metri $150 \div 300$ dal suolo.

Pel pallone Santos-Dumont n. 6 le dimensioni comparanti nella relazione (3) erano: $D = m. 6,00$; $R_1 = m. 2,00$; $R_0 = m. 0,55$; $l_1 = m. 1,08$; $l_0 = m. 0,30$; $C = 16$ HP; $N = 200$ giri al 1'.

Sostituendo questi valori nella (3), ed eseguendo i calcoli, si trova: $v = m. 9,58$ al 1'.

Calcoli istituiti da M. Armengaud Jeune, che assistette alla prova, sui risultati della prova stessa, e riportati nel Bollettino del dicembre 1901 della Società degli Ingegneri civili di Francia, attribuiscono invece alla velocità propria raggiunta dall'aerostato di Santos-Dumont un valore di soli $m. 8,50 \div 9,00$.

La poca disparità esistente tra il valore dato dalla relazione teorica dedotta, e quello ricavato dall'esperienza, conferma l'applicabilità dell'equazione (3); e la si spiega molto facilmente se si osserva che l'equazione stessa è dedotta supponendo l'aerostato immune da movimenti di beccheggio; mentre in pratica, se bene si tenti di evitarli il più che si possa, pur tuttavia non è possibile escluderli assolutamente con evidente diminuzione della velocità propria. E di vero nel movimento di beccheggio il fusiforme presenterà alla resistenza del mezzo una sezione maggiore della sezione maestra $\frac{\pi D^2}{4}$, di cui si è tenuto conto, e quindi la resistenza stessa crescerà, a detrimento della velocità conseguibile.

Si aggiunga di più che per arrivare alla relazione (3) su esposta si è trascurata la resistenza incontrata dall'apparecchio di sospensione e dalla parte sospesa al fusiforme. Si cerca, è vero, di ridurre in pratica al minimo tale resistenza, ma non si riuscirà certo ad annullarla completamente.

Di più ancora, per ottenere una relazione abbastanza semplice tra le quantità v , C , N , le dimensioni del pallone e dell'elice, e la velocità del vento, abbiamo supposto di poter ritenere $0,56 = 0,575$.

Or bene a tutte queste ragioni devesi imputare la leggera differenza tra i risultati del calcolo istituito ed i risultati sperimentali, e questa differenza così piccola non può infirmare il ragionamento fatto.

Se peraltro vogliasi una relazione che meglio ancora traduca quanto in realtà succede nella navigazione aerea, pigliando come punto di partenza il rapporto tra il valore teorico della velocità propria e quello riscontrato nell'esperienza, basterà introdurre un opportuno coefficiente di correzione nella formola (3).

Si ritiene tale coefficiente conveniente nel valore $0,75$; talchè l'equazione che darebbe la velocità propria dell'aerostato, tenuto conto del movimento di beccheggio, della resistenza incontrata dalla navicella ed accessori e dall'apparecchio di sospensione, si ridurrebbe alla seguente:

$$0,131 (R_1 + R_0) D^2 v^2 = 21241,36 \frac{C}{N} -$$

$$- 0,94 u^2 [R_1^2 (2 l_0 + l_1) -$$

$$- R_0^2 (l_0 + 2 l_1) + R_1 R_0 (l_0 + l_1)].$$

Unendo a questa equazione quella esprimente il numero dei giri del motore in funzione dei giri N dell'elice, e la con-

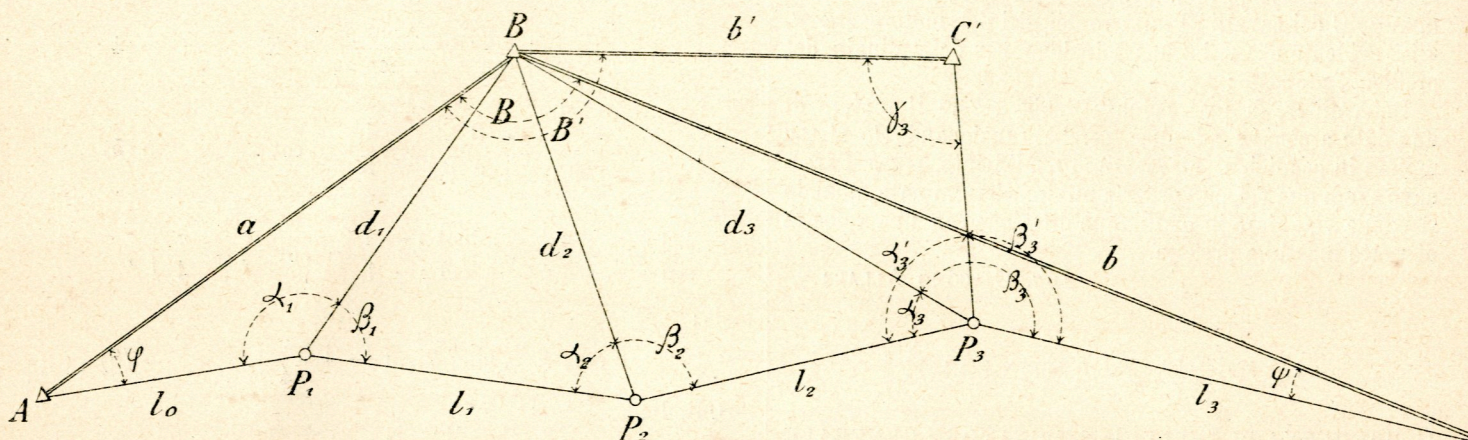


Fig. 47.

punto trigonometrico C' e si conosca la misura esatta del lato della triangolazione B C' = b' e dell'angolo A B C' = B'.

Rappresentiamo l'angolo B C' P_i = γ_i (i = 1, 2, ... n); le osservazioni di controllo nei vertici P_i le diremo complete quando invece di uno solo dei due angoli componenti di controllo α' _i, β' _i si misurino entrambi.

Partendo dalle note formule di Gauss sulle triangolazioni, cerchiamo anzitutto il numero delle equazioni di condizione cui darà luogo il problema proposto nella compensazione.

Le formule di Gauss sono:

$$\left. \begin{aligned} A + B - 2P + 3 &= \text{numero di equaz. di condizione} \\ &\text{angolari e laterali} \\ B + L - 2P + 2 &= \text{numero di equaz. di condizione} \\ &\text{laterali,} \end{aligned} \right\} (10)$$

dove dinotano: la lettera A il numero degli angoli misurati, B quello delle basi o lati misurati, P quello dei vertici, L quello dei lati.

Esaminiamo il caso più generale in cui al quarto punto trigonometrico B' sia stato collimato da tutte le n stazioni e che tutte queste osservazioni siano complete.

Evidentemente saranno allora i il numero delle equazioni di condizione angolare ed i quello delle equazioni di condizione laterale; le prime sono date dall'espressione generale:

$$\alpha_i + \beta_i = \alpha'_i + \beta'_i \quad (i = 1, 2, \dots n), \quad (11)$$

le seconde si possono rappresentare coll'unica espressione generale:

$$\left. \begin{aligned} a \frac{\sin \phi}{\sin \alpha_1} \times \frac{\sin \beta_1}{\sin \alpha_2} \times \frac{\sin \beta_2}{\sin \alpha_3} \times \dots \times \frac{\sin \beta_{i-2}}{\sin \alpha_{i-1}} \times \frac{\sin \beta_{i-1}}{\sin \alpha_i} &= \\ &= b' \frac{\sin \gamma_i}{\sin (\alpha'_i - \alpha_i)}, \end{aligned} \right\} (12)$$

purché si abbia l'avvertenza di limitare il primo membro al solo primo rapporto, ai due primi rapporti, ecc., a tutti i rapporti rispettivamente per i = 1, 2, ... n.

L'angolo incognito γ_i sarà dato dalla relazione generale:

$$\gamma_i = (i+1)\pi - \left[B' + \phi + \sum_{i=1}^{i-n} P_i - \beta'_i \right] \quad (i = 1, 2, \dots n). \quad (13)$$

Qualora i valori ottenuti per la congiungente B P_n dall'ultima delle formule (8) risultino in tolleranza, si può procedere alla compensazione nel modo seguente:

Indichiamo con i soliti simboli gli errori di misurazione degli angoli e le differenze tavolari per 1'' corrispondenti ai logaritmi dei seni, si potranno riunire tutti gli elementi necessari per la compensazione pel caso generale considerato nella tabella seguente:

Angoli osservati	Correzioni	Logaritmi dei seni	Differenze tavolari per 1''
α _i	V _{α, i}	log sen α _i	l _{α, i}
β _i	V _{β, i}	log sen β _i	l _{β, i}
α' _i	V _{α', i}	log sen α' _i	l' _{α, i}
β' _i	V _{β', i}	log sen β' _i	l' _{β, i}
calcolati			
φ	dφ	log sen φ	l _φ
ψ	dψ	log sen ψ	l _ψ
γ _i	V _{γ, i}	log sen γ _i	l _{γ, i}
(α' _i - α _i)	V _{α' - α}	log sen (α' _i - α _i)	l _{α' - α}

Cominciamo a determinare l'espressione degli errori dφ, dψ sugli angoli calcolati φ e ψ, perciò ricorriamo alle equazioni che servono alla loro determinazione, cioè:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\sin \phi}{\sin \psi} &= \frac{b}{a} \times \frac{\sin \alpha_1 \dots \sin \alpha_n}{\sin \beta_1 \dots \sin \beta_n} \\ \phi + \psi &= \pi(n+1) - \sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i - \sum_{i=1}^{i=n} \beta_i - B, \end{aligned} \right\} (14)$$

le quali per condizione debbono essere verificate e si possono scrivere nel modo seguente:

$$\left. \begin{aligned} \frac{a \times \sin \phi \times \sin \beta_1 \dots \sin \beta_n}{b \times \sin \psi \times \sin \alpha_1 \dots \sin \alpha_n} &= 1 \\ - \pi(n+1) + \sum \alpha_i + \sum \beta_i + B + \phi + \psi &= 0. \end{aligned} \right\} (15)$$

Per comodità di stampa si scrivono i segni Σ senza i limiti che si sottintendono.

Prendendo i logaritmi della prima di queste due equazioni abbiamo:

$$\left. \begin{aligned} \log a + \log \sin \phi + \log \sin \beta_1 + \dots + \log \sin \beta_n \\ - \log b - \log \sin \psi - \log \sin \alpha_1 - \dots - \log \sin \alpha_n &= 0 \\ - \pi(n+1) + \sum \alpha_i + \sum \beta_i + B + \phi + \psi &= 0. \end{aligned} \right\} (16)$$

Queste equazioni debbono essere anche soddisfatte quando agli angoli misurati si sostituiscano i corretti e si otterranno le equazioni:

$$\left. \begin{aligned} & \log a + \log \operatorname{sen} (\varphi + d\varphi) + \log \operatorname{sen} (\beta_1 + V_{\beta,1}) + \dots \\ & \quad + \log \operatorname{sen} (\beta_n + V_{\beta,n}) \\ - & \log b - \log \operatorname{sen} (\psi + d\psi) - \log \operatorname{sen} (\alpha_1 + V_{\alpha,1}) - \dots \\ & \quad - \log \operatorname{sen} (\alpha_n + V_{\alpha,n}) = 0 \\ - & \pi (n+1) + \sum (\alpha_i + V_{\alpha,i}) + \sum (\beta_i + V_{\beta,i}) + \\ & \quad + B + \varphi + d\varphi + \psi + d\psi = 0, \end{aligned} \right\} (17)$$

da cui si deducono le seguenti:

$$\left. \begin{aligned} & \log a + \log \operatorname{sen} \varphi + \log \operatorname{sen} \beta_1 + \dots + \log \operatorname{sen} \beta_n \\ - & \log b - \log \operatorname{sen} \psi - \log \operatorname{sen} \alpha_1 - \dots - \log \operatorname{sen} \alpha_n \\ + & t_\varphi d\varphi + \sum (t_{\beta,i} V_{\beta,i}) - t_\psi d\psi - \sum (t_{\alpha,i} V_{\alpha,i}) = 0 \\ - & \pi (n+1) + \sum (\alpha_i + V_{\alpha,i}) + \sum (\beta_i + V_{\beta,i}) + \\ & \quad + B + \varphi + d\varphi + \psi + d\psi = 0. \end{aligned} \right\} (18)$$

Le equazioni (18) combinate colle (16) daranno:

$$\left. \begin{aligned} t_\varphi d\varphi - t_\psi d\psi + \sum (t_{\beta,i} V_{\beta,i}) - \sum (t_{\alpha,i} V_{\alpha,i}) = 0 \\ \sum V_{\alpha,i} + \sum V_{\beta,i} + d\varphi + d\psi = 0. \end{aligned} \right\} (19)$$

Da queste due ultime equazioni riescirà facile ricavare i valori delle correzioni $d\varphi$, $d\psi$ in funzione degli errori di misura; infatti esse si possono scrivere nel modo seguente:

$$\left. \begin{aligned} t_\varphi d\varphi - t_\psi d\psi &= \sum (t_{\alpha,i} V_{\alpha,i}) - \sum (t_{\beta,i} V_{\beta,i}) \\ d\varphi + d\psi &= -\sum V_{\alpha,i} - \sum V_{\beta,i}. \end{aligned} \right\} (20)$$

Se si moltiplica la seconda di queste due equazioni per t_φ e si sottrae la prima, si elimina il $d\varphi$; se invece si moltiplica la seconda per t_ψ e si aggiunge alla prima, si elimina il $d\psi$; così facendo, si ottengono i valori delle due incognite cercati:

$$\left. \begin{aligned} d\psi &= -\frac{\sum (t_{\alpha,i} V_{\alpha,i}) + t_\varphi \sum V_{\alpha,i}}{t_\varphi + t_\psi} + \\ & \quad + \frac{\sum (t_{\beta,i} V_{\beta,i}) - t_\varphi \sum V_{\beta,i}}{t_\varphi + t_\psi} \\ d\varphi &= \frac{\sum (t_{\alpha,i} V_{\alpha,i}) - t_\psi \sum V_{\alpha,i}}{t_\varphi + t_\psi} - \\ & \quad - \frac{\sum (t_{\beta,i} V_{\beta,i}) + t_\psi \sum V_{\beta,i}}{t_\varphi + t_\psi} \end{aligned} \right\} (21)$$

che possiamo anche scrivere nel modo seguente:

$$\left. \begin{aligned} d\psi &= -\frac{\sum t_{\alpha,i} + t_\varphi}{t_\varphi + t_\psi} \times \sum V_{\alpha,i} + \frac{\sum t_{\beta,i} - t_\varphi}{t_\varphi + t_\psi} \times \sum V_{\beta,i} \\ d\varphi &= \frac{\sum t_{\alpha,i} - t_\psi}{t_\varphi + t_\psi} \times \sum V_{\alpha,i} - \frac{\sum t_{\beta,i} + t_\psi}{t_\varphi + t_\psi} \times \sum V_{\beta,i}. \end{aligned} \right\} (22)$$

E se poniamo per brevità:

$$\frac{\sum t_{\alpha,i} + t_\varphi}{t_\varphi + t_\psi} = m \quad \frac{\sum t_{\beta,i} - t_\varphi}{t_\varphi + t_\psi} = p, \quad (23)$$

le due correzioni si potranno scrivere pure:

$$\left. \begin{aligned} d\psi &= -m \cdot \sum V_{\alpha,i} + p \cdot \sum V_{\beta,i} \\ d\varphi &= (m-1) \cdot \sum V_{\alpha,i} - (p+1) \cdot \sum V_{\beta,i}. \end{aligned} \right\} (24)$$

Determinate in questo modo le espressioni delle due correzioni $d\varphi$, $d\psi$, riprendiamo la formula generale (12) di condizione laterale:

$$\frac{a \times \operatorname{sen} (\alpha'_i - \alpha_i) \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \beta_1 \operatorname{sen} \beta_2 \dots \operatorname{sen} \beta_{n-1}}{b' \times \operatorname{sen} \gamma_i \operatorname{sen} \alpha_1 \operatorname{sen} \alpha_2 \operatorname{sen} \alpha_3 \dots \operatorname{sen} \alpha_n} = 1. \quad (12)$$

Noi troveremo la forma che assumerà l'equazione di condizione laterale nell'ipotesi che l'osservazione di controllo

si faccia nell'ultimo vertice P_n , cioè pel valore particolare di $i = n$; la formula sarà così generale, e scritta sotto la orma logaritmica diventa:

$$\left. \begin{aligned} & \log a + \log \operatorname{sen} (\alpha'_n - \alpha_n) + \log \operatorname{sen} \varphi + \\ & \quad + \log \operatorname{sen} \beta_1 + \dots + \log \operatorname{sen} \beta_{n-1} \\ - & \log b' - \log \operatorname{sen} \gamma_n - \log \operatorname{sen} \alpha_1 - \dots \\ & \quad - \log \operatorname{sen} \alpha_n = \Delta_n. \end{aligned} \right\} (25)$$

In quest'ultima eguaglianza Δ_n rappresenta in valore e segno, espresso in unità del sesto ordine delle mantisse dei logaritmi, la differenza fra i due logaritmi della diagonale $B P_n$, per la quale si verifica l'osservazione di controllo, e perciò sarà una quantità cognita.

Sostituendo agli angoli misurati e calcolati quelli corretti, si otterrà:

$$\left. \begin{aligned} & \log a + \log \operatorname{sen} (\alpha'_n - \alpha_n + V_{\alpha',n} - V_{\alpha,n}) + \\ & \quad + \log \operatorname{sen} (\varphi + d\varphi) + \log \operatorname{sen} (\beta_1 + V_{\beta,1}) + \\ & \quad + \dots + \log \operatorname{sen} (\beta_{n-1} + V_{\beta,n-1}) \\ - & \log b' - \log \operatorname{sen} [(n+1)\pi - \varphi - d\varphi - \\ & \quad - \sum (\alpha_n + \beta_n) V_{\alpha,n} - V_{\beta,n} - B' + \beta'_n + V_{\beta',n}] \\ - & \log \operatorname{sen} (\alpha_1 + V_{\alpha,1}) - \dots - \log \operatorname{sen} (\alpha_n + V_{\alpha,n}) = 0, \end{aligned} \right\} (26)$$

ossia:

$$\left. \begin{aligned} & \log a + \log \operatorname{sen} (\alpha'_n - \alpha_n) + \log \operatorname{sen} \varphi + \log \operatorname{sen} \beta_1 + \\ & \quad + \dots + \log \operatorname{sen} \beta_{n-1} \\ - & \log b' - \log \operatorname{sen} [(n+1)\pi - \varphi - d\varphi - \sum P_n - B' + \beta'_n] - \\ & \quad - \log \operatorname{sen} \alpha_1 - \dots - \log \operatorname{sen} \alpha_n \\ + & t_\varphi d\varphi + \sum (t_{\beta,i} V_{\beta,i}) + t_{\alpha',n} V_{\alpha',n} - t_{\alpha,n} V_{\alpha,n} - \\ & \quad - \sum (t_{\alpha,i} V_{\alpha,i}) \\ - & [-t_\varphi d\varphi + t_{\beta',n} V_{\beta',n} - \sum t_{\alpha,i} V_{\alpha,i} - \sum t_{\beta,i} V_{\beta,i}] = 0. \end{aligned} \right\} (27)$$

Combinando le equazioni (25) e (27) e riducendo, si ottiene:

$$\Delta_n + 2 t_\varphi d\varphi + 2 \sum_{i=1}^{i=n} t_{\beta,i} V_{\beta,i} - 2 t_{\beta',n} V_{\beta',n} = 0, \quad (28)$$

oppure:

$$\left. \begin{aligned} & \Delta_n + 2 t_\varphi d\varphi + 2 \sum_{i=1}^{i=n-1} t_{\beta,i} V_{\beta,i} + \\ & \quad + 2 t_{\alpha',n} V_{\alpha',n} - 2 t_{\alpha,n} V_{\alpha,n} = 0. \end{aligned} \right\} (29)$$

Si può adottare come equazione di condizione laterale la formula (28) oppure la (29). Scegliendo quest'ultima, si sostituisca per la correzione angolare $d\varphi$ il suo valore trovato nella seconda delle formule (24), avremo:

$$\left. \begin{aligned} & \Delta_n + 2 t_\varphi \left[(m-1) \sum_{i=1}^{i=n} V_{\alpha,i} - (p+1) \sum_{i=1}^{i=n} V_{\beta,i} \right] + \\ & \quad + 2 \sum_{i=1}^{i=n-1} t_{\beta,i} V_{\beta,i} + \\ & \quad + 2 t_{\alpha',n} V_{\alpha',n} - 2 t_{\alpha,n} V_{\alpha,n} = 0. \end{aligned} \right\} (30)$$

E se la poniamo sotto la forma $\Delta + |A v| = 0$ simbolicamente l'equazione di condizione laterale si potrà scrivere ancora:

$$\Delta_n + \sum_{i=1}^{i=n} A_i V_{\alpha,i} + \sum_{i=1}^{i=n} B_i V_{\beta,i} + A'_n V_{\alpha',n} = 0. \quad (31)$$

Per maggiore chiarezza dell'applicazione di questa formula generale, riportiamo l'espressione dei valori da doversi attribuire alle funzioni A_i , B_i , A'_n nei singoli casi speciali.

Così se l'osservazione di controllo si considera avvenuta nel vertice P_1 saranno:

$$\begin{array}{lll}
 A_1 = 2 t_{\phi} (m - 1) - 2 t_{\alpha,1} & B_1 = - 2 t_{\phi} (p + 1) & A'_1 = 2 t'_{\alpha,1} \\
 A_2 = 2 t_{\phi} (m - 1) & B_2 = - 2 t_{\phi} (p + 1) & \Delta_n = \Delta_1 \\
 A_3 = 2 t_{\phi} (m - 1) & B_3 = - 2 t_{\phi} (p + 1) & \\
 \dots & \dots & \\
 A_n = 2 t_{\phi} (m - 1) & B_n = - 2 t_{\phi} (p + 1) &
 \end{array} \quad (32)$$

Se si considera l'osservazione di controllo nel vertice P_2 saranno:

$$\begin{array}{lll}
 A_1 = 2 t_{\phi} (m - 1) & B_1 = - 2 t_{\phi} (p + 1) + 2 t_{\beta,1} & A'_2 = t'_{\alpha,2} \\
 A_2 = 2 t_{\phi} (m - 1) - 2 t_{\alpha,2} & B_2 = - 2 t_{\phi} (p + 1) & \Delta_n = \Delta_2 \\
 A_3 = 2 t_{\phi} (m - 1) & B_3 = - 2 t_{\phi} (p + 1) & \\
 \dots & \dots & \\
 A_n = 2 t_{\phi} (m - 1) & B_n = - 2 t_{\phi} (p + 1) &
 \end{array} \quad (33)$$

Per l'osservazione di controllo nel vertice P_3 si devono porre:

$$\begin{array}{lll}
 A_1 = 2 t_{\phi} (m - 1) & B_1 = - 2 t_{\phi} (p + 1) + 2 t_{\beta,1} & A'_3 = 2 t'_{\alpha,3} \\
 A_2 = 2 t_{\phi} (m - 1) & B_2 = - 2 t_{\phi} (p + 1) + 2 t_{\beta,2} & \Delta_n = \Delta_3 \\
 A_3 = 2 t_{\phi} (m - 1) - 2 t_{\alpha,3} & B_3 = - 2 t_{\phi} (p + 1) & \\
 \dots & \dots & \\
 A_n = 2 t_{\phi} (m - 1) & B_n = - 2 t_{\phi} (p + 1) &
 \end{array} \quad (34)$$

Infine, per l'osservazione di controllo nell'ultimo vertice P_n si avranno le relazioni seguenti:

$$\begin{array}{lll}
 A_1 = 2 t_{\phi} (m - 1) & B_1 = - 2 t_{\phi} (p + 1) + 2 t_{\beta,1} & A'_n = 2 t'_{\alpha,n} \\
 A_2 = 2 t_{\phi} (m - 1) & B_2 = - 2 t_{\phi} (p + 1) + 2 t_{\beta,2} & \Delta_n = \Delta \\
 A_3 = 2 t_{\phi} (m - 1) & B_3 = - 2 t_{\phi} (p + 1) + 2 t_{\beta,3} & \\
 \dots & \dots & \\
 A_n = 2 t_{\phi} (m - 1) - 2 t_{\alpha,n} & B_{n-1} = - 2 t_{\phi} (p + 1) + 2 t_{\beta, n-1} & \\
 & B_n = - 2 t_{\phi} (p + 1) &
 \end{array} \quad (35)$$

Si consideri ora l'equazione del *minimo* $[V V] = \text{minimo}$; si troverà il minimo della funzione $[V V]$ mediante le equazioni *correlate* o *correlative* che daranno per gli errori angolari i valori seguenti:

$$\left. \begin{array}{l}
 V_{\alpha, i} - A_i I_n = 0 \\
 V_{\beta, i} - B_i I_n = 0 \\
 V_{\alpha', n} - A'_n I_n = 0
 \end{array} \right\} \text{ da cui si ricavano: } \left\{ \begin{array}{l}
 V_{\alpha', i} = A_i \times I_n \\
 V_{\beta, i} = B_i \times I_n \\
 V_{\alpha', n} = A'_n \times I_n
 \end{array} \right\} \quad (36)$$

Infine, per determinare il valore del *correlativo* I_n si ricorre all'equazione *normale* che è della forma:

$$\Delta_n + [A A] \times I_n = 0. \quad (37)$$

E nel problema in esame sarà:

$$\Delta_n + \sum A^2_i \times I_n + \sum B^2_i \times I_n + A'^2_n \times I_n = 0 \quad (38)$$

che corrisponde all'equazione di condizione laterale (31):

$$\Delta_n + \sum A_i V_{\alpha, i} + \sum B_i V_{\beta, i} + A'_n V_{\alpha, n} = 0. \quad (31)$$

Dall'equazione (38) si ricava il correlativo I_n :

$$I_n = \frac{-\Delta_n}{[A A]} = \frac{-\Delta_n}{\sum A^2_i + \sum B^2_i + A'^2_n}. \quad (39)$$

Evidentemente la funzione $[A A]$ si può avere anche direttamente dall'espressione seguente, la quale può servire di controllo del calcolo numerico:

$$\begin{array}{l}
 [A A] = (n - 1) [2 t_{\phi} (m - 1)]^2 + \\
 + [2 t_{\phi} (m - 1) - 2 t_{\alpha, n}]^2 + \\
 + \sum_{i=1}^{i=n-1} [- 2 t_{\phi} (p + 1) + 2 t_{\beta, i}]^2 + [2 t'_{\alpha, n}]^2 + \\
 + [- 2 t_{\phi} (p + 1)]^2.
 \end{array} \quad (40)$$

Si potranno nel modo suesposto determinare le correzioni angolari $V_{\alpha, i}$, $V_{\beta, i}$, $V_{\alpha', n}$ nelle varie ipotesi che l'osservazione di controllo avvenga nei successivi vertici:

$$P_i \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Infine se si moltiplicano le correzioni angolari così ottenute per i corrispondenti valori delle differenze tavolari per $1''$ si avranno le correzioni da doversi introdurre nei logaritmi dei seni degli angoli osservati e degli angoli calcolati.

Si otterrà infine il calcolo cogli elementi compensati, gli angoli e i lati compensati.

L'unito esempio numerico chiarisce l'applicazione del metodo di compensazione proposto nel problema di Snellius ampliato in generale, considerando il caso di $n = 3$, che è il più comune che possa occorrere nelle applicazioni pratiche, e che l'osservazione di controllo si faccia nel vertice P_3 ; l'unito Casellario ci dispensa da ulteriori spiegazioni (Vedi fig. 47).

CASELLARIO PEL CALCOLO NUMERICO
DI COMPENSAZIONE DEL PROBLEMA DI SNELLIUS
AMPLIATO IN GENERALE.

§ FORMULE DI RISOLUZIONE.

$$M = \frac{(n + 1) \pi}{2} - \frac{\sum_1^n P_n + B}{2} \quad (1)$$

$$K = \frac{\text{sen } \beta_1 \text{ sen } \beta_2 \dots \text{sen } \beta_n}{\text{sen } \alpha_1 \text{ sen } \alpha_2 \dots \text{sen } \alpha_n} \quad (2)$$

$$\cot \rho = \frac{b}{a} \times \frac{1}{K} \quad (3)$$

$$\text{tang } N = \text{tang } M \cot \left(\rho + \frac{\pi}{4} \right) \quad (4)$$

$$M = \frac{\phi + \psi}{2} \quad N = \frac{\phi - \psi}{2} \quad (5)$$

$$\phi = M + N \quad \psi = M - N \quad (6)$$

$$\gamma_n = (n + 1) \pi - \left[B' + \phi + \sum_1^n P_n - \beta'_n \right] \quad (7)$$

$$B P_n = a \frac{\text{sen } \phi \text{ sen } \beta_1 \dots \text{sen } \beta_{n-1}}{\text{sen } \alpha_1 \text{ sen } \alpha_2 \dots \text{sen } \alpha_n} = b \frac{\text{sen } \psi}{\text{sen } \beta_n} \quad (8)$$

$$B P_n = b' \frac{\text{sen } \gamma_n}{\text{sen } (\alpha'_n - \alpha_n)} \quad (9)$$

§ PUNTI CERCATI.

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| P ₁ Monte Itolargiu | P ₃ Monte Coghinas |
| P ₂ Nuraghe Sigliano | P _n |

§ PUNTI DATI.

- | | |
|--------------------|-------------------|
| A Punta spinosa | C Punta bianca |
| B S. Pietro a mare | C' Stazzo Silvara |

§ ANGOLI NOTI.

$$B = 119^\circ 27' 12'' \quad B' = 140^\circ 21' 50''$$

§ LOG. DEI LATI NOTI.

$$\log a = 3,7387005 \quad \log b = 3,9961535$$

$$\log b' = 3,6069623$$

§ ANGOLI MISURATI E ANGOLI CALCOLATI.

$$\alpha_1 = 134^\circ 49' 53'' \quad \beta_1 = 65^\circ 08' 34''$$

$$\alpha_2 = 61^\circ 35' 00'' \quad \beta_2 = 94^\circ 38' 59''$$

$$\alpha_3 = 45^\circ 43' 39'' \quad \beta_3 = 162^\circ 45' 29''$$

$$\alpha_n = \dots \quad \beta_n = \dots$$

$$\Sigma \alpha = 242^\circ 08' 32''$$

$$\Sigma \beta = 322^\circ 33' 02''$$

$$\sum_1^n P_n = 564^\circ 41' 34''$$

$$B = 119^\circ 27' 12''$$

$$S = 684^\circ 08' 46''$$

$$\frac{S}{2} = 342^\circ 04' 23''$$

$$\frac{(n+1)\pi}{2} = 360^\circ 00' 00''$$

$$M = 17^\circ 55' 37''$$

$$\log \text{tang } M = 9,5098886$$

$$\log \cot \left(\rho + \frac{\pi}{4} \right) = 9,7004782$$

$$\log \text{tang } N = 9,2103668$$

$$N = 9^\circ 13' 11''$$

$$M = 17^\circ 55' 37''$$

$$\phi = 27^\circ 08' 48''$$

$$\psi = 8^\circ 42' 26''$$

$$\log b = 3,9961535$$

$$c. \log a = 6,2612995$$

$$c. \log K = 0,2216850$$

$$\log \cot \rho = 10,4791380$$

$$\rho = 18^\circ 21' 19''$$

$$\rho + \frac{\pi}{4} = 63^\circ 21' 19''$$

$$B' = 140^\circ 21' 50''$$

$$\phi = 27^\circ 08' 48''$$

$$\sum_1^n P_n = 564^\circ 41' 34''$$

$$\beta'_3 = 110^\circ 30' 33''$$

$$(n+1)\pi = 720^\circ 00' 00''$$

$$\gamma_3 = 98^\circ 18' 21''$$

$$\alpha'_3 = 97^\circ 58' 35''$$

$$\alpha_3 = 45^\circ 43' 39''$$

$$(\alpha'_3 - \alpha_3) = 52^\circ 14' 56''$$

§ CALCOLO DI LOG K.

$$\log \text{sen } \alpha_1 = 9,8507593 \quad \log \text{sen } \beta_1 = 9,9577788$$

$$\log \text{sen } \alpha_2 = 9,9442409 \quad \log \text{sen } \beta_2 = 9,9985684$$

$$\log \text{sen } \alpha_3 = 9,8549209 \quad \log \text{sen } \beta_3 = 9,4718889$$

$$\log \text{sen } \alpha_n = \dots \quad \log \text{sen } \beta_n = \dots$$

$$\Sigma \log \text{sen } \alpha = 9,6499211 \quad \Sigma \log \text{sen } \beta = 9,4282361$$

$$\log K = -0,2216850 = 9,7783150$$

§ CALCOLO DI COMPENSAZIONE.

$$A_1 = 2 t_\phi (m - 1) = -5,82$$

$$A_2 = 2 t_\phi (m - 1) = -5,82$$

$$A_3 = 2 t_\phi (m - 1) - 2 t_{\alpha,3} = -9,92$$

$$B_1 = -2 t_\phi (p + 1) + 2 t_{\beta,1} = -1,64$$

$$B_2 = -2 t_\phi (p + 1) + 2 t_{\beta,2} = -3,91$$

$$B_3 = -2 t_\phi (p + 1) = -3,57$$

$$A'_3 = 2 t_{\alpha,3} = -0,60$$

$$A^2_1 = 33,8724$$

$$A^2_2 = 33,8724$$

$$A^2_3 = 98,4064$$

$$B^2_1 = 2,6896$$

$$B^2_2 = 15,2881$$

$$B^2_3 = 12,7449$$

$$A^2_3 = 0,3600$$

$$[A A] = 197,2338$$

$$\Delta = -35$$

$$I = \frac{-\Delta}{[A A]} = 0,18$$

$$V_{\alpha,1} = A_1 \times I = (1) = -1''$$

$$V_{\alpha,1} = A_2 \times I = (2) = -1''$$

$$V_{\alpha,3} = A_3 \times I = (3) = -2''$$

$$V_{\beta,1} = B_1 \times I = (4) = -0'',4$$

$$V_{\beta,2} = B_2 \times I = (5) = -0'',7$$

$$V_{\beta,3} = B_3 \times I = (6) = -0'',6$$

$$V_{\alpha',3} = A'_3 \times I = (7) = -0'',2$$

$$V_{\alpha' - \alpha} = V_{\alpha',3} - V_{\alpha,3} = (8) = -1'',8$$

$$V_{\beta',3} = V_{\beta,3} - V_{\alpha' - \alpha} = (9) = -2'',4$$

$$V_{\gamma,3} = V_{\beta,3} + d\psi = (10) = -0'',4$$

$$d\phi = 3'',4$$

$$d\psi = 2'',3$$

§ CALCOLO DELLE CORREZIONI.

Calcolo dei lati	Diff. tavolari per 1''		Correz. angolare		Correzioni nei log. seni	Calcolo cogli elementi compensati
	Simbolo	Valore	Simbolo	Valore		
$\log a = 3,7387005$						3,7387005
c. log sen $\alpha_1 = 0,1492407$	$t_{\alpha,1}$	- 2,09	— (1)	1	- 21	0,1492386
$\log \text{sen } \phi = 9,6592217$	t_{ϕ}	4,11	$d\phi$	3,4	+ 137	9,6592354
$\log d_1 = 3,5471629$						3,5471745
c. log sen $\alpha_2 = 0,0557591$	$t_{\alpha,2}$	1,14	— (2)	1	+ 12	0,0557603
$\log \text{sen } \beta_1 = 9,9577788$	$t_{\beta,1}$	0,97	(4)	- 0,4	- 4	9,9577784
$\log d_2 = 3,5607008$						3,5607132
c. log sen $\alpha_3 = 0,1450791$	$t_{\alpha,3}$	2,05	— (3)	2	+ 41	0,1450832
$\log \text{sen } \beta_2 = 9,9985684$	$t_{\beta,2}$	- 0,17	(5)	- 0,7	+ 2	9,9985686
$\log d_3 = 3,7043483$						3,7043650
$\log b = 3,9961535$						3,9961535
$\log \text{sen } \psi = 9,1800841$	t_{ψ}	13,75	$d\psi$	2,3	+ 316	9,1801157
c. log sen $\beta_3 = 0,5281111$	$t_{\beta,3}$	- 6,78	— (6)	0,6	- 41	0,528.070
$\log d_3 = 3,7043487$						3,7043762
$\log b' = 3,6069623$						3,6069623
$\log \text{sen } \gamma_3 = 9,9954207$	$t_{\gamma,3}$	- 0,31	(10)	- 0,4	+ 4	9,9954208
c. log sen $(\alpha'_3 - \alpha_3) = 0,1020005$	$t_{\alpha' - \alpha}$	1,63	— (8)	- 1,8	- 30	0,1019975
$\log d_3 = 3,7043835$						3,7043806

$$m = \frac{t_{\alpha,1} + t_{\alpha,2} + t_{\alpha,3}}{t_{\phi} + t_{\psi}} = \frac{5,21}{17,86} \quad , \quad (m-1) = \frac{-12,65}{17,86}$$

$$p = \frac{t_{\beta,1} + t_{\beta,2} + t_{\beta,3}}{t_{\phi} + t_{\psi}} = \frac{-10,09}{17,86} \quad , \quad (p+1) = \frac{7,77}{17,86}$$

$$d\phi = (m-1)(V_{\alpha,1} + V_{\alpha,2} + V_{\alpha,3}) - (p+1)(V_{\beta,1} + V_{\beta,2} + V_{\beta,3}) = 3'',4$$

$$d\psi = -m \quad (\quad \text{id.} \quad) + p \quad (\quad \text{id.} \quad) = 2'',3$$

$$d\phi + d\psi = -\sum_1^3 (V_{\alpha,i} + V_{\beta,i}) \quad , \quad V_{\gamma,3} = V_{\beta',3} - d\phi - \sum_1^3 (V_{\alpha,i} + V_{\beta,i}) = (V_{\beta',3} + d\psi).$$

Prof. G. DELITALA.

NOTIZIE

Norme da seguirsi dai Comuni nelle richieste di analisi, presso i Laboratori Sanitari governativi e municipali, di saggi di acqua, che si intendono destinare ad uso potabile.

— *L'Ispettorato generale della Sanità pubblica (Ministero dell'Interno)*, nell'intento di meglio assicurare la necessaria uniformità di criteri nella raccolta e nella spedizione dei campioni d'acqua da sottoporre ad analisi chimica e batteriologica onde accertarne la potabilità, ha creduto opportuno redigere le istruzioni che qui si riproducono.

Avvertesi inoltre che, qualora i campioni d'acqua per conto dei Comuni debbano essere esaminati batteriologicamente nei laboratori dello Stato, il prelevamento dei medesimi dovrà essere di regola fatto dal medico provinciale, il quale, in tal caso, si avvarrà della apposita cassetta refrigerante, di cui è dotata ogni Prefettura, per

assicurare così il trasporto dei campioni stessi a bassa temperatura. Le cassette che hanno servito al trasporto di campioni, verranno poi restituite alle Prefetture dal laboratorio batteriologico del Ministero, munite del materiale necessario per la raccolta di nuovi campioni, così da poter essere sempre pronte al bisogno.

Avvertasi infine che tutte le spese inerenti alla raccolta e spedizione dei campioni e delle cassette saranno a carico dei Comuni interessati.

« *A. Analisi chimiche.* — Allorchè l'acqua scaturisce da terreno molto profondo e roccioso, dove ogni possibile inquinazione sia, in modo assoluto, da escludersi, basterà inviarne un saggio, raccogliendola direttamente al vero punto di scaturigine, secondo le norme seguenti:

« 1° La presa dell'acqua sia fatta da persona tecnica.

« 2° Si adoperino recipienti di vetro (preferibilmente bianco), nuovi, non impagliati e tanti da poter raccogliere circa 10 litri di acqua per sorgente (frazionati in 2 o più recipienti).

« 3° I recipienti siano prima diligentemente lavati, dentro e fuori, con acqua distillata (1), e poi replicatamente con l'acqua che si vuole fare analizzare; siano possibilmente muniti di tappi smerigliati, oppure di sugheri nuovi, fatti bollire precedentemente in acqua distillata.

« 4° Per la presa si cerchi di raccogliere l'acqua per attingimento diretto dalla scaturigine, evitando ogni contatto di essa con l'esterno del recipiente; e nel caso che ciò non sia possibile, quando, specialmente, l'acqua viene su a polla ed è necessaria la presa per immersione, si curi di immergere il recipiente al disotto del livello superficiale dell'acqua, nel bacinetto naturale di raccolta, presso al punto di pullulazione, in modo da raccogliercela dove non sia venuta a contatto con l'aria esterna.

« Se l'acqua è incanalata, ed il punto in cui vien fuori, non è quello in cui essa naturalmente e primordialmente scaturisce dalle viscere della terra, il saggio deve prendersi dopo che siano eseguiti gli scavi opportuni per la ricerca di questo, attingendo l'acqua direttamente alla vera scaturigine, come nel primo caso.

« Se si estrae dal sottosuolo col mezzo di pompa, si dovrà prima pompare per tanto tempo, quanto a seconda dell'ampiezza del pozzo, se questo è a serbatoio — si creda sufficiente perchè non si raccolga l'arena rimasta in esso ristagnante. — Se il pozzo è tubulare si lasci prima uscire completamente l'acqua che è rimasta per qualche tempo nei tubi.

« 5° Si noti la temperatura dell'acqua alla sorgente, tenendovi immerso per qualche minuto il bulbo di un termometro esatto, e non si dimentichi di notare anche la temperatura esterna sul luogo, la data e l'ora del giorno in cui si fa la presa. Sarà di grande interesse conoscere la temperatura dell'acqua nelle diverse stagioni dell'anno.

« 6° I recipienti, distinti da etichette portanti il nome della sorgente o del Comune che spedisce, chiusi col tappo ricoperto di carta pergamena ben lavata e suggellati col timbro del Comune a ceralacca, in presenza del sindaco o di chi per esso, vengano convenientemente imballati entro cassa di legno e, se l'analisi dovrà eseguirsi nei Laboratori del Ministero dell'interno, siano spediti franchi di porto: « Ai Laboratori della Sanità pubblica, piazza Vittorio Emanuele, isolato S. Eusebio, Roma », dandone contemporaneamente avviso, per mezzo della Prefettura, al Ministero dell'interno, al quale sarà spedito pure il verbale di presa d'acqua.

« B. *Analisi batteriologiche.* — L'esame batteriologico dell'acqua da derivarsi per uso potabile nei Comuni, deve farsi o presso un Istituto governativo o presso un Laboratorio municipale di vigilanza igienica, debitamente autorizzato. Le norme da seguirsi all'uopo sono le seguenti:

« 1° Il prelevamento dei campioni deve essere fatto da un tecnico appartenente all'Istituto che deve eseguire l'analisi, o da questo, sotto la sua responsabilità, incaricato.

« 2° Per ogni singola scaturigine debbono prelevarsi almeno tre campioni, e l'esame deve versare sopra ognuno di essi.

« 3° Qualora il Comune intenda avvalersi delle cassette refrigeranti messe a disposizione del Ministero dell'interno per l'invio ai Laboratori dello Stato dei campioni per le analisi, deve farne domanda al Ministero, pel tramite della Prefettura, indicando il numero delle sorgenti, e dando ragguagli sulle condizioni in cui le acque scaturiscono, cioè se si tratta di bolle, acque correnti, zampillanti, profonde, ecc.

« 4° Il prelevamento dei campioni, in questo caso, deve essere fatto dal medico provinciale, che dovrà anche condizionare nel modo più opportuno la cassetta e rispettarla con le volute regole ai Laboratori della Sanità pubblica, i quali si occuperanno dell'analisi.

« C. — Per l'apprezzamento igienico, razionale dei risultati delle analisi, sia chimiche, sia batteriologiche, è necessario che i campioni presi per le une e per le altre siano accompagnati da un verbale di presa e da un'esatta descrizione dei giacimenti geologici locali, delle condizioni topografiche e altimetriche della sorgente, del bacino imbrifero da cui proviene, ecc., e si diano notizie sulle condizioni superficiali d'abitazione, vegetazione, ecc., della località sovrastante e circostante alla scaturigine, in rapporto specialmente ai pericoli di inquinamento dell'acqua sotterranea per effetto di infiltrazioni di acque esterne o superficiali ».

BIBLIOGRAFIA

I.

CRESCENTINO CAVEGLIA. — Sulla teoria delle travi e dei lastroni di cemento armato caricati di pesi. — Un volume in-8° di pag. 98 con 2 tavole e 16 figure nel testo: e due appendici dello stesso formato, la prima di pag. 14 con 6 figure, la seconda di pa-

(1) Se si avessero da adoperare acidi per prima lavatura, in nessun caso devesi scegliere l'acido nitrico (acqua forte).

gine 15 con 7 figure. Estratto dalla *Rivista di Artiglieria e Genio*. — Roma, Tipografia Enrico Voghera, 1900 e 1901.

Il colonnello del genio, Crescentino Caveglia, che di questi giorni fu promosso a generale, pubblicava nella *Rivista di Artiglieria e Genio* questo suo studio sulla teoria delle travi e dei lastroni di cemento armato caricati da pesi, sul quale studio è debito nostro di chiamare l'attenzione dei lettori, poichè in esso si tratta con indagine minuta e complessa l'argomento oggi tanto dibattuto del calcolo statico delle costruzioni in cemento armato.

L'A. confrontando nell'introduzione i metodi proposti dall'ingegnere Lefort e dal colonnello Figari, in quanto riguardano il valore della tensione unitaria massima ammissibile per il conglomerato di cemento nei calcoli di stabilità, fa notare l'incertezza, che, prima delle recenti ricerche sperimentali, regnava nella scelta del corrispondente carico di sicurezza. Esamina poi i due fatti posti oggidì in chiaro, e cioè:

1° L'attitudine di questi conglomerati forniti di armatura metallica a subire, prima della rottura, degli allungamenti unitari assai maggiori di quelli che si possono ottenere nelle fibre tese di una trave disarmata;

2° Il fatto che il loro modulo di elasticità decresce rapidamente coll'aumentare della tensione unitaria al di là di un certo limite, cosicchè, soprattutto nelle fibre tese di una trave, gli sforzi devono essere assai minori di quelli che si deducono, supponendo il modulo costante.

L'A. si propone quindi di svolgere un metodo di calcolo che tenga conto di questa legge, sebbene egli stesso ammetta che le costanti numeriche attualmente note non abbiano ancora un grado di sicurezza assoluto, e, forse, si potrebbe anche aggiungere, non confermino in modo sicuro che la legge 2° si verifichi sensibilmente nel limite degli sforzi ammissibili in una trave calcolata per una costruzione.

Nel Capitolo I si procede alla ricerca delle equazioni fondamentali che per il calcolo delle travi inflesse di sezione rettangolare, vengono dedotte ammettendo due ipotesi semplificative:

La prima, enunciata esplicitamente consiste nel ritenere che le sezioni trasversali della trave, nel fenomeno della flessione semplice, rimangano piane;

La seconda, che risulta soltanto dagli sviluppi analitici, presuppone che il modulo di elasticità E sia bensì diverso per le fibre tese e per le fibre compresse, ma abbia per tutte le prime, come per tutte le seconde il valore che compete alla deformazione massima nella corrispondente fibra più sollecitata. In vero, secondo l'enunciato della legge 2° e conformemente ai quadri grafici delle due tavole annesse alla monografia, dedotti dalle esperienze del Considère, il modulo E dovrebbe variare da punto a punto di una medesima sezione trasversale, poichè da punto a punto di essa variano gli allungamenti unitari $\epsilon/\%$ delle fibre. Mentre invece l'A., nel calcolo delle risultanti delle tensioni e delle compressioni elementari di una medesima sezione suppone E_t ed E_c costanti, e, come risulta dal Capitolo III, li intende valutati in corrispondenza alle tensioni massime unitarie t_c e c_c .

Mi affretto però subito a far notare che l'applicazione rigorosa della 2° legge avrebbe condotto a complicazioni di calcolo assolutamente inammissibili nel campo pratico, data l'intenzione dell'A. di valersi del diagramma sperimentale, esprime il modo di variare del modulo E in funzione delle deformazioni unitarie del materiale, invece di ricorrere ad una legge analitica approssimata. In questo ordine di idee invece lavorarono alcuni ingegneri austriaci (R. Latowsky, W. Carling, Max v. Thullie, *Giornali delle Società degli ingegneri austriaci e tedeschi*, 1897-99) ricorrendo alla formola proposta dal prof. Bach $\epsilon = \alpha \sigma^m$, dove ϵ è l'allungamento prodotto dalla tensione σ , α ed m sono costanti da ricavarsi sperimentalmente.

*

Il Capitolo II è una discussione bella, ordinata ed originale delle ricerche sperimentali fatte per fissare i carichi di sicurezza ed i moduli di elasticità dei materiali, pei quali l'A. conchiude proponendo i seguenti valori:

	Carico di sicurezza		Modulo di elasticità	
	Kg. : cm ²		t : cm ²	
	tensione	compressione	tensione	compressione
Conglomerati grassi 433				
kg. di cemento per m ³				
di sabbia	20	90	50	230
Conglomerati magri 300				
kg. di cemento per				
m ³ di miscuglio di				
sabbia e ghiaietta .	12	55	30	140

Su di essi l'A. stesso esprime il dubbio che possano parere alquanto elevati, anzi, per le costruzioni con armatura collocata soltanto nella parte tesa suggerisce di adottare come carichi di sicurezza alla compressione valori che superino di poco la metà di quelli scritti nella tabella. Al quale proposito ricorderò che le esperienze

del chiarissimo prof. Guidi, più volte citate in questo periodico, non confermano nel fenomeno della compressione il vantaggio dell'armatura che l'A. suppone, e quindi i carichi di sicurezza predetti si dovrebbero effettivamente ridurre in ogni caso.

*

Nel III e IV Capitolo si deducono le formole per la verifica e per il calcolo diretto delle costruzioni in cemento armato con riguardo speciale alle travi inflesse, le quali formole sono trasformate ancora una volta nell'Appendice I per ottenere una semplificazione nel procedimento, e vengono estese nell'Appendice II al calcolo delle travi con sezione trasversale a T, in cui l'ala orizzontale è costituita dalle due metà delle solette che collegano la nervatura considerata alle adiacenti.

A questo riguardo l'A. aveva fatto nel suo primo studio alcune riserve sul metodo proposto dall'Hennebique di computare come parte resistente della trave anche la soletta, ma nella sua Appendice lo accoglie e vi applica il suo procedimento di calcolo. Naturalmente suggerisce di ridurre alquanto i carichi di sicurezza citati, quando la soletta si trovi dalla parte tesa. In vece nelle sezioni in cui la soletta è nella zona compressa, essendo in valore assoluto lo sforzo massimo di tensione maggiore di quello di compressione, il limite imposto al primo di 20 o 12 Kg/cm² (Cfr. Tabella precedente) basta ad assicurare senz'altro, e forse assicura troppo largamente, la stabilità della trave.

*

La pregevole Monografia contiene ancora due altri Capitoli: il V relativo alla verifica della stabilità al taglio, ed il VI consistente in una breve discussione dei più noti sistemi e principalmente di quelli dovuti all'Hennebique ed al Walsler-Gérard. I giudizi enunciati dall'A. a questo proposito mi pare meritino una discussione più ponderata prima d'essere incondizionatamente accolti. L'idea a cui si informa la trave Hennebique, cioè l'accoppiamento dei due materiali il ferro e il conglomerato di cemento fatto in modo che ciascuno di essi venga sottoposto al genere di sollecitazione a cui si dimostra più adatto, e i collegamenti trasversali che ne devono favorire la solidarietà, parmi abbiano ottenuto una troppo splendida sanzione nel campo pratico per condannarli fondandosi su considerazioni prive di una conferma sperimentale sicura, come fra le altre quella del miglioramento delle condizioni del cemento sottoposto a sforzi di compressione per effetto di un'armatura in ferro. Del resto l'A. stesso tempera alquanto il suo giudizio nell'Appendice II.

*

La parte più originale del lavoro è senza dubbio il metodo di calcolo delle travi a sezione rettangolare, in cui si tiene conto della variabilità del modulo E nel senso precisato dalla seconda ipotesi qui enunciata. Per darne al lettore un'idea chiara riassumerò con parole mie il procedimento, nella fiducia di non alterare l'idea del chiarissimo Autore. La ricerca, supposto noto il momento flettente massimo a cui la trave deve resistere, consiste nelle cinque operazioni seguenti:

1. Si fissino con criteri pratici i rapporti fra le sezioni di ferro dell'armatura tesa e compressa e la sezione totale del solido, nonché quello fra la distanza dei loro assi dai lembi della trave e l'altezza totale della sezione;

2. Si scelga lo sforzo unitario massimo a tensione o a pressione del conglomerato uguale al corrispondente carico di sicurezza, secondochè, data la forma della sezione e la distribuzione dell'armatura, si presume che il primo o il secondo rappresenti il valore più pericoloso degli sforzi che si verificheranno nella sezione stessa. I diagrammi delle tavole annesse, o le tabelle numeriche corrispondenti, permettono di dedurre il valore corrispondente del modulo di elasticità;

3. Posto per falsa posizione il rapporto incognito fra l'altezza della zona compressa e quella dell'intera sezione, uguale ad un numero arbitrario di poco inferiore ad 1/2, si deducano colle ultime tre formole del sistema di equazioni risolventi i valori della deformazione unitaria nel lembo opposto della sezione e nelle armature metalliche. E da questi, coll'aiuto delle tabelle o dei diagrammi citati, si ricavano l'altra tensione massima nel conglomerato, e le tensioni a cui è sottoposta l'armatura;

4. Si ricorra all'equazione che esprime l'uguaglianza fra i valori assoluti della risultante delle tensioni positive e di quelle negative in una trave, la cui sezione abbia i lati uguali all'unità di lunghezza, e in cui la ripartizione dell'armatura sia fatta secondo i rapporti fissati nell'operazione 1^a. Una tale equazione permette di verificare se la posizione fatta nell'operazione 3^a è buona, o se va modificata per accostarsi con tentativi, ove occorra, ripetuti alla soluzione vera;

5. Coll'ultima formola che resta si calcoli il momento resistente della sezione unitaria ideale considerata, poi confrontandolo col momento resistente necessario si può dedurre in infiniti modi una sezione rettangolare a lati disuguali che risolve il problema.

Il procedimento per quanto laborioso non è così lungo come può farlo credere l'enumerazione precedente, prolissa di necessità, non potendosi far uso dei simboli adottati dall'A. senza spiegarli: al

quale proposito mi sia lecito concludere questa nota bibliografica di un lavoro così vasto e diligente facendo un caldo voto, che anche in Italia si accordino gli studiosi di ogni singolo argomento tecnico ad adottare una notazione unica. Ciò condurrebbe ad un'economia grandissima di tempo e di fatica, ed al vantaggio prezioso di una maggior brevità e chiarezza.

M. PANETTI.

II.

Le turbine a vapore. — Conferenza del prof. Ugo ANCONA, del R. Istituto Tecnico Superiore di Milano. — Un vol. in-8° gr. pag. 53, con 6 figure dimostrative nel testo. Estratto dagli « Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana ». — Torino, 1902.

Dietro invito del Consiglio direttivo dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, Sede di Milano, l'ing. prof. Ugo Ancona teneva, nella seduta del 3 febbraio ultimo scorso, una importante e dotta conferenza sulle turbine a vapore. Quest'argomento non è nuovo ai lettori dell'« Ingegneria Civile », epperò sono certo non riuscirà ad essi discaro che ritorniamo sul medesimo, seguendo il chiarissimo conferenziere nel suo svolgimento.

Premesso un cenno storico, nel quale la loro origine giustamente è fatta risalire ai tempi di Erone d'Alessandria, il prof. Ancona passa a trattare della teoria di questi motori, incominciando dall'efflusso dei vapori, esponendo le formole che il Zeuner dedusse, tenendo conto dell'ipotesi di Saint-Venant e Wantzel. Facendo poi la distinzione di turbine ad azione e di turbine a reazione, dando spiegazione delle caratteristiche principali di ambedue le classi, entra a trattare delle turbine Laval dapprima come prototipo delle turbine ad azione e delle Parson per le turbine a reazione. Fin qui la parte teorica.

La parte pratica della conferenza consiste nell'esposizione dei vantaggi e degli svantaggi delle turbine in generale relativamente alla motrice a vapore a stantuffo e di quelli esistenti fra le due classi sopra specificate. Infine determina quale possa essere presumibilmente il campo di applicazione delle turbine, concludendo con un paragone fra la turbina e la motrice a stantuffo ed assegnando a quest'ultima, almeno per momento, la vittoria sulle prime, pur non disperando che ulteriori perfezionamenti rendano la prima una motrice realmente pratica.

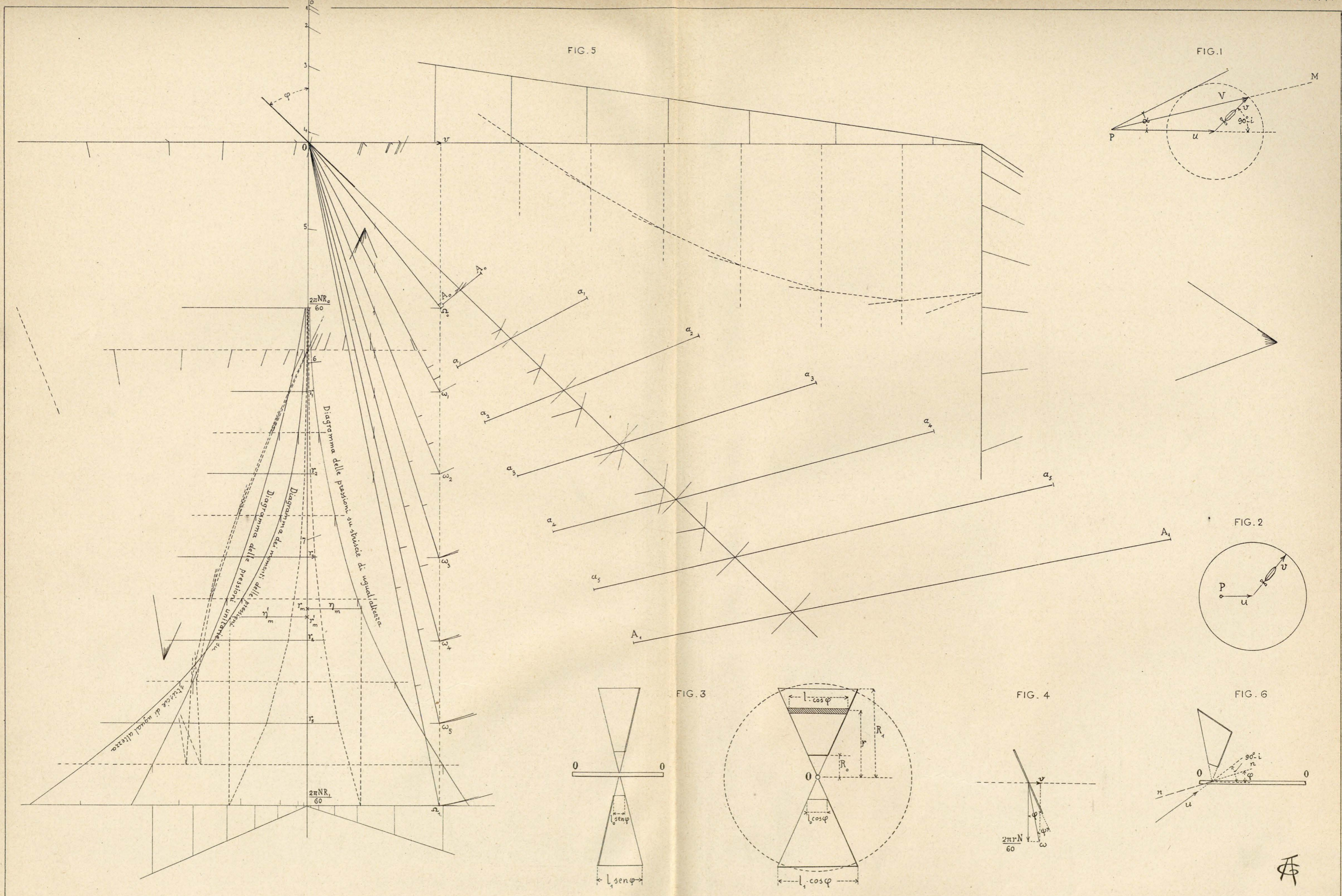
I concetti teorici svolti dal conferenziere nella prima parte, ebbero un primo scopo di mettere in evidenza il ciclo termico ideale di questa motrice, il quale non differisce punto dal ciclo ideale della motrice a stantuffo; secondo scopo fu quello di far conoscere la differenza sostanziale esistente, a parità di altre condizioni, nella velocità angolare delle turbine ad azione ed a reazione, Laval e Parson. A tal riguardo si preferisce in modo più generale denominarle turbine ad espansione semplice e turbine ad espansione multipla, giacchè se la turbina Parson è a reazione, non implica che tutte le turbine ad espansione multipla lo debbano essere, e la differenza nella velocità angolare deriva in massima parte dal modo di espansione del vapore. Nella parte pratica il conferenziere, certamente per non oltrepassare i limiti di tempo concessi in una conferenza, non poté precisare quali presumibilmente debbano essere le differenze fra il ciclo ideale ed il ciclo effettivo percorso dal vapore. Sarebbe da desiderarsi che in altra conferenza possano essere esposte, perchè, data la competenza in materia del conferenziere, questa trattazione avrebbe un grande interesse, in quantochè, quando fossero noti i difetti del ciclo pratico, si potrebbero almeno discutere i rimedi che nel limite del possibile vi si possono apportare. Sgraziatamente per le turbine a vapore manca un istrumento il quale, come l'indicatore per le macchine a stantuffo, possa permetterci di indagare passo per passo l'evoluzione termica che il vapore compie, e questo esame quindi può essere fatto solo per via induttiva, confacente agli spiriti indagatori, ma sempre meno sicura della sperimentale; e senza queste indagini per via sperimentale, quando se ne abbiano i mezzi, o per via induttiva, non credo possibile pronosticare, dal punto di vista del rendimento tecnico, sull'avvenire di questa motrice.

Sulla parte costruttiva e sulle difficoltà inerenti, il conferenziere si è espresso chiaramente specialmente in una seconda breve conferenza sulla turbina Rateau, tenuta nella stessa sede il 18 febbraio scorso. Trattasi di una macchina la cui costruzione non potrà mai essere affidata se non a mani eccezionalmente abili, per cui, dato anche che abbia un avvenire, che io non credo dubbio specialmente in determinate applicazioni, essa sarà sempre però un monopolio di pochi costruttori.

In quanto alle applicazioni che si possono fare, il conferenziere crede che attualmente siano molto limitate, specialmente pel grave difetto della non invertibilità del movimento. Vero è che questo difetto può essere eliminato con speciali meccanismi d'inversione del movimento esterni alla motrice, o coll'impianto in ogni caso speciale di due motori, l'uno a moto diretto, l'altro a moto inverso; ma questo rimedio non è altro che un ripiego non scervo da altri difetti derivanti dalla complicazione del complesso dell'organismo meccanico.

Chiudo augurandomi che l'autore della conferenza ci faccia conoscere il risultato dei suoi ulteriori studi, che, data la sua attività scientifica, non tarderanno molto a comparire, e che, data la sua speciale competenza tecnica, non potranno a meno d'essere graditi ai cultori delle macchine termiche.

C. PENATI.



STUDIO SULLA PROPULSIONE AD ELICE DELLE AERONAVI — ING. GIACOMO ALLARA.