STELIO FRATI

L'AEROMODELLO VELEGGIATORE

NOZIONI ELEMENTARI ILLUSTRATE PER IL PROGETTO, IL DISEGNO, LA COSTRUZIONE, CON UNA TAVOLA COSTRUTTIVA FUORI TESTO

Edito a cura della SEZIONE AEROMODELLISTICA CENTRALE del CENTRO SPORTIVO AMBROSIANO MILANO - Via Bernardino Luini N. 2 - MILANO

FRATI LAMBERTO
N. 3/0

STELIO FRATI

L'AEROMODELLO VELEGGIATORE

NOZIONI ELEMENTARI ILLUSTRATE PER
IL PROGETTO, IL DISEGNO, LA COSTRUZIONE,
CON UNA TAVOLA COSTRUTTIVA FUORI TESTO

Edito a cura della SEZIONE AEROMODELLISTICA CENTRALE
del CENTRO SPORTIVO AMBROSIANO
MILANO - Via Bernardino Luini N. 2 - MILANO

TIPOGRAFIA EMO CAVALLERI - COMO - 1946

PRESENTAZIONE

Questo volumetto, primo di una serie sulla teoria e la costruzione degli aeromodelli, è sorto improvvisamente per assolvere ad una esigenza creatasi con il coordinamento in seno al C.S.A. di tutti i nostri Gruppi Aeromodellistici già attivi od in costituzione data l'impossibilità, specie per i più lontani, di inviare allievi ai corsi regolari che si tengono presso la scuola della Sezione Centrale e data la penuria di istruttori che detti volumetti avrebbero il compito di sostituire.

E' doveroso un ringraziamento ed un elogio all'Ingegner Stelio Frati, Direttore Tecnico della nostra Sezione Aeromodellistica Centrale che con sollecitudine ha curato la stesura di questo volumetto preoccupandosi, con sforzo non lieve, di essere piano ed accessibile a tutti senza essere prolisso e senza tema di essere tacciato di semplicità o di pedanteria in taluni punti, pur di raggiungere lo scopo di far costruire dei modelli veramente « volanti ».

In appendice si è pensato di accludere la tavola del primo modello che gli allievi costruiscono al corso della nostra Sezione Centrale; esso, che è il logico complemento allo studio del volumetto, alla semplicità di costruzione unisce una bella linea ed ottime doti di volo.

IL PRESIDENTE
della Sez. Aeromodellistica Centrale del C.S.A.
Della Torre G. L.

I - Il modello volante

A) GENERALITA'

Sono chiamati **Modelli volanti**, o **Aeromodelli**, quei particolari aeroplani di dimensioni ridotte che non abbiano possibilità di portare un uomo in volo.

Secondo le norme internazionali della F.A.I. (Federazione Aeronautica Internazionale), l'apertura alare massima non deve superare metri 3,50.

Questi modelli volanti seguono le stesse leggi fisiche su cui si basa il volo di tutti gli aeroplani, cioè degli aeromobili più pesanti dell'aria, di cui l'elemento essenziale è la **velocità relativa all'aria** in cui navigano.

Come gli aeroplani, anche i modelli volanti possono essere provvisti o meno di motore. Nei primi il motore per mezzo dell'elica imprime la velocità necessaria al volo; nei secondi, **modelli veleggiatori**, la trazione che imprime la velocità è data dalla componente del peso, come vedremo in seguito.

Nei modelli volanti a motore il gruppo motopropulsore è costituito generalmente da una matassa elastica che viene caricata attorcigliandola, oppure

da un autentico piccolo motore a scoppio di potenza variabile da 1/20 a 1/4 di C.V.

Gli elementi essenziali che costituiscono il modello volante sono:

l'**ala** o **cellula** a cui è affidata la sostentazione aerodinamica, o **portanza**;

i **piani di coda** o **impennaggi** che, come vedremo più avanti, servono a dare l'equilibrio al modello;

la **fusoliera** che serve a collegare l'ala con gli impennaggi ed a contenere la matassa elastica od altri eventuali carichi;

il **gruppo motopropulsore** (che può anche mancare nel caso di veleggiatori) costituito dal motore e dall'elica.

Elementi sussidiari poi, non necessari al volo, sono ad esempio gli organi di atterraggio, che nei modelli a motore vengono rappresentati da un carrello anteriore, generalmente a due ruote, e da un pattino in coda. Nei modelli veleggiatori detti organi si riducono semplicemente ad un pattino anteriore.

Degli elementi che costituiscono il modello, il più importante è senz'altro l'ala, organo essenziale del volo.

B) PROFILI ALARI

Le forme che danno il massimo effetto portante con il minimo effetto resistente all'avanzamento, e perciò aventi la massima efficienza, sono i così detti **profili alari** adottati negli aeroplani.

Questi profili alari hanno la parte anteriore - **bordo d'attacco** arrotondata, mentre la parte terminale posteriore - **bordo d' uscita** - è appuntita. (Fig. 1).

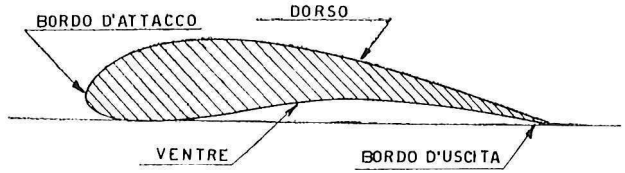


FIG. 1.

Lo spessore massimo del profilo è in genere ad 1/3 della lunghezza l - corda del profilo - dal bordo d'attacco.

La linea superiore si chiama **dorso** e l'inferiore **ventre** del profilo.

Mentre la curva superiore del profilo è sempre convessa quella inferiore può essere convessa, piana o concava. In base a ciò i profili si distinguono in **biconvessi, piano-convessi** e **concavo-convessi.** (Fig. 2).

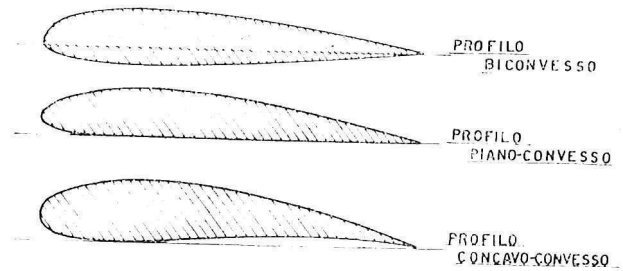


FIG. 2.

I biconvessi possono essere poi simmetrici e asimmetrici a seconda che la curva del ventre è simmetrica a quella del dorso oppure no.

Nei modelli volanti si usano per l'ala profili piano-convessi o concavo-convessi, mentre i biconvessi simmetrici si impiegano quasi esclusivamente per piani di coda.

Misurando lo spessore massimo di un profilo e dividendolo per la sua corda si ottiene lo **spessore massimo relativo** in % della corda.

Ad esempio, se lo spessore massimo di un profilo di 20 cm. di corda è 3 cm., lo spessore relativo risulta:

$$\frac{3}{20} = 0.15$$

cioè del 15 %.

In base a detto spessore relativo i profili si possono distinguere in:

profili sottili - spessore inferiore al 10 %;

profili semispessi - spessore compreso tra il 10 % e il 15 %;

profili spessi - spessore superiore al 15 %.

Nei modelli volanti vengono impiegati correntemente profili semispessi per le ali e sottili per i piani di coda.

A seconda della forma e dello spessore i profili si differenziano per le proprietà aerodinamiche o **caratteristiche** di portanza, resistenza ed efficienza, quest'ultima rappresentata dal rapporto fra la portanza P e la resistenza R.

C) L'EQUILIBRIO DEL MODELLO IN VOLO

Abbiamo detto in principio che il volo dei modelli volanti segue le stesse leggi fisiche di quello degli aeroplani. Occorre però considerare bene le condizioni di volo dei modelli che sono diverse da quelle dei velivoli pilotati dall'uomo.

Ricordiamo innanzi tutto che per la manovra

l'aeroplano è munito di superfici mobili sull'ala, alettoni, e sui piani di coda, timone di profondità sull'impennaggio orizzontale e timone di direzione sull'impennaggio verticale. (Fig. 3).

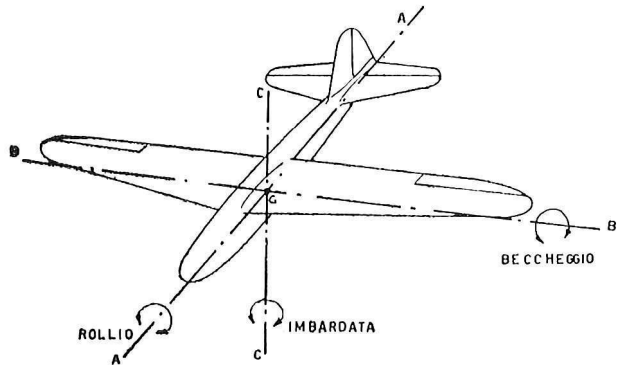


FIG. 3.

La manovra degli alettoni imprime un moto di rotazione intorno all'asse longitudinale A = A del velivolo detto movimento di **rollio**; il timone di profondità provoca una rotazione intorno all'asse B = B trasversale, chiamata **beccheggio** ed infine il timone di direzione provoca una rotazione intorno all'asse verticale C = C movimento di **imbardata.**

Il movimento di beccheggio, quando tende a far ruotare il modello verso il basso, si dice **picchiata,** se fa ruotare verso l'alto si dice **cabrata.**

Ora, mentre nell'aeroplano il pilota mediante opportuno comando delle superfici di manovra, alettoni e timoni di profondità e direzione, può variare a piacimento l'assetto del velivolo e può correggere quelle variazioni dovute a cause esterne (raffiche, ecc.), nel modello volante ciò non può ovviamente avvenire per la mancanza del pilota.

La stabilità propria del modello deve perciò essere molto maggiore di quella dell'aeroplano e deve essere assicurata automaticamente dalle superfici di coda e di deriva che vanno regolate a terra e **devono rimanere fisse in volo.**

Ricordiamo perciò fin d'ora a coloro che si accingono alla costruzione di modelli volanti che occorre dare la massima importanza, per la buona riuscita del modello, alla stabilità di volo mediante un giusto dimensionamento delle superfici di coda e di deriva come vedremo in seguito.

E' quindi sconsigliabile la riproduzione in scala di aeroplani reali, poichè questi hanno una stabilità propria insufficiente, sia perchè c'è il pilota che corregge le variazioni d'assetto, sia perchè una stabilità eccessiva renderebbe il velivolo poco maneggevole per l'evoluzione.

Nei modelli volanti, anche in considerazione delle basse velocità di volo, occorrono sempre superfici di coda molto grandi senza alcuna parte mobile in volo.

II - Il modello veleggiatore

Veniamo ora a parlare del modello veleggiatore, argomento di questo primo fascicolo per l'aeromodellista esordiente.

A) IL VOLO LIBRATO

Abbiamo detto già che questi modelli sono sprovvisti di qualsiasi mezzo meccanico che ne imprima la velocità necessaria al volo, la quale è data dalla trazione T, componente sulla traiettoria (linea descritta dal baricentro del velivolo) del peso Q del modello (fig. 4).

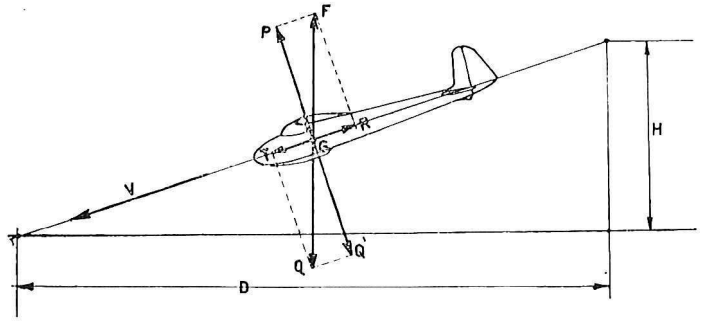


Fig. 4.

Si comprende quindi che un modello veleggiatore non può volare orizzontalmente rispetto all'aria in cui si muove poichè la trazione T, componente di Q, in questo caso sarebbe nulla e perciò sarebbe pure nulla la velocità ed impossibile il sostentamento dinamico. Il volo che compie un velivolo privo di motore è di conseguenza in discesa o, come si dice, **volo librato.**

L'inclinazione della traiettoria sarà però tanto più piccola quanto minore risulterà, a pari portanza alare, la resistenza totale del modello.

Se però l'aria in cui naviga il modello è animata da un movimento verso l'alto - corrente ascendente - superiore alla velocità verticale con cui scende il modello, questo rispetto a terra salirà, farà cioè del **volo veleggiato** (ma sempre del volo librato rispetto all'aria in cui vola).

B) CARICO ALARE

Perchè il modello scenda il più lentamente possibile fatta astrazione dalle correnti ascendenti, oc-

corre che il suo peso sia minimo, o diremo meglio, il peso relativo alla unità di superficie portante, detto **carico alare.**

Ad esempio, un modello con superficie alare di 20 dm² il cui peso totale sia di 300 grammi avrà un carico alare di

$$\frac{300}{20} = 15 \text{ gr./dm}^2$$

ciò vuol dire che su ogni dm² di superficie gravano 15 grammi di carico.

Questo fattore è molto importante per la classificazione dei modelli volanti poichè la sua influenza sulle caratteristiche è notevole.

Nei normali modelli volanti il carico alare può variare da 10 gr./dm² in quelli ad elastico, fino a 30 gr./dm² ed oltre per gli altri con motore a scoppio.

Per i modelli veleggiatori ci si tiene in genere tra 15 ÷ 20 gr. dm² rispettivamente per i piccoli modelli e per i grandi.

C) PORTANZA - RESISTENZA - EFFICIENZA

La forza aerodinamica F., che si sviluppa sull'ala del modello per effetto della velocità V, varia per un dato profilo ad una stessa velocità, in funzione dell'**angolo d'incidenza i** cioè, dell'angolo formato dalla corda del profilo con la direzione del vento. (Fig. 5).

Fig. 5.

Il punto d'applicazione della forza F sulla corda del profilo si chiama **centro di pressione** e si indica C.P. La forza aerodinamica F si scompone in due componenti una perpendicolare alla direzione del vento relativo ed una ad essa parallela. La prima è la **portanza** P che equilibrando il peso Q permette la sostentazione; la seconda, **resistenza** R, è quella forza che deve essere equilibrata dalla trazione T.

Molto importante per il volo è il loro rapporto detto **efficienza** E:

$$\frac{P}{R} = E$$

che rappresenta pure la distanza D che il modello compie con una discesa di H metri (vedi fig. 4). Perciò l'efficienza è detta anche **rapporto di planata** perchè indica appunto lo spazio percorso con una data discesa.

Nei modelli veleggiatori l'efficienza E può variare da 10 a 20 ed anche oltre nei modelli di grande apertura alare ben progettati e costruiti.

Ciò vuol dire che, ad esempio, un veleggiatore con efficienza E = 20 compirà scendendo da 10 metri di quota una distanza orizzontale di 200 metri.

D) ALLUNGAMENTO ALARE

Altro fattore di notevole influenza sulle caratteristiche di volo è l'**allungamento alare** λ, rapporto fra l'apertura L e la corda media lm, cioè:

$$\lambda = \frac{L}{l_m}$$

intendendosi per corda media la larghezza media dell'ala. (Fig. 6).

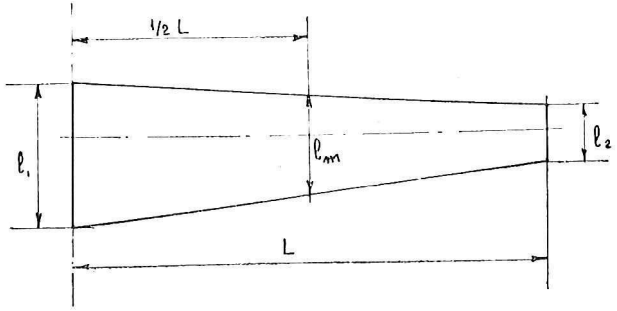


Fig. 6.

Tanto più elevato è l'allungamento, cioè tanto più l'ala è stretta e lunga, tanto minore è la resistenza R e quindi più elevata risulta l'efficienza E.

Poichè in certe forme complesse di ali non è molto facile determinare la corda media lm, si può anche ricavare l'allungamento λ dalla seguente relazione:

$$\lambda \quad \frac{L^2}{S} \quad \text{dove:} \quad \begin{matrix} L = \text{apertura alare} \\ S = \text{superficie alare} \end{matrix}$$

Nei comuni modelli veleggiatori di piccole dimensioni, 1 — 1,20 m. di apertura alare, per ragioni pratiche è conveniente tenere l'allungamento alare non superiore a 10 — 12. Per dimensioni maggiori si può aumentare con sensibile vantaggio tale valore dell'allungamento fino ad un massimo, da non superare, di 18 — 20 per apertura alari superiori a 3 metri.

III - Dimensionamento di progetto

A) APERTURA ALARE - ALLUNGAMENTO

Nel progetto di un modello volante il primo dato da fissare è l'apertura alare, che viene stabilita in base a considerazioni del tutto personali del costruttore, quali la propria abilità costruttiva, le particolari condizioni d'impiego, la praticità e comodità di trasporto, ecc.

Per i modelli veleggiatori la maggior apertura alare dà un miglior rendimento aerodinamico, però comporta maggiori difficoltà tecnico-costruttive e minor praticità per il trasporto, fattore questo da tener presente per chi debba fare lunghi percorsi per recarsi al campo di volo.

In ogni modo in questi modelli l'apertura alare media è sempre maggiore che nei modelli a motore, ed in genere non mai inferiore ad un metro nè superiore però a 3 — 3,50 metri.

Per l'allungamento alare valgono anche qui criteri d'indole pratica. L'ala più allungata è più efficiente ma più difficile da realizzare costruttivamente e più pesante a pari superficie. La sua convenienza si fa sentire maggiormente nei modelli di grande apertura.

Fissati così l'apertura alare e l'allungamento, resta determinata la superficie e di conseguenza il carico alare, poichè il peso totale è un dato prefissato in base a confronto con modelli consimili già costruiti.

In base all'apertura alare i modelli veleggiatori si possono distinguere in tre categorie:

Modelli di piccole dimensioni:

apertura alare	1 ÷ 1,20 m.
allungamento	8 ÷ 10
superficie	10 ÷ 15 dm.²
carico alare	10 ÷ 12 gr/dm.²

Modelli di medie dimensioni:

apertura alare	1,50 ÷ 2,20 m.
allungamento	10 ÷ 15
superficie	18 ÷ 30 dm.²
carico alare	12 ÷ 15 gr/dm.²

Modelli di grandi dimensioni:

apertura alare	2,50 ÷ 3,50 m.
allungamento	15 ÷ 20
superficie	40 ÷ 70 dm.²
carico alare	15 ÷ 20 gr/dm.²

B) LUNGHEZZA FUSOLIERA

Fissate le dimensioni dell'ala occorre ora stabilire le dimensioni della fusoliera e dei piani di coda.

Per la lunghezza della fusoliera non esiste un rapporto fisso con l'apertura alare perchè troppi sono i fattori che ne influenzano la sua determinazione. In questi modelli infatti compito della fusoliera è unicamente quello di portare gli impennaggi di coda necessari per la stabilità longitudinale e di rotta, stabilità che si può ottenere sia con fusoliera corta ed impennaggi grandi, sia con fusoliera lunga ed impennaggi piccoli. La soluzione fusoliera lunga è però consigliabile per i modelli veleggiatori che volano spessissimo in aria agitata dovendo sfruttare al massimo le correnti atmosferiche, perchè aumenta l'inerzia del modello a tutto beneficio della stabilità.

Si può in ogni modo con una formula empirica stabilire la lunghezza Lf della fusoliera in base all'apertura alare. Tale formula, ricavata dall'esperienza di molti modelli che hanno dato ottimi risultati di volo, è la seguente:

$$Lf = 0{,}40\ L + 30 \qquad \text{(in cm.)}$$

Ad esempio per un modello con apertura alare L = 2,5 m = 250 cm la lunghezza della fusoliera risulta:

$$Lf = 250.\ 0{,}40 + 30 = 130 \text{ cm}$$

Occorrerebbe però tener conto, oltre all'apertura alare, anche della superficie alare, poichè a pari apertura la fusoliera deve essere più lunga per superficie maggiore, cioè per allungamento minore.

C) PIANI DI CODA

Compito dei piani di coda, come abbiamo detto in precedenza, è quello di assicurare la stabilità longitudinale e di rotta al modello in volo.

Per l'impennaggio verticale il profilo usato è sempre biconvesso simmetrico, mentre per quello orizzontale può anche essere piano convesso.

Perchè il modello sia stabile occorre fissare la superficie di detti piani di coda e la loro distanza dall'ala.

Superficie piano orizzontale.

L'instabilità che l'impennaggio orizzontale deve

correggere deriva dal fatto che il centro di pressione dell'ala (punto di applicazione della risultante aerodinamica) non è fisso sulla corda alare, ma si sposta al variare dell'incidenza i, in modo tale da aumentare la variazione di incidenza che si è verificata per cause esterne (raffiche, ecc.).

Poichè per un dato profilo lo spostamento del C.P. dipende dalla variazione di incidenza, ed a ogni valore di questa ha una posizione determinata sulla corda, si comprende che tanto più piccola è la corda a pari superficie (cioè tanto maggiore è l'allungamento) più piccolo risulta lo spostamento reale del C.P. e di conseguenza minore il suo effetto instabilizzante che l'impennaggio orizzontale deve correggere.

Inoltre l'effetto stabilizzante di coda sarà maggiore quanto maggiore è la distanza del piano dall'ala.

La superficie s_c di coda necessaria dipenderà quindi dalla superficie alare S, dalla corda media lm e dalla distanza a dall'ala.

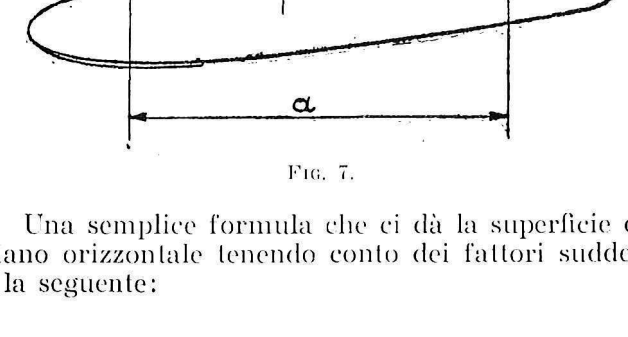


FIG. 7.

Una semplice formula che ci dà la superficie del piano orizzontale tenendo conto dei fattori suddetti è la seguente:

$$s_c = \frac{S_a \cdot l_m}{1{,}2 \cdot a}$$

essendo:

S_a = superficie alare (in dm^2)
l_m = corda media alare (in cm.)
a = distanza del bordo d'attacco del piano da quello dell'ala.

Ad esempio si abbia un modello di 1,50 m. di apertura alare con 21 dm^2 di superficie. La corda media lm risulta:

$$l_m = \frac{S_a}{L} = \frac{21}{1{,}5} = 14 \text{ cm.}$$

La distanza a prevista, avendo già fissata la lunghezza della fusoliera, sia di 60 cm. La superficie di coda sc risulta allora:

$$s_c = \frac{S_a \cdot l_m}{1{,}2 \cdot a} = \frac{21 \cdot 14}{1{,}2 \cdot 60} = 4{,}10 \text{ dm.}^2$$

Dalla formula si vede che tanto più la fusoliera è corta (cioè minore la distanza a) tanto maggiore risulta la superficie sc necessaria, e tanto più l'ala è allungata (cioè lm piccola) minore risulta sc.

In via approssimativa si può anche più semplicemente fissare la superficie sc del piano orizzontale con un valore circa 1 3 ÷ 1 4 della superficie alare, per fusoliere piuttosto corte.

E' consigliabile però che la distanza a non sia mai inferiore ad 1 3 dell'apertura alare.

Superficie del piano verticale.

Per la superficie del piano verticale in pratica si tiene poco più della metà di quella calcolata per il piano orizzontale.

D) DIEDRO ALARE TRASVERSALE

La stabilità laterale si ottiene dando all'ala un certo diedro, cioè rialzando le estremità rispetto alla mezzeria dell'ala, in modo che il centro di spinta laterale del modello (punto in cui si considera applicata la spinta laterale) sia più in alto del baricentro.

Si ottiene così un'azione stabilizzatrice all'inizio del movimento di scivolata laterale che tende a riportare il modello nella condizione di equilibrio iniziale.

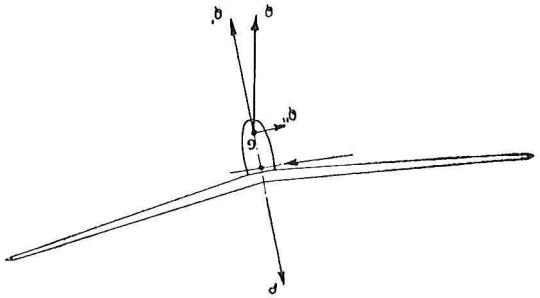


FIG. 8.

Nei modelli veleggiatori è necessario e sufficiente un'inclinazione delle semiali di circa il 10 — 12 % della loro lunghezza. Ad esempio per un modello di 2,40 m. di apertura, 1,20 m. di semiala, occorrerà rialzare le semiali di:

$$1{,}20 \cdot 0{,}12 = 0{,}144 \text{ m.} = 14{,}4 \text{ cm.}$$

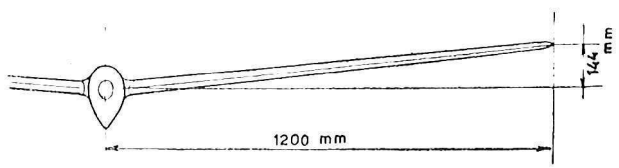


FIG. 9.

Occorre accennare qui che la stabilità laterale è strettamente legata a quella di rotta, ed un aumento del diedro alare richiede una maggior superficie dell'impennaggio verticale. Si tenga anche presente che un diedro alare eccessivo porta ad un peggioramento della stabilità laterale oltre ad una diminuzione della portanza e dell'efficienza del modello.

Va ricordato poi che la soluzione ala bassa nei modelli è senz'altro da scartare poichè il centro di spinta laterale risulta troppo poco alto sopra il baricentro, ed in certi casi potrebbe addirittura risultare al di sotto del baricentro avendosi così non solo poca stabilità laterale, ma addirittura l'instabilità, rendendo impossibile il volo.

E) CALETTAMENTO DEL PIANO ORIZZONTALE - DIEDRO LONGITUDINALE

Abbiamo visto come si dimensiona la superficie del piano orizzontale necessaria per assicurare la stabilità longitudinale del modello. Poichè, come si è detto, tale impennaggio non deve essere mobile in volo, ma fisso, occorre allora stabilire la sua posizione rispetto all'ala, ossia il **calettamento,** intendendosi con tale locuzione l'angolo k formato dalla corda del piano con quella dell'ala. (Fig. 10).

FIG. 10.

Quest'angolo k deve essere sempre negativo, cioè **l'incidenza del piano di coda deve essere minore di quella dell'ala.**

Si ha così un V o diedro longitudinale fra ala e coda che assicura la stabilità di beccheggio.

IV - Centramento

Il centramento consiste nella determinazione della posizione dell'ala e degli impennaggi rispetto al baricentro del modello in modo da garantire la perfetta stabilità in volo cioè l'automatico ritorno nella condizione normale quando ne sia stato spostato da una qualsiasi causa esterna.

Abbiamo detto in precedenza che i profili alari sono instabili e tale instabilità dipende dal modo con cui varia la posizione del centro di pressione C. P. lungo la corda al variare dell'incidenza, instabilità che si corregge con l'impennaggio di coda orizzontale.

Consideriamo i due casi e cioè:

piano di coda a profilo biconvesso simmetrico;

piano di coda a profilo piano convesso o concavo convesso.

Nel primo caso, poichè i profili biconvessi simmetrici ad incidenza nulla hanno portanza nulla, in condizioni normali di volo, la forza sostentatrice — portanza P. — ed il peso Q si faranno equilibrio, perciò dovranno essere allineate su una stessa retta verticale. (Fig. 11).

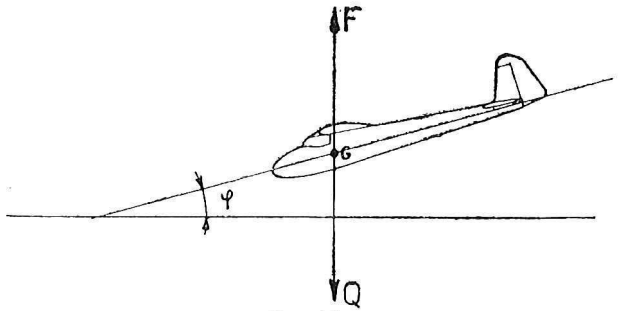


Fig. 11.

Ciò vuol dire che il baricentro G., punto dove si considera applicata la forza peso Q, dovrà essere sulla verticale passante per il centro di pressione dell'ala.

Se poi una causa esterna farà variare l'incidenza del modello nascerà in coda una forza Fc che tenderà a riportare l'equilibrio nella posizione iniziale.

Poichè i profili all'incidenza adottata nei modelli hanno il centro di pressione a circa il 30 % della corda, occorrerà che il baricentro del modello sia sulla verticale passante per tale posizione.

In pratica ciò si controlla facilmente sospendendo il modello finito sotto l'ala a circa 1/3 della corda: il modello dovrà disporsi in linea di volo, cioè con la fusoliera orizzontale.

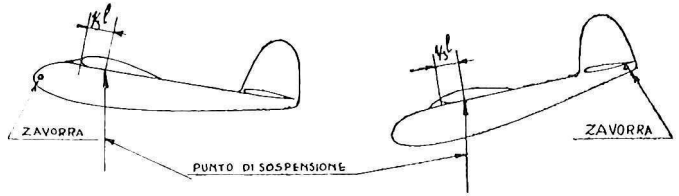


Fig. 12.

Se ciò non avviene si zavorrerà a prua o a poppa (cosa rara) a seconda che il modello si disponga in cabrata o in picchiata. (Fig. 12).

In questi modelli veleggiatori, data la mancanza in prua di pesi quali il motore, l'elica ed il carrello, risulterà assai difficile ottenere il baricentro nella posizione avanzata corrispondente a circa 1/3 della corda alare come si è detto, senza ricorrere alla zavorra a prua.

Bisognerà perciò che le strutture di coda siano le più leggere possibile in modo da ridurre la zavor-

ra al minimo per il centraggio al fine di ottenere il minimo peso del modello. Ciò si può ottenere ricorrendo all'impennaggio orizzontale **portante** ossia a profilo piano convesso (secondo caso, come si è detto).

In condizioni normali di volo il piano di coda è ora portante e la portanza totale P. sarà data dalla somma di quella dell'ala Pa e del piano Pc. (Fig. 13).

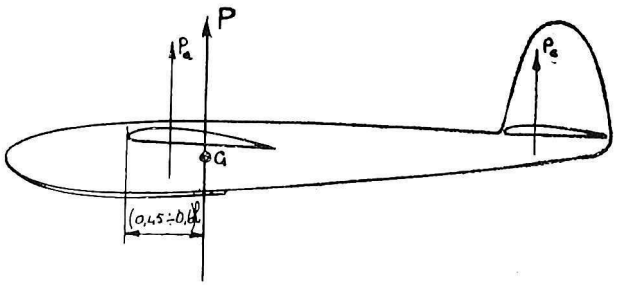


Fig. 13.

Questa forza P, che farà equilibrio al peso Q, è perciò più arretrata di Pa tanto più grande è il piano di coda e la sua distanza dall'ala; perciò il baricentro G potrà essere anch'esso più arretrato riducendo così la zavorra di centraggio.

In pratica la superficie del piano orizzontale a profilo portante non conviene sia troppo grande (non più di 1/4 della superficie alare) e si calcola come si è visto a pag. 21.

In queste condizioni il baricentro potrà essere fra il 45 % e il 60 % della corda alare.

Il calettamento negativo del piano orizzontale deve essere in genere in questi modelli di 2° o 3° per profili biconvessi simmetrici, di 3° o 4° per profili portanti.

V - Disegno del modello

Stabilite, in base alle varie considerazioni fatte, le dimensioni dell'ala, della fusoliera e degli impennaggi, occorre ora passare al disegno definitivo del modello.

Come ben si comprende però non si comincia il disegno dopo aver fatti i calcoli visti in precedenza, ma anche il semplice progetto di un modello volante è sempre un lavoro simultaneo di disegno e di calcolo.

A) DISEGNO DELLA VISTA IN PIANTA

Cominciamo con l'ala. Avendo stabilito l'apertura e l'allungamento abbiamo il valore della corda media lm.

Ma la forma dell'ala che ha una data corda media può essere diversa: rettangolare, trapezoidale, ellittica, ecc.

Occorre perciò scegliere quella forma che dia il miglior compromesso fra le esigenze costruttive ed aerodinamiche.

Per le ali di piccolo allungamento ed apertura, la forma in pianta più conveniente per la sua semplicità costruttiva è quella rettangolare con estremità arrotondate ellitticamente. (Fig. 14 a).

Per ali di forte allungamento ed apertura la miglior forma è invece quella trapezoidale, cioè rastremata linearmente, (Fig. 14 b) mentre per ali di grande apertura e medio allungamento, è conveniente la forma ellittica, sebbene sia la più complessa costruttivamente (Fig. 14 c).

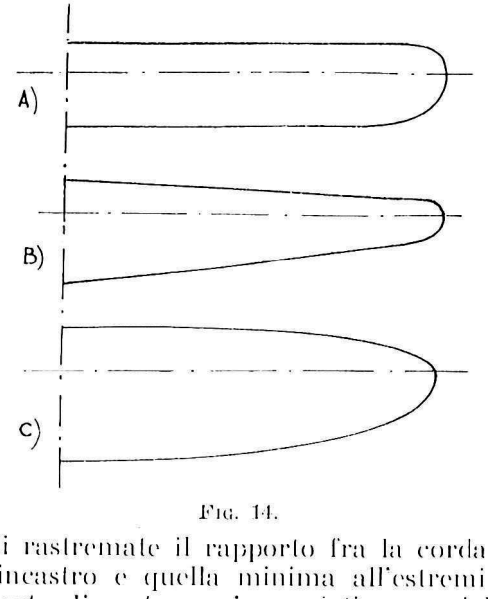


Fig. 14.

Nelle ali rastremate il rapporto fra la corda massima all'incastro e quella minima all'estremità, detto **rapporto di rastremazione**, si tiene variabile fra 2 e 3, per allungamenti compresi fra 15 e 20, inferiore a 2 per allungamenti minori.

L'allineamento dei profili si fa in genere al 30 % della corda alare.

Se l'allineamento del 30 % delle corde delle due semiali non è su uno stesso asse l'ala si dice a **Freccia** (Fig. 15). La freccia è data dall'angolo che forma l'asse di una semiala con una retta perpendicolare all'asse longitudinale del modello.

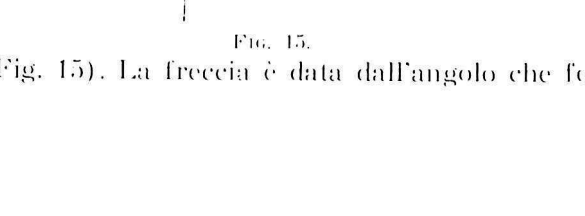


Fig. 15.

Per il disegno in pianta della fusoliera si dovrà adottare un profilo di buona penetrazione tondeggiante anteriormente con larghezza massima a circa il 20 - 30 % della lunghezza totale della fusoliera stessa.

Se l'ala è appoggiata alla fusoliera sarà necessario che questa non sia troppo stretta per permettere un buon collegamento. Analogamente la larghezza all'estremità posteriore della fusoliera non dovrà essere troppo piccola per l'appoggio del piano orizzontale.

Abbiamo infine da disegnare in pianta il piano orizzontale il cui allungamento si tiene sempre molto basso: da 3 a 5 al massimo.

Essendo già nota la superficie **Se** calcolata in precedenza si ricaverà l'apertura che risulta perciò

$$L_e = \sqrt{\lambda \cdot s_e}$$

Ad esempio sia la superficie di coda $s_e = 5$ dm² e il suo allungamento $\lambda = 4$, l'apertura di coda Le risulta:

$$L_e = \sqrt{\lambda_e \cdot s_e} = \sqrt{4 \cdot 5}$$

$$L_e = \sqrt{20} \sim 4{,}5 \text{ dm.} = 45 \text{ cm.}$$

La forma più semplice è quella trapezoidale con rapporto di rastremazione fra 2 e 3. Molto usata, specie nei veleggiatori, è anche la forma ellittica che ha un miglior rendimento ed è particolarmente conveniente se l'impennaggio è a profilo portante.

B) VISTA DI FIANCO

Il disegno della vista di fianco interessa solamente la fusoliera e l'impennaggio verticale.

Nel disegno della vista di fianco della fusoliera di un modello veleggiatore si cerca di ottenere la forma di minor resistenza all'avanzamento. Sono perciò da evitare simulacri di finestrini, parabrezza ecc. cioè discontinuità nella superficie della fusoliera non essendocene la necessità. Le forme semplici oltre ad essere più facili da realizzare costruttivamente sono anche le migliori aerodinamicamente.

Per ottenere una buona stabilità di rotta è necessario che l'area della vista di fianco anteriore al baricentro sia la minima compatibile con la lunghezza della prua (lunghezza necessaria per non aumentare eccessivamente la zavorra di centraggio).

In tal modo si potrà ridurre la superficie del timone verticale con tutto vantaggio del peso e della efficienza aerodinamica del modello.

Il disegno dell'impennaggio verticale non riveste importanza se non dal punto di vista estetico del modello. La sua superficie come si è già detto si può tenere circa la metà di quella dell'impennaggio orizzontale, ma come ben si comprende è notevolmente influenzata dalla forma della fusoliera ed il suo dimensionamento con il calcolo sarebbe molto complesso.

C) VISTA DI FRONTE

Nella vista di fronte di un modello ci interessa il diedro alare di cui si è già detto in precedenza.

Riguardo alla posizione dell'ala rispetto alla fusoliera in questi modelli può essere di tre soluzioni classiche:

a) ala semplicemente poggiante sulla fusoliera (modelli semplici con ala in un pezzo solo).

b) ala attraversante la fusoliera a spalla (modelli di buone caratteristiche con ala in due pezzi)

c) ala sopraelevata mediante una pinna (modelli di medie dimensioni).

Questa soluzione è poco usata nei veleggiatori mentre lo è molto nei modelli con motore a scoppio. (Fig. 16).

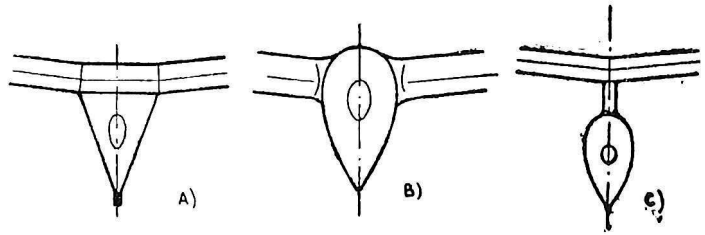


FIG. 16.

La forma della sezione della fusoliera può essere svariatissima: quadrata, triangolare, circolare, ovoidale, ecc.

E' evidente che le forme tondeggianti sono le migliori aerodinamicamente, ma sono però più complesse da realizzare costruttivamente.

D) DISEGNO DEL PROFILO

La forma di ogni profilo è determinata da una tabella in cui si notano 3 colonne di numeri: quella delle x, delle ys ed yi, i cui valori sono riferiti ad una lunghezza unitaria, cioè sono percentuali della lunghezza del profilo.

Le x sono le **ascisse** cioè le distanze orizzontali, e le y sono le **ordinate** cioè le altezze del profilo e precisamente le ys sono le quote della curva superiore, dorso, mentre le yi sono le quote del ventre prese a partire da una retta di riferimento detta corda.

La lunghezza della corda del profilo viene divi-

sa in 10 parti uguali, e la prima a sua volta in 4 parti uguali per ottenere una maggiore precisione nel tracciamento del becco del profilo.

Si hanno così i valori di x del 2,5-5 ... 10 ... 100%. Da questi punti sulla corda si tracciano delle rette verticali, e su ognuna di esse si riportano i valori di ys e yi corrispondenti. (Fig. 17).

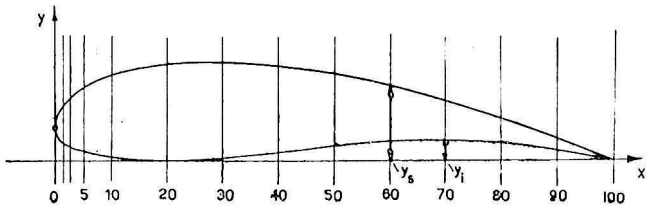


FIG. 17.

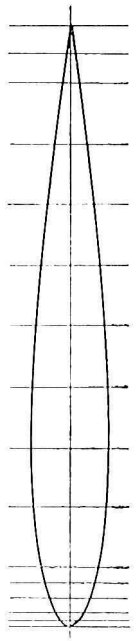
Si ottengono così dei punti che uniti fra loro con l'ausilio di un curvilinee danno la forma del profilo.

Per determinare perciò i valori di x, ys e yi di un profilo di una data lunghezza, basta moltiplicare i valori della tabella per la lunghezza del profilo e dividere per 100. Si disegnano così i profili di un'ala in base alla loro lunghezza.

Riportiamo alcune tabelle di profili più correntemente impiegati nella costruzione di modelli veleggiatori.

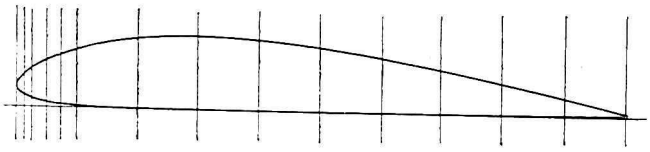
Di questi profili il primo, NACA 0012 è impiegato esclusivamente per piani di coda, gli altri per le ali. Il Clark y è però usato anche per il piano orizzontale.

N. A. C. A. 0012



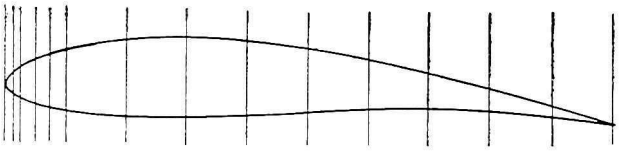
X	0	1,25	2,5	5	7,5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	0	1,89	2,61	3,55	4,20	4.68	5,73	6.—	5,80	5,29	4,56	3,66	2,62	1,44	0
y_i	0	-1,89	-2,61	-3,55	-4,20	-4,68	-5,73	-6.—	-5,80	-5,29	-4,56	-3,66	-2,62	-1,44	0

CLARK Y



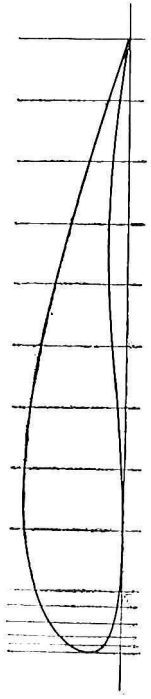
X	0	1,25	2,5	5	7,5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	3,60	5,38	6,43	7,83	8,79	9,56	11,32	11,68	11,37	10,49	9,13	7,34	5,21	2,79	0,12
y_i	3,60	1,86	1,42	0,91	0,59	0,39	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—

EIFFEL 400



X	0	1,25	2,5	5	7,5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	4,80	6,65	7,48	8,77	9,79	10,5	12,5	13,1	12,6	11,6	9,90	8.—	5,8	3,1	—
y_i	4,80	3,39	2,85	2,03	1,41	1.—	0,10	0,10	0,60	1,30	2.—	2,40	2,20	1,80	—

GOTTINGA 535



X	0	1,25	2,5	5	7,5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
y_s	4,30	8,39	9,75	11,55	12,90	13,95	16,05	16,30	15,35	13,75	11,65	9,22	6,55	3,55	0,15
y	4,30	2,30	1,55	0,80	0,50	0,30	0,—	0,25	1,15	2,20	3,—	3,—	2,50	1,450	0,15

VI - Costruzione

I modelli volanti in genere sono costruiti quasi totalmente in legno con rivestimento in carta ed in qualche caso (modelli di grandi dimensioni con motore) in seta o tela leggerissima.

Vediamo ora brevemente come è la struttura dei veleggiatori.

A) **ALA**

L'ala è costituita da elementi trasversali detti **centine,** che hanno il compito di dare la forma all'ala del profilo adottato, collegati fra loro da uno o più elementi longitudinali, **longheroni** a cui è affidato il compito di sostenere gli sforzi dovuti alla reazione aerodinamica.

Anteriormente e posteriormente un listello opportunamente sagomato forma il **bordo d'attacco** e quello **d'uscita.** Nei piccoli modelli sia le centine che il longherone si costruiscono in tranciato di pioppo di spessore di 1 - 2 mm.; il bordo d'entrata si realizza con un tondino di pioppo di diametro 2 — 3 mm ed il bordo d'uscita può essere anch'esso un tondino come sul bordo d'attacco, oppure un listello triangolare. (Fig. 18).

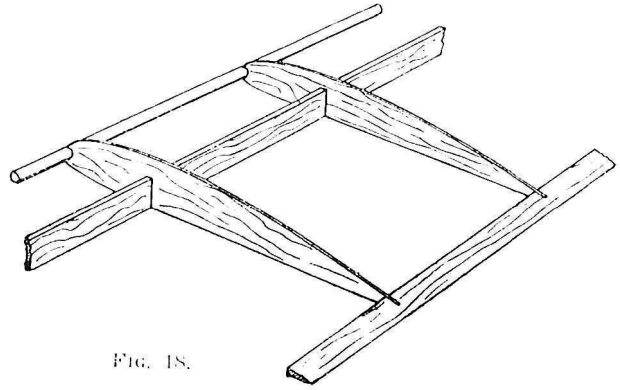


FIG. 18.

Nelle ali di dimensioni maggiori conviene invece costruire le centine in compensato di betulla o di faggio, opportunamente alleggerite, di spessore 1 - - 2 mm.

Il longherone può essere costituito da 2 listelli incastrati nelle centine, uno sul dorso e uno sul ventre. Con questa soluzione l'ala è però spesso bilongherone avendosene uno anteriore a circa il 25 — 120 % ed uno posteriore al 60 — 65 % della corda.

Il bordo d'attacco viene ricoperto con una striscia di impiallacciatura, di pioppo o di acero, mentre il bordo d'uscita è sempre realizzato con un listello triangolare. (Fig. 19).

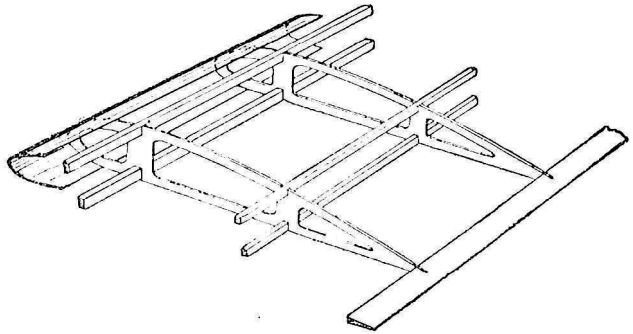


Fig. 19.

Nel caso poi di ali di grandi dimensioni con elevato allungamento, per avere una necessaria rigidità anche a torsione, per impedire pericolosi svergolamenti, si riveste il bordo d'attacco fino al longherone in impiallacciatura od in cartoncino e si collegano i listelli inferiore e superiore del longherone fra centina e centina con un diaframma pure di

impiallacciatura od in cartoncino, in modo da formare una scatola anteriore chiusa rigidissima a torsione ed a flessione. (Fig. 20).

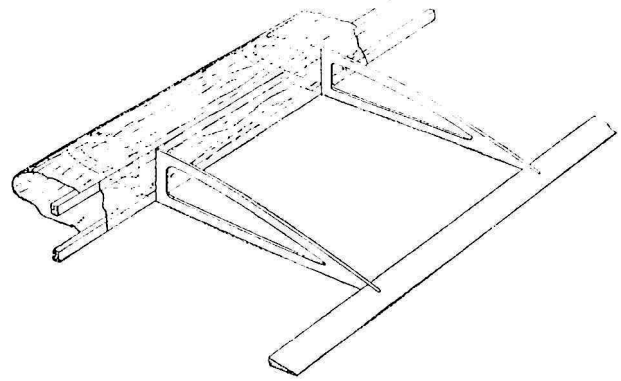


Fig. 20.

In costruzioni più evolute si arriva a costruire il vero longherone a scatola composto da due correnti uno superiore ed uno inferiore, collegati lateralmente con un'anima continua in tranciato od in compensato. Le centine restano poi infilate sul longherone.

Le centine come abbiamo detto hanno il compito di dare la forma all'ala. Perciò tanto maggiore è il loro numero tanto migliore risulta la forma dell'ala. Per non avere però un peso eccessivo si pongono generalmente ad una distanza pari ad 1 3 — 1 4 della loro corda; non mai a distanza superiore alla metà della loro corda.

Le incollature sul legno si fanno generalmente con **colla a freddo alla caseina** od anche con **collan-**

te cellulosico che ha il grande pregio di essiccare in un paio d'ore al massimo.

Collegamento ala-fusoliera.

Nei modelli di piccole dimensioni (— 1,50 m.) l'ala si fa sempre in un pezzo unico e viene fissata mediante legature elastiche direttamente sovrapposta alla fusoliera. (Fig. 21).

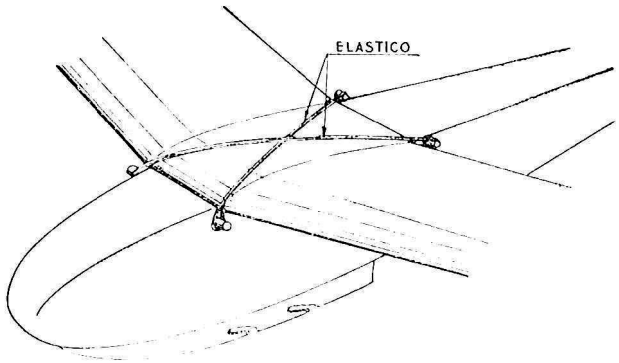


Fig. 21.

Nei modelli di grandi dimensioni invece, per ragioni di praticità di trasporto l'ala si costruisce in due pezzi che si uniscono alla fusoliera mediante il sistema d'uso corrente a baionette orizzontali o verticali.

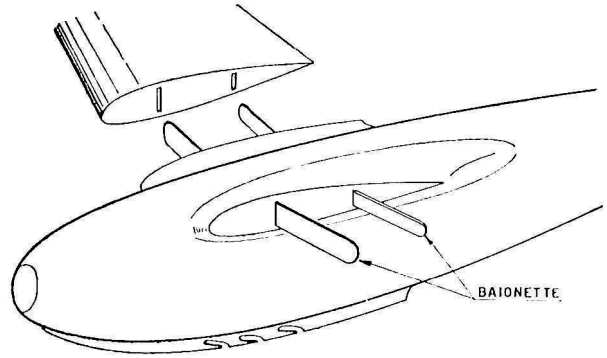


Fig. 22.

Con tale sistema l'ala, in caso di urto, può liberamente sfilarsi dalla fusoliera eliminando così rotture nelle strutture.

Le baionette si costruiscono in legno se orizzontali; in lamiera di duralluminio se verticali.

B) FUSOLIERA

Nei modelli veleggiatori la fusoliera mancando del carrello e del gruppo motopropulsore è sempre di linee molto semplici, e si cerca di ridurre al minimo la sua resistenza all'avanzamento adottando forme di buona penetrazione.

Costruttivamente è costituita da elementi trasversali, **ordinate** o diaframmi, che danno la forma, collegate da diversi correnti longitudinali che sopportano gli sforzi trasmessi dall'ala e dai piani di coda.

La fusoliera, specialmente nei modelli veleggiatori, è soggetta di continuo ad urti che spesso sono anche di notevole entità, al contatto con il suolo.

La sua struttura deve essere perciò molto resistente, specialmente nella parte anteriore, per cui le ordinate a prua si pongono a distanza minore che non a poppa.

Per la mancanza dell'elica, gli organi di contatto con il suolo sono, in questi modelli, ridotti semplicemente ad un robusto pattino anteriore, comunemente in compensato di betulla di 3 — 5 mm. di spessore a 5 o più strati.

Al pattino sono attaccati i ganci di traino, oppure sono ricavati nel pattino stesso. (Fig. 23).

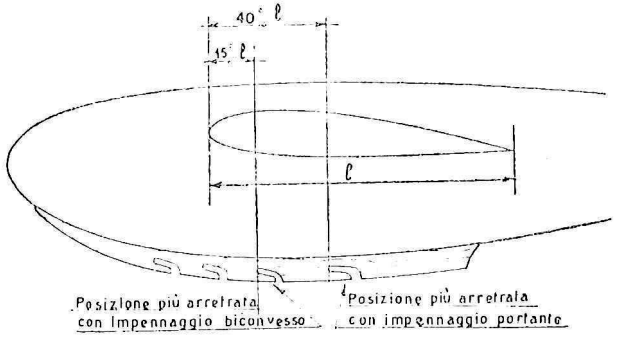


Fig. 23.

La posizione del gancio di traino è molto importante per le condizioni di salita a rimorchio. Ma poichè la salita dipende anche da altri fattori indipendenti dal modello quali l'intensità del vento, il peso del cavo, ecc., si ricorre perciò all'applicazione di più ganci (2 o 3) sul pattino in modo da poter agganciare il cavo di traino nella posizione migliore secondo le condizioni del momento.

Più il gancio è arretrato più rapida è la salita. Però una posizione eccessivamente arretrata può

provocare lo sgancio prematuro del modello in posizione di forte cabrata con gravi conseguenze. Per questa ragione la posizione dell'ultimo gancio non dovrà essere più indietro del 10 — 15 % della corda alare dal bordo d'attacco se il piano di coda è a profilo simmetrico, del 30 — 40 % se è a profilo portante.

In prua la fusoliera termina sempre con un musone in legno di pioppo, cirmolo, o sughero nel quale si ricava l'alloggiamento per la zavorra di centraggio (pallini di piombo).

E' evidente che tanto più leggera sarà la coda, minore dovrà essere la zavorra necessaria per il centraggio.

Un consiglio importante che l'aeromodellista principiante deve tener presente è quello di costruire molto leggera la struttura di coda della fusoliera e degli impennaggi, poichè mancando a questi modelli il peso a prua dell'elica e del carrello, si deve ricorrere a molta zavorra per il centraggio, variabile dal 10 al 20 % del peso totale del modello.

Come correnti della fusoliera si usano listelli quadrati o rettangolari di pioppo o di tiglio di dimensioni 2 × 2 — 2 × 3 — 3 × 5 mm. ed oltre secondo le dimensioni del modello. Si adattano molto bene allo scopo anche i tondini di pioppo di 3 o 4 mm. di diametro.

Le ordinate si costruiscono quasi sempre in compensato da 1 — 2 mm. traforate. Per modelli di piccole dimensioni si fanno anche in tranciato di pioppo da 1 mm. senza alleggerimenti.

Per i collegamenti dell'ala e degli impennaggi alla fusoliera ricorrere sempre a legatura elastiche. Collegamenti rigidi con viti, spine fisse, ecc., sono da evitare nei modelli volanti, sia per il maggior peso e complicazione che portano, sia perchè più

facile è la scassata in caso di urto, cosa molto frequente specialmente nei primi voli di messa a punto del modello.

C) IMPENNAGGI DI CODA

La costruzione degli impennaggi è del tutto simile a quella dell'ala. Va solo ricordato che è necessario ottenere una maggior leggerezza della struttura, per le ragioni già dette, leggerezza che non pregiudica sulla sicurezza alle scassate poichè i piani di coda, a differenza dell'ala non sono soggetti ad urti contro il terreno in atterraggi non regolari.

L'impennaggio verticale può essere unito solidalmente a quello orizzontale e con questo smontabile dalla fusoliera, oppure può essere solidale con la fusoliera, e solo quello orizzontale smontabile, soluzione questa adottata nei veleggiatori di buone caratteristiche. (Fig. 24).

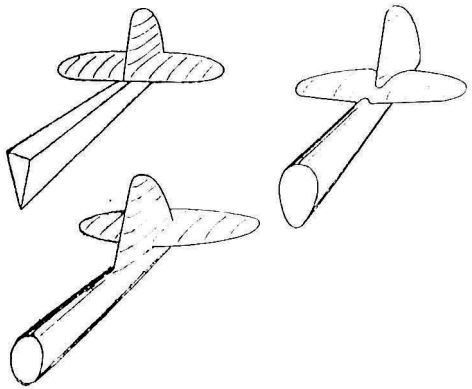


Fig. 24.

Riguardo alla posizione relativa degli impennaggi la soluzione di uso più comune per veleggiatori di medie e grandi dimensioni è quella con il piano orizzontale incastrato dietro quello verticale come si vede nella seconda illustrazione della figura precedente.

D) RIVESTIMENTO

Il rivestimento delle strutture dei modelli volanti in genere, viene eseguita quasi sempre in carta opportunamente impermeabilizzata, oppure in seta o tela di cotone.

Il rivestimento in carta ha diversi vantaggi su quello in tessuto, quali il basso costo, la facilità e rapidità di messa in opera, la buona impermeabilità della carta stessa che richiede perciò poca vernice di finitura ed infine, più importante fra tutti, la grande leggerezza.

Nel caso di modelli di dimensioni piuttosto grandi, specie se con motore a scoppio, può essere conveniente il rivestimento totale in tessuto (quasi generalmente in seta naturale leggerissima). Questo tipo di rivestimento ha, come è naturale, una maggior resistenza della carta, ma però, oltre all'elevato costo, richiede una grande abilità per la messa in opera, oltre ad abbisognare di una maggior quantità di vernice per renderla impermeabile.

Perciò il rivestimento in tessuto è consigliabile solo per modelli ben costruiti di grandi dimensioni e per l'aeromodellista esperto. In piccoli modelli è utile tale rivestimento esclusivamente per la fusoliera, specialmente per i veleggiatori, dato che questo è l'elemento più soggetto ad urti.

Rivestimento in carta.

La carta impiegata per il rivestimento delle ossature dei modelli è quella velina e quella pergamina o oleata. L'incollaggio si fa con gomma arabica piuttosto densa per la carta pergamina; per la carta velina è preferibile usare il collante oppure la vernice tenditela o **emaillite.**

Per il rivestimento delle ali aver cura di incollare bene la carta su tutte le centine specialmente sul ventre se il profilo è concavo, e sui longheroni se sono affioranti. Analogamente si procede per gli impennaggi e per la fusoliera.

Quando l'incollatura è ben asciugata occorre far tendere la carta. A tale scopo si bagna leggermente passandovi sopra con un batuffolo di bambagia bagnato di acqua, oppure con un comune spruzzatore da profumi. Durante l'asciugamento che deve avvenire lentamente fuori dalle correnti d'aria e dal troppo calore (non fare mai asciugare al sole) occorre porre le ali sui loro piani di montaggio, o su di un piano possibilmente di marmo, con dei pesi ben distribuiti sul bordo d'uscita e sulle centine (ad esempio porre sull'ala in corrispondenza del longherone una comune riga da disegno e su questa dei pesi, libri, ecc.). Ciò va fatto al fine di impedire che la carta tendendosi non abbia a stortare l'ala, o come si dice, non abbia a **svergolarla.**

E' questa un'operazione che va fatta con molta attenzione perchè il più delle volte un modello anche ben costruito vola male per effetto di svergolamenti verificatisi nell'ala o negli impennaggi a causa della non uniforme tensione del rivestimento.

Una volta che la carta si è tesa andrà impermeabilizzata con apposite vernici, che ne aumentano anche la robustezza e la rendono più bella d'aspetto.

Le vernici più usate a tale scopo sono: l'emaillite o vernice tenditela e la vernice alla gommalacca trasparente. Per la carta velina è senz'altro da preferire la prima.

Queste vernici hanno sulla carta lo stesso effetto dell'acqua, cioè l'afflosciano tendendola poi con l'essiccamento. Occorrerà perciò porre di nuovo le ali su un piano di riscontro, ma affinchè non si attacchino, se il piano è di legno, spalmarlo con paraffina, oppure se è possibile porre le ali su di un piano di marmo bel pulito.

Per ottenere una buona impermeabilizzazione occorrerà ripetere l'operazione di verniciatura 2 o 3 volte.

VII - Messa a punto

A) MONTAGGIO E CONTROLLO

Terminata con la verniciatura la costruzione dei vari elementi del modello si passa al montaggio e controllo.

Prima di tutto si controlla il centraggio sospendendo il modello ad 1/3 della corda dal bordo d'attacco se il profilo dell'impennaggio orizzontale è biconvesso, oppure a metà della corda se il profilo di coda è portante, e zavorrando in modo che la fusoliera risulti orizzontale come si è visto a pag. 25.

Accertarsi poi che l'ala e i piani di coda siano ben fissati alla fusoliera ed in perfetta squadra con essa, e che il calettamento del piano orizzontale sia negativo di qualche grado rispetto all'ala. Se ciò non risulta a causa di qualche difetto costruttivo, si può ovviare facilmente ponendo degli spessori sot-

to il bordo d'uscita del piano se questo appoggia sulla fusoliera.

Controllare poi che il timone di direzione sia ben in asse con la fusoliera, e che l'ala non sia svergolata cioè che una semi-ala non abbia maggior incidenza dell'altra.

B) LANCIO A MANO

Dopo queste verifiche si può cominciare con i primi voli di prova. Questi si fanno con lancio a mano tenendo il modello per la fusoliera sotto l'ala in modo da sentirlo equilibrato e corrèndo piano lanciarlo in avanti leggermente verso il basso.

Il lancio va effettuato sempre contro vento (è prudente però non fare le prime prove con vento troppo forte) in modo che la velocità del modello rispetto a terra risulta minore essendo data dalla differenza di quella di volo e del vento, riducendo di conseguenza il pericolo di scassata in atterraggio non regolare.

Il lancio del modello non va effettuato da fermo ma in corsa in modo da sentire il modello alleggerirsi sulla mano per effetto della portanza che ne nasce a causa della velocità relativa. Quando si arriva a sentirsi il modello sfuggire di mano dargli una leggera spinta in avanti verso il basso.

Il modello lanciato in queste condizioni può comportarsi in diverso modo a causa di qualche difetto di costruzione e di montaggio.

C) DIFETTI DA CORREGGERE

Se il modello tende a cabrare occorrerà zavorrare a prua, oppure ridurre l'incidenza negativa dell'impennaggio orizzontale, se questa risulta eccessiva. Ricordarsi però di non avere mai un calettamento di coda positivo, cioè l' **incidenza del piano deve sempre risultare minore di quella dell'ala.**

Per successivi tentativi si zavorrerà fino a quando nei lanci a mano si sarà raggiunta la massima lunghezza di planata. In queste condizioni il centraggio sarà a punto. Viceversa se il modello picchia, cioè tende a scendere rapidamente, sarà necessario togliere zavorra, oppure aumentare l'incidenza negativa del piano ponendo degli spessori sotto il suo bordo d'uscita.

Altro difetto che può avere il modello è quello di tendere a girare, cioè a **virare.** Questo difetto può dipendere da diverse cause, la più frequente delle quali è lo **svergolamento** delle ali.

Se ad esempio il modello vira a destra, vuol dire che la semiala sinistra ha più incidenza della destra, per cui la sua maggior portanza la solleva provocando un'imbardata e conseguente virata verso destra.

Dello svergolamento delle ali ci si può accorgere facilmente guardando l'ala dal davanti e confrontando le reciproce posizioni del bordo d'attacco e d'uscita delle due semiali come si vede nella figura in cui lo svergolamento è stato esagerato per renderlo evidente. (Fig. 25).

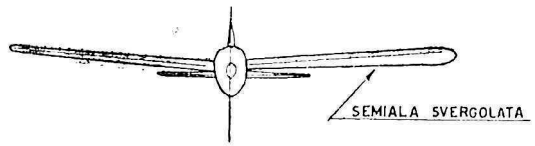


Fig. 25.

Nel caso della figura la semiala a destra di chi guarda, cioè la sinistra del modello, ha un'incidenza maggiore dell'altra e il modello virerà a destra.

Questo difetto si corregge facendo afflosciare il rivestimento (bagnandolo con acqua, oppure, se è già verniciato, passandovi del diluente della vernice adoperata) e ponendo l'ala di nuovo su di un piano per asciugare. Se lo svergolamento permane, ed è notevole, non resta che rifare il rivestimento.

Sul campo si può ovviare a ciò ponendo un'alettoncino di cartone piegato verso l'alto sulla semiala svergolata, cioè su quella esterna alla virata. Si può porre anche un alettone sull'ala interna, piegato verso il basso, ma il suo effetto non è molto sensibile.

La virata può poi essere generata anche dal timone verticale non esattamente in asse con la mezzeria della fusoliera, difetto che si può controllare facilmente e rimediare spostandolo se esso non è solidale con la fusoliera. Nel caso che il timone sia fisso bisognerà porre sul bordo d'uscita di esso, un timoncino di cartone piegato verso la parte esterna alla virata.

Infine la virata può dipendere anche dalla posizione dell'ala sulla fusoliera: o l'ala è ruotata su questa, cioè un'estremità è più avanzata dell'altra (Fig. 26 A), oppure l'ala è spostata lateralmente in fuori. (Fig. 26 B).

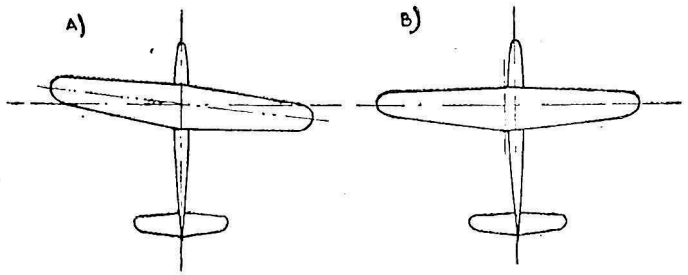


Fig. 26.

Con le posizioni dell'ala in figura il modello tenderà a virare a destra. Questi difetti sono facilmente controllabili ed altrettanto facilmente eliminabili riportando l'ala della sua esatta posizione.

D) LANCIO CON TRAINO

Il modello veleggiatore può essere fatto volare in pianura od in montagna. In quest'ultimo caso il lancio viene effettuato a mano come abbiamo prima descritto; nel caso invece del volo in pianura il sistema classico di lancio è quello che si effettua trainando in quota il modello a mezzo di un sottile cavo inestensibile (non elastico) di refe, spago, o meglio ancora di Nylon che associa una grande resistenza ad un basso peso.

Il cavo viene munito all'estremità di un anello metallico il quale viene infilato in un gancio aperto posto sotto il pattino, o ricavato nel pattino stesso. Sul cavo, in prossimità dell'anello, è utile aggiungere una bandierina di tela, la quale oltre a rendere evidente l'istante dello sgancio, facilita anche lo sgancio stesso.

Steso il cavo nella direzione contraria al vento e affidato il modello ad un aiutante con il compito di accompagnarlo e sostenerlo in linea di volo nei primi metri della corsa, si inizia il rimorchio a velocità piuttosto bassa perchè nella fase iniziale la salita è molto ripida e le ali vengono molto sollecitate: non è infrequente il caso in cui l'aeromodellista malaccorto provoca la rottura delle ali nella fase iniziale del traino, specialmente quando si dimentica che la corsa deve essere tanto più lenta quanto maggiore è l'intensità del vento.

Man mano poi che la salita diviene meno ripida occorrerà accelerare la corsa finchè raggiunta una

certa inclinazione del cavo di traino, il modello non salirà più. Sarà allora inutile continuare la corsa, ma occorrerà fermarsi, non però bruscamente, ma rallentando gradualmente finchè il modello non si sarà automaticamente sganciato in linea di volo.

Se però durante la salita il modello tende a virare bisognerà rallentare la corsa finchè il modello non si sia riportato nella direzione di traino che nel frattempo dovrà variare in senso opposto a quello di virata del modello. Se però la virata è troppo accentuata con forte inclinazione laterale è consigliabile sganciare immediatamente il modello arrestandosi nella corsa.

Si tenga presente che quanto più arretrato è il gancio di traino, più critica è la stabilità direzionale e più difficile il traino, benchè sia maggiore la quota raggiungibile. In conseguenza di ciò durante le prime prove e quando il lanciatore non sia molto esperto, è consigliabile agganciare il cavo di rimorchio in posizione più avanzata.

INDICE

I. — IL MODELLO VOLANTE.

A - Generalità . . . . . Pag. 7
B - Profili alari . . . . . » 8
C - L'equilibrio del modello in volo . . . . . » 10

II. — IL MODELLO VELEGGIATORE.

A - Il volo librato . . . . . » 12
B - Carico alare . . . . . » 13
C - Portanza - Resistenza - Efficienza . . . . . » 14
D - Allungamento alare . . . . . » 15

III. — DIMENSIONAMENTO DI PROGETTO.

A - Apertura alare - Allungamento . . . . . » 17
B - Lunghezza fusoliera . . . . . » 18
C - Piani di coda . . . . . » 19
D - Diedro alare trasversale . . . . . » 22
E - Calettamento del piano orizzontale - Diedro longitudinale . . . . . » 23

IV. — CENTRAMENTRO . . . . . » 24

V. — DISEGNO DEL MODELLO.

A - Disegno della vista in pianta . . . . . » 27
B - Vista di fianco . . . . . » 29
C - Vista di fronte . . . . . » 30
D - Disegno del profilo . . . . . » 31

VI. — COSTRUZIONE.

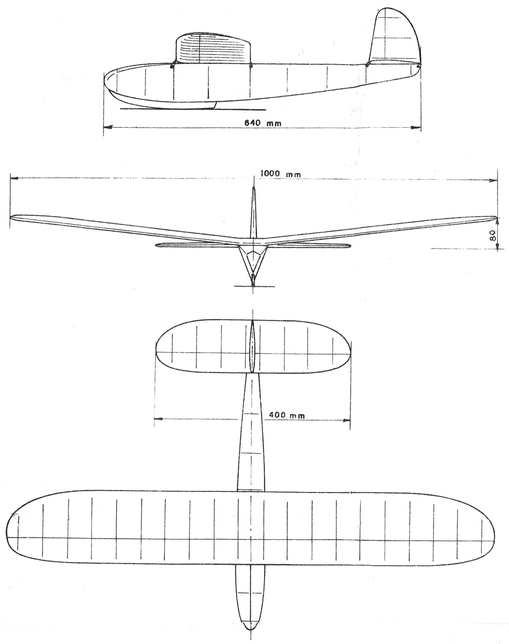
A - Ala . . . . . » 37
B - Fusoliera . . . . . » 41
C - Impennaggi di coda . . . . . » 44
D - Rivestimento . . . . . » 45

VII. — MESSA A PUNTO.

A - Montaggio e controllo . . . . . » 47
B - Lancio a mano . . . . . » 48
C - Difetti da correggere . . . . . » 48
D - Lancio con traino . . . . . » 51

Tavola Costruttiva Aeromodello Veleggiatore

C. S. A. 1°



MODELLO VELEGGIATORE C.S.A. 1°

DESCRIZIONE

Il modello veleggiatore C.S.A. 1° è stato studiato appositamente per la riproduzione da parte di aeromodellisti principianti. La sua costruzione è estremamente semplice ed abbina ad una grande robustezza delle buone caratteristiche di volo ed estetiche.

L'ala è a pianta rettangolare con estremità arrotondate; la fusoliera è a sezione triangolare sul cui dorso appoggiano l'ala e gli impennaggi fissati con legature elastiche. Gli impennaggi orizzontale e verticale sono uniti fra loro formando un unico elemento.

La struttura dell'ala e dei piani di coda è in tranciato di pioppo con bordo d'attacco e d'uscita in tondini pure di pioppo; la fusoliera è costituita da ordinate in compensato alleggerite con correnti in tondini di pioppo.

Il rivestimento è in carta velina verniciata.

Le caratteristiche principali sono:

Apertura alare	mm.	1000
Lunghezza fusoliera . . .	mm.	640
Superficie alare	dm.²	14
Allungamento alare . . .		7,1
Apertura piano orizzontale	mm.	400
Superficie » » .	dm.²	3,8
Peso totale.	gr.	130
Carico alare . . .	gr./dm.²	9,2

I pesi parziali sono risultati i seguenti:

	STRUTTURE NUDE	STRUTTURE RIVESTITE E VERNICIATE
Ala completa . .	gr. 35	gr. 52
Fusoliera	» 40	» 65 (di cui 15 di zavorra)
Impennaggi . . .	» 8	» 13
Totale	gr. 83	Tot. gr. 130

COSTRUZIONE

Per la costruzione occorre innanzi tutto ricalcare (con la dimensione maggiore nella direzione delle fibre del legno) con carta copiativa sul legno gli elementi strutturali da ritagliare (centine, ordinate, longheroni) servendosi di riga e curvilinee. Non si ricalchi a mano libera.

Si può anche ricorrere direttamente all'incollaggio (possibilmente con emaillite o collante) del disegno stesso degli elementi sul legno, e dopo averli ritagliati togliere il residuo di carta rimasto attaccato. Si ottiene così un'ottima precisione nella lavorazione, però si viene a distruggere il disegno.

I pezzi si ritagliano comunemente con il seghetto da traforo, e si rifiniscono poi con carta vetrata sottile e con lima fine.

MONTAGGIO

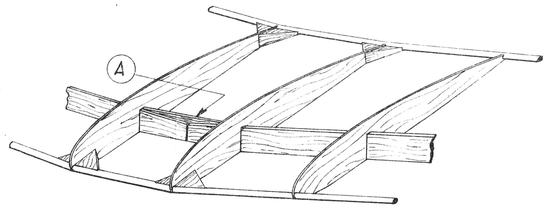
ALA - L'ala viene costruita in due parti. Per il montaggio occorre una tavola di legno perfettamente piana di 70-80 cm. di lunghezza e di 40 cm. di larghezza in modo da poter montare contemporaneamente le semiali. Ci servirà poi anche per il montaggio della fusoliera e degli impennaggi.

Fissato a detto piano il disegno della pianta dell'ala si procede al montaggio fissando il longherone con spilli non passanti, ma posti sui fianchi di esso. Sul longherone si incastrano poi le centine fino ad appoggiare col ventre sul piano, e si tengono in esatta posizione con spilli posti in modo analogo a quanto si è fatto per il longherone.

Si applica infine il tondino di 3 mm. di contorno sul bordo d'attacco e su quello di uscita avendolo preventivamente curvato nella forma del terminale d'estremità. Per eseguire questa operazione è bene bagnare possibilmente con acqua calda il tondino.

Messi tutti gli elementi a posto si procede all'incollaggio passando la colla con un bastoncino (un tondino da 2 mm.) in tutti i punti di unione.

Dopo l'essicazione della colla, le due semiali, tolte dal piano di montaggio si uniscono tra loro mediante due piastrine di tranciato di pioppo da 1 mm. di spessore incollate sui longheroni, e tenute aderenti con due comuni mollette per bucato.



ATTACCO SEMIALI

FIG. 1

Fare attenzione che durante l'incollaggio le due semiali siano rialzate all'estremità della stessa misura, e cioè di 80 mm., ponendovi due sostegni finchè non sia essicata la colla.

FUSOLIERA - Particolarmente semplice risulta la costruzione della fusoliera, non essendovi necessità di particolare scalo di montaggio, essendo il suo dorso piano per la quasi totalità della lunghezza. Il montaggio si può fare in posizione rovesciata sulla stessa tavola che ha servito per il montaggio delle semiali. (Fig. 2)

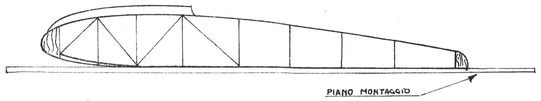
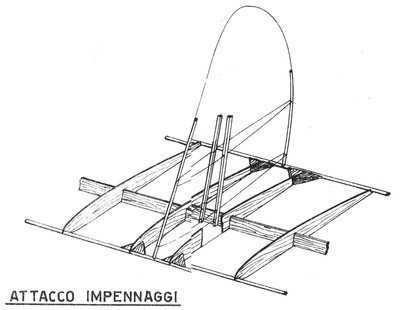


FIG. 2

Per la parte anteriore che essendo curva non appoggia sul piano, la forma viene assicurata perfettamente dal pattino che dovremo unire con incollatura e con sottili chiodini al tondino, che collega inferiormente le ordinate, prima del montaggio della fusoliera.

Prima di togliere la fusoliera dal piano di montaggio vanno applicate le diagonali fra le ordinate anteriori. Poi si pongono il musone anteriore e il blocchetto di coda e si raccordano con la fusoliera rifinendoli con carta vetrata sottile. Infine si applicano i traversini per il fissaggio dell'ala e del piano di coda.

IMPENNAGGI - La costruzione è analoga a quella dell'ala per quello orizzontale che viene costruito in un sol pezzo sul piano di montaggio. Si unisce poi ad esso quello verticale. (fig. 3)



ATTACCO IMPENNAGGI

FIG. 3

Per maggior sicurezza si può ricorrere anche ad una legatura, con filo sottile di refe, fra longheroni del piano verticale con quello orizzontale.

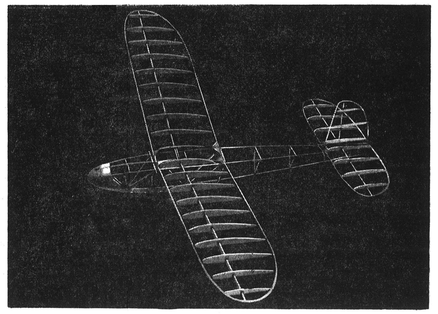
RIVESTIMENTO

Il rivestimento viene eseguito in carta velina incollata con gomma arabica a tutte le strutture. Viene poi tesa bagnandola e verniciandola con vernice tendi-tela (emaillite). La fusoliera può anche essere rivestita con carta più robusta, ad esempio con carta pergamina leggera. (Per una più dettagliata spiegazione vedere il fascicolo *C. S. A. "Aeromodello Veleggiatore,"*).

CENTRAGGIO

Per il centraggio del modello sospenderlo, senza l'ala, in corrispondenza dell'ordinata N. 4, e zavorrare a prua finchè il dorso della fusoliera risulti orizzontale.

Montata poi l'ala si procederà alle prime prove di volo con lancio a mano e con traino a cavo. (Dettagliate spiegazioni sul centraggio vedere il fascicolo *C.S.A. "Aeromodello Veleggiatore"*).



MATERIALI OCCORRENTI

Tranciato di pioppo

- N. 1 tavoletta cm. 10×10 spessore mm. 1 — per centine ala e piani di coda
- N. 1 tavoletta cm. 4×55 spessore mm. 2 — (per longheroni ala)

Compensato

- N. 1 tavoletta cm. 20×30 spessore mm. 1,5 (per ordinate fusoliera)
- N. 1 tavoletta cm. 3×25 spessore mm. 3 (per pattino)

Tondini di pioppo

- N. 5 da ⌀ mm. 4 lunghezza cm. 100 — per correnti fusoliera; per traversini fissaggio ala
- N. 5 da ⌀ mm. 3 lunghezza cm. 100 — per bordo d'attacco ala; per bordo d'uscita ala; per traversini fissaggio coda
- N. 4 da ⌀ mm. 2 lunghezza cm. 100 — per bordo d'attacco e bordo d'uscita impennaggi; per diagonali fusoliera

Sughero

- N. 1 blocchetto da cm. 6×4×4 (per prua fusoliera)
- N. 1 blocchetto da cm. 2×2×3,5 (per poppa fusoliera)

Carta

m.² 1 carta velina (per rivestimento)

Vernici

gr. 50 tenditela (per verniciatura)

Colle

gr. 50 caseina (per incollaggi)

Zavorra

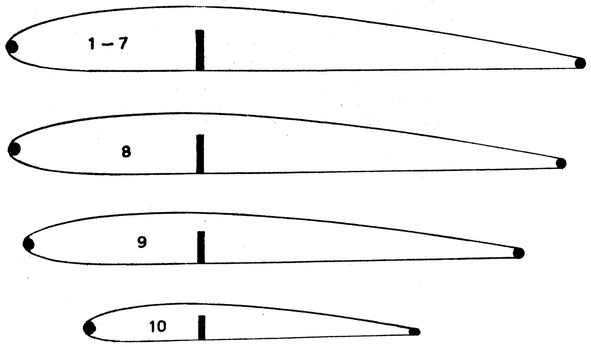
gr. 30 pallini piombo (per centraggio)

C.S.A. SEZIONE AEROMODELLISTICA

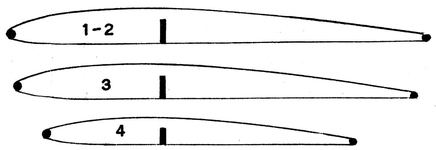
AEROMODELLO VELEGGIATORE | C.S.A. 1

PROG.	DIS.	IL PRESIDENTE
F. S.	L. S.	D. T. G. L.

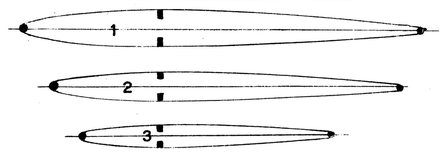
CENTINE ALA

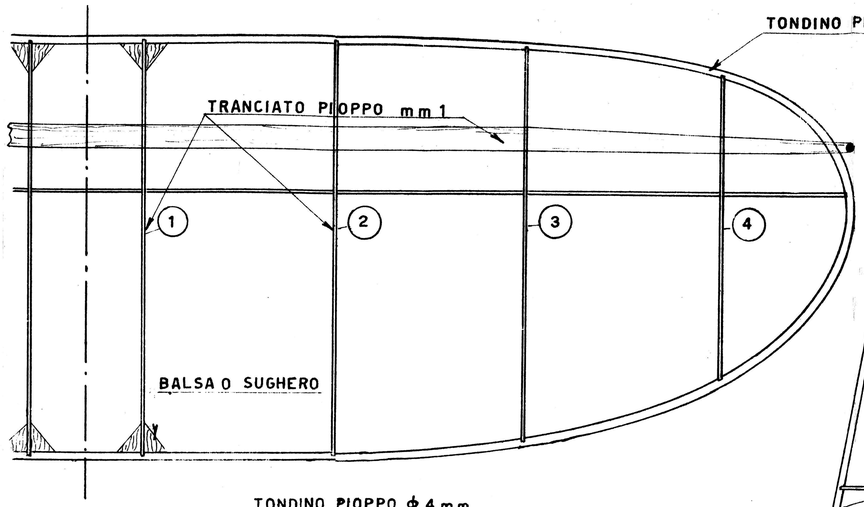


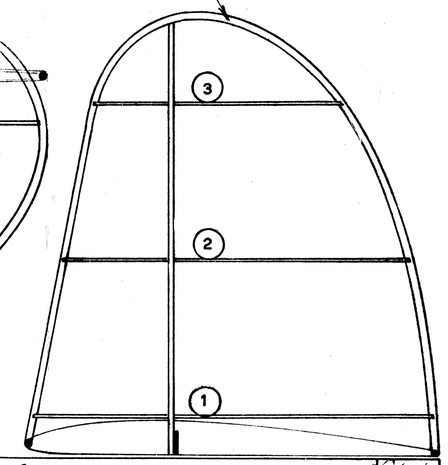
CENTINE TIMONE PROFONDITA'

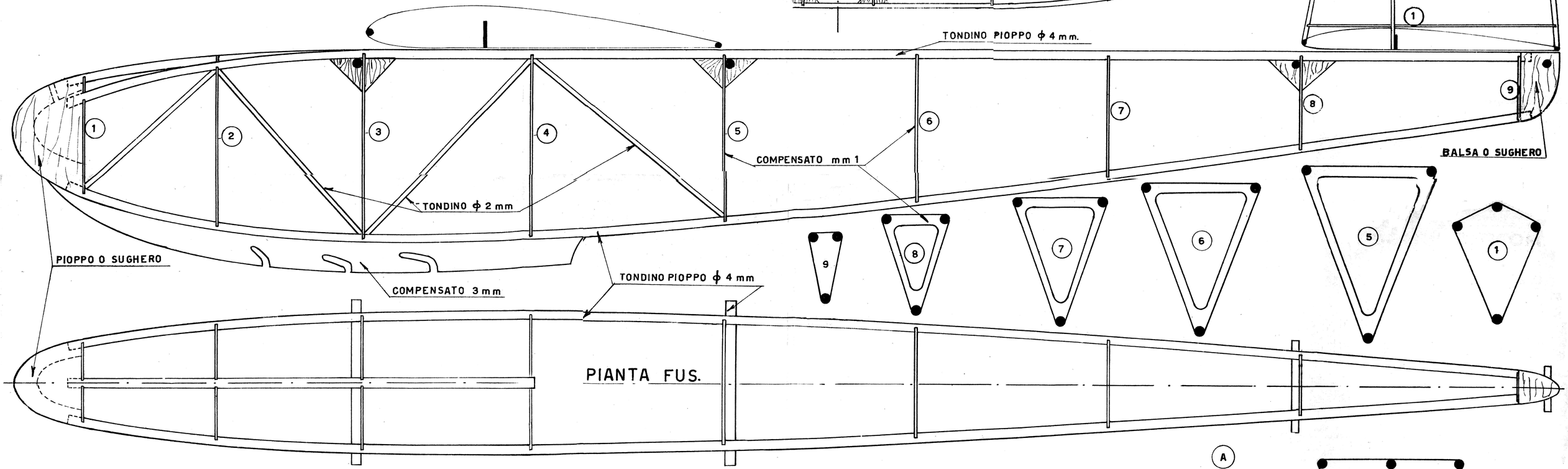


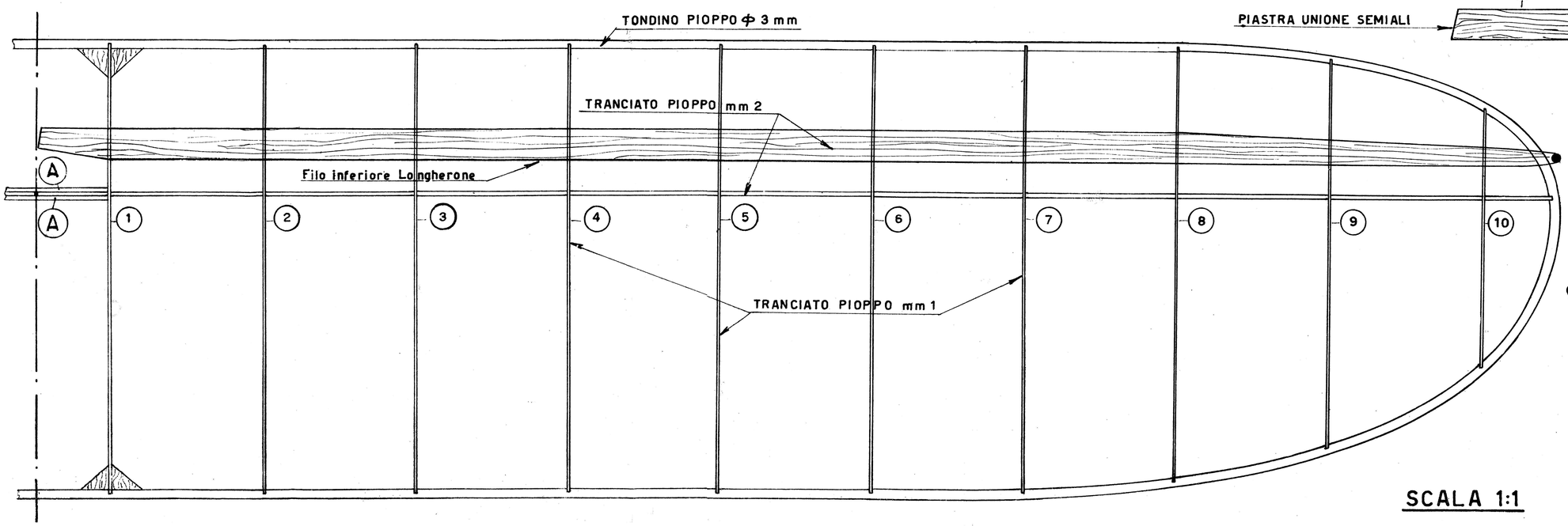
CENTINE TIMONE DIREZIONE

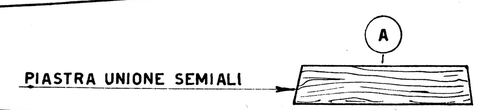


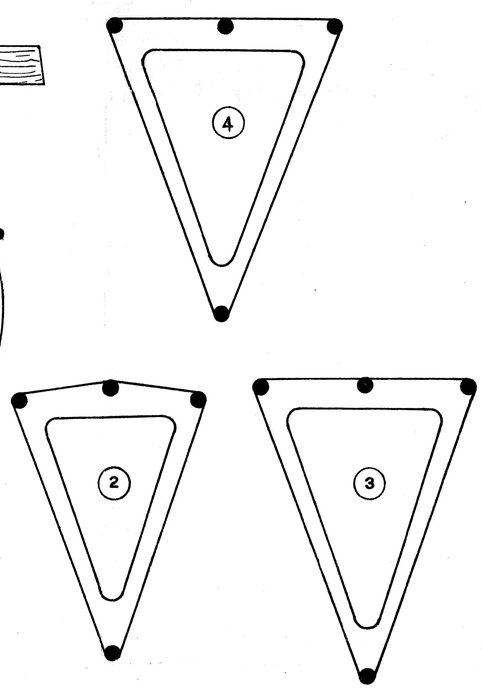












SCALA 1:1