ing. enea torielli

progetto e costruzione del

MODELLO VELEGGIATORE

editoriale olimpia



ING. ENEA TORIELLI

IL PROGETTO E LA COSTRUZIONE
DEL
modello veleggiatore

EDITORIALE OLIMPIA

IL PROGETTO E LA COSTRUZIONE DEL MODELLO VELEGGIATORE

dell'Ing. Enea Torielli

Questo volume dovuto all'Ing. Torielli valente ed esperto aeromodellista, è stato realizzato con l'intendimento di fornire a tutti gli aeromodellisti una guida sicura e perfetta nel progetto e nella costruzione dei loro modelli veleggiatori.

In esso si spiega agli appassionati ed ai profani come si « crea » un veleggiatore, si insegna come si impostano il progetto e i varii calcoli, si danno preziose indicazioni sul disegno dei singoli componenti e sulla costruzione, si offre un'abbondante documentazione a mezzo di fotografie, disegni tecnici e grafici.

Inoltre l'opera è completata da una serie di nomogrammi assolutamente inediti che risultano oltremodo importanti per tutti gli aeromodellisti, e da una raccolta delle tre viste costruttive e di una breve descrizione di venti modelli veleggiatori tra i migliori realizzati in Italia.

L'opera, per il complesso campo trattato in maniera così piana e facilmente comprensibile, non interessa soltanto gli aeromodellisti, ma quanti amano il volo e, più generalmente, coloro che si interessano ai multiformi aspetti delle attività aeronautiche.



IL PROGETTO E LA COSTRUZIONE

DEL

modello veleggiatore

ING. ENEA TORIELLI

IL PROGETTO E LA COSTRUZIONE

DEL

modello veleggiatore

EDITORIALE OLIMPIA
FIRENZE

PROPRIETÀ ARTISTICA E LETTERARIA RISERVATA

Stabilimenti Grafici Vallecchi - Firenze

INTRODUZIONE

Tante volte si è detto e ripetuto che l'aeromodello non è la riproduzione di un aeroplano che può sembrare stucchevole ripeterlo ancora, ma tuttavia pochi si sono dedicati a studiare i problemi caratteristici di queste piccole macchine volanti, sicchè i costruttori sono abbandonati in massima parte al loro empirismo, al loro intuito, al loro spirito di imitazione con conseguente dispersione di molte energie che potrebbero utilmente essere avviate al più facile conseguimento di brillanti e soddisfacenti risultati.

Nelle pagine che seguono mi sono proposto di inquadrare e spiegare i problemi principali dell'aeromodellismo, non con l'idea di togliere al costruttore il piacere di scoprirsi da sè, provando e riprovando (e scassando), la via giusta, che è uno dei pregi maggiori di questa attività dove sbagliare costa, in generale, poco e insegna, come sempre, molto, ma con quella di rendere più spediti e sicuri i primi passi, di evitare strade troppo sbagliate affinchè sia più agevole per i « nuovi » raggiungere risultati migliori di quelli dei « vecchi » facendo tesoro della loro esperienza.

Il modello veleggiatore è quello più semplice se non sempre da costruire, certo da mettere a punto ed, in proporzione alla fatica che costa, è quello che dà maggiori soddisfazioni sul campo di volo: d'altra parte permette e richiede un lavoro di costruzione e di rifinitura che tutti dovrebbero avere affrontato qualche volta per potersi dire buoni costruttori.

Dobbiamo anche aggiungere che, dal punto di vista delle gare, oggi con i regolamenti vigenti (che risalgono al 1943) è molto, troppo facile fare un veleggiatore di ottime doti di volo e quindi la sorte delle gare rimane affidata quasi esclusivamente alla fortuna.

È perciò da augurarsi che si venga nell'ordine di idee di elaborare regolamenti che, pur senza troppe complicazioni, diano modo a chi è più abile, di ottenere dei risultati di volo inequivocabilmente migliori di quelli dei competitori.

Infine mi pare che i tempi siano ormai maturi per pensare alla opportunità di installare sui veleggiatori dei meccanismi ausiliari ai quali è dedicato un capitolo del presente volumetto.

Anche in aeromodellismo il progresso cammina rapido, e, mentre all'estero il modello veleggiatore si va diffondendo, noi, non dobbiamo perdere il nostro interesse in esso, nè trascurare di perfezionarlo per poter confermare, nei confronti internazionali che speriamo vicini, di sapere costruire i modelli più belli, più armonici, più efficienti.

Capitolo I.

NORME GENERALI DI PROGETTAZIONE AERODINAMICA

Voglio in queste note seguire, nelle grandi linee, il progetto del modello come nasce man mano dalla mente e dalle mani dell'autore e perciò comincerò a discorrere dei dati geometrici principali (dimensioni, allungamento, profili) benchè un modello, come qualunque altra macchina, non nasca mai *ex novo* dalla mente dell'ideatore ma abbia sempre un tipo, nostro od altrui, a cui s'ispira per perfezionarlo o semplicemente imitarlo. Aggiungo anche che una buona macchina non può mai ottenersi dall'unione di buoni pezzi staccati ma deve essere presente nella interezza delle sue linee principali alla mente dell'ideatore prima di essere tradotta in realtà anzi in disegno.

Ciò premesso passiamo a parlare delle dimensioni.

Proporzionamento generale

Bisognerebbe anzitutto precisare gli scopi e le caratteristiche che si vogliono ottenere, prima di decidere o giudicare; ma supponendo che queste siano anzitutto delle buone doti di volo è pacifico che vanno evitati modelli molto piccoli (al disotto del metro e mezzo) del resto utilissimi per gli allievi e per tutti i ragazzini che vogliono divertirsi con poca fatica e spesa, nonchè per imparare l'arte del trainare i veleggiatori senza il patema d'animo di ridurre in stuzzicadenti qualche mese di lavoro, ed eventualmente per sondare le condizioni atmosferiche di qualche zona di lancio.

Al di fuori di questi casi il modello veleggiatore di piccole dimensioni non ha ragione di essere: è infatti noto che le caratteristiche dei profili, espresse mediante i coefficienti di portanza

e di resistenza (1) non dipendono solo dall'allungamento e dalla incidenza dell'ala, bensì anche dalla sua forma e, purtroppo, anche dalle sue dimensioni e velocità cioè dal prodotto $l\,v$ (l=corda v=velocità) che gli aerodinamici chiamano indice di Reynolds.

Ho detto dianzi « purtroppo » non per recriminare o sindacare ciò che ha fatto il buon Dio, ma perchè le caratteristiche dei profili in linea di massima peggiorano al diminuire della velocità e delle dimensioni e quindi, da questo punto di vista, noi ci troviamo a dover affrontare un problema più difficile che non i progettisti di grossi quadrimotori ai quali non intendiamo con ciò mancare del dovuto rispetto. Su questo argomento ritorneremo quando si parlerà più diffusamente dell'ala e del profilo, ma frattanto resta evidente che il modello di piccole dimensioni è nettamente svantaggiato rispetto a quello di dimensioni maggiori, intanto per la causa aerodinamica suddetta ed in secondo luogo perchè le imperfezioni costruttive, quali inesattezze di profilo, rugosità delle superfici esterne ecc., rimangono dello stesso ordine in valore assoluto e quindi hanno un effetto tanto più deleterio quanto più ridotte sono le dimensioni del velivolo. D'altro canto a favore delle dimensioni ridotte, stanno i fattori leggerezza e robustezza che non sono davvero di poca importanza: il primo perchè l'esperienza ha inequivocabilmente dimostrato che un modello leggero, per quanto farfallone, per quanto in balìa dei minimi soffi d'aria, vola quasi sempre più facilmente e più a lungo (se non meglio) di un modello pesante; il secondo poi è di valore che non ha bisogno di essere illustrato con molte parole: basti pensare alla sicurezza e facilità e inalterabilità della messa a punto, alla possibilità di effettuare tutti i lanci di gara, il che quasi sempre assicura dei buoni piazzamenti anche con voli mediocri.

Ma allora — mi direte — grosso o piccolo?

Tirare le somme non sta a me ma a voi. Non gridate al tradimento: intanto io non conosco il modello che avete in mente voi, ma soprattutto non conosco le condizioni di ambiente nelle quali il vostro modello deve volare, condizioni che variano enormemente dalla pianura alla collina, dalla zona continentale a

(1) Ricordo le formule note: $P = C_z \frac{\rho}{2} S V^2$ anche scritta $P = C_p \rho S V^2$ e $R = C_x \frac{\rho}{2} S V^2$ o $R = C_r \rho S V^2$; C_x (o C_r) dipendono dall'allungamento.

quella insulare o peninsulare, dai centri dove si può far volare i modelli in ampi aeroporti a quelli dove si è costretti a farlo in brevi spiazzi contornati da ogni sorta di ostacoli.

Le condizioni di ambiente fanno si che le caratteristiche particolari entrino in modo diverso nella valutazione complessiva; in conseguenza in zone di venti modesti e dove è possibile effettuare i lanci lontano dagli ostacoli pericolosi, prevarrà l'orientamento verso modelli leggeri seppure di notevoli dimensioni, mentre il peso tenderà ad aumentare se si tratta di zone ventose.

Se poi per vento e ostacoli naturali è grande il pericolo di scassature, sarà spontaneo e necessario rivolgersi ai modelli più piccoli e più caricati, che hanno notoriamente le ossa più dure.

Altro argomento che gioca talvolta a favore dei modelli piccoli è la probabilità di perdita, notevole in certe zone collinose; là dove volano anche i sassi non vale la pena impegnare tanta fatica e lavoro; aggiungerò inoltre che, dopo le prime volte, ci si perde anche il gusto vedendo che i bei voli non sono il frutto dell'abilità individuale.

Al lume di quanto procede possiamo orientarci in questo senso: all'infuori di modelli che debbano volare in zone particolarmente ventose e con fortissime ascendenze, i veleggiatori da gara non dovranno avere apertura alare inferiore ai m 2,50. Modelli di tale apertura si possono costruire molto robusti pur senza raggiugere carichi alari troppo elevati. Se le condizioni ambientali lo permettono è bene anche costruire modelli di apertura maggiore però, siccome occorre tenere conto della possibilità di dover partecipare a gare su campi che presentano condizioni di ostacoli e di atmosfera diverse da quelle casalinghe, sarà opportuno non sbilanciarsi eccessivamente in questo senso. Ed infatti giustamente la maggior parte dei buoni modelli ha apertura alare tra i 2,50 e i 3 metri, con carichi alari tra i 12 ed i 20 g/dm^2.

A l a

Dove è possibile giocare abbastanza ampiamente è invece nel campo degli allungamenti alari (1).

(1) L'allungamento è $\gamma = \frac{b}{c} = \frac{b^2}{S}$

b = apertura alare
c = corda media alare
S = superficie alare

L'argomento è di tale importanza in aerodinamica che merita un'ampia spiegazione.

Quando un'ala manifesta una « portanza » ciò è dovuto al fatto che l'aria che lambisce il ventre del profilo ha una pressione superiore a quella ambiente, mentre l'aria che lambisce il dorso ha una pressione minore. Ora è ben noto che un fluido ha tendenza a recarsi dai punti a pressione maggiore a quelli a pressione minore, ed infatti intorno all'ala si crea una circolazione di aria (ben visibile con opportuni artifici) dal ventre al dorso, nel senso dell'apertnra alare, che gira attorno all'estremità dell'ala come è indicato nella fig. 1.

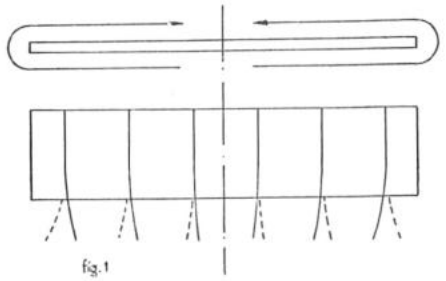


fig.1

I filetti fluidi che lambiscono il dorso sono convergenti verso la mezzeria dell'ala, quelli ventrali sfuggono verso le estremità come è facilmente rilevabile alla galleria aerodinamica ponendo dei fili leggeri sull'ala come è segnato nella stessa fig. 1.

Dal bordo di uscita dell'ala si staccano quindi dei filamenti vorticosi con asse parallelo al moto. Grazie alla viscosità dell'aria

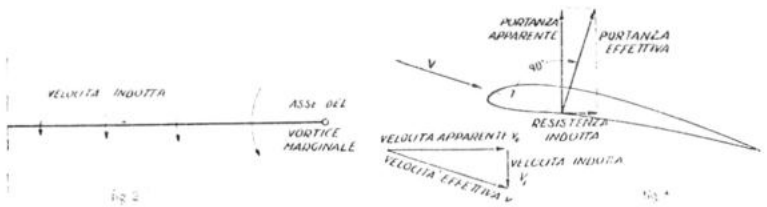


fig. 2 fig. 3

(attrito interno) i vortici trascinano in rotazione l'aria circostante provocando una velocità « indotta » che è tanto più esigua quanto più lontano è il punto dal vortice inducente.

Ne consegue che, per effetto di questi vortici, e soprattutto di quello particolarmente intenso che si stacca dall'estremità dell'ala, si manifestano sull'ala stessa delle velocità indotte come in fig. 2, per cui l'incidenza reale del profilo è diversa (e minore) di quella apparente (fig. 3).

Anche se non vi fosse la resistenza di profilo dovuta all'attrito viscoso dell'aria, la portanza sarebbe normale alla direzione

« vera » del flusso d'aria e quindi inclinata all'indietro rispetto alla normale direzione del volo, presentando così una componente che si oppone al moto e prende il nome di « resistenza indotta ».

La resistenza totale è somma di quella indotta (variabile con l'allungamento) e di quella di profilo (invariabile).

Questo argomento è stato ampiamente studiato nell'aerodinamica teorica la quale ha dimostrato che la resistenza indotta è minima allorchè la portanza ha una distribuzione ellittica lungo l'apertura, ed in tale caso dipende dall'allungamento secondo le ben note formule di Prandtl:

$$C_{xi} = \frac{C_z^2}{\pi \lambda} \qquad i = \frac{C_z}{\pi \lambda}$$

La seconda formula dà l'angolo di incidenza indotta:

$$i = \frac{V_i}{V_o} \text{ (in radianti).}$$

Questo angolo, che è molto piccolo per elevati allungamenti può divenire rilevante per allungamenti piccoli e alte portanze.

In tale modo un'ala di piccolo allungamento andrà in perdita di portanza ad un'incidenza apparente (cioè rispetto alla direzione d'avanzamento) maggiore di un'ala simile più allungata. Questa è una delle ragioni per cui gli aeroplani hanno dei piani di coda di scarso allungamento. Ciò favorisce la stabilità evitando che essi perdano portanza prima dell'ala.

Osservo ora di sfuggita che negli aeroplani per velocità supersonore la cui realizzazione è prossima, il fenomeno della autoinduzione alare scompare; infatti la perturbazione provocata dai vortici marginali non fa a tempo a propagarsi lungo l'ala, che si muove più rapidamente di lei, specialmente se l'ala è foggiata a freccia come si vede negli ultimi apparecchi ultraveloci.

La formula di Prandtl esprime matematicamente il fenomeno ormai intuitivo (dopo ciò che si è detto) che la velocità indotta è tanto minore quanto più ci si allontana dai vortici e quindi quanto più lunga è l'ala rispetto alla sua corda.

Le formule di Prandtl hanno buona validità oltre che per le ali ellittiche, anche per quelle rastremate, ed in conseguenza i progettisti adottano bassi allungamenti ($5 \div 6$) per i velivoli veloci che debbono volare a basse incidenze ove la resistenza indotta

è sempre piccola, allungamenti più alti (9 ÷ 11) per i velivoli da trasporto, altissimi (15 ÷ 30) per gli alianti che volano ad incidenze di elevata portanza ove la resistenza indotta rappresenta la maggior parte della resistenza totale. Anche i modelli volano a portanze elevate, come mette in evidenza anche un calcolo grossolano: infatti quando più noi aumentiamo la resistenza del velivolo tanto più si sposta verso alti valori la portanza (e quindi l'incidenza) di massima efficienza e di minima velocità di discesa. Ora tutti sanno quanto poco igienico sia volare a incidenze vicino

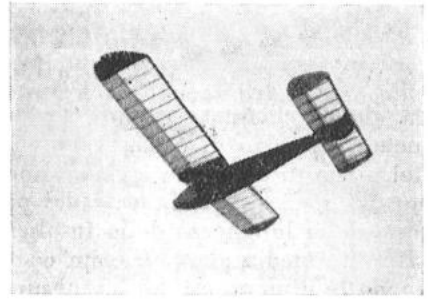


Linee eleganti ed aerodinamiche
sono le caratteristiche di questo veleggiatore

a quella critica, donde risulta evidente la necessità di diminuire al massimo la resistenza del modello per ottenere il doppio risultato di raggiungere un'efficienza massima maggiore e ad incidenze più basse (e perciò più sicure).

A prima vista sembrerebbe evidente che si debba tendere all'aumento dell'allungamento alare ma questo è vero soltanto fino ad un certo punto. Questo limite è definito negli aeroplani dal peggioramento di caratteristiche dovute all'aumento di peso della struttura che ad un certo punto pareggia e poi supera il miglioramento dovuto all'aumento di efficienza. Nei modelli oltre a questa considerazione che è importante solo per i grossi modelli, entra in gioco anche il già ricordato effetto di scala: infatti aumentare l'allungamento significa diminuire la corda delle centine e quindi il numero di Reynolds dei profili. Ciò unito al fattore « inesattezze di riproduzione dei profili » può rendere illusorio il guadagno aerodinamico dovuto all'allungamento.

Mancano dati sperimentali a questo proposito; come indicazione si consiglia di non tenere, se non alle estremità alari, delle corde inferiori a 6 ÷ 7 cm. Ne deriva anche in conseguenza che l'allungamento deve essere tanto più ridotto quanto più piccola è l'apertura (anche per questa ragione i modelli ad elastico hanno allungamenti di 5 ÷ 7). Le stesse considerazioni valgono per la rastremazione dell'ala la quale è efficace per dare una buona distribuzione della portanza, allo scopo di rendere minima le resistenza indotta, fino a che la resistenza di profilo non assume importanza tale da consigliare piuttosto l'ala rettangolare con terminali arrotondati. Questa oltre che più semplice è anche più razionale aerodinamicamente nei piccoli modelli.



Una costruzione semplice e razionale

L'allungamento comunemente usato nei modelli veleggiatori varia da 12 a 20, quindi entro i limiti piuttosto ampi.

Quando si seguiva il regolamento F.A.I. che impone un carico alare non inferiore a 15 g/dmq (del resto spesso superato) era comune e perfettamente giustificata la tendenza a costruire ali di allungamento elevato per poter adottare fusoliere corte e, in conseguenza, di piccola sezione maestra, onde ottenere modelli molto efficienti. Quando invece ci si è rivolti a regolamenti più « liberali » abolendo la limitazione della sezione maestra della fusoliera, ci si è accorti, o se preferiamo si è riscoperto, che più che le doti di planata contano quelle di velocità effettiva di discesa, la quale si può più efficacemente diminuire facendo modelli lenti, cioè essenzialmente poco caricati.

L'esperienza ha dimostrato la giustezza di questa asserzione ed ha anche mostrato come la via più agevole per costruire modelli con basso carico alare sia quella di adottare modesti allungamenti; si può affermare che il peso di un'ala dipende quasi esclusivamente dalla sua apertura e in minima parte dal suo allungamento cioè dalla sua superficie.

Del resto ove si ponga mente al fenomeno di scala già illustrato, è evidente che gli alti allungamenti sono aerodinamicamente poco giustificabili in campo aeromodellistico.

Una formula che può essere utile a stabilire in prima approssimazione il peso dell'ala è la seguente:

$$Q = A\ b^2\ c^{0.8} = A\ S^{1.4}\ l^{0.6}$$

A è un coefficiente il cui valore va ricavato dall'esame di precedenti costruzioni, in quanto dipende dal modo di costruire individuale oltre che dal tipo di modello, ed essenzialmente dal carico alare dello stesso.

La lunghezza della fusoliera, tra baricentro del modello e fuoco del profilo di coda (il fuoco di un profilo è molto prossimo al 25% della corda) può stabilirsi con la ben nota formula:

$$\frac{S\ c}{s\ l} = k$$

da alcuni chiamata rapporto volumetrico, da altri più semplicemente rapporto di coda. In essa S è la superficie alare e s quella del piano di coda che è generalmente compresa tra 1/3 e 1/5 della superfice alare; l il braccio del piano orizzontale (cioè circa i due terzi della lunghezza della fusoliera o poco più), c, come al solito, la corda media alare, k è un coefficente che si può dedurre osservando le dimensioni dei buoni modelli ed è generalmente compreso tra 0,75 e 1.

Il peso della fusoliera può essere approssimativamente

$$Q_f = B\ L^2$$

con L = lunghezza totale della fusoliera e B ricavabile sperimentalmente come dianzi detto.

I piani di coda infine si valutano di peso proporzionale alla loro superficie.

Queste formule risulteranno particolarmente utili quando si dovrà affrontare il problema di ottenere le migliori caratteristiche di volo portando a bordo un certo carico. Si proverà, con diverse dimensioni e allungamenti, a calcolare i pesi e le caratteristiche aerodinamiche di massima, essenzialmente la velocità di discesa, fino a individuare le condizioni per cui quest'ultima è minima.

Naturalmente anche con questi calcoli si potrà avere solo un'indicazione di massima, lasciando all'esperienza l'incarico di illuminarci più dettagliatamente su questo argomento.

Il profilo da adottare nell'ala non è facile da determinarsi in quanto mancano tuttora prove adatte al nostro scopo. Si potrebbe pensare che, siccome ad alta velocità tutti i profili tendono ad

equivalersi, la loro forma abbia per contro estrema importanza alle basse velocità. Ora è fuori discussione che i profili biconvessi adatti per velocità elevate sono nettamente superati, già nel campo volovelistico, da quelli concavo convessi, ma tra questi non è facile ravvisare praticamente delle sensibili differenze se si mantiene costante lo spessore, e queste si manifestano più sulle caratteristiche di stabilità che su quelle di efficienza.

Oggi sono di uso universale i profili di spessore $12 \div 13\%$ tipo *Eiffel 400*, *RAF 32*, *SL 1*, che praticamente tutti si equivalgono. Anzi le loro differenze geometriche sono così modeste che scompaiono all'atto pratico ove si pensi che il profilo « medio » dell'ala (quello cioè riprodotto dalla ricopertura con tutti i suoi avvallamenti) è di parecchio diverso dal profilo delle centine.

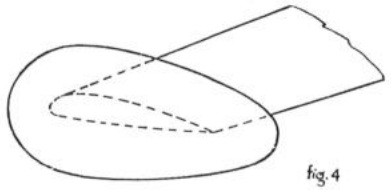
È inoltre diffuso l'uso di adottare due diversi profili lungo l'ala: il concavo-convesso al centro e per buona parte dell'apertura, un biconvesso alquanto più sottile (ad es. il *NACA 23012*) all'estremità alare calettato a $-(2 \div 3°)$ rispetto alla radice, a somiglianza di quanto si pratica sugli alianti. Senonchè qui le ragioni vere della disposizione vanno ricercate nella stabilità e manovrabilità laterale alle alte incidenze: ponendo all'estremità delle ali profili poco portanti e calettati di qualche grado negativamente rispetto alla radice dell'ala, si evita che la zona dove sono le superfici di manovra vada in perdita di portanza prima della zona centrale dell'ala (circostanza questa favorita dalle minori dimensioni dei profili esterni, cioè dai loro minori Numeri di Reynolds); ciò sarebbe infatti molto pericoloso perchè avrebbe come conseguenza l'inefficienza delle superfici di manovra laterale (alettoni) e, probabilmente, l'entrata in vite del velivolo.

Sui modelli con tale disposizione si ottiene solo una lievemente maggiore uniformità di caratteristiche al variare dell'incidenza, cioè una efficienza massima un po' minore di quella ottenibile con un solo profilo ed un'unica incidenza, ma che tuttavia si mantiene elevata anche per valori dell'incidenza alquanto discosti da quello ottimo, il quale non potrà essere nè raggiunto all'atto del centraggio, nè tantomeno, mantenuto durante il volo.

Inoltre il porre all'estremità delle ali un profilo poco portante contribuisce ad attenuare la differenza di pressione tra ventre e dorso dell'ala, e quindi a ridurre i vortici marginali di cui ho già ampiamente parlato.

In qualche raro caso si cerca di raggiungere lo stesso risultato

con l'adozione degli schermi di estremità (fig. 4) ma la loro efficacia non è molta, mentre facilmente sono soggetti a rompersi negli atterraggi. Inoltre costituiscono delle superfici laterali molto prossim' se non addirittura anteriori, al baricentro e perciò più dannose che utili agli effetti della stabilità di rotta di cui parlerò più innanzi.


fig. 4

L'adozione degli schermi d'estremità può trovare utile applicazione in quei velivoli ove è opportuno sdoppiare le derive in due: ponendole agli estremi del piano orizzontale si può ottenere un lieve miglioramento aerodinamico, ma siccome questa disposizione ha lo scopo di porre i timoni nella scia delle eliche per aumentarne l'efficacia, essa è rarissima nei modelli e, a mio avviso, è in genere sconsigliabile perchè porta ad appesantire le strutture dell'impennaggio orizzontale le quali vengono ad essere più sollecitate in caso di urti in quanto, oltre all'inerzia della massa propria, debbono sostenere anche quella della massa delle derive, applicate, per di più, alla loro estremità.

Per terminare l'argomento profili, aggiungo che alcuno adoperano con soddisfazione i profili molto sottili e molto curvi di Grant, cioè i cosiddetti profili « ad uccello ». Io non ho constatato in essi doti straordinarie: la caratteristica più notevole rimane la grande difficoltà costruttiva che essi presentano, essendo la coda estremamente sottile. In conclusione un buon consiglio è quello di non vedere nel profilo il segreto del successo: sceglietene uno tra quelli comuni, secondo le vostre simpatie, e rimanetegli fedeli, sicuri di non sbagliare di molto e di risparmiare molte fatiche (e molte incognite e delusioni specie riguardo alla stabilità) fino a che la galleria aerodinamica non avrà dato delle indicazioni assolutamente sicure.

A definire le caratteristiche geometriche dell'ala mancano ancora la freccia, il diedro, l'incidenza.

Indicazioni sulle incidenze da assegnare all'ala rispetto alla fusoliera (la quale dovrebbe segnare la « linea di volo » ma raramente coincide con essa) è ben difficile darne, perchè bisognerebbe possedere i dati aerodinamici attendibili dei profili e delle altre superfici resistenti ed eseguire il calcolo per vedere quale sia l'incidenza di massima efficienza e quella di minima velocità di discesa. In mancanza di tali dati mi limito a mostrare come queste incidenze caratteristiche dipendano e dall'allungamento dell'ala e dalla resistenza delle restanti parti del velivolo. Analoga dipendenza ha naturalmente l'incidenza ottima che va scelta tra le due particolari accennate in modo che ogni perturbazione nell'equilibrio del modello porti almeno ad un guadagno o nella velocità di discesa o nella planata, senza con questo voler escludere che chi scegliesse senz'altro l'incidenza di minima velocità di discesa (posto che la riesca ad individuare) abbia delle ottime ragioni per sostenere tale scelta.

Se noi consideriamo due polari di velivoli simili ma con diverso allungamento, la portanza (e quindi l'incidenza) di migliore efficienza (per limitarci a questa) è individuata dal punto di tangenza sulla polare di un raggio tracciato dall'origine degli assi e tangente alla curva. La tangente alla polare di maggior allungamento è più ripida e quindi è maggiore l'efficienza massima di questo velivolo, ma inoltre il punto di tangenza si ha ad incidenza più elevata.

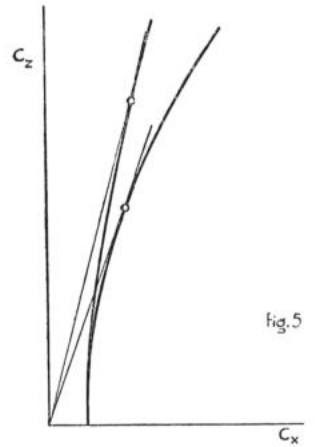


fig. 5

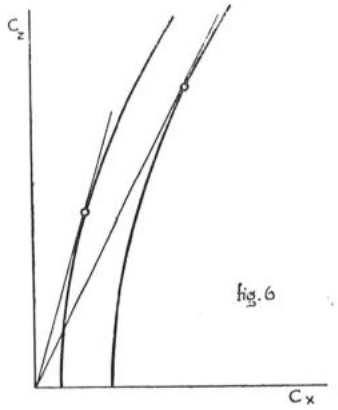


fig. 6

Analogamente in fig. 6 confrontiamo le polari di due modelli aventi la stessa ala (o meglio le stesse caratteristiche di portanza) ma resistenza diversa dovuta ad esempio ad una diversa sezione maestra di fusoliera. Il punto di massima efficienza della polare di destra (modello meno fine) è più alto.

Inoltre tra le poche cose che conosciamo dell'effetto di scala sappiamo, e già l'ho ricordato, che l'incidenza di massima portanza diminuisce insieme al numero di Reynolds (come pure il

valore del coefficente di massima portanza) e siccome i modelli, anche i veleggiatori, non sono molto fini, risulta che il miglior centraggio è ad incidenza piuttosto elevata, e ciò tanto più quanto più elevato è l'allungamento e la resistenza a portanza nulla. E siccome d'altro canto è notoriamente poco consigliabile centrare i modelli a incidenze elevate, perchè minore è la stabilità statica a parità di calettamento dell'impennaggio, e perchè più precarie sono le condizioni di stabilità dinamica anche per la vicinanza all'assetto di perdita di portanza, bisogna cercare di rendere bassa l'incidenza ottima poichè evidentemente non torna conto fare dei modelli molto « tirati » e poi farli volare, per ragioni di stabilità, ad assetti lontani da quello giusto, come talvolta accadeva quando si usavano fusoliere molto corte, in conseguenza del regolamento F.A.I.

Per ottenere questo risultato occorre ridurre al minimo tutte le resistenze passive e ridurre l'allungamento, o quanto meno non fidarsi troppo ad accorciare le fusoliere quando si hanno ali molto allungate perchè può essere fallace l'idea che l'ala sia in tali conzioni più facilmente stabilizzabile (cosa vera dal punto di vista statico ma non sempre da quello dinamico). Venendo all'atto pratico bisogna dire che questa preoccupazione di stabilità fa sì che nel disegno si usino generalmente incidenze piuttosto basse ($2^0 \div 4^0$) il che rende anche più semplici i problemi dei raccordi e delle intersezioni. Ho detto dianzi « sul disegno » perchè all'atto pratico i modelli volano sì con la fusoliera apparentemente in buona linea di volo, ma in realtà percorrono una traiettoria più ripida rispetto alla quale la fusoliera è spesso molto cabrata, con dubbio vantaggio dal punto di vista del rendimento. Guardate il volo dei vostri modelli senza amorevoli preconcetti e vedrete che, anche per buoni veleggiatori un rapporto di planata 1 : 15 è una utopia e in conseguenza il velivolo vola spesso piuttosto « spanciato » o « seduto » che dir si voglia. (Non esagerate in obbiettività: se il modello ha vento contro scende secondo una traiettoria più ripida, fino a quando — per vento contrario di velocità pari a quella orizzontale sua — scende verticalmente cioè ha efficenza apparente uguale a zero). La mia opinione personale è che 4°—6° di incidenza siano senz'altro consigliabili alla radice dell'ala, abbinati a circa altrettanti o poco meno di svergolamento negativo del profilo di estremità.

La freccia — cioè l'arretramento delle estremità alari rispetto all'incastro — è poco usata nel campo aeronautico (voglio dire

degli aeroplani « veri » cioè « grossi » perchè anche i modelli sono aeroplani veri) e in conseguenza, per imitazione, lo è altrettando poco in campo aeromodellistico. E ciò, a mio avviso, a torto. Infatti l'ingegnere aeronautico è assillato da preoccupazioni strutturali che l'aeromodellista ignora, non solo per ingenua ignoranza ma anche perchè non sussiste ragione per tale preoccupazione data la esuberanza delle strutture rispetto agli sforzi sopportati in volo. La sollecitazione pericolosa che nasce dalla conformazione a freccia è quella di torsione (con senso generalmente picchiante) e si tratta di una sollecitazione molto insidiosa che richiede l'impiego di forti spessori di rivestimenti con conseguente aumento di peso. Inoltre la possibilità di vibrazioni negli alettoni rende più grave ancora il pericolo di risonanze torsionali in tutta l'ala con minacce di sfacelo totale.

Il vantaggio aerodinamico che dà l'ala a freccia svergolata è quello di una certa stabilità longitudinale (oltre che, come vedremo, di rotta) in quanto le estremità arretrate agiscono a modo di impennaggio orizzontale, ma negli aeroplani è molto più conveniente, in genere, affidare a questo tutta la funzione stabilizzatrice in quanto maggiore è il suo braccio ed in quanto inoltre si trasmettono le forze equilibratrici attraverso la fusoliera che è una struttura adatta a lavorare, come lavora, a flessione.

Nei modelli dove, come ho detto, le strutture sono sempre esuberanti rispetto alle sollecitazioni in volo può essere utile sfruttare questo effetto stabilizzante affrontando la piccola complicazione costruttiva che ne deriva. L'ala a freccia unita a un diedro multiplo è ottima per stabilità direzionale. Le preoccupazioni di ordine strutturale che sussistono anche per l'aeromodellista sono: maggiori sollecitazioni di torsione derivanti da atterraggio brusco (in conseguenza di queste, certi modelli, specialmente bilonghe-roni ed anche con ali senza freccia, presentano, dopo atterraggi bruschi caratteristiche rotture del rivestimento, che corrono diagonalmente nei campi tra centina e centina) e pericolo di svergolamento delle ali in volo specie allorchè, in conseguenza di riparazioni effettuate sul campo, il rivestimento non è uniformemente teso.

Data l'opportunità che il modello sia in condizione di volare sempre ed il meglio possibile quando è in gara, questa considerazione è di notevole peso, e porta a consigliare un bel rivestimento del bordo d'attacco resistente a torsione quando si voglia dare una notevole freccia all'ala o una adatta struttura triangolata che as-

solve lo stesso ufficio con il vantaggio forse di una maggiore deformabilità in caso di urti e con lo svantaggio per contro di non assicurare la perfetta forma del naso del profilo.

La questione infine del diedro merita anche essa un discorso piuttosto lungo, perchè praticamente viene risolta (e continuerà ad esserlo anche in avvenire) unicamente ad occhio, ma è per lo meno opportuno rendersi bene conto qualitativamente e della sua funzione e delle sue ripercussioni sulla stabilità di rotta e sulla tanto discussa posizione del centro di spinta laterale (C.S.L.).

La forma a V dell'ala è la più efficace (non l'unica) disposi-

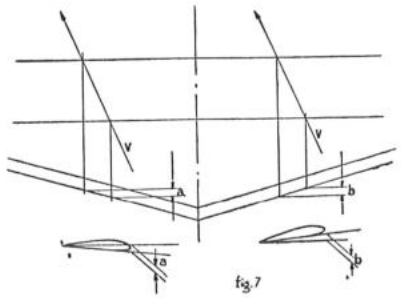


fig.7

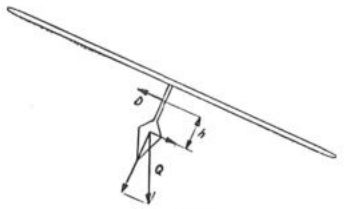


fig.8

zione per assicurare la stabilità laterale. Infatti allorchè il modello, per una ragione qualsiasi, si inclina lateralmente, comincia una scivolata d'ala venendo così a muoversi non più secondo la mezzaria della fusoliera, ma presentando questa un poco di fianco come in fig. 7.

Per la presenza del diedro l'ala sopra vento incontra la corrente obliqua in posizione diversa dall'ala sotto vento, e precisamente mentre per questa la sezione secondo la direzione del vento ha il bordo d'attacco più basso di quello d'uscita rispetto al piano determinato dai bordi d'attacco e d'uscita dei profili alla radice dell'ala, cioè appare, rispetto a tale piano, con incidenza negativa, la sezione dell'ala sopra vento appare con incidenza positiva, quindi la portanza di quest'ala aumenta, la portanza dell'altra diminuisce creandosi così l'azione compensatrice dello squilibrio verificatosi. Ma anche una superfice laterale molto estesa al disopra del baricentro (pinna, schermi d'estremità dell'ala, lo stesso impennaggio verticale) può adempiere alla stessa funzione. Infatti queste superfici, durante la scivolata assumono una certa incidenza rispetto al vento e quindi su di esse si manifesta una portanza applicata in un certo punto che, dato l'orientamento di questa forza,

assume il nome di centro di spinta delle forze laterali o, più brevemente, centro di spinta laterale (C.S.L.). Ce il C.S.L. ove è applicato S è abbastanza alto rispetto al baricentro, nasce un momento stabilizzante che tende a riportare orizzontale il modello.

Se però si osserva quanto piccolo è il braccio di questa spinta S rispetto al baricentro, si può subito concludere che è molto più razionale sfruttare l'effetto del diedro alare che non aumentare a scopo stabilizzante le superfici laterali di fusoliera, ma può però convenire sviluppare in altezza quelle superfici che sono comunque indispensabili come l'impennaggio verticale.

La forma del diedro alare usata nei veleggiatori può essere comunemente di tre tipi: a V, a M allargato, a U o multiplo.

Il secondo tipo sui modelli è un non senso e proviene da una male intesa imitazione di ciò che si fa talvolta negli alianti con lo scopo di sollevare le estremità alari dal suolo (per evitare pericolose imbardate in partenza) senza peraltro introdurre una troppa grande stabilità laterale che andrebbe a scapito della maneggevolezza del velivolo, cioè con un obbiettivo esattamente opposto a quello da noi perseguito.

Il diedro a V aperto ha il grande pregio della semplicità, pregio di gran conto non solo perchè rappresenta risparmio di lavoro ma soprattutto perchè consente maggior precisione e, non ultimo vantaggio, minore ingombro del modello smontato. Dal punto di vista aerodinamico invece è senz'altro più razionale il diedro multiplo, cioè poco o nulla per il tratto centrale di ala e più marcato per i tronconi laterali, in quanto si localizza l'azione stabilizzante nei tratti che presentano maggior braccio rispetto al baricentro del velivolo. Come ordine di grandezza indicativo occorrerà che le estremità alari siano più alte dell'incastro di un $8 \div 10\%$ della semiapertura per il diedro a V e poco meno per quello doppio in quanto all'estremità alari vi sono profili meno portanti e perciò meno sensibili ai cambiamenti di incidenza. Il valore del diedro va messo in relazione, come mostrerò fra poco, con il profilo dell'ala e la superfice di deriva, però voglio mettere in rilievo che i valori più elevati vanno riservati ai modelli più piccoli i quali, avendo minore inerzia, sono più ballerini e perciò richiedono più energici mezzi stabilizzatori. Attenti però a non esagerare perchè altrimenti dopo una perturbazione il modello non solo si rimette, ma supera la posizione di equilibrio sbilanciandosi dalla parte opposta e continuando a volare con oscillazioni laterali poco bril-

lanti. Questo inconveniente è quasi sconosciuto nei veleggiatori ma non è raro nei modelli ad elastico.

Purtroppo, accanto a tutte le descritte buone qualità, il diedro presenta anche lo svantaggio di dare all'ala una instabilità direzionale.

Organi stabilizzanti

È bene precisare cosa si intende per stabilità. Il modello è, nell'assetto per cui è stato centrato, in equilibrio, cioè si annullano reciprocamente le forze, peso portanza resistenza, ed i loro momenti. Spostato il modello per una ragione qualsiasi, da questo assetto longitudinale di equilibrio, se esso è stabile staticamente, manifesta una tendenza a tornare nelle condizioni precedenti.

Questa stabilità statica non manca mai nei modelli normali.

È però ben noto agli aeromodellisti il fenomeno della scampanata (volo a singhiozzo) causato dall'incapacità del modello, pure staticamente stabile, a fermarsi nella posizione di equilibrio. Questo caso è un caso tipico di instabilità su cui mi soffermerò più avanti. Ho premesso questi concetti esemplificati per osservare, al confronto con la stabilità direzionale, che quest'ultima va intesa in un modo un poco elastico, nel senso che il modello sarà necessariamente sempre in balìa delle correnti capricciose e non potremo in nessun modo assicurargli la capacità di mantenere una certa rotta « rispetto al terreno » se non ricorrendo ad apparecchiature del tipo pilota automatico. Potremo cercare di rendere il modello poco sensibile alle raffiche perturbatrici della rotta, ma di più no. E' quindi stabile per noi quel modello che trovandosi a volare, per una qualsiasi ragione, col vento alquanto di fianco, ha tendenza a porsi con la prua contro vento. La instabilità dinamica si manifesta nel caso dei modelli non tanto come fenomeno oscillatorio quanto come incapacità ad uscire dalla virata che il modello può compiere indifferentemente a destra o a sinistra.

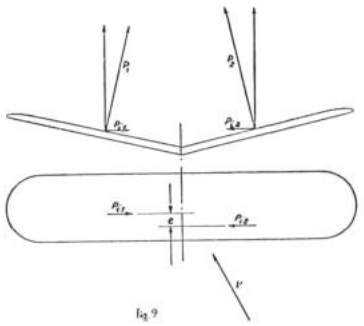


fig. 9

L'ala con diedro e profilo portante è staticamente instabile in direzione (salvo casi particolari trattati più innanzi). È infatti noto

che aumentando l'incidenza di un profilo asimmetrico, il suo centro di pressione si sposta innanzi, viceversa diminuendo l'incidenza. Perciò nell'ala con diedro e vento laterale, la semiala sopravento (che ha incidenza maggiore dell'altra) ha la portanza applicata in un punto più avanzato che non l'ala sottovento. D'altro canto la portanza stessa, che è normale al piano della semiala, ammette una componente verso l'interno (Pi_1 e Pi_2).

Queste due componenti saranno in genere poco diverse, ma non sono sulla stessa linea d'azione e quindi danno origine a un momento « $Pi \times e$ » che tende a porre il velivolo con il vento in coda, cioè un momento instabilizzante. La resistenza (che aumenta pure con l'aumentare dell'incidenza, e quindi è più alta per l'ala sopravento) ha dal canto suo effetto stabilizzante, ma questo effetto prevale sull'altro soltanto a incidenze superiori a quella di portanza critica, e che quindi non ci interessano. Nell'ala a freccia questa capacità stabilizzante della resistenza è molto aumentata. La freccia si presenta un poco come il dietro nel piano orizzontale e facilita la stabilità di rotta. Infatti la resistenza, quando il volo avviene contro vento è simmetrica sulle due semiali, rispetto alla mezzaria del modello, ma non appena il vento si presenta di fianco i bracci delle due forze rispetto al baricentro e le forze stesse divengono differenti e prevale l'effetto stabilizzante.

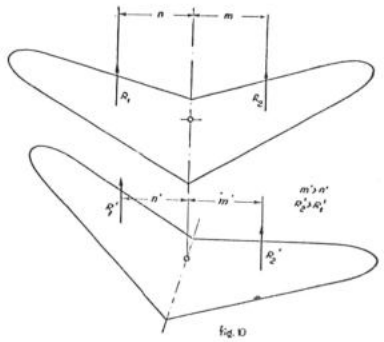


fig. 10

Comunque dove questo effetto manca o è insufficiente nell'ala si provvede a crearlo con l'aggiunta di superfici di deriva (impennaggio verticale) posteriormente all'ala, e a questa collegate per mezzo della fusoliera che, nel modello veleggiatore assolve quasi esclusivamente il compito di collegamento tra ala, organi stabilizzatori e di atterraggio.

Naturalmente quando si parla di superfici di deriva non si dimentica il contributo recato dalla stessa fusoliera. E qui torna alla ribalta l'ormai annoso problema del C.S.L. È pacifico che il C.S.L., inteso come punto di applicazione delle forze laterali, è vantaggioso sia più alto del baricentro (fig. 8) per incrementare la stabilità laterale ove interessi che questa sia elevata, nonchè posteriore al baricentro stesso per assicurare la stabilità di rotta. È pure pa-

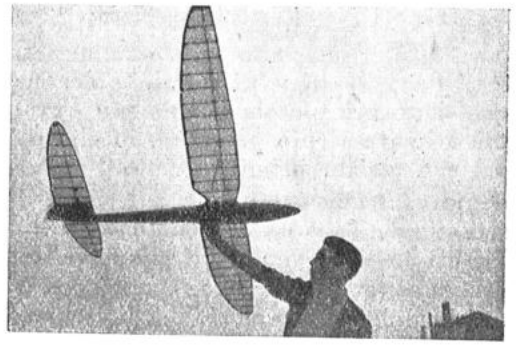
cifico e notorio che un C.S.L. troppo arretrato (impennaggio verticale troppo grande) è fonte di instabilità in virata, tanto più sensibile quanto più allungata è l'ala, dovuta verosimilmente al fatto che, in conseguenza della scivolata, il C.S.L. troppo arretrato provoca una virata troppo energica ed in conseguenza una notevole differenza di velocità tra le due semiali e quindi anche di portanza, che cresce sulla semiala all'esterno della curva e diminuisce sull'altra, indebolendo o annullando l'effetto del diedro. Nei tutt'ala con estremità fortemente deportanti infatti la virata avviene spesso « piatta » o addirittura inclinata all'esterno.

Ma stabilito dove deve essere il C.S.L., resta da stabilire dove sia in realtà e questo è, a mio avviso, impresa disperata.

Intanto si vede da quanti diversi fattori dipende la sua posizione: forma, diedro, allungamento, profilo dell'ala: forma (in profilo ed in sezione) della fusoliera, superficie, allungamento, profilo della deriva. Inoltre, come ogni centro di pressione che si rispetti anche il C.S.L. se ne va probabilmente a passeggio innanzi ed indietro a seconda dell'angolo di imbardata. Quindi la proposta di taluni di ritagliare la sagoma laterale del modello in cartoncino omogeneo e dimensionare il piano verticale in modo che il centro di gravità della sagoma stessa (che si suppone coincidente con il C.S.L.) vada al punto voluto, può essere utile in via di primo orientamento, come pure, e più, l'avvertenza di guardare le proporzioni dei modelli già sperimentati, ma alla fine soltanto le prove di volo potranno dirci se la nostra deriva è bene proporzionata. Ove ciò non sia, si può ovviare cambiando il diedro alare (aumentandolo se la deriva è troppo grande) ma in generale è più comodo operare sulla deriva stessa, e nessun buon aeromodellista scanserà questa lieve fatica una volta accertata l'inidoneità dell'impennaggio esistente. Del resto questo dimensionamento non va fatto al millimetro: il modello continua ad andare bene con la deriva variabile entro limiti piuttosto ampi per fortuna. L'esperienza infine dei nostri colleghi costruttori di aeroplani ci insegna che in questo particolare è, in genere, « melius abundare quam deficere ».

Non voglio chiudere questo argomento senza accennare al fatto che il proporzionamento delle superfici di deriva ha importanza somma non solo per il volo corretto, ma anche perchè il modello possa sfruttare tutte le possibilità di veleggiamento che gli si offrono. Ciò è più che evidente nei modelli da pendio che debbono essere insensibili ai colpi di vento per potersi allontanare dal pendio stesso, ma tutti inoltre avranno notato che le capacità di veleggiamento dei modelli sono tutt'altro che uniformi a parità

di carico alare e delle altre caratteristiche principali: mentre infatti alcuni manifestano una particolare abilità nel rimanere entro le ascendenze altri ne scappano precipitosamente fuori. Una delle ragioni di questo differente comportamento potrebbe risiedere appunto nella maggiore o minore stabilità direzionale, restando favoriti i modelli meno sensibili alle raffiche. Un'osservazione mia personale, che merita conferma, è che i modelli « privilegiati » come sfruttatori di ascendenze hanno spesso ali molto flessibili. Una spiegazione potrebbe essere la seguente: intanto a causa della flessibilità delle ali è notevole il diedro effettivo assunto in volo con conseguente notevole stabilità laterale ; ora, siccome l'ascendenza ha velocità più elevata verso l'asse che non verso la periferia, il suo primo effetto, allorchè il modello vi entra (a meno che, caso eccezionale, non vi entri perfettamente in direzione dell'asse) è quello di sollevare l'ala rivolta all'interno dell'ascendenza facendo in conseguenza iniziare al modello una scivolata verso l'esterno ed una virata che tende ad allontanarlo dalla corrente utile. Una elevata stabilità laterale (forte diedro) può consentire un ristabilimento dell'equilibrio con piccola virata verso l'esterno, specie se il modello ha il minimo impennaggio verticale necessario. Nel caso poi di ali molto flessibili — a parte l'effetto smorzante di questa flessibilità nel confronto delle perturbazioni — si ha, sotto l'effetto della raffica ascendente, un diedro più elevato del normale, fino, eventualmente, a creare, per le considerazioni dianzi svolte, le condizioni di un'instabilità di rotta per cui il modello inizia la scivolata verso l'esterno del camino di aria ascendente ma, contrariamente al caso precedente vira (con virata scorretta) dirigendosi verso l'interno dell'ascendenza stessa.



Notare la strozzatura all'attacco delle ali

Ho parlato molto di stabilità e di insensibilità alle perturbazioni: tengo a chiarire che questa ultima caratteristica non dipende soltanto dal disegno aerodinamico ma anche, in gran misura, dal momento d'inerzia del velivolo rispetto ad un asse verticale (nel caso delle variazioni di assetto in direzione). Il momento d'iner-

zia è la somma dei prodotti delle singole masse per il quadrato delle rispettive distanze dell'asse considerato (baricentrico nel nostro caso). Dipende dunque dal peso, ma soprattutto dalla distribuzione di questo peso e dalla lunghezza del velivolo. Il valore del momento d'inerzia I è messo in rilievo dalla seguente formula (analoga a quella fondamentale della dinamica):

$$M = \omega' I$$

dove M è il momento agente sulla massa di momento d'inerzia I, e ω' l'accelerazione di rotazione conseguente. Quest'ultima è dunque tanto più piccola quanto più elevato è I, e quindi il modello più « inerte » (più pesante o meglio più lungo) si sposta di meno dal suo assetto primitivo sotto l'impulso delle correnti, con evidente vantaggio sotto tutti gli aspetti. Qui viene acconcia un'osservazione. Talvolta è ritenuto opportuno, per fare volare modelli leggeri in zone ventose, aggiungere della zavorra il che si fa in genere sotto il baricentro. Questo peso si può sfruttare meglio suddividendolo in porzioni il più lontano possibile dal baricentro stesso cioè alle estremità della fusoliera o meglio ancora dell'ala (perchè nel primo caso non si favorisce la stabilità dinamica longitudinale) provvedendo naturalmente affinchè non succedano guai negli atterraggi bruschi.

Ed eccomi infine a parlare della stabilità longitudinale. Ritengo i miei lettori abbastanza esperti per poter loro risparmiare la spiegazione elementare dei principi della stabilità statica. Ricordo soltanto che — prendendo come punto di riferimento il baricentro — l'ala ha (fig. 11) un certo momento (che assumiamo positivo quando è picchiante) ed analogamente il piano di coda. All'incidenza di equilibrio i due momenti sono eguali e contrari, per incidenze diverse il momento risultante dalla somma algebrica dei due momenti riportati, ha segno tale da riportare il modello nella posizione iniziale (altrimenti il modello non sarebbe stabile). Affinchè vi sia la stabilità occorre — riferendoci alla rappresentazione grafica — che la retta M_{coda} abbia una maggiore pendenza della M_{ala}. Questa pendenza dipende e dal rapporto delle superfici e dal braccio di leva.

La stabilità statica si può dunque incrementare sia aumentando la superficie che la distanza del piano di coda, sia anche diminuendo l'inclinazione della M_{ala} cioè riducendo il braccio della portanza rispetto al baricentro, il che si può ottenere in sede di progetto diminuendo la corda alare (maggior allungamento) e al-

l'atto del centraggio portando innanzi il baricentro stesso. Questo è praticamente ben noto agli aeromodellisti specialmente agli elasticisti che, usando spesso piani di coda fortemente portanti e quindi posizioni del baricentro molto arretrate, unite a piccola lunghezza di fusoliera (tra ala e piani di coda) si trovano a lavorare in condizioni precarie di stabilità.

Anzi è frequente osservare aeromodellisti che si arrabattano

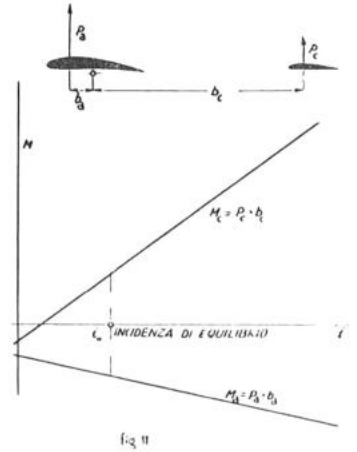


fig. 11

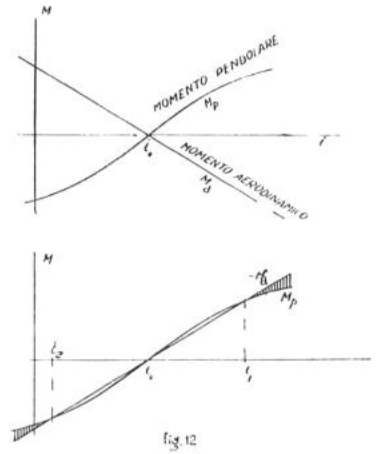


fig. 12

a far volare modelli, i quali compiono un volo bene e due male, e cercano di affinare il centraggio lavorando sull'incidenza dei piani di coda.

Questa situazione è tanto comune e tanto esasperante che torna conto chiarirla a fondo.

La stabilità del modello non è soltanto dovuta alle superfici di coda ma è, in parte non trascurabile, anche di carattere pendolare, in quanto il modello è un corpo pesante sospeso al centro di pressione il quale si trova sempre sopra il baricentro, e quindi in condizioni di stabilità. Materializziamo questo punto di sospensione e disegniamo il momento stabilizzante (M_p) dovuto al peso del modello e quello dovuto al complesso ala-piani di coda (M_s) che supponiamo debolmente « *instabilizzante* » (fig. 12).

Quest'ultimo ha andamento lineare mentre il precedente è sinusoidale.

Ne consegue che facendo la somma algebrica (e perciò la differenza dei valori assoluti dei momenti col riportare $-M_s$ uguale

a M_s ma rovesciato rispetto all'asse delle ascisse i) si rileva che nell'intervallo i_1, i_2 vi è prevalenza dell'effetto stabilizzante pendolare e quindi il modello vola stabilmente finchè si discosta solo di poco dall'assetto di equibrio i_0. Quando però, per una ragione qualsiasi, l'assetto limite i_2 viene superato, si manifesta una netta instabilità con grave disappunto e disorientamento dell'aeromodellista, il quale è molto restìo ad adottare in tali casi l'unica soluzione buona a portata di mano, cioè l'aggiungere zavorra in prua in modo da arrivare alla stabilità statica attraverso l'avanzamento del baricentro, come ho dianzi detto.

Ma non solo dal punto di vista statico va considerato il problema della stabilità, bensì anche da quello dinamico: infatti allorchè il modello, allontanatosi dal suo assetto di equilibrio, vi fa ritorno, compie quasi sempre una serie di oscillazioni smorzate e la costante di smorzamento è proporzionale alla superfice del piano di coda e al quadrato della sua distanza dal baricentro, ed inversamente proporzionale al momento di inerzia di beccheggio del velivolo. Che la costante di smorzamento sia molto forte ha importanza grande perchè durante le oscillazioni il modello vola ad assetti diversi da quello desiderato e quindi con rendimento minore. È quindi raccomandabile, tutte le volte che altre ragioni non ostino (per esempio la sezione maestra della fusoliera nel regolamento F.A.I.) abbondare nella lunghezza della fusoliera stessa e anche — in secondo luogo — nella superficie del piano orizzontale. In quanto a profili l'esperienza insegna che è bene attenersi a quelli sottili ($8 \div 10\%$) simmetrici o poco dissimmetrici (al massimo piani) per non andare incontro a brutte sorprese di instabilità dinamica. I profili piani sono molto comodi per il montaggio e permettono di risparmiare anche parecchia zavorra di centraggio. Per ottenere la stabilità statica occorre che il piano orizzontale abbia incidenza almeno $2 \div 3°$ minore di quella dell'ala. Una ulteriore ragione che consiglia di abbondare nella lunghezza della fusoliera è la seguente: quando il modello riceve una raffica in prua si trova a volare con velocità maggiore della normale, quindi acquista quota e nel contempo cabra trasformando l'eccesso di velocità rispetto al vento, in energia cinetica di traslazione verso l'alto e di rotazione. Quanto più elevato è il momento di inerzia longitudinale dell'apparecchio (cioè, in pratica, quanto più esso è lungo) tanto minore è l'impennata che compie, ed è evidente il vantaggio di non allontanarsi eccessivamente dall'assetto prescelto, non solo, ma anche tanto minore è l'energia cinetica di rotazione acquistata, e in conseguenza maggiore è l'energia disponibile per

il guadagno di quota conseguente alla raffica. Analogamente quando la raffica cessa la perdita di quota sarà minore per il modello più inerte.

Quando le condizioni normali d'ambiente sono di atmosfera molto mossa (zone in pendìo o comunque molto ventose) il vantaggio di una elevata stabilità è quasi sempre superiore allo svantaggio rappresentato dal maggior peso e dalla maggior resistenza aerodinamica di una lunga fusoliera.

Le funzioni di stabilità direzionale e longitudinale possono anche essere espletate dal solo piano orizzontale, purchè con forte diedro (45° circa) ma non si tratta di soluzione conveniente.

Fusoliera

Ultimo argomento da trattare dal punto di vista aerodinamico è la fusoliera. Essa compie essenzialmente l'ufficio di collegamento tra l'ala ed i piani di coda e quindi deve avere due caratteristiche:

1) assicurare questo collegamento con la necessaria rigidità specie torsionale;

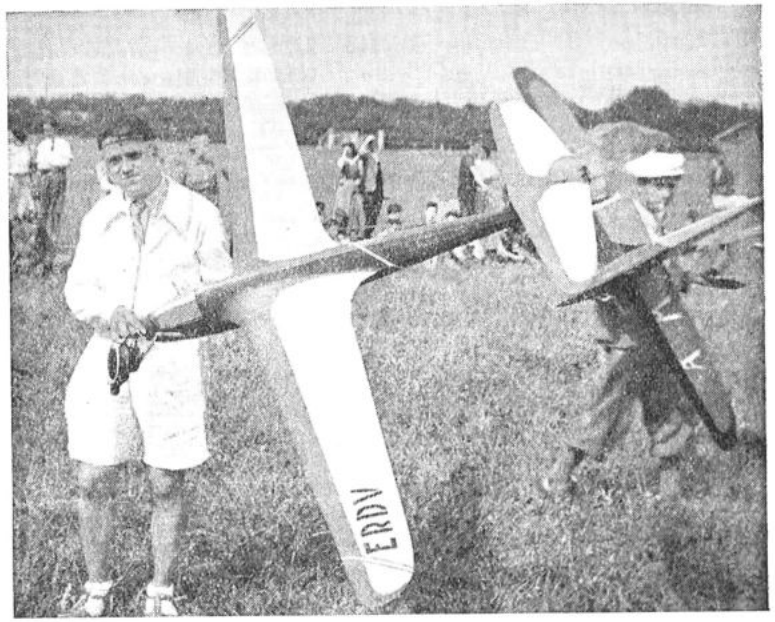
2) offrire la minima possibile resistenza aerodinamica.

Il primo punto richiede sostanzialmente di non fare fusoliere troppo esili in coda mentre il secondo richiede sezioni a buona penetrazione e della minima area possibile. Quest'ultima è fissata dai regolamenti o è libera ed in tale caso è perfettamente logico, seppure poco estetico, fare delle scope volanti. La forma della sezione della fusoliera va sempre fissata tenendo presente che il modello non vola, in pratica, quasi mai all'incidenza segnata nel disegno. Mentre quindi il corpo che ha minor resistenza assoluta è quello a sezione circolare, in pratica è meglio la sezione ellittica con asse maggiore verticale o chigliata come descritto al capitolo « disegno».

La differenza tra sezioni curvilinee e poligonali è minima; secondo alcuni è opportuno d'altro canto fare fusoliere « a pera » o a trave di coda in quanto alle basse velocità dei modeli, è necessario diminuire al massimo la resistenza d'attrito e quindi la superfice esterna della fusoliera medesima. Nello stesso capitolo descriverò come si disegnano i raccordi, ma qui voglio spendere qualche parola sulla loro importanza.

Quando due corpi (ala e fusoliera) sono messi vicini, le caratteristiche aerodinamiche del complesso sono diverse dalla somma delle caratteristiche delle parti componenti: in questo consiste il

fenomeno dell'*interferenza*. Quasi sempre l'interferenza provoca un aumento di resistenza, dovuto alla nascita di vortici nelle zone di intersezione. Alcuni usano diminuire la corda dell'ala all'incastro per ovviare all'inconveniente, ottenendo però un peggioramento delle caratteristiche dell'ala che viene quasi sdoppiata in due di allungamento metà (a parte le difficoltà costruttive).



Questo è il modello del francese Fillon: notare gli ampi raccordi alari

Il sistema migliore è quello dei raccordi o riempimenti che si pongono nelle zone ove nascono i vortici, con lo scopo di sopprimere tutte quelle discontinuità che sono favorevoli al distacco della vena fluida e quindi alla formazione di vortici, come spigoli, diedri molto acuti ecc.

La zona più pericolosa per la formazione di vortici è quella supero-posteriore del profilo ove vi è un notevole aumento di pressione lungo la corda: l'aria quindi manifesta notevole tendenza a tornare indietro formando vortici e questa tendenza viene favorita se le superfici dell'intersezione formano un diedro acuto tra

loro in quanto l'aria tra esse viene in tal caso energicamente frenata.

Se occorrono raccordi grandi o piccoli e di quale forma non è possibile dire in generale poichè i raccordi migliori variano da modello a modello. Anteriormente sono inutili o peggio, e anche posteriormente possono essere evitati allorchè l'ala si innesta su una parete piana ad essa quasi perpendicolare. Inoltre i raccordi vanno studiati in concomitanza con gli attacchi e quindi ne parlerò più a lungo nel capitolo « disegno ». Qui voglio soltanto ancora raccomandare che gli attacchi (dell'ala, dei piani di coda, della zavorra) siano robusti, comodi da smontare, rigidi (quando richiesto) in modo che non vi sia pericolo di variazioni di centraggio.

Quasi sempre gl'impennaggi sono posti all'estremità della fusoliera, ma siccome ciò porta qualche difficoltà di montaggio, si pone talvolta il piano orizzontale davanti o dietro la deriva o sopra questa. Tutte queste disposizioni sono giustificate dalle preoccupazioni di evitare che una zona degli impennaggi sia mascherata (o « in ombra») dalle altre superfici in particolari assetti, e quindi priva di efficacia. Siccome questi assetti sono rari nel volo dei modelli, resta a vantaggio di tali disposizioni solo una certa maggiore comodità, però specie nell'ultimo caso (piano orizzontale sopra il verticale) è grave il pericolo di insufficente rigidezza torsionale della fusoliera.

Inoltre occorre por mente a non fare questa troppo esile in coda in quanto in caso di urto risulta maggiore la sollecitazione a flessione dovuta all'inerzia della massa del piano orizzontale che è fuori asse rispetto alla fusoliera stessa.

Capitolo II.

IL DISEGNO

Prima di essere costruito il modello va coscienziosamente disegnato, non dico in tutti i suoi particolari sotto forma di tavole costruttive, ma almeno nelle sue linee schematiche e nei particolari più complicati come gli attacchi. Se nei modelli ad elastico che hanno molto spesso forme di estrema semplicità può anche bastare il disegno in scala 1 : 5 e qualche sagoma disegnata al naturale, questo evidentemente non è più possibile con le forme piuttosto complesse, geometricamente, dei veleggiatori. Il disegno in piccola scala (1 : 5) delle linee esterne è naturalmente il primo passo da fare ed è utilissimo perchè serve a dare un'idea delle proporzioni più o meno felici dell'insieme, purchè esso non si limiti a riprodurre una sola metà della pianta del modello, perchè in tal caso si possono riportare impressioni molto ingannevoli.

Le parti che vanno disegnate al vero sono l'ala e i piani di coda — in quanto la pianta serve per il montaggio — e almeno gli attacchi e i raccordi ala-fusoliera se non tutta la fusoliera. Il disegno in scala 1 : 1 siccome è di nostro uso privato può essere fatto, innanzi tutto, sulla carta più economica. Quando si usi collante alla nitrocellulosa è utilissimo disegnare su comune carta oleata che unisce al vantaggio di essere trasparente , quello di non attaccarsi alle strutture che appoggiano su essa là dove cade qualche goccia di collante. La trasparenza permette di disegnare una sola semiala, ottenendosi l'altra semplicemente con l'usare il retro del foglio. Attenti a non fare due semiali entrambe destre o sinistre. A me è capitato!

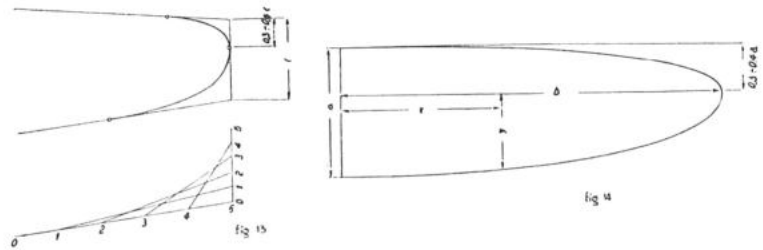
Il disegno va fatto con molta esattezza ma senza particolari inutili. Così le centine saranno rappresentate in pianta da una semplice linea che sarà la loro mezzeria, per i bordi d'attacco e d'uscita basterà la linea di contorno dell'ala, per il longherone pure una sola linea potrà essere tracciata, ma non la mezzeria in

tal caso, perchè sarebbe coperta dal longherone stesso che sovente è di notevole spessore, bensì il suo filo anteriore o posteriore. In tal caso si tenga presente la rastremazione propria del longherone — se c'è — per cui, se le centine sono perpendicolari alla mezzeria del longherone non lo sono più alle linee rappresentanti il filo esterno del longherone stesso. In certi particolari, come gli attacchi alari, invece bisognerà tenere conto degli spessori effettivi delle singole parti.

Ma qui voglio soprattutto soffermarmi su alcuni particolari del disegno dove l'aeromodellista trova le maggiori difficoltà.

Nella forma in pianta dell'ala si può trovare difficoltà nel disegnare le curve terminali in modo che siano armoniche e gradevoli.

Le più belle sono quelle ellittiche o paraboliche composte di un arco anteriore e di uno posteriore. Specie se l'ala è tutta rastremata viene bene fare l'arco anteriore più corto e più stretto di



quello posteriore come in fig. 13 dove si sono usati archi di parabola disegnati per tangenti che è il metodo più comodo e preciso.

Le due tangenti estreme vengono suddivise in un numero qualunque di parti eguali e i punti corrispondenti (1-1; 2-2 ecc.) uniti ottenendosi le tangenti alla curva. Se il numero di punti è abbastanza elevato l'inviluppo determina già molto bene la curva e può non essere necessario tracciare la medesima con l'aiuto di un curvilineo adatto, arnese questo che non può mancare nell'attrezzatura di un aeromodellista appena rispettabile. Laddove si ha un tronco centrale di ala rettangolare ed estremità rastremata con contorno curvilineo, è consigliabile usare due archi di ellisse comprendenti un egual numero di centine ma di differente profondità (fig. 14).

In tale caso non è comodo ricorrere alla costruzione geometrica dei due quarti di ellisse, la quale risulterebbe molto ingombrante ma è conveniente calcolare la lunghezza delle centine an-

teriormente e posteriormente alla linea di base con la seguente formula:

$$y = \frac{a}{b}\sqrt{b^2 - x^2}$$

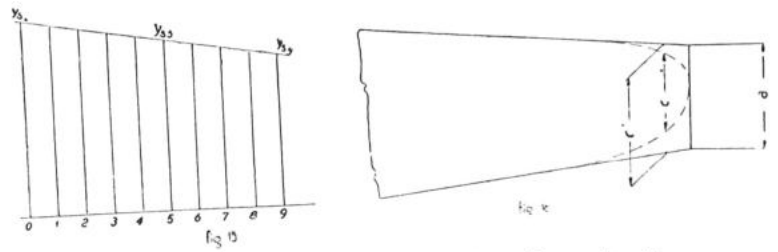
I vari punti così segnati si raccordano poi con l'aiuto di un listello flessibile, omogeneo a sezione quadrata uniforme (3×3 o 4×4 mm) che si forza a passare per un certo numero di punti, eventualmente con l'aiuto cortese di un amico.

I tratti estremi del contorno si fanno col solito curvilineo.

A contorno ellittico si fanno spesso i piani orizzontali di coda, e quasi sempre in forma di ellisse perfetto. In tal modo risultano allineati i punti al 50% delle corde delle singole centine.

Viene ora il problema della variazione dei profili (poichè ritengo da tutti ben noto il modo di ricavare il profilo dalla tabellina del profilario). Il metodo analitico è certo molto preciso, ma è molto noioso da applicare e io consiglio senz'altro il metodo grafico.

Occorre un foglio di carta millimetrata su cui segniamo due



assi perpendicolari. Su di uno di essi riportiamo le distanze progressive delle centine in scala ad es. 1/10 o 1/5 secondo le dimensioni del foglio, innalzando da ogni punto una perpendicolare. Sulla prima e sull'ultima di queste perpendicolari riportiamo le quote corrispondenti della prima e dell'ultima centina del tratto di variazione. La congiungente tali due punti taglia, sulle normali intermedie, dei segmenti che rappresentano le ordinate dei profili intermedi. Se la scala usata per le ordinate è 10/1 la lettura di queste intercette in cm ci dà le ordinate dei profili in mm. Siccome è facile leggere il mm si ha un'approssimazione di 0,1 mm più che sufficente pel nostro scopo (fig. 15). Inoltre, come in tutti i metodi grafici, è molto difficile fare errori grossolani.

Il sistema vale quando l'ala è rastremata linearmente (cioè

ha sia il bordo d'attacco che quello d'uscita rettilinei) anche se le distanze successive tra le centine non sono uguali, non vale invece per le ali a contorno curvilineo e per le estremità così raccordate.

In tale caso è necessario un lavoro più lungo, cioè in un primo tempo si calcolano le quote di tutti i profili (anche degli ultimi) come se l'ala fosse a contorno rettilineo (fig. 16).

Una certa centina (di corda effettiva c) avrebbe in tal caso una corda c' maggiore di c. Allora basta moltiplicare per il rapporto c/c' minore di 1 per avere le ordinate reali della centina effettiva di corda c. Naturalmente, nel fare la costruzione grafica, quale ultima centina del tratto rastremato si considera quella virtuale di corda a. Per fare questi calcoletti è molto comodo un regolo calcolatore e consiglio agli aeromodellisti di procurarsene uno piccolo e di fare la fatica di imparare ad adoperarlo.

Seconda difficoltà è l'avviamento della fusoliera.

Voi sapete disegnare una bella fusoliera nella vista di profilo, sapete disegnare la pianta ad occhio o secondo un profilo simmetrico di opportuno spessore, sapete infine disegnare il contorno dell'ordinata maestra, poligonale o curvilineo, ma quando si tratta di disegnare tutte le ordinate in modo che la fusoliera abbia la forma voluta ed i listelli non vadano a sghimbescio, cominciate spesso a sentirvi per lo meno imbarazzati. Pensare che di modi per disegnare correttamente le ordinate ce n'è a bizzeffe, ed io non ve li insegnerò nemmeno tutti per non farvi troppa confusione; anzi mi limiterò a darvi solo qualche esempio.

Nelle fusoliere a sezione curvilinea — che vanno sempre rivestite in legno o cartoncino perchè altrimenti la ricopertura riesce tutta a gobbe non estetiche nè aerodinamiche — si adottano due tipi di sezione: quella ellittica e quella cuspidata. Le ordinate ellittiche sono lunghe ma facili da disegnare una volta in possesso del profilo e della pianta della fusoliera. Si conoscono infatti gli assi dell'ellisse e il disegno si può fare con la costruzione della fig. 17 o altre equivalenti.

Segnati gli assi AB (che si ricava dalla pianta) e CD (ricavato dal profilo) si disegna il rettangolo circoscritto all'ellisse. Da un vertice M si traccia la MN, essendo N un punto a piacere sulla AB. Si determina così O sul lato opposto e P tracciando da N la parallela a CD.

La PO è una tangente all'ellisse. Tracciato un certo numero di tali tangenti (facendo uso di parecchi punti N, N', N'' ecc.) è facile tracciare con esattezza la curva con l'aiuto di un curvilineo.

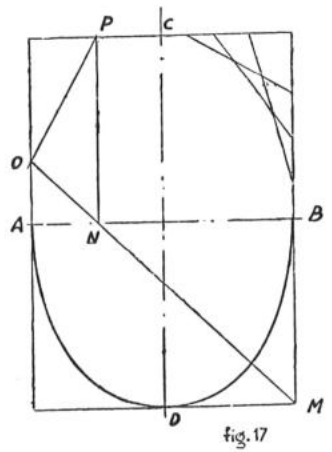


fig. 17

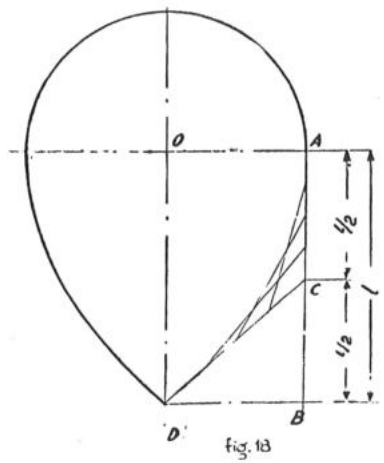


fig. 18

Osservo soltanto che affinchè la fusoliera abbia una forma di ottima penetrazione occorre che le viste in profilo e in pianta siano tali da dare delle sezioni quasi circolari in prua ed ellittiche sempre più schiacciate man mano che ci si avvicina alla poppa.

L'area della sezione ellittica è:

$$A = \frac{\pi}{4} \overline{AB} \times \overline{CD}$$

La fusoliera chigliata che si ottiene con la sezione cuspidata ha, rispetto alla forma precedente, una certa migliore stabilità in direzione. Per i modelli il suo uso è alquanto discutibile. Si usa generalmente il dorso semicircolare e il ventre formato con due archi di parabola come in fig. 18 aventi come tangenti estreme la AC e la CD, dove C è il punto di mezzo di AB. In tal caso l'area della sezione è:

$$A = \frac{\pi}{2} \overline{OA}^{\,2} + \frac{4}{3} \overline{OA} \ \overline{.AB}$$

Il raggio OA del semicerchio è senz'altro determinato dalla vista in pianta della fusoliera; AB è determinato dalla vista di profilo e C ne è il punto medio; quindi è possibile tracciare le ordinate. Senonchè una fusoliera così avviata sarebbe troppo chigliata in prua per avere forma di buona penetrazione. L'ultima ordinata verso prua (cioè la I) è opportuno abbia il punto C coincidente o quasi con B (fig. 19).

Allora disegniamo le due ordinate (la prima e quella maestra) l'una sull'altra facendo coincidere gli assi e i centri dei semicerchi (fig. 20). Tracciamo la $D'C'$ della 1ª ordinata ($C=B$) e la $D''C''$ dell'ordinata maestra ($CA = \frac{1}{2} AB$) che si intersecano in K. Per tutte le ordinate anteriori a quella maestra la tangente inferiore è la retta $D^{(''')} K$.

La fusoliera a sezione poligonale è più facile da costruire ed, in genere, più leggera. Le sue caratteristiche aerodinamiche non sono sensibilmente inferiori a quelle delle forme precedenti (se il numero dei lati non è troppo piccolo) e sicuramente compensate dal guadagno di peso.

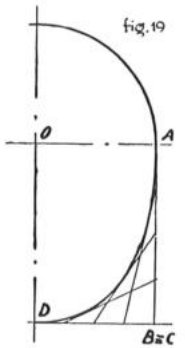


fig. 19

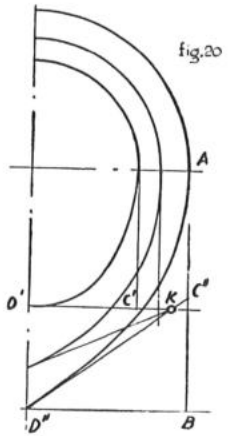


fig. 20

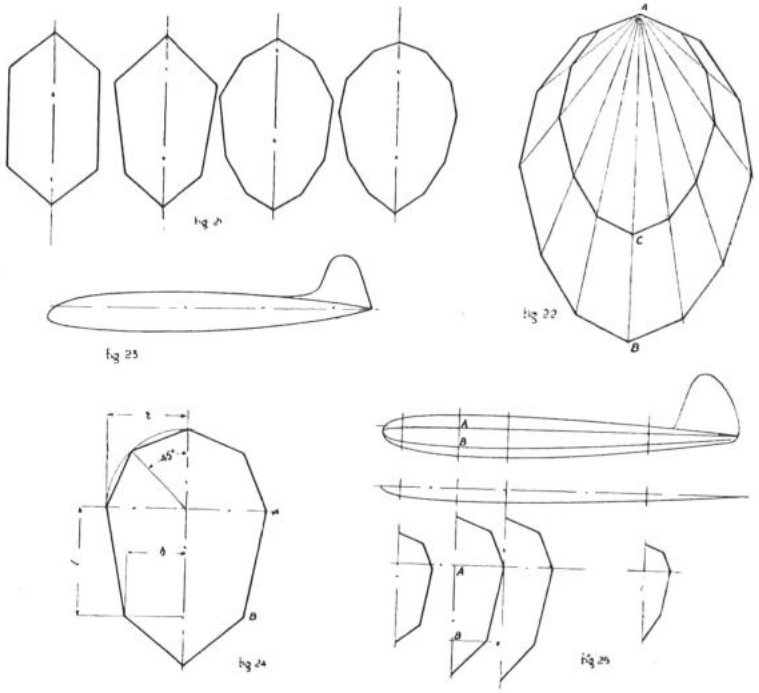
La fig. 21 dà alcuni esempi di forme poligonali le cui aree sono facilmente determinabili effettuandone la scomposizione in triangoli.

Il modo più semplice di fare l'avviamento della fusoliera è anche qui quello di disegnare le ordinate tutte simili come mostra la fig. 22.

Si disegna l'ordinata maestra con il suo asse AB. Si congiunge A con tutti i vertici del poligono. Si segna il punto C in modo che AC sia pari all'altezza dell'ordinata da disegnare, ricavata dalla vista in profilo della fusoliera. Infine si tracciano a partire da C i lati successivi paralleli a quelli dell'ordinata maestra e delimitati dai raggi uscenti da A come risulta chiaramente dalla figura stessa. Bisogna che il disegno sia molto preciso per non fare delle ordinate obbrobriose. In tal modo, una volta disegnata l'ordinata maestra e il profilo della fusoliera, restano determinate tutte le ordinate e quindi la vista in pianta della fusoliera stessa. Osservo che, affinchè la vista in pianta abbia la coda appuntita occorre che l'abbia pure la vista in profilo (fig. 23).

Ma in tal modo, come già a proposito di un'altra forma ho osservato, non si può dare alle ordinate del muso quella forma

tondeggiante che è desiderabile, nè alle ordinate di coda quella forma piatta che è pure utile. Posteriormente all'ordinata maestra tuttavia l'inconveniente non è di grave nocumento, ma almeno anteriormente è bene fare la variazione di forma accennata.

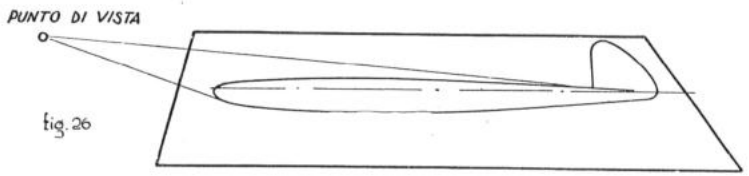


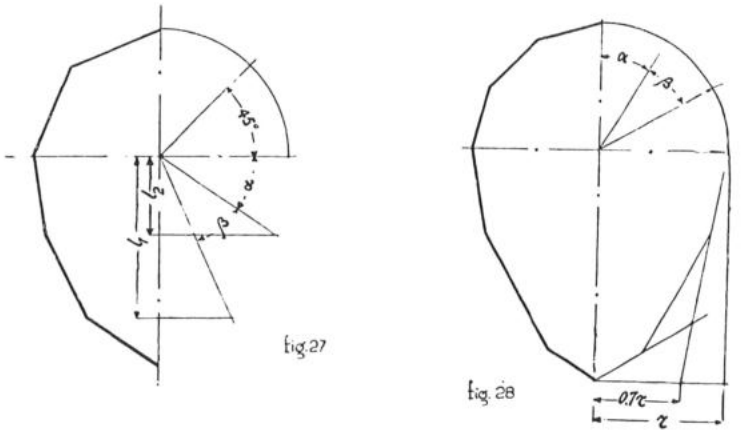
Se abbiamo ad es. la sezione maestra della fig. 24 composta di un semiottagono superiore inscritto in un cerchio (e quindi determinato in quanto il diametro del cerchio non è che la larghezza della fusoliera quale si ricava dalla vista in pianta) e un semiottagono inferiore in cui $h = a\,r$ (per es.: $a = 0{,}7 \div 0{,}8$) mantenendo a costante, la forma dell'ordinata dipende dal valore di l. Perciò noi nella vista in profilo della fusoliera disegniamo prima il listello che corre sullo spigolo A (e la cui posizione è determinata in quanto dista dal contorno superiore di una distanza pari alla metà della larghezza della fusoliera) e poi quello che corre sullo spigolo B di cui conosciamo la posizione in corrispondenza all'ordinata maestra.

L'andamento di questo listello lo disegniamo ad occhio in modo che, rispetto alle dimensioni delle ordinate, verso prua si avvicini allo spigolo inferiore (chiglia) e verso poppa se ne allontani (fig. 25) pur avendo un andamento armonico senza gobbe.

In tal modo il muso risulta meno chigliato e la coda più appiattita specie se la fusoliera, nella vista di profilo, non termina a punta come nell'esempio di fig. 25.

Per giudicare se l'avviamento dello spigolo è stato ben fatto,





senza sinuosità, occorre porre ben piano e teso il foglio su cui è il disegno e guardare lo stesso da prua o da poppa con un occhio solo e con sguardo radente, cioè guardando da piccola altezza sul piano del disegno (fig. 26). In tal modo il disegno appare deformato (più corto e più largo) e risaltano le imperfezioni delle curve.

Lo stesso modo di eseguire l'avviamento può adottarsi con ordinate definite in base agli angoli come in fig. 27.

Tenendo costanti α e β e facendo correre i listelli come in fig. 25 si ottiene la variazione desiderata della sezione con il vantaggio che i listelli corrono sempre in un piano e quindi sono più facili da montare specialmente se di grossa sezione.

Oppure ancora può adottarsi il sistema della fig. 20 facendo l'ordinata come in fig. 28 cioè tracciando una spezzata invece che la curva parabolica.

Con tutti questi sistemi però risulta l'inconveniente che, dove l'ordinata cambia forma, i lati non si mantengono più uguali o quasi fra loro, ma alcuni divengono piccolissimi, altri esageratamente lunghi.

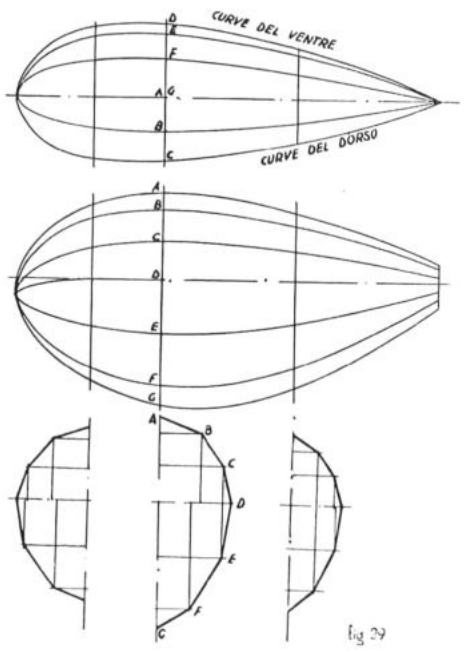


fig. 29

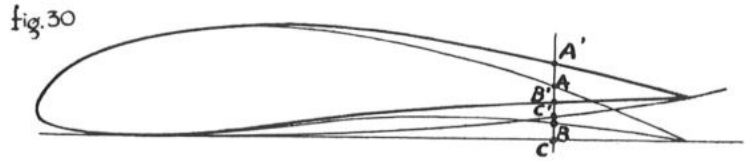
Un avviamento perfetto lo si può fare credo soltanto con il seguente sistema, per quanto esso sia il più lungo di tutti. Si disegnano tre ordinate: una in prua, quella maestra e una in coda, con la forma desiderata e ugual numero di lati, naturalmente, nonchè di altezza e di larghezza pari a quelle ricavate dal profilo e pianta della fusoliera.

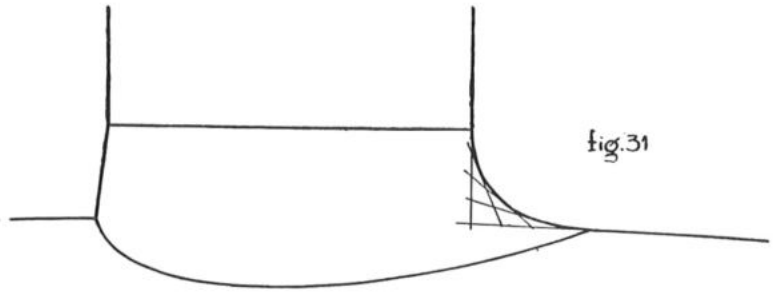
Sulle due viste della fusoliera stessa si segnano i tre punti per cui passano i diversi listelli e si congiungono con linee ben avviate.

È molto consigliabile fare un disegno deformato, cioè su un foglio di carta possibilmente millimetrata, riportare la lunghezza della fusoliera (in profilo ed in pianta) in scala 1/5 o 1/10 e le dimensioni trasversali in scala naturale, ottenendosi così delle curve forzate che rivelano più facilmente gli eventuali difetti. La fig. 29 mostra una serie di tali curve da cui si ricavano facilmente le ordinate.

Resta ora il disegno dei raccordi. Il modo più semplice di fare i raccordi è.... quello di non farli! Il raccordo arrotondato è un complemento utile, un particolare di rifinitura che indica l'abilità e l'accuratezza del costruttore, ma non è assolutamente indispensabile laddove, come nei modelli ad ala media, l'intersezione non avviene quasi mai con la presenza di diedri acuti o rientranti suscitatori di vortici. È quindi in generale sufficiente una variazione di profilo all'incastro della semiala (per gli ultimi 5 ÷ 15 cm) in

modo che ivi si abbia un profilo poco portante (biconvesso e calettato con piccola incidenza). Questo profilo può ottenersi da quello fondamentale dell'ala con il disegnarlo su di una corda non rettilinea bensì curvilinea (circolare o parabolica) in modo da rialzarne il bordo d'uscita ottenendo il doppio risultato di trasformare il profilo in biconvesso e di diminuire l'incidenza (fig. 30).


fig. 30


fig. 31

Questo modo di operare è esattamente l'opposto di quello seguito dal *Naca* per disegnare i profili concavi-convessi: questi infatti sono ottenuti da un profilo simmetrico fondamentale disegnandolo su corde curvilinee di varia forma e curvatura.

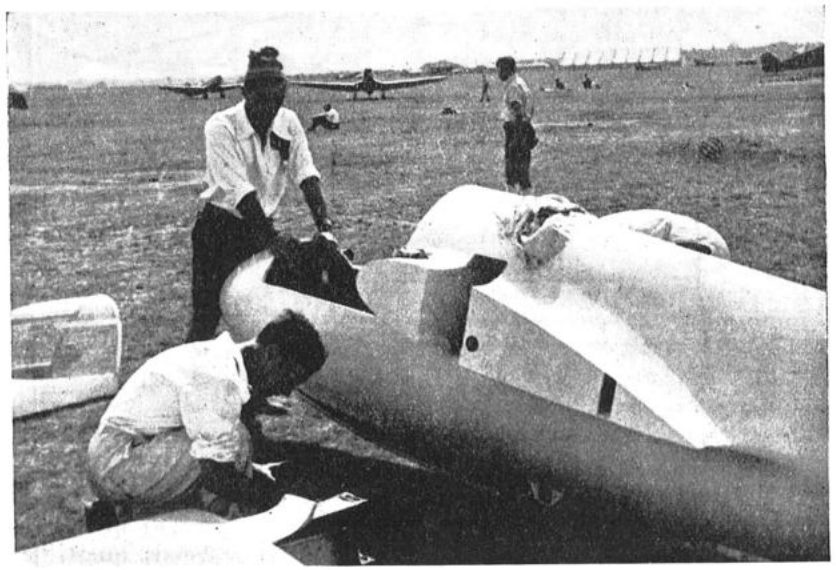
Qualora nel naso si ponga un rivestimento di cartoncino o legno sottile è meglio lasciare inalterato il tratto che va ricoperto per facilitare quest'operazione.

La linea di intersezione tra ala e fusoliera in questo caso non torna conto disegnarla ma è più comodo determinarla in opera. Si riveste provvisoriamente di cartoncino il tratto di fusoliera interessato e poi, montate le ali, si appoggia sulle centine un pezzo di listello un po' flessibile in modo da seguire esattamente l'andamento dell'ala. Dove il listello (che deve seguire le linee di uguale profondità cioè le linee del 20%, 50%, 70% ecc. delle centine) tocca il cartoncino, ivi è un punto di intersezione. Togliendo il cartoncino si ha lo sviluppo della linea di intersezione stessa e se-

condo essa si può far correre un listello piegato o tagliato in una tavoletta, per potervi attaccare i margini del rivestimento.

Anche il raccordo propriamente detto è bene sia preceduto da una variazione di profilo come ho or ora descritta, perchè è possibile in tal modo fare un raccordo migliore benchè più piccolo e più elegante.

Il disegno del raccordo visto in pianta è come quello della



Raccordo alare di un veleggiatore di alte caratteristiche

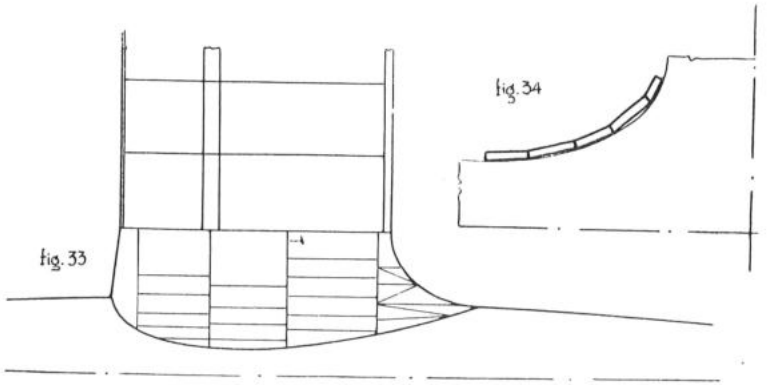
fig. 31 cioè rettilineo anteriormente e posteriormente a curva che raccorda il bordo d'uscita dell'ala con la fusoliera essendo tangente ad entrambi. Tale curva può essere un arco di parabola disegnato come ho già insegnato.

Se i raccordi sono piccoli si possono fare con un blocchetto unico di balsa o agave (o più blocchetti) di dimensioni un po' esuberanti che si sagomano in opera in modo da avere un'intersezione con piccoli raggi di raccordo verso il bordo di entrata, e con cerchi sempre più ampi verso il bordo d'uscita, e inoltre con archi più ampi sul dorso che non sul ventre. Questo metodo è senz'altro il migliore, più semplice e più spontaneo. Se non avete un'idea precisa del come fare il raccordo guardate qualche fotografia di alianti (fig. 32).

Unico inconveniente quello di consumare alquanto balsa, il che può essere spiacevole non per il peso ma per il costo.

Se per una ragione o per un'altra, vogliamo fare i raccordi con striscie sottili di balsa è necessario disegnarli compiutamente.

Il raccordo semplicemente ricoperto in balsa (spessore almeno 3 mm da ridurre poi con la rifinitura) può essere fatto su una strut-



tura come quella della fig. 33 formata da alcune ordinate distanti fra loro 40 ÷ 50 mm e di forma opportuna. L'estremo bordo d'entrata sarà magari un blocchetto, gli altri campi verranno ricoperti con strisciette di balsa di opportuna larghezza ove non sia possibile forzare un pannello ad assumere la curvatura conveniente.

Le strisciette vanno tagliate in modo da combaciare perfettamente (fig. 34). Nell'ultimo campo (adiacente al bordo d'uscita) le strisciette dovranno divenire dei cunei per poter seguire la forte curvatura che si ha in qualche punto.

Le ordinate non saranno affioranti, ma annegate di 1—1,5 mm, in modo che il rivestimento, spesso originariamente 3 mm almeno, sporga dalla superfice definitiva e possa essere rifinito con la lama e la carta vetrata. Non si dimentichi che i profili sono curvi mentre i pannelli corrono diritti tra ordinata e ordinata. È quindi indispensabile questa sovrabbondanza di spessore per poter rifinire il raccordo.

In quanto al disegno delle ordinate che definiscono i raccordi è possibile farlo abbastanza bene nelle fusoliere a superfici curve nel modo seguente.

Sulla vista di profilo della fusoliera si disegna ad occhio il profilo di intersezione raccordo-fusoliera (fig. 35).

Sull'ordinata AB restano perciò determinati i punti M e N

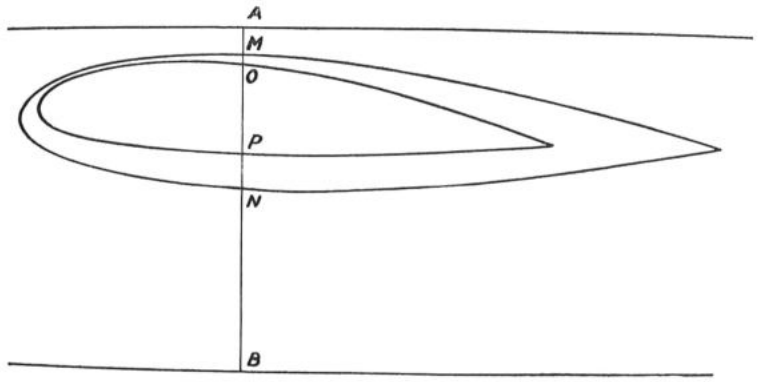


fig. 35

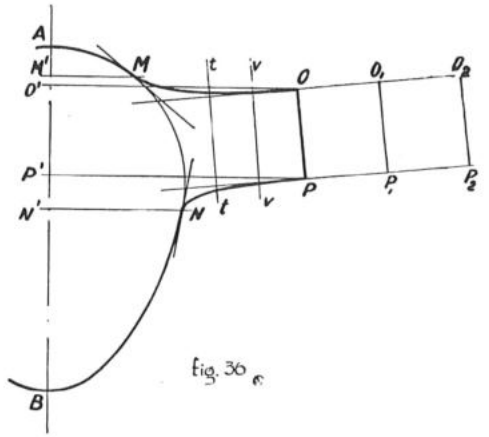
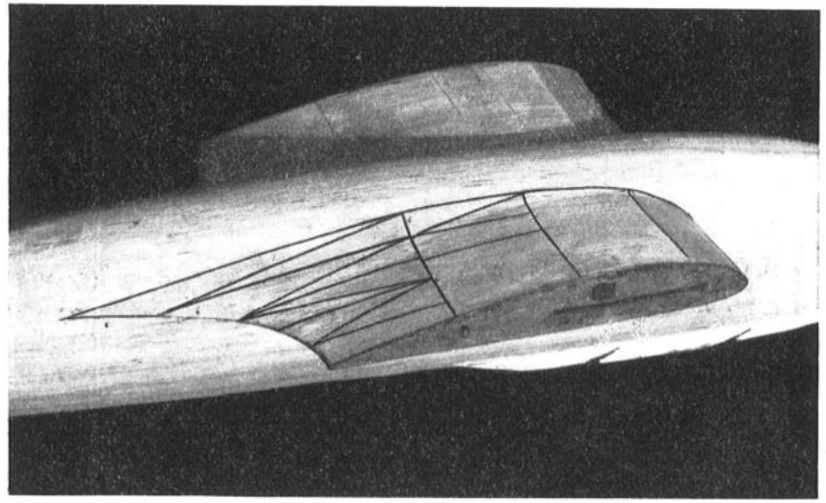


fig. 36

ove ha inizio il raccordo stesso, nonchè i punti O e P della centina alla radice alare (fig. 36) ricordando che, in conseguenza del diedro, OP non è parallelo ad AB. Restano pure determinate le tangenti all'ordinata in M e N ed all'ala in O e P. Si ponga attenzione per queste ultime che, se abbiamo adottato la variazione di profilo all'incastro, la direzione di queste tangenti non sarà parallela al longherone, ma diversa e variabile lungo la corda ed andrà determinata con cura disegnando anche le intersezioni delle prime centine con il prolungamento ideale dell'ordinata (O_1P_1 e O_2P_2). M e O, e N e P vengono poi congiunti con archi di parabola disegnati come già vi ho insegnato.

È prudente fare poi qualche sezione secondo TT, VV ecc. per



Un raccordo alare a guscio

vedere se le ordinate così disegnate danno luogo a dei profili non troppo strampalati. Il raccordo della fig. 37 è stato disegnato così.

Come già detto le ordinate vanno tagliate $1 \div 1{,}5$ mm sotto il contorno così determinato. Se la fusoliera è poligonale, diventa ben difficile disegnare un raccordo che, intanto, non potrà essere pienamente soddisfacente là dove vi è lo spigolo della fusoliera stessa.

Il meglio è di disegnare le ordinate dei raccordi come se la fusoliera fosse a sezione curvilinea e poi modificare ad occhio le parti terminali della curva (fig. 38).

Si può ricordare infine il sistema di fare il raccordo con delle vere e proprie centine, ricoperte poi in tessuto o balsa, poste a $1 \div 2$ cm. di distanza. Disegnato il raccordo in pianta si conoscono le corde delle singole centine.

Nel disegno in profilo si segnano la centina della radice alare e ad occhio o secondo un profilo stabilito, la curva di intersezione raccordo-fusoliera. I profili intermedi si possono disegnare, sovrap-

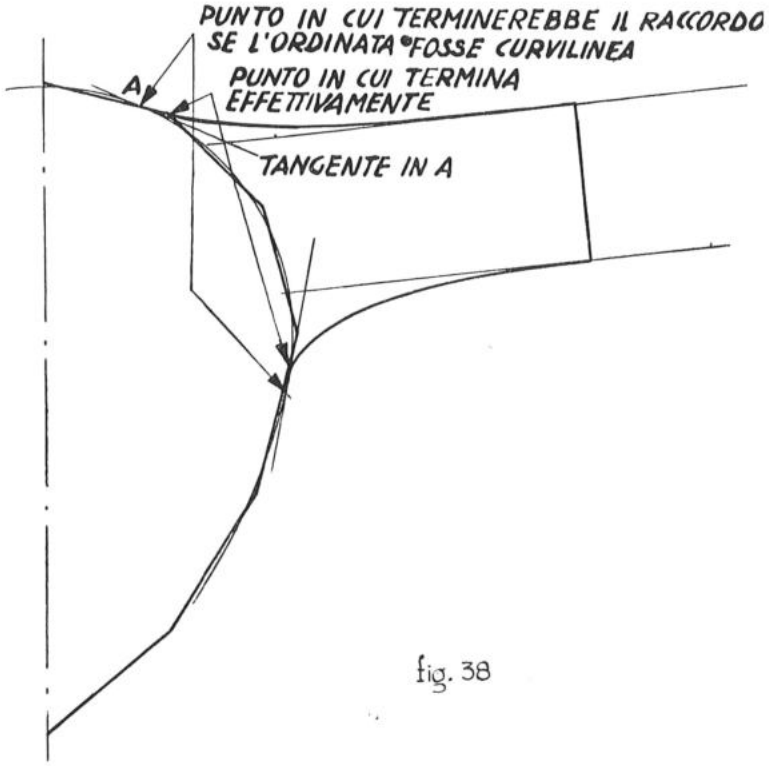


fig. 38

posti gli uni agli altri, e ad occhio, ciascuno di lunghezza pari alla corda rilevata in pianta, in modo da fare una variazione graduale di forma e spessore tra i due profili estremi.

Fare la variazione dei profili analiticamente richiederebbe un lavoro spropositato.

Capitolo III.

LE STRUTTURE

I modelli veleggiatori per le loro notevoli dimensioni e poichè non presentano la necessità di una estrema economia di peso, consentono di costruire delle strutture eleganti e complesse con il solo inconveniente di richiedere molto lavoro. Gli elementi strutturali svolgono due compiti: uno di forma ed un altro di collegamento meccanico, cioè di forza. Le centine ad es. sono elementi di forma, che trasmettono anche degli sforzi dal rivestimento al longherone. Nei velivoli è necessario calcolare le dimensioni da assegnare agli elementi delle centine, ma nei modelli esse risultano sempre così esuberanti che ci si deve preoccupare quasi soltanto della loro leggerezza. Ho detto « quasi » in quanto se trascurabili sono le forze conseguenti ai carichi aerodinamici, non lo sono affatto quelle trasmesse dalla ricopertura in tensione come mettono in evidenza le deformazioni che si hanno allorchè le centine stesse non sono bene incollate al rivestimento. Se questa incollatura è ben curata, la centina, in unione al rivestimento ad essa adiacente, forma una struttura a T (di cui la centina stessa costituisce il tratto verticale) robusta e rigidissima. L'unico tratto che può essere debole, allorchè si usino centine di balsa o ancora più di agave, è quello più esile, cioè il codino, che talvolta è opportuno rinforzare, ispessendolo, per evitare una deformazione sotto la tensione della ricopertura, specie allorquando questa è fatta con carta pesante che provoca una rilevante tensione.

L'uso comune è di ritagliare le centine da tavolette di compensato, tranciato di pioppo, balsa o agave di spessore $1 \div 1{,}5 \div 2$ mm ed anche di più per i due ultimi materiali, a seconda delle dimensioni delle centine stesse, che è poi sempre raccomandabile alleggerire con fori di forma opportuna.

Altri modi di costruire le centine sono applicabili nei grossi veleggiatori, particolarmente il sistema a traliccio che dà centine

più leggere a parità di robustezza. Il lavoro richiesto per costruire 40 ÷ 50 di tale centine è enorme, specialmente se si vuole essere precisi. Occorre in tal caso tagliare prima una dima in una tavoletta di legno e costruire poi la centina all'interno di essa (fig. 39).

Come materiale si usi tranciato di pioppo da 0,5 ÷ 1 mm per poter eseguire la curva del naso di centina. Le strisciette sono larghe 2 ÷ 3 mm e, naturalmente hanno la vena per il lungo. Il traliccio interno è fatto con lo stesso materiale e si può realizzare un certo guadagno di tempo nel montaggio ricavandolo da una

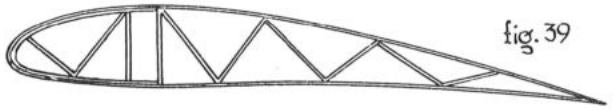


fig. 39

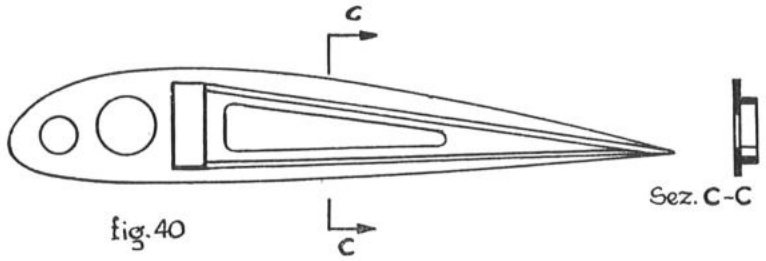


fig. 40

striscietta che si spezza alle distanze volute ma senza separare tra loro i vari pezzetti, ottenendosi così una specie di serpentina. L'unico vero vantaggio di questo sistema è il risparmio di notevole quantità di balsa e può essere un vantaggio notevole per le tasche del costruttore, specie allorquando un gran numero di centine uguali semplifica alquanto il lavoro.

Per centine di notevole dimensione ricavate dalla tavoletta di balsa, un listello rettangolare che ne segua il contorno (o anche che corra rettilineo) disposto con la faccia minore a contatto con la centina stessa, costituisce un utile irrigidimento (fig. 40).

Un problema da non trascurare è quello di disegnare con esattezza il contorno della centina (o di qualunque altro pezzo) sulla tavoletta da cui va ritagliata. Se si tratta di legno duro, o anche balsa compatto è facile ricalcare il disegno sulla tavoletta con l'aiuto della carta carbone e di una matita dura appuntita, ma se si tratta di balsa molto tenero o agave (legno quest'ultimo che è

tuttavia opportuno riservare per i lavori di copertura o riempimenti sui quali vada ancora la carta o il tessuto) non è possibile operare in questo modo.

Ritagliare il modello e incollarlo sulla tavoletta è un pessimo sistema perchè si distrugge il modello ma soprattutto perchè questo, al contatto con la colla, si allunga e si deforma in modo intollerabile, anche se si usa emaillite o simile collante. Quindi occorre o riportare il disegno per punti, e ciò sovrapponendo il modello alla tavoletta e segnando il contorno con numerosi punti fatti con uno spillo o una matita o penna acuminata, oppure, meglio, ritagliare prima una dima in cartoncino o impiallacciatura con l'aiuto di una lametta da rasoio. Non usate le forbici per questo lavoro perchè il cartoncino facilmente si deformerebbe nella parte più esile della centina e, comunque, confrontate sempre la dima con il disegno perchè non è raro riscontrare forti differenze dovute a tensioni interne delle fibre del materiale, le quali, allorchè separate in strisciette sottili, non essendo più equilibrate dalle tensioni contrarie delle fibre adiacenti, provocano la deformazione del pezzo, come si riscontra facilmente allorchè da un'asse perfettamente piallata si tagliano con la sega circolare dei listelli, che risultano tutti storti. Seguendo poi il contorno della dima con una lama si ricavano rapidamente e con esattezza le centine. Inoltre le dime tornano utili allorchè occorra eseguire delle riparazioni.

Al contrario delle centine, il longherone è un elemento quasi esclusivamente di forza, specie allorquando non è affiorante come si usa oggigiorno nelle migliori costruzioni. Nelle strutture di forma l'impiego di legni extraleggeri tipo balsa non ha bisogno di essere raccomandato, tanto ne è evidente l'utilità, ancor più se si pon mente che esse rappresentano una forte percentuale del peso totale del modello. Ma anche nelle strutture di forza l'uso del balsa è vantaggioso, da una parte per la grande comodità di lavorazione, sia per le sagomature, sia per le unioni a mezzo di collante alla nitrocellulosa, dall'altra parte per le condizioni statiche degli elementi di forza stessi. Se infatti noi andassimo a calcolare le sezioni necessarie agli elementi resistenti, anche nell'ipotesi di carichi molto gravosi troveremmo quasi sempre che le sezioni praticamente adottate sono di gran lunga esuberanti; e tuttavia all'atto pratico esse si rompono allegramente. La ragione sta nella poca rigidezza degli elementi in questione, in particolare di quelli che risultano compressi, poca rigidezza dovuta all'esiguo spessore, in proporzione alle altre dimensioni degli elementi stessi. È infatti a tutti noto che un foglio di carta che può sostenere una certa trazione

prima di rompersi, non sostiene nemmeno il proprio piccolissimo peso quando questo agisce per compressione, cioè quando il foglio è appoggiato invece che sospeso, a meno che non lo disponiamo ad angolo o in qualche modo che ne accresca la rigidezza. Il caso più noto e studiato di queste strutture troppo esili è quello delle aste lunghe e sottili caricate « di punta » cioè compresse agli estremi. Ferma restando la sezione dell'asta il carico ammissibile varia in proporzione inversa al « quadrato » della sua lunghezza, cioè diventa 1/4 per lunghezza doppia, 1/9 per lunghezza tripla, ecc. In tali e simili casi la qualità del legno adoperato ha pochissima importanza: ciò che rende un elemento di struttura adatto o meno a sopportare carichi del tipo « di punta » sono le le sue dimensioni. È quindi evidente la convenienza di usare materiali anche poco resistenti ma in elementi di notevoli sezioni o spessori, poichè si ottengono strutture più leggere ed altrettanto robuste che con l'uso di legni più resistenti ma più pesanti. In conclusione anche nel longherone può essere vantaggioso l'uso del balsa almeno nei due correnti superiore e inferiore.

Le forme che può assumere in pratica il longherone non sono molte.

Oltre al longherone formato semplicemente con due listelli correnti uno sul dorso ed uno sul ventre dell'ala, ancora talvolta adottato per modelli semplici di poche pretese magari anche in unione a un secondo longherone analogo posteriore, le soluzioni correnti sono quelle della fig. 41.

Come si vede il longherone può avere una o due anime verticali.

I tipi *A*, *B* e *D* sono i più simmetrici ma quello contrassegnato con *C* è più rapido da costruire, ed a mio avviso, è il più raccomandabile dei quattro. Il tipo *A* differisce dal *B* per il modo di fare i correnti che sono formati da 4 listelli nel primo e solo da 2 opportunamente scanalati nel secondo. Il longherone tipo *D* ha due anime, naturalmente più sottili dell'unica anima dei tipi precedenti, con gli inconvenienti dianzi messi in rilievo. Questa anima che è abbastanza rudemente sollecitata, specie negli atterraggi bruschi, è opportuno sia notevolmente elastica e quindi sopporti deformazioni notevoli, perciò ritengo senz'altro consigliabile farla in tranciato di pioppo. Nel tipo *D* con due anime (di spessore 0,5 ÷ 1 mm secondo le dimensioni del modello) è consigliabile che la vena formi un angolo di 45° con l'asse del longherone, e le fibre dell'anima anteriore siano incrociate con quelle dell'anima posteriore. Anche nei longheroni con una sola anima è più corretto porre

le fibre di questa a 45° discendenti verso l'esterno dell'ala (in quanto le maggiori sollecitazioni sono per bruschi contatti col suolo); però si tratta di sfumature che può convenire tenere presenti solo quando si facciano costruzioni molto ardite. In corrispondenza di ogni centina, o di centine alterne, occorre mettere dei puntalini o diaframmi, come mostra la stessa fig. 41, sia per permettere l'incollaggio delle centine sia per irrigidire il longherone medesimo.

Il longherone in quanto deve seguire l'andamento degli spes-

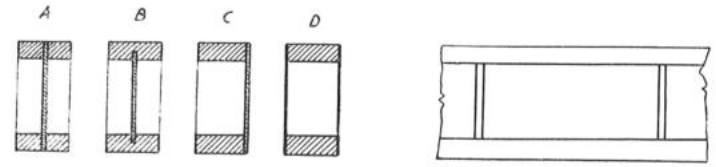
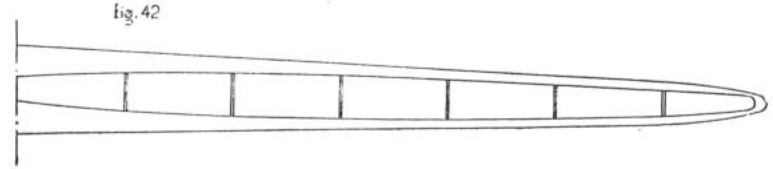


fig. 41

fig. 42



sori dell'ala, resta determinato in altezza ed è generalmente rastremato come l'ala. Siccome la sua zona più caricata è quella in corrispondenza alla radice, è opportuno effettuare una rastremazione anche in larghezza (o spessore) del longherone stesso, nonchè nello spessore delle singole solette secondo l'andamento illustrato in fig. 42 che si riprodurrà, naturalmente, ad occhio.

Non bisogna d'altra parte eccedere in esilità delle estremità alari che spesso sono le prime a prendere brusco contatto con il suolo.

Tutti questi longheroni corrono alcuni millimetri sotto la ricopertura allo scopo di evitare il formarsi di uno spigolo su di essa, spigolo ben dannoso alle caratteristiche aerodinamiche dell'ala perchè risulta trasversale al moto dell'aria.

Se poi si vuole costruire un robusto cassone anteriore resistente a torsione, mediante ricopertura in legno o cartoncino di tutto il naso dell'ala, allora occorre che il longherone affiori onde poterlo collegare al rivestimento anteriore. Questo si può ottenere

con gli stessi longheroni della fig. 41 cui si aggiunga un listello superiore e uno inferiore dopo il montaggio dell'ala, posti a pezzetti tra centina e centina (fig. 43) oppure con un longherone a listelli affioranti cui si aggiunga l'anima, come in fig. 41 *C*, sotto forma di rettangoli di impiallacciatura o cartoncino montati a pezzetti tra centina e centina dopo il primo montaggio e bene incollati a queste.

Se invece il rivestimento del bordo di attacco in cartoncino ha il solo scopo di mantenere meglio il rispetto del profilo in questa

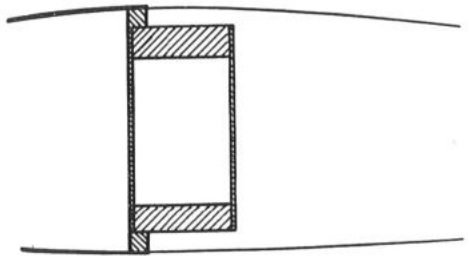


fig.43

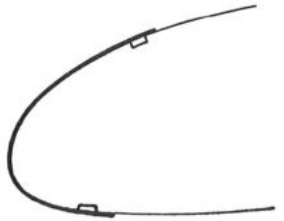


fig. 44

zona di forte curvatura, allora non è necessario che il rivestimento stesso sia incollato al longherone, anzi nemmeno che arrivi al longherone: è sufficente che giunga al $15 \div 20\%$ della profondità dell'ala. In tal caso è però consigliabile che appoggi (sopravanzandolo un poco) su di un listello molto esile (di impiallacciatura) che ha lo scopo di sostenere alquanto il cartoncino stesso senza tuttavia segnare uno spigolo sul rivestimento (fig. 44).

Se è possibile avere del balsa sottile (almeno 1 mm) si possono fare dei bellissimi ricoprimenti dei bordi d'entrata. Altrimenti anche il sistema di un grosso listello di balsa accuratamente sagomato è buono per ottenere un robusto bordo d'attacco, anche se il profilo resta un poco meno rispettato.

Resta in fine il bordo d'uscita, che a sua volta richiede di essere rigido al massimo possibile, non tanto affinchè non si deformi sotto la tensione del rivestimento (questo dipende solo dall'avere eseguito più o meno bene il rivestimento medesimo) ma perchè quando il modello urta con l'estremità dell'ala contro il suolo e fa perno su di essa, il bordo d'uscita di quest'ala viene sollecitato notevolmente a compressione e può facilmente cedere per carico di punta. Conseguentemente è conveniente anche qui

l'uso del balsa in listelli alquanto più grossi di quanto si farebbero se si usassero i listelli di pioppo.

Il listello costituente il bordo d'uscita non va intagliato per l'unione alle code di centine, in quanto l'intaccatura fatta proprio dal lato di maggiore spessore, provoca un fortissimo indebolimento del listello medesimo. Il listello va dunque lasciato integro, e l'unione alle centine si fa per semplice accostamento, con due gocce di collante se si tratta di unire del balsa, mentre se è legno più compatto si metteranno degli angolini dello stesso legno con

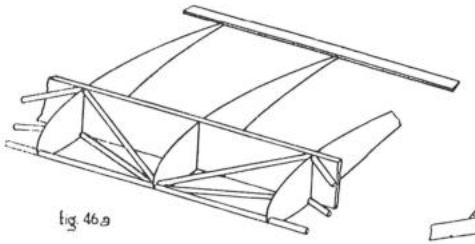


fig. 46a

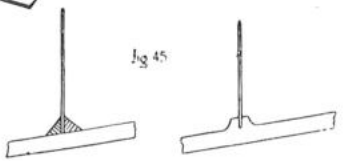


fig. 45

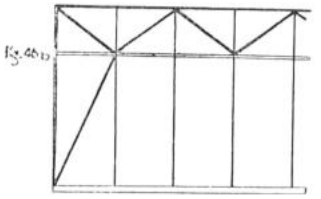


fig. 46b

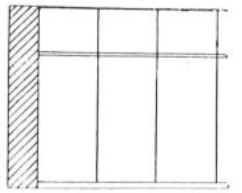


fig. 46c

la fibra diretta secondo la bisettrice dell'angolo formato dalla centina e dal bordo d'uscita, per favorire la buona riuscita dell'incollatura (fig. 45).

Come mostra la stessa figura la giunzione si può anche fare tagliando opportunamente il listello con l'archetto da traforo, ma questo attacco risulta più debole del precedente sia perchè l'incollatura è fatta « di testa » sia perchè il risalto ove è fatto l'incastro si spacca facilmente secondo *AB*, se appena ci occorre di forzare un poco l'incastro stesso.

La rigidità a torsione dell'ala è generalmente affidata alla tensione del rivestimento, che compie egregiamente questa funzione, ma talvolta si ricorre al rivestimento rigido di tutto il bordo d'attacco in modo da formare, col longherone, un tubo, come già accennato, oppure si irrigidisce la struttura con opportuna diagonalatura come in fig. 46.

Una diagonalatura tra le prime centine come in fig. 46-*b* è sempre utilissima per evitare rotture del bordo d'attacco o d'uscita, purchè le diagonali siano di sezione sufficiente. Lo stesso risultato si ottiene rivestendo di balsa, agave o cartoncino il tratto tra le prime due centine, con il vantaggio, in più, che la prima centina non si incurva sotto la tensione del rivestimento.

Ma il punto più delicato e più complesso dell'ala resta sempre l'attacco alla fusoliera e di questo particolare conviene parlare piuttosto a lungo. L'attacco ala-fusoliera deve rispondere a due requisiti piuttosto contrastanti fra loro: assicurare da un lato che l'ala stia perfettamente a posto durante il volo e non si alteri, da un volo al successivo, il centraggio, e dall'altro consentire la separazione dell'ala dalla fusoliera in caso di urti onde evitare o limitare i danni conseguenti.

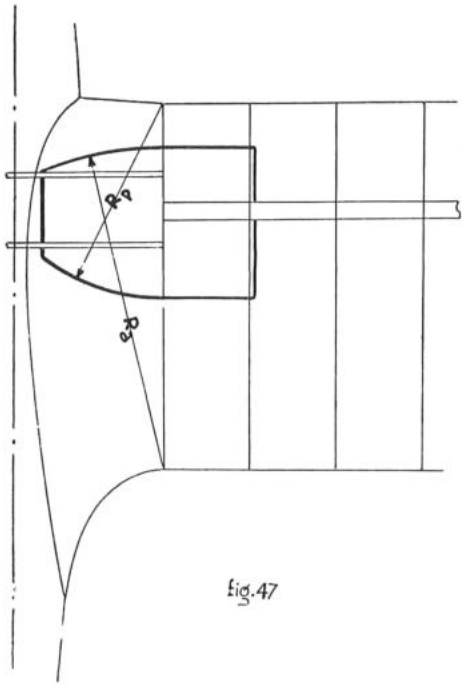


fig.47

In alcuni modelli, anche di discrete caratteristiche, si è fatta l'ala in un sol pezzo legata, con elasticini, a una capra di di filo di acciaio, sopraelevata sulla fusoliera. In tal modo si evitano molte scassature, ma aerodinamicamente la soluzione è una vera bruttura ed inoltre l'ala in un sol pezzo è ingombrante e scomoda.

L'unico tipo di attacco che consente finora di fare un corretto raccordo tra ala e fusoliera è quello a baionetta sia questa unita rigidamente all'ala e si incastri in un apposito alloggiamento della fusoliera o viceversa. La baionetta orizzontale ha avuto molta fortuna alcuni anni addietro, perchè consente di risolvere perfettamente il problema del disinnesto automatico in caso di urto. Essa può disegnarsi in tante forme diverse, tutte però rastremate dalla radice all'estremità, e la più logica di queste forme è quella mostrata in

fig. 47 delimitata da due archi di cerchio aventi per centro il bordo d'attacco e quello d'uscita della centina d'incastro. In tal modo l'ala può sicuramente sfilarsi ruotando verso l'avanti o verso l'indietro facendo perno rispettivamente sul bordo d'attacco o su quello d'uscita. Gl'inconvenienti di questa disposizione sono i seguenti: sia il longherone che le ordinate di forza della fusoliera vengono tagliati per il passaggio della baionetta, e quindi indeboliti proprio nella zona dove più gravi sono le sollecitazioni. In conseguenza bisogna aumentare gli spessori e quindi il peso delle strutture stesse. Proprio alla radice del longherone (almeno allorchè la baionetta è fissa all'ala come è consigliabile, stante in genere la maggior robustezza delle strutture di fusoliera) è bene fare una robusta legatura intorno al longherone stesso, la quale contribuisce anche a fissare la baionetta all'ala. La baionetta può essere sia di legno che di metallo, ma nel primo caso, poichè va fatta molto spessa, l'indebolimento che porta nelle strutture adiacenti è enorme, e nel secondo caso invece è il peso stesso della baionetta di durall (da 2 ÷ 4 mm secondo i modelli) che diviene ragguardevolissimo nonostante gli alleggerimenti. Inoltre la baionetta, specie quella metallica che io ritengo nettamente preferibile, è estremamente cedevole e quindi il diedro alare in volo è soggetto a variare secondo le raffiche. Questo finora è stato riguardato come un inconveniente però, come già accennato nel 1° Capitolo a proposito della capacità di sfruttare le ascendenze, potrebbe non esserlo e se l'ipotesi fosse giusta le baionette orizzontali avrebbero modo di tornare in onore.

La baionetta verticale assolve ottimamente i compiti richiestile con più semplicità, più leggerezza, più rigidezza a flessione dell'ala, purchè sia costruita di metallo, durall o acciaio, che sono flessibili (nel senso del moto) quanto basta per permettere all'ala di sfilarsi agevolmente in caso di urti. La baionetta in acciaio da molle è un poco più pesante ma non si rovina per quante piegature subisca (entro certi limiti naturalmente) mentre la baionetta di durall facilmente si incrudisce, dopo un certo tempo, alla radice ed occorre sostituirla, il che non è sempre molto facile.

La baionetta può essere fissata con alcuni ribattini o bulloncini, sia all'ala che alla fusoliera, ma può anche essere infilata da entrambe le parti, rendendosi così più facile l'eventuale sostituzione nonchè il trasporto del modello smontato. È necessario che le superfici su cui appoggia, di taglio, la baionetta stessa, siano guarnite di legno duro (ad es. una striscietta scanalata di noce o un lamierino o una striscietta di altro legno duro) poichè elevata è la

pressione su questo appoggio, con il pericolo che la baionetta tagli letteralmente il suo fodero o quanto meno si crei del gioco che rende variabile il diedro alare. La baionetta può anche essere fatta a lati non perfettamente paralleli, ma a cuneo in modo che, appena iniziatosi lo sfilamento, questo divenga estremamente agevole: però costruttivamente questo accorgimento richiede molta cura per evitare il nascere di giochi sgraditi. È consigliabile non fissare la baionetta fintantochè non è completamente finito il fodero e non si è constatato praticamente di quanto deve sporgere la baionetta

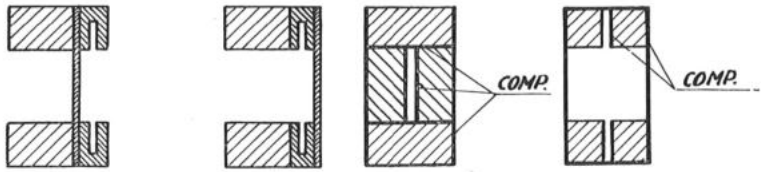


fig. 48

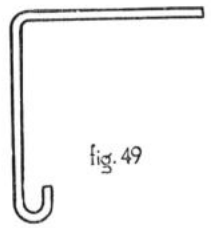


fig. 49

stessa per aversi il completo bloccaggio. La lunghezza della baionetta sarà di circa una decina di cm per un modello di 3 m ed in proporzione per aperture diverse.

Infine un ultimo avvertimento: la baionetta, che è di esiguo spessore, deve essere guidata perfettamente in tutta la sua lunghezza. Particolarmente dannose sono le inesattezze di costruzione che lasciano vedere un trattino di baionetta tra l'ala e la fusoliera, in quanto si tratta del punto più sollecitato, e grave è il pericolo che durante il traino (ove più gravose sono le condizioni di carico sull'ala) il lembo superiore della baionetta stessa, che è compresso si ingobbi e ceda con conseguenze catastrofiche.

Qualunque si sia il sistema adottato, è necessario provvedere a tenere a posto l'ala durante il volo.

Questi fermi di sicurezza sarebbe desiderabile che tenessero ferma l'ala molto rigidamente in condizioni normali, cioè durante il volo, ma che in caso di urto, la lasciassero completamente libera

non appena essa ha cominciato a sfilarsi. È possibile in effetti fare delle mollettine a scatto che funzionino in questo modo, ma non è facile farle che funzionino bene, e perciò ritengo che il modo migliore di risolvere il problema sia tuttora quello di ricorrere ad elastici che colleghino alcuni ganci posti sull'ala con altri corrispondenti all'interno della fusoliera, in modo che nulla sporga a deturpare le linee del raccordo. Occorrono due di questi collegamenti, uno anteriore e uno parecchio posteriore al longherone. Se gli elastici sono di dimensioni opportune si spaccano facilmente quando l'ala urta contro il terreno. Per metterli occorre un poco di abilità e l'aiuto di un gancio di acciaio (fig. 49).

Nel caso di baionette verticali, alla radice dell'ala occorre, oltre la baionetta, un altro piccolo collegamento a maschio e femmina per assicurare all'ala la voluta incidenza, collegamento che può essere fatto con un tondino da 5 mm che esce di 5÷6 mm dalla fusoliera e va ad alloggiare in un foro corrispondente nell'ultima centina dell'ala.

La struttura della fusoliera è essa pure abbastanza complessa e si presta a svariate soluzioni, ma è però generalmente così esuberante rispetto agli sforzi che sopporta da non destare quasi alcuna preoccupazione dal punto di vista della robustezza. Gli unici suggerimenti da tenere presenti sono i seguenti:

Non fare la coda troppo esile perchè altrimenti viene a mancare principalmente la rigidezza a torsione la quale è necessaria per assicurare l'esatta posizione dei piani di coda rispetto all'ala.

Fare le strutture progressivamente più robuste verso prua in quanto è sulla prua che si riversano i maggiori carichi di inerzia nel caso di urti. Questa maggiore robustezza si può ottenere aumentando il numero o la sezione dei listelli od anche infittendo le ordinate in quanto la diminuita lunghezza di listello libero fa sì che questo possa sopportare un maggior carico di punta.

Le fusoliere si possono costruttivamente suddividere in due categorie:

fusoliere a guscio (generalmente guscio di balsa);
fusoliere poligonali a listelli.

Le prime sono più eleganti, più robuste, più facili da riparare, ma più pesanti e più lunghe da costruire: aerodinamicamente, ritengo che a pari area di sezione maestra non vi sia sensibile miglioramento rispetto alle fusoliere poligonali. Le fusoliere a guscio hanno ordinate a contorno curvilineo che assolvono il compito di definire la forma della fusoliera durante la costruzione e di ir-

rigidire il guscio, epperò debbono essere più leggere possibili. Possono essere tagliate in compensato (ciò è necessario per le ordinate di forza) o fatte in listelli di balsa opportunamente giuntati o anche con l'economica impiallacciatura di pioppo appena irrigidita da una poligonale di leggeri listelli di balsa (fig. 50).

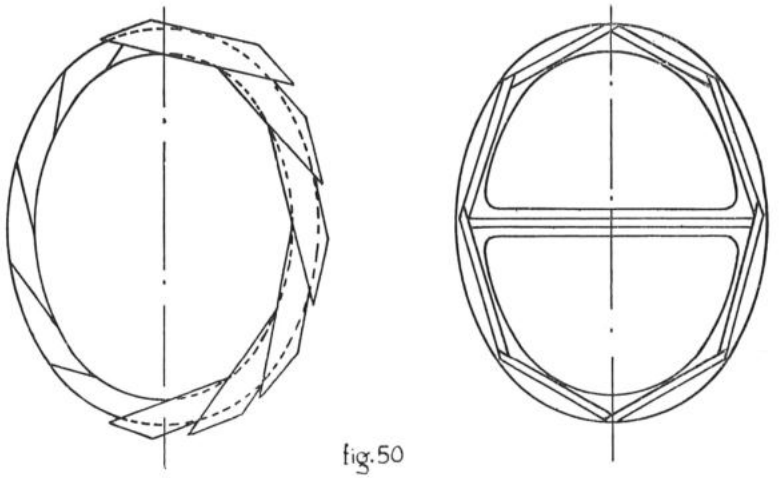


fig.50

L'impiallacciatura una volta bene incollata al guscio, è rigidissima e robustissima nonostante la sua sottigliezza. L'avviamento della fusoliera a guscio deve essere disegnato con estrema cura altrimenti risulterà piena di gobbe che svalutano il cospicuo lavoro compiuto.

Occorrerà inoltre usare per la ricopertura listelli di almeno 2 mm di spessore e più o meno larghi (5÷15 mm) a seconda della curvatura della superfice da rivestire. Durante la rifinitura, con la carta-vetro, lo spessore del guscio verrà abbassato al limite voluto.

Qualche aeromodellista ha fatto anche gusci con legni nostrani sottilissimi, ma è questo un lavoro estremamente difficile. Una delle operazioni più difficili nella costruzione a guscio è la rifinitura, in quanto la verniciatura di collante, che si usa dare in più mani abbondanti per impermeabilizzare lo strato superficiale del rivestimento provoca anche, asciugando, un ritiro del legno, con conseguente avvallamento tra ordinata e ordinata. Conviene naturalmente usare, per questo scopo, collante molto denso che non penetri, ma certo la soluzione migliore è quella di ricoprire ancora il guscio con seta (incollata con un leggero strato di emaillite) la quale viene poi perfettamente lisciata con una passata di stucco alla nitro, dato con parsimonia perchè molto pesante.

Le ordinate poligonali possono essere fatte con una certa maggiore libertà, di compensato, di impiallacciatura irrigidita, di listelli di balsa incollati non per accostamento ma sovrapposizione

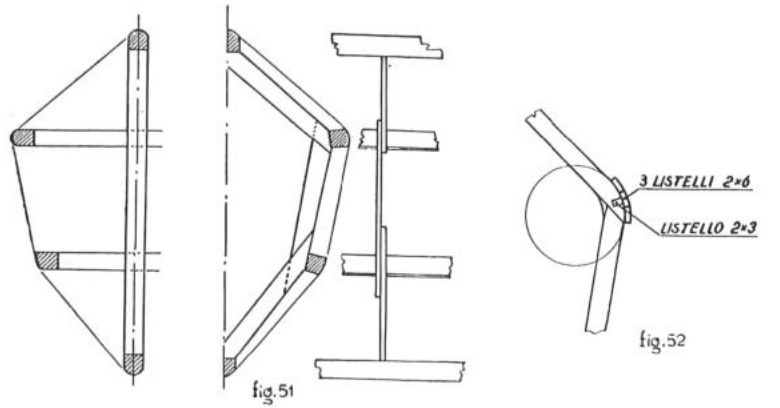


fig.51 fig.52

(fig. 51) come pure a croce (stessa fig.) il che è molto semplice e più leggero quando si hanno pochi spigoli.

I listelli, è noto, devono sporgere notevolmente dal contorno dell'ordinata (e di ciò si terrà conto nel disegno di questa) affinchè essa non affiori segnando degli spigoli sul rivestimento.

Una costruzione a ordinate poligonali, ma affine a quella a guscio e che consente un certo risparmio di peso rispetto ad entrambe è quella illustrata in fig. 52 e richiede l'uso di listelli di balsa; dà delle belle fusoliere senza spigoli vivi e inoltre verso il muso è possibile aumentare gradatamente il numero dei listelli posti di piatto col doppio risultato di un progressivo irrobustimento e di un ottimo avviamento.

Nella costruzione a guscio è necessario, e nelle altre è molto utile l'ausilio di uno scalo che può essere di due sorta.

Uno scalo si può ricavare da un'assicella di pioppo da 6 ÷ 7 mm (coperchio di cassetta) munita di due piedi che la tengano verticale, in cui si ritaglia, con una grossa lama da traforo, il profilo della fusoliera. In essa si montano il listello superiore ed inferiore e poi successivamente le ordinate e gli altri listelli. Questo scalo è un poco costoso in quanto serve per un solo modello ma è molto comodo perchè consente di montare in esso la fusoliera già rico-

perta, come pure può essere utile per eseguire delle riparazioni le quali riescono più rapide e precise.

Altro tipo di scalo, che, viceversa, è universale, è costituito da robusti listelli (per es. 15 × 15 mm) in numero pari alle ordinate, i quali vengono fissati su un'assicella o sul tavolo (purchè ben piano) mediante due chiodi o un morsetto, in modo da sporgere alquanto. La loro posizione corrisponde alla faccia anteriore o posteriore di ciascuna ordinata che può essere fissata agevolmente nella esatta posizione richiesta mediante spilli o un'incollatura provvisoria. Naturalmente occorre che le facce superiori dei listelli costituenti lo scalo, si trovino perfettamente allineate e su di esse si segnerà la mezzaria della vista in pianta della fusoliera stessa. Con questo scalo sarà in genere difficile poter eseguire il completo montaggio della fusoliera sullo scalo stesso e del tutto impossibile allorchè la fusoliera è a guscio; gli ultimi listelli andranno messi in opera dopo avere tolto la fusoliera dallo scalo ma non sono da temersi perciò deformazioni.

La struttura dei piani di coda, infine, non offre particolari possibilità di sbizzarrirsi e per contro non offre particolari difficoltà.

Uniche necessità da tenere presenti sono: la massima leggerezza e degli attacchi che, pur comodi riguardo al montaggio, assicurino una perfetta rigidità e invariabilità di posizione dei piani di coda.

Per raggiungere il primo requisito è qui particolarmente raccomandabile l'uso del balsa (oltre che di particolare accortezza costruttiva) in quanto vi è non solo il risparmio di peso direttamente conseguibile ma anche quello indiretto che proviene dal minor peso di centramento necessario. Siccome la struttura leggerissima è necessariamente molto esile e deformabile è utile, o almeno comodo, usare nel piano orizzontale un profilo sottile ma piano-convesso, perchè ciò facilita la costruzione e soprattutto la buona riuscita del rivestimento (che è quello che tiene veramente il sesto in piano) senza pregiudicare le caratteristiche di stabilità, anzi consentendo un centraggio più arretrato. Per soddisfare la seconda esigenza io consiglio caldamente di fissare il piano orizzontale a mezzo di un bulloncino, passante (che può ricavarsi economicamente da un raggio di bicicletta) che lo stringa saldamente su un appoggio sagomato ove — non dovrebbe occorrere dirlo — gli eventuali spessori di aggiustaggio saranno stati accuratamente incollati (fig. 53).

Un attacco con baionette separate per le due metà del piano

ha l'inconveniente di non permettere di variarne agevolmente l'incidenza ed inoltre è più complicato e più pesante. È invece bene utilizzabile per montare il piano verticale su quello orizzontale dal momento che per esso non sussiste la necessità di variare la posizione.

Questa soluzione è abbastanza semplice e comoda così che non

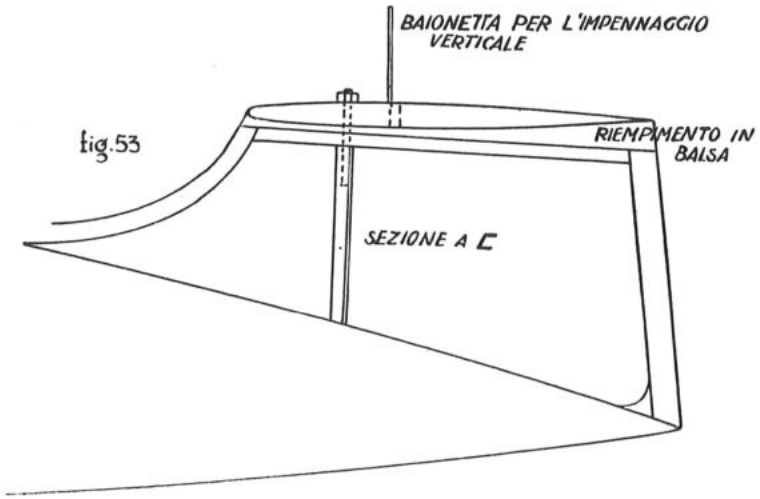


fig.53

ritengo valga la pena porre l'impennaggio orizzontale davanti o dietro a quello verticale come si fa in alcuni aeroplani per sicurezza contro l'avvitamento. Il sopraelevare il piano orizzontale rispetto all'asse della fusoliera può invece essere utile sia per allontanarlo dalla scia dell'ala, sia per evitare che tocchi terra con l'estremità, quando il modello è al suolo col rischio di spostarsi dall'assetto prestabilito.

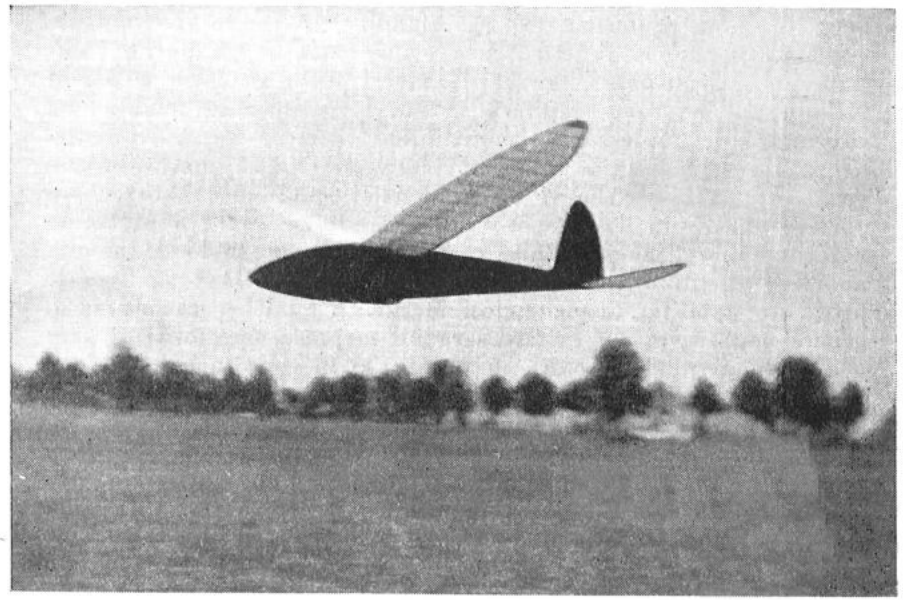
Capitolo IV.

LA MESSA A PUNTO ED IL LANCIO

Dal momento che questo volumetto non è diretto ai principianti, suppongo che il centrare un veleggiatore sia operazione a tutti più che familiare e quindi mi guardo bene dal ripetere le solite norme ed i soliti consigli per non riuscire stucchevole.

Mi preme invece mettere in rilievo come il centraggio non sia la stessa cosa della messa a punto, che ha lo scopo di mettere in luce tutte le possibili doti del modello stesso. Si tratta quindi non solo di centrare il modello con un certo calettamento dei piani di coda rispetto all'ala, bensì di cercare tra tutti i possibili centraggi con diversi calettamenti degli impennaggi quello che rivela le migliori caratteristiche. In conseguenza, se il centraggio di un veleggiatore, che non abbia troppo grossi difetti costruttivi (svergolamenti ecc.) o aerodinamici (impennaggi troppo portanti ecc.), è facile e rapido, ci vuole molta pazienza e parecchio tempo per poter ricavare dal modello il meglio che può dare, ed è quindi ingenua, per non dire altro, la speranza di coloro che si preparano alle gare con nuovi modelli terminati solo pochi giorni prima della competizione, non soltanto se si tratta di modelli ad elastico od a motore meccanico, ma anche se si tratta del ben più semplice e docile veleggiatore. Da un certo punto di vista sono molto utili le scassature in quanto, obbligando a rifare da capo il centraggio ci offrono la probabilità di migliorarlo.

Chi ha la buona volontà di eseguire una coscienziosa messa a punto, e tutti dovrebbero averla in quanto è sciocco lavorare qualche mese per costruire una magnifica fusoliera a guscio perfettamente raccordata, per poi sciupare il modello costringendolo a volare in assetti di poco rendimento, dovrà dunque con pazienza variare di volta in volta l'incidenza del piano orizzontale, adattando in conseguenza la quantità di zavorra nel muso, fino a raggiungere la più lunga planata possibile nel lancio a mano. Una



Questo è il giusto assetto per una corretta e lenta planata

volta fatto questo converrà togliere un poco di zavorra in modo da arretrare di un mezzo centimetro il baricentro in quanto le condizioni di minima velocità di discesa corrispondono ad un assetto un poco più cabrato di quello che dà la massima efficienza, cioè a parità di calettamenti delle superfici portanti corrispondono ad una posizione più arretrata del baricentro.

In generale si otterrà un miglioramento della planata aumentando l'incidenza del piano orizzontale ma in ciò non bisogna esagerare; per assicurare la stabilità occorre che il piano di coda abbia almeno un paio di gradi di calettamento negativo rispetto all'ala e anche di più se la fusoliera è corta, ed è quindi inutile arrabattarsi a centrare il modello in condizioni che non possono, già *a priori*, assicurare un volo stabile. Non solo ma una volta individuato questo famoso centraggio di massima efficienza bisogna sincerarsi che siano rispettate le esigenze di stabilità, ricorrendo a questo scopo a delle prove un pochetto temerarie. Non vi è infatti miglior collaudo delle caratteristiche di stabilità — anzi non mi pare che ve ne sia altro facilmente attuabile — che effettuare qualche lancio con una ventina di metri di cavo (basta spesso

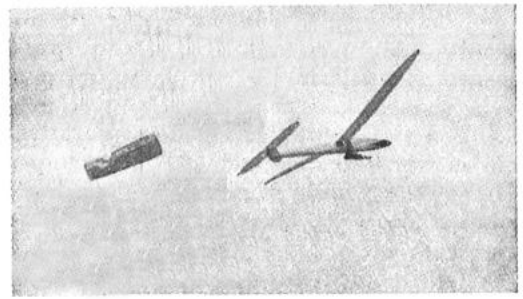
anche un solo esperimento) sganciando il modello decisamente cabrato. Se esso si rimette senza scampanare o con poche oscillazioni energicamente smorzate, evviva!, tutto va bene e per il meglio, ma se, come capiterà spesso, le oscillazioni tendono ad aumentare di ampiezza bisognerà intanto correre e cercare di acchiappare il modello al volo per evitare guai (e ciò non è difficile data la poca quota che vi ho prudenzialmente consigliato) e poi portare più avanti il baricentro aggiungendo zavorra e diminuendo nel contempo l'incidenza del piano di coda in modo da mantenersi all'assetto di minima velocità di discesa. Indi ripetere le prove di stabilità, rassegnandosi magari a qualche scassatura, in genere non grave, per evitare sgradite sorprese nei giorni di gara o allorchè il modello entra in termica o in zona turbolenta, con risultati quasi sempre catastrofici data la quota piuttosto elevata a cui si inizia allora la scampanata.

Talvolta il modello ha tendenza a virare e quindi esce dalle piccole scampanate compiendo una scivolata d'ala con virata. Anche in questo caso occorrerà modificare il centraggio. Una volta stabilito definitivamente il centraggio si passerà ad osservare come vanno le cose riguardo alla stabilità direzionale. Un tempo non ci si preoccupava di questa questione, ma in seguito si è cominciato a osservare che molti modelli, una volta regolati in modo da andare diritti, usando se necessario, un piccolo alettone sull'ala esterna alla virata, si mettono poi ugualmente a virare, a destra o a sinistra indifferentemente, senza più uscire dalla virata stessa. Questo difetto dipende dalle dimensioni dell'impennaggio verticale troppo grandi rispetto al resto del modello e soprattutto rispetto all'entità del diedro come ho già minutamente spiegato a suo tempo; in conseguenza occorrerà provvedere a diminuire la superficie del piano verticale o ad aumentare il diedro alare scegliendo dei due rimedi quello più facile ad applicare (generalmente il primo). Questa fase della messa a punto diventa estremamente importante per i modelli destinati al volo di pendio, i quali debbono essere in condizione di allontanarsi notevolmente dal punto di lancio per andare ad agganciarsi alle ascendenze di origine termica, dopo avere sfruttato l'ascendenza dinamica del pendio stesso che in Italia non è generalmente di entità ed estensione tale da consentire un lungo volo che sfrutti esclusivamente ascendenze dinamiche senza l'ausilio di un radiocomando o qualcosa di analogo che è ancora di là da venire. Una volta compiuta così con pazienza e con cura la messa a punto e assicuratici che ogni parte (ali, piani di coda, zavorra) sia perfettamente impossibilitata a muoversi e

a variare il centraggio, il modello è pronto per partecipare alla gara.

Una discreta parte dei fattori che influiscono sull'esito della gara è rappresentato dall'esecuzione del lancio. Lascia perplessi l'osservare quanti siano i lanci malfatti in una gara, anche se non vi sia vento a complicare le cose. Quando poi c'è vento forte, soltanto gli assi riescono a lanciare in modo decente, e non tanto per la difficoltà dell'operazione in sè, quanto per avere completamente perso la calma, anche quella poca necessaria a rendersi conto che quando il vento è forte è necessario correre lentamente o non correre affatto.

Quindi nelle gare occorre conservare i nervi a posto e ciò potrete fare molto più facilmente se avrete già eseguito prima molti lanci del vostro modello, in modo da essere sicuri del suo comportamento ed esperti del come il lancio vada eseguito. Il non dovere dare gli ultimi tocchi al modello consente inoltre di osservare l'andamento della gara, il che non è soltanto istruttivo in via generale, ma consente spesso di individuare le zone ove vi sono le ascendenze più basse e in conseguenza di sganciare a suo tempo il modello nel punto più conveniente; perchè davvero nelle gare, anche di veleggiatori, non è solo questione di fortuna! Ma qui ho un poco divagato dalla linea prefissa che è quella di trattare dei sistemi di lancio. In Italia sono praticati esclusivamente il lancio a mano in collina e quello con cavo, di corsa, in pianura, ma all'estero è molto usato il traino con il verricello e il lancio con il filo elastico.



Traino con manica a vento

Il primo sistema è il più semplice di tutti in quanto non esige alcuna attrezzatura ausiliaria. Bisogna però conoscere un poco la località per evitare di andare ad eseguire il lancio in un punto ove, invece di ascendenza, si trovi solo della turbolenza che impedirebbe al modello, nella migliore ipotesi, di allontanarsi dal pendio, facendolo ballare disordinatamente e schiacciandolo infine,

spesso con poca buona grazia, contro il declivio stesso. Se il vento viene in direzione abbastanza perpendicolare al fianco della collina le condizioni sono in generale buone purchè non ci poniamo proprio sul crinale ma almeno qualche decina di metri più in basso, in quanto il pendio stesso si comporta come un profilo di cattiva qualità e ad un certo punto, poco prima del culmine, la vena del vento si stacca dal declivio assumendo un andamento vorticoso che conserva in tutto il versante sottovento. Perciò altra origine di vortici che limitano l'utilizzabilità di un pendio sono gli ostacoli più o meno grandi (specialmente altre colline o speroni) rispetto ai quali noi ci troviamo sottovento a distanza non sufficentemente grande per permettere che le perturbazioni stesse si smorzino quasi completamente. Comunque solo l'esperienza potrà indicare i difetti e le doti di un pendio e, cosa molto importante, la costanza di queste doti cioè la frequenza con cui si presentano le condizioni di vento favorevoli. Anni fa si era ventilato il progetto di piccoli modelli in carta o lamierino sottile da usarsi per l'esplorazione di zone di veleggiamento, senza preoccupazioni per la perdita dei modelli stessi. Una simile organizzazione esplorativa non è concepibile in campo aeromodellistico, ma che un gruppo il quale conta di fare dell'attività in pendio si munisca di qualche modello semplicissimo e robusto allo scopo di effettuare con questi i voli di assaggio, ritengo cosa utilissima.

Il miglior modo di eseguire il lancio è quello di afferrare il modello pel pattino molto avanti e di tirarlo energicamente verso il basso mentre lo si lancia, in modo da farlo partire con buona esuberanza di velocità ma decisamente picchiato rispetto alla sua traiettoria. In tal modo il modello acquista quota in virtù dell'esuberanza di velocità iniziale trovandosi però alla fine non cabrato ma giusto in linea di volo.

Il sistema di lancio in pianura con cavo e di corsa è un sistema che si può dire tipicamente italiano, e che io ritengo il migliore sotto tutti gli aspetti compreso quello sportivo.

Per essere in grado di sfruttare nel miglior modo le caratteristiche del modello durante il traino è opportuno fare qualche considerazione sull'equilibrio delle forze in questa fase del volo. L'inizio della salita è sempre molto ripido come tutti sanno (a meno che non si effettui il traino a velocità ridottissima) in quanto, per l'equilibrio dei momenti agenti sul modello rispetto al baricentro, la trazione del cavo deve passare pel baricentro stesso o molto vicino ad esso. Man mano che aumenta la quota il modello sale meno rapidamente mettendosi in fine in linea di volo.

La salita è tanto maggiore quanto più arretrata è la posizione del gancio ed il perchè non ha bisogno di spiegazioni tanto è evidente.

La posizione limite del gancio è quella sotto la verticale baricentrica con il modello in linea di volo: in pratica un poco più avanti in quanto in tal caso mancherebbe la componente orizzontale della trazione del cavo che assicura la traslazione del modello (fig. 54).

Ciò che mi importa di mettere in rilievo è che la forza che si esercita sul modello non ha la direzione della congiungente il

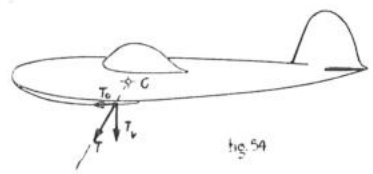


fig 54

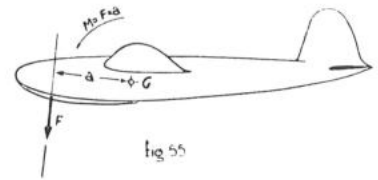


fig 55

gancio col trainatore, bensì ha la direzione del cavo stesso nella sua parte terminale ed è noto, anche per esperienza, che il cavo non è affatto rettilineo, ma forma una « pancia » più o meno pronunciata. Questa pancia è tanto più forte quanto maggiore è il peso e la sezione del cavo usato (questo per la maggior resistenza offerta al vento) e quindi bisognerà procurarsi cavetti il più possibile sottili, compatibilmente con le esigenze di robustezza in rapporto alle dimensioni del modello. È ora molto di moda l'uso della bava di Nailon che è effettivamente ottima per questo scopo.

Oltre a questi accorgimenti di attrezzatura occorre anche avere quello di conservare il più possibile in tensione il cavo durante la corsa. Perciò il traino in gara si farà a velocità lievemente più elevata che non durante le prove. Talvolta infatti avrete notato che il cavo si affloscia per l'insufficiente velocità di traino e non si riesce a rimetterlo in tensione e a fare salire il modello per quanto si cerchi di correre veloci. Ciò è dovuto al verificarsi della condizione illustrata in fig. 55 dove per effetto della pancia formata dal cavo si genera una rilevante trazione verso il basso che dà origine ad un momento picchiante con diminuzione dell'incidenza del velivolo come se si fosse aumentato il peso di zavorra in prua. In tali condizioni il modello avrebbe bisogno, per riprendere la salita, di una velocità di traino che spesso non si riesce a raggiungere.

Una simile eventualità è molto incresciosa in gara in quanto

significa la perdita di qualche decina di metri di quota e lo sciupìo di un lancio e quindi è bene seguire il principio di compiere i traini a velocità lievemente esuberante.

Se il modello fosse troppo veloce rispetto ai nostri mezzi di locomozione si può ricorrere al sistema della carrucola mobile (fig. 56) che permette di aumentare la velocità del modello rispetto a quella del trainatore: questi tiene in mano, in luogo del capo del cavo che viene fissato a terra, una carrucola (ben costruita in modo da eliminare il pericolo di inceppamento) attorno alla quale è avvolto il cavo ed esegue il traino come al solito.

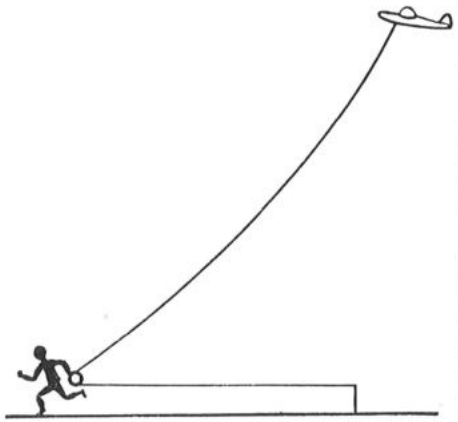


fig. 56

All'inizio, allorchè i due tratti di cavo sono pressochè paralleli la velocità del modello è circa doppia di quella del lanciatore, alla fine del traino, allorchè un tratto del cavo è quasi verticale, la velocità orizzontale del modello è uguale a quella del trainatore ed in più vi è una pari velocità verticale verso il basso. In conclusione il vantaggio complessivo raggiungibile è alquanto dubbio. I regolamenti non fanno cenno della lunghezza ammissibile per il cavo in questo tipo di lancio e quindi non è possibile affermare se esso, eseguito in modo da sganciare il modello al più presto, consenta o meno un guadagno di quota rispetto al sistema ortodosso. Comunque con i modelli poco caricati in uso oggi il sistema del traino diretto è di gran lunga il più soddisfacente.

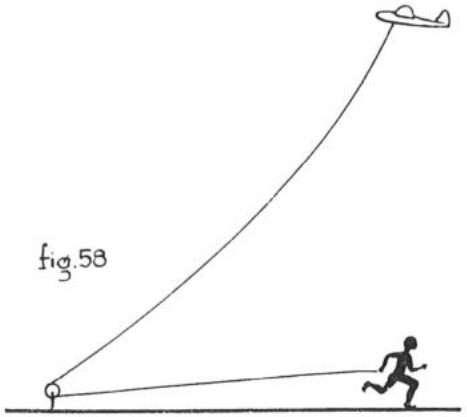


fig. 58

Alcuni aeromodellisti hanno ritenuto pericolosa la ripida salita iniziale e perciò hanno provveduto ad installare il gancio di

rimorchio su una specie di rotaietta, formata da un filo di acciaio, trattenendolo in posizione arretrata con un filo elastico, in modo che all'inizio della salita la trazione del cavo, che è quasi parallela all'asse della fusoliera, porti il gancio in posizione avanzata evitando una salita troppo ripida, mentre quando il modello è ormai in quota il gancio riprende la sua posizione adatta a far

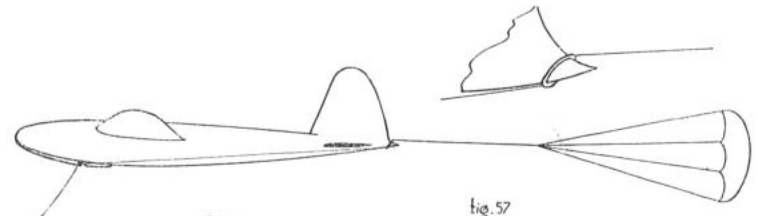


fig. 57

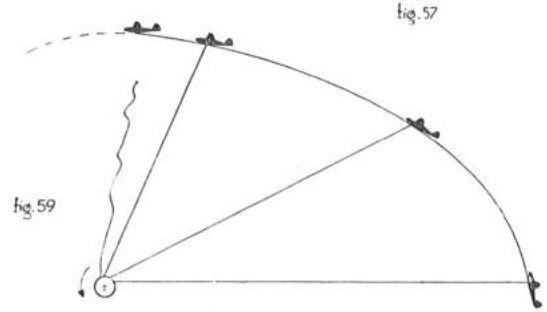


fig. 59

sfruttare al massimo la lunghezza del cavo disponibile. Io personalmente non vedo però l'utilità di un simile dispositivo: in quanto a stabilità, infatti, il modello è in genere stabilissimo nella ripida salita iniziale, e in quanto alle forti sollecitazioni indotte sulle ali è sufficente non correre troppo per poter lasciare ogni timore circa la loro conservazione. Una volta che il modello è a punto la riuscita del traino dipende esclusivamente dall'abilità di chi lo eseguisce e quindi mi pare fuori luogo anche l'uso (del resto raro) della manica a vento o del paracadutino stabilizzatore da alcuni usato per evitare le pericolose imbardate durante il traino. All'anello del cavo che si impegna nell'apposito gancio del pattino è fissato un tratto di filo che termina con un altro anellino infilato in un pezzo di filo di acciaio sporgente dall'estremità posteriore della fusoliera (fig. 57). La lunghezza del filo collegante i due anelli è tale che quello posteriore non si possa sfilare finchè l'anteriore non si sia a sua volta sfilato dal gancio di traino. All'anello posteriore è collegato un paracadutino di 20 30 cm di diametro

(col suo bravo foro nel mezzo) o una piccola manica a vento. A onor del vero l'unico traino che vidi fatto con questo sistema non fu punto brillante e se è innegabile che il paracadutino dà una maggiore stabilità statica direzionale fa sorgere il dubbio, che qui non è il caso di sviscerare, che per la stabilità dinamica l'effetto non sia altrettanto buono mancando lo smorzamento delle oscillazioni.

Si potrebbe anche pensare a fare un doppio attacco di traino sotto le ali, tipo aquilone e tante altre cose utili se non andasse ottimamente il semplice sistema attualmente in uso. All'estero è molto usato il sistema di lancio con il verricello (il regolamento FAI consente in tal caso l'uso di 200 m di cavo contro i 100 consentiti col traino di corsa) che però è più complicato per la necessità appunto di provvedere al verricello che dia la voluta velocità di traino e in secondo luogo perchè non è possibile guidare il modello durante la salita. In conseguenza di ciò il modello deve essere assolutamente stabile in salita (e perciò essere piuttosto lungo) e non avere il gancio troppo arretrato. Il mezzo più semplice per fare un verricello è quello illustrato in fig. 58 con una carrucola fissa al suolo, ma si può anche fare un ottimo verricello con un tamburo a frizione mosso dalla ruota di una bicicletta opportunamente capovolta.

Il lancio col verricello richiede inoltre la valutazione dell'istante giusto in cui si deve effettuare lo sgancio; quando infatti il modello è giunto in linea di volo se si continuasse il traino esso si porrebbe in picchiata e sarebbe costretto a perdere continuamente quota (fig. 59).

In Svizzera ed in Germania il lancio in pendio è talvolta fatto con l'ausilio del cavo elastico. Il sistema non offre difficoltà in sè, ma non tutti i modelli sono adatti ad esso. Il modello infatti deve partire con velocità notevolmente superiore alla sua normale ed usare questo eccesso di velocità trasformandolo in guadagno di quota senza peraltro compiere una dannosa cabrata. Mancando il pilota, occorre che il modello sia molto inerte a ruotare intorno all'asse orizzontale nel senso dell'apertura alare, e quindi occorre essenzialmente che esso sia molto lungo. È opportuno formare il cavo con una trentina di metri di spago e solo tre o quattro di elastico. Altri sistemi di lancio sono stati applicati sfruttando cervi volanti o palloncini, ma m'importa soffermarmi soltanto sulla possibilità timidamente tentata qualche volta, di fare dei traini di modelli con motore a scoppio, a somiglianza di quanto si fa con gli alianti « veri ». Il traino non dovrebbe offrire nessuna difficoltà particolare; naturalmente occorre che il rimorchiatore sia di caratteristiche di volo piuttosto simili a quelle del veleggiatore (particolarmente per ciò che riguarda il carico alare) quindi piuttosto grosso e tuttavia con notevole esuberanza di potenza. Sono queste contrastanti esigenze che non è facile conciliare. L'attacco del cavo al rimorchiatore andrebbe fatto possibilmente nel baricentro (meglio che in coda) e perciò si presterebbe un modello con travi di coda e impennaggio fortemente sopraelevato. Il gancio di rimorchio nel veleggiatore va invece posto sul muso all'altezza del baricentro in modo da non creare tendenze nè a cabrare nè a picchiare (in tal caso il veleggiatore si porterebbe sopra o sotto il rimorchiatore facendolo rispettivamente picchiare o cabrare). Se il rimorchiatore è più veloce del rimorchiato sarà anzi necessario che questo voli un po' picchiato e perciò che il suo gancio sia piazzato piuttosto alto. Lo sgancio, comandato con autoscatto, dovrà avvenire prima dalla parte del rimorchiatore e, solo dopo, il cavo abbandonato si staccherà automaticamente anche dal veleggiatore. Per il decollo sarà forse opportuno appoggiare l'aliante su un carrello ausiliario a tre o quattro ruote anzichè sostenerlo per l'estremità di un'ala. Io invito gli aeromodellisti a dedicarsi a questo sistema di lancio che è suscettibile di dare vita prossimamente a interessantissime gare.

Capitolo V.

I MODELLI DI TIPO NON CONSUETO

Per lo spirito di imitazione che è forte nell'uomo in genere e fortissimo in coloro che non si sanno spiegare certi perchè delle cose, di rado succede che un aeromodellista faccia un veleggiatore diverso dai soliti.

Qui intendo parlare non delle molte stranezze che talvolta si vedono (ali bistorte o falcate) e che non hanno valide giustificazioni mentre complicano sensibilmente le difficoltà costruttive, bensì dei veleggiatori tipo tutt'ala, Canard ed anche biplani.

Il tutt'ala è sotto molti aspetti la più razionale delle macchine volanti in quanto riunisce in un solo organo tutte le funzioni di sostentamento, stabilità, resistenza meccanica nonchè capacità di carico ove questa sia richiesta. Inoltre esso è particolarmente razionale dal punto di vista strutturale in quanto l'ala deve sostenere solo se stessa senza grandi pesi concentrati (esclusi i motori) e quindi può riuscire particolarmente favorevole il rapporto carico utile/peso a vuoto.

Tuttavia il numero di tipi di tutt'ala costruiti finora si può contare sulle dita delle mani, o press'a poco ragioni di tale scarsissimo successo vanno ricercate nella difficoltà di ottenere la necessaria stabilità senza gravemente infirmare tutte le altre doti della macchina.

La stabilità può ottenersi in due modi apparentemente distinti ma sostanzialmente coincidenti, cioè facendo uso di profili autostabili oppure di normali profili su ali molto a freccia e molto svergolate.

Tuttavia i due sistemi sono sostanzialmente identici in quanto la stabilità è fino ad oggi ottenuta esclusivamente ponendo l'una dietro l'altra due superfici portanti di cui l'anteriore ha maggiore incidenza assoluta (cioè riferita all'incidenza di portanza nulla). Nella disposizione normale la superficie più piccola, con funzioni

quasi esclusivamente di stabilità, è quella posteriore ed è unita all'ala mediante le fusoliera, nel Canard essa è invece quella anteriore, nel tutt'ala a freccia essa è costituita dalla porzione estrema dell'ala che come ho detto è molto svergolata ed infine nell'altra forma di tutt'ala è conglobata nel profilo stesso il quale, per essere autostabile deve essere del tipo a bordo d'uscita rialzato (come mostra la fig. 60) ed è quasi costituito dall'unione di un normale profilo con un'aletta stabilizzatrice posteriore.



fig. 60

Senonchè il tutt'ala quale che sia la soluzione adottata per ottenere la stabilità, ha un difetto d'origine inevitabile, quello di essere corto, di avere cioè un piccolissimo braccio di leva degli organi stabilizzanti rispetto al baricentro, mentre avevo speso non poche parole a suo tempo per illustrare l'opportunità ed il vantaggio di fare fusoliere lunghe. In conseguenza di ciò il tutt'ala ha poca inerzia longitudinale, e quindi ogni soffio di vento lo sposta dal suo assetto normale di volo (sebbene poi con altrettanta rapidità vi ritorni se è stabile) peggiorandone le caratteristiche medie; ma sopra tutto si deve supplire al poco braccio delle superfici stabilizzanti diminuendo in proporzione il braccio della superfice anteriore (l'ala portante vera e propria) cioè portando molto avanti il baricentro e facendo in conseguenza volare il modello ad un assetto mediamente molto picchiato. Ciò aggiunto eventualmente al forte svergolamento che introduce una deportanza su una porzione dell'ala, la quale distrugge l'effetto di parte della portanza senza diminuire, anzi aumentando, la resistenza complessiva, porta infine come conseguenza che l'efficienza del complesso è se non minore, al più pari a quella di un apparecchio normale di pari superficie, con in più il difetto congenito della mediocre stabilità. Tuttavia, tenendo conto che il tutt'ala, può farsi con un carico alare limitatissimo, la sua velocità di discesa può ottenersi paragonabile a quella di un buon veleggiatore con onesta coda.

Resta così determinato il campo in cui con le attuali conoscenze aerodinamiche, il tutt'ala aeromodello è applicabile: se non vi sono ragioni (regolamento ecc.) che ostino al raggiungimento di un particolarmente basso carico alare, il modello tutt'ala, che può su tale via battere evidentemente e di molto il modello di formula normale, è in grado di competere anche aerodinamicamente

con quest'ultimo con in più il vantaggio della costruzione semplice e della quasi invulnerabilità.

Questa eccezionale robustezza (dovuta appunto alla piccola massa totale) fa del tutt'ala, sotto un certo aspetto, un modello ideale per pendio anche perchè, con un'accurata messa a punto, si può ottenere un modello quasi perfettamente insensibile alle raffiche in grazia della sua minima superfice laterale. I tutt'ala in uso oggi sono quelli con profili normali (biconvessi asimmetrici od anche piano convessi al centro e biconvessi all'estremità) con uno svergolamento di 4 6° accompagnato spesso dall'uso di due alettoni i quali, lievemente alzati possono contribuire alla stabilità longitudinale, ma soprattutto servono proprio come alettoni cioè per correggere piccole dissimmetrie tra le ali, alle quali il tutt'ala è estremamente sensibile specialmente durante la fase di traino. Questo svergolamento accompagnato da una forte freccia (in modo che i bordi d'attacco delle due semiali formino tra loro un angolo anche più piccolo di 100°) è bastante ad assicurare una sufficiente stabilità longitudinale, per quanto alcuni facciano delle frecce molto minori (non ho potuto constatare di persona con quali risultati).

La stabilità laterale è ottenuta generalmente anche qui dando un lieve diedro alle due semiali: osservate però che il diedro è definito dalla posizione che assumono le estremità delle ali rispetto al centro, e precisamente affinchè si abbia la desiderata azione stabilizzatrice occorre che l'estremità delle ali sia più alta della radice. Orbene nell'ala molto a freccia questa posizione dipende dall'assetto del modello; se questo vola ad un assetto più cabrato di quanto non sia stato preventivato, le estremità alari possono venire a trovarsi più basse del centro, avendosi così in effetto un diedro negativo instabilizzante.

Siccome questo stato di cose (cioè di volare cabrato) si ha specialmente durante il traino, è qui che il tutt'ala rivela le maggiori difficoltà. L'esperienza ha però dimostrato che variando opportunamente il diedro fino a trovare quello giusto, anche la salita sotto traino diventa stabilissima e rapidissima.

Per la stabilità di rotta ho già detto come la conformazione a freccia le sia favorevole. Anche il diedro che ho descritto precedentemente con effetto instabilizzante, ha qui effetto opposto in quanto il profilo (o la distribuzione dei profili) autostabile ha uno spostamento dei centri di pressione opposta a quella dei profili instabili. L'ala volante in sè dunque è abbastanza soddisfacente sotto tutti gli aspetti ed è consigliabile non aggiungervi nè carlinghe nè

derive. Se però si mettono le prime, occorre quasi certamente metter anche le seconde che saranno del tipo schermo di estremità. A questo proposito si rileva che è più conveniente fare le derive stesse prevalentemente al disotto che non al disopra dell'ala e la ragione di ciò non mi è perfettamente chiara.

Per terminare l'argomento ancora un cenno sul diedro, il quale può essere del tipo multiplo a U od a M. Il primo esalta la stabilità direzionale in quanto aggiunge una superfice laterale dietro il baricentro, il secondo la deprime: non saprei dire *a priori* quale delle due soluzioni sia preferibile, almeno per aversi un modello insensibile alle raffiche come è particolarmente desiderabile in pendio. Per effettuare più facilmente il traino del tutt'ala si usò da alcuni una deriva ausiliaria che si stacca insieme al cavo di rimorchio analogamente al già descritto sistema della manica a vento: è in discussione se il sistema sia o no ammissibile alla luce del regolamento FAI che proibisce il distacco di parti del modello in volo.

Il Canard invece ha ispirato numerosissimi realizzatori, dai precursori fratelli Wright ai nostri giorni sebbene non trovi esempi nella natura a differenza degli stessi senza coda che sono realizzati non solo nei ben noti semi della zanonia, che planano lontano dalla pianta madre in grazia di due alette opportunamente foggiate a freccia e svergolate per assicurare il centraggio e la stabilità, ma anche negli uccelli che usano la coda quasi esclusivamente nelle evoluzioni. I vantaggi promessi dal Canard sono due, entrambi molto più sensibili nel campo degli aeroplani che non dei modelli. L'uno è dato dal contributo del pianetto stabilizzante alla portanza che conduce ad una maggior efficienza totale, ad una più facilmente realizzabile distribuzione delle masse (minor peso totale) alla facile adozione del carrello triciclo e dell'elica propulsiva (che dà un rendimento lievemente maggiore dell'elica trattiva); l'altro è che il primo ad andare in perdita di portanza è il pianetto anteriore che ha maggiore incidenza dell'ala ma superfice piccolissima ed in conseguenza è evitato il pericolo di precipitare in vite. Il vantaggio è molto limitato nei modelli dopo che si è introdotto l'uso dei piani portanti anche nei modelli normali: è soltanto più facile ottenere nel Canard il centraggio senza zavorra; il secondo vantaggio rimane invece in pieno. Però volando con un centraggio analogo a quello dei modelli normali (cioè con baricentro intermedio tra ala e piano stabilizzante) risulta piccolo il braccio dello stabilizzatore in confronto a quello dell'ala e quindi mediocre la stabilità specie dinamica. Il principale punto debole del Canard resta però la posizione del CSL molto avanzata a causa della lunga

fusoliera anteriore all'ala. A questo inconveniente si cerca di porre rimedio con schermi di estremità dell'ala (eventualmente foggiata a freccia) o con un abbondante impennaggio della fusoliera, ma affinchè queste superfici abbiano un certo braccio occorrerebbe prolungare notevolmente la fusoliera posteriormente all'ala per portare la deriva, soluzione evidentemente illogica poichè equivarrebbe a fare due fusoliere. Un grave inconveniente che ha il Canard come modello è la vulnerabilità del pianetto stabilizzante e dell'intera fusoliera che sopporta, per tutta la sua lunghezza l'inerzia dell'ala in caso di urti. Comunque, pur non dovendosi attendere nulla di ecceczionale in quanto a caratteristiche, il Canard come modello può agevolmente volare e volare bene senza provocar i guai ed i disastri che han provocato i suoi fratelli maggiori. Costruttivamente attenzione a tenervi sempre leggeri nelle strutture posteriori (in questo caso l'ala).

Il biplano invece è una « rara avis », tra i modelli; veleggiatori ne ho visti uno soltanto e di mediocri caratteristiche. Aerodinamicamente il biplano è poco meno di una eresia perchè la reciproca interferenza delle ali (doppie perdite marginali ecc.) fa scadere notevolmente le qualità di portanza e resistenza della cellula, nonostante si cerchi di tenere elevato l'interpiano (distanza tra le ali almeno pari alla corda) e lo scalamento (ala superiore generalmente più avanzata di quella inferiore e talvolta anche con maggior incidenza). Come modello veleggiatore il biplano può trovare giustificazione allorchè — ad esempio in conseguenza di una clausola del regolamento tecnico — si voglia fortissima superfice rispetto all'apertura alare senza tuttavia arrivare a degli allungamenti troppo esigui. Costruttivamente si tratterà sempre di un doppio monoplano essendo praticamente impossibile e non conveniente legare tra di loro le due semiali con tralicci allo scopo di farne un'unica struttura resistente.

Capitolo VI.

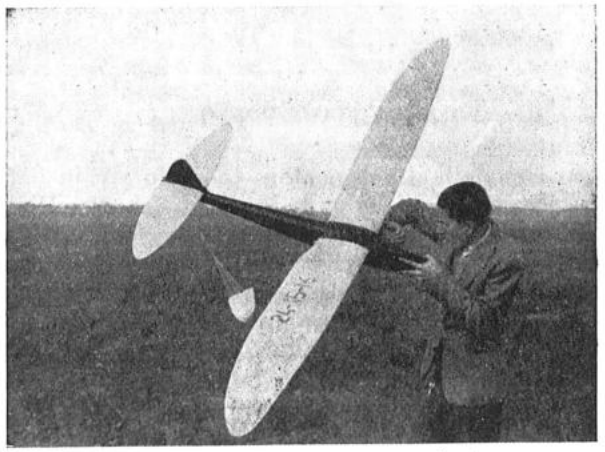
DISPOSITIVI SPECIALI

Tra tutti i modelli il veleggiatore è quello più in balìa dei capricci del vento, ciò che non è molto soddisfacente. D'altro canto quando il modello entra in forte termica — e ciò accade abbastanza di frequente con i veleggiatori odierni — spesso compie dei magnifici voli ma corre un gran rischio di venire perduto e se questo può essere tollerabile in gara dove, in certo senso, si rischia il tutto per tutto non è punto piacevole allorchè avviene nei voli di prova, in quanto la perdita del modello rappresenta la perdita di decine d'ore di lavoro, di oggetto di valore spesso non indifferente e che, soprattutto non può essere ricostruito in pochi giorni. In conseguenza tutti i migliori aeromodellisti si sono proposti più di una volta l'idea di dotare il veleggiatore di organi automatici — che il modello è in condizioni di poter portare anche se relativamente pesanti — i quali forniscano una specie di rudimentale pilotaggio allo scopo, per alcuni, di favorire la possibilità di entrare in ascendenza, per altri di evitare la fuga del modello stesso.

Questi dispositivi sono in genere di difficile esecuzione e ben pochi sono stati realizzati; meno ancora sono stati realizzati con successo, purtuttavia rimangono, almeno come indirizzo, estremamente interessanti.

Io qui non voglio dare i disegni costruttivi completi di alcuni di questi dispositivi — disegni che del resto è difficile ottenere dai gelosi inventori — bensì illustrare alcune idee e le principali difficoltà che si frappongono alla loro realizzazione affinchè chi è di mente fervida possa più agevolmente instradarsi sulla giusta via per risolvere soddisfacentemente (il che è sinonimo, in aeromodellismo in ispecie, di semplicemente) il problema. Non dimentichiamo infine che i modelli dotati di dispositivi di autopilotaggio costituivano una categoria a sè negli ultimi concorsi nazionali tedeschi e numerosi erano i partecipanti. Tra i dispositivi che hanno per iscopo di aumentare la capacità del modello di sfruttare le

ascendenze ne citerò innanzi tutto uno che non è del tipo autopilota ed è anche di dubbia efficacia. Intendo parlare dell'artificio di fare virare il modello leggermente con la manovra del timone di direzione il quale invece è tenuto al centro durante il traino.



Veleggiatore che usa un paracadutino, sganciabile a tempo, come dispositivo antitermica

Che il modello vada perfettamente diritto sotto il traino è indispensabile allorchè si effettua il rimorchio col verricello (da noi poco usato) mentre invece usando il traino di corsa (e naturalmente sapendolo fare a dovere) non vi è nessuna difficoltà ad alzare dei modelli anche parecchio virati. Comunque ove fosse ritenuto necessario ricorrere a questa disposizione il modo più semplice è quello di fare il timone mobile tenuto in volo spostato con un elastico non molto robusto (lo spostamento non deve essere superiore a circa 30° e sarà determinato mediante un opportuno arresto). Durante il traino invece il timone è tenuto al centro da una pinzetta di lamierino di alluminio ad U (fig. 61) la quale è collegata a un filo che si unisce all'anello di traino restando magari, per maggior sicurezza, teso quando l'anello è pienamente impegnato nel gancio di traino.

Se la bandierina accanto all'anello è di sufficiente ampiezza essa senz'altro trascinerà via la lastrina piegata all'atto dello sgancio, disimpegnando il timone che si porterà nella sua posizione deviata sotto la tensione dell'elastico.

Un vero e proprio autopilota è invece il termovirata della scuola parmense in cui si sfrutta il seguente apparato: un polmoncino elastico di quelli da variometro è installato sul modello. Si tratta di una capsula barometrica forata la quale si deforma (come una

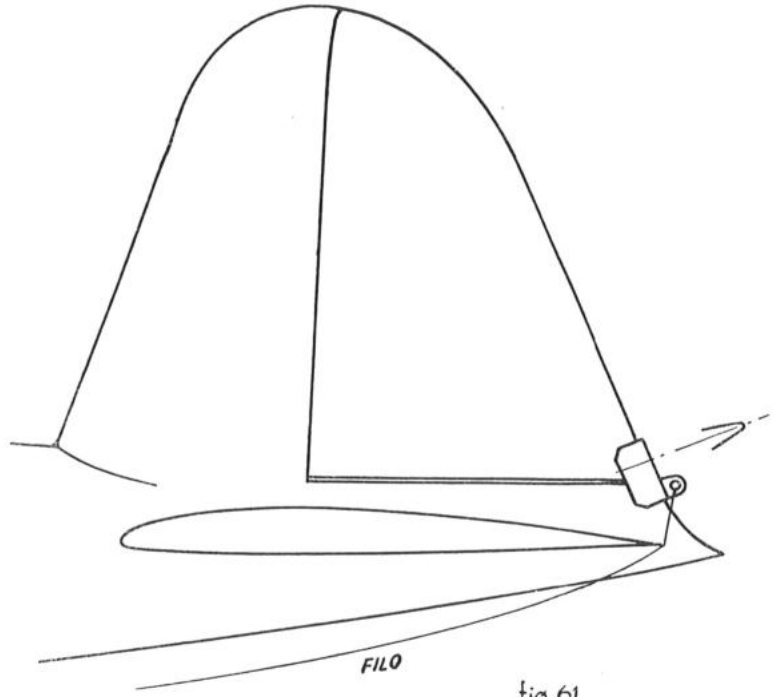


fig. 61

capsula barometrica normale) allorchè cambia quota, in conseguenza del variare della pressione atmosferica. Però a causa del forellino che mette in comunicazione l'interno con l'esterno l'uguaglianza delle pressioni tende lentamente a ristabilirsi ed in conseguenza ad annullarsi la deformazione della scatola elastica, che è tanto più elevata quanto più rapida è la variazione di pressione esterna e quindi tanto più rapida la variazione di quota. In conclusione il variometro indica quando il modello è entrato in termica o quando si trova in discendenza. Con uno dei meccanismi di trasmissione di cui parlerò più innanzi si può comandare il modello a virare quando si trova in zona di ascendenza ed invece ad an-

dare diritto quando incontra delle discendenze in modo da allontanarsene rapidamente.

Altro autopilota direzionale può essere costruito con lo scopo di mantenere la rotta del modello costante o quasi e riuscirebbe estremamente utile pei modelli da pendio che potrebbero così sicuramente allontanarsi dal pendio stesso: anzi, secondo le mie conoscenze, di questo tipo erano i modelli autopilotati nei concorsi nazionali tedeschi.

Per fare l'autopilota direzionale occorre un organo indicatore che mantenga un orientamento fisso rispetto al terreno, ed esso può essere soltanto un ago magnetico (bussola) oppure un giroscopio. L'ago magnetico conserva inalterato il suo orientamento verso il polo magnetico purchè il modello non sia soggetto a bruschi sbandamenti che farebbero oscillare disordinatamente l'ago stesso. È quindi necessario che il modello sia estremamente stabile anche perchè l'ago magnetico non si dispone orizzontale ma col polo Nord inclinato verso il basso (inclinazione magnetica) in conseguenza delle forze che il campo magnetico terrestre esercita su di esso. Ne deriva che se il sostegno dell'ago (solidale al modello) si sposta seguendo il beccheggio o il rullio del modello stesso, l'ago ruota anche se l'apparecchio ha conservato perfettamente la sua rotta. È quindi necessario che beccheggio e rullio siano ridotti a valori piccolissimi.

Un ago magnetico si può fare facilmente tagliando una losanga allungata da un lamierino sottile di acciaio (stecche da busto, ecc.).

Per magnetizzare l'ago stesso occorre immergerlo in un campo magnetico il più intenso possibile e perciò si prepara una bobina di filo conduttore isolato lunga poco più dell'ago stesso e composta del massimo possibile numero di spire in più strati sovrapposti (parecchie centinaia di spire). L'ago viene introdotto nella bobina (fig. 62) dei cui capi uno viene collegato a un polo di una presa di corrente. Occorrerebbe avere a disposizione della corrente continua, ma anche con la corrente alternata è possibile raggiungere efficacemente lo scopo. L'altro capo della bobina viene perciò infilato nell'altro polo della presa, ma *solo per un istante* per due ragioni: l'una che altrimenti si farebbe bruciare qualcosa (nella migliore delle ipotesi le valvole) l'altra che trattandosi di corrente alternata, che corre alternativamente in un senso e nell'opposto nel filo, anche gli effetti magnetizzanti si invertono periodicamente (cioè si invertono le polarità). Occorre perciò riuscire ad interrompere la corrente nel momento in cui questa è massima, e massima è quindi la magnetizzazione dell'ago. Ciò si potrà raggiungere

dopo parecchi tentativi provando ogni volta a mettere l'ago stesso su un pezzo di sughero galleggiante in un catino, fino a che esso non si orienterà con soddisfacente rapidità.

L'ago magnetico una volta spostato dalla sua direzione di equilibrio vi torna generalmente con una serie di oscillazioni che sono

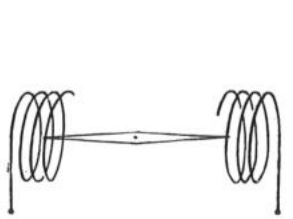


fig. 62

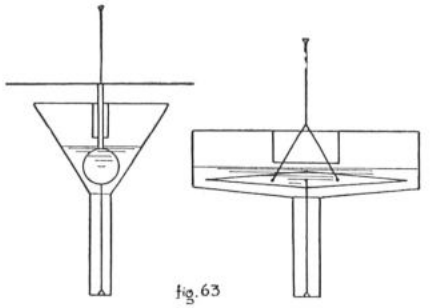


fig. 63

da evitarsi per non dare luogo a false manovre. A tale scopo il meglio è immergere l'ago stesso (sospeso a due fili sottili di seta) in olio o glicerina che sono molto viscosi (fig. 63). Foggiando la scatola contenente l'ago come in figura si evita il rovesciarsi del liquido smorzante.

Si può anche tenere l'ago fuori dell'olio e fare pescare in questo solo una paletta o una pallina di sughero che fa anche da galleggiante riducendo così le dimensioni della scatoletta.

L'uso dei giroscopi è meccanicamente molto più complesso. Si potrebbe innanzi tutto usare una delle giranti degli strumenti di bordo (come indicatori di virata e sbandamento) i quali però richiedono una corrente d'aria molto forte per essere tenuti in moto, in quanto sono foggiati a turbina. È vero però che si può pensare a mettere inizialmente in moto ad altissima velocità la girante in modo che la sua azione efficace duri il tempo necessario a lasciare allontanare il modello dal pendio. Il giroscopio va montato su un perfetto giunto cardanico, libero di muoversi intorno ad ogni asse in quanto, se impedito a ruotare intorno ad un asse, il giroscopio reagisce sfuggendo con una rotazione intorno ad un asse perpendicolare al precedente e variando così la sua posizione nello spazio. (Ad esempio quando un aeroplano monomotore cabra, l'effetto giroscopico dell'elica lo fa lievemente virare a destra o a sinistra a seconda del senso di rotazione dell'elica). Affinchè quindi il giroscopio conservi il suo orientamento primitivo, non è possibile fargli azionare direttamente i comandi e quindi

ritengo senz'altro più semplice il sistema dell'ago magnetico. Occorre poi trasmettere le indicazioni dell'ago ai comandi attraverso un opportuno servomotore che fornisca gli sforzi necessari in quanto il lavoro che può fornire l'ago magnetico od anche il giroscopio è irrisorio. Il mezzo forse più semplice è quello di ricorrere al ser-

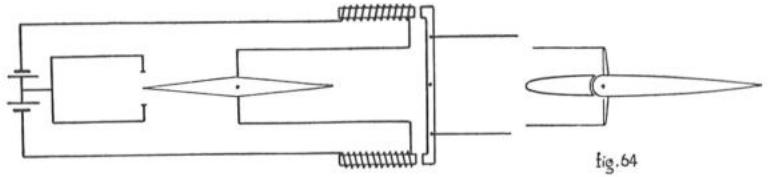


fig.64

vomotore elettrico secondo lo schema della fig. 64 che non abbisogna di soverchie spiegazioni.

È infatti evidente che quando l'ago si sposta relativamente al modello (realmente è il modello che ruota mentre l'ago magnetico sta immobile) ad un certo punto esso viene a toccare l'uno o l'altro dei due contatti chiudendo il circuito di uno dei relé (elettrocalamite) che attirano l'ancora mobile di ferro anzionante il timone di direzione.

Le difficoltà di questo sistema sono:

1) il peso. I relé e più le batterie rappresentano un peso notevolissimo che non è piacevole installare su un modello da gara;

2) la difficoltà di realizzare dei buoni contatti, poichè la pressione esercitata dall'ago (o meglio da un altro indice orientabile rispetto all'ago a seconda della direzione che vogliamo sia tenuta dal modello e munito di buoni contattori) è molto modesta;

3) la difficoltà di evitare che il campo magnetico creato dall'eccitazione dei relé influisca sull'ago indicatore.

Per ovviare all'inconveniente del 2° punto occorre fare contatti in rame perfettamente combacianti e ben rigidi con il contatto mobile avente un piccolo raggio di rotazione affinchè più alta risulti la pressione fra i contatti.

Il terzo inconveniente è abbastanza grave, ma può essere molto attenuato facendo gli elettromagneti a ferro di cavallo, con l'àncora mobile che chiuda il circuito del ferro, formando così un circuito magnetico molto permeabile che convoglia la massima parte del flusso magnetico generato dall'avvolgimento (fig. 65).

Naturalmente l'ago magnetico va posto il più possibile lontano dagli avvolgimenti e dai nuclei di ferro, per esempio anche su di un'ala, dove, oltre tutto, può essere fatto più grande senza dif-

ficoltà. Il dispositivo di comando può essere ancora semplificato regolando il modello che viri lievemente da un lato, e montando un solo contatto ed un solo relé che entra in azione allorchè la deviazione dalla rotta stabilita ha superato un certo angolo. In tal modo il volo si svolge a zig-zag ma in media nella direzione voluta. Ricordo ancora soltanto che la lunghezza degli avvolgimenti deve essere tale che la loro resistenza non permetta il passaggio di una corrente così elevata da esaurire rapidissimamente le batterie.

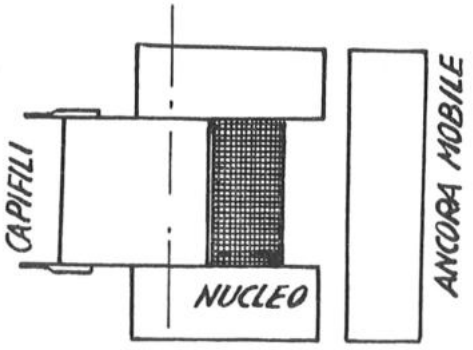


fig.65

Io sono del parere che sia più conveniente, per leggerezza e sicurezza di funzionamento un servomotore meccanico. Questo può essere schematicamente così costituito: una matassina elastica contenuta nella fusoliera si scarica lentamente grazie ad un regolatore tipo autoscatto, che si può fare utilizzando gli ingranaggi di qualche giocattolo a molla, in cui, regolando la massa dell'ancorella mobile, è facile variare la velocità di scarica della matassina. La matassina elastica a mezzo di una manovella o di un eccentrico muove alternativamente in su ed in giù la piastrina sagomata della fig. 66 alla quale però non è unita rigidamente, ma a mezzo di collegamenti elastici. L'ago indicatore (collegato all'ago magnetico ma regolabile rispetto a questo) *C*, scorre tra due archetti *B* distanti fra loro qualche millimetro. L'ago fa capolino fuori della sagomatura della piastrina *A* la quale, in conseguenza, non può muoversi che minimamente (grazie ai suoi collegamenti elastici) fino a che l'ago si trova in posizione centrata (tratteggiata in figura) mentre può muoversi più ampiamente (verso l'alto o verso il basso) allorchè l'ago è deviato.

Si guardi ora lo schema della fig. 67. *A* è ancora lo schermo mobile il quale trascina l'una e l'altra delle astine *B* nel suo moto di alzarsi o abbassarsi, e quindi attraverso il contatto del tamponcino di gomma *C*, ruota in un senso o nell'opposto il disco *D* il quale è collegato con fili alla superfice di comando del modello.

Le due astine *E* (nelle quali sono incernierate le *S*) sono riportate indietro da una leggerissima molletta contro i fermi *F*. In tal modo quando l'ago è spostato da un lato e lo schermo si alza più o meno fortemente nel suo moto alternativo, il disco *D* (e con esso la superfice di comando) ruota in un solo senso e tanto più quanto maggiore è lo spostamento dell'ago.

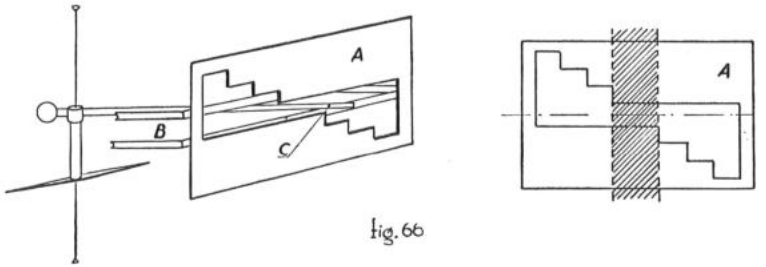


fig. 66

Allorchè il movimento della superfice mobile è giunto a fondo corsa, il collegamento elastico tra il motore e lo schermo oscillante evita qualsiasi inconveniente. Occorre però completare il dispositivo con un asservimento. Infatti la semplice disposizione fin qui descritta fa sì che l'organo mobile venga continuamente e crescentemente deviato per tutto il tempo che il modello è fuori della sua rotta: ma allorchè esso ha ripreso la esatta direzione si trova ancora con i comandi fuori centro e quindi è costretto ad una deviazione in senso opposto. Il volo sarà un continuo zig-zagare. Se si vuole evitare ciò occorre collegare opportunamente (con una coppia di astine cernierate o con dei fili) il disco *D* al filo di sospensione dell'ago magnetico (fig. 68) in modo che, allorquando il disco *D* è mosso il filo di sospensione dell'ago venga torto in modo da riportare l'ago stesso quasi nella posizione di centro.

Così allorchè il modello comincia a diminuire la sua deviazione dalla rotta stabilita, anche la rotazione delle superfici di manovra diminuisce, e all'atto del ristabilimento della rotta le superfici stesse si troveranno in posizione neutra. Le rotazioni del supporto superiore della sospensione dell'ago (da farsi con un filo sottile di seta) saranno commisurate, per tentativi, alla sezione e lunghezza del filo stesso in modo da aversi il volo senza oscillazioni sensibili di rotta.

Variando la posizione dell'ago indicatore rispetto all'ago magnetico si regola la direzione del volo. Ultima avvertenza: il minor numero possibile di parti deve essere di materiale ferroso, e queste

vanno poste il più possibile lontane dall'ago magnetico. Anche le parti elastiche saranno fatte con filo di duralluminio o ottone o rame crudo od altro materiale amagnetico. Le varie parti descritte schematicamente possono essere realizzate e disposte in vari modi (anche molto differenti da questi) che non sto qui a descrivere perchè mi porterebbero troppo lontano. Ciascuno si studi il problema

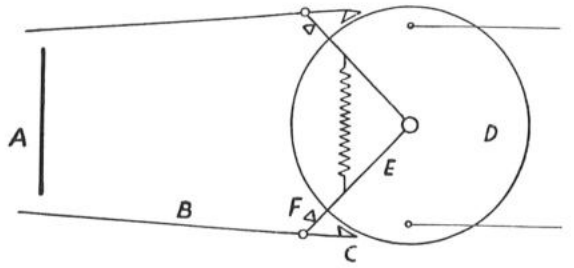


fig. 67

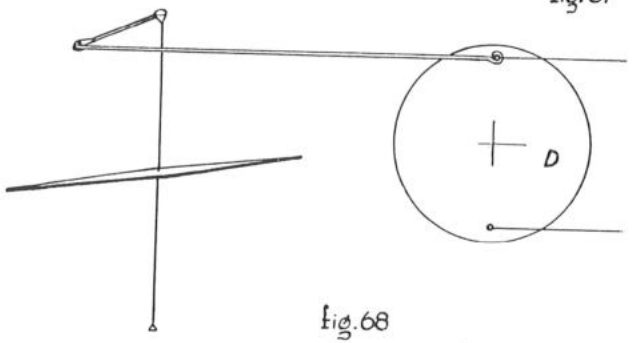


fig. 68

per conto suo, problema abbastanza complesso ma la cui realizzazione costruttiva è alla portata di ogni buon aeromodellista. Bisognerà infine prevedere che, alla fine della scarica della matassina (che farà un giro ogni paio di secondi), un dispositivo (del tipo autoscatto opportunamente demoltiplicato) riporti il timone al centro.

La matassina elastica che fornisce l'energia necessaria al pilotaggio per 2—3 minuti (sufficienti a fare allontanare il modello dal pendio) può dare degli sforzi notevoli, ma molta cura va posta nel disegno delle parti mobili delle superfici di comando affinchè minimo sia lo sforzo richiesto per muoverle. Per la correzione della rotta si può usare un piccolo diruttore all'estremità di un'ala op-

pure il timone di direzione. Benchè il primo sistema sia più efficace è fonte di forte resistenza ed è perciò preferibile ricorrere al timone di direzione anche per la maggior semplicità delle trasmissioni. Perchè sia minimo il momento richiesto per muovere il timone occorre, oltre ad una costruzione estremamente accurata affinchè

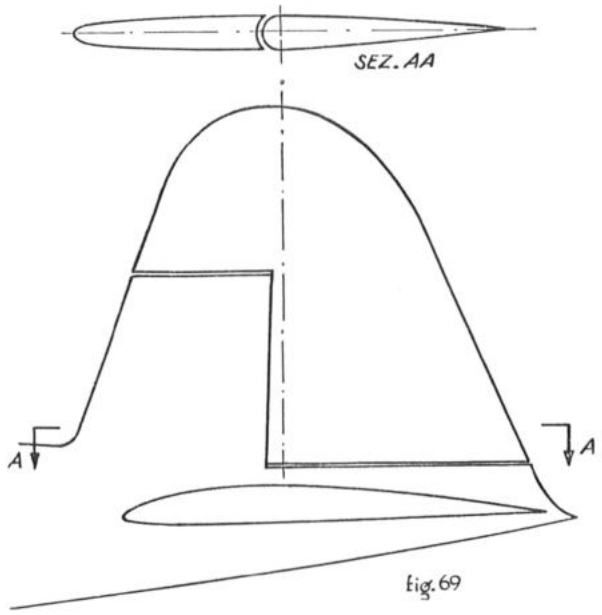


fig. 69

ridottissimi siano gli attriti, che il timone stesso sia aerodinamicamente compensato, che cioè la risultante delle forze aerodinamiche agenti su di esso passi per l'asse di rotazione. Siccome noi tendiamo ad una compensazione il più possibile completa il miglior modo è di fare la parte mobile come in fig. 69 saldamente supportata dalla parte fissa.

La superficie di compenso deve avere area tale da bilanciare il momento del resto della superfice rispetto all'asse delle cerniere. A questo scopo segniamo l'asse delle cerniere e in conseguenza la forma del timone senza compensazione (fig. 70). Dividiamo questa superficie in un certo numero di strisciette, ed al 30% della loro corda applichiamo delle forze proporzionali alla loro area (rappresentano le forze aerodinamiche che hanno la risultante appunto intorno al 30% della corda). Con metodo grafico od analitico trac-

ciamo la curva dei momenti rispetto all'asse di rotazione partendo dal basso.

Il sistema grafico è il più comodo ed è conosciuto col nome di « metodo del poligono funicolare » che non ho spazio qui per spiegare. Serve anche per il calcolo delle aree e per molte altre applicazioni.

Ora ripetiamo la stessa costruzione con l'intero impennaggio, ma applicando questa volta le forze al 25% della corda (poichè si

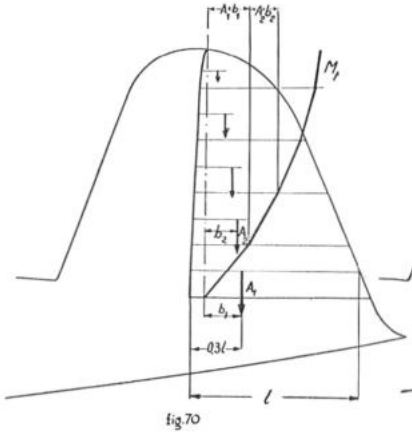


fig. 70

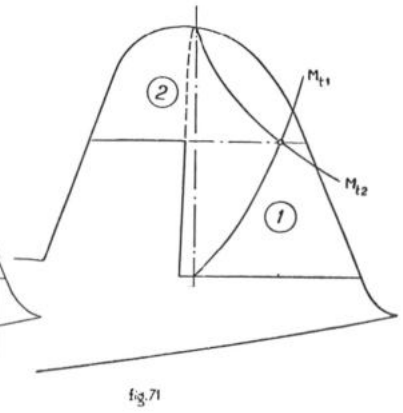


fig. 71

tratta di un profilo intero e non parziale come prima), iniziando il diagramma dei momenti dall'alto e conservando naturalmente le stesse scale di prima. Dove le due curve dei momenti si incrociano, ivi deve cominciare il beccuccio compensatore (fig. 71).

Restano infine i dispositivi volti ad evitare la fuga indesiderata del modello, di cui si comincia ora timidamente la costruzione da parte di parecchi aeromodellisti. Il più spontaneo di tali regolatori si basa su di un dispositivo ad orologeria che dopo un tempo prescelto muove il piano orizzontale a picchiare, o apre dei diruttori sulle ali oppure sposta i pesi di centraggio (nell'unico senso possibile cioè a cabrare; il modello perderà quota scampanando). Mi pare che tra tutti questi sistemi il migliore per semplicità e leggerezza sia il primo, purchè siano prese le necessarie precauzioni per evitare ogni spostamento impreveduto del piano stesso. In tale modo però il modello arriva a terra con velocità estremamente elevata e si danneggia gravemente. Si può pensare a munire il modello di una piccola àncora che il movimento ad orologeria fa calare al-

l'atto in cui entra in funzione, appesa a una cinquantina di metri di filo leggero, in modo che resti impigliata allorchè il modello giunge a poca distanza dal suolo e riporti i comandi in posizione neutra. Nel dispositivo di fig. 72 il bilancere *B* che trasmette i comandi al piano mobile è mantenuto in posto dalla leva *A* comandata dall'autoscatto. Al sollevarsi di *A* la molla *C* prevale sulla *D* e muove *B* a picchiare ma, allorchè l'ancoretta pendente resta impigliata, sfila il perno *E* e la molla *C* cosicchè *B* ritorna in posizione normale sotto la trazione di *D*. L'ancorella è collegata ad *E* con un rocchettino libero su cui si avvolge il filo di sostegno e viene liberata dall'apertura di uno sportellino comandato dall'autoscatto. Stringendo opportunamente il bilanciere *B* tra due rondelle di pelle di daino imbevute di olio si crea un ottimo freno che farà tornare a zero il piano, lentamente e quindi il modello si rimetterà senza nemmeno scampanare.

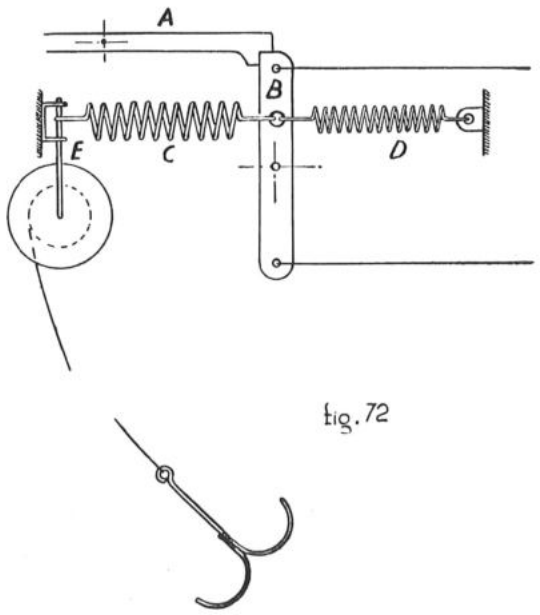


fig. 72

Ma molto più allettante, anche per la sua leggerezza, è l'idea di comandare il piano orizzontale a mezzo di un polmoncino elastico tipo altimetro, che sopra una certa quota, cominci a muovere il timone a picchiare tanto più quanto maggiore diventa la quota stessa. Qui, data la simmetria dell'impennaggio rispetto alla mezzeria della fusoliera, è opportuno e semplice fare tutto il piano mobile, incernierato circa al 25% della corda media e sistemato in modo che non possa assumere posizioni tali da fare risultare cabrato il modello. Il polmone di comando può essere una semplice scatolina stagna metallica di lamierino sottile, la quale però va tarata sotto la campana pneumatica. È possibile ottenere una sensibilità di 2—3 centinaia di metri con forze a disposizione di parecchie decine di grammi solo che si usi un polmoncino di 70—80 mm di diametro e di volume non troppo piccolo.

Naturalmente è necessario avere a disposizione una campana pneumatica per lo studio e la messa a punto del dispositivo che potrebbe venire direttamente incorporato nel bordo d'attacco del piano orizzontale, ottenendosi così il più diretto dei comandi.

Capitolo VII.

DIAGRAMMI E NOMOGRAMMI DI CALCOLO

Gli aeromodellisti non hanno in genere molta simpatia per i calcoli, anzi a essere più schietti manifestano spesso una cordiale antipatia. Essi hanno contemporaneamente torto e ragione. Torto in quanto non sempre si può scegliere la via migliore a lume di naso, e qualche calcolo di confronto anche largamente approssimativo può dare facilmente un'indicazione sulla direzione più opportuna da prendere, e ciò con minor fatica e minor dispendio di tempo che non provando in modo assolutamente empirico le varie soluzioni possibili.

I nemici dei calcoli hanno d'altra parte ragione in quanto è ben difficile impostare dei conti basati su dati attendibili: infatti mancano i dati aerodinamici dei profili usati comunemente dagli aeromodellisti a bassi Numeri di Reynolds e quindi manca la possibilità di eseguire dei calcoli aerodinamici serii. Per ciò che riguarda le strutture poi si tratta quasi sempre di strutture molto esili che è impossibile calcolare con attendibilità, a parte il fatto che non conosciamo affatto il modo di individuare il regime più gravoso di sforzi al quale esse sono sottoposte (e che si ha sempre in caso di urti).

La lacuna riguardante le caratteristiche aerodinamiche dei profili a bassa velocità, nonchè degli altri corpi componenti il velivolo verrà, penso, colmata fra non molto tempo ed in conseguenza ho ritenuto opportuno completare questo libretto con alcuni nomogrammi che permettono di eseguire certi calcoli molto comuni e perciò molto frequenti, per semplice via grafica, benchè con notevole precisione.

Il primo di questi nomogrammi serve a calcolare l'allungamento alare (λ) nota la superfice alare S (dm^2) e l'apertura alare b (m) secondo la ben nota formula $\lambda = b^2/S$. Il modo di operare è assolutamente evidente: si segnano sulle due scale di destra i punti corrispondenti ai dati di apertura e superfice del modello e si con-

giungono con una retta la quale taglia la scala dell'allungamento (a sinistra) in corrispondenza al valore dell'allungamento del modello in esame. Ad esempio un modello di apertura 1 m e superfice alare 10 dm^2 ha allungamento 10.

Il nomogramma n. 2 serve per il calcolo della resistenza indotta.

Nel capitolo I ho già parlato della resistenza indotta, di come nasce fisicamente, ed ho dato per essa la formula:

$$C_{xi} = \frac{C^2_z}{\pi \lambda}$$

Per conseguenza, quando si hanno i dati di un profilo per un certo allungamento e si vogliono quelli relativi ad un diverso allungamento, occorre togliere al coefficente di resistenza il termine:

$$\Delta C_{xi} = C^2_z \left(\frac{I}{\pi\lambda_1} - \frac{I}{\pi\lambda_2}\right)$$

L'espressione suddetta risulta positiva quando si passa da un allungamento minore ad uno maggiore, e perciò ho detto dianzi « togliere ».

Nel nomogramma congiungendo i punti rappresentativi dell'allungamento e del coefficiente di portanza si ottiene, sulla scala a sinistra, il coefficiente di resistenza indotta per quella portanza e per quell'allungamento.

Così, ad esempio, se abbiamo le caratteristiche di un profilo per allungamento 6 e vogliamo passare ad allungamento 3,2 per un coefficente di portanza $C_z = 0{,}312$, troviamo immediatamente che i coefficenti di resistenza indotta sono rispettivamente di 0,01 e 0,0052.

La differenza $\Delta C_x = 0{,}0048$ va aggiunta al coefficiente di resistenza dato dal grafico o dalla tabella perchè siamo passati da un allungamento maggiore ad uno minore.

Il terzo nomogramma serve per il calcolo rapido delle velocità del modello sulla traiettoria (che approssimativamente coincide con la velocità orizzontale) noti: il carico alare Q/S in g/dm^2 ed il coefficente di portanza C_z secondo la nota formula:

$$V = \sqrt{\frac{Q/S}{\rho/2\, C_z}} \text{ m/s}$$

Il nomogramma porta anche accanto alla scala della velocità in m/s la scala delle velocità in km/ora.

Il nomogramma n. 4 è lievemente più complicato da adoperare e permette di calcolare la velocità di discesa del modello in base al carico alare al coefficiente di portanza e a quello di resistenza espressi nelle unità segnate sui nomogrammi stessi, in corrispondenza alla formula:

$$V_y = \sqrt{\frac{Q/S \; C^2_x}{\rho/2 \; C^3_z}}$$

Si parte dalla scala a sinistra dei coefficienti di portanza, e si segna il punto rappresentativo che si congiunge con quello analogo sulla scala dei coefficienti di resistenza, prolungando la retta fino a tagliare la linea a destra la quale è senza scale. Il punto *P* così individuato si congiunge con il punto rappresentativo del carico alare con una retta che va a segnare la velocità di discesa sulla seconda scala a sinistra.

Ad esempio con un coefficiente di portanza 1,— ed un coefficiente di resistenza 0,1 ed un carico alare di 10 g/dm² la velocità di discesa risulta di 0,40 m/s.

La velocità di discesa è tanto più bassa quanto più basso risulta il punto *P* intercetto sull'ultimo asse a destra.

Come è noto la minima velocità di discesa si ha per un assetto di volo più cabrato che non quello di massima efficienza, e di questo si deve tener conto nel centrare i modelli ed anche nel progettarli, specie per ciò che riguarda la stabilità la quale è tanto più precaria quanto più arretrato è il centramento.

Nel capitolo I avevo dato una formula approssimativa per il calcolo del peso delle strutture dell'ala, ove questo interessi. Il nomogramma n. 5 permette di fare rapidamente questo calcolo.

Sulla scala a sinistra è segnato il valore della costante *A* che, come già detto, va ricavata dal confronto con analoghe costruzioni, e il punto indicativo segnato su questa scala va congiunto con quello corrispondente sulla scala della superficie alare con una retta la quale con la sua intersezione determina un punto sull'asse a destra (senza graduazione). Questo punto va congiunto con quello segnato sulla scala dell'allungamento alare, e la retta così determinata taglia la scala dei pesi (a sinistra coincidente con quella della costante *A*) in corrispondenza al valore del peso dell'ala.

Particolarmente interessante è poi il nomogramma n. 6, studiato allo scopo di permettere di eseguire un calcolo, almeno approssimativo, del longherone. Esso però richiede qualche maggiore spiegazione per il suo uso che non i nomogrammi precedenti.

Lo sforzo principale che sollecita il longherone è quello di flessione. Il longherone viene curvato dalle forze che agiscono su di esso (le forze aerodinamiche di portanza) cioè viene « inflesso » e da questa deformazione nasce che le fibre del corrente superiore del longherone sono compresse (infatti si accorciano), mentre quelle inferiori al contrario sono tese (infatti si allungano). Senza stare qui a dilungarmi in spiegazioni teoriche, dirò soltanto che le fibre più sollecitate sono quelle esterne mentre verso il mezzo dell'altezza del longherone vi è un sottile strato di materiale nè teso nè compresso e perciò detto « strato neutro ». Ora da questi cenni sommari risulta intuitivo che, dal punto di vita della leggerezza a parità di robustezza, è conveniente distribuire il materiale lavorante il più lontano possibile dall'asse neutro e perciò si adottano le sezioni di longherone a suo tempo illustrate, a I, a cassetta o a C.

Lo sforzo agente sul longherone è il momento flettente il quale è il prodotto della forza agente sul tratto di ala esterno alla sezione di longherone in esame per la distanza del suo punto di applicazione dalla sezione stessa (M kgm).

Siccome il legno (universalmente usato nelle costruzioni aeromodellistiche) presenta una diversa resistenza a seconda che è sollecitato a trazione o a compressione, e precisamente resiste molto meglio a trazione che non a compressione, nelle costruzioni aeronautiche si usa quasi sempre fare la soletta compressa più spessa di quella tesa. Nei modelli questo non è da imitare sia perchè il risparmio di peso sarebbe irrisorio, sia soprattutto perchè non sappiamo definire le condizioni di lavoro più gravose per la struttura.

Facendo così i due listelli, superiore e inferiore del longherone, di uguale spessore *s* mentre *h* è l'altezza del longherone stesso e *l* il suo spessore o larghezza, il momento resistente della sezione diventa:

$$W = \frac{I}{3} \; \frac{l \, s^3}{h} + \frac{ls}{h} \; (h\text{-}s)^2$$

e lo sforzo di flessione che essa può sopportare, essendo costituita di materiale che sopporta σ kg/cm² a rottura è

$$M = \sigma \; W$$

Naturalmente per avere un certo margine di sicurezza occorre che normalmente la sollecitazione sia limitata ad un valore ben inferiore a quello che produce la rottura della struttura. Il rapporto tra il carico di rottura e quello massimo che effettivamente

può venire a gravare sulla struttura, si chiama comunemente coefficiente di sicurezza: infatti quanto più è grande tale rapporto tanto minore è il pericolo di rotture, benchè, per contro, maggiore sia anche il peso delle strutture, il che è sempre indesiderabile. Quindi anche il coefficiente di sicurezza va fissato con intelligenza.

Il nomogramma in questione verrà praticamente usato soltanto per il dimensionamento del longherone alla radice dell'ala (che è il punto più sollecitato) mentre esternamente sarà rastremato sia in pianta che nello spessore delle solette a sentimento.

Lo sforzo che sollecita il longherone alla radice è il momento dato dal prodotto del carico netto gravante sull'ala (o meglio sulla semiala) per la distanza dalla radice del suo punto di applicazione che praticamente è pari alla distanza dalla radice del baricentro della superficie della semiala. In via di più grossolana approssimazione ma tuttavia errando in favore della sicurezza, si può porre tale distanza pari alla metà della apertura della semiala.

Quello che ho chiamato dianzi carico netto sull'ala non è, come si potrebbe a prima vista pensare, la metà del peso del modello (essendo l'altra metà sostenuta dall'altra semiala) bensì la metà del solo peso della fusoliera in quanto l'ala sostiene in ogni punto se stessa senza risentire perciò sforzo apprezzabile in conseguenza del proprio peso.

Questo carico netto pari alla metà del peso della fusoliera e di quanto è in essa contenuto, è quello che grava sull'ala nel volo ideale ma in realtà per effetto delle raffiche di vento e, molto di più, per effetto dell'assetto e della velocità assunta durante il traino il carico massimo effettivo sull'ala è ben maggiore. Non parliamo poi di quello che può aversi in caso di urti perchè il discorso, oltre tutto, diventerebbe molto difficile.

Nel nomogramma si è fatto riferimento convenzionale al momento flettente ideale cioè il prodotto della metà del peso della fusoliera per la distanza del baricentro della semiala dalla sua radice. Questo prodotto (peso in *kg* e distanza in *m*, quindi momento misurato in *kgm)* si segna sulla scala a sinistra (punto *A*)

Il punto *A* si congiunge con *B* segnato sulla seconda scala verticale in corrispondenza alla larghezza del longherone (mm). La retta così individuata definisce il punto *C* sull'asse a destra non graduato, il qual punto, congiunto con *D* (altezza del longherone in mm) determina *E*.

Da *E* occorre mandare la parallela all'asse della ascisse fino ad incontrare la curva del diagramma nel punto *F*. Da questo si

abbassa la parallela all'asse delle ordinate in modo da segnare il punto *G* su quello delle ascisse. Infine congiungendo *G* con *H* (altezza del longherone in mm) si determina sulla seconda scala orizzontale il punto *I* in corrispondenza del quale si legge lo spessore in mm che debbono avere i listelli del longherone per sopportare senza rompersi un momento flettente pari a 5 volte quello che abbiamo calcolato inizialmente, col che resta sufficientemente garantita la sicurezza tanto più che il pioppo può facilmente sopportare più dei 200 kg/cm^2 che si sono posti a base del grafico.

Naturalmente il grafico che è fatto per l'uso di listelli di pioppo può facilmente servire anche se si usano listelli di balsa: basta in tal caso considerare una larghezza fittizia del longherone pari a circa 0,4 volte quella effettiva in considerazione del fatto che la resistenza a rottura del balsa (del resto molto variabile a seconda della compattezza del materiale) si aggira verosimilmente sugli 80 kg/cm^2.

Sul diagramma sono riportate le linee di costruzione relative al seguente esempio numerico:

peso totale	3,5 kg	
peso fusoliera	2,5 kg	
distanza del baricentro dell'ala dall'incastro	0,8 m	
momento d'incastro	1 _ kgm	$(0,8 \times 2,5/2)$
larghezza del longherone	15 _ mm	
altezza del longherone	27 _ mm	
spessore dei listelli	4,2 mm	

Naturalmente questo spessore risultante di 4,2 mm verrà arrotondato in pratica a 4,5—5 mm.

Se si trattasse di fare il longherone in balsa con lo stesso spessore di soletta, occorrerebbe adottare una largezza di longherone 2,5 volte maggiore cioè 37,5 mm.

Come ultima avvertenza si osservi attentamente l'andamento delle scale le quali non vanno tutte nella stessa direzione, allo scopo di evitare errori nel segnare i punti o nel leggere i valori, errori che potrebbero portare a conseguenze poco piacevoli se ci si fida troppo del diagramma e si dimentica di sottoporre i valori alla critica del buon senso.

Il nomogramma successivo (n. 7) serve per il calcolo degli alloggiamenti delle baionette del tipo verticale, particolare che è spesso fonte di guai e di grattacapi perchè col tempo si manifestano giochi tra la baionetta e il suo fodero, a causa del cedimento

da parte del legno su cui poggia la baionetta metallica per il troppo elevato carico cui è assoggettato.

Il nomogramma è calcolato nell'ipotesi che gli sforzi di compressione sulla costa della baionetta (e quindi sul suo appoggio) si distribuiscano con andamento lineare come segnato nello schizzo annesso.

Come momento flettente si assume lo stesso definito a proposito del precedente nomogramma (punto $A=1$ kgm) che si congiunge con B (spessore della baionetta in mm). La AB interseca la retta a destra — non graduata — in C. Congiungendo infine C con il punto della retta di mezzo segnato *pioppo* (oppure *noce*, a seconda del materiale impiegato per l'appoggio della baionetta) si determina sulla scala a sinistra la lunghezza necessaria alla baionetta affinchè non si verifichino gli inconvenienti prima accennati. Naturalmente la lunghezza così determinata è la minima indispensabile e nulla vieta di fare le baionette più lunghe se si desidera maggiore sicurezza.

I successivi diagrammi sono studiati per facilitare il lavoro di disegno, o meglio i calcoli che questo lavoro richiede.

Il diagramma n. 8 si usa per tracciare il contorno delle ali ellittiche per le quali, a causa delle dimensioni rilevanti, non è agevole eseguire la costruzione geometrica dell'ellisse.

L'ellisse si traccia allora più comodamente come se si trattasse di un qualunque profilo alare, cioè dividendo il semiasse maggiore in 10 parti uguali, ed alcune di queste in altre minori per maggior precisione (10, 20 . . . . . , 70, 80, 85, 90, 95, 97,5, 100%), e riportando perpendicolarmente all'asse stesso, in corrispondenza a ciascun punto così segnato, la quota che si ricava dal diagramma in funzione del valore b della lunghezza del semiasse minore dell'ellisse, valore che è riportato sulle ascisse del diagramma stesso mentre le ordinate corrispondono alle quote della curva ellittica rispetto al suo asse maggiore.

I diagrammi n. 9 e seguenti riescono utili invece per disegnare le centine evitando le innumerevoli moltiplicazioni che tutti conoscono come una delle cose più noiose se pur necessarie.

Sull'asse delle ascisse di questi diagrammi si leggono le corde delle centine che si debbono disegnare e corrispondentemente le ordinate delle diverse rette segnate danno tutte le quote del profilo. Così ad esempio per il profilo S.L.1 corda 160 mm si legge:

x	0	2,5	5	7,5	10	. . . . .
y_s	5,6	11,2	13,6	15,2	16,8	. . . . .
y_i	5,6	2,5	1,6	1 _	0,6	. . . . .

Siccome su questi diagrammi si legge comodamente il 1/2 mm corrispondente a 1 decimo di millimetro effettivo mentre disegnando è difficile raggiungere una approssimazione maggiore dei due decimi di millimetro, ci si può servire di essi con piena fiducia, salvo naturalmente fare molta attenzione a non commettere errori nelle letture.

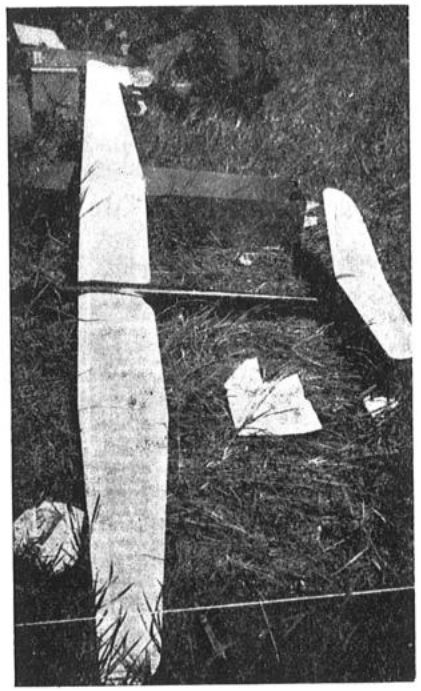
Gli originali di questi diagrammi erano grandi circa il doppio di quelli pubblicati.

Data la riduzione del formato dovuta ad esigenze di pubblicazione, la lettura non risulta sempre molto agevole. L'aeromodellista potrà però facilmente rifarsi più in grande i diagrammi stessi con molta facilità, trattandosi esclusivamente di linee rette.

Capitolo VIII.

TRE MODELLI VELEGGIATORI

A completare i capitoli precedenti, in cui ho svolto una serie di considerazioni generali, ritengo opportuno di presentare i disegni di massima di alcuni buoni veleggiatori non per proporli come modelli perfetti e degni sempre e dovunque di ammirata





Due classici veleggiatori italiani: uno di Ciani con ali a forte allungamento e uno di Crucitti con ali a pianta ellitica

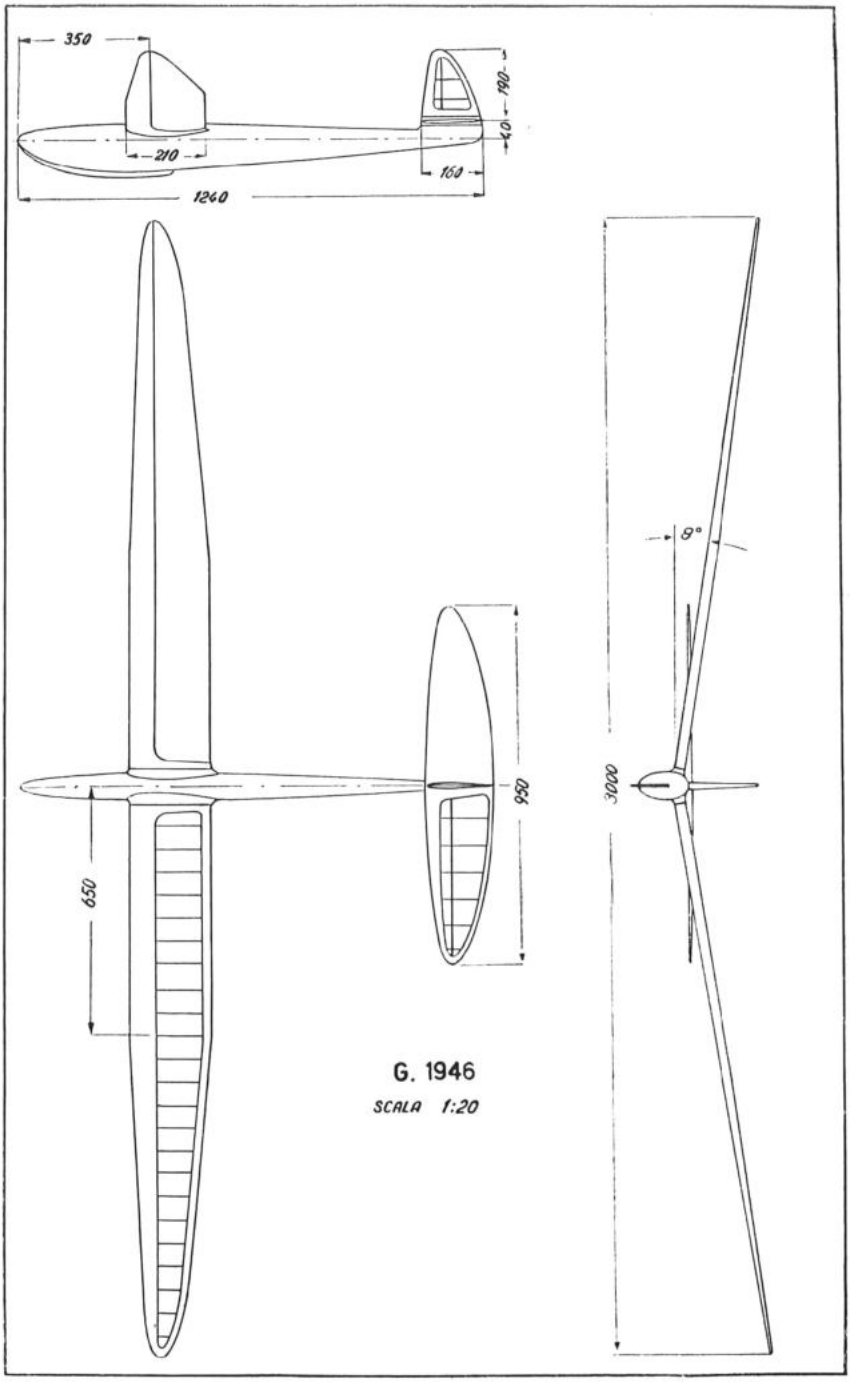
imitazione, ma piuttosto per presentare degli esempi di applicazione delle varie tendenze che ho, a suo tempo, illustrate e per porre sotto gli occhi dei lettori ed a portata di mano, delle forme e delle proporzioni che l'esperienza ha mostrato soddisfacenti e rispondenti allo scopo prefisso il quale è, per tutti i tre modelli presentati, di ottenere elevate doti di efficienza e basse velocità di discesa, con contemporanea buona stabilità. Uno dei tre modelli è un tutt'ala che ha dato soddisfacenti risultati e può essere utilmente usato in pendio data la sua poca vulnerabiiltà. Gli altri due sono invece classici veleggiatori da pianura, adatti al clima poco ventoso di Milano ed è sconsigliabile sacrificarli sui pendii battuti da forti venti ove occorrono sostanzialmente dei modelli semplici e robusti.

1) *Modello veleggiatore* G. 1946

Si tratta di un modello che si potrebbe definire da gara o da primato, se gare e primati non fossero spesso appannaggio di cassette di classe infinitamente inferiore. Lo stesso costruttore si è posto, a costruzione ultimata, la domanda se torni conto impiegare tanto lavoro (e tanto denaro) quanto quello richiesto da questo modello per la soddisfazione di avere un apparecchio più bello e più pregevole di quelli dei competitori, ma non con maggiore probabilità di successo, data la preponderante ed inevitabile influenza del fattore atmosferico. Si tende oggi a cercare di eliminare o almeno attenuare l'influenza del fattore ascendenza (con le sue conseguenze di fughe e smarrimenti) mediante la limitazione della lunghezza del cavo di traino, ma in tal modo non si favoriscono questi modelli spinti, che sono necessariamente pesanti e veloci, benchè molto efficienti, ed il cui valore è proprio di potersi spostare notevolmente senza perdere molta quota dal punto di lancio, aumentando così la probabilità di trovare delle correnti ascendenti.

Ciò premesso, osserviamo il disegno e la costruzione di questo modello, i cui dati principali sono:

Apertura alare	3000 mm
Lunghezza	1260 mm
Superficie alare	50 dm^2
Allungamento	18
Peso totale	900 g
Carico alare	18 g/dm^2
Superficie piano orizzont.	12 dm^2


350
190
210
160
1240
650
950
3000
8°
G. 1946
SCALA 1:20

Siccome la distanza tra il baricentro ed il fuoco del profilo medio dell'impennaggio orizzontale è di 770 mm e la corda media alare (apertura/allungamento) è di 167 mm, il rapporto di coda, richiamato al I Capitolo risulta:

$$k = \frac{S}{s_x} \frac{c}{l} = \frac{50}{12} \cdot \frac{167}{770} = 0{,}904$$

Tale valore è compreso nei limiti tra 0,75 e 1 a suo tempo indicati come normali.

Un analogo coefficiente adimensionale si può stabilire per confrontare le superfici verticali di coda di differenti modelli, e potrebbe essergli assegnata la formula:

$$h = \frac{aL\ (0{,}75L - l_1)}{s_1 \cdot l_1}\ 10^{-4}$$

In tale formula: a rappresenta l'altezza massima della fusoliera nella vista di profilo, L la sua lunghezza totale, l_1 la distanza tra baricentro e fuoco dell'impennaggio verticale come nella formula precedente; s_1 è invece la superficie della deriva: risulta perciò:

$$h = \frac{130.1240\ (0{,}75.1240 - 770)}{2{,}2\ .\ 770}\ 10^{-4} = 1{,}52$$

Questo coefficiente può essere usato per la determinazione, in prima approssimazione, della superficie della deriva trascurando l'influenza del diedro (che è rilevantissima come si è visto a suo tempo) e quindi confrontando il modello allo studio con uno simile per allungamento e diedro alare, che abbia dato prove di soddisfacente stabilità di rotta. Se si tratta invece di due modelli simili come disegno di fusoliera e posizione dell'ala su di essa, può essere meglio riferirsi al seguente coefficiente:

$$j = \frac{S\ d}{s_1\ l_1}$$

dove d rappresenta la sopraelevazione dell'estremità alari rispetto alla centina all'incastro; si calcola perciò:

$$j = \frac{50\ .\ 190}{2{,}2\ .\ 770} = 5{,}6$$

Giova ripetere ancora che, mentre il coefficiente k ha un valore effettivo per il confronto di due differenti modelli, i coeffi-

cienti *h* e *j* possono essere presi in considerazione solo per modelli non troppo diversi come architettura e perciò sono stati riportati qui invece che nel testo precedente.

Il profilo dell'ala è l'Eiffel 385, calettato a +2° all'incastro rispetto all'asse della fusoliera e si conserva inalterato per tutta la parte rettangolare dell'ala, mentre nel tratto rastremato si trasforma linearmente nel *NACA* 0009, calettato a —3° rispetto al profilo centrale.

Il diedro di circa 8°, cioè con sopraelevazione dell'estremità alari rispetto all'incastro di circa 190 mm, è del tipo a semplice V aperto, (ritengo questo diedro esagerato).

La struttura dell'ala, costruita quasi interamente in balsa, come del resto tutto il modello, imita quella dei fratelli maggiori cioè monolongherone con rivestimento rigido del bordo d'attacco. Questo rivestimento, in tavolette di balsa da 2 mm (salvo riduzione dello spessore durante la rifinitura) ha, più che lo scopo di mantenere fedelmente la forma del profilo, proprio quello di impedire all'ala di deformarsi per torsione: evidentemente il costruttore non ha creduto prudente, di fronte al forte allungamento scelto, affidarsi unicamente alla ricopertura per evitare svergolamenti delle ali in volo. Tale prudenza è giustificata se si pensa alla possibilità che il modello voli in gara anche dopo riparazioni di fortuna e quindi difettose. Il rivestimento del bordo di attacco va ad incollarsi sul longherone che corre al 30% della profondità dell'ala (rimanendo rettilineo) in modo da formare con esso un tubo chiuso: ciò richiede due accorgimenti.

Il primo è di abbassare il contorno dei nasi di centine e del longherone stesso in modo da evitare il formarsi di un gradino in corrispondenza al termine del rivestimento in legno, che andrà messo in opera con la cautela e abilità necessarie a non provocare svergolature impossibili a correggersi se non rifacendo il rivestimento difettoso.

Il secondo accorgimento da usare riguarda pure la conservazione della esattezza del profilo, in quanto, essendo il longherone affiorante e costruito prima di montare l'ala, la centina risulta separata in due metà che è difficile montare con esattezza. Il costruttore ha superato l'ostacolo lasciando uniti nasi e code di centine con un po' di materiale fuori del contorno della centina stessa, da tagliarsi in seguito, una volta terminato l'incollaggio. Naturalmente il primo montaggio va eseguito con gli opportuni accorgimenti per la presenza di questi sovraspessori, cioè appoggiando il longherone su dei sostegni di opportuno uniforme spessore invece che direttamente sul piano di montaggio. Il sistema descritto al Cap. III è, a mio avviso altrettanto buono e più rapido.

Il longherone che si rastrema, oltre che in altezza anche in spessore da 6 mm all'incastro a 3 mm all'estremità, è composto di due anime di impiallacciatura di pioppo da 0,5 e due solette pure di pioppo ricavate da due listelli 3×5 opportunamente rastremati in spessore prima del montaggio, mentre la rifinitura del longherone nel senso dell'altezza viene fatta dopo l'incollatura in modo da portare a 2×2 la sezione delle solette all'estremità. In quanto al dimensionamento del longherone, supponendo un momento flettente d'incastro di circa 0,30 kgm (peso della fusoliera e degli impennaggi 600 g; distanza del baricentro della semiala dall'incastro circa 1 m; altezza del longherone all'incastro 24 mm) con l'ausilio del nomogramma descritto al capitolo precedente, si arriva a definire lo spessore necessario di soletta in 2,9 mm. Le dimensioni assegnate al longherone dal costruttore sono dunque esatte pur non avendo probabilmente egli fatto alcun calcolo di verifica; anzi sono lievemente esuberanti se si tiene conto dell'ausilio portato dal materiale che costituisce il bordo di attacco. La baionetta verticale in durall da 1 mm entra nel longherone appoggiandosi contro la parte interna di due guaine di durall ottenute da un lamierino da 0,5 mm piegato ad U, per evitare il taglio della soletta del longherone.

Anche dal lato fusoliera la baionetta è semplicemente infilata (potendosi così agevolmente effettuare le necessarie sostituzioni in caso di deterioramento o dovendo variare il diedro) ed il fodero è ottenuto sovrapponendo ad un'ordinata di forza in compensato una piastrina di durall da 1 mm con l'opportuno alloggiamento per la baionetta ed ancora una piastrina di compensato il tutto ben stretto con 6 bulloncini o ribattini.

La fusoliera non presenta particolari caratteristiche: è di sezione pressochè ellittica con ordinate in compensato da 1 mm, molto alleggerite e rivestimento a guscio di balsa da 2—3 mm. Nella zona prodiera le ordinate sono ravvicinate fino a 30—40 mm, mentre verso coda sono poste a 90—100 mm l'una dall'altra. La parte posteriore all'ala ha generatrici rettilinee e può essere coperta con tavolette di discrete dimensioni; il muso invece va rivestito con strisciette di 5—15 mm di larghezza. Il guscio con rivestimento di seta è preferibile a quello verniciato direttamente, che fa spesso delle gobbe tra ordinata ed ordinata. Il costruttore consiglia anche una verniciatura interna con emaillite da farsi naturalmente prima di terminare il guscio. Per il montaggio occorre logicamente uno scalo che può essere indifferentemente del tipo a regoli fissati al

tavolo di montaggio, perfettamente complanari, su cui si appuntano all'inizio del lavoro le ordinate; oppure può essere costituito da una dima che riproduce il profilo della fusoliera, tagliata in un'assicella di pioppo. I raccordi, molto piccoli, sono in blocchetti di balsa; le ultime centine della semiala hanno però il bordo d'uscita sollevato in modo da costituire già un inizio di raccordo. Rispetto alla fusoliera l'ala risulta attraversante verso l'alto.

La struttura degli impennaggi non ha nulla di eccezionale: l'unione tra i due piani è ottenuta con una baionettina, mentre notevole è il modo di unire il piano orizzontale (montato in posizione lievemente sopraelevato rispetto all'asse della fusoliera) al suo supporto.

Il piano orizzontale porta una squadretta di durall a C che scende ad abbracciare l'ordinata della fusoliera cui si fissa con una spina passante da parte a parte; l'impennaggio resta in tal modo libero di cambiare incidenza entro certi limiti. Posteriormente a questo attacco, la fusoliera porta un bulloncino da 2 mm, cui è saldata verso l'esterno una rondellina di latta che permette di farlo ruotare agevolmente. Questo bulloncino si avvita in un dado fisso sull'impennaggio, fungendo così da tenditore e permettendo di regolare finemente l'incidenza del piano. Naturalmente bisogna fare opportuni segni per identificare, ad ogni montaggio, la posizione esatta dei piani. La copertura delle superfici è in carta vergatina o carta da lucido leggerissima verniciata ad emaillite. Maggiori dettagli ed i disegni costruttivi possono essere richiesti al costruttore sig. Garattini Alfredo — Piazza Martini, 4 — Milano.

2) *Modello veleggiatore* G. 4

Il costruttore di questo modello ha mirato ad ottenere caratteristiche analoghe a quelle dell'apparecchio precedentemente descritto ma con molta maggiore economia di materiale e lavoro. Le qualità aerodinamiche riuscirono lievemente inferiori riguardo all'efficienza, ma anche il carico alare fu mantenuto più basso in accordo con il minore allungamento e la maggiore semplicità di costruzione.

Ecco i dati principali:

Apertura alare	2960	mm
Lunghezza	1390	mm
Superficie alare	57,05	dm^2

Allungamento	15,4	
Peso totale	920	g
Carico alare	16,1	g/dm^2
Superficie piano orizzontale	16,3	dm^2

Essendo inoltre la corda media alare $c = 192$ mm ed il braccio del piano orizzontale $l = 860$ mm, il rapporto di coda risulta

$$k = 0{,}78$$

Il minor valore del coefficente k rispetto al modello precedente sta ad indicare una maggiore stabilità a parità di centraggio.

Per ciò che riguarda la superficie della deriva i coefficienti h e j assumono i valori

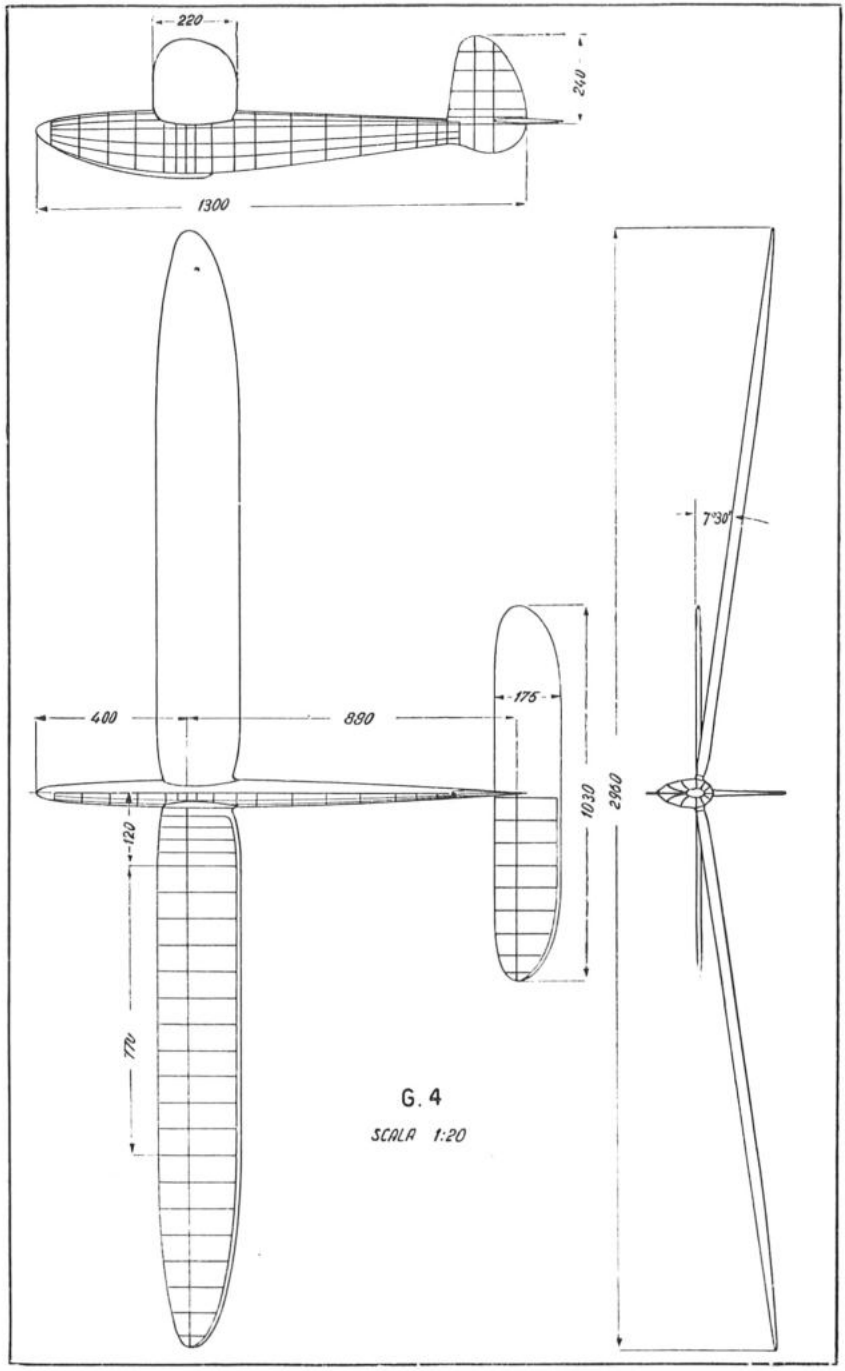
$$h = 1{,}95 \qquad j = 4{,}11$$

Confrontando questi due coefficenti che si riferiscono a due diversi punti di vista con quelli trovati per il modello precedente vediamo che il primo è maggiore ed il secondo è minore, però il loro prodotto è circa 8 mentre per l'altro modello è 8,5. Si possono quindi ritenere i due modelli perfettamente equivalenti per ciò che riguarda la stabilità direzionale. Il profilo dell'ala per tutto il tratto rettangolare è l'Eiffel 400 calettato a $+2°$ rispetto all'asse della fusoliera, variante poi progressivamente nel tratto ellittico d'estremità fino al NACA 0012 calettato a $-3°$ rispetto al precedente. La sopraelevazione dell'estremità alari rispetto all'incastro è di 205 mm. Anche qui ritengo che il diedro assegnato sia eccessivo e possa essere senza danno ridotto, portando ciò ad una contemporanea riduzione della superficie della deriva.

Alla radice l'ala si riporta ad un profilo simmetrico (NACA 0015) a 0° riducendosi contemporaneamente alquanto di corda, per poi congiungersi alla fusoliera con un normale piccolo raccordo di balsa: questa rastremazione all'incastro è molto criticabile aerodinamicamente, però qui è contenuta in limiti modesti.

La rigidità torsionale dell'ala è affidata totalmente alla carta del rivestimento e la struttura è composta di un longherone non affiorante formato da due listelli di pioppo 3×7 mm con due anime di compensato da 1 mm.

Esso risulta quindi confrontabile con il longherone del modello precedente, mentre all'estremità, non essendo rastremato, risulta molto esuberante. Il bordo d'attacco è un semplice tondino di pioppo da 4 mm. Avendo a disposizione un listello di balsa da almeno 7×7 mm, si potrebbe fare un migliore bordo di entrata.



G. 4

SCALA 1:20

Le centine in compensato (da 1 a 3 mm) sono infine tenute a posto dal bordo d'uscita costituito da tre listelli di pioppo 3 × 5 mm incollati in modo da formare un listello da 3 × 15 mm, sagomato secondo la curva necessaria e ridotto poi, naturalmente, a sezione triangolare.

L'attacco dell'ala è qui fatto mediante baionetta orizzontale di compensato di betulla da 3 mm, che è larga 100 mm all'incastro. Essa è fissa all'ala e attraversa le prime tre centine ed il longherone, mentre, dalla parte della fusoliera, entra nelle fenditure praticate in tre ordinate di forza ravvicinate, di compensato, rispettivamente da 3, 4, 3 mm di spessore. La sezione della fusoliera, poligonale, fortemente chigliata, ha 12 lati ed un'area rispondente alle norme F.A.I. Sui vertici delle ordinate, tutte in compensato di vario spessore, corrono, opportunamente sporgenti affinchè le ordinate stesse non segnino spigoli sul rivestimento, i correntini, di cui i due che corrono orizzontali e quello costituente la chiglia sono da 3 × 7 mm, quello dorsale da 3 × 5 mm e gli altri sono tondini di pioppo da 3 mm. La distanza massima tra ordinata ed ordinata è di 90 mm verso la coda.

I piani di coda hanno costruzione analoga a quella dell'ala (con longherone a scatola per lo stabilizzatore), bordo d'entrata in tondino di pioppo, centine in balsa. Il profilo usato è in entrambi il NACA 0009.

Il piano orizzontale, arretrato rispetto a quello verticale, porta un tassello col quale si incastra nel piano verticale stesso dal dietro: tale soluzione esige una costruzione molto accurata perchè il piano orizzontale sia ben rigido e rende disagevole il variarne l'incidenza (che qui è stabilita a 0° rispetto all'asse della fusoliera). In compenso permette di risparmiare con vantaggio qualche centimetro di fusoliera in coda.

Il modello fu ricoperto con normale carta vergatina eccetto la fusoliera per la quale fu impiegata la seta. Il modello è stato accuratamente pesato durante la costruzione e ritengo interessante riportare questi dati:

peso delle due semiali	nude	350 g	rivestite	388 g
» del piano orizzontale	nudo	30 g	rivestito	40 g
» della fusoliera e deriva	nude	275 g	rivestite	330 g
» della zavorra di centraggio				162 g
peso totale in ordine di volo				920 g

Maggiori dettagli ed i disegni costruttivi possono essere richiesti al costruttore sig. Galli Egidio, Villino Emilia, Inverigo (Como).

3) *Modello veleggiatore* G. 2

Si tratta di un tutt'ala di modeste dimensioni fatto a scopo sperimentale, ma che ha dato discreti risultati; eccone i dati principali:

apertura alare	1600	mm
lunghezza	460	mm
superficie alare	24,1	dm^2
allungamento	10,5	
peso totale	190	g
carico alare	7,9	g/dm^2

La stabilità è ottenuta conformando l'ala a freccia (130° tra i due bordi d'entrata) e svergolandola sensibilmente: tra il profilo centrale (Clark X) e quello di estremità (S. Cyr 171) vi è una differenza d'incidenza di 5°. Sul piano di montaggio il profilo centrale è posto con incidenza nulla ed in tali condizioni il diedro geometrico tra le due semiali è nullo.

Queste condizioni, che si sono verificate soddisfacenti con il centraggio eseguito, potranno dover essere modificate (nel senso di variare il diedro) qualora si centrasse il modello ad assetto diverso da quello del modello originale.

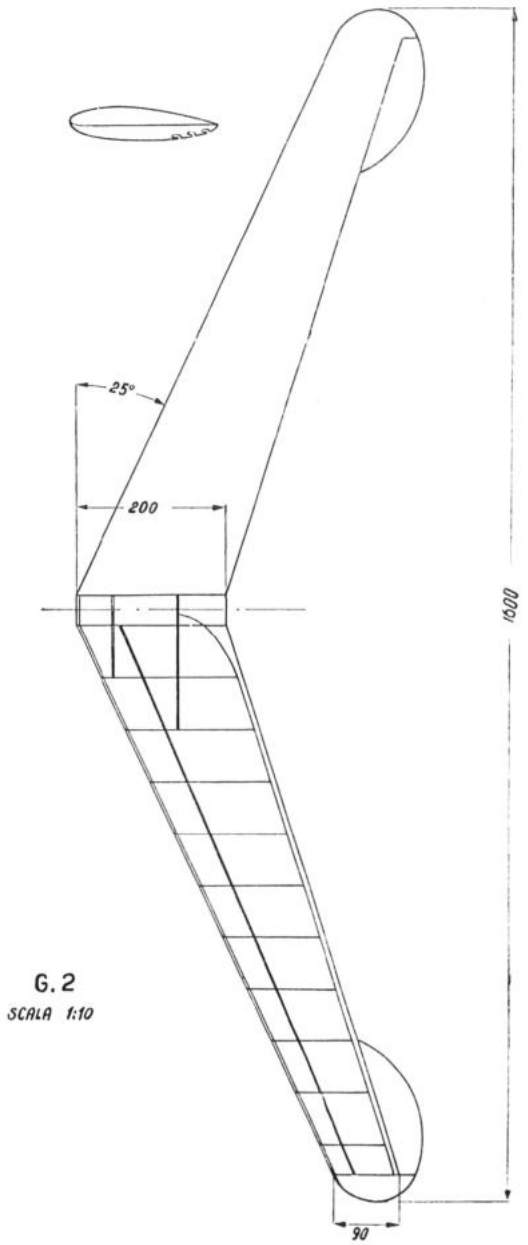
Alle estremità delle ali vi sono due alettoni di tranciato di pioppo alquanto alzati, i quali hanno lo scopo di migliorare la stabilità e di correggere i piccoli difetti di costruzione ai quali il tutt'ala è sensibilissimo, specie sotto traino.

Centine, terminali e pattino sono in compensato, il bordo d'attacco è in tondino di pioppo da 3 mm, il longherone in pioppo (5×10 mm), il bordo d'uscita in listello triangolare di pioppo (3×7 mm).

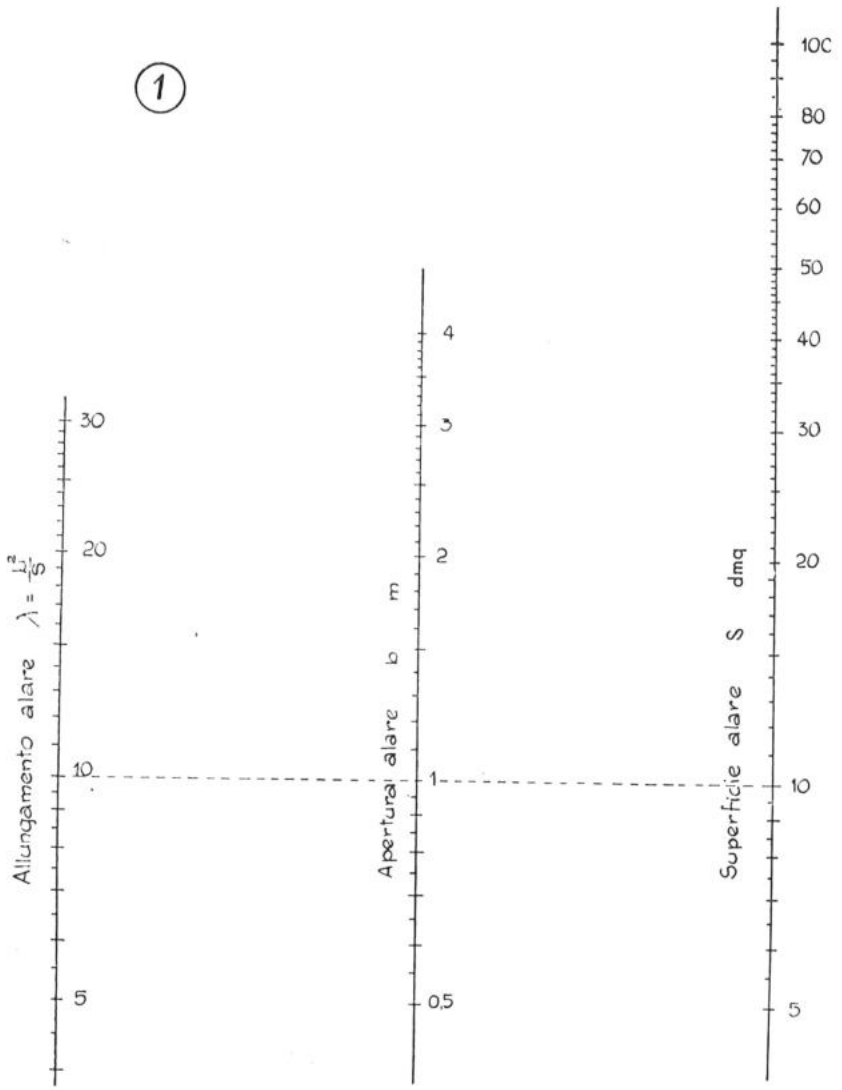
La zavorra infine è allogata in un cassoncino ricavato tra i nasi delle centine centrali, ma potrebbe farsi portare da un bilancere, cioè da una asta sporgente in avanti, riducendone opportunamente il peso.

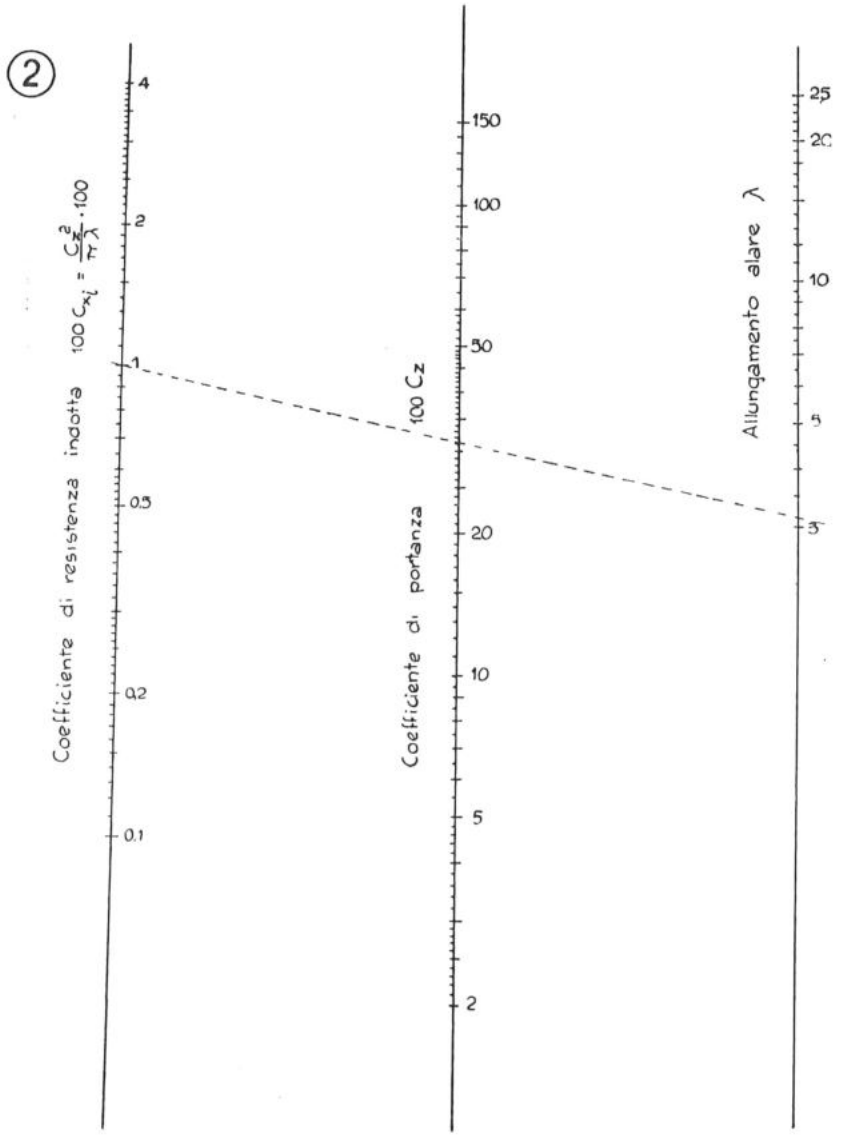
Il peso totale dello scheletro risultò 120 g che salì a 145 g con la ricopertura in carta vergatina con verniciatura ad emaillite; infine 45 g di zavorra portano il peso totale in ordine di volo a 190 g.

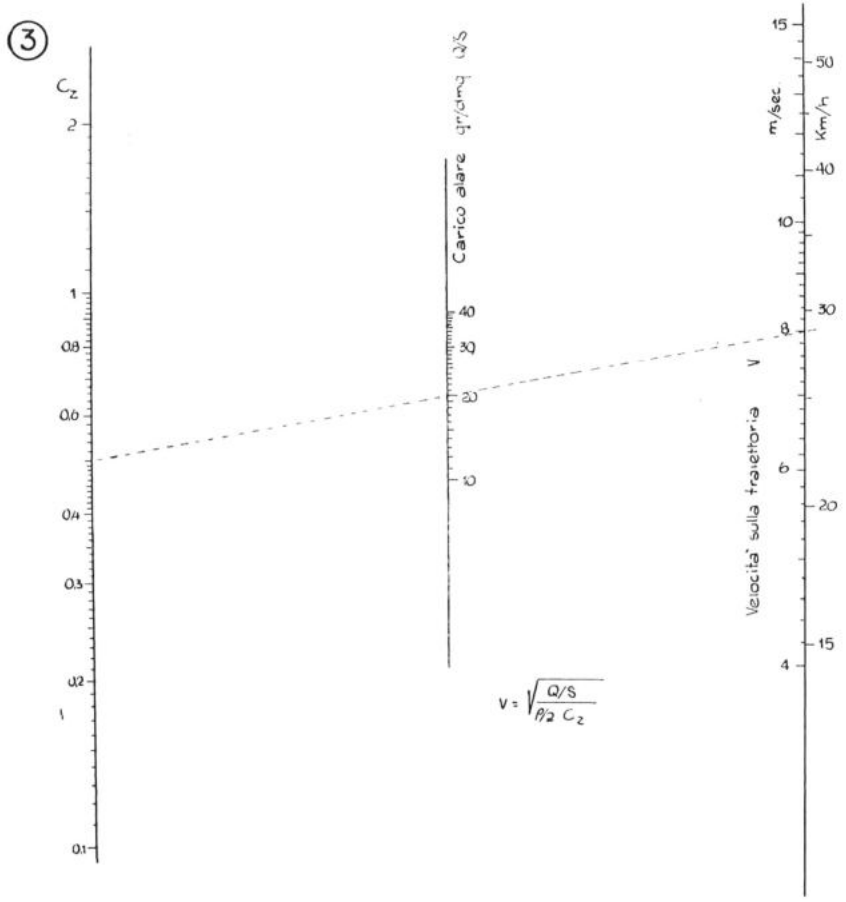
Maggiori dettagli ed i disegni costruttivi possono essere richiesti al costruttore sig. Galli Egidio, Villino Emilia, Inverigo (Como).

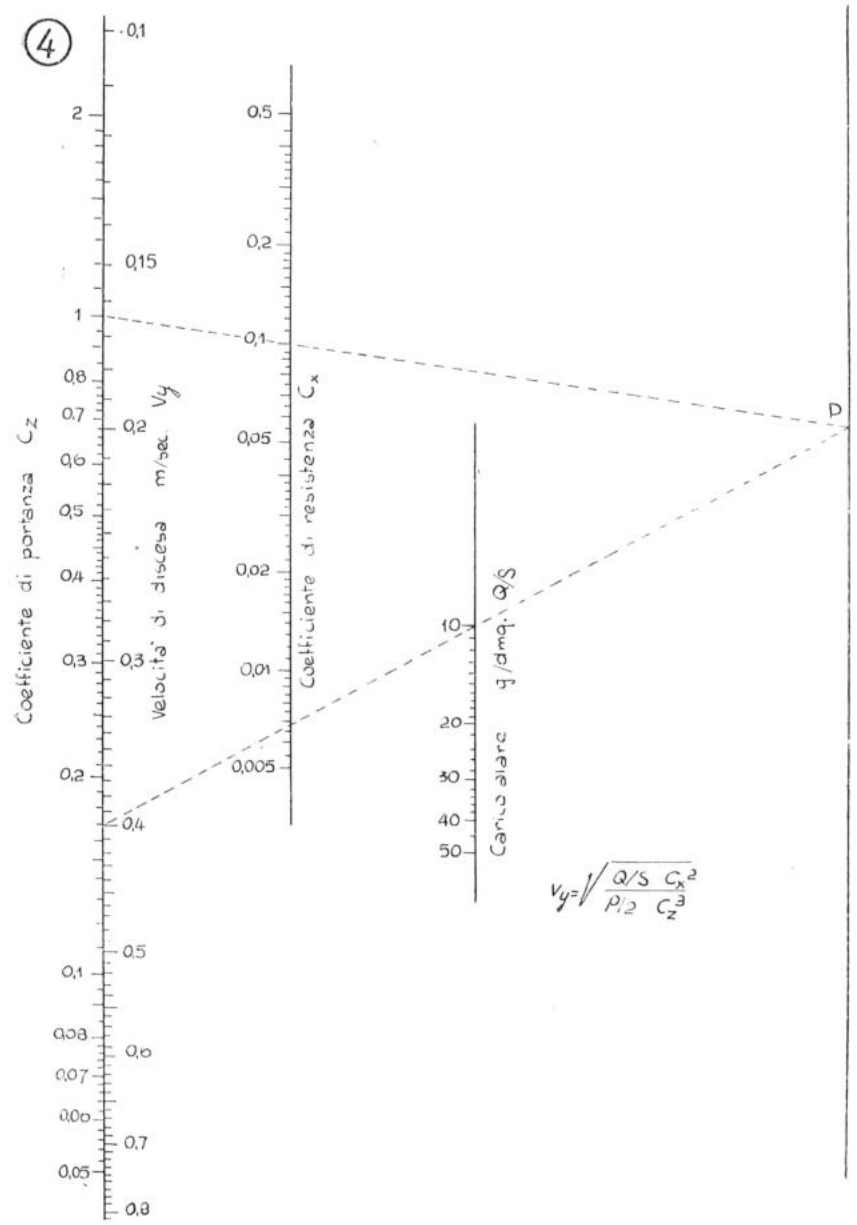


G.2
SCALA 1:10

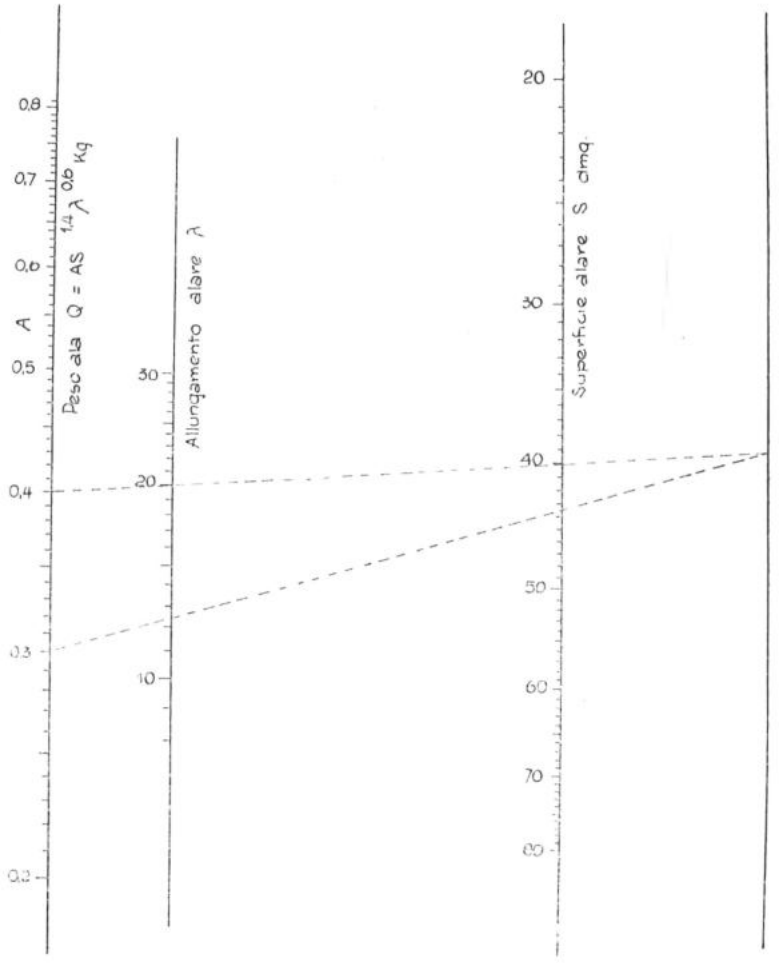

1
Allungamento alare $\lambda = \frac{L^2}{S}$
30
20
10
5
Apertura alare b m
4
3
2
1
0,5
Superficie alare S dmq
100
80
70
60
50
40
30
20
10
5


2
Coefficiente di resistenza indotta $100\,C_{xi} = \frac{C_z^2}{\pi\lambda} \cdot 100$
4
2
1
0,5
0,2
0,1
100 Cz
Coefficiente di portanza
150
100
50
20
10
5
2
Allungamento alare λ
25
20
10
5
3

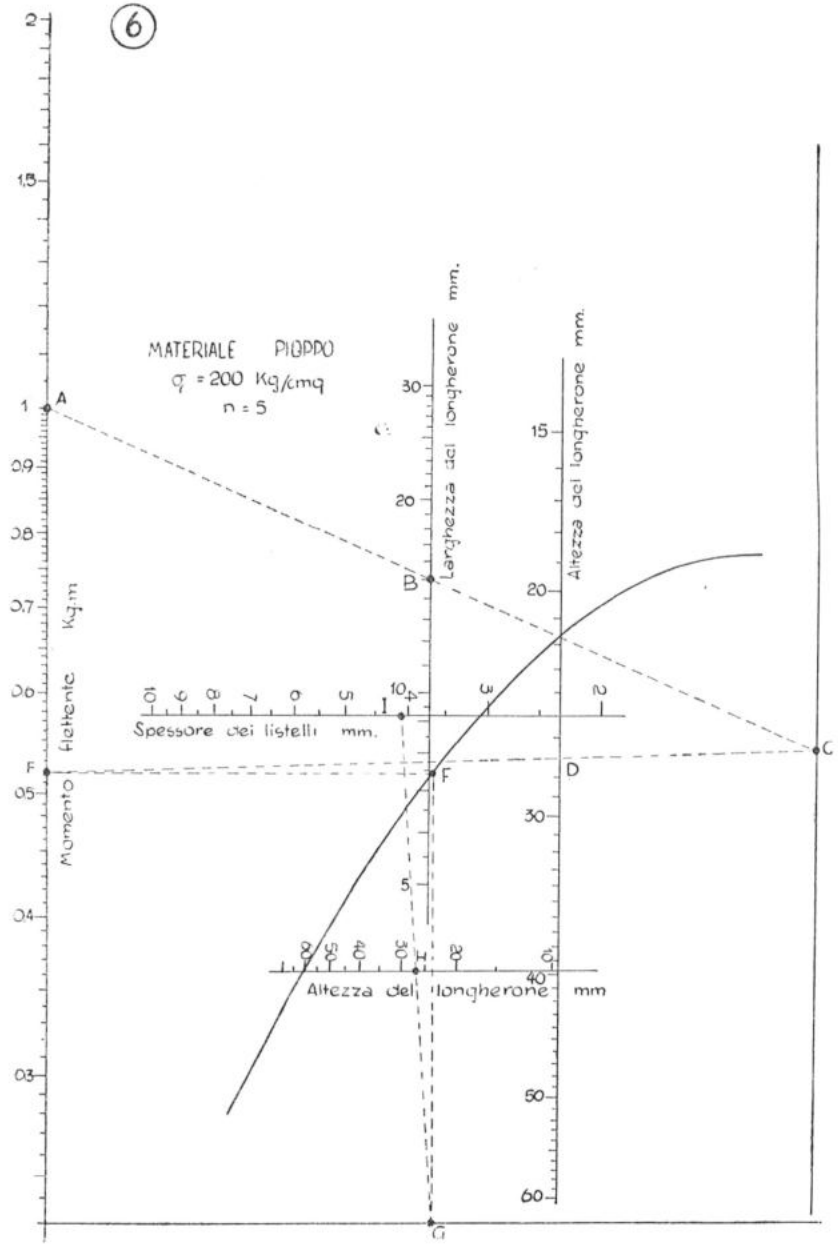

3
C_z
Carico alare q=dmq Q/S
Velocità sulla traiettoria V
m/sec
Km/h
$V = \sqrt{\frac{Q/S}{\rho/2\, C_z}}$

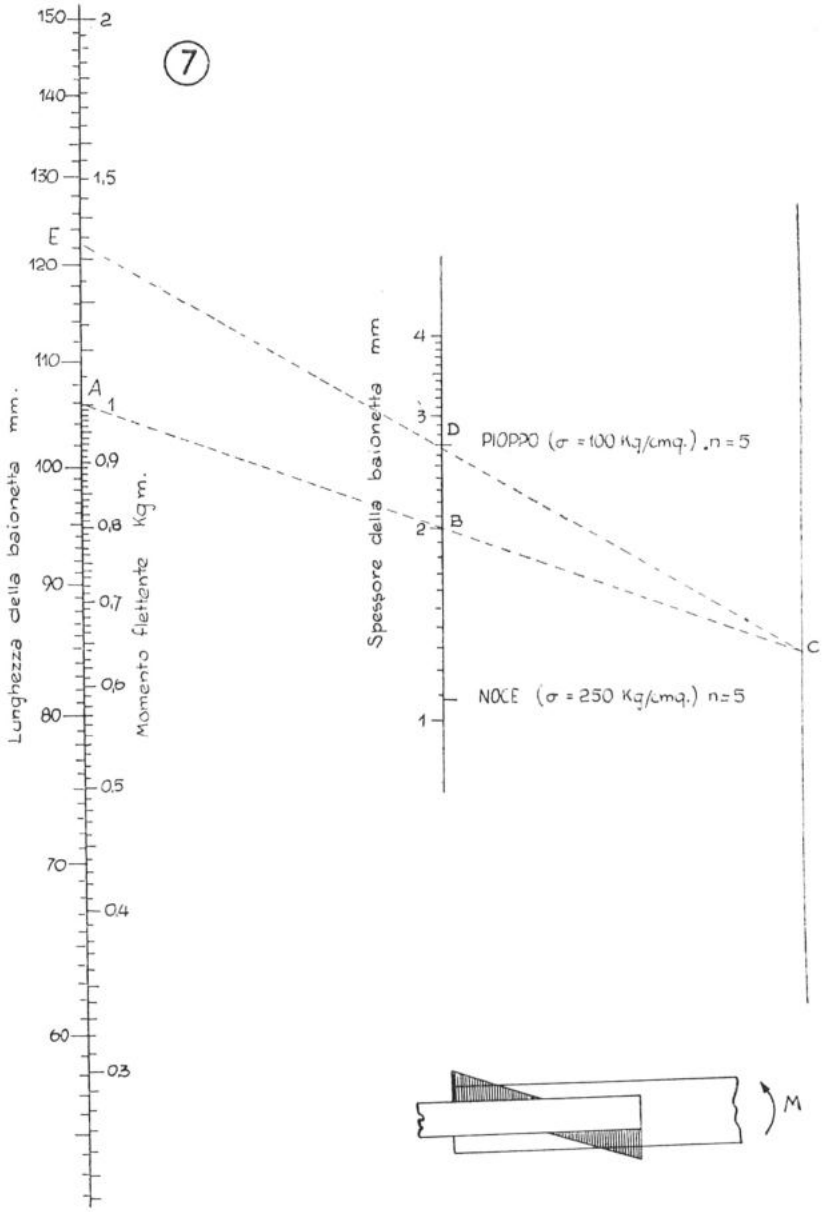

4
Coefficiente di portanza C_z
Velocità di discesa m/sec V_y
Coefficiente di resistenza C_x
Carico alare q=dmq Q/S
D
$V_y = \sqrt{\frac{Q/S\ C_x^2}{\rho/2\ C_z^3}}$

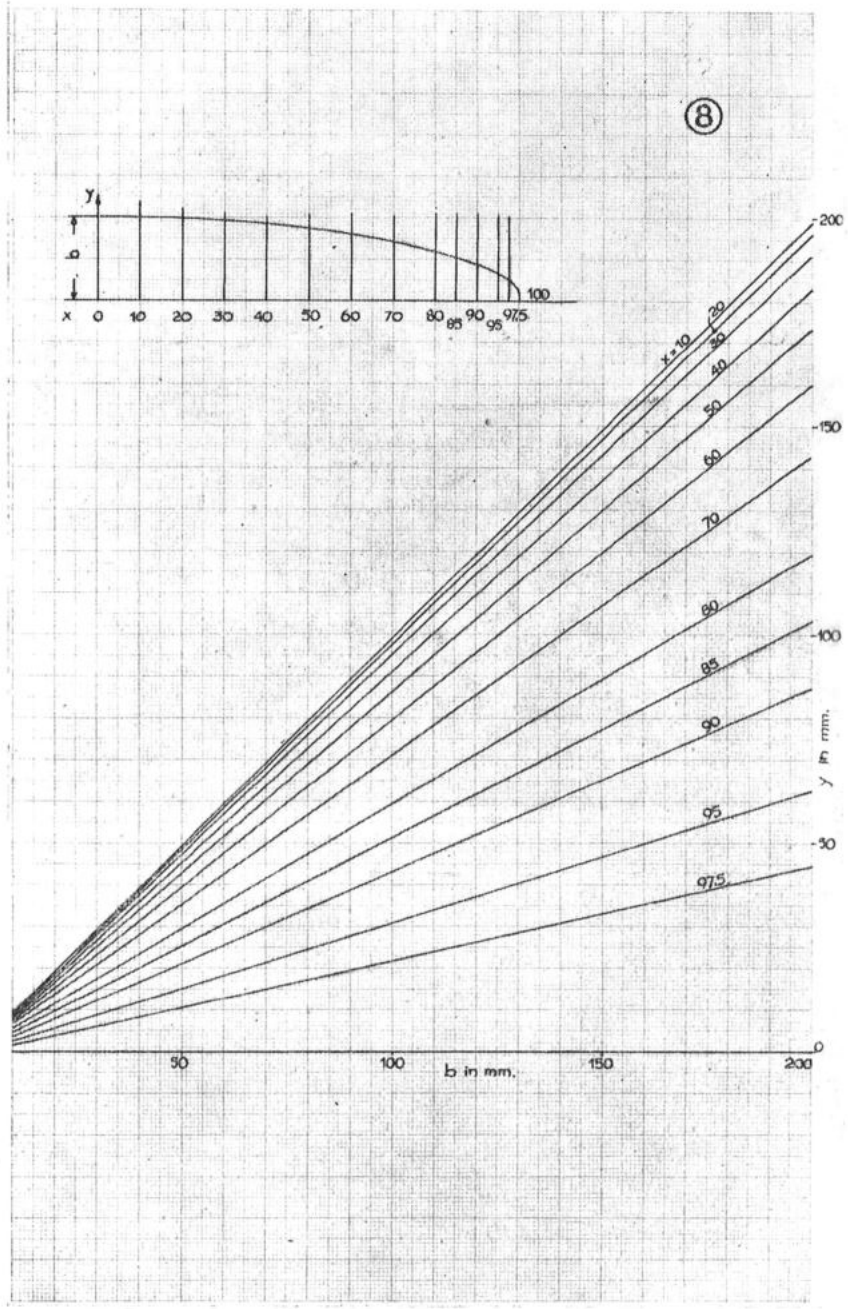
(5)


Peso ala Q = AS 1,4 λ 0,6 Kg
Allungamento alare λ
Superficie alare S mq

(6)


MATERIALE PIOPPO
q = 200 Kg/cmq
n = 5
Momento flettente Kg.m
Lunghezza del longherone mm.
Altezza del longherone mm.
Spessore dei listelli mm.
Altezza del longherone mm
A
B
C
D
F
G
H

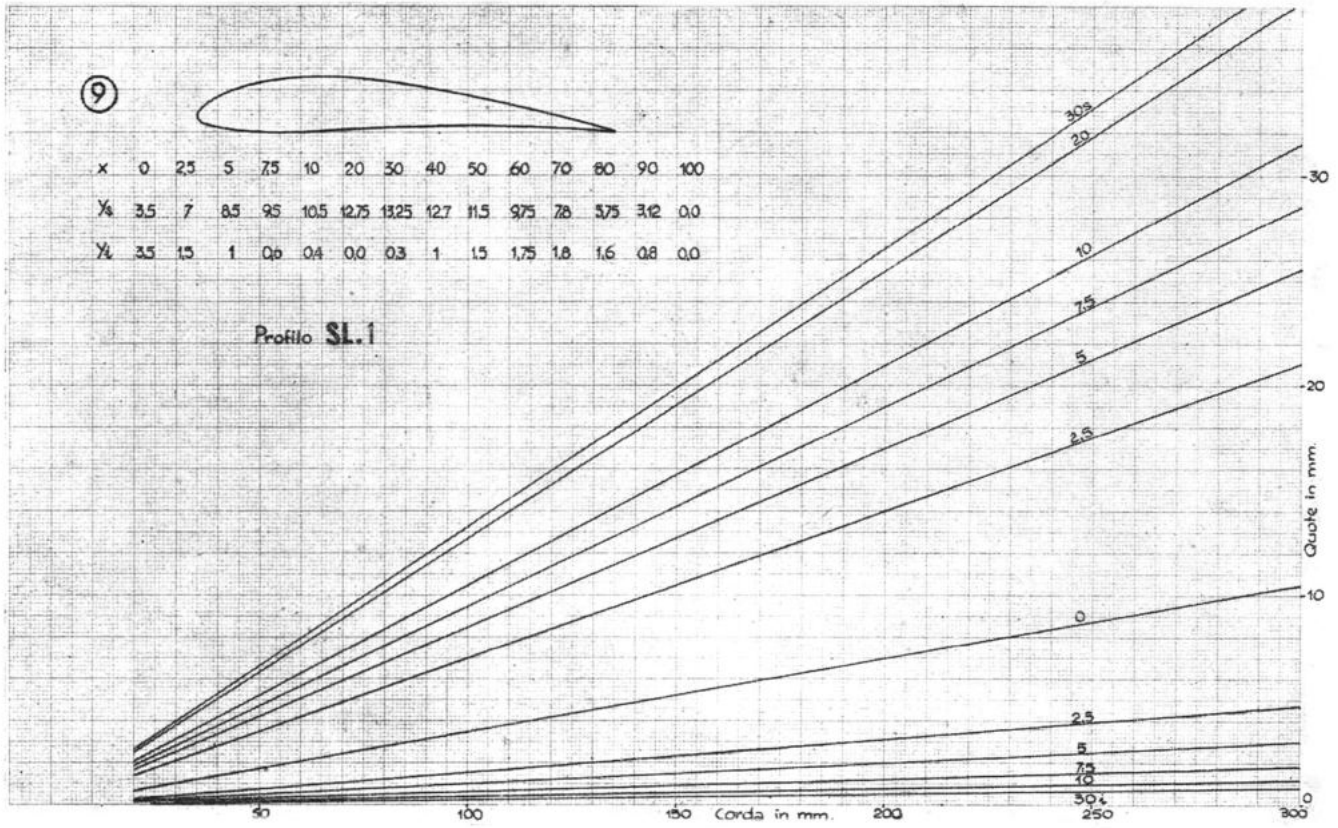

7
Lunghezza della baionetta mm.
Momento flettente Kg m.
Spessore della baionetta mm
E
A
D
B
C
PIOPPO (σ = 100 Kg/cmq.) n = 5
NOCE (σ = 250 Kg/cmq.) n = 5
M

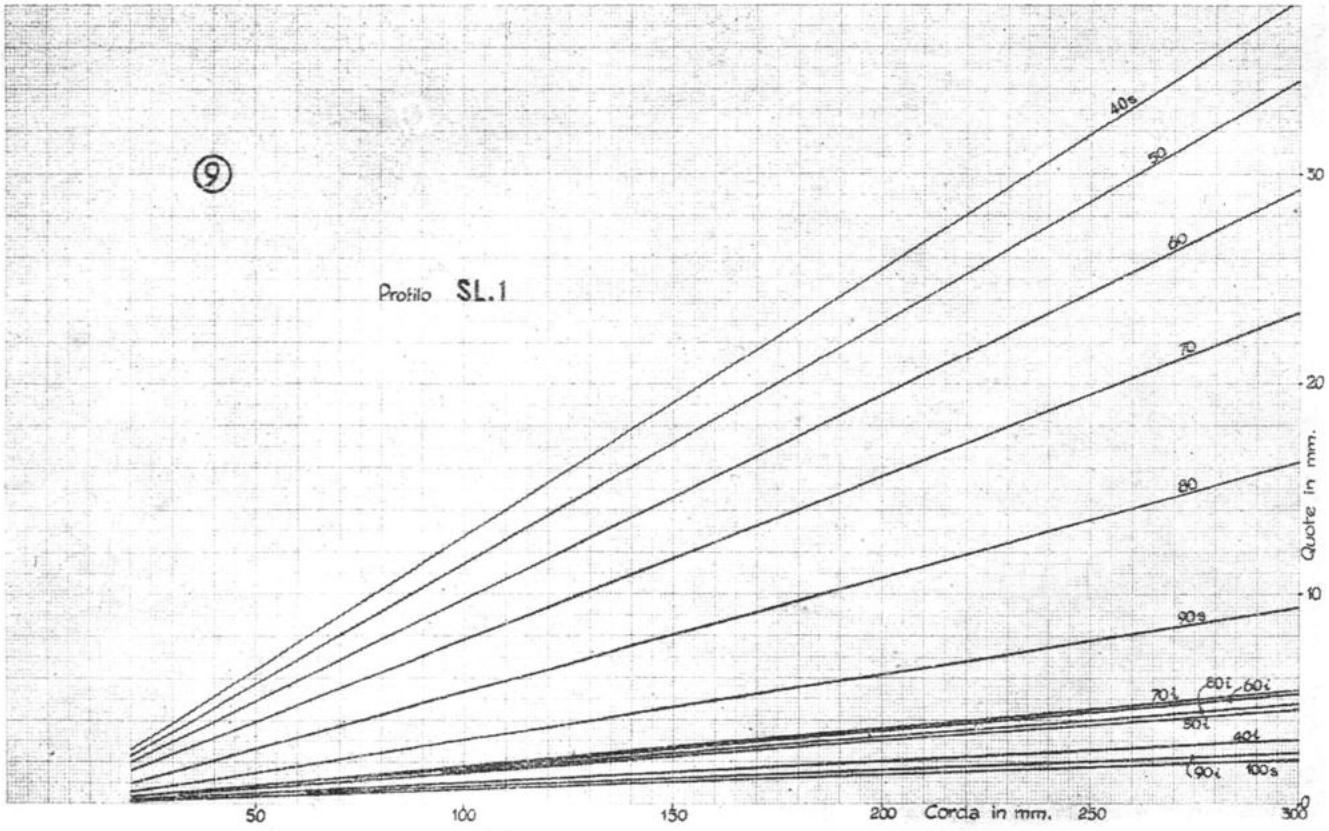

8
y
a
x 0 10 20 30 40 50 60 70 80 85 90 95 97.5 100
x = 10
20
30
40
50
60
70
80
85
90
95
97.5
200
150
100
50
0
y in mm.
50
100
150
200
b in mm.

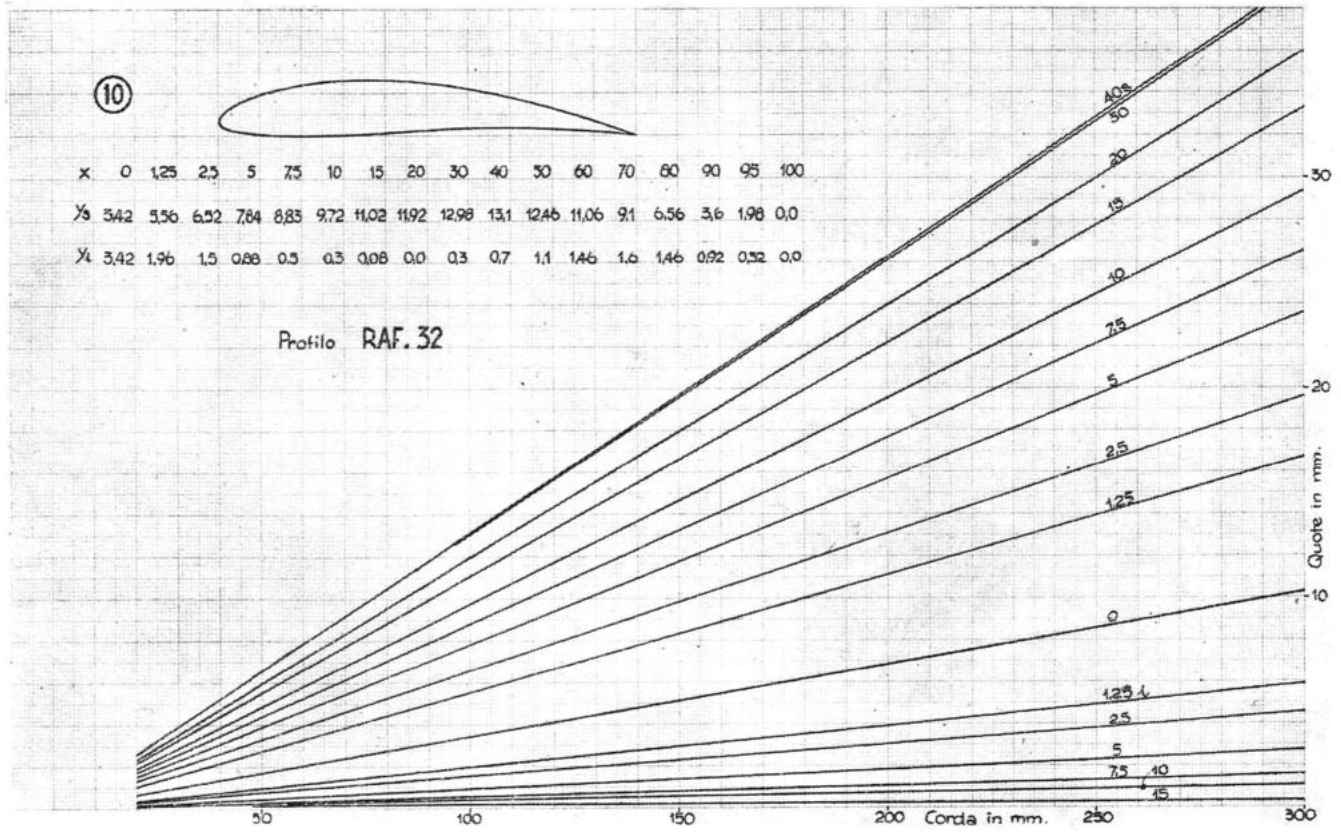
⑨

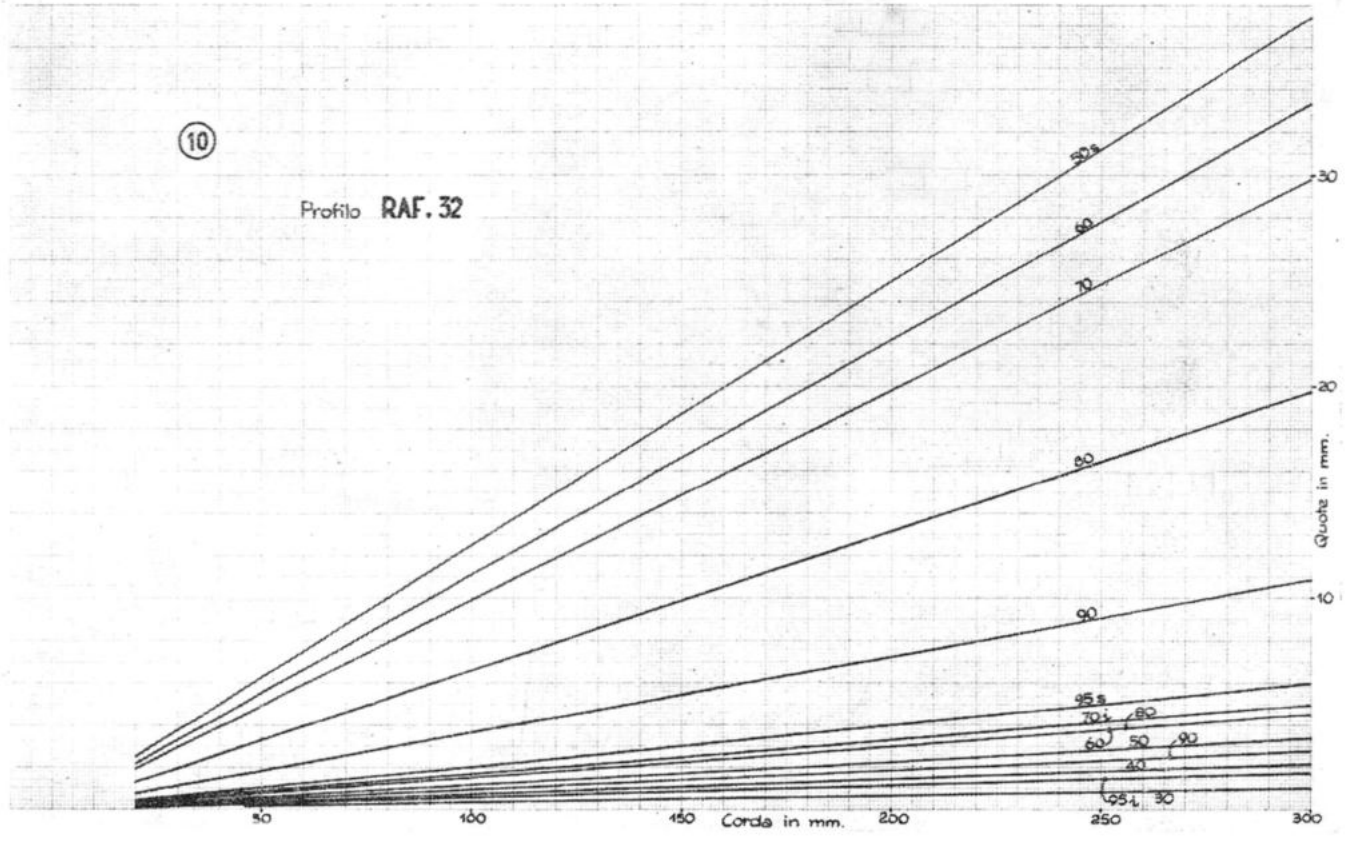
x	0	2,5	5	7,5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ya	3,5	7	8,5	9,5	10,5	12,75	13,25	12,7	11,5	9,75	7,8	5,75	3,12	0,0
Yi	3,5	1,5	1	0,6	0,4	0,0	0,3	1	1,5	1,75	1,8	1,6	0,8	0,0

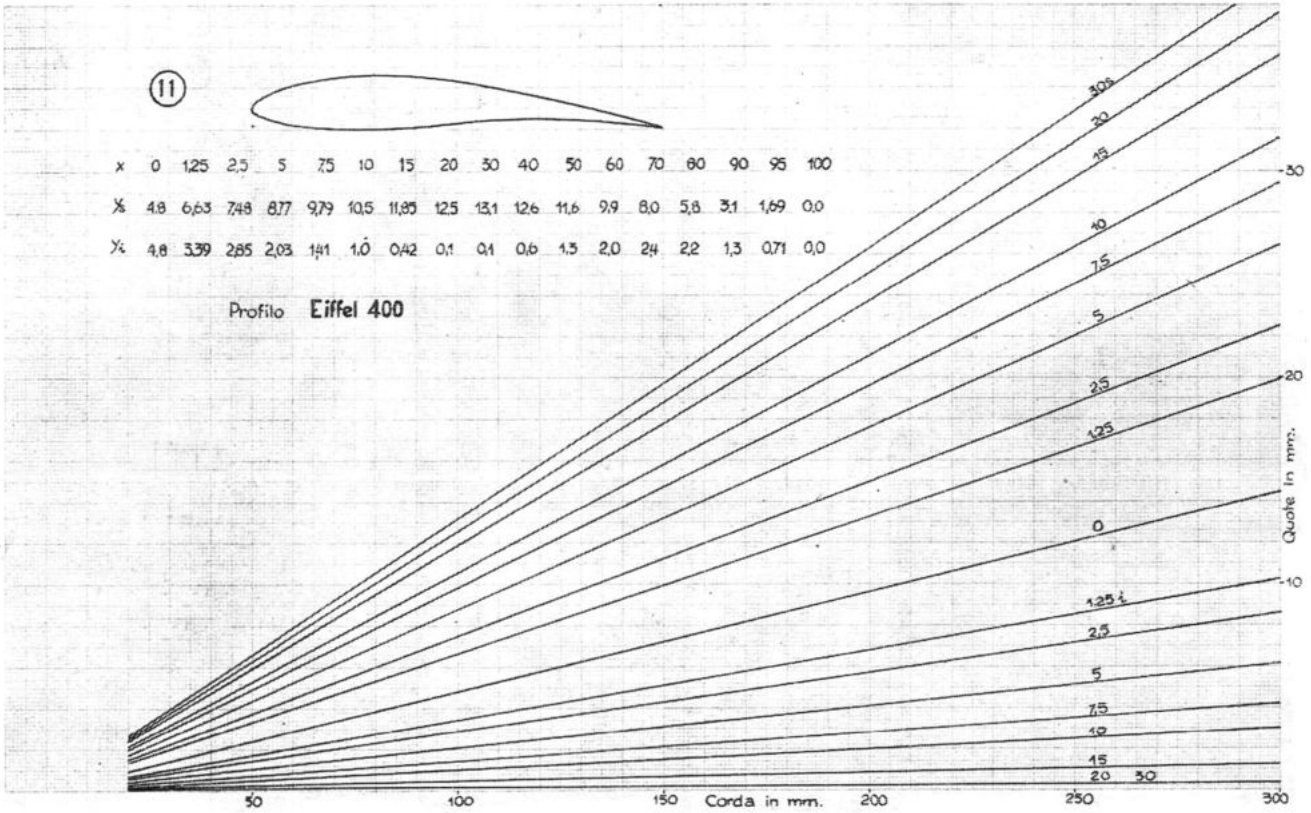
Profilo **SL. 1**



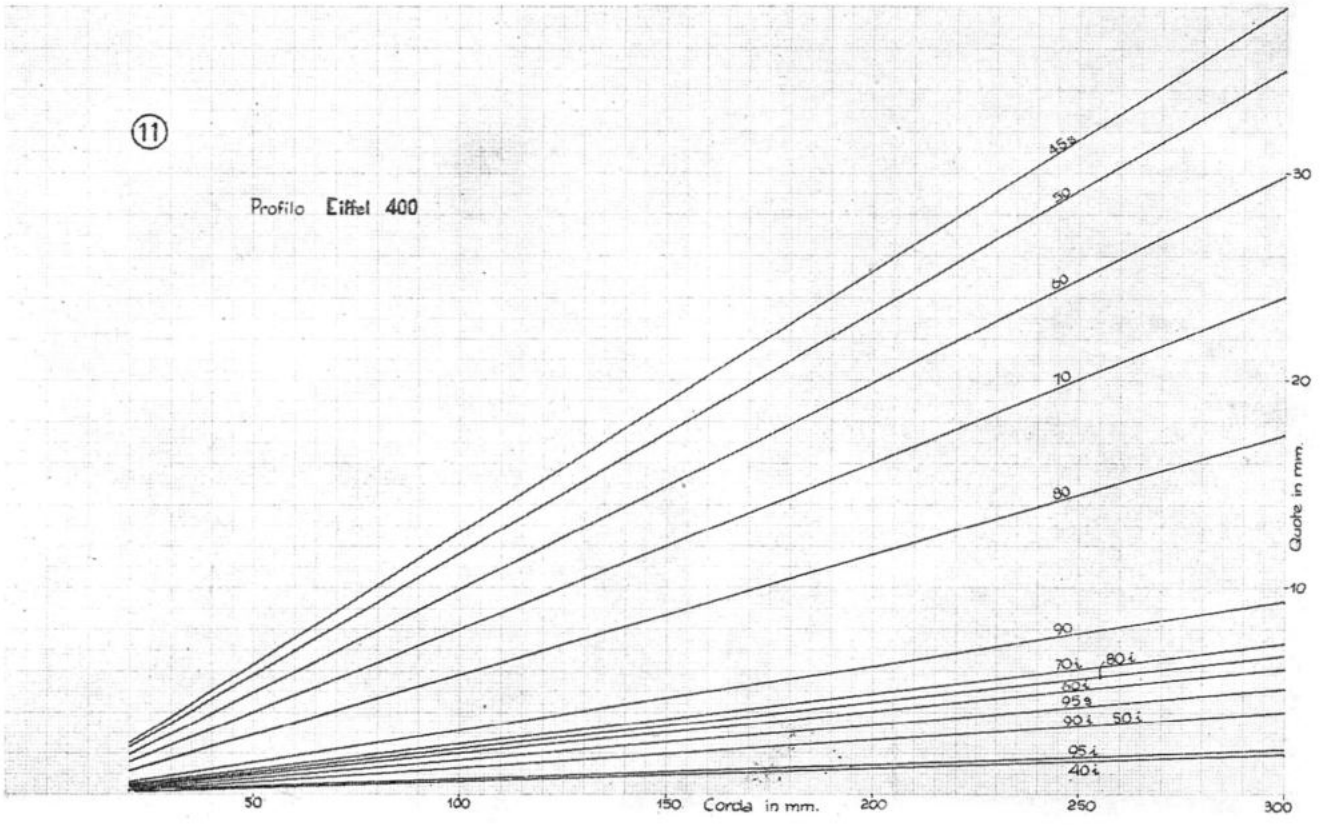

⑨
Profilo SL.1
40s
50
60
70
80
90s
70i
60t
60i
50i
40i
90i
100s
30
20
10
0
Quote in mm.
50
100
150
200
Corda in mm.
250
300


10
x 0 1,25 2,5 5 7,5 10 15 20 30 40 50 60 70 80 90 95 100
y3 3,42 5,56 6,52 7,84 8,83 9,72 11,02 11,92 12,98 13,1 12,46 11,06 9,1 6,56 3,6 1,98 0,0
y4 3,42 1,96 1,5 0,88 0,5 0,3 0,08 0,0 0,3 0,7 1,1 1,46 1,6 1,46 0,92 0,52 0,0
Profilo RAF. 32
40s
50
20
15
10
7,5
5
2,5
1,25
0
1,25
2,5
5
7,5
10
15
30
20
10
Quote in mm.
50
100
150
200
Corda in mm.
250
300


10
Profilo RAF. 32
90s
60
70
80
90
95s
70i
60
80
50
90
40
95i
30
50
100
150
Corda in mm.
200
250
300
30
20
10
Quote in mm.


11
x 0 1,25 2,5 5 7,5 10 15 20 30 40 50 60 70 80 90 95 100
Ys 4,8 6,63 7,48 8,77 9,79 10,5 11,85 12,5 13,1 12,6 11,6 9,9 8,0 5,8 3,1 1,69 0,0
Yi 4,8 3,39 2,85 2,03 1,41 1,0 0,42 0,1 0,1 0,6 1,3 2,0 2,4 2,2 1,3 0,71 0,0
Profilo Eiffel 400
30
20
15
10
7,5
5
2,5
1,25
0
1,25
2,5
5
7,5
10
15
20
30
Quote in mm.
50
100
150
Corda in mm.
200
250
300

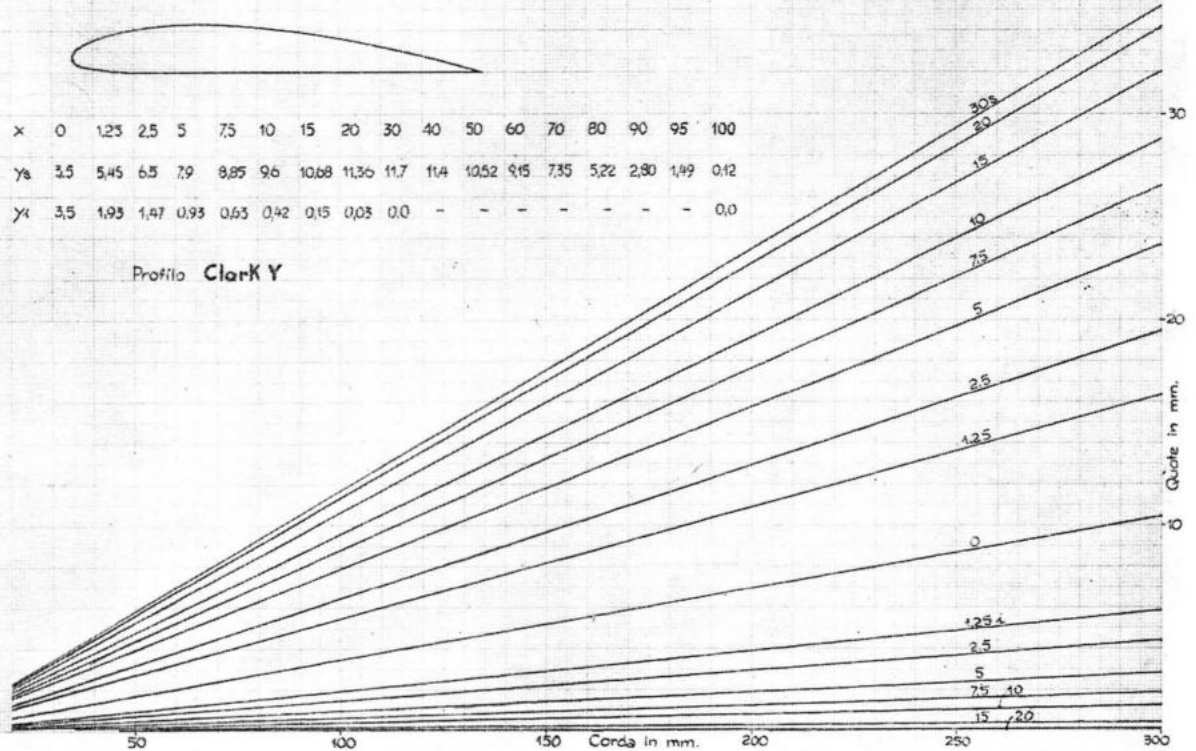
(11)

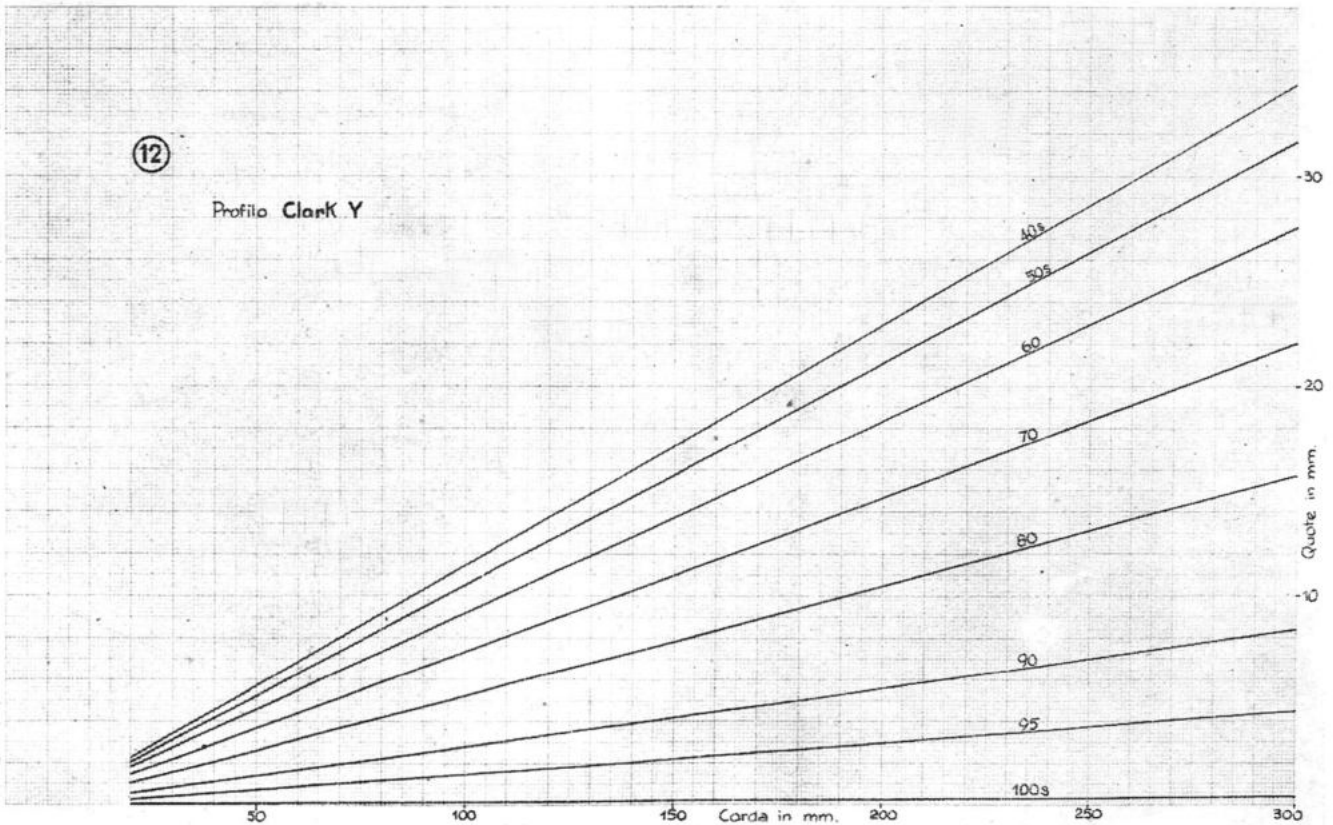

Profilo Eiffel 400
45°
50
60
70
80
90
70 i
80 i
60 i
95 g
90 i
50 i
95 i
40 i
30
20
10
Quote in mm.
50
100
150
Corda in mm.
200
250
300

(12)

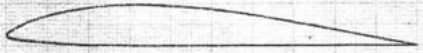
x	0	1,25	2,5	5	7,5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
ys	3,5	5,45	6,5	7,9	8,85	9,6	10,68	11,36	11,7	11,4	10,52	9,15	7,35	5,22	2,80	1,49	0,12
yi	3,5	1,95	1,47	0,93	0,63	0,42	0,15	0,03	0,0	–	–	–	–	–	–	–	0,0

Profilo **Clark Y**



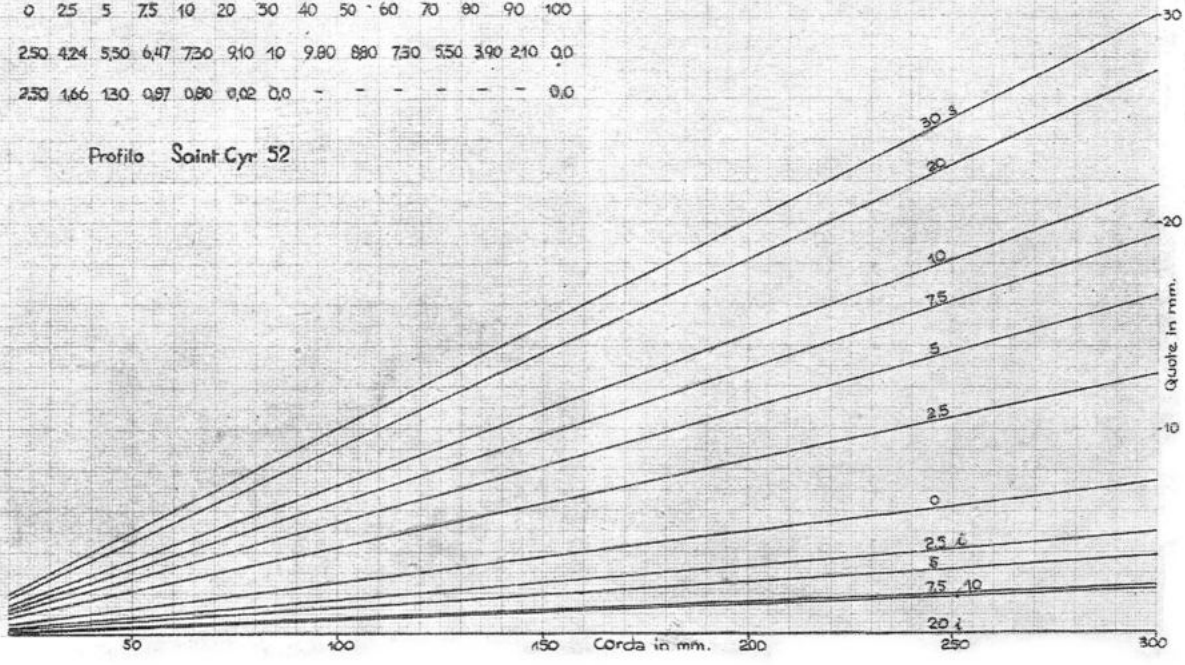

12
Profilo Clark Y
40s
50s
60
70
80
90
95
100s
30
20
10
Quote in mm.
50
100
150
Corda in mm.
200
250
300

(13)



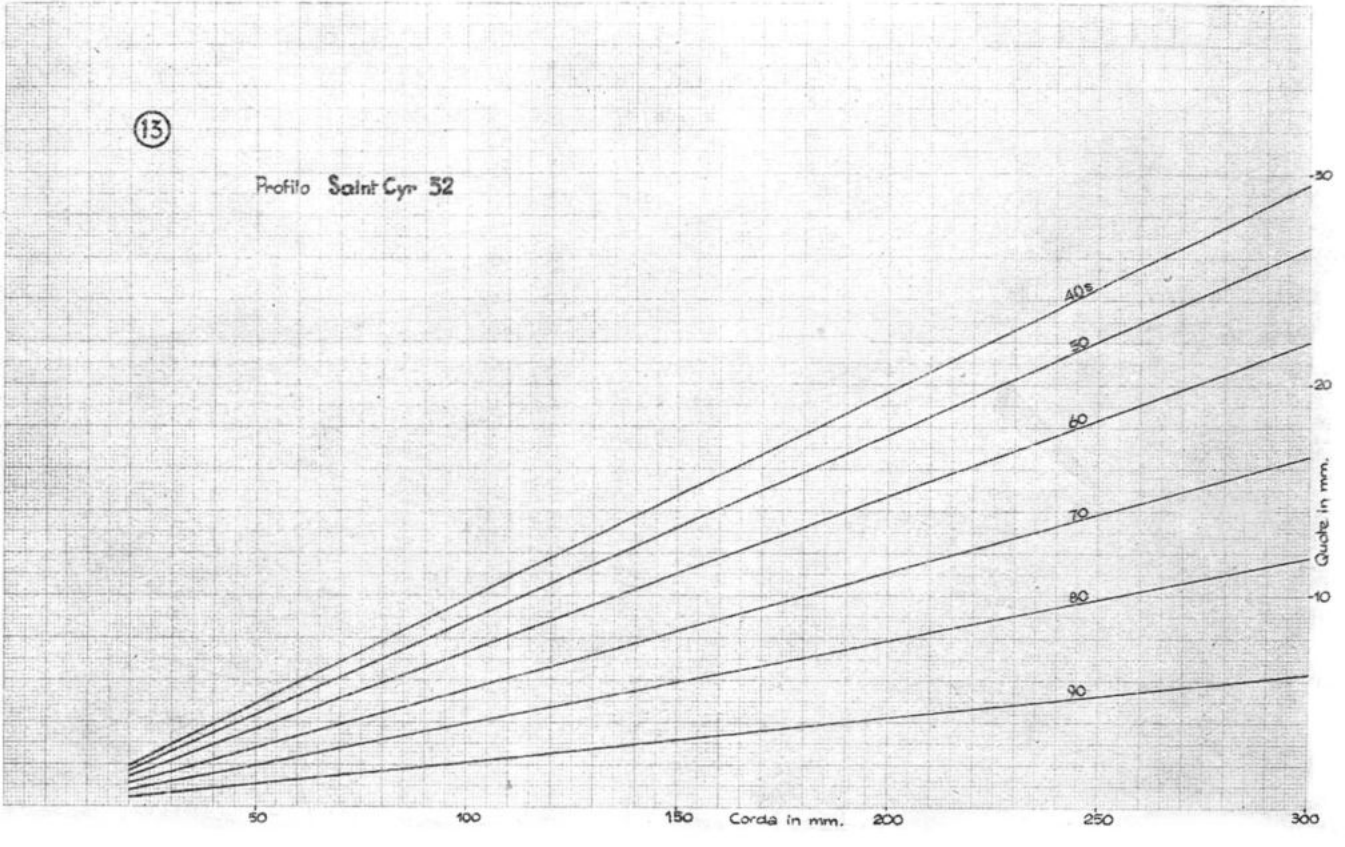
x	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y$_s$	2.50	4.24	5.30	6.47	7.30	9.10	10	9.80	8.80	7.30	5.50	3.90	2.10	0.0
y$_i$	2.50	1.66	1.30	0.97	0.80	0.02	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0

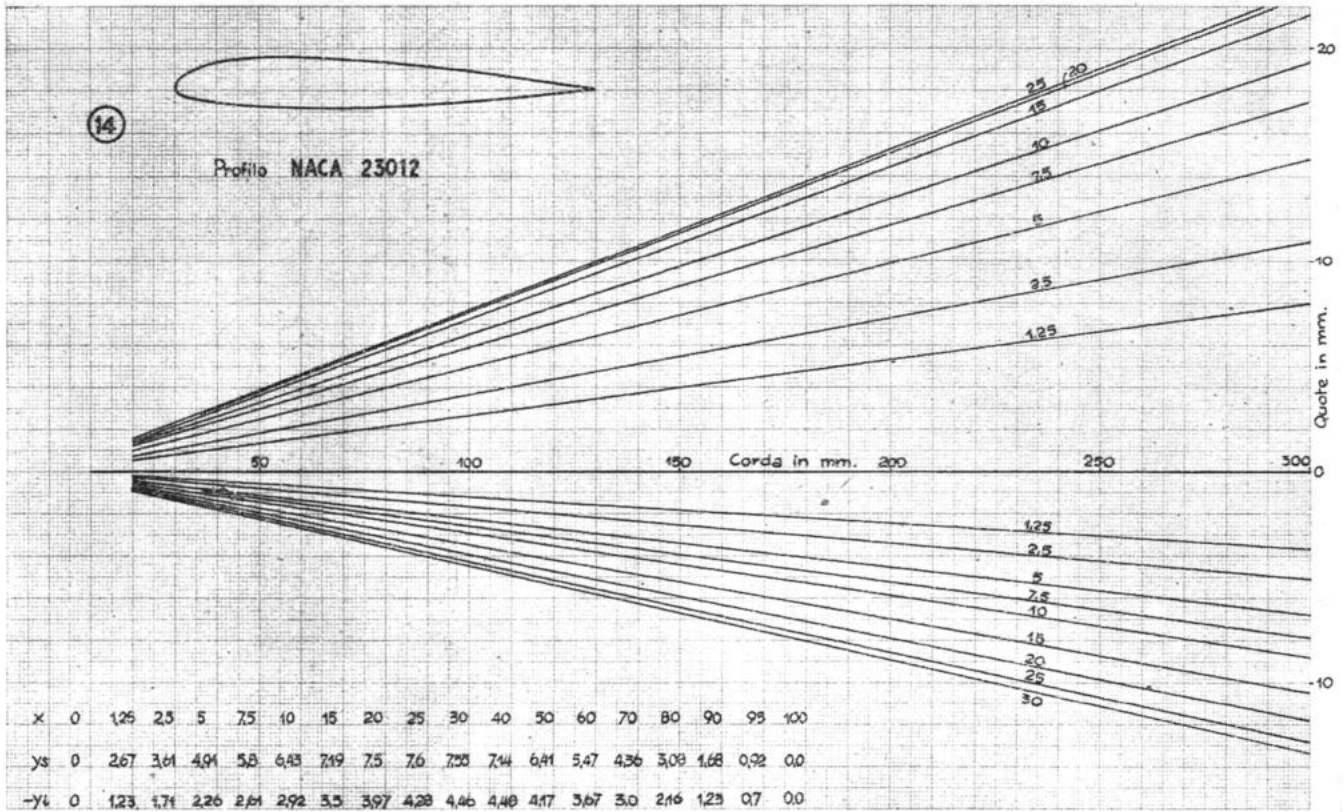
Profilo Saint Cyr 52



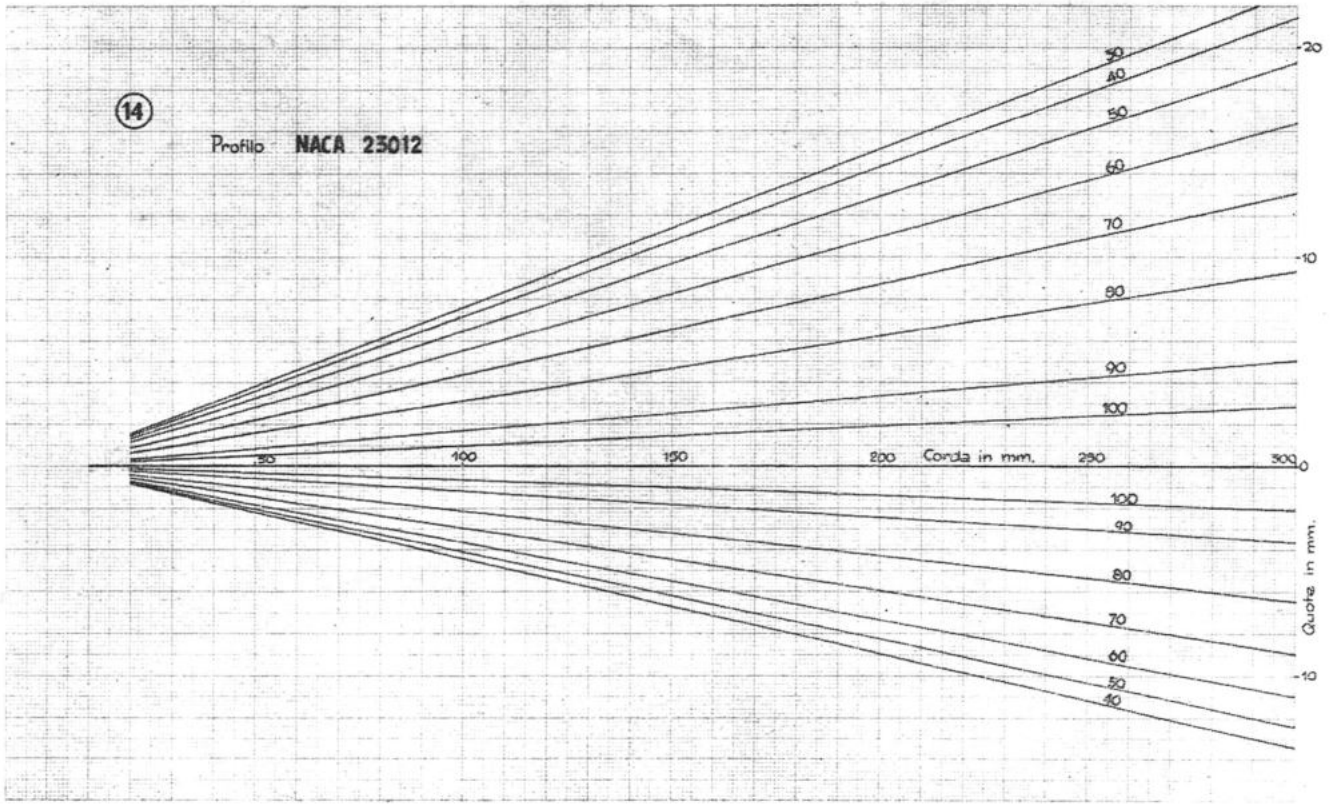
(13)

Profilo Saint Cyr 32

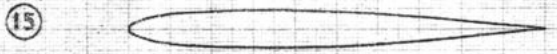




x	0	1,25	2,5	5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	95	100
ys	0	2,67	3,61	4,91	5,8	6,43	7,19	7,5	7,6	7,55	7,44	6,81	5,47	4,36	3,09	1,68	0,92	0,0
-yi	0	1,23	1,71	2,26	2,61	2,92	3,3	3,97	4,28	4,46	4,48	4,17	3,67	3,0	2,16	1,23	0,7	0,0

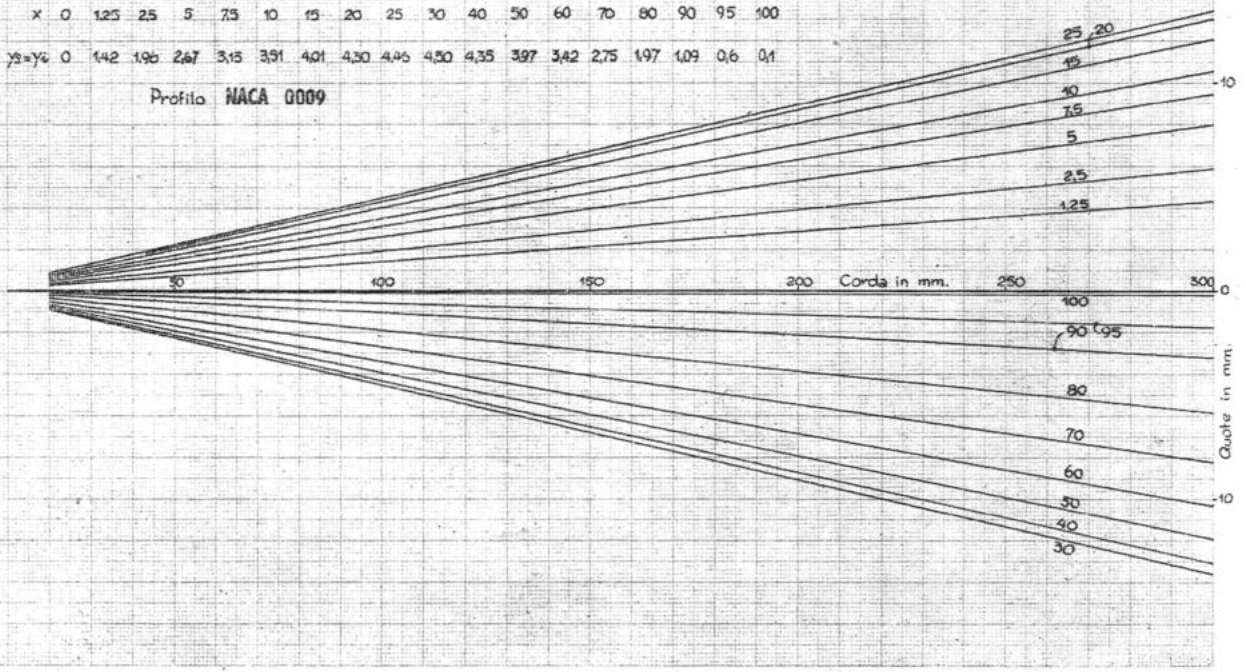

14
Profilo NACA 23012
30
40
50
60
70
80
90
100
50
100
150
200
Corda in mm.
250
300
20
10
0
10
Quota in mm.

15



x	0	1,25	2,5	5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	95	100
$y_s = y_i$	0	1,42	1,96	2,67	3,15	3,51	4,01	4,30	4,46	4,50	4,35	3,97	3,42	2,75	1,97	1,09	0,6	0,1

Profilo **NACA 0009**



RACCOLTA DI VELEGGIATORI

Presentiamo i disegni e le descrizioni costruttive di venti modelli veleggiatori già pubblicati nella rivista « L'ALA ». Reputiamo che tale raccolta possa essere utile a chi, dopo aver letto questo libro, desideri dedicarsi alla costruzione di un modello; la varietà dei tipi inclusi può, d'altra parte, soddisfare le esigenze di ogni appassionato. Nel numero de « L'ALA » in cui è stata pubblicata la recensione originale, si potranno trovare maggiori dettagli descrittivi.

Il « NIBBIO » di Silvano Macera (Livorno). **(vedi disegno a pag. 139)**

La fusoliera è formata da 19 ordinate montate su di un trave di balsa 4×12 e da otto correnti in balsa duro 4×5; il rivestimento è in balsa da 1,5. Le ordinate dell'attacco e del pattino sono in compensato da 3 mm., le rimanenti in balsa da 2 mm. Sopra il guscio in balsa, è posto un rivestimento in seta con verniciatura alla nitro. Anche il musone è in balsa duro.

L'ala ha le centine in balsa da 2,5 profilate con il NACA 6409; longherone formato da due listelli di balsa 3×7 posti per piatto e intralicciati internamente; bordo d'entrata in balsa 5×5 posto di spigolo e sagomato in opera; il dorso dell'ala è ricoperto, fino al longherone, in balsa da 2 mm.; bordo d'uscita 5×20 in balsa; ricopertura in carta da lucido sottile.

Gli impennaggi hanno costruzione analoga all'ala e sono profilati con l'Eiffel 389. La ricopertura è in pergamina sottile verniciata con tre mani di nitro trasparente come l'ala.

L'ala è calettata a +2° e il piano orizzontale a 0°.

L'« E.C. 28-44 » di Ciani Edgardo (Milano). **(vedi disegno a pag. 140)**

Caratteristiche principali: apertura mm. 3500; lunghezza mm. 1300; superficie ala dmq. 60; allungamento 25,5 peso totale gr. 1100; carico alare 19 gr/dmq; profilo alare Eiffel 400; profilo piano orizzontale Saint Cyr 52.

L'ala si scompone in quattro parti, due centrali rettangolari e due estremi rastremati. I vari pezzi sono uniti tra loro con baionette in dural. Il profilo è costante nel pezzo rettangolare per poi evolversi linearmente nel NACA 0009 a 0° all'estremità e ad un biconvesso a 0° al centro. Longheroni in abete a sezione piena. Centine a traliccio di pioppo 4×1 e nasi in balsa, costruite in in due pezzi. Bordo d'entrata in balsa 5×5; bordo d'uscita 5×20 pure in balsa. Copertura in velina verniciata con più mani di emaillite. Fusoliera a guscio su ordinate in balsa da 2 mm. e listelli in balsa 5×15 lateralmente, 3×5 superiormente e 5×5 inferiormente. Copertura in balsa da mm. 3 e 2. Timone verticale solidale con la fusoliera, in balsa, portante l'attacco per il piano orizzontale. Quest'ultimo ha un longherone in balsa da 3 mm.; centine

in balsa da 1 mm.; bordo d'entrata 4×4; bordo d'uscita 3×15. Copertura come l'ala. Al centro ha portelli per infilare la spina per il fissaggio al piano verticale e per l'accesso alla vite di regolazione dell'incidenza.

L'« R.G. 3 bis » di Ratti Giorgio (Monza). (vedi disegno a pag. 141)

Caratteristiche generali: apertura mm. 2000; lunghezza mm. 1115; superficie ala dmq. 36; peso totale gr. 400; carico alare 12,8 gr/dmq.; allungamento 11. L'ala ha un profilo Eiffel 400 a +2° che si evolve in biconvesso simmetrico all'estremità. Centine, tranne la prima in compensato da 3 mm., in tranciato di pioppo da 1 mm. Longherone a C (soletta in tranciato di faggio da mm. 0,8 e due listelli 2×4); bordo d'entrata tondino diam. 3 mm.; bordo d'uscita 3×12. Rivestimento in vergatina con due mani di emaillite e una di nitro trasparente. Baionette verticali in dural da 1 mm.

Fusoliera costruita su 17 ordinate (la prima, la quinta e la settima in compensato da 2 mm.; le altre in compensato da 1 mm., mentre la sesta in compensato da 2 mm.) portanti 4 tondini da 3 mm. e 8 da 2 mm. Rivestimento in seta giapponese tesa con tre mani di emaillite e verniciata alla nitro. Piano verticale solidale con la fusoliera (l'ultima ordinata funge da longherone) con profilo NACA 0009; centine in tranciato da 1 mm. Il piano orizzontale ha anch'esso un profilo NACA 0009, con centine in tranciato da 1 mm. Bordo d'entrata e d'uscita in tondino da 3 mm.; longherone in tranciato da 1,5. Copertura simile all'ala.

Il « PETTIROSSO » di Ghelardi Luciano (Pisa). (vedi disegno a pag. 142)

Caratteristiche principali: apertura mm. 3000; lunghezza mm. 1650; superficie ala dmq. 70,6; allungamento 12,7; apertura piano orizzont. mm. 1480; superficie piano orizzont. dmq. 20,8; allungamento piano orizzont. 10,1; peso totale gr. 1730; carico alare 24,5 gr/dmq.; diedro alare 9%; profilo alare NACA 6409 modif.; incidenza ala +2°; profilo piano orizzont. e verticale NACA 0009; incidenza piano orizzontale 0°.

La fusoliera ha le ordinate in compensato di betulla da mm. 2 (dalla 1 alla IX) e da 1.5 per le rimanenti. Pattino in compensato da mm. 5. Piano verticale solidale con la fusoliera. Rivestimento in carta lucida robusta con verniciatura alla nitro.

L'ala ha le centine in tranciato di pioppo da 2 mm.; longherone a cassetta con listelli 3×5 e anime in compensato da mm. 1; bordo d'entrata 3×3; bordo d'uscita 3×12 curvato alle estremità con tagli longitudinali; estremità in compensato. Attacco con baionetta verticale. Copertura in carta lucida finissima verniciata con tre mani di emaillite e flatting a finire. Piano orizzontale costruito in due pezzi fissati con baionette al piano verticale. Il contorno è in compensato da 1,5 alleggerito; centine in tranciato da 1,5 traforate; longherone a C con anima in tranciato da mm. 1; rivestimento in carta Movo verniciata come l'ala.

L'« URANIO » di Gino Audrei (Firenze). (vedi disegno a pag. 143)

La fusoliera è a guscio in balsa con le ordinate (dalla prima alla nona in compensato da 3 mm., dalla decima alla quindicesima in balsa duro 4-5 mm. e il resto in compensato da 1 mm.) montate su un longherone centrale a

doppio T fino alla coda e sui due listelli laterali 5×15 in balsa duro. Il pattino è in compensato da 4 mm. rinforzato con filo d'alluminio e piastra in dural. Listello inferiore e superiore, in tiglio, rispettivamente 3×5 e 3×10. Copertura in balsa da 3 mm. Musone in cirmolo. Timone verticale solidale con la fusoliera e rivestito in balsa da 2 mm. Rivestimento in seta e verniciatura alla nitro.

L'ala ha un profilo NACA 6412 a +2° evolventesi in biconvesso simmetrico a —3° all'estremità e in asimmetrico a 0° al centro. Longherone a doppio T con due listelli in tiglio 3×12 e anima in compensato da 1 mm. Centine in balsa dolce da 2-3 mm. eccetto la prima in compensato da mm. 4. Bordo d'entrata in tiglio 4×6 con rivestimento in balsa da 1,5; bordo d'uscita 8×25 in balsa sagomato in opera. Attacco con baionetta in acciaio. Rivestimento in carta da lucidi fine con verniciatura a finire di flatting dopo due mani di collante. Il piano orizzontale è fissato a quello verticale con baionette in avional da mm. 1; longherone a doppio T con due listelli in balsa duro da 3×5 e anima in tranciato da 1 mm.; centine in balsa da 2 mm.; bordo d'entrata in balsa 6×6, rivestito in balsa da 1,5; bordo d'uscita in balsa 5×15. Copertura come l'ala.

Il «BAMBI» di Moccetti Giambattista (Lugano, Svizzera) (vedi disegno a pag. 144)

Apertura alare mm. 1315; superficie ala dmq. 14,3; profilo alare Eiffel 400 a +2°; lunghezza mm. 700; apertura piano orizzontale mm. 500; superficie piano orizzontale dmq. 4,7; profilo piano orizzontale Saint Cyr 52.

Fusoliera costruita su 12 ordinate circolari (la prima in compensato da 3 mm., dalla seconda alla quarta in compensato da 1,5, dalla quinta alla sesta in compensato da 2 mm. e le rimanenti in compensato da 1 mm.) con listelli (in numero di 12) in tiglio 2×2 affioranti. Attacco con baionette orizzontali in compensato da 3 mm. Ala a pianta ellittica con profilo variante in biconvesso all'estremità con incidenza 0°. Centine in compensato da 1 mm.; longherone in tiglio 3×12 rastremato 3×4; bordo d'uscita in tiglio 2×10 curvato a caldo e rastremato a 6 mm.; bordo d'entrata in tondino da 2 mm. Il piano orizzontale ha le centine in compensato da mm. 1; longherone in tiglio 3×6; bordo d'uscita in tiglio 2×3; bordo d'entrata in tondino da 2 mm. Il piano verticale è solidale con la fusoliera ed ha le centine in compensato da 1 mm. montate sul prolungamento dell'ordinata n. 12. Copertura in carta leggera verniciata alla nitro.

L'« L. 19 » di Lazzeri (Bologna). (vedi disegno a pag. 145)

Fusoliera ricavata da due blocchi di cirmolo incollati sulla mezzeria del modello. Sagomatura esterna, indi scollamento dei due blocchi e lavorazione interna. Sistemazione delle ordinate portanti le baionette per il fissaggio dell'ala e successiva unione dei due semigusci. Verniciatura alla nitro.

Centine dell'ala in tranciato da mm. 1,5; bordo d'entrata in tiglio 3×5; longherone a C con due listelli 3×3 e anima in tranciato da 1,5; bordo d'uscita in tiglio 3×12. Piano orizzontale, leggerissimo, ha centine in tranciato da 1 mm. con bordo d'entrata 2×6 e bordo d'uscita 3×7; longherone a L ottenuto con due listelli 2×6 incollati tra loro. Piano verticale in balsa fisso al piano orizzontale; il tutto fissato alla fusoliera con anelli elastici. Ali e timoni rivestiti in pergamino robusta verniciata alla nitro.

L'« EC. 451-6 » di Enrico Cattaneo (Milano). (vedi disegno a pag. 146)

Apertura alare mm. 2530; superficie dmq. 45; allungamento 14,3; lunghezza mm. 1180; carico alare gr. 18,4 per dmq.; profilo alare Eiffel 385 a +1°; profilo piano verticale NACA 0009; profilo piano orizzontale Saint Cfr 52 a —1°.

La fusoliera è a guscio stuccata alla nitro; le due semiali hanno un longherone di spruce rastremato, centine in compensato alleggerite e copertura del bordo d'entrata in balsa. I piani di coda sono pure essi costruiti in parte in compensato e parte in balsa; la copertura è in carta velina verniciata con una mano di emaillite e una di nitro.

L'« SP. 9 » di Sergio Pennesi (Bologna). (vedi disegno a pag. 147)

L'ala ha le centine in tranciato da 1,5 mm.; longherone a C con anima in tranciato da mm. 1,5 e due listelli 3×7; bordo d'entrata 4×4,5; bordo di uscita 3×2. Le semiali sono riunite da una baionetta in dural da 2 mm. e da uno spinotto.

La fusoliera ha le ordinate in compensato da 2 mm. fino alla sesta e da 1 mm. le rimanenti. Pattino in compensato da 3 mm.; listelli laterali 3×7; superiore 3×7; inferiore 2×4; gli altri 3×3. Musone in cirmolo. Il castelletto reggi-ala è in acciaio da 3 mm. e tondini di faggio da 6 mm. Impennaggi costruiti analogamente all'ala; hanno centine in tranciato da 1.5; longherone 3×8; bordo d'uscita 3×12; bordo d'entrata tondino diam. 4 mm. Timone verticale in tranciato e pattino di coda in compensato da 3 mm. Copertura della fusoliera in carta pergamina grossa; ala e impennaggi in pergamina normale. Verniciatura alla nitro. Ala con profilo Eiffel 400 montato a +1°; stabilizzatore, profilo Eiffel 338 a 0°.

L'« Archenopterix » di Alfredo Castiglioni (Milano). (vedi disegno a pag. 148)

La fusoliera ha le ordinate in compensato da 2 mm., di betulla fino alla centrale, di pioppo le rimanenti. Pattino in compensato da 3 mm. Musone in cirmolo; rivestimento in balsa; verniciatura in emaillite.

L'ala ha le due semiali fissate alla fusoliera con baionette verticali in dural. Profilo Eiffel 400 a +4°; longherone a doppio T con solette 3×5 in tiglio e anima in tranciato di pioppo da 1 mm. Bordo d'entrata in balsa 5×10 con rivestimento in balsa da 1 mm.; bordo d'uscita in tiglio 3×12; centine a traliccio a listelli di pioppo 1×3. Rivestimento in carta velina verniciata con emaillite.

I piani di coda sono completamente in balsa. Centine da 2 mm.; longherone 3×10; bordo d'entrata 5×5; bordo d'uscita 3×14; profilo NACA 0009. Attacco con baionette verticali in compensato e regolazione con bulloncino. Rivestimento con l'ala.

L'« AM. 40 » di Aldo Montanari (Roma). (vedi disegno a pag. 149)

La fusoliera è composta di ordinate in compensato da 1,5 alleggerite, eccetto quelle di forza che sono in compensato da 3 mm. I correnti sono 4 listelli 3×5, mentre i rimanenti sono 8 tondini da 3 mm. La copertura è in pergamina doppia, verniciata con nitro rossa. Le ali, con un profilo SL.1 sono formate da centine in tranciato da 1,5 alleggerite; il bordo d'uscita in triangolare 3×12 e di entrata in 3×5; mentre il longherone, a C, è formato da un'anima in tranciato e da listelli 4×4, formanti anche l'alloggio per la baionetta in alluminio da 2 mm. I piani di coda, profilo biconvesso simmetrico, sono di costruzione analoga all'ala; il longherone è a C con listelli 2×2. Sia le ali che gli impennaggi sono ricoperti in carta pergamina sottile, tesa e verniciata con nitro trasparente.

Il « CIGNO » di A. Alinari (Firenze). (vedi disegno a pag. 150)

Caratteristiche generali: apertura mm. 1870; superficie alare dmq. 33; lunghezza mm. 1170; superficie piano orizz. dmq. 11; peso totale gr. 480; carico alare 15 gr/dmq.

La fusoliera ha quattro ordinate in comp. da 1,5 montate su un traliccio di listelli principali in balsa 4×4; a questi si aggiungono poi i quattro listelli di forma pure in balsa 4×6 con i relativi traversini a completamento della struttura. Pattino in comp. da 3 mm. Il piano verticale è costruito su un'anima di compensato da 1 mm. che entra nella fusoliera per 10 cm. Copertura in seta verniciata alla nitro.

L'ala ha le centine in balsa da 1.5 profilate con il NACA 6409 montato a +3°. Longherone a cassone con solette in tranciato da 1 mm. e listelli 4×4 in balsa. Baionette in dural da 1,5. Bordo d'entrata in balsa 4×4; bordo d'uscita 4×15; copertura in carta Movo. Il piano orizzontale ha le centine in balsa da 1.5 con profilo biconvesso asimmetrico; longherone 3×8; bordo d'entrata 3×3; bordo d'uscita 3×10; rivestimento simile all'ala; attacco all'impennaggio verticale con baionetta in dural.

L'« FC.11/47 » di Franco Castiglioni (Milano). (vedi disegno a pag. 151)

La fusoliera ha le ordinate in compensato di betulla da 3 mm. fino alla maestra, da mm. 2 le quattro seguenti e da 1,5 le altre. Correnti (in numero di 16) in pioppo 3×5 per i quattro principali e 2×3 per gli altri; pattino in compensato da 3 mm. Baionette attacco ala in avional da mm. 1. Rivestimento in seta tesa con emaillite e verniciata alla nitro.

L'ala ha le centine in tranciato da mm. 1 ricoperte superiormente e inferiormente con una costolina in impiallacciatura da 0,8. Il bordo d'entrata in balsa 6×6; longherone a doppio T in spruce con solette 2×6 e anima in tranciato da 1 mm. Ricopertura in carta velina verniciata con emaillite. Il profilo Eiffel 400 è montato all'attacco a +1° e si evolve estremità in biconvesso simmetrico a —2° e all'attacco in biconvesso asimmetrico a 0°. Il piano orizzontale ha le centine in balsa da 2 mm.; bordo d'entrata in balsa 5×5; longherone in pioppo 3×7; bordo d'uscita 3×14 in balsa. Il piano verticale ha il bordo d'entrata e di uscita in tondino di pioppo da 3 mm.; centine in balsa da 2 mm. e longherone in compensato da 1.5. Ricopertura per i piani di coda in carta velina come per l'ala.

L'« AG. 47 » di Giusti Alessandro (Pisa). (vedi disegno a pag. 152)

La fusoliera ha le ordinate in compensato da mm. 2 eccettuate la sesta, settima e ottava in compensato da 3,5. Attacco alare con baionetta in dural da 1,8; pattino in comp. da mm. 5; correnti (in numero di 12) in balsa 5×7. Piano verticale solidale con la fusoliera con baionette d'attacco del piano orizzontale. Copertura in seta verniciata alla nitro.

L'ala ha un profilo Eiffel 400 modificato montato a +2°. Longherone a cassetta con listelli di tiglio 3×5 e anime, una in tranciato da 1 mm. e l'altra in balsa da 3. Bordo d'entrata in balsa 7×12; bordo d'uscita 5×23, curvato con tagli longitudinali. Le centine sono in balsa da mm. 2; copertura in carta Movo verniciata con emaillite. Il piano orizzontale è diviso in due semipiani con attacco al piano verticale a mezzo baionette. Centine in balsa da 1,5; bordo d'entrata 4×7; bordo d'uscita 4×15; longherone a C in balsa. Profilo del piano orizzontale NACA 0009 a 0°. Copertura simile all'ala.

Il « CHIMERA » di Alfredo Castiglioni (Milano). **(vedi disegno a pag. 153)**

La fusoliera ha le ordinate fino alla centrale in compensato da 2 mm. e le rimanenti in balsa da 3 mm. mentre l'ultima (formante anche il longherone della deriva verticale) in compensato da 3 mm. Correnti inferiore e superiore in spruce 3×4; rimanenti 16 in tondino da 3 mm.

L'ala ha il longherone in spruce 5×20; bordo d'uscita 2×20 in pioppo; bordo d'entrata in balsa 5×5; centine in tranciato da mm. 1, bordate con una striscia di impiallacciatura da 0.8. Attacco alla fusoliera con baionette in dural da mm. 1. Il piano orizzontale ha un longherone in spruce 3×10; bordo d'uscita 2×10 in tiglio; bordo di entrata 5×5 in balsa; centine a traliccio in listelli di pioppo 2×1. Attacco alla deriva verticale con una baionetta in compensato da 3 mm.

Lo « STELLA DI TRINIDAD » di Francesco Gregnanin (Rovigo). **(vedi disegno a pag. 154)**

La fusoliera è costruita su una sagoma in compensato da 3 mm. corrispondente alla vista di fianco, alla quale si incastrano le ordinate. Tale struttura con aggiunti due correntini laterali 3×7 e quattro ausiliari 3×3, è ricoperta in balsa da 2.5. Anche la deriva verticale, facente parte della fusoliera, è ricoperta in balsa da 1.5.

L'ala ha uno speciale longherone costituito da due lamelle in tranciato di pioppo da mm. 1,5 larghe 35 mm. all'attacco e 10 alle estremità, irrobustite tra centina e centina da un traliccio in tranciato da 1.5 e della larghezza delle lamelle. Le centine sono in tranciato da 1.5 eccettuate le prime in compensato da 2 mm. Bordo d'entrata in tiglio 3×5 con rivestimento in balsa da 1.5; bordo d'uscita formato da una listerella di 5 mm. e da un listello di balsa 4×20 opportunamente rastremato. Il piano orizzontale ha una costruzione analoga all'ala con la differenza che le due lamelle del longherone sono diminuite in larghezza: 10 mm. al centro e 8 alle estremità; profilo Naca 0009. Fusoliera stuccata alla nitro e verniciata a finire alla nitrocellulosa. Ala e timoni ricoperti in carta Movo verniciata alla nitro.

L'« I-SIRE 30 » di Frau Cesare (Sassari). **(vedi disegno a pag. 155)**

La fusoiera ha ordinate in compensato da mm. 3 fino alla seconda porta baionette; le altre in compensato da mm. 2 alleggerite al massimo. L'ultima ordinata funge da longherone al piano verticale. Le ordinate sono unite da quattro tondini da 3 mm. e dal pattino in compensato da 3 mm.; rivestimento in agave da 1,6; baionette verticali in dural da 2 mm.

L'ala ha le centine in balsa da 3 mm. meno le prime tre, in compensato da 3 mm. Longherone costituito da due 4×6 incollati ad L; bordo d'entrata in tondino da 3 mm. rivestito in agave da 1 mm.; bordo d'uscita 3×12. Profilo Schuckowski a +2°. Il piano orizzontale ha le centine in balsa da 2 mm. eccetto le prime due in compensato da mm. 3; fissaggio alla fusoliera con una baionetta in compensato. Bordo d'entrata in balsa, formante per 1 cm. il naso delle centine; bordo d'uscita pure in balsa sagomato in opera. Ali e fusoliera ricoperte in carta da lucido, i timoni in carta Fram. Il tutto verniciato con tre mani di flatting.

Il «SANGUE E ARENA » di Antonio Canestrelli (Napoli) **(vedi disegno a pag. 156)**

La fusoliera è costruita a guscio, ricavandola dal blocco fino all'altezza del bordo d'uscita alare: il resto presenta uno scheletro di 4 listelli 5×5 in balsa duro, alcune ordinate da 4 mm. e una ricopertura lavorante realizzata con tavolette di balsa da 2 mm. Il tutto stuccato e verniciato alla nitro.

L'ala, profilata con il Raf. 32, varia in piano convesso all'attacco e all'estremità. Centine in balsa da 2 mm.; bordo d'attacco e d'uscita rispettivamente 6×10 e 5×18; longherone a C con soletta in balsa duro da 3 mm. e due listelli 4×4. Copertura in carta Movo. Gli impennaggi, fissi tra loro, e fissati alla fusoliera con legature elastiche, sono in balsa con le medesime dimensioni dell'ala; il verticale è smontabile per mezzo di due spinotti da 4 mm. Copertura come l'ala, eccetto il piano verticale ricoperto in seta. Attacco alare con baionetta in dural da 1.8 mm.

Il « RO-500 » di Giacomo Ferrara (Pavia). **(vedi disegno a pag. 157)**

La fusoliera ha le ordinate in compensato, dalla VII alla XIII (comprese) da 1 mm.; la I, V e VI in 4 mm.; la II, III e IV in 2 mm. Pattino in compensato da 3 mm. I listelli principali sono quattro 3×5, mentre la forma è assicurata da tondini da 3 mm. La deriva fa parte della fusoliera: longherone formato dal prolungamento dell'ordinata XIV (in compensato 2 mm.); bordo d'entrata 3×3; bordo d'uscita in compensato da 1 mm.; centine, in tranciato di pioppo da 1 mm., mentre la II e la III sono in compensato da 2 millimetri.

L'ala ha un profilo Eiffel 400 a +2° evolventesi in biconvesso simmetrico all'attacco e alle estremità. Bordo d'entrata 3×4; bordo d'uscita 2×15; centine in tranciato da 1 mm.; longherone a C con anima in tranciato da 1 mm. e solette 3×5. Attacco alla fusoliera con due baionette in avional da 1 e 2 mm. Copertura in carta Movo.

Il piano orizzontale ha un profilo NACA 0009 a 0°. Longherone in tondino da 5 mm.; bordo d'entrata in tondino da 3 mm. Rivestimento d'uscita in tranciato 2×10; centine in tranciato da 1 mm. Rivestimento in carta Movo. Il peso totale in ordine di volo è di gr. 680.

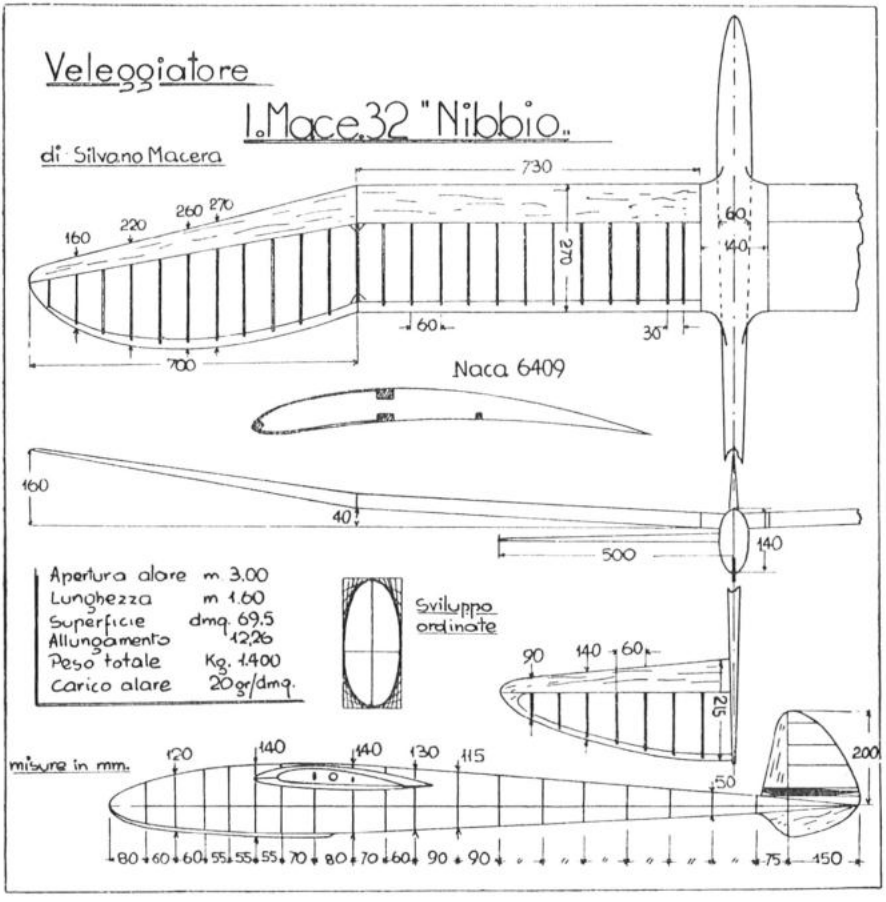
Il « BORA » di Arturo Valenti (Trapani). **(vedi disegno a pag. 158)**

Caratteristiche generali: apertura mm. 3000; superficie ala dmq. 74; allungamento 12,1; profilo alare Raf 32 a +2°; lunghezza mm. 1750; superficie piano orizzontale dmq. 26; allungamento piano orizzontale 5; profilo piano orizzontale Saint Cyr 52 a —1°; apertura piano orizzontale mm. 1200; carico alare 20 gr/dmq.; peso totale gr. 1483.

La fusoliera è a guscio con ordinate in compensato da mm. 1 e rivesti-

mento in balsa da mm. 2. Il pattino è in compensato da mm. 5. Il tutto rifinito con carta vetro, stucco e verniciatura alla nitro.

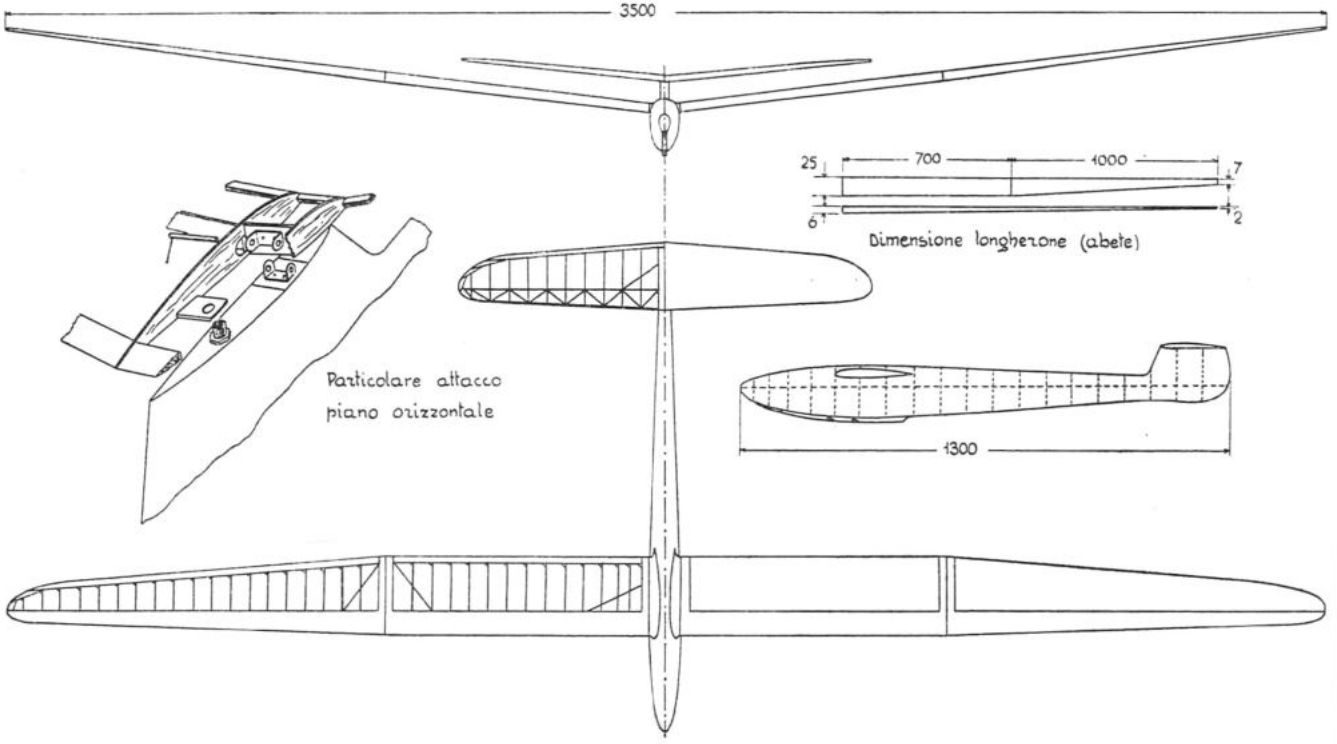
L'ala ha le centine a traliccio con listelli di pioppo 2×2; il bordo d'entrata è un listello di pioppo 5×10 rivestito in tranciato da 0,5; longherone a cassone con anime in tranciato da mm. 1 e solette in tiglio 4×4; bordo d'uscita 4×20; baionette in dural da 2 mm. Degli impennaggi, il piano verticale ha costruzione mista in balsa e pioppo. Il bordo d'entrata è costituito da un lisello 1×20 al quale, fra centina e centina, si incolla un blocchetto di balsa sagomato in opera. Bordo d'uscita in compensato da 1,5; centine in tranciato da 1,5. Il piano orizzontale ha costruzione simile all'ala. Centine a traliccio in listelli di pioppo 1,5×1; bordo d'entrata rivestito in pioppo da 0,5; bordo d'uscita 3×12; longherone a cassone con listelli 2×2 e anime in tranciato da 0,5. Rivestimento simile a l'ala.


Veleggiatore
I.Mace.32 "Nibbio"
di Silvano Macera
730
160
220
260
270
270
60
140
60
30
700
Naca 6409
160
40
500
140
Apertura alare m 3.00
Lunghezza m 1.60
Superficie dmq. 69.5
Allungamento 12,26
Peso totale Kg. 1.400
Carico alare 20gr/dmq.
Sviluppo ordinate
90
140
60
215
misure in mm.
120
140
140
130
115
50
200
80
60
60
55
55
55
70
80
70
60
90
90
75
150

E.C. 28-44

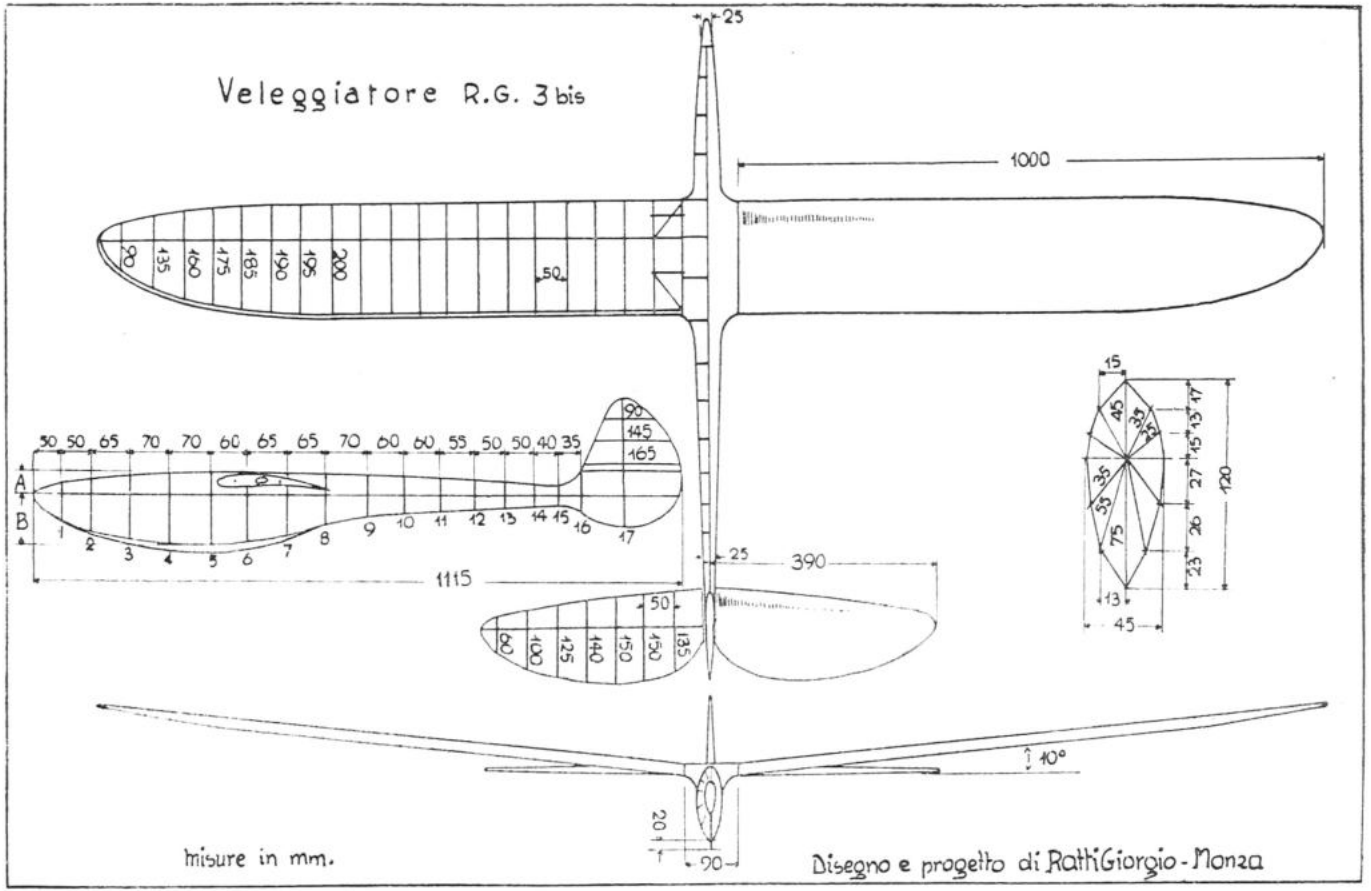


Sezione alare

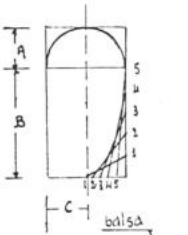


Misure in mm.

Scala 1:20


Veleggiatore R.G. 3 bis
25
1000
90 135 160 175 185 190 195 200
50
30 50 65 70 70 60 65 65 70 60 60 55 50 50 40 35
90 145 165
A
B
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
1115
25
390
50
60 100 125 140 150 150 135
15
45 35 25 15 17
35 35 27 26 23
75
13
45
120
10°
20
90
misure in mm.
Disegno e progetto di Ratti Giorgio - Monza

IL " PETTIROSSO "



DIMENSIONI CENTINE ALARI

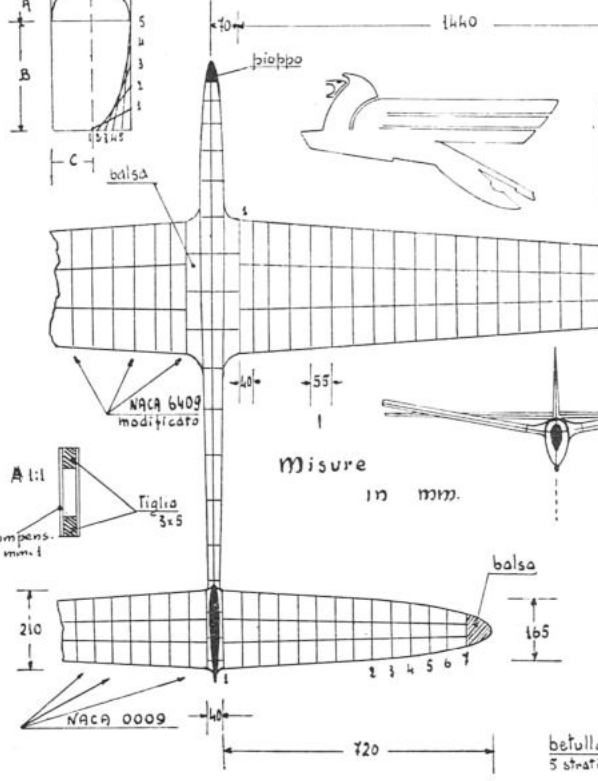
N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	175	104	98	93	86	79	69	55	34
B	115	70	66	61	56	50	42	29	25

DIMENSIONI ORDINATE FUSOLIERA

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	12	21	26	29	31	32	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	9
B	45	60	71	80	88	93	91	88	81	73	65	56	47	38	31	24	19	15
C	17	23	27	29	etc.													

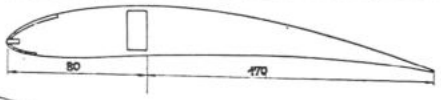
DIMENSIONI CENTINE STABILIZZATORE

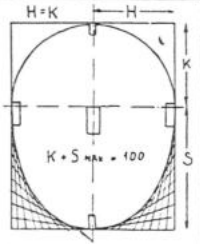
N°	1	2	3	4	5	6	7
A	105	82	78	72	65	56	42
B	75	59	57	52	46	37	25



PROGETTO E DISEGNO DI LUCIANO GHELARDI

veleggiatore da grande gara "URANIO"





schema disegno ordinate

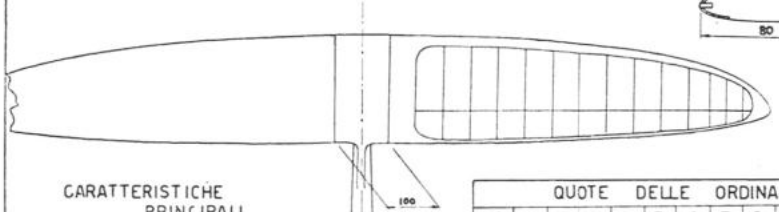
CARATTERISTICHE PRINCIPALI

apertura alare m 3.50
lunghezza fuoritutto m. 1.50
apertura stabilizzatore m. 1,50

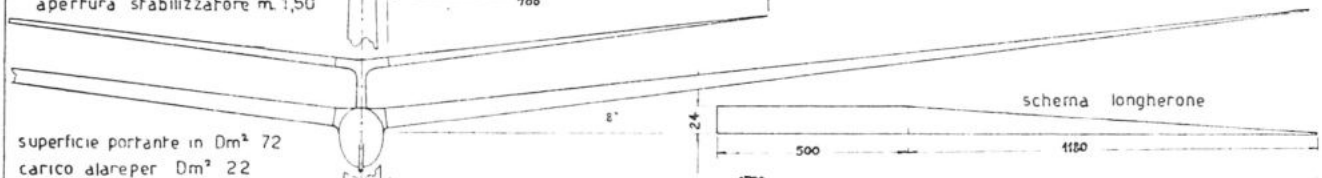
superficie portante in Dm² 72
carico alareper Dm² 22

peso totale in Kg 1,600 circa
profilo alare N.A.C.A 6412 a+2°
profilo stabilizzatore NACA M 2 ½
diedro alare 8°

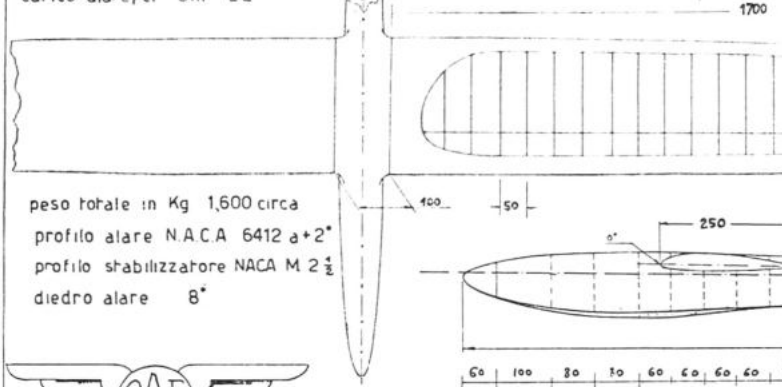
QUOTE DELLE ORDINATE																	
N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
H-K	15	31	34	39	40	41	40	38	35	30	26	23	20	17	15		
S	50	62	65	64	63	63	60	59	54	50	46	40	35	31	28	35	50

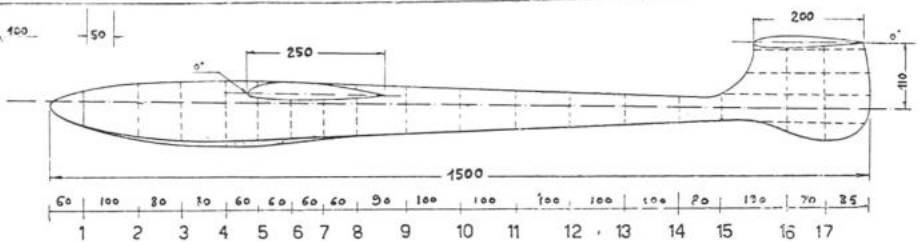




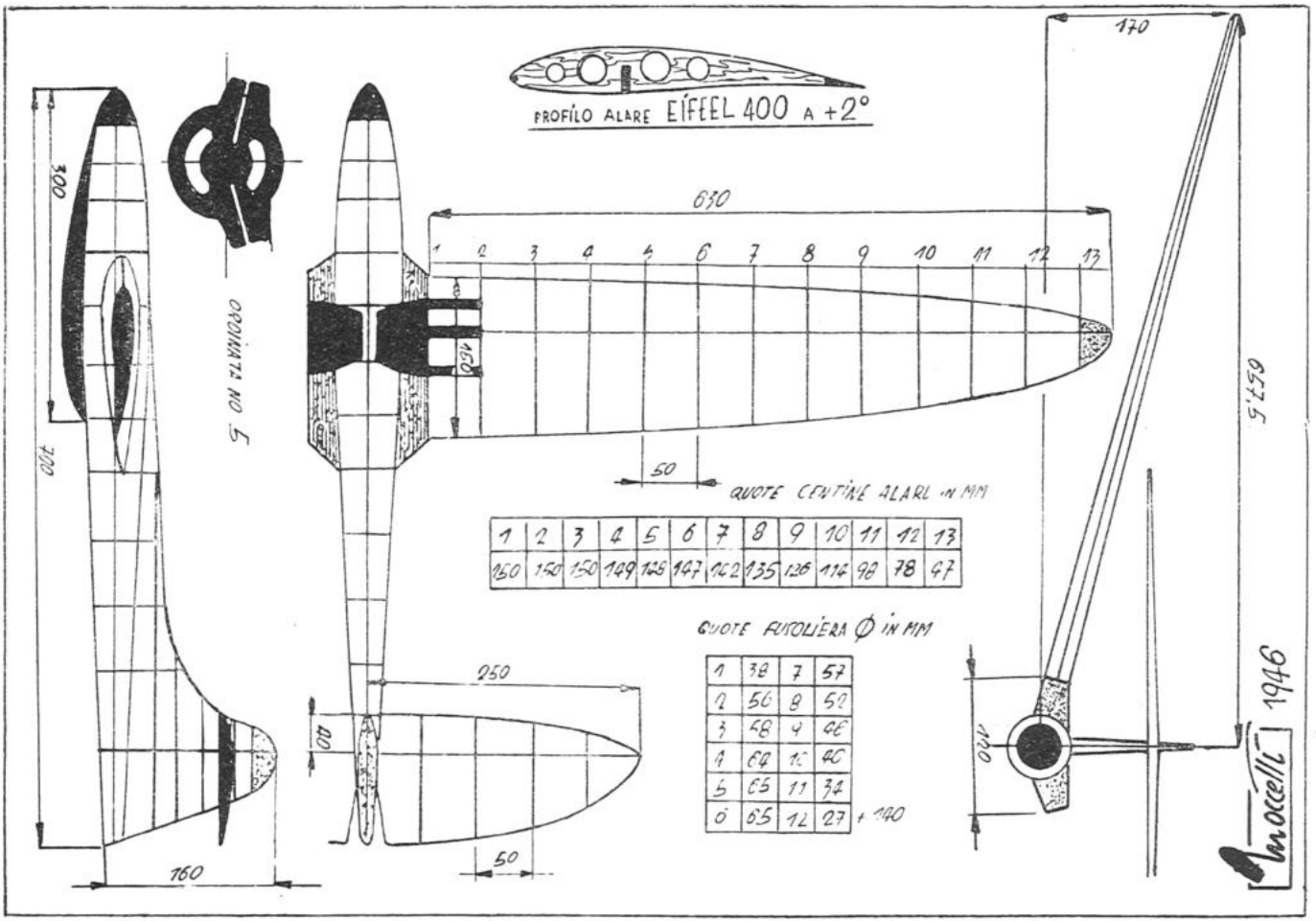


schema longherone





progetto e disegno di Gino ANDREI - 1946



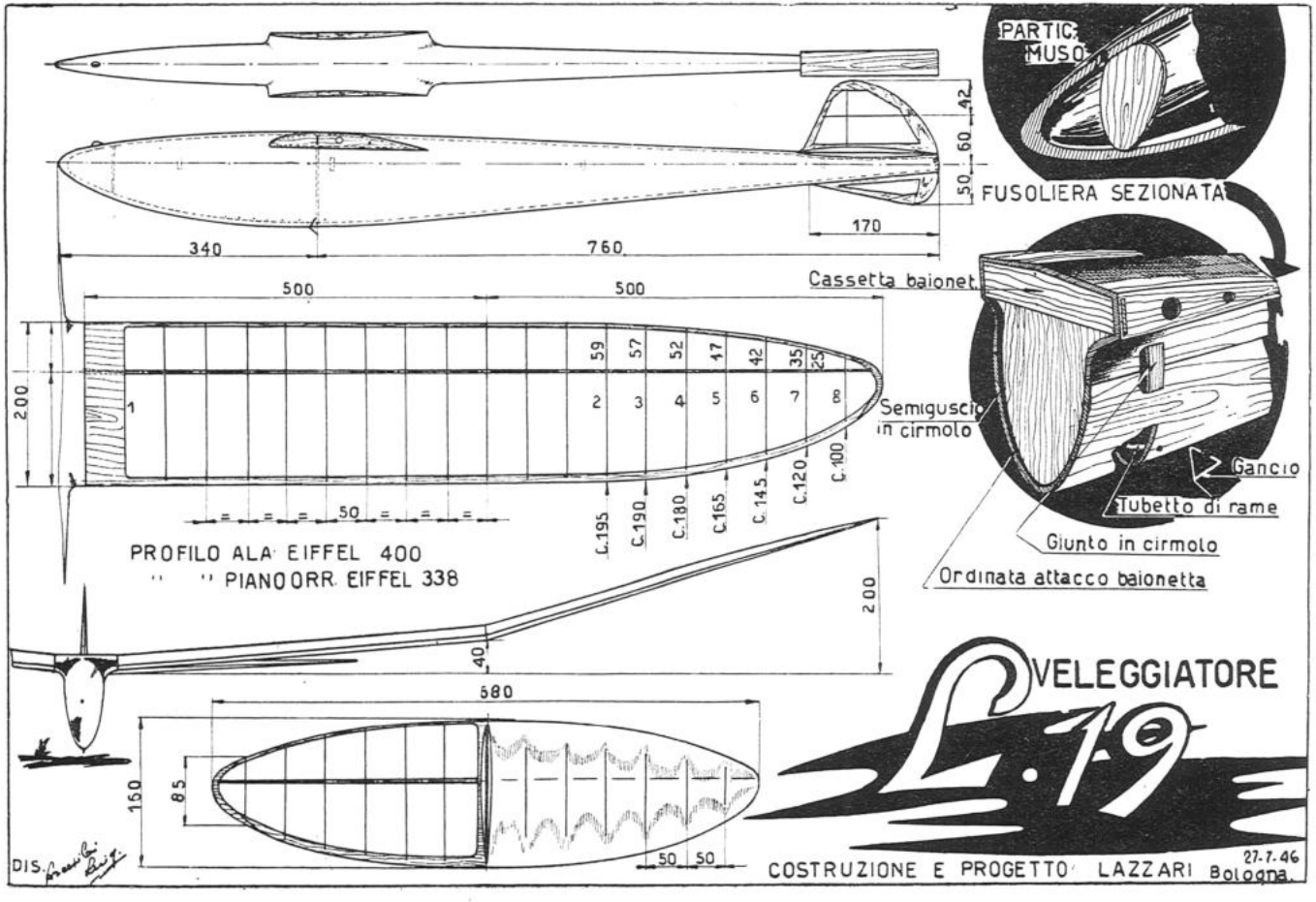
QUOTE CENTINE ALARI IN MM

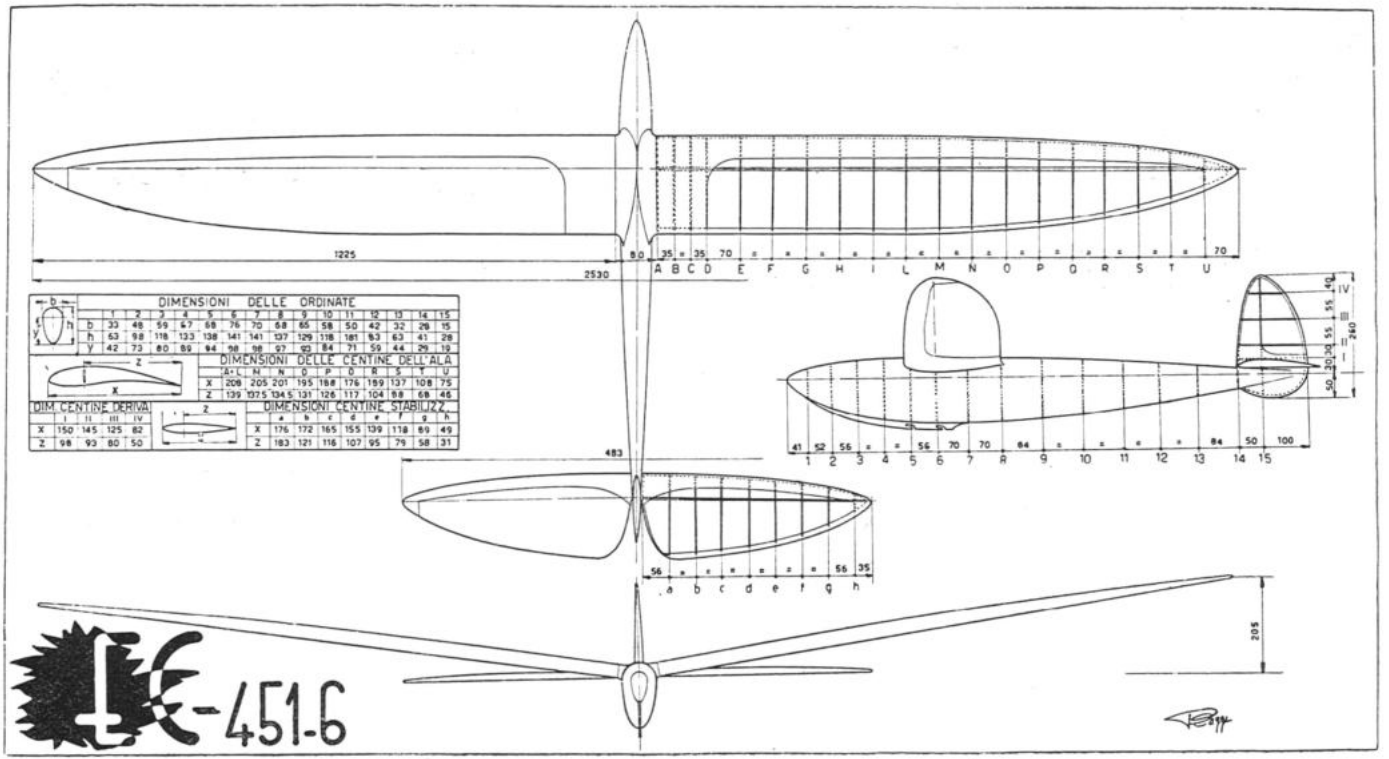
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
150	150	150	149	146	147	142	135	126	114	98	78	47

QUOTE FUSOLIERA Ø IN MM

1	38	7	57
2	56	8	52
3	58	9	46
4	60	10	40
5	65	11	32
6	65	12	27

+ 140


PARTIC. MUSO
FUSOLIERA SEZIONATA
Cassetta baionet.
Semiguscio in cirmolo
Gancio
Tubetto di rame
Giunto in cirmolo
Ordinata attacco baionetta
340
760
170
500
500
200
50
PROFILO ALA EIFFEL 400
'' '' PIANO ORR. EIFFEL 338
580
160
85
50 50
VELEGGIATORE
L.19
COSTRUZIONE E PROGETTO LAZZARI Bologna.
27.7.46
DIS.



DIMENSIONI DELLE ORDINATE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
b	33	48	59	67	68	76	70	68	65	58	50	42	32	28	15
h	63	98	118	133	138	141	141	137	129	118	101	83	63	41	28
y	42	73	80	89	94	98	98	97	93	84	71	59	44	29	19

DIMENSIONI DELLE CENTINE DELL'ALA

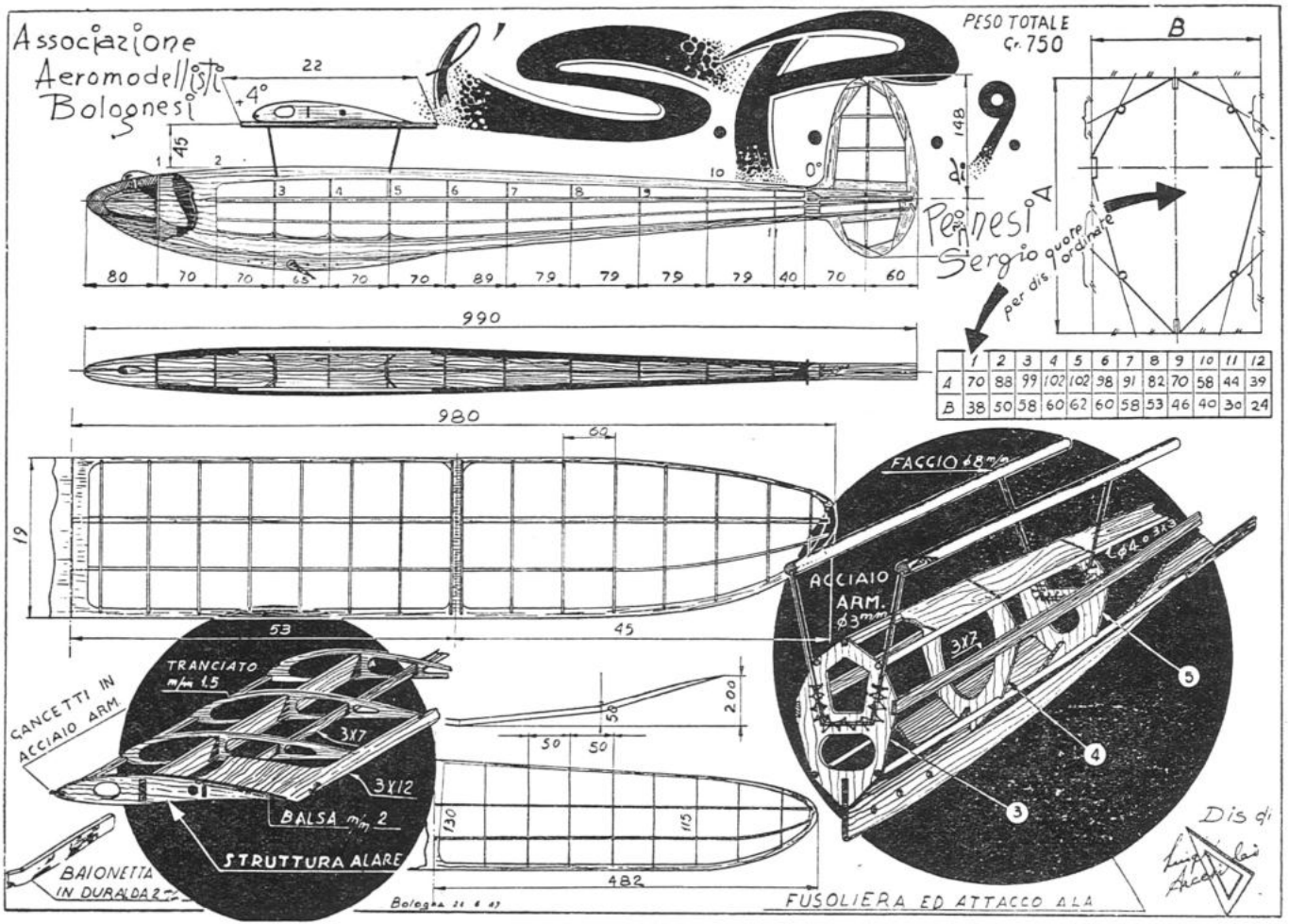
	A-L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
X	208	205	201	195	188	176	169	137	108	75
Z	139	1375	134.5	131	126	117	104	88	68	46

DIM. CENTINE DERIVA

	I	II	III	IV
X	150	145	125	82
Z	98	93	80	50

DIMENSIONI CENTINE STABILIZZ.

	a	b	c	d	e	f	g	h
X	176	172	165	155	139	118	89	49
Z	183	121	116	107	95	79	58	31

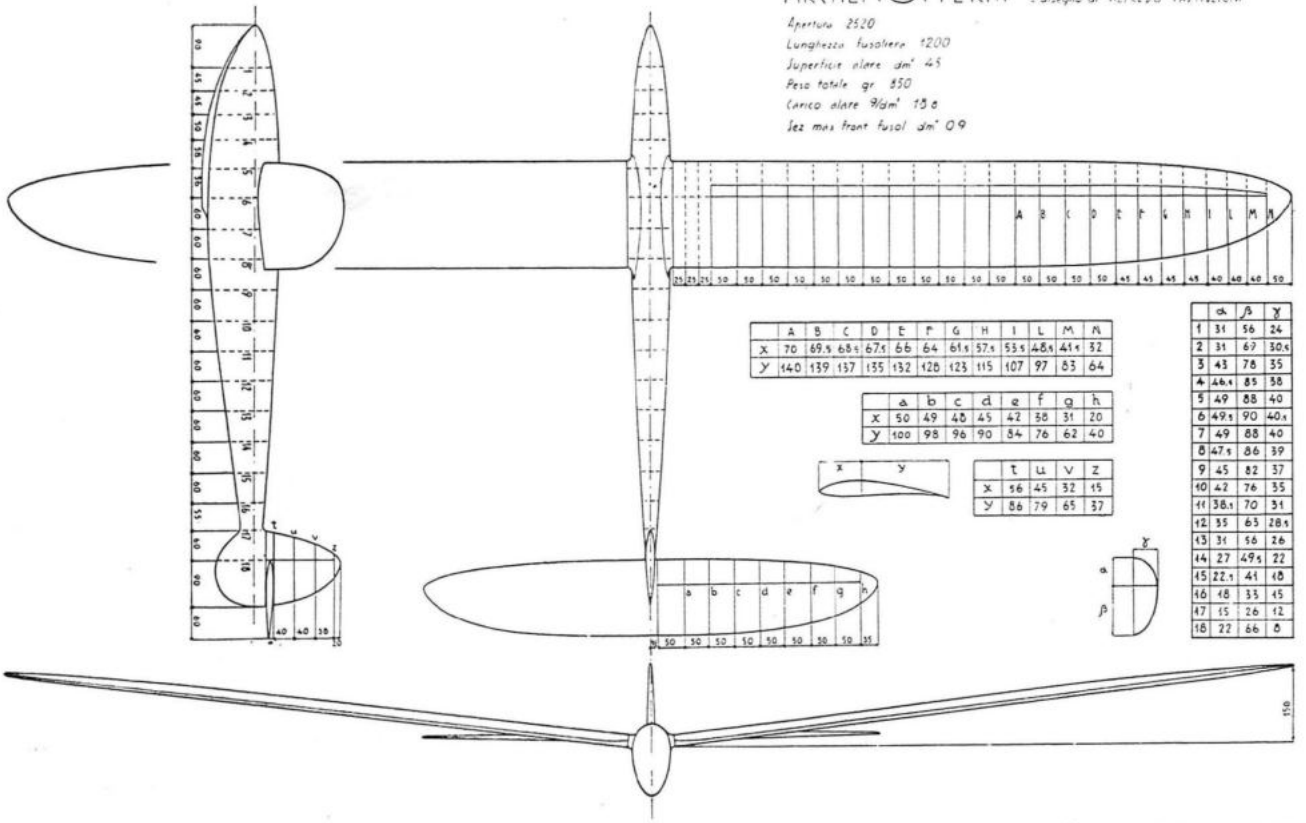


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	70	88	99	102	102	98	91	82	70	58	44	39
B	38	50	58	60	62	60	58	53	46	40	30	24

ARCHENOPTERIX

progetto e disegno di ALFREDO CASTIGLIONI

Apertura 2520
Lunghezza fusoliera 1200
Superficie alare dm² 45
Peso totale gr 850
Carico alare g/dm² 19 c
Sez mas front fusol dm² 0.9



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N
x	70	69.5	68.5	67.5	66	64	61.5	57.5	53.5	48.5	41.5	32
y	140	139	137	135	132	128	123	115	107	97	83	64

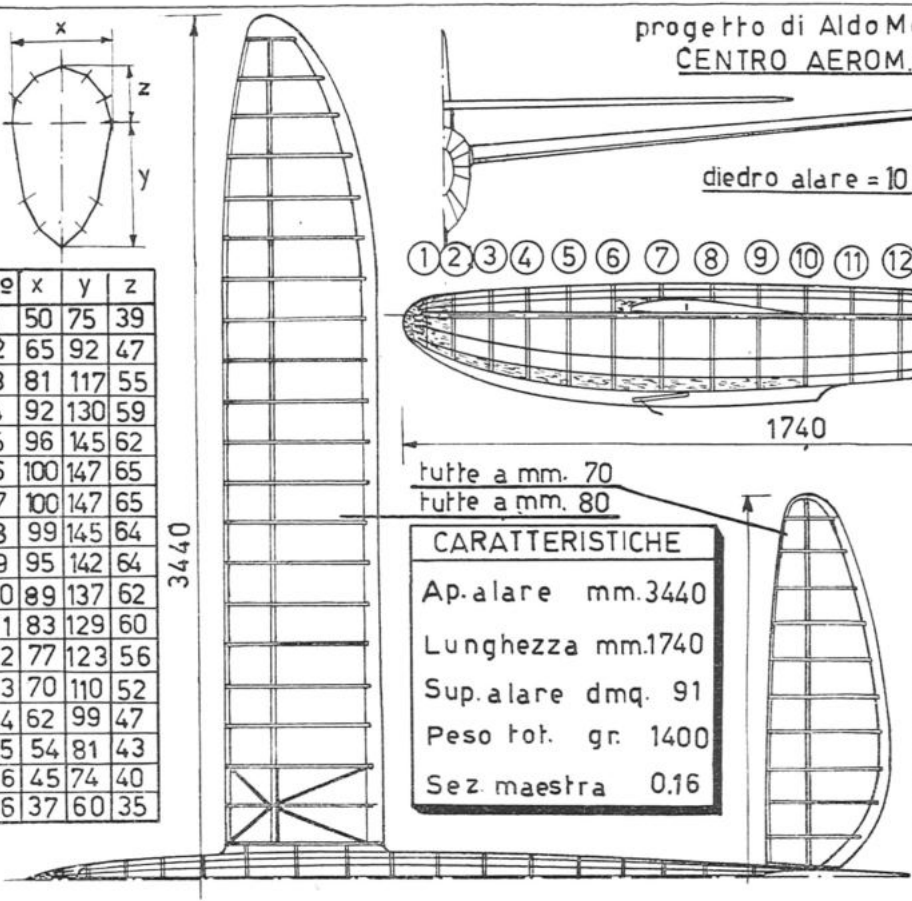
	a	b	c	d	e	f	g	h
x	50	49	48	45	42	38	31	20
y	100	98	96	90	84	76	62	40

	t	u	v	z
x	56	45	32	15
y	86	79	65	37

	α	β	γ
1	31	56	24
2	31	69	30.5
3	43	78	35
4	46.5	85	38
5	49	88	40
6	49.5	90	40.5
7	49	88	40
8	47.5	86	39
9	45	82	37
10	42	76	35
11	38.5	70	31
12	35	63	28.5
13	31	56	26
14	27	49.5	22
15	22.5	41	18
16	18	33	15
17	15	26	12
18	22	66	8

progetto di Aldo Montanari del
CENTRO AEROM. ROMANO

Nº	x	y	z
1	50	75	39
2	65	92	47
3	81	117	55
4	92	130	59
5	96	145	62
6	100	147	65
7	100	147	65
8	99	145	64
9	95	142	64
10	89	137	62
11	83	129	60
12	77	123	56
13	70	110	52
14	62	99	47
15	54	81	43
16	45	74	40
16	37	60	35



CARATTERISTICHE

Ap. alare	mm. 3440
Lunghezza	mm. 1740
Sup. alare	dmq. 91
Peso tot.	gr. 1400
Sez. maestra	0.16

VELEGGIATORE F.A.I.

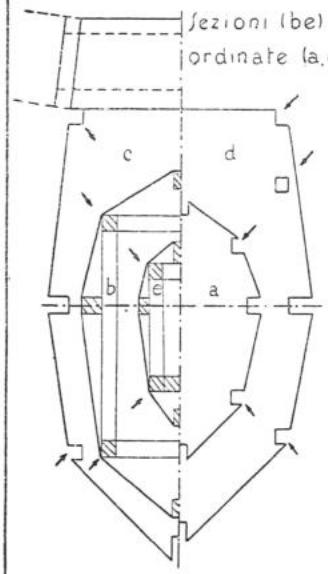
DM 40

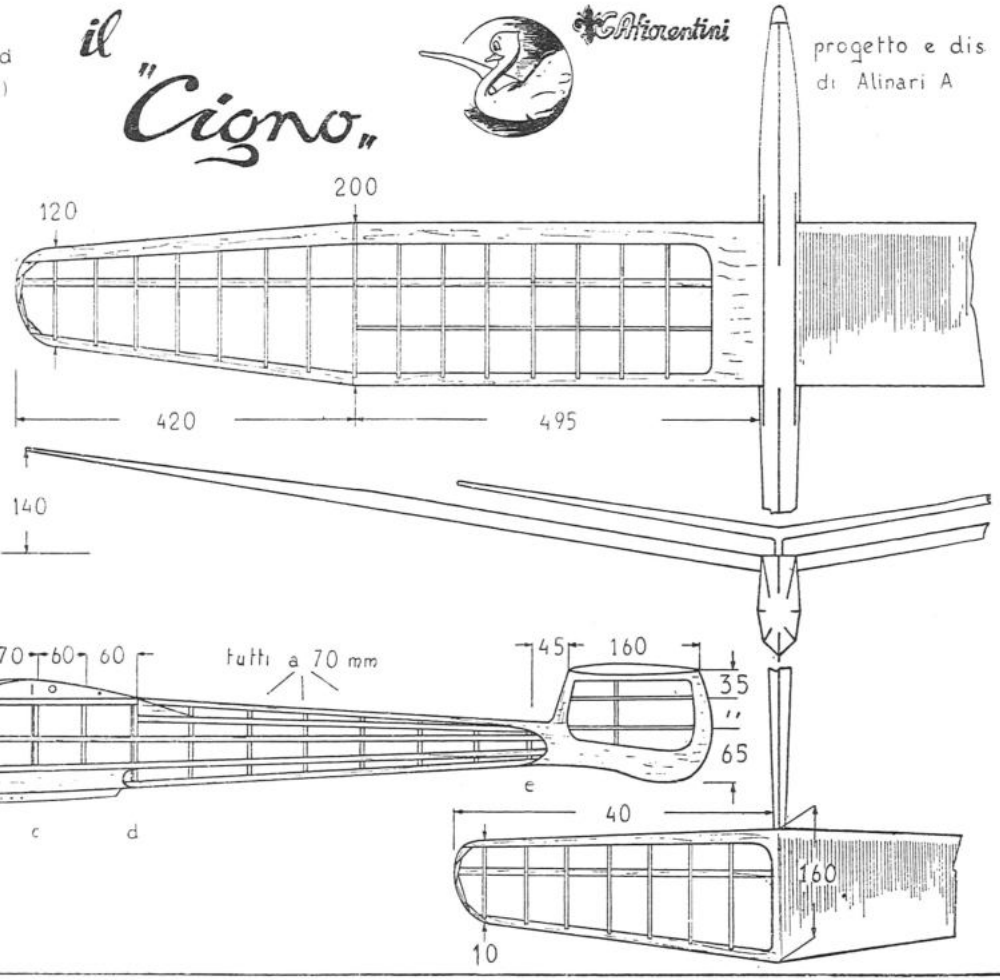
1° Class. preparat. "Coppa Mod."
1° Class. "Coppa Modellismo"
1° Class. "Gara fine anno"
1° Class. "3ª Coppa Arno"
- X° Concorso Naz.

il "Cigno"

Fiorentini

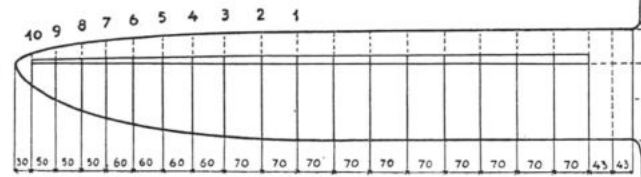
progetto e dis
di Alinari A





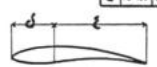
FC 11-47 DI FRANCO CASTIGLIONI

CAMPIONE **CAM** 1947



	α	β	γ
A	23.5	42	24
B	33.5	61	29
C	40.5	73	34
D	44.5	81.5	37
E	47	87	38.5
F	49	89	39
G	50	90	40
H	49	88	39
I	47	81	37
L	45	72	34.5
M	42	63	31.5
N	38	52.5	28.5
O	33.5	43	25
P	27.5	34	21
Q	24.5	30	17
R	16	31	14
S	16	47	10
T	16	50	5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
δ	65.5	65	64	62	58	54	49	43	35	24
ε	154.5	151.5	147	141	132	119	105.5	89.5	68.5	41

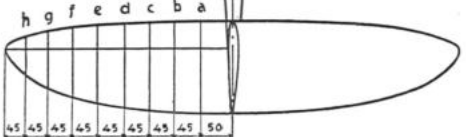


profilo Eiffel 400

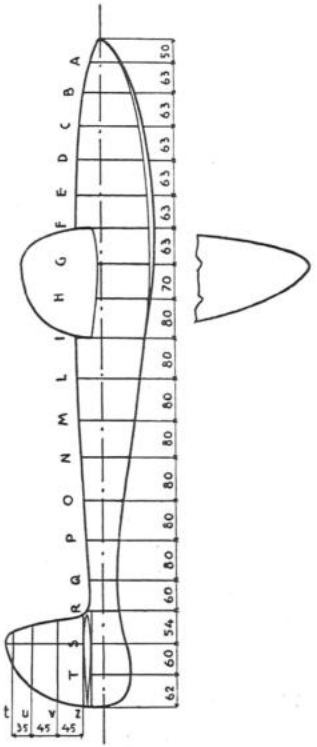
	a	b	c	d	e	f	g	h
δ	54.5	54	53	51.5	48.5	44	37.5	28
ε	125.5	120.5	116	111	103.5	94	81	61

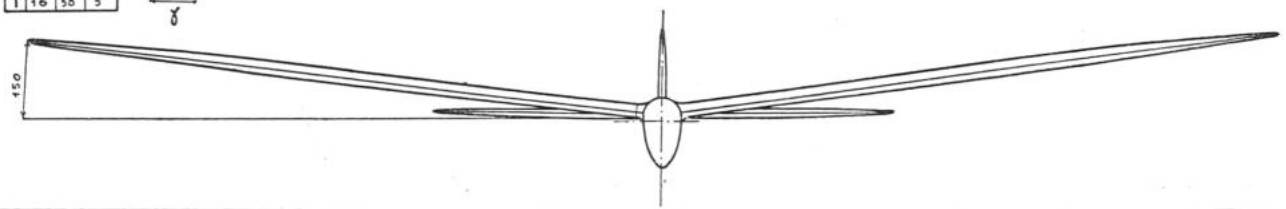


	t	u	v	z
δ	54.5	49	41	25
ε	123.5	108	87	58



apertura alare	m.m. 2500
lungh. fusoliera	m.m 1300
sup. alare	dm^2 49
peso totale	gr. 900
carico alare	$\frac{gr.}{dm^2}$ 19
allungamento λ	13.3





Veleggiatore A.G. 47

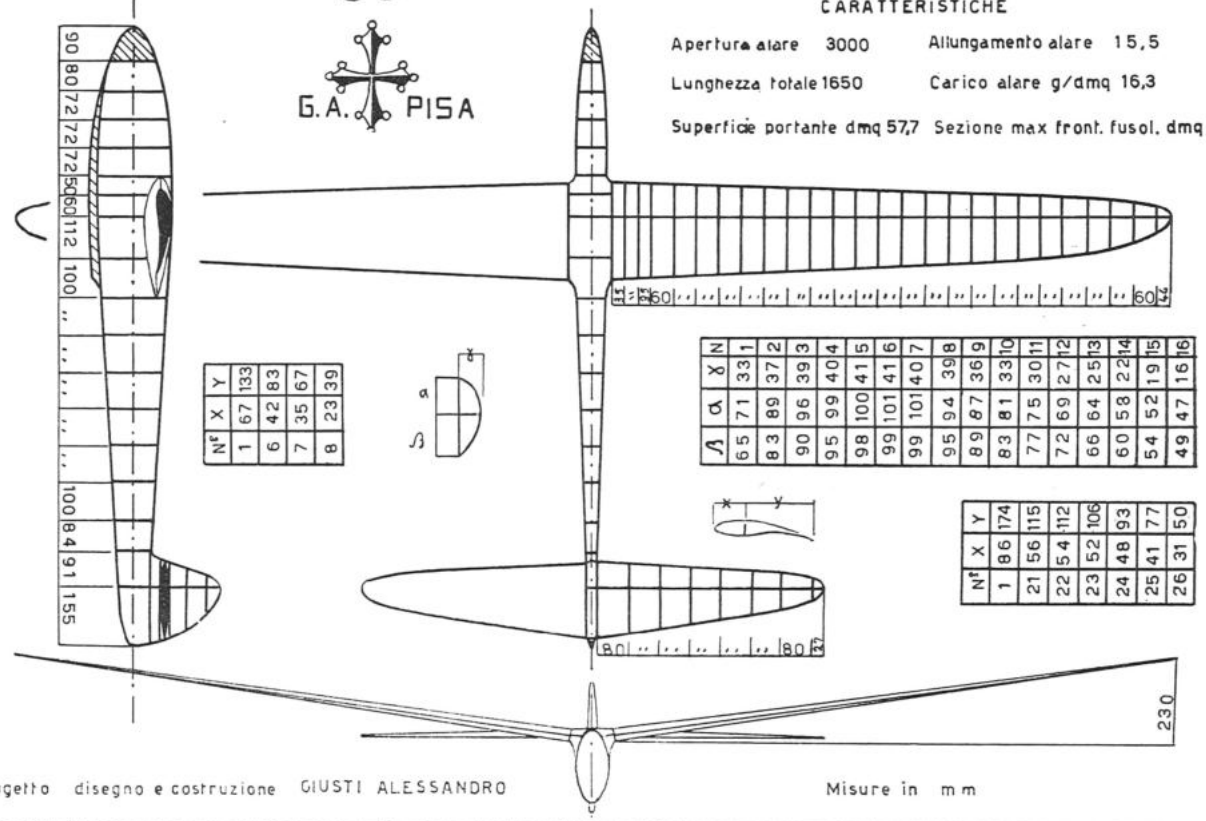
G.A. PISA

CARATTERISTICHE

Apertura alare 3000 — Allungamento alare 15,5

Lunghezza totale 1650 — Carico alare g/dmq 16,3

Superficie portante dmq 57,7 — Sezione max front. fusol. dmq 1,3



N°	X	Y
1	67	133
6	42	83
7	35	67
8	23	39

N	γ	α	β
1	33	71	65
2	37	89	83
3	39	96	90
4	40	99	95
5	41	100	98
6	41	101	99
7	40	101	99
8	39	94	95
9	36	87	89
10	33	81	83
11	30	75	77
12	27	69	72
13	25	64	66
14	22	58	60
15	19	52	54
16	16	47	49

N°	X	Y
1	86	174
21	56	115
22	54	112
23	52	106
24	48	93
25	41	77
26	31	50

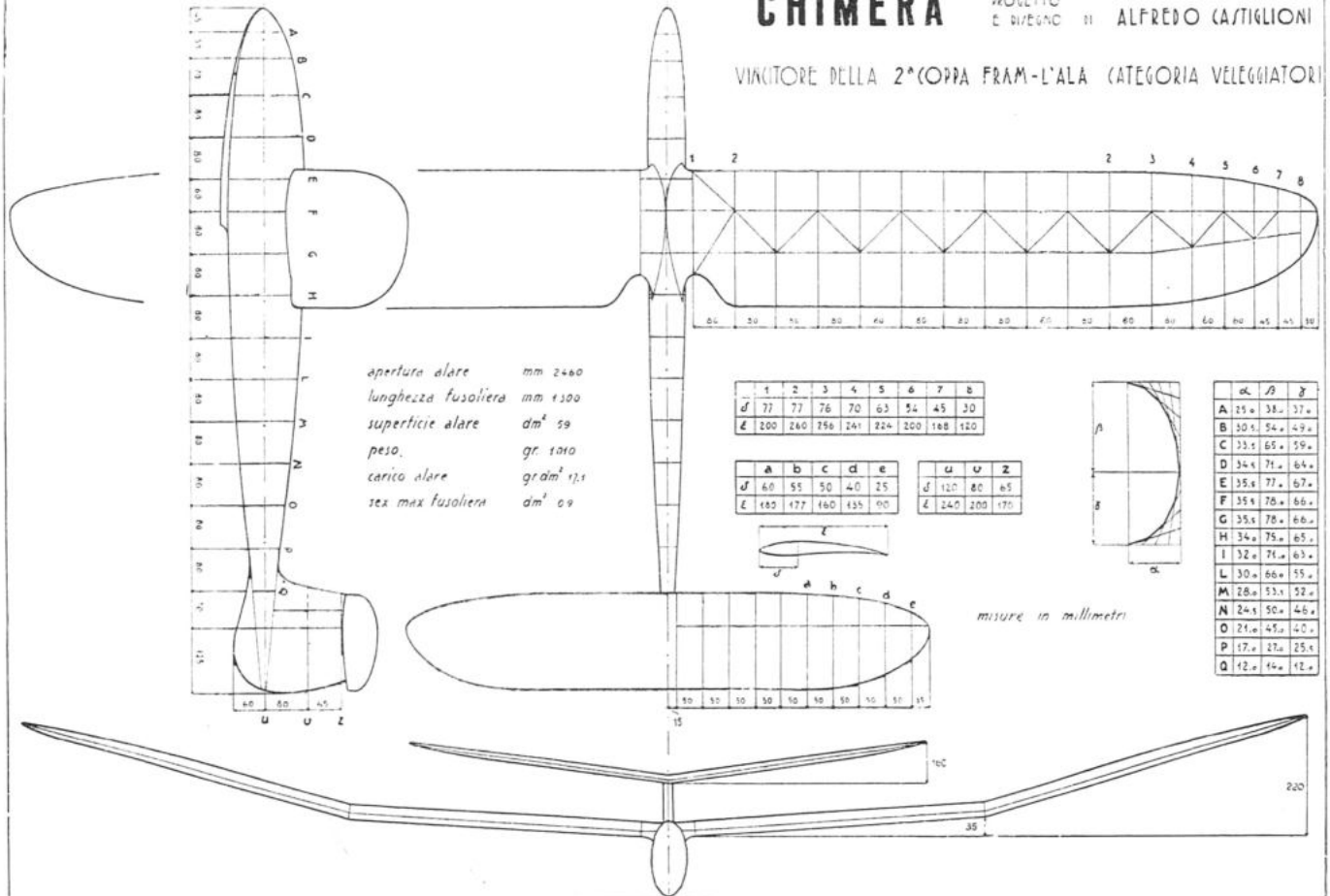
Progetto disegno e costruzione GIUSTI ALESSANDRO

Misure in mm

CHIMERA

PROGETTO E DISEGNO DI ALFREDO CASTIGLIONI

VINCITORE DELLA 2ª COPPA FRAM-L'ALA CATEGORIA VELEGGIATORI



apertura alare	mm 2460
lunghezza fusoliera	mm 1300
superficie alare	dm^2 59
peso	gr. 1010
carico alare	gr/dm^2 17,1
sez max fusoliera	dm^2 0,9

	1	2	3	4	5	6	7	8
d	77	77	76	70	63	54	45	30
ℓ	200	260	256	241	224	200	188	120

	a	b	c	d	e
d	60	55	50	40	25
ℓ	185	177	160	135	90

	u	v	z
d	120	80	65
ℓ	240	200	170

	α	β	γ
A	25°	38°	37°
B	30,5	54°	49°
C	33,5	65°	59°
D	34,5	71°	64°
E	35,5	77°	67°
F	35,5	78°	66°
G	35,5	78°	66°
H	34°	75°	65°
I	32°	71°	63°
L	30°	66°	55°
M	28°	53,5	52°
N	24,5	50°	46°
O	21°	45,5	40°
P	17°	27°	25,5
Q	12°	14°	12°

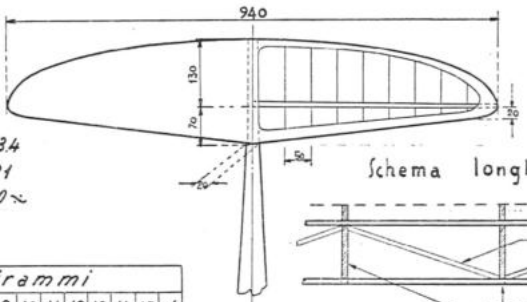
misure in millimetri

Veleggiatore da gara "Stella di Trinidad"

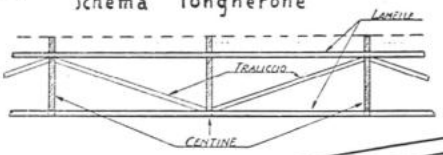
Caratteristiche generali

Apertura al. cm 274
Lunghezza f.t. " 142.5
Apert. piano or." 94
Sup. portante dmq. 53.4
Carico per dmq/s gr 21
Peso totale Kg. 1.100 ~

Misure in millimetri

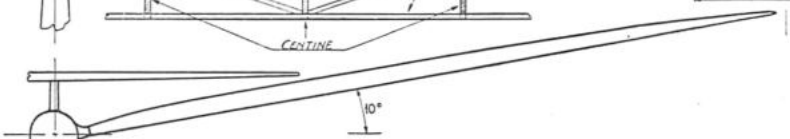


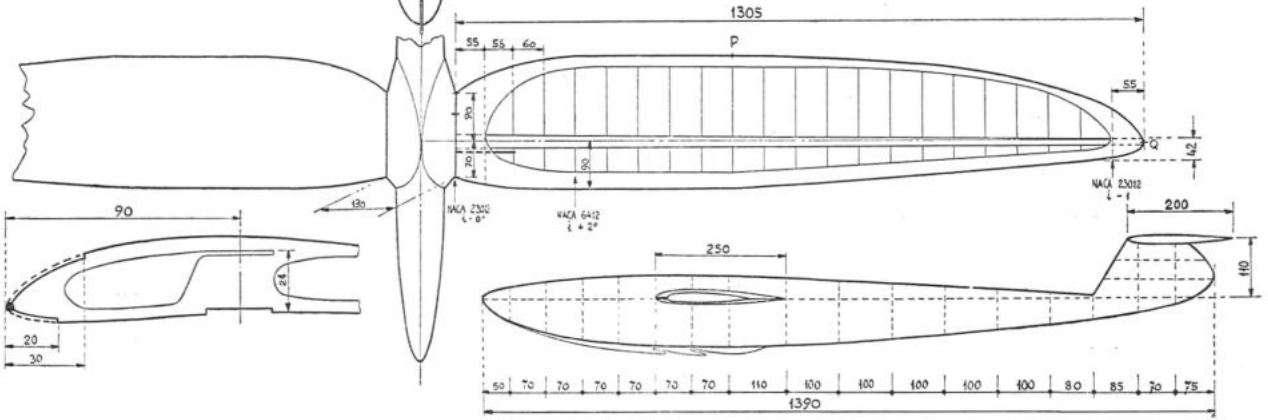
Schema longherone





Quote diaframmi															
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Os	21	33	40	44	45	45	44	40	36	31	25	19	12	6	120	120
Oi	44	63	75	83	88	90	90	87	82	76	68	59	48	38	26	10
L	21	33	40	44	45	45	44	41	38	34	30	25	20	15	10	5





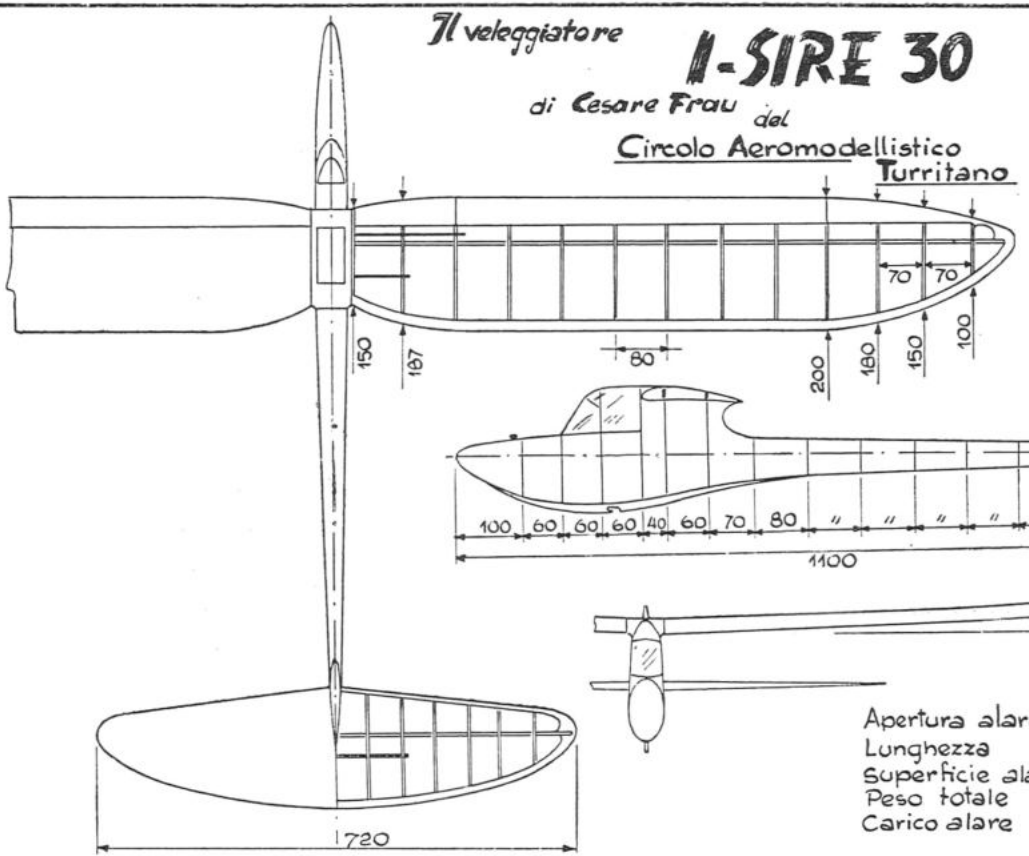
Progetto e disegno di Francesco GREGNANIN – Rovigo

Il veleggiatore

I-SIRE 30

di Cesare Frau del

Circolo Aeromodellistico Turritano



Apertura alare	cm. 206
Lunghezza	cm. 118
Superficie alare	dmq. 34,70
Peso totale	gr. 610
Carico alare	gr/dmq. 17

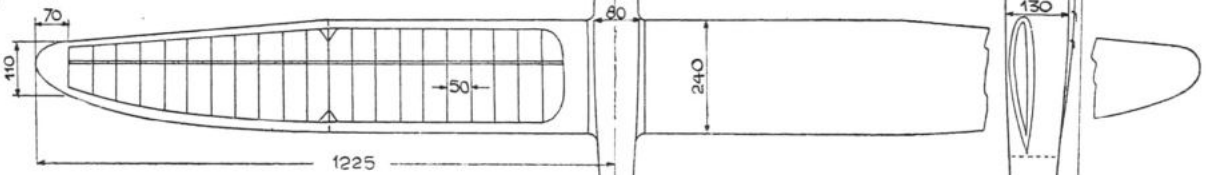
"Sangue e Arena"

di

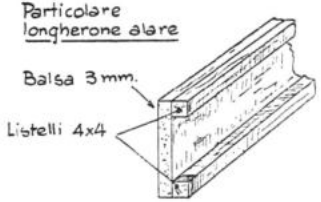
Antonio Canestrelli

Napoli

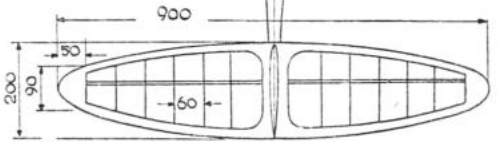
Apertura alare	mm.	2450
Lunghezza	mm.	1300
Superficie	dmq.	47 ~
Peso tot.	gr.	910
Carico alare	gr/dmq.	19.5
Profilo alare		RAF 32

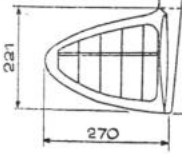


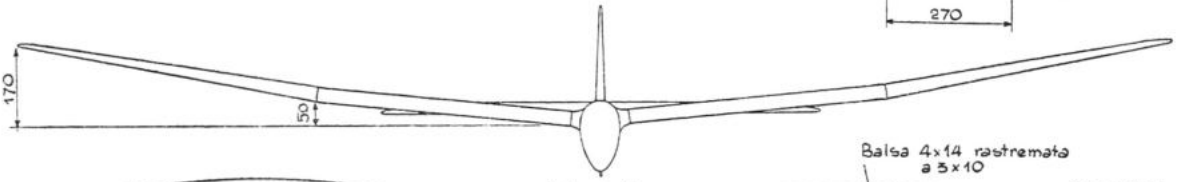
Particolare longherone alare



MISURE IN M/M

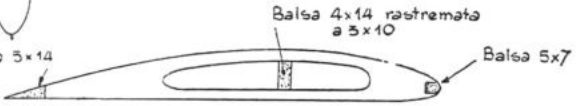




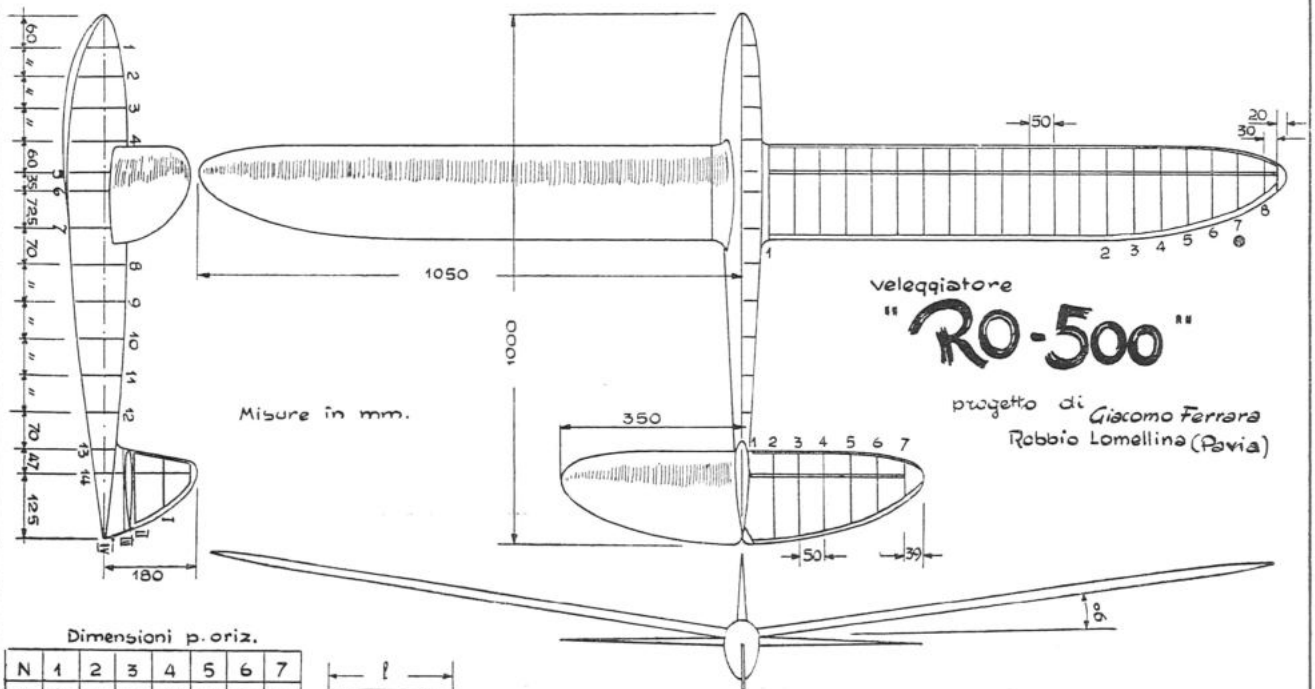




Sistemazione del longherone e dei bordi d'entrata e d'uscita nelle centine alari.



Centine impennaggio orizzontale, materiale: balsa 2 mm., profilo Clark Y



veleggiatore

"RO-500"

progetto di Giacomo Ferrara
Robbio Lomellina (Pavia)

Dimensioni p. oriz.

N	1	2	3	4	5	6	7
l	180	178	172	161	146	125	87
n	47,5	47,5	47	46	43,5	40	30

Dimensioni ordinate

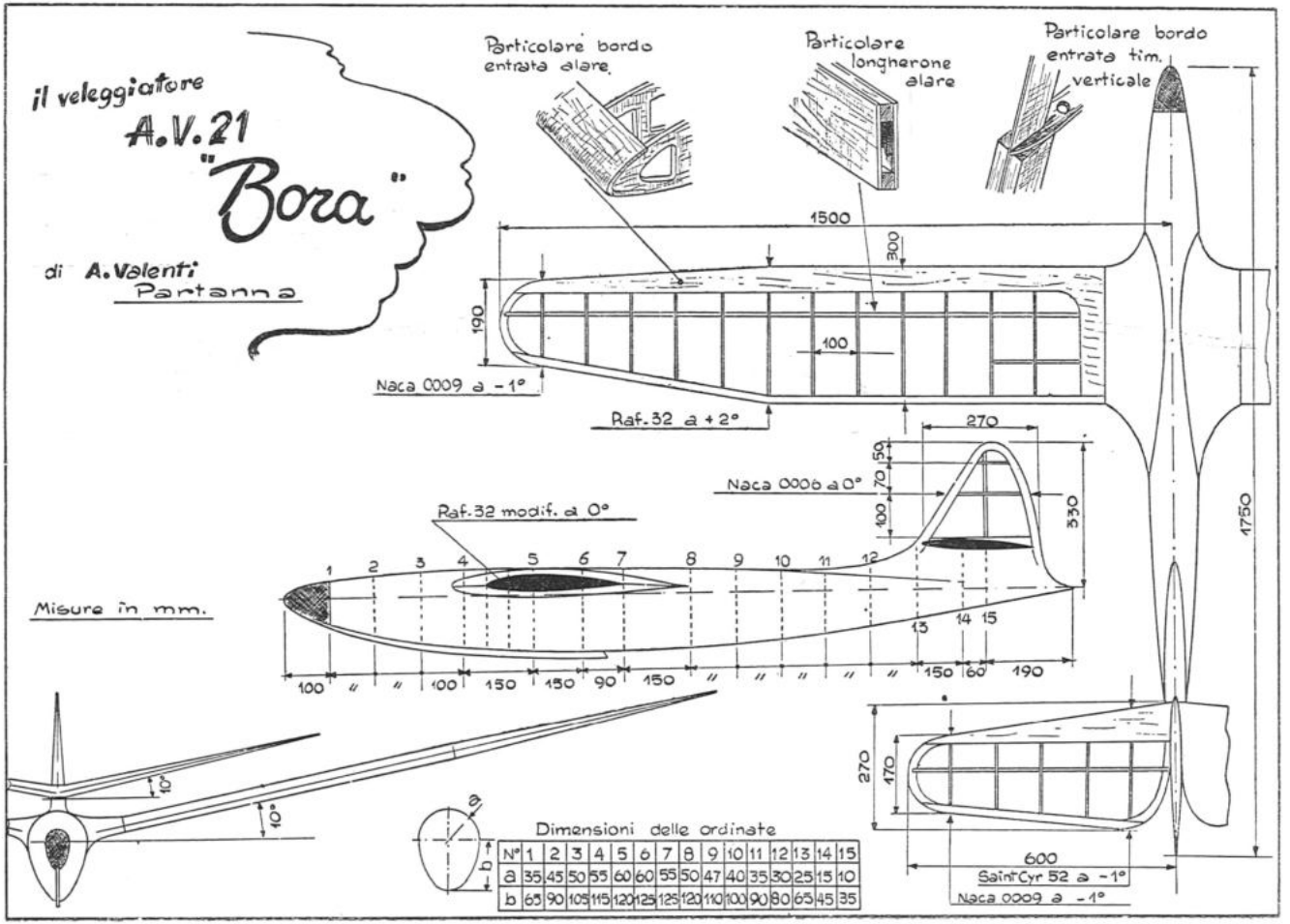
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
a	36,5	51,5	61	66,5	69,5	69,5	67,5	64	59	53	46	37,5	28	24
b	26,5	35	39	40,2	40,5	40,5	39,5	37,2	34,5	31	26,5	21,5	16	11,5
c	47	61	68,5	70	69,5	68	64	59	54,5	50	44,7	39	31,2	26

Dimensioni ala

N	1	2	3	4	5	6	7	8
l	180	173	167	159	147	127	92	58
n	51	50,7	50,5	50	48	43,5	37,5	20

Dimens. p. vert.

N	I	II	III	IV
l	109,5	149	159	180
n	29,5	44,7	49	54



N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
a	35	45	50	55	60	60	55	50	47	40	35	30	25	15	10
b	65	90	105	115	120	125	125	120	110	100	90	80	65	45	35

INDICE

Introduzione	Pag.	5
Cap. I — Norme generali di progettazione aerodinamica	»	7
Cap. II — Il disegno	»	32
Cap. III — Le strutture	»	47
Cap. IV — La messa a punto ed il lancio	»	62
Cap. V — I modelli di tipo non consueto	»	72
Cap. VI — Dispositivi speciali	»	77
Cap. VII — Diagrammi e nomogrammi di calcolo	»	90
Cap. VIII — Tre modelli veleggiatori	»	98
Nomogrammi e diagrammi	»	110
Raccolta di veleggiatori	»	131