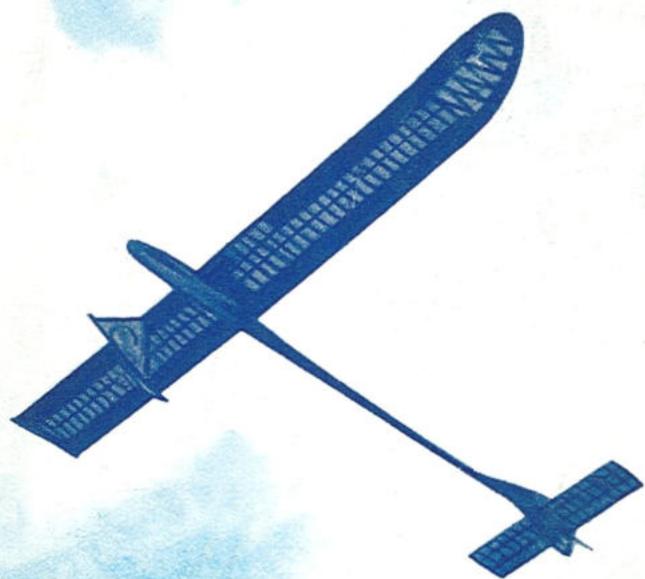


LORIS KANNEWORFF

*elementi di*

# **AEROMODELLISMO**



*Edizioni dell'Aero Club d'Italia*

LORIS KANNEWORFF

*Elementi di*

# AEROMODELLISMO

nozioni teorico-pratiche illustrate  
con 162 disegni e 20 riproduzioni fotografiche

---

PRIMA EDIZIONE

---

AERO CLUB D'ITALIA - ROMA



Edizione curata dall'AERO CLUB D'ITALIA  
Via Cesare Beccaria, 35 - ROMA

*Proprietà riservata*

## P R E F A Z I O N E

*E' opinione piuttosto diffusa che la costruzione di modelli volanti sia un'attività da bambini, oppure da sciocchi maniaci. Eppure nulla vi è di più errato di tale opinione, che può essere condivisa solo da chi ha una nozione molto superficiale dell'aeromodellismo, che è in realtà un'attività magnifica, e forse la più adatta per lo svago dei giovani e dei grandi, l'«hobby» più istruttivo. E' nello stesso tempo studio e sport, perchè il progetto, la costruzione e la messa a punto di aeromodelli di qualsiasi tipo richiedono la conoscenza e la pratica attuazione di nozioni scientifiche, almeno le più elementari, in numerosi rami delle discipline tecniche: la matematica; il disegno; la fisica nei suoi campi più interessanti: la meccanica, la dinamica, la termodinamica, l'elettricità, la radiotecnica, l'aerodinamica, l'idrodinamica; ed ancora la chimica; la scienza delle costruzioni, ecc.*

*Così i giovani che coltivano l'aeromodellismo sentono subito la necessità e l'utilità di applicare alla loro attività quelle cognizioni che vengono man mano apprendendo nei loro studi; ed osservando i progressi che riescono a conseguirne, si appassionano viepiù nello studio, ed assimilano facilmente e profondamente quelle nozioni tecniche, che altrimenti riescono aride e facili a dimenticarsi.*

*Questo però non significa che per diventare bravi aeromodellisti sia necessario essere ingegneri o quasi! Anche i ragazzi di dieci anni riescono a costruire e a far funzionare i loro bravi modelli, in quanto vi sono alcuni tipi estremamente semplici, e nello stesso tempo capaci di dare grandi soddisfazioni al loro costruttore; il quale poi man mano progredirà con le sue conoscenze, anche fuori dal campo scolastico, formandosi un bagaglio di cognizioni, che potranno essergli assai utili in seguito, nella vita.*

*Ma questo non basta: una volta costruito il suo modello, il giovane esce per le prove, e trascorre delle piacevoli ore all'aria pura e libera, lontano dall'atmosfera viziata delle grandi città, su aeroporti o prati, dando sfogo alla sua naturale esuberanza fisica, e ritemprando il suo spirito.*

*Ed infine, quando ha raggiunto un certo grado di preparazione tecnica, affronta il cimento della gara. Forse la prima volta il risultato non*

sarà molto brillante, ma un giovane in gamba non si scoraggia. Lo spirito di emulazione lo spinge ad applicarsi sempre di più, a rendersi conto dei suoi errori ed a correggerli, finchè non avrà raggiunto la perfezione, e sarà entrato nel novero dei « campioni ».

Inoltre i giovani nelle gare respirano un'atmosfera di semplice e disinteressata cordialità e lealtà sportiva, di fronte alla quale tutti i confini e tutte le barriere crollano, di fronte all'unica, immensa passione.

Nè bisogna trascurare il lato educativo dell'aeromodellismo, che impegnando le ore libere dei giovani in un'attività sana e vantaggiosa, li distoglie da altri passatempi inutili e spesso dannosi, sia fisicamente che moralmente; per cui tutti gli educatori dovrebbero dare la massima diffusione all'aeromodellismo fra i giovani da loro curati, sia nelle scuole, ove può costituire un'utile forma di doposcuola, sia nei circoli sportivi e religiosi, per i quali può rappresentare un efficace motivo di richiamo.

Roma, novembre 1959.

L'AUTORE

## INTRODUZIONE

### Tipi e categorie di modelli volanti

Gli aeromodelli si possono suddividere in tre grandi classi:

1) **MODELLI DA VOLO LIBERO**, nei quali durante il volo non esiste alcun collegamento fra il modello e l'aeromodellista.

2) **MODELLI IN VOLO CIRCOLARE CONTROLLATO (V.C.C.)**, che volano lungo una traiettoria circolare, e sono vincolati al pilota, posto al centro del cerchio, a mezzo di due cavi partenti da una manopola, attraverso i quali egli può azionare la superficie mobile del piano di coda orizzontale (timone di profondità), e quindi comandare la traiettoria del modello.

3) **MODELLI TELECOMANDATI**, che vengono guidati da terra a mezzo di impulsi radio, che captati dalla ricevente di bordo, mettono in moto dei *servocomandi*, che azionano il timone di direzione, quello di profondità, ed altri eventuali comandi, a seconda della complessità del modello.

I modelli da volo libero si dividono a loro volta in tre categorie:

A) *Veleggiatori*, cioè modelli senza motore nè elica, che vengono trainati in quota con un cavo, come un aquilone, dal quale però si sganciano, scendendo dolcemente fino a terra con una lunga planata. Essi sono paragonabili agli alianti usati per il volo a vela.

B) *Modelli ad elastico*, che salgono in quota per effetto dell'energia trasmessa all'elica dalla scarica di una matassa di elastico attorcigliata; e quindi scendono in volo planato, come un veleggiatore.

C) *Motomodelli*, che salgono velocemente grazie alla potenza fornita da un autentico motore a scoppio in miniatura, che funziona per un tempo limitato dai regolamenti di gara, per poi scendere anch'essi in normale volo planato.

Tutti questi modelli sono in grado, se ben progettati e realizzati, di compiere voli di durata di tre minuti ed oltre (a seconda se rispondano o meno alle limitazioni stabilite, per ogni categoria, dalle formule ufficiali di gara). Tale durata può essere notevolmente elevata aumentando la



lunghezza del cavo di traino per i veleggiatori, o la durata di funzionamento del motore per i motomodelli; ma in questo caso essi possono facilmente sfuggire alla vista del proprietario. Inoltre i modelli in volo libero possono incontrare, durante la loro planata, delle correnti ascendenti, dette « termiche », capaci di portarli molto in alto, prolungandone sensibilmente il volo, la cui durata può anche arrivare a qualche ora!

Generalmente però, per evitare che i modelli possano andare perduti, vi si monta un dispositivo detto « antitermica », normalmente azionato da una miccia, che dopo il tempo voluto ne altera l'equilibrio, affrettandone la discesa.

I modelli in volo circolare comandato sono tutti a motore e vengono suddivisi in:

A) *Modelli da velocità*, a loro volta divisi in serie a seconda della cilindrata del motore, come segue:

- I serie - Motore a scoppio di cilindrata compresa fra 0 e 2,5 cc.
- II serie - Motore a scoppio di cilindrata compresa fra 2,51 e 5 cc.
- III serie - Motore a scoppio di cilindrata compresa fra 5,01 e 10 cc.
- IV serie - Motore a reazione, di peso non superiore a 500 g.

I migliori modelli di ogni serie superano i 200 kmh., ed il primato assoluto di velocità, conquistato con un modello munito di motore a reazione è di ben 300 kmh.

B) *Modelli da acrobazia*. Sono modelli meno veloci, ma assai più agili, in grado di compiere molte figure acrobatiche, alle quali, nelle gare, viene assegnato un punteggio, a seconda della bontà d'esecuzione.

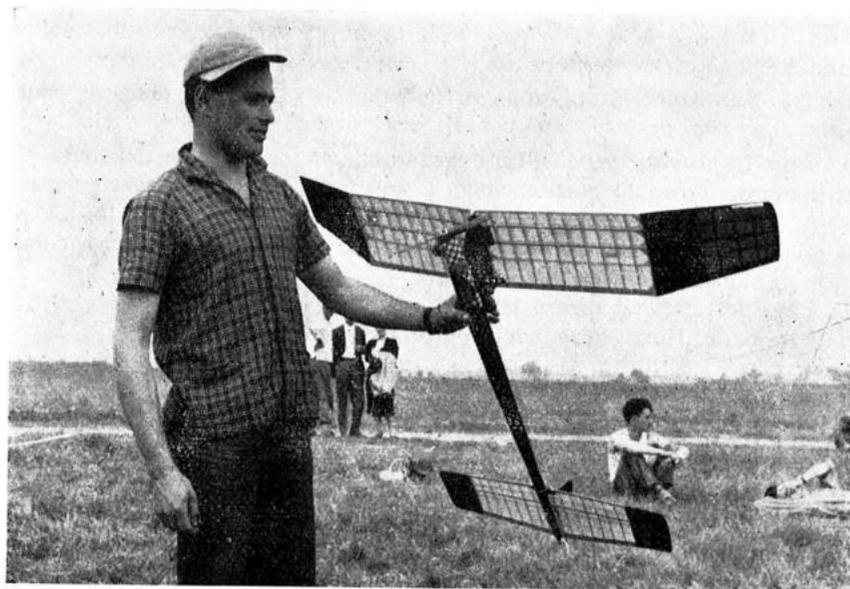
C) *Modelli da inseguimento*. Costituiscono una categoria assai in-

teressante e spettacolare, in quanto volano contemporaneamente tre modelli, che si sorpassano a vicenda, e che devono coprire una base di 10 chilometri nel minor tempo possibile, comprendendo anche i rifornimenti effettuati da un meccanico abbinato al pilota, dato che la capacità del serbatoio è limitata a 10 cc., e quindi sono necessari due o più rifornimenti per completare la base.

Queste sono le principali e più diffuse categorie di modelli volanti, ma non si possono dimenticare gli « idromodelli », cioè modelli da volo libero, sia ad elastico che a motore a scoppio, muniti di galleggianti, in modo da poter decollare da uno specchio d'acqua. Vi sono ancora i modelli di « elicotteri », sia ad elastico che a motore; i modelli ad « ali battenti », i modelli da sala, i libratori per lancio a mano, i modelli riproduzione, ecc.

### Elementi e caratteristiche degli aeromodelli

Il modello volante ha caratteristiche analoghe all'aeroplano, in quanto ambedue sfruttano per il volo i medesimi principi aerodinamici; ma se ne differenzia sensibilmente, specie il modello da volo libero, per il fatto che non porta a bordo nè un pilota nè alcun dispositivo di comando, e deve essere quindi « autostabile », cioè in grado di rimettersi automaticamente da variazioni di assetto provocate da raffiche di vento o altre cause esterne; mentre l'aeroplano deve essere « maneggevole », cioè pronto a rispondere alla mano del pilota. Pertanto i modelli da volo libero si di-



Nella pagina a fronte: si carica la matassa di un modello ad elastico prima di un lancio di gara. Sopra: un moderno motomodello da gara.

staccano notevolmente, nelle loro linee esteriori, dai veri aeroplani; mentre questi ultimi possono più facilmente venire riprodotti da modelli in volo circolare comandato o radiocomandati. Si tratta però sempre di modelli da allenamento, oppure realizzati per gare ad essi appositamente

dedicate; in quanto è evidente che i modelli destinati ad esempio a gare di velocità o acrobazia vengono progettati cercando, nei limiti imposti dalle formule di gara, di raggiungere il massimo risultato possibile, affinando le linee, riducendo la sezione frontale, ecc.; senza tenere naturalmente alcun conto di quelle esigenze particolari degli aerei, come capacità di carico, autonomia, ecc.

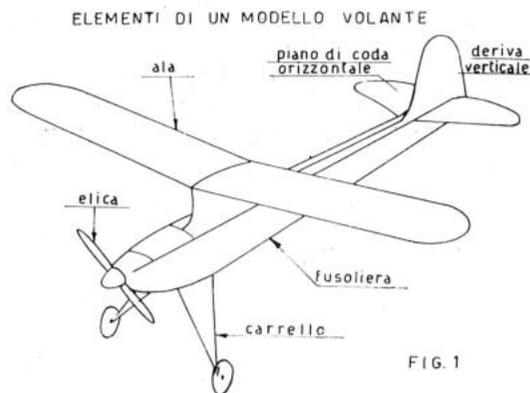


FIG. 1

Gli elementi principali di un modello volante (fig. 1) sono:

- 1) L'ala, che sfrutta le forze aerodinamiche per sostenere l'apparecchio.
- 2) Il piano di coda orizzontale e la deriva verticale, che lo stabilizzano lungo la traiettoria voluta.
- 3) La fusoliera, che collega rigidamente l'ala con i piani di coda, oltre a servire da supporto per gli altri organi facoltativi, e cioè:
- 4) Il propulsore, costituito generalmente da un'elica, azionata da un motore, a scoppio o ad elastico. Esso manca nei modelli veleggiatori.
- 5) Il carrello, che permette all'apparecchio di partire dal suolo e di riatterrare alla fine del volo. Anch'esso manca nei veleggiatori, come pure in molti modelli ad elastico da gara, destinati ad essere lanciati a mano. Negli idromodelli il carrello è sostituito dai « galleggianti » o « scarponi » (fig. 2).

Le caratteristiche principali di un aeromodello (fig. 3), che influiscono sul suo rendimento aerodinamico e sulla sua stabilità, sono:

- 1) L'apertura alare, cioè la distanza in linea retta fra le estremità dell'ala.

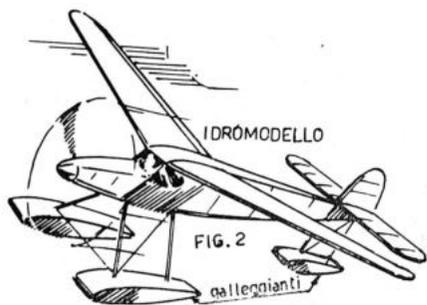
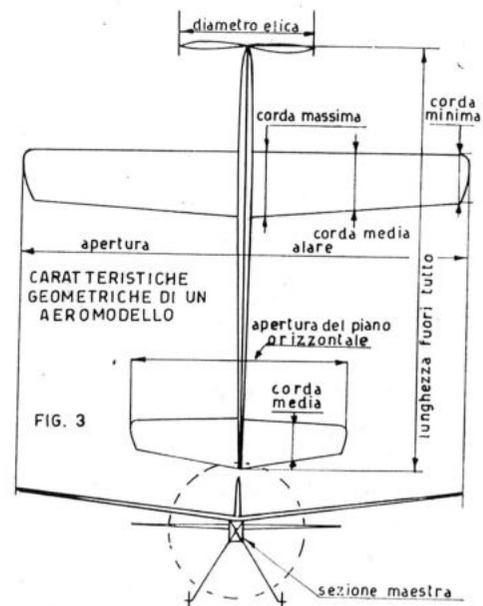


FIG. 2

### L'organizzazione dell'aeromodellismo

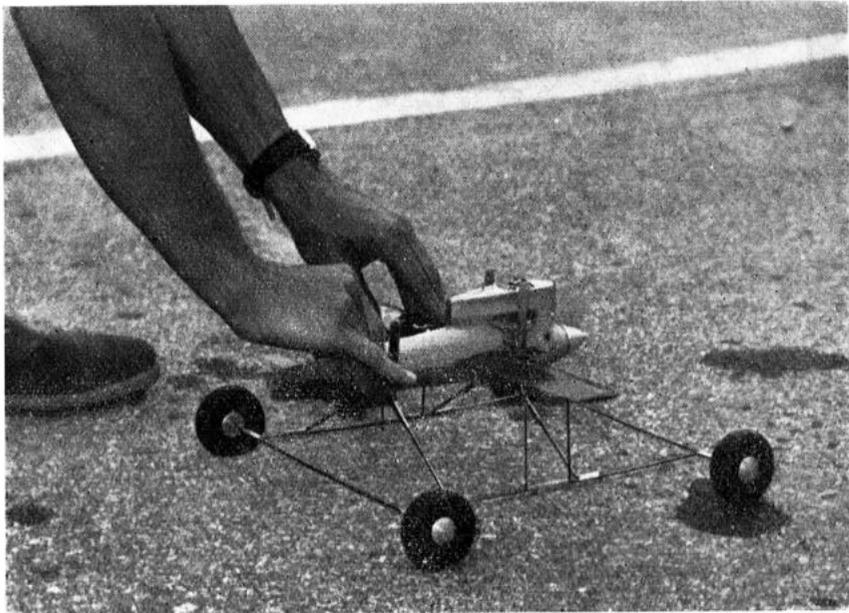


$$\text{superficie ala} = \text{apertura} \times \text{corda media}$$

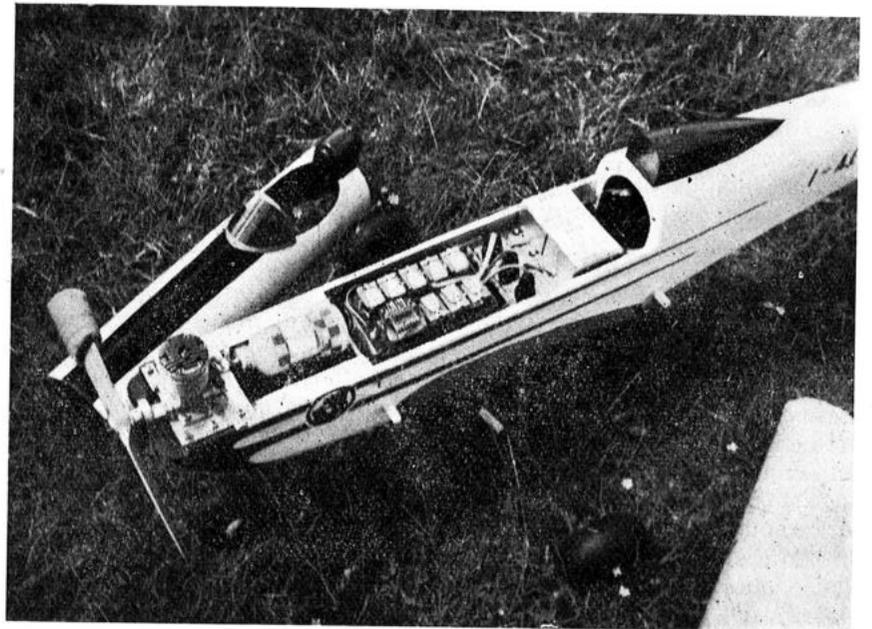
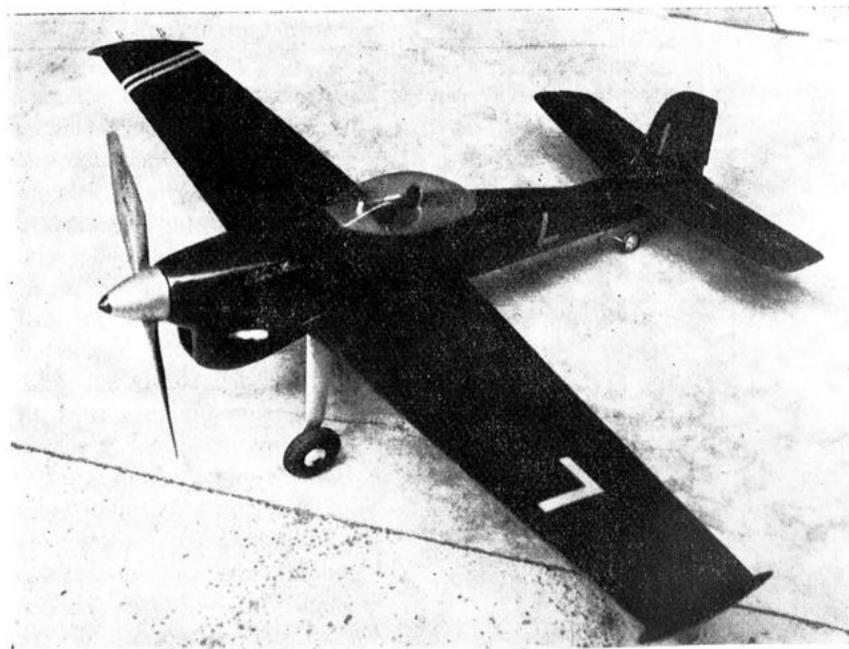
$$\text{allungamento ala} = \frac{\text{apertura}}{\text{corda media}}$$

- 2) La corda media alare, cioè la larghezza media dell'ala vista in pianta.
- 3) La superficie alare, che viene calcolata in base alla proiezione su un piano orizzontale, anche se l'ala vista frontalmente non è piana; e corrisponde quindi al prodotto dell'apertura per la corda media.
- 4) L'allungamento alare, cioè il rapporto fra apertura e corda media, che influisce sensibilmente sulle caratteristiche aerodinamiche dell'ala.
- 5) La lunghezza fuori tutto, e cioè compresa qualsiasi appendice, della fusoliera.
- 6) La sezione maestra della fusoliera, e cioè la superficie della sua massima sezione trasversale.
- 7) La superficie dell'impennaggio orizzontale, che viene calcolata come quella alare; così come per l'apertura, la corda media e l'allungamento dell'impennaggio.
- 8) La cilindrata dell'eventuale motore a scoppio; oppure il peso della matassa elastica.
- 9) Il diametro dell'elica.

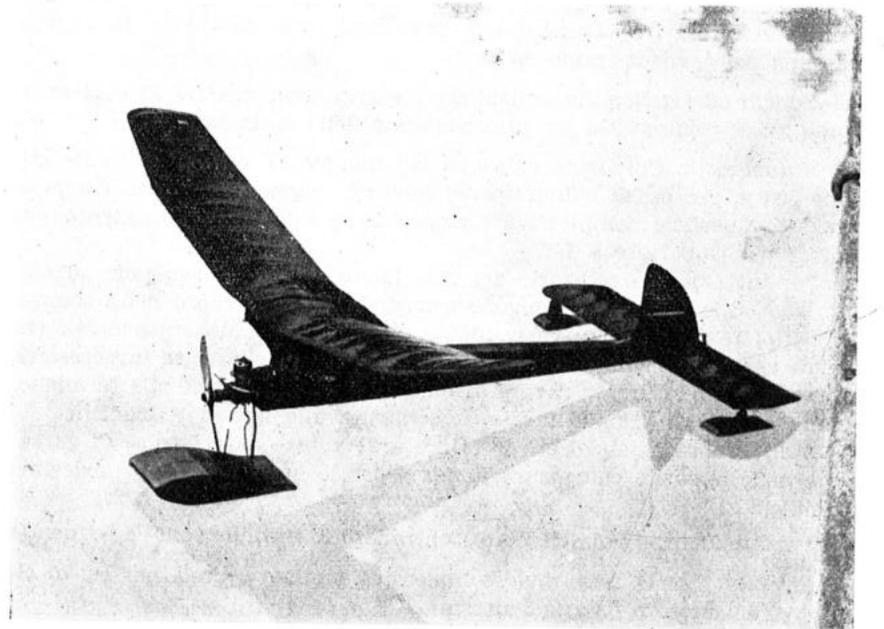
In Italia l'aeromodellismo è organizzato nell'ambito dell'Aero Club d'Italia, con sede in Roma, via Cesare Beccaria 35, al quale fanno capo i vari Aero Clubs periferici, costituiti nelle principali città; nelle quali pertanto esistono anche dei gruppi aeromodellistici e funzionano delle scuole di aeromodellismo, presso le quali, con una modesta tassa di iscrizione, si possono seguire dei corsi, nei quali viene generalmente fornito anche il materiale per la costruzione di un « modello scuola », ed al termine dei quali viene rilasciato l'« attestato di aeromodellista », necessario, unitamente alla licenza sportiva F.A.I., per partecipare alle gare.



Sopra: un aeromodello da velocità è pronto per il decollo sul suo complesso carrello che viene lasciato a terra. Sotto: un rifinitissimo modello da Team-Racing.



Sopra: un bellissimo modello radiocomandato, con la capottina aperta, mostra l'installazione della radiorecettore ad otto canali. Sotto: un idromodello a motore.



Pertanto i giovani che desiderano dedicarsi all'aeromodellismo faranno bene a mettersi anzitutto in contatto con l'Aero Club o gruppo aeromodellistico esistente nella loro città, sia per poter seguire un corso, sia per prendere contatto con gli elementi già esperti, che possono facilitarli notevolmente nel superare le prime difficoltà. Coloro che risiedono in piccoli centri dove non esistono altri aeromodellisti possono, oltre a studiare attentamente il contenuto di questo volumetto, seguire le riviste specializzate in aeromodellismo, e rivolgersi all'Aero Club più vicino per sistemare la loro posizione.

Anche gli Enti che intendessero organizzare una scuola di aeromodellismo fra i loro associati possono rivolgersi agli Aero Clubs per avere consigli, istruttori, materiale didattico, disegni di modelli, ecc. Qualora localmente incontrassero delle difficoltà, possono mettersi direttamente in contatto con l'Aero Club Centrale, ed otterranno ogni possibile assistenza. Nè c'è da temere il lato finanziario della questione, perchè se è vero che alcune categorie di modelli sono alquanto costose, per realizzare un semplice veleggiatore o modello ad elastico, già capace di dare notevoli soddisfazioni, bastano poche centinaia di lire di materiale ed un'attrezzatura minima.

Ed ora, prima di entrare nel vivo dell'argomento teorico-pratico, chiudiamo questa parte introduttiva riportando le formule attualmente in vigore per i modelli da gara delle varie categorie, formule che vengono stabilite dall'apposita Commissione per l'Aeromodellismo della Federazione Aeronautica Internazionale (F.A.I.).

*Veleggiatori.* Superficie complessiva dell'ala e dell'impennaggio orizzontale compresa fra 32 e 34 dmq. - peso totale minimo 410 g. - lunghezza massima del cavo di traino 50 m.

*Modelli ad elastico.* Superficie complessiva compresa fra 17 e 19 dmq. - peso totale minimo 230 g. - peso massimo della matassa 50 g.

*Motomodelli.* Cilindrata massima del motore 2,5 cc. - peso totale minimo 300 g. per cc. di cilindrata del motore - rapporto minimo fra peso totale e superficie complessiva (*carico*) 20 g/dmq. - funzionamento del motore non superiore a 15".

Per tutte queste categorie del volo libero le gare si svolgono su cinque lanci, e le classifiche vengono compilate tenendo conto della somma dei tempi realizzati complessivamente. I lanci di durata superiore a tre minuti vengono calcolati per tale tempo, e ciò per eliminare un'eccessiva influenza della fortuna a favore di quei modelli che, grazie alle termiche, compiono voli di grande durata, non dovuta alle loro doti tecniche.

Agli aeromodellisti di età inferiore a 21 anni è data facoltà di gareggiare nelle apposite categorie « *junior* », per le quali vigono le medesime formule.

Per i modelli in volo circolare controllato le formule sono le seguenti:

*Velocità I serie.* Superficie complessiva minima 2 dmq. per cc. di cilindrata del motore - Carico massimo 100 g/dmq.

*Velocità II e III serie.* Carico massimo 200 g/dmq.

*Velocità IV serie (motori a reazione).* Carico massimo 200 g/dmq. - peso massimo del modello (incluso il motore) 1 kg.

*Acrobazia.* Cilindrata massima del motore 10 cc. - Carico massimo 50 g/dmq.

*Modelli da inseguimento (Team-Racers).* Cilindrata massima del motore 2,5 cc. - superficie complessiva minima 12 dmq. - peso totale massimo 700 g. - sezione maestra minima della fusoliera cm. 10 x 5 - capacità massima del serbatoio 10 cc.

Infine i modelli *telecomandati* (radiocomandati) devono avere un motore di cilindrata non superiore a 10 cc., ed un carico massimo di 75 g/dmq.

*PARTE PRIMA*

**TEORIA**

## CAPITOLO I

### **Nozioni elementari d'aerodinamica**

#### **Portanza e resistenza**

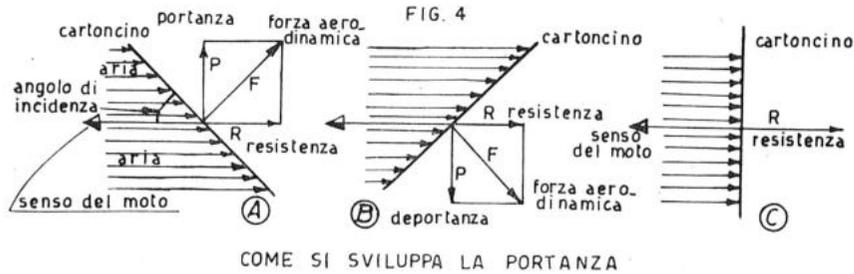
Probabilmente sono ben pochi i ragazzi che, vedendo un aeroplano sfrecciare sulle loro teste, e magari sapendo che esso pesa diverse tonnellate, si chiedono come possa sostenersi in un mezzo fluido e leggero come l'aria. Ciò perchè nella nostra epoca il volo degli aeroplani è diventato una cosa talmente normale, che la nostra mente non si sofferma minimamente sul suo aspetto più sorprendente. E' però evidente che un ragazzo che aspira a divenire un bravo aeromodellista, non può ignorare i principi fondamentali del volo.

E' noto che, per il principio di Archimede, un corpo qualsiasi può galleggiare in un fluido solo se il suo peso specifico è inferiore a quello del fluido stesso. Tale condizione però, esistente nei palloni aerostatici e nei dirigibili, non si verifica nè negli aeroplani nè negli aeromodelli, che, per quanto leggeri, hanno una struttura composta di materiali a peso specifico assai più elevato di quello dell'aria, e non contengono internamente un gas più leggero di questa.

Pertanto gli aeroplani, ed i modelli volanti, si sostengono in aria non per una forza aerostatica, ma per una particolare reazione aerodinamica, detta « *portanza* », che si sviluppa sulla superficie delle ali, opportunamente disposte.

Un'evidente dimostrazione dell'esistenza della portanza si può avere in occasione di un viaggio in treno od in automobile, prendendo un rettangolo di cartone e facendolo sporgere da un finestrino. Se esso viene mantenuto parallelo alla direzione del moto, non si avverte alcuna forza sensibile su di esso; ma se invece viene disposto con un certo angolo positivo o negativo (fig. 4), detto « *angolo di incidenza* », è facile notare che esso tende rispettivamente a sollevarsi o ad abbassarsi, con una forza tanto più sensibile quanto maggiori sono la velocità di spostamento e l'angolo di incidenza, che si esprime in gradi. Se infine il cartoncino viene disposto perpendicolarmente alla direzione del moto, si noterà su di esso solo una forte resistenza all'avanzamento.

Sempre dalla fig. 4 si vede come nel primo caso la forza aerodinamica



risultati inclinata verso l'alto, nel secondo verso il basso, e nel terzo abbia senso opposto a quello del moto. Nei primi due casi detta forza può essere scomposta in due componenti, di cui una, detta « resistenza », ha la stessa direzione e senso contrario a quello del moto, e l'altra risulta perpendicolare ad esso, diretta verso l'alto (*portanza*), o verso il basso (*deportanza*).

Queste forze sono dovute all'urto delle molecole d'aria sui corpi che si muovono in essa, come appunto nel caso dell'ala di un aereo, e risultano proporzionali alla superficie dell'ala  $S$ , al quadrato della velocità  $V$ , alla densità dell'aria  $d$ , e a due particolari coefficienti, dipendenti dalla sezione dell'ala e dalla sua inclinazione, detti  $C_p$  (coefficiente di portanza) e  $C_r$  (coefficiente di resistenza). Si hanno cioè le seguenti semplicissime formule:

$$\text{Portanza } P = C_p \times \frac{d}{2} \times S \times V^2$$

$$\text{Resistenza } R = C_r \times \frac{d}{2} \times S \times V^2$$

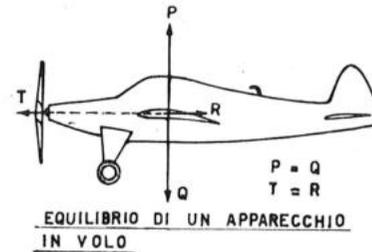
Logicamente perchè un modello od un aereo possa sostenersi in aria, in volo orizzontale, occorre che la portanza sviluppata dall'ala sia pari al suo peso  $Q$ . Pertanto, a parità di altre condizioni, l'aereo dovrà aumentare la sua velocità finchè la portanza sviluppata dall'ala non uguagli il peso. Per raggiungere tale velocità, detta « *velocità di sostentamento* », occorre però che il propulsore dell'apparecchio sviluppi una trazione  $T$  pari alla resistenza. L'aereo risulta così in equilibrio su una traiettoria orizzontale, nelle condizioni illustrate in fig. 5. Se la trazione fosse inferiore alla resistenza, il volo dell'apparecchio avverrebbe lungo una traiettoria discendente. Se invece risultasse superiore, esso tenderebbe a salire, con un angolo tanto più forte quanto maggiore è l'eccedenza della trazione.

Per velocità però si intende non quella dell'aereo rispetto al terreno, ma rispetto all'aria che lo circonda; in quanto una delle basi dell'aerodinamica è il « *principio della reciprocità degli effetti* », il quale spiega che si sviluppano le stesse forze aerodinamiche sia che un corpo si muova nell'aria, sia che esso resti immobile e venga colpito dall'aria in movi-

mento (come nel caso dell'aquilone, che viene sollevato dalla portanza provocata dal vento che lo colpisce).

Pertanto se un apparecchio vola controvento, la sua velocità rispetto al terreno sarà pari alla differenza fra la sua velocità di sostentamento e quella del vento. Se invece vola col vento in coda le due velocità si sommano.

FIG. 5



Un'altra conclusione che si ricava facilmente dalla fig. 5 è che, per sollevare un aereo di un determinato peso, raggiungendo la sua velocità di sostentamento, occorre applicare una trazione tanto più forte quanto maggiore è la resistenza all'avanzamento che offre l'apparecchio. Pertanto in qualsiasi aereo od

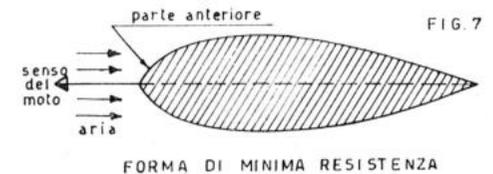
aeromodello assume particolare importanza il rapporto fra portanza e resistenza, detto « *efficienza* »:

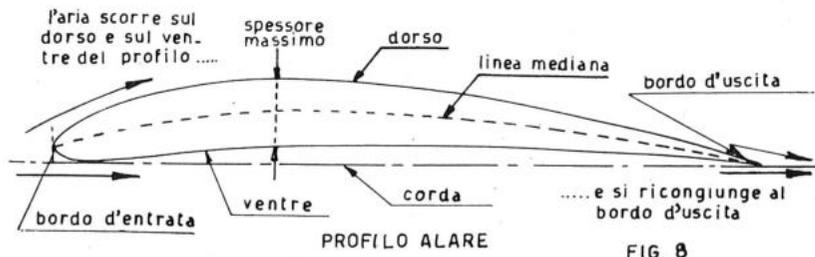
$$\frac{P}{R} = E$$

Tanto maggiore è l'efficienza di un aereo, tanto minore sarà la potenza necessaria per sollevarlo; oppure, a parità di potenza, sarà possibile sollevare un maggior peso. Naturalmente parlando dell'efficienza di un aereo od aeromodello, ci si riferisce al rapporto fra la portanza dell'ala e la resistenza di tutte le parti dell'apparecchio; in quanto l'ala è l'unico organo portante (anche altri elementi, e specie il piano di coda orizzontale, possono sviluppare a volte una certa portanza, di entità però quasi trascurabile rispetto a quella dell'ala, tranne in determinati casi); mentre tutti gli elementi dell'apparecchio hanno una loro resistenza all'avanzamento.

### Ali piane e profilate

Nei primi aeroplani l'ala era costituita da una lastra piana, come nell'esempio illustrato. Successivamente però si scoprì che un'ala concava (fig. 6) sviluppava una maggiore portanza, sia pure con un lieve aumento della resistenza (aveva cioè una maggiore efficienza), e permetteva di sollevare un peso maggiore impiegando lo stesso motore. Però queste ali a lastra risultavano troppo flessibili, e dovevano essere irrigidite con





numerosi tiranti e montanti, che opponevano una sensibile resistenza all'avanzamento, peggiorando l'efficienza totale dell'apparecchio.

Nel frattempo si erano studiate le variazioni della resistenza al variare della sezione dei corpi, e si era constatato come la resistenza minore fosse presentata da quei corpi aventi una sezione affusolata, con la parte anteriore arrotondata e quella posteriore appuntita (*forma di minima resistenza* - fig. 7).

Furono così combinate le due scoperte, e si realizzarono delle ali la cui sezione trasversale presentava uno spessore sufficiente ad alloggiare una struttura capace di resistere a tutti gli sforzi che si producono sulle ali, ed era sagomata in modo da sviluppare una forte portanza con una minima resistenza. Nacquero così i «*profili*», di cui vennero elaborati diversi tipi, adatti per le svariate esigenze degli aerei di ogni tipo. In un profilo si distinguono il bordo anteriore, detto anche *bordo d'entrata* o *bordo d'attacco*; il bordo posteriore, detto *bordo d'uscita*; la curva superiore, o *dorso*, e quella inferiore, o *ventre*; la *linea mediana*; la *corda*, cioè la linea che congiunge il bordo d'entrata con il bordo d'uscita, oppure che risulta tangente alla curva inferiore, e corrisponde alla larghezza dell'ala vista in pianta; ed infine lo *spessore massimo*, posto generalmente al 30-40 per cento della corda (fig. 8), ed espresso in percentuale della corda.

I profili vengono classificati, a seconda delle loro caratteristiche, in *concavo-convessi*, *piano-convessi*, *biconvessi simmetrici* e *biconvessi asimmetrici* (fig. 9). Inoltre essi possono essere suddivisi in profili *sottili*, quando lo spessore massimo non è superiore al 9 per cento della corda; *semispessi*, se è compreso fra il 9 ed il 14 per cento della corda, e *spessi* se è superiore al 14 per cento.

I coefficienti di portanza e di resistenza crescono passando dai profili biconvessi simmetrici a quelli asimmetrici, ai piano-convessi ed ai concavo-convessi. Inoltre essi aumentano con lo spessore e la curvatura della linea mediana. Ciò avviene in quanto in un'ala profilata, oltre alla portanza che si produce a causa dell'incidenza positiva, misurata fra la corda del profilo e la direzione del moto, si sviluppa un'ulteriore portanza, dovuta alla particolare forma del profilo, per cui la curvatura superiore è maggiore di quella inferiore. Pertanto l'aria scorre sul dorso dell'ala con una velocità maggiore che non sul ventre; e poichè, come afferma il teorema di Bernoulli, il prodotto della velocità per la pressione deve rimanere costante, ne risulta una depressione, cioè un risuc-

chio, sul dorso, ed una pressione sul ventre dell'ala, la cui risultante è logicamente una sensibile spinta verso l'alto (fig. 10).

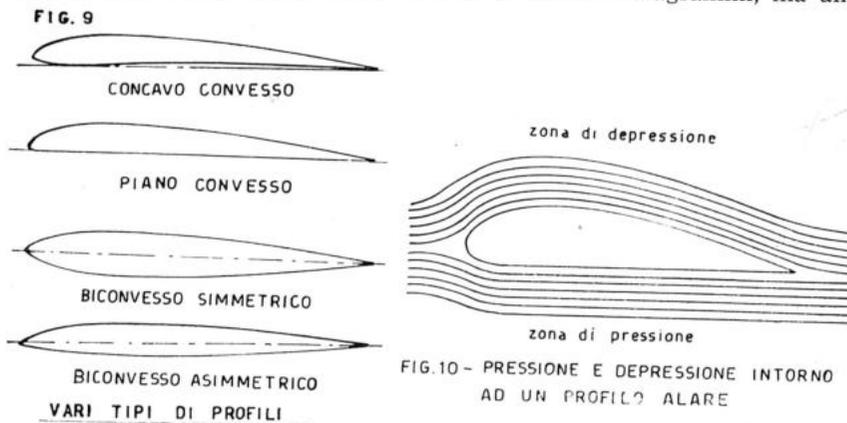
I profili concavo-convessi hanno una portanza maggiore degli altri, in quanto la concavità determina un'ulteriore diminuzione di velocità dei filetti fluidi sul ventre dell'ala, e quindi un aumento di pressione, tanto maggiore quanto più forte è la concavità, tanto che questi profili risultano portanti anche ad incidenza leggermente negativa.

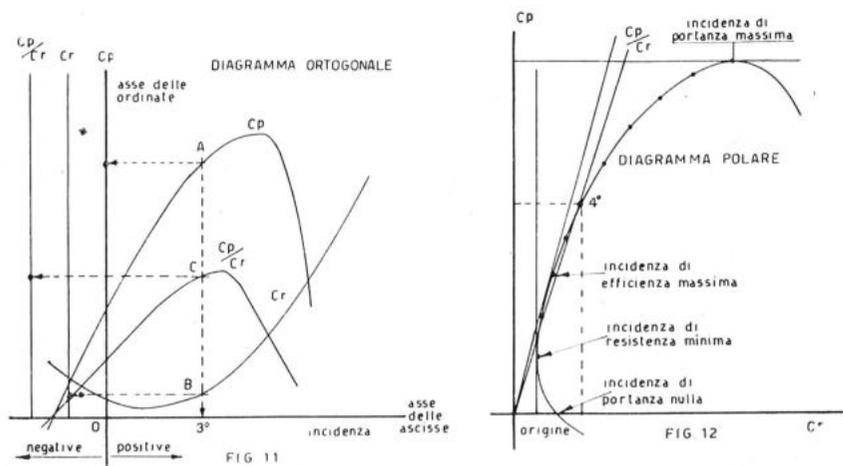
I profili più portanti, cioè quelli concavo-convessi, sono i più adatti per le ali dei modelli in volo libero da durata; mentre per i modelli da velocità e da inseguimento si usano i profili biconvessi simmetrici, che presentano una minore resistenza all'avanzamento, e quindi consentono di raggiungere una maggiore velocità. Anche i modelli da acrobazia, sia in volo circolare che radiocomandati, usano profili biconvessi simmetrici o asimmetrici, specie se sono destinati ad eseguire le acrobazie in volo rovescio; mentre i profili piano-convessi sono preferiti per modelli più semplici, da allenamento.

Per i piani di coda orizzontali si usano profili biconvessi o piano-convessi a seconda dei casi, come vedremo in seguito; mentre per i piani di coda verticali, o *derive*, si adottano sempre profili biconvessi simmetrici.

I vari profili vengono studiati nei laboratori aerodinamici, e sperimentati in apposite «*gallerie a vento*», dette anche «*tunnels aerodinamici*», dove si determinano le loro caratteristiche, che, espresse con i coefficienti  $C_p$  e  $C_r$ , che abbiamo già visto, vengono esposte in diagrammi, che riportano i valori di tali coefficienti al variare dell'incidenza. Tali diagrammi però, generalmente realizzati per gli aerei veri, non sono adatti per i modelli volanti, che hanno dimensioni assai minori, e volano a velocità molto più bassa, o, come si dice con un'espressione tecnica, hanno un «*Numero di Reynolds*» più basso; condizione questa che fa peggiorare notevolmente le caratteristiche aerodinamiche dei profili.

Pertanto nella maggior parte dei casi la scelta dei profili per i modelli volanti non viene effettuata in base ai dati dei diagrammi, ma alle





norme generali che vi abbiamo già elencato, integrate dall'esperienza personale e dall'osservazione dei modelli altrui. Spesso anzi i profili vengono disegnati ad occhio, in base ad alcune caratteristiche prefissate, fra cui principale è lo spessore, che, come norma generale, dovrebbe essere tanto minore quanto più piccola è la corda alare del modello e più bassa la sua velocità di volo, cioè minore il suo Numero di Reynolds; senza giungere però ad un'eccessiva sottigliezza, che renderebbe impossibile realizzare una struttura sufficientemente robusta. Tale procedimento approssimativo è giustificato anche dal fatto che, date le dimensioni dell'ala dei modelli volanti, sarebbe pressochè impossibile riprodurre esattamente il profilo prescelto; e ciò in particolar modo quando l'ala viene ricoperta in carta, che tende ad avvallarsi fra una centina e l'altra.

### Letture ed interpretazione dei diagrammi

Quanto vi abbiamo detto finora potrebbe già essere sufficiente per fornirvi gli elementi necessari per muovere i primi passi nell'attività aeromodellistica; e, se ne avete abbastanza di teoria, potete passare direttamente al secondo capitolo. Sulle altre nozioni di aerodinamica che seguono potrete ritornare in un secondo tempo, quando vi sarete appassionati maggiormente, ed allora le troverete assai meno astruse e più interessanti.

Così ad esempio un bravo aeromodellista deve saper leggere ed interpretare i diagrammi; sia perchè alcuni profili sono stati sperimentati proprio al Numero di Reynolds dei modelli volanti, sia perchè anche negli altri casi può ricavarne utili indicazioni.

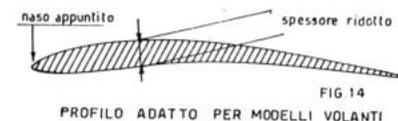
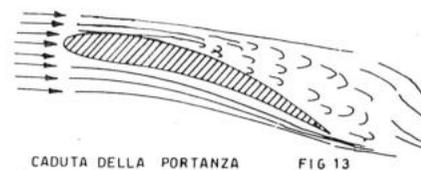
I diagrammi possono essere di due tipi: *ortogonali* e *polari*. Nel primo tipo sull'asse orizzontale, detto *asse delle ascisse*, si ha la scala delle incidenze, e su quello verticale, detto *asse delle ordinate*, le scale dei coefficienti di portanza e di resistenza e dell'efficienza, che vengono rappresen-

tate da tre curve distinte (fig. 11). Per leggere le caratteristiche del profilo illustrato ad una determinata incidenza, esempio 3 gradi, si traccia una retta verticale per il punto corrispondente dell'asse delle ascisse, fino a fargli intersecare le tre curve nei punti A, B e C. Dai punti di intersezione si tracciano tre rette orizzontali, che tagliano le tre scale riportate sull'asse delle ordinate, individuando i valori del  $C_p$ , del  $C_r$  e dell'efficienza corrispondenti all'incidenza presa in esame. Naturalmente, come appare dalla figura, la retta partente dalla curva di portanza individua, sulla relativa scala, il valore del  $C_p$ ; quella partente dalla curva della resistenza individua il  $C_r$ , e quella partente dalla curva dell'efficienza indica il  $C_p/C_r$ .

Nei diagrammi polari invece esiste un'unica curva, detta la « *polare* » del profilo, sulla quale sono segnati i valori dell'incidenza. Per conoscere i valori del  $C_p$  e del  $C_r$  basta tracciare dal punto della curva corrispondente all'incidenza voluta una retta orizzontale ed una verticale, fino ad incontrare gli assi delle ordinate e delle ascisse, sui quali sono riportate rispettivamente le scale dei coefficienti di portanza e di resistenza (fig. 12). Il valore dell'efficienza è dato dall'inclinazione della retta congiungente il punto considerato della polare con l'intersezione degli assi, che è chiamata « *origine* »; ed è tanto più elevato quanto più raddrizzata risulta tale retta. Da ciò si ricava che quanto più la polare è ravvicinata all'asse delle ordinate, tanto migliori sono le caratteristiche del profilo.

In base alla polare è facile individuare i valori delle incidenze corrispondenti a determinate caratteristiche. Così infatti l'intersezione con l'asse delle ascisse indica, sulla polare, l'*incidenza di portanza nulla*, per la quale il profilo considerato non produce alcuna portanza. La tangente alla curva parallela all'asse delle ordinate indica l'*incidenza di minima resistenza*, cioè l'incidenza con la quale un apparecchio può raggiungere la velocità massima. Invece la tangente passante per l'origine del diagramma indica l'*incidenza di massima efficienza*,  $C_p/C_r \max.$ , cioè quella che permette di sviluppare la massima portanza, a parità di trazione. Poco superiore all'incidenza di  $C_p/C_r \max.$ , ma non direttamente individuabile dal diagramma, è l'incidenza per la quale si ha il più elevato valore del rapporto  $C_p^3/C_r^2$  (detto « *fattore di potenza* »), corrispondente alla minima velocità verticale di discesa in planata, come vedremo fra poco. Infine la tangente alla polare parallela all'asse delle ascisse indica l'*incidenza di massima portanza*, oltrepassata la quale il coefficiente di portanza tende a diminuire, anzichè crescere ulteriormente.

Questo fenomeno ha bisogno di una spiegazione, in quanto precedentemente, facendo l'esempio del cartoncino inclinato, avevamo fatto notare che la portanza da esso suscitata era tanto più forte quanto mag-



giore ne era l'inclinazione. In realtà però, sia su un'ala profilata che su una lastra piana, i filetti fluidi dell'aria si mantengono aderenti alla superficie dorsale solo fino ad una certa *incidenza critica*, che è appunto l'incidenza di portanza massima, superata la quale si distaccano dalla superficie dell'ala, creando dei piccoli vortici (fig. 13), che aumentano la resistenza e fanno diminuire la portanza.

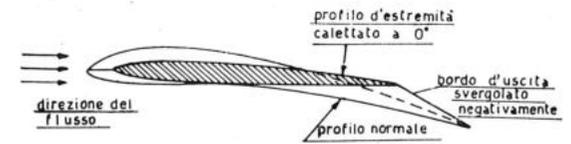
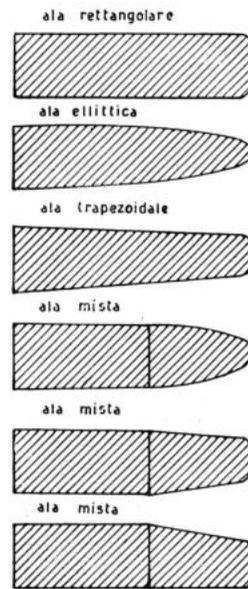
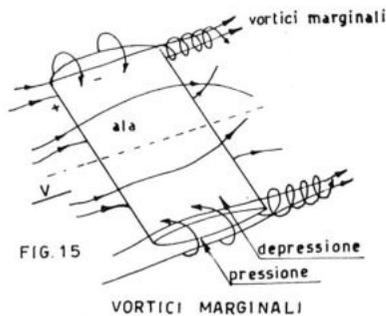
Il distacco dei filetti fluidi, che compongono lo « *strato limite* », cioè lo strato di aria adiacente all'ala, avviene, a seconda dei profili, fra i 15 ed i 18 gradi di incidenza; ma in campo aeromodellistico esso risulta aggravato dal basso Numero di Reynolds, ed avviene ad incidenza sensibilmente minore. Tale peggioramento di caratteristiche è più sensibile nei profili spessi e con naso arrotondato; mentre è meno evidente nei profili sottili, con naso appuntito (fig. 14), che risultano quindi più adatti ai modelli volanti.

### Allungamento alare e resistenza indotta

Un fattore che influisce sensibilmente sulle caratteristiche aerodinamiche di un'ala è il suo allungamento. Infatti la resistenza di un'ala è composta di due parti: la *resistenza di forma*, cioè la resistenza passiva che essa incontra come qualsiasi corpo che si muove nell'aria, e la *resistenza indotta*, provocata dalla portanza sviluppata dall'ala, in quanto alle estremità l'aria tende a passare dalla zona di pressione esistente sul ventre a quella di depressione sul dorso (fig. 15), provocando i « *vortici marginali* ».

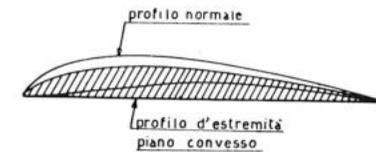
La resistenza indotta è proporzionale al quadrato della portanza, ed inversamente proporzionale all'allungamento alare; per cui, teoricamente, un'ala ha un'efficienza tanto superiore quanto più elevato ne è l'allungamento. Abbiamo detto teoricamente, perchè in effetti un aumento dell'allungamento, a parte le difficoltà costruttive derivanti dalla maggiore sottigliezza dell'ala, determina una riduzione della corda alare, e quindi del Numero di Reynolds, che provoca un aumento della resistenza di forma. Pertanto in campo aeromodellistico difficilmente si supera un allungamento di 12; mentre per molti tipi di modelli, specie dei più piccoli, si rimane sensibilmente al disotto di tale valore.

Anche la vista in pianta dell'ala ha influenza sulle sue caratteristiche, sebbene in misura meno sensibile, in quanto i vortici marginali, e quindi la resistenza indotta, sono tanto più forti quanto maggiore è la corda alle estremità alari. Pertanto un'ala a pianta rettangolare ha una resistenza indotta maggiore di una trapezoidale. Teoricamente la vista in pianta più efficiente è quella ellittica; ma essa presenta sensibili difficoltà



SVERGOLAMENTO NEGATIVO ALLE ESTREMITÀ ALARI

FIG. 17



VARIAZIONE DEL PROFILO ALLE ESTREMITÀ ALARI

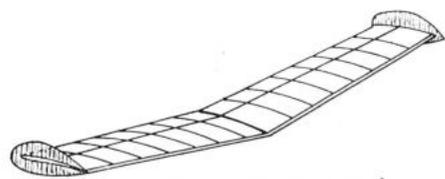
FIG. 18

costruttive. Inoltre sussiste la necessità di non ridurre eccessivamente la corda alle estremità alari, per non abbassare troppo il Numero di Reynolds in questa zona dell'ala; per cui, specie nei modelli più piccoli, può risultare più efficiente un'ala rettangolare con estremità arrotondate di una rastremata. In altri casi, considerando sia i fattori costruttivi che quelli aerodinamici, si possono preferire altre forme in pianta, di cui presentiamo in fig. 16 alcuni tipi.

Un accorgimento assai usato per diminuire l'entità dei vortici marginali, e quindi la resistenza indotta, è quello di variare all'estremità dell'ala il profilo da concavo-convesso in biconvesso simmetrico, svergolato negativamente, in modo da risultare disposto ad incidenza nulla rispetto alla traiettoria (fig. 17). In questo modo all'estremità dell'ala non vi è portanza, cioè manca lo squilibrio di pressione fra il ventre ed il dorso; per cui diminuiscono notevolmente i vortici marginali.

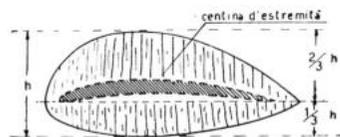
Nei modelli più piccoli e semplici, per evitare complicazioni costruttive, si può semplicemente variare il ventre del profilo, rendendolo, da concavo, piano, senza alcuna svergolatura (fig. 18).

Un altro sistema abbastanza usato per ridurre i vortici marginali è quello di montare sulle estremità delle ali, che non vengono arrotondate, due piccole derive, dette « *schermi d'estremità* », che dovrebbero evitare il passaggio di aria dal ventre al dorso dell'ala (fig. 19). In pratica però non è facile determinare la loro forma e superficie più adatte; e spesso la loro resistenza passiva supera il guadagno dato dalla riduzione della



ALA CON SCHERMI D'ESTREMITÀ

FIG. 19



FORMA SCHERMI D'ESTREMITÀ

FIG. 20

resistenza indotta. Comunque teoricamente esse dovrebbero avere una forma aerodinamica, arrotondata anteriormente e appuntita posteriormente, con l'altezza massima posta in corrispondenza dello spessore massimo del profilo, e suddivisa due terzi sopra ed un terzo sotto alla centina d'estremità (fig. 20).

I diagrammi dei profili ne riportano le caratteristiche per un determinato allungamento, generalmente indicato, e di solito per una vista in pianta rettangolare. Quindi le caratteristiche risultanti dal diagramma del profilo preso in esame vengono, mediante calcoli che non staremo a riportare, corrette per l'allungamento adottato per il modello. Poiché l'allungamento del diagramma è generalmente assai basso (5 o 6), ne risulta una polare più raddrizzata, indice di migliore efficienza (fig. 21).

Dobbiamo però ricordare che alcuni diagrammi sono invece riferiti ad un'ala di allungamento infinito, che non ha quindi resistenza indotta. In questo caso la polare, detta *polare assoluta*, indica la sola resistenza di forma del profilo; e deve essere corretta aggiungendovi la resistenza indotta, calcolata in base all'allungamento adottato, per determinare le caratteristiche dell'ala presa in esame (fig. 22).

Un'altra avvertenza importante è che la polare dell'ala non può essere presa per base per determinare le caratteristiche del modello, se non dopo averla nuovamente rettificata, per aggiungere alla resistenza dell'ala quella della fusoliera, dei piani di coda e di tutte le altre parti accessorie del modello, il che si ottiene spostando la polare verso destra nel diagramma di una distanza pari al coefficiente di resistenza  $C_{rm}$  del modello completo, esclusa l'ala. Si ottiene così la polare definitiva del modello, sulla quale si può determinare l'incidenza di massima efficienza e quella di minima velocità di discesa. Dalla figura 23 si vede come il  $C_p/C_{rt} \max.$  risulti notevolmente inferiore al  $C_p/C_r \max.$  dell'ala isolata.

### Il volo planato

Abbiamo già visto che un modello si sostiene in volo orizzontale quando l'elica esercita una trazione pari alla resistenza sviluppata alla velocità di sostentamento, per la quale la portanza eguaglia il peso. Abbiamo anche detto però che esistono dei modelli veleggiatori, privi di propulsore; e che anche i modelli ad elastico ed a motore in volo libero, una volta esaurita la fase di salita, scendono in volo planato. Vediamo quindi quali siano le condizioni di equilibrio nel volo planato, o librato; tenendo presente che, trattandosi di modelli da durata, l'obiettivo princi-

pale da raggiungere è quello di far sì che essi scendano il più lentamente possibile, in modo da sfruttare la quota raggiunta sotto l'azione del propulsore.

Le condizioni di equilibrio sono illustrate in fig. 24. Come si vede il modello assume una inclinazione tale per cui il peso  $Q$  possa essere suddiviso in due componenti, di cui la prima, parallela alla traiettoria, equi-

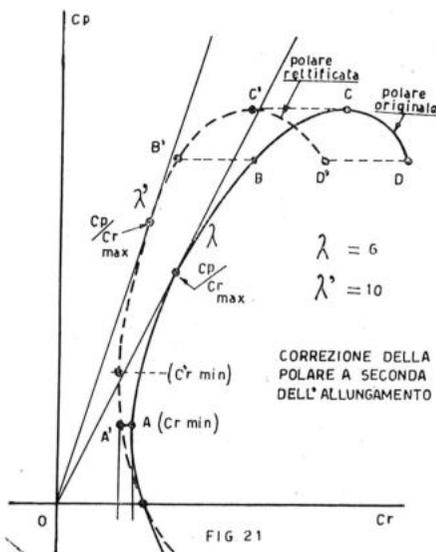


FIG. 21

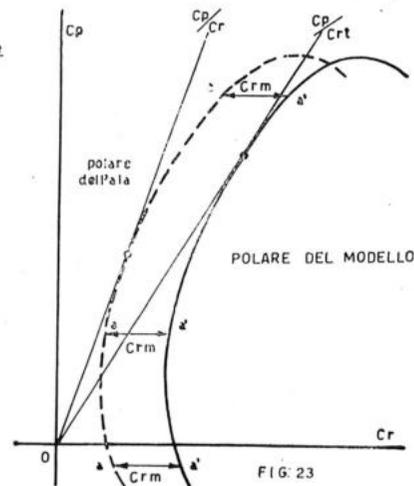


FIG. 23

libra la resistenza del modello, sostituendo la trazione dell'elica; mentre l'altra, perpendicolare alla traiettoria, si equilibra con la portanza. Quindi il modello si comporta come una sfera che rotoli su un piano inclinato, scendendo con un angolo, detto *angolo di planata*, tanto più piccolo quanto maggiore è l'efficienza del modello. Infatti, indicando nella stessa figura 24 l'altezza di lancio con  $h$ , e la distanza coperta con  $D$ , si vede, a mezzo della similitudine dei triangoli, che il rapporto di planata  $D/h$  è uguale all'efficienza  $P/R$ . In altre parole si può dire che il modello percorre una distanza pari alla perdita di quota moltiplicata per l'efficienza. E' pertanto evidente come, per migliorare le doti di volo del modello, si debba diminuire la resistenza passiva, curando la linea aerodinamica e la rifinitura di tutti i suoi elementi.

### Velocità sulla traiettoria e velocità di discesa

Dalla formula della portanza si ricava che, per equilibrare il suo peso, il modello deve volare sulla traiettoria con una velocità che è espressa dalla formula:

$$V = \sqrt{\frac{Q}{S} \times \frac{2}{d} \times \frac{1}{C_p}}$$

**La stabilità dei modelli volanti**

**Principi generali**

Abbiamo già detto nella parte generale che un aeromodello, specie se da volo libero, deve essere autostabile, cioè in grado di rimettersi automaticamente da ogni variazione di assetto provocata da cause esterne. Tale autostabilità non è affatto difficile da ottenere, purché si adottino dei determinati accorgimenti, che ora vi illustreremo, premettendo una breve esposizione dei fenomeni che influiscono sulla stabilità, affinché possiate rendervi ben conto dei problemi da risolvere.

Qualsiasi movimento compiuto dal modello durante il volo si può considerare come una rotazione, o una combinazione di rotazioni, intorno ai suoi tre assi, passanti per il baricentro C.G. illustrati in fig. 25. Cioè il modello può ruotare *longitudinalmente* intorno all'asse trasversale; *trasversalmente* intorno all'asse longitudinale, e *direzionalmente* intorno all'asse verticale. Pertanto si possono distinguere tre tipi di stabilità: la *stabilità longitudinale*, che contrasta le rotazioni intorno all'asse trasversale; la *stabilità trasversale*, che contrasta le rotazioni intorno all'asse longitudinale; e la *stabilità direzionale*, che tende a mantenere il modello su una rotta rettilinea, contrastando le rotazioni intorno all'asse verticale.

Un'altra distinzione fondamentale è quella fra *stabilità statica* e *stabilità dinamica*. La prima viene detta anche *pendolare*, in quanto il modello viene paragonato ad un pendolo, che ritorna automaticamente nella sua posizione verticale di riposo, ogni qualvolta ne venga allontanato; poiché il suo peso tende a disporsi sulla stessa verticale ed al disotto del centro di sospensione (fig. 26). Cioè il pendolo è in equilibrio *stabile*. Se invece un corpo è sospeso in coincidenza con il baricentro, esso resta fermo in qualsiasi posizione lo si disponga; è cioè in equilibrio *indifferente*. Se infine il baricentro è al disopra del centro di sospensione, non appena il corpo viene minimamente spostato dalla posizione di equilibrio *instabile*, nella quale i due centri sono allineati su una retta verticale, esso tende a rovesciarsi completamente, per assumere la posizione di equilibrio stabile.

Così in un aeromodello, considerando come centro di sospensione il punto in cui risulta applicata la portanza di tutta l'ala, detto « *Centro di*

Però nei modelli da volo libero, per i quali le gare sono di durata, più che la velocità sulla traiettoria interessa la velocità verticale di discesa  $V_y$ ; in quanto è evidente che il tempo che essi si manterranno in volo planato (prescindendo dalle correnti termiche) è dato dalla quota raggiunta sotto traino o sotto motore divisa per la velocità di discesa.

Poiché, come abbiamo già visto, il rapporto di planata è uguale all'efficienza, si ricava che:

$$V_y = \frac{V}{C_p/C_r} = \sqrt{\frac{Q}{S} \times \frac{2}{d} \times \frac{C_r^2}{C_p^3}}$$

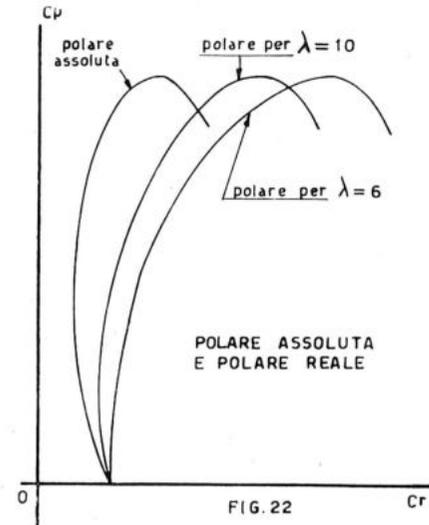


FIG. 22

Da questa formula appare chiara l'influenza del fattore di potenza  $C_p^3/C_r^2$  sulla velocità di discesa del modello, che risulta inversamente proporzionale alla radice quadrata di tale fattore e direttamente a quella del rapporto  $Q/S$ , detto « *carico alare* ». Quindi, per diminuire la velocità di discesa del modello, occorre usare un profilo che abbia un elevato fattore di potenza, cioè un'alta portanza ed una bassa resistenza; ridurre al minimo le resistenze passive, ed abbassare il carico alare, realizzando una costruzione più leggera possibile.

Generalmente però, come abbiamo visto nella parte introduttiva, le formule di gara stabiliscono un peso o un carico alare minimo; ed in questo caso non resta che attenersi ai minimi consentiti. Inoltre c'è da considerare che le formule F.A.I. prendono in esame, anziché la superficie alare, quella totale, comprensiva dell'area dell'impennaggio orizzontale. Pertanto si è diffusa la tendenza a ridurre al minimo la superficie di quest'ultimo, in modo da poter aumentare quella dell'ala, abbassando il carico alare effettivo; ma naturalmente non è possibile oltrepassare certi limiti, per non rendere precaria la stabilità del modello, come vedremo fra poco.

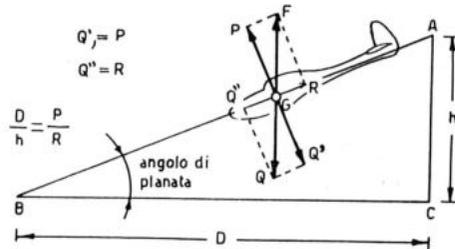


FIG. 24

MODELLO IN PLANATA

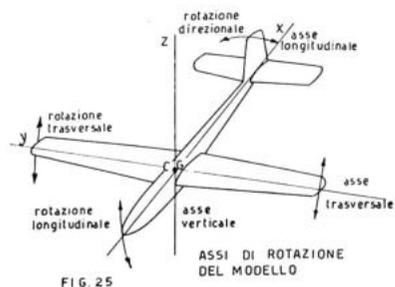
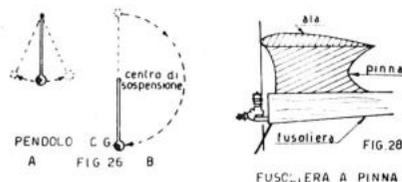


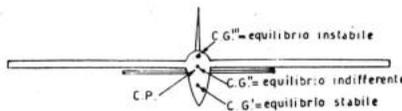
FIG. 25

ASSI DI ROTAZIONE DEL MODELLO



PENDOLO A FIG. 26

FUSOLIERA A PINNA FIG. 28



STABILITÀ PENDOLARE DEL MODELLO

FIG. 27

Pressione» (C.P.), si ha l'equilibrio stabile, instabile od indifferente, a seconda che il baricentro sia al disotto, al disopra od in coincidenza del C.P. (fig. 27). Nel primo caso si può affermare che il modello è dotato di stabilità statica.

Naturalmente tale tipo di stabilità risulta tanto più forte quanto maggiore è la distanza fra i due centri; per cui nei modelli da volo libero l'ala è quasi sempre piazzata sopra la fusoliera, o addirittura sopraelevata rispetto ad essa, per mezzo di una « pinna » (fig. 28). Nel contempo si cerca di tenere il baricentro più basso possibile, costruendo leggere le parti disposte più in alto, come le estremità alari.

Comunque la stabilità statica resta sempre insufficiente ad assicurare da sola un volo regolare del modello; mentre assai maggior rilievo ed importanza assume la stabilità dinamica, che si produce quando il modello è in volo, per effetto delle reazioni aerodinamiche sulle sue superfici opportunamente disposte.

### La stabilità longitudinale

Per studiare la stabilità dinamica occorre esaminare singolarmente i tre casi già visti. Particolare importanza nel progetto di un aeromodello assume lo studio della stabilità longitudinale; in quanto un'ala isolata non è autostabile, ma tende a ruotare intorno al suo asse trasversale, come si può facilmente constatare lanciandola. Tale fenomeno avviene in quanto la posizione del C.P. non è costante; ma si sposta in modo tale da accentuare ogni variazione di assetto. Più precisamente, secondo la legge di Avanzini, il Centro di Pressione si sposta in avanti per un aumento di incidenza dell'ala, ed indietro per una diminuzione.

L'entità di tale spostamento, e quindi dell'instabilità dell'ala, varia da profilo a profilo; ed è, grosso modo, proporzionale al coefficiente di portanza del profilo stesso; cioè è maggiore nei profili concavo-convessi, particolarmente nei più spessi; minore nei piano-convessi, e si annulla quasi per i bicon-



PROFILO AUTOSTABILE

FIG. 29

vessi. Infine in alcuni profili, detti « autostabili », che presentano il bordo d'uscita rialzato (fig. 29), lo spostamento avviene in maniera contraria al normale; per cui un'ala che adotta tali profili ha un certo grado di stabilità automatica. Detti profili hanno però un basso coefficiente di portanza ed una efficienza assai ridotta; per cui vengono usati, e non sempre, solo per i modelli « senza coda ».

Nei modelli normali l'instabilità propria dell'ala viene corretta mediante l'azione del piano di coda orizzontale, che produce cioè una stabilità longitudinale dinamica. Osserviamo infatti la fig. 30. In A abbiamo

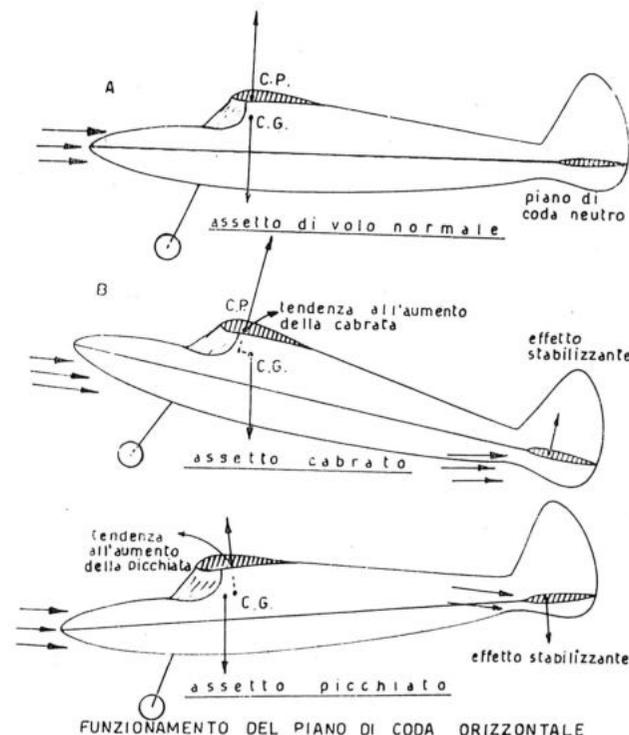


FIG. 30

la posizione normale di volo del modello: il Centro di Pressione dell'ala sta sulla stessa verticale del baricentro, per cui la portanza equilibra perfettamente il peso del modello; mentre il piano di coda, che ha un profilo biconvesso simmetrico, montato con incidenza nulla rispetto alla traiettoria, non produce alcuna portanza.

In B vediamo lo stesso modello che, per una causa esterna, ha assunto un'inclinazione positiva rispetto alla traiettoria (assetto cabrato).

L'ala ha quindi

una maggiore incidenza, la portanza è aumentata, ed il Centro di Pressione si è spostato in avanti. E' facile notare che la portanza ha rispetto al C.G. un momento che tende ad aumentare l'inclinazione positiva del modello (momento cabrante). In compenso però anche il piano di coda ha assunto un'incidenza positiva, ed ora sviluppa una portanza che tende a sollevare la coda del modello (momento picchiante), rimettendolo nel suo normale assetto di volo. Al contrario, vedi in C, se il modello assume un'inclinazione negativa, sul piano di coda si produce una deportanza, che tende ad abbassare la coda.

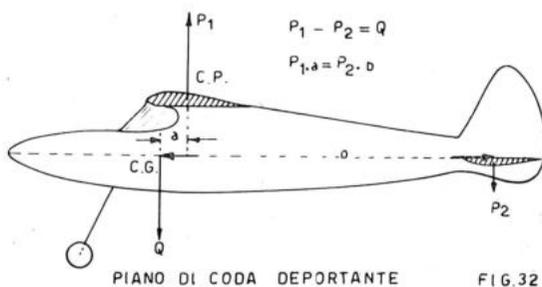
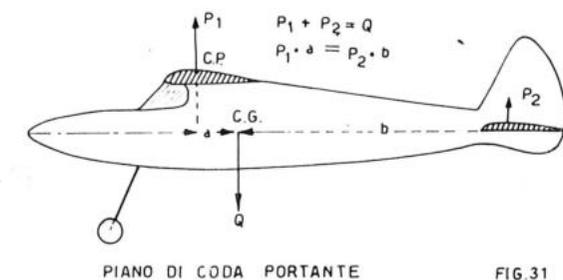
Questo schema è quello del piano di coda cosiddetto « neutro », che cioè nel normale assetto di volo non produce alcuna portanza. Oggi però si è molto diffuso l'uso del piano di coda « portante », ottenuto generalmente con l'adozione di un profilo piano-convesso, o addirittura concavo-convesso, come quello dell'ala, disposto ad incidenza nulla o leggermente positiva. La disposizione delle varie forze è illustrata in fig. 31. Come si vede, il baricentro del modello deve essere piazzato in posizione piuttosto arretrata rispetto al Centro di Pressione dell'ala, ed in posizione tale che si abbia rispetto ad esso l'equilibrio dei due momenti della portanza dell'ala e del piano di coda.

Al contrario si ha il piano di coda « deportante » quando esso ha un profilo piano-convesso rovesciato, e produce in volo normale una deportanza, che viene equilibrata dalla portanza dell'ala rispetto al baricentro, posto anteriormente al C.P. (fig. 32).

Occorre però avvertire che, per poter classificare un piano di coda in neutro, portante o deportante, occorre considerarne non solo il profilo, ma anche l'incidenza; in quanto un profilo biconvesso simmetrico può risultare portante se disposto con incidenza positiva, o deportante se ha incidenza negativa. Pertanto, per maggior esattezza, è bene riferirsi alla posizione del baricentro rispetto al C. P. dell'ala. Si avrà cioè il piano di coda neutro se i due centri sono coincidenti; portante se il C.G. è posteriore al C.P.; deportante se è anteriore ad esso.

Ed ora alcune considerazioni riguardo al grado di stabilità ed ai fattori che lo determinano. Osserviamo innanzitutto che il momento instabilizzante dell'ala è dato dalla portanza per la distanza intercorrente fra C.P. e C.G. Pertanto esso risulta proporzionale a detta distanza, alla superficie dell'ala, ed alla sua corda media, in quanto lo spostamento del C.P. al variare dell'incidenza si verifica in percentuale della corda; ed è quindi tanto maggiore quanto più forte è il valore di quest'ultima. Quindi un'ala poco allungata produce un momento instabilizzante più forte di una con allungamento maggiore.

Dalla prima relazione, cioè dalla pro-



porzionalità fra entità del momento instabilizzante e distanza fra il C.P. ed il C.G., si ricava che un modello con piano di coda neutro risulta più stabile di uno con piano portante. Quest'ultimo però risulta più adatto a controllare una variazione positiva di assetto, cioè una « cabrata », in quanto la sua portanza cresce con l'aumento dell'incidenza più che in un piano di coda neutro; mentre è poco adatto a controllare una variazione negativa di assetto, o « picchiata », in quanto a questa si associa generalmente un aumento di velocità, che incrementa a sua volta la portanza del piano di coda, il quale così, anziché rimettere il modello in linea di volo, tende ad accentuare la picchiata.

Per questa sua caratteristica il piano di coda portante è stato da molto tempo adottato per i modelli ad elastico ed a motore, in quanto contribuisce a frenare la tendenza che essi hanno a cabrare eccessivamente, sotto la forte velocità impressa dall'elica, fino talvolta a rovesciarsi in un cerchio, detto « looping ». Quanto maggiore è la potenza dell'elica, tanto più portante deve essere il piano di coda, per permettere il centraggio del modello, cioè più arretrata deve essere la posizione del baricentro. Nei motomodelli superpotenti si arriva a piazzare il C.G. al 100% della corda, cioè in coincidenza del bordo d'uscita; ma in questo caso il centraggio risulta molto critico, in quanto basta una piccola variazione di assetto al di fuori del normale, perché il modello entri in picchiata, e, a causa della forte portanza del piano di coda, non riesca più ad uscirne. Pertanto, specie chi non ha sufficiente esperienza, farà bene a non piazzare mai il C.G. più dietro del 70-80% della corda.

Sperimentato nei modelli a motore, il piano di coda portante si è andato successivamente diffondendo anche nei veleggiatori, in quanto, anche se esso comporta una minore stabilità, con la sua portanza contribuisce al sostentamento del modello, e ne diminuisce la velocità sulla traiettoria, elevando la durata di volo. Al contrario il piano di coda deportante tende ad aumentare la velocità sulla traiettoria; e pertanto non viene mai usato, salvo casi eccezionali, in campo aeromodellistico.

Come abbiamo già detto, la distinzione fra piano di coda neutro e portante viene fatta non tanto riguardo al tipo di profilo usato, quanto alla posizione del baricentro rispetto alla corda alare. Ora è evidente che, a parità di profilo, il piano di coda sarà tanto più portante (e quindi il baricentro risulterà più arretrato), quanto maggiore sarà la sua incidenza positiva, o minore la sua incidenza negativa, rispetto alla traiettoria.

Pertanto assume particolare importanza, riguardo al centraggio del modello, il rapporto fra l'incidenza dell'ala e quella del piano di coda. Generalmente l'incidenza dell'ala deve essere sempre superiore, in modo che le due superfici presentino un « diedro longitudinale ». Quanto minore è la « differenza di incidenza », detta anche « calettamento nega-

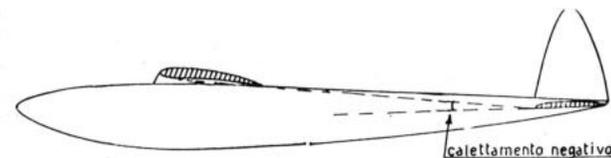


FIG. 33

tivo», fra le due superfici (fig. 33), e quanto più spesso e concavo è il profilo del piano di coda, tanto più portante risulta quest'ultimo, e tanto più arretrata deve essere la posizione del C.G. In casi eccezionali, come quello già descritto dei motomodelli centrati con il C.G. al bordo d'uscita dell'ala, il diedro longitudinale arriva ad annullarsi, cioè le due superfici vengono disposte con la stessa incidenza; e talvolta hanno anche lo stesso profilo. Per avere un sufficiente margine di sicurezza però la differenza di incidenza fra ala e piano di coda deve essere di almeno 2 gradi, e normalmente si arriva fino a 3-4 gradi; mentre il profilo del piano di coda non deve essere mai più spesso né più concavo di quello alare. Buona norma quindi è dare all'ala un'incidenza positiva di 3-4 gradi, e disporre il piano di coda ad incidenza nulla.

Per avere un sufficiente grado di stabilità longitudinale, la superficie del piano di coda deve essere compresa fra 1/5 ed 1/4 di quella alare nei modelli veleggiatori; fra 1/4 ed 1/3 nei modelli ad elastico; e fra 1/3 e 2/5 nei motomodelli. Volendo determinarla con maggior precisione, essa può essere calcolata con la seguente formula, che tiene conto dei fattori precedentemente indicati:

$$S_c = \frac{S \times C_m}{K \times a}$$

in cui  $S_c$  = superficie del piano di coda

$S$  = superficie dell'ala

$C_m$  = Corda media dell'ala

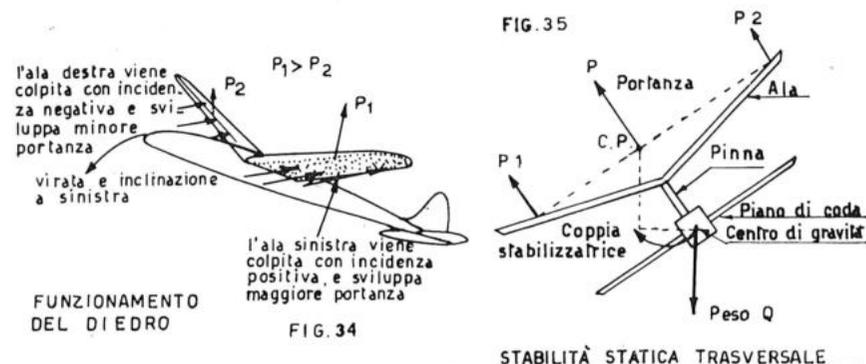
$a$  = distanza fra il C.P. del piano di coda, che si considera generalmente al 33% della corda, ed il C.G. del modello, detta «braccio di leva»

$K$  è un coefficiente, detto «coefficiente inverso di stabilità», in quanto, trovandosi al denominatore nella formula, esso risulta inversamente proporzionale al grado di stabilità del modello. Generalmente si usa un  $K$  di 1,2-1,3 per i modelli veleggiatori; 0,9-1 per i modelli ad elastico e 0,7-0,8 per i motomodelli.

Questa formula non è completamente esatta, in quanto non tiene conto della posizione del C.G. rispetto alla corda alare; ma può essere usata con sufficiente approssimazione in modelli che rientrino nei normali schemi oggi adottati per i modelli da gara, e cioè C.G. al 50-70% della corda per i modelli veleggiatori e ad elastico, e al 70-90% per i motomodelli. Ricordate comunque, come regola pratica, che la stabilità è tanto più forte quanto maggiori sono la superficie del piano di coda e il braccio di leva, e tanto minore quanto più basso è l'allungamento alare, e più arretrata la posizione del baricentro.

### La stabilità trasversale

Se longitudinalmente la stabilità statica è assolutamente insufficiente a garantire una corretta traiettoria del modello, anche trasversalmente, per quanto l'ala possa essere sopraelevata rispetto alla fusoliera, la di-



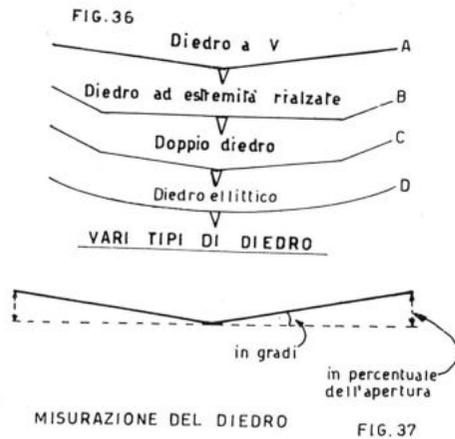
stanza fra il C.P. ed il C.G. è sempre troppo esigua per assicurare un volo stabile, specie se le condizioni atmosferiche sono un po' perturbate.

Anche in questo caso è quindi necessario aggiungere a quella statica una stabilità dinamica, che si ottiene sagomando l'ala in modo che frontalmente presenti una forma a «V» molto aperto, detta «diedro» (in geometria si definisce con il termine «diedro» l'angolo formato da due piani, in questo caso costituiti dalle due semiali). E' facile constatare che se un modello munito di ala a diedro si inclina e scivola lateralmente, componendo la traslazione orizzontale con un movimento di rotazione, l'aria lo colpisce in direzione trasversale, e incontra l'ala interna alla virata con incidenza positiva, e quella esterna con incidenza negativa (fig. 34). Ne nasce una maggiore portanza della semiala interna rispetto a quella esterna, che tende a raddrizzare il modello. Inoltre l'ala a diedro eleva il Centro di Pressione, aumentandone la distanza dal baricentro, ed incrementando la stabilità pendolare (fig. 35).

Il lato svantaggioso della disposizione a diedro è costituito da una leggera diminuzione dell'efficienza dell'ala, in quanto, mentre la resistenza risulta sempre proporzionale allo sviluppo effettivo della superficie, la portanza lo è alla proiezione di essa su un piano orizzontale. Pertanto l'ala ha un'efficienza tanto più bassa quanto maggiore è il suo diedro. Per diminuire tale inconveniente si sono studiate, oltre quella a «V» semplice, altre disposizioni di diedro, illustrate in fig. 36.

Per esprimere un giudizio nei confronti di esse, occorre considerare che l'effetto stabilizzante è proporzionale all'inclinazione delle superfici ed alla loro distanza dall'asse longitudinale del modello. Pertanto, a parità di distanza verticale fra le estremità e la parte centrale, un'ala del tipo B, ad estremità rialzate, risulta più stabile di quella del tipo A, a V semplice. Come svantaggio però presenta un'efficienza minore, in quanto ha uno sviluppo effettivo maggiore. Comunque, in linea di massima, il principio di affidare il compito stabilizzante alle estremità alari, lasciando alla parte centrale il maggior onere della portanza, è giustificato, in quanto con tale sistema si può ridurre l'entità del diedro, lasciando invariato l'effetto stabilizzante.

Teoricamente il tipo di diedro più efficiente è quello ellittico (fig. 36 D), che risulta però molto difficile di costruzione. Assai vicino ad esso come rendimento è il « *polidiedro* » o « *doppio diedro* » (fig. 36 C); mentre i due già illustrati, V semplice e ad estremità rialzate, sono più o meno equivalenti, con la differenza che il primo è più adatto per modelli veleggiatori, e l'altro per motomodelli, che hanno bisogno di maggiore stabilità trasversale.



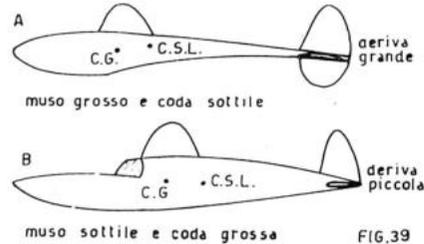
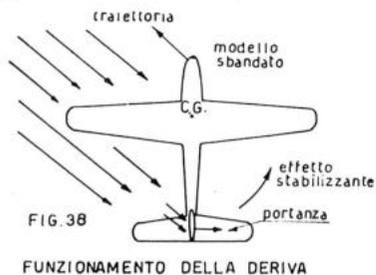
Bisogna osservare che, oltre al tipo di diedro, anche la vista in pianta dell'ala influisce sulla stabilità trasversale del modello, in quanto ad esempio una semiala a forma rettangolare fornisce un momento stabilizzante maggiore di una rastremata, che ha il suo Centro di Pressione più vicino all'asse longitudinale del modello, e quindi un minore braccio di leva.

L'entità del diedro può essere misurata in gradi, oppure in base alla distanza verticale fra le estremità alari e la parte centrale, distanza che viene normalmente espressa in percentuale dell'apertura alare (fig. 37). Generalmente si usa un diedro del 6-7% per i modelli veleggiatori, 8-9% per i modelli ad elastico, e 10-12% per i motomodelli, a seconda cioè del grado di stabilità trasversale di cui abbisogna ogni tipo di modello. C'è da osservare che un diedro eccessivo può anche peggiorare la stabilità direzionale, provocando delle oscillazioni alternate a destra ed a sinistra.

Logicamente, poichè la stabilità dinamica viene integrata da quella pendolare, il diedro può essere tanto minore quanto più alta è la posizione dell'ala rispetto al baricentro.

### La stabilità direzionale

La stabilità direzionale, detta anche di rotta, viene assicurata al modello dal piano di coda verticale, o « *deriva* » (osserviamo che è improprio chiamarlo timone di direzione, perchè con il termine « *timoni* » si



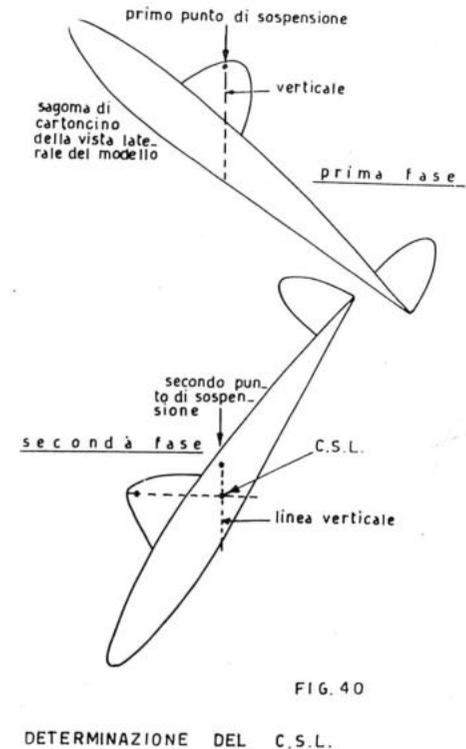
indicano negli aeroplani le superfici mobili che servono per guidare il volo; mentre le superfici stabilizzanti fisse sono chiamate semplicemente « *piani di coda* »). La deriva agisce in modo più o meno analogo a quello del piano orizzontale; in quanto se un modello viene a trovarsi in posizione sbandata rispetto alla sua traiettoria, il vento relativo colpisce la superficie della deriva con una direzione inclinata, e crea su essa una portanza, che tende nuovamente ad allineare la fusoliera con la direzione di volo (fig. 38).

In realtà la stabilità di rotta è strettamente legata a quella trasversale, perchè ad ogni cambiamento di direzione si unisce un'inclinazione laterale del modello, che fa entrare in funzione il diedro alare, e contribuisce al raddrizzamento. Comunque senza il piano di coda verticale il modello non sarebbe in grado di volare, ed entrerebbe immediatamente in vite (con l'eccezione dei modelli in volo circolare da velocità, che mantengono una traiettoria stabile grazie al vincolo dei cavi ed alla forza centrifuga).

Naturalmente la stabilità direzionale è proporzionale alla superficie della deriva ed alla sua distanza dal baricentro del modello, come per il piano di coda orizzontale; ma in questo caso la deriva non può essere considerata come un'unità a sè stante, in quanto in effetti la stabilità direzionale non dipende tanto dalla sua superficie, quanto dalla posizione del « *Centro di Spinta Laterale* » (C.S.L.), cioè del centro di figura di tutta la vista laterale del modello, inclusa la proiezione del diedro alare. Così ad esempio se la fusoliera è grossa anteriormente al baricentro e sottile posteriormente, la deriva deve avere una superficie maggiore che non nel caso opposto (fig. 39).

Condizione necessaria perchè il modello sia stabile direzionalmente, è che il C.S.L. risulti posteriore al baricentro, in misura non facile da stabilire, ma che oscilla fra il 5 ed il 10% della lunghezza della fusoliera. Infatti con una posizione eccessivamente arretrata del C.S.L. il modello nella virata tende ad alzare la coda, ed a puntare verso il basso, stringendo la virata.

Nè d'altra parte è facile stabilire con esattezza la posizione del C.S.L. Un sistema approssimativo è quello di ritagliare in



cartoncino di spessore uniforme la vista laterale del modello, prendere la sagoma così ottenuta e sospenderla con uno spillo, lasciandola libera di oscillare, e tracciando una linea verticale dal punto di sospensione. Ripetendo il procedimento per un altro punto di sospensione, l'incrocio delle due righe indica il baricentro della sagoma, che, trattandosi di materiale uniforme, coincide con il suo centro di figura; e quindi, approssimativamente, con il C.S.L. del modello (fig. 40).

Abbiamo detto approssimativamente, in quanto in effetti le varie superfici laterali influiscono sulla posizione del C.S.L. in misura differente a seconda se siano verticali o inclinate, piatte o curvilinee, ecc. Così una fusoliera tonda influisce sulla stabilità direzionale meno di una rettangolare; mentre anche il diedro non influisce in misura esattamente corrispondente alla sua effettiva proiezione laterale. Comunque è regola generale che la superficie della deriva deve essere tanto maggiore quanto più forte è il diedro alare.

Date queste molteplici difficoltà, la superficie della deriva viene generalmente stabilita in misura approssi-

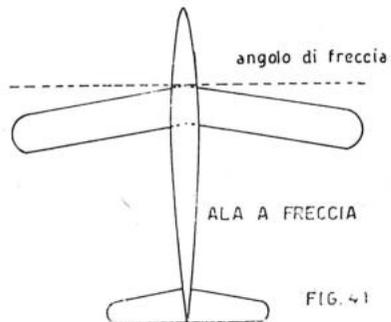


FIG. 41

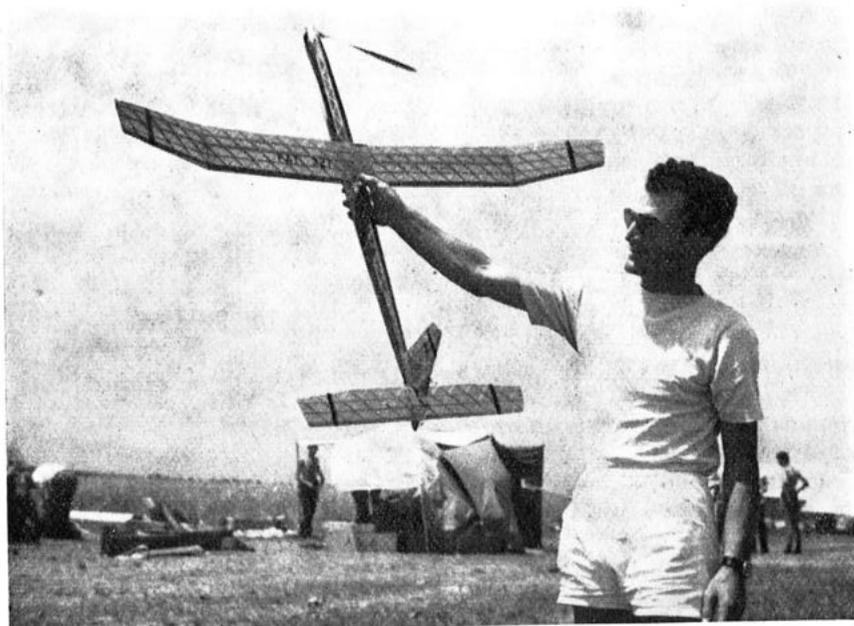


mativa, a seconda del tipo di modello, salvo a variarla in fase di messa a punto, ove si renda necessario. Per i modelli veleggiatori è sufficiente una superficie pari al 5-6% di quella alare; per i motomodelli il 7-8%, e per i modelli ad elastico il 10-12%.

La forma della deriva non ha molta importanza, e si possono seguire le preferenze personali. Maggiore importanza ha la sua disposizione rispetto alla fusoliera; in quanto essa può essere posta sopra, sotto, o parte sopra e parte sotto, il che influisce sulla posizione verticale del C.S.L. e sulla stabilità in determinati assetti del modello. Così ad esempio per un veleggiatore sotto traino, che vola in assetto molto spanciato, è utile che parte della deriva sia posta al disotto della fusoliera.

La stabilità direzionale può anche essere favorita da una disposizione a freccia positiva dell'ala, che viene a funzionare in modo analogo al diedro alare (fig. 41).

Infine, nei riguardi di ogni tipo di stabilità, c'è da osservare che risulta assai utile che i pesi del modello siano il più possibile concentrati intorno al baricentro, perchè in tale modo il modello, una volta che abbia subito una variazione di assetto per cause esterne, come per una brusca raffica di vento, ha meno inerzia, e si rimette più prontamente in assetto normale di volo, sotto l'azione delle forze stabilizzanti. Pertanto è bene usare una costruzione molto leggera per i piani di coda e le estremità alari.



Sopra: un rifinitissimo modello ad elastico con costruzione interamente geodetica, della quale parliamo in seguito. Nella pagina a fronte: un modello veleggiatore pronto per il lancio.

*PARTE SECONDA*

**PRATICA**

## CAPITOLO III

### Materiali

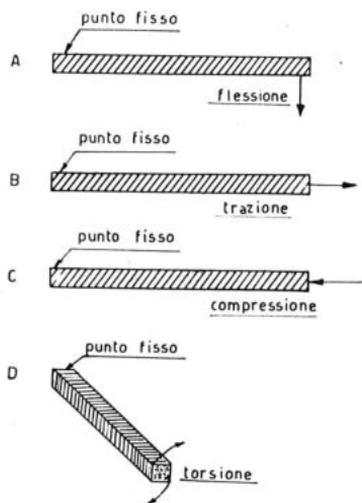
#### La struttura dei modelli volanti

La struttura di un modello volante deve essere tale da ottenere la massima robustezza con il minimo peso; e pertanto deve essere progettata e realizzata con molta cura, dimensionandone ogni elemento in funzione degli sforzi aerodinamici e meccanici cui è soggetto, e scegliendo per esso il materiale più adatto.

Pertanto non solo l'impostazione aerodinamica, ma anche quella strutturale, richiedono da parte del progettista una certa esperienza, accoppiata ad un minimo di intelligente raziocinio. E' quindi buona norma per i principianti realizzare i primi modelli in base a dei progetti già sperimentati, di cui si abbia a disposizione la tavola costruttiva dettagliata, le cui istruzioni devono essere seguite scrupolosamente.

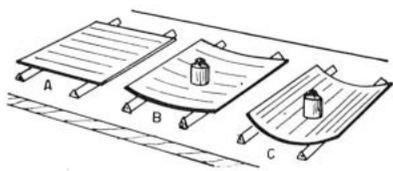
Comunque in questa trattazione vi daremo alcune norme di massima sugli sforzi cui sono soggetti i vari elementi dei modelli volanti, e sulle caratteristiche dei materiali disponibili; norme che, integrate dall'esperienza acquisita nelle prime costruzioni, vi metteranno perfettamente in grado di progettare la struttura dei vostri modelli.

Un qualsiasi elemento della struttura può essere sottoposto a sforzi di « *flessione* », « *trazione* », « *compressione* », « *torsione* », ecc. (fig. 42). Conoscendo, sia pure in linea approssimativa, le caratteristiche di resistenza ad ognuno di questi tipi di sforzi dei vari materiali disponibili, oltre al loro peso specifico,



SFORZI DEI MATERIALI  
FIG. 42

FLESSIONE DELLE TAVOLETTE DI LEGNO



A = tavoletta in posizione di riposo  
B = flessione in direzione della fibra  
C = flessione nella direzione opposta

FIG. 43



il pezzo deve sempre avere l'asse maggiore parallelo alle fibre del legno

FIG. 44



SEZIONE LISTELLI BALSIA

FIG. 45

si sceglie il materiale che consente di ottenere la massima robustezza con il minimo peso, calcolandone la forma e la dimensionatura più opportuna (sia pure con un calcolo « ad occhio »), come vedremo in seguito nella descrizione dei vari elementi dei modelli volanti.

Un'altra caratteristica assai importante dei materiali è la loro « elasticità ». Vi sono infatti alcuni materiali che, sottoposti ad uno sforzo di flessione superiore ad un certo limite, subiscono una deformazione permanente (piegatura), oppure si spezzano; mentre altri, più elastici, si deformano solo temporaneamente, e, una volta cessato lo sforzo cui vengono sottoposti, riprendono la loro posizione iniziale. Logicamente i materiali elastici sono adatti per alcuni elementi; mentre per altri sono necessari quelli rigidi.

A questo punto facciamo seguire un elenco dei vari materiali più usati in campo aeromodellistico, indicandone le caratteristiche principali. Come noto, il tipo di costruzione più diffuso è quello costituito da uno scheletro di legno, con ricopertura in carta, debitamente verniciata ed impermeabilizzata. Pertanto particolare importanza fra i vari materiali assumono i:

**Legnami**

Una delle caratteristiche principali del legno di qualsiasi tipo è quella di presentare delle fibre, più o meno vistose e più o meno rettilinee, ma comunque disposte sempre lungo una determinata direzione, corrispondente all'asse del tronco dell'albero; che fanno sì che la resistenza a flessione di una tavoletta di legno sia molto maggiore nella direzione della fibra che in quella opposta (fig. 43). Questa caratteristica deve essere sempre tenuta presente nella realizzazione dei vari pezzi in legno della struttura del modello, che devono avere l'asse maggiore, che è generalmente quello lungo il quale si produce lo sforzo più forte, parallelo alle fibre del legno (fig. 44).

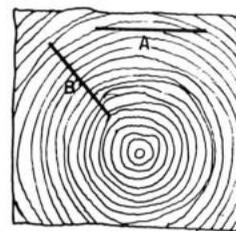
Fra le varie qualità di legno esistenti, il più adatto per i modelli volanti è indubbiamente il « balsa », un legno leggerissimo che si ricava da una varietà di alberi delle foreste equatoriali dell'America del Sud. Esso viene usato dagli indigeni per la costruzione di zattere; ed ha trovato impiego nelle costruzioni aeronautiche; per barconi e mezzi da sbarco (i famosi « zatteroni » americani hanno rifornito di balsa, sia pure mediocre, tutti gli aeromodellisti nel dopoguerra); ecc.

Il peso specifico del balsa oscilla fra 0,12 e 0,25 kg/dmc. Infatti ne esistono diverse varietà, che si usano normalmente classificare in balsa « soffice », « medio » e « duro », a seconda se stringendolo fra le dita si schiaccia quasi senza opporre resistenza; oppure se si schiaccia leggermente; o infine se rimane rigido. Naturalmente il balsa soffice risulta più leggero e meno resistente di quello medio; e questo a sua volta lo è meno di quello duro. Tale varietà offre la possibilità di usare per ogni elemento del modello il tipo di balsa più adatto; ad esempio soffice per blocchetti di riempimento; medio per elementi di forma, che non sopportano notevoli sforzi, e duro per gli elementi di forza, in modo da ottenere la massima robustezza con il minimo peso.

Il balsa si trova presso tutti i negozi specializzati in articoli per aeromodellismo, lavorato in listelli a sezione quadrata, rettangolare e triangolare (fig. 45), di diverse misure e di lunghezza 90 o 100 centimetri; in tavolette di spessore da 0,8 a 6 millimetri, e lunghezza come per i listelli o inferiore; ed in blocchi. E' bene porre particolare cura nell'acquisto, facendo attenzione a scartare i listelli mal tagliati, incurvati, o che presentino nodi od altri difetti del legno. Inoltre, a parte la scelta del tipo di balsa più opportuno, bisogna tenere presente che le caratteristiche delle tavolette di balsa variano anche a seconda della direzione con cui sono state tagliate rispetto al tronco. Così ad esempio una tavoletta tagliata parallelamente agli anelli di crescita (fig. 46 A) risulta più flessibile di una tagliata perpendicolarmente (fig. 46 B), ed è quindi più adatta ad esempio per realizzare la ricopertura di parti curve, come si può riscontrare facilmente piegandola fra le mani.

Da quanto abbiamo detto, risulta che il peso specifico del balsa è da due a quattro volte inferiore a quello dei normali legnami. Ciò spiega a sufficienza il suo vastissimo impiego nelle costruzioni aeromodellistiche; in quanto, essendo abbastanza soddisfacenti le sue doti di resistenza a trazione, compressione, torsione e flessione, data la sua struttura fibrosa, con esso si può realizzare una struttura assai più leggera che non con i normali legnami. Un difetto del balsa è però costituito dalla sua scarsa elasticità; per cui se esso viene sottoposto a flessione, si spezza dopo una lieve deformazione, che sarebbe benissimo sopportata da altri tipi di legno, che pertanto è bene preferire in alcuni casi particolari.

Oltre il balsa, i tipi di legno più usati in aeromodellismo, per i quali valgono le norme generali già citate a proposito della venatura, della scelta, ecc., sono:



TAGLIO DELLE TAVOLETTE DI BALSIA RISPETTO AL TRONCO

FIG. 46

A) *Pioppo*. Ha un peso specifico di 0,420 kg/dmc., ed ha la caratteristica di essere molto elastico, per cui viene usato talvolta, sotto forma di listelli a sezione circolare detti « tondini », che possono venire piegati bagnandoli od esponendoli al vapore acqueo, in modo da conferire loro curvature anche forti, come contorni d'estremità di ali ed impennaggi. Tale tipo di costruzione delle

estremità è stato però oggi quasi completamente sostituito da quella « a segmenti di balsa », come vedremo in seguito. Dal pioppo vengono anche ricavati il « *tranciato* », in tavolette spesse 1-2 millimetri, e l'« *impellicciatura* », di spessore 0,3-0,6 millimetri; ma anche tali materiali, una volta usati rispettivamente per centine e per ricoperture parziali, sono stati completamente soppiantati dalle tavolette di balsa.

B) *Tiglio*. Peso specifico 0,450 kg/dmc. E' usato sotto forma di listelli a sezione quadrata o rettangolare, per longheroni di forza, specie quando sia necessario mantenerne la sezione entro certi limiti, e di ottenere ugualmente una sensibile resistenza, come nel caso dei longheroni di ali a profilo sottile.

C) *Abete americano o spruce*. Peso specifico 0,500 kg/dmc. Ha impiego analogo a quello del tiglio; ma è di questo più pregiato per la sua maggiore elasticità, resistenza, compattezza e mancanza di nodi.

D) *Betulla*. Peso specifico 0,550 kg/dmc. grezzo; 0,750 kg/dmc. sotto forma di compensato, che è l'unica che trovi uso, nel tipo scelto denominato « *avio* », che è insensibile all'umidità, per la natura della colla usata. Per chi non lo sapesse, il compensato è un materiale costituito da 3 o 5 strati di impellicciatura incollati fra loro con le vene incrociate. Si ottiene così una resistenza quasi uniforme in tutti i sensi, al contrario di quanto avevamo prima detto a proposito del legno in generale (vedi fig. 43); per cui il compensato deve essere usato per tutti quei pezzi che vengono sottoposti a sensibili sforzi in diverse direzioni, come ordinate delle fusoliere, pattini, centine di attacco, supporti ed altri elementi di forza. Bisogna comunque tenere presente che, siccome gli strati del compensato sono dispari, la vena dei due strati esterni risulta sempre disposta nello stesso senso, e deve essere quindi orientata secondo la direzione di maggiore sforzo.

E) *Cirmolo*. Peso specifico 0,430 kg/dmc. E' un legno molto compatto e docile da lavorare, tanto che viene usato per le parti tornite, come ruote, ogive, ecc.

F) *Faggio e altri legni duri*. Peso specifico da 0,650 kg/dmc. in su. Vengono usati per elementi soggetti a sforzi particolari, come longherine per attacco dei motori a scoppio, eliche per i medesimi, ecc.

### Metalli

A) *Acciaio*. Peso specifico 8 kg/dmc. Viene usato sotto forma di filo « armonico » (cioè del tipo per strumenti musicali, che ha una giusta tempera, che lo rende resistente ed elastico), per la realizzazione di carrelli, assi e ganci per i modelli ad elastico, cavi, pattini di coda, aste di comando, gancetti vari, ecc. E' preferibile usare il tipo « *raddrizzato* », che si trova in fili lunghi un metro, anziché quello in rotoli, che deve essere raddrizzato a mano, con risultati dubbi. L'acciaio è fra i metalli quello che presenta le migliori caratteristiche di resistenza ed elasticità. Infatti occorre molta forza per piegare permanentemente il filo d'acciaio, che altrimenti riprende la sua posizione iniziale; mentre ad esem-

pio il filo di ferro e quello dell'alluminio si piegano con assai maggiore facilità.

B) *Ottone*. Peso specifico 8,6 kg/dmc. Viene usato per boccole tornite, o, sotto forma di lamierino (*orpella*), per la realizzazione di serbatoi e altri accessori.

C) *Latta*. Si tratta di lamierino di ferro stagnato, che può essere usato in sostituzione del lamierino d'ottone, del quale è più resistente; ma, malgrado la stagnatura, tende sempre ad arrugginire.

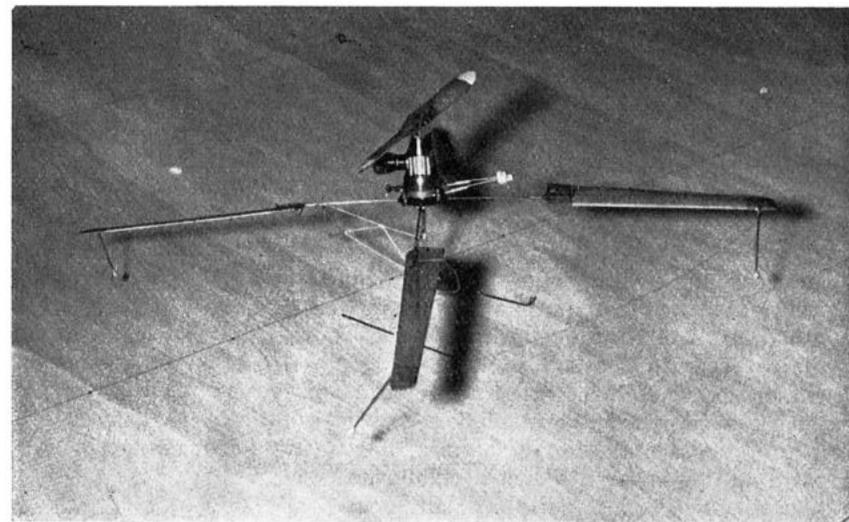
D) *Alluminio*. Puro ha un peso specifico di 2,7 kg/dmc.; mentre le sue numerose leghe, che hanno caratteristiche meccaniche assai superiori, avvicinandosi in alcuni casi a quelle dell'acciaio, arrivano sui 3 kg/dmc. In aeromodellismo è assai usato il « *duralluminio* » o « *durall* », principalmente sotto forma di lamiera, per la realizzazione di elementi di giunzione (*baionette*) delle ali con la fusoliera; per squadrette di comando dei modelli vincolati; tubetti reggimatassa nei modelli ad elastico, ecc.. Inoltre con leghe di alluminio vengono realizzate spesso anche le fusoliere dei modelli da velocità.

E) *Piombo*. Peso specifico 11,3 kg/dmc. E' usato in pallini, del tipo da caccia, o piastrine, come zavorra per il centraggio dei modelli.

F) *Stagno*. E' usato esclusivamente per le saldature.

### Colle

A) *Collante cellulosico*. E' costituito da prodotti cellulosici disciolti in solventi a base di acetone. E' l'adesivo più usato in campo aeromodellistico, in quanto è adattissimo per il balsa, che, essendo poroso, ne viene



Un piccolo elicottero a motore. In questo tipo di modello il motore con l'elica ruota su se stesso, mentre il rotore ruota in senso opposto, per effetto della coppia del motore.

penetrato con facilità. Serve inoltre, opportunamente diluito con l'apposito solvente alla nitrocellulosa, per tendere ed impermeabilizzare le ricoperture in carta od in seta, e per rifinire superfici in balsa. Ha la caratteristica di essiccare molto rapidamente (da mezz'ora ad un'ora), e di essere praticamente insensibile agli agenti atmosferici. Assai simili ad esso sono i vari preparati tipo « Cementatutto », « Uhu », ecc. Da notare che il solvente del collante è molto volatile; per cui esso deve essere sempre tenuto in un recipiente ben chiuso.

B) *Colla alla caseina ed altre colle da falegname.* Servono per incollare fra loro due pezzi di legno duro, sui quali il collante non fa sufficiente presa. Il loro uso è però molto limitato.

C) *Colla all'amido (coccoina e simili).* Viene usata per l'applicazione della ricopertura in carta sopra la struttura; sebbene molti usino, anche per questo scopo, il collante, che richiede una certa pratica, ma in compenso permette un risultato migliore, in quanto la coccoina tende a rigonfiare la struttura di balsa. La colla all'amido può anche essere preparata in casa, sciogliendo dei granuli di amido in acqua fredda, e portandola all'ebollizione, rimescolando in continuazione; ma in questo caso dopo pochi giorni la colla va a male e deve essere gettata via.

D) *Altre colle,* come il « *Bostik* », il « *Vinavil* », il « *Mastice* », la « *Resina indiana* », ecc. vengono talvolta usate per l'incollaggio di particolari elementi in metallo, plastica, gomma, cuoio, ecc.

### Carte

Per la ricopertura dello scheletro dei modelli volanti si possono usare sia alcuni tipi di carte normalmente reperibili in commercio per diversi usi, sia altri tipi appositamente fabbricati per i modelli volanti, e che naturalmente presentano caratteristiche più idonee. Fra i primi tipi sono da ricordare:

A) *Carta velina.* Peso 0,10-0,15 g/dmq. E' molto fragile, ed è pertanto usabile solo per modelli piccoli e leggeri. Quella colorata scolora facilmente sotto l'azione del sole.

B) *Carta pergamina.* Peso 0,25-0,35 g/dmq. E' robusta ma difficile di applicazione. Inoltre si tende eccessivamente, e può provocare facilmente svergolature nelle strutture; si può quindi usare solo quando lo scheletro sia molto robusto, e più che altro per fusoliere.

Dove non esistano particolari difficoltà di approvvigionamento, è senz'altro consigliabile l'uso delle carte speciali, che, sebbene siano interamente di produzione estera, si trovano oggi presso qualsiasi rivenditore di materiale modellistico. Esse sono infatti più resistenti, più facili da applicare, e permettono una migliore impermeabilizzazione, data la loro struttura porosa, che viene penetrata dal collante, il quale forma sulla loro trama una robusta pellicola cellulosica.

I tipi più diffusi di carte speciali sono:

C) *Jap-tissue.* Peso 0,12 g/dmq. Leggerissima e non molto porosa, è adattissima per modelli piccoli, specie per ali e piani di coda, dato che

non esercita molta forza di tensione, e non provoca quindi svergolature nelle strutture. Si trova in diversi colori, ma alcuni di essi, specie il rosso, scoloriscono.

D) *Modelspan e silkspan.* Differiscono per la fibra, che nel secondo tipo è più evidente nella direzione principale. Si trovano in diverse pesan- tezze, fra 0,15 e 0,25 g/dmq., a seconda dell'uso che se ne intende fare. Sono più porose della jap-tissue, e assorbono quindi più collante nella verniciatura, dopo la quale però risultano più robuste ed assolutamente insensibili agli agenti atmosferici. Si trovano in diversi colori, e non scoloriscono.

### Stoffe

A) *Foulard di seta.* Viene usato talvolta per la ricopertura di fu- soliere in modelli a motore e veleggiatori di grandi dimensioni; oppure in striscette per rinforzare giunzioni, ecc.

B) *Fettuccia.* Serve per realizzare incernierature di parti mobili.

### Vernici

Oltre il collante, che in molti casi sostituisce completamente la verni- ciatura, si usano le seguenti vernici:

A) *Vernici alla nitrocellulosa.* Sono le più adatte per la rifinitura dei modelli volanti, data la loro leggerezza e la rapida essiccazione. Si trovano in tutti i colori, oltre al trasparente, che rende lucide le ricoperture.

B) *Vernici sintetiche.* Sono usate per i motomodelli, specie se con motore a glow-plug, la cui miscela tende a sciogliere le vernici alla nitrocellulosa. Il tipo trasparente, del quale esiste anche qualche confe- zione appositamente realizzata per i modelli volanti, può essere dato an- che sopra la vernice colorata alla nitrocellulosa, per proteggerla dalla miscela.

Non si usano le vernici a smalto o ad olio.

### Gomma

Per la matassa dei modelli ad elastico si usa il nastro di gomma a sezione rettangolare 1x3 ed 1x6 millimetri, che pesa rispettivamente 3 e 6 grammi al metro, e viene appositamente fabbricato per i modelli volanti, con caucciù di prima qualità. Lo stesso elastico, oppure anche gli anellini tipo ufficio, viene impiegato per legature di fissaggio dell'ala e dei piani di coda, per tiranti, ecc.

## CAPITOLO IV

### Attrezzi e metodi generali di lavorazione

#### Il balsa

Per la costruzione dei modelli volanti, almeno dei tipi più semplici, non occorre una particolare attrezzatura. Specie da quando si è diffusa la costruzione « tutto balsa », si può dire che alcuni modelli si possono fare disponendo solamente di qualche lametta da rasoio, della cartavetrata e qualche spillo.

Infatti il balsa, data la sua morbidezza, si taglia benissimo con la lametta (anzi altri mezzi, come il traforo, danno un taglio irregolare). E' consigliabile usare lamette piuttosto rigide, tipo Gillette blu, perchè quelle sottili si flettono e danno un taglio irregolare. Quando lo spessore da tagliare è forte, sono preferibili le lamette tipo Valet, ad un solo taglio, sulle quali si può fare forza col dito, senza rischiare di tagliarsi.

Sarebbe anche utile disporre di quegli attrezzi a lame intercambiabili, denominati « tagliabalsa » (fig. 47), reperibili nei negozi di modellismo; oppure di una serie di bisturi da chirurgia.

Per tagliare un listello di balsa con la lametta o il tagliabalsa, non bisogna esercitarvi una pressione continua, perchè così le fibre tendono a schiacciarsi, ed il taglio risulta irregolare; ma si deve invece imprimere alla lama un leggero movimento alternato, avanti ed indietro, a mo' di sega; oppure ondulatorio.

Quando si devono fare dei tagli rettilinei in una tavoletta, occorre servirsi di una riga, preferibilmente metallica; perchè quelle di legno potrebbero venire intaccate dalla lama (fig. 48). Per piccoli spessori o per balsa tenero si può anche eseguire il taglio con una sola passata; ma negli altri casi è preferibile fare tre o quattro passate (fig. 49), perchè altrimenti il taglio risulta irregolare, in quanto la lama sforza e si flette.

Dovendo fare dei tagli ricurvi in una tavoletta, sarebbe bene disporre di una sagoma di compensato della curva da eseguire. Si può però evitare questo lavoro supplementare, tenendosi col taglio un poco esterni alla linea segnata, che viene poi raggiunta mediante pochi colpi di cartavetrata, più che sufficienti, data la morbidezza del balsa.

Per questo lavoro di rifinitura è necessario disporre di un attrezzo, che servirà in moltissimi altri casi, costituito da un tampone di legno ben squadrato, sul quale viene avvolta la cartavetrata (fig. 50), in modo da avere una superficie piana di lavorazione.

Nel taglio degli elementi ricurvi occorre procedere con molta cautela, perchè il balsa tende a scheggiarsi lungo la direzione della vena. E' bene quindi operare il taglio con numerose passate leggere, anche se lo spessore della tavoletta è ridotto.

Generalmente però, per ottenere maggior resistenza, si cerca di evitare, in tutti i casi in cui sia possibile farlo, di ritagliare dal balsa degli elementi ricurvi, che vengono invece realizzati con la « costruzione a segmenti » rettilinei, che vengono poi sagomati in opera con il tampone a cartavetrata (fig. 51), in modo da avere in ogni punto la vena nella giusta direzione.

Una cosa importante da tener presente nella lavorazione del balsa è che questo, data la sua morbidezza, si presta male al taglio con i normali mezzi meccanici (seghe circolari ed a nastro). Pertanto le tavolette ed i listelli che si acquistano in commercio presentano normalmente una superficie leggermente ruvida, che è bene lisciare con il tampone a cartavetrata (usando in questo caso quella a grana fine), prima di iniziare la lavorazione.

Inoltre nel caso di più listelli che servano allo stesso scopo, come longeroni delle due semiali, correnti della fusoliera, ecc., è indispensabile che essi, oltre ad essere della medesima qualità di balsa, abbiano la stessa identica sezione; e ciò per non avere differenze di peso e di resistenza,

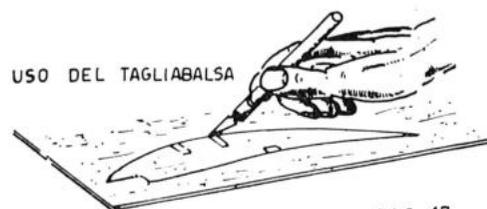


FIG. 47

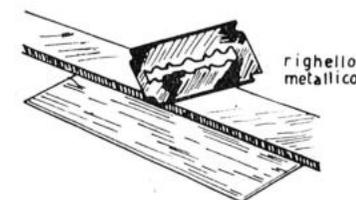


FIG. 48

COME SI TAGLIA IL BALSAL SPESSEO

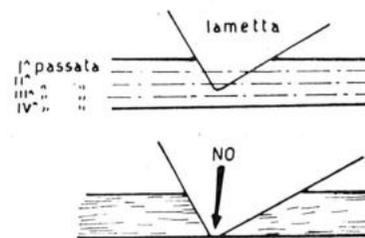


FIG. 49

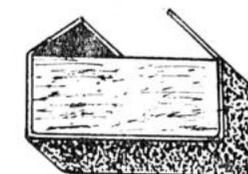


FIG. 50

che potrebbero influire negativamente sull'equilibrio del modello, e provocare, specie nel caso della fusoliera, distorsioni delle strutture.

Pertanto è bene livellare i listelli in oggetto, disponendoli l'uno accanto all'altro sul piano di montaggio, e passandovi sopra un tampone con cartavetrata n. 00 (fig. 52). Ripetendo il procedimento per le quattro facce dei listelli, si ha la certezza che essi risultano identici fra loro, purché si faccia attenzione a mantenere sempre il tampone in posizione perfettamente orizzontale.

L'incollaggio del balsa non presenta particolari difficoltà, dato che, come già detto, il collante penetra nelle sue porosità, formando una saldatura cellulosa. Comunque in tutti quei casi in cui l'incollatura sia soggetta a particolari sforzi (giunzioni di listelli, elementi di forza, ecc.), è bene, oltre ad assicurarsi che le due superfici da incollare combacino perfettamente, ricorrere al sistema del « *preincollaggio* », che consiste nello spalmare di collante ambedue le superfici da collegare, lasciandole asciugare, in modo che esso possa penetrare all'interno del legno. Quindi si ripassa una nuova mano di collante, che ammorbidisce la precedente, e si pongono a contatto fra loro i due pezzi, possibilmente tenendoli serrati con degli spilli, con una legatura di elastico, o con delle mollette da bucato (fig. 53).

Il sistema del preincollaggio può anche essere usato, con discreti risultati, per fissare con il collante dei pezzi in legno duro, quando si voglia evitare di ricorrere ad altre colle.

## Il traforo

Una volta, quando la struttura dei modelli volanti era quasi comple-

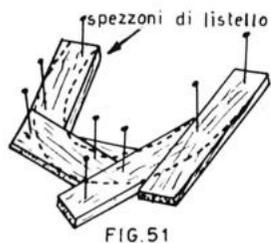


FIG. 51

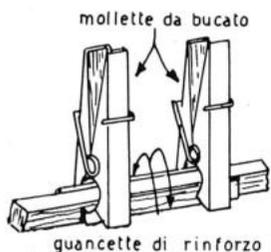


FIG. 53

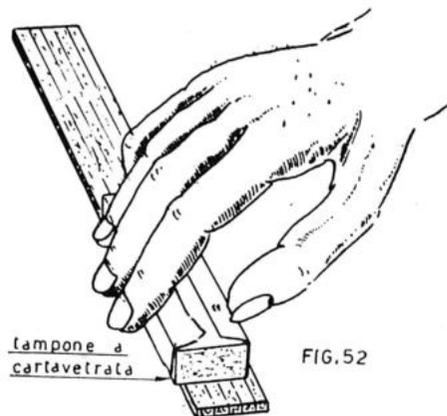
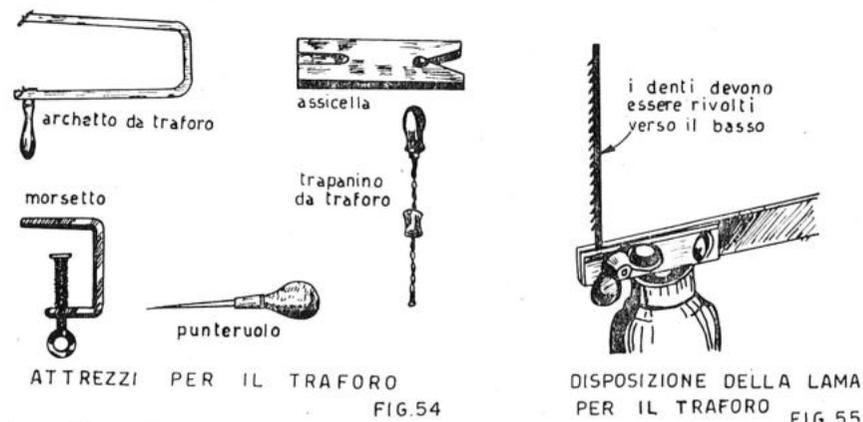


FIG. 52



tamente costituita da elementi di tranciato, o di compensato alleggeriti internamente, l'arte del traforo costituiva uno dei cardini essenziali della lavorazione aeromodellistica. Oggi invece si ricorre al traforo solo per ritagliare quei pochi elementi di forza che vengono ricavati dal compensato. Comunque un buon aeromodellista deve necessariamente saper usare con buona precisione l'« *archetto da traforo* » (fig. 54), a seghette intercambiabili.

Per usare l'archetto bisogna anzitutto munirsi anche dell'« *assicella da traforo* », che viene fissata al tavolo di lavoro con l'apposito « *morsetto* », interponendo un pezzetto di compensato fra il dischetto metallico posto all'estremità della vite ed il piano del tavolo, in modo da non danneggiarlo.

La seghetta si applica all'archetto allentando e quindi stringendo nuovamente i due galletti; e deve essere disposta con i denti rivolti verso l'esterno e verso il basso (fig. 55). Essa deve avere una giusta tensione, che vi verrà suggerita dalla pratica; in quanto una seghetta poco tesa taglia male, ed una troppo tesa si spezza facilmente.

In commercio esistono seghette « *per legno* » e « *per metallo* » (utilissime queste ultime per tagliare la lamiera di alluminio), di diverso spessore e grandezza dei denti. Come regola generale, la seghetta deve essere tanto più sottile quanto minore è lo spessore del materiale da lavorare, in quanto altrimenti il taglio risulta irregolare.

Quando l'archetto è pronto, si poggia il pezzo da ritagliare sull'assicella, ben serrata al tavolo (fig. 56), e si inizia ad azionare l'archetto con moto alterno e regolare, verso il basso e verso l'alto (data la disposizione dei denti, la lama taglia solo quando viene spinta verso il basso), senza esercitare una eccessiva pressione, e curando che la lama risulti sempre perfettamente verticale.

Salvo casi particolari, la lama dell'archetto deve essere mantenuta sempre al centro del foro dell'assicella, mentre con la mano sinistra si fa scorrere lentamente il pezzo da ritagliare.

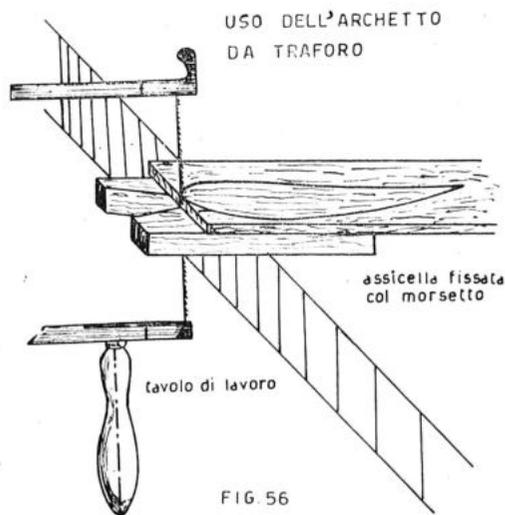
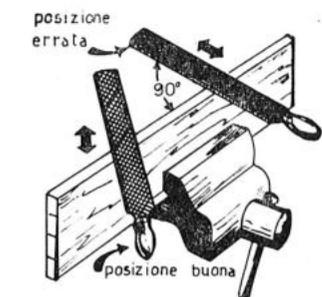


FIG. 56



RIFINITURA DEI PEZZI TRAFORATI  
FIG. 57



MORSA DA TAVOLO  
FIG. 58

Per ottenere la massima precisione, è buona norma tenersi nel taglio leggermente al di fuori del contorno del pezzo, in misura dettata dalla cognizione dell'abilità personale, e quindi maggiore per le prime esperienze. Il pezzo tagliato verrà poi rifinito con il tampone a cartavetrata, in modo da raggiungere esattamente la linea del contorno. Per i pezzi di spessore maggiore, anziché della cartavetrata, ci si può servire di una lima a grana sottile, che si fa scorrere sul contorno del pezzo, con direzione obliqua, per non strappare le venature del legno (fig. 57).

Come si nota dalla figura, per questo lavoro è utilissimo disporre di una piccola «morsa da tavolo» (fig. 58), che serve anche per molte altre lavorazioni.

Quando un pezzo presenta degli alleggerimenti interni, si pratica un foro in un punto qualsiasi della parte da eliminare, servendosi di un «punteruolo», oppure di un «trapanino da traforo», o più semplicemente di un chiodo. Si allenta quindi un galletto dell'archetto, si sfilava la lama e la si introduce nel foro, stringendola nuovamente nel galletto. Si ritaglia tutta la parte da eliminare, e quindi si stacca nuovamente la seghetta, sfilando il pezzo. Naturalmente il procedimento deve essere ripetuto se le parti da asportare sono più di una (fig. 59).

Quando si debbono ritagliare due pezzi uguali, di compensato sottile, essi possono anche essere traforati e rifiniti contemporaneamente, tenendoli collegati con due o tre «semenzine» (chiodini sottili), in modo da ottenere una lavorazione più spedita e precisa.

L'archetto da traforo può essere usato anche per tagliare blocchetti

di balsa, o tavolette di spessore superiore ai 4-5 millimetri; tenendosi però almeno un millimetro al di fuori del contorno, perché il taglio risulta sempre irregolare, e deve essere rifinito con il tampone a cartavetrata.

## Il montaggio dei pezzi

Quando tutti gli elementi necessari sono stati approntati, la maggior parte delle operazioni di montaggio, per avere la massima precisione, viene effettuata sul disegno in grandezza naturale, che viene disteso su un apposito piano di legno, sovrapponendovi un foglio di cellophane, per evitare che il collante scolando faccia aderire i pezzi al disegno. Anziché un foglio intero, se ne possono anche usare diversi pezzetti, in corrispondenza di ogni incollatura.

Particolare importanza assume quindi il «piano di montaggio», costituito da una buona tavola di abete a fibra stretta, e possibilmente senza nodi, rinforzata con delle testatine di faggio (fig. 60), per evitarne l'incurvamento; il tutto ben piattato e rifinito. E' bene quindi che ogni aeromodellista se ne faccia fare appositamente uno, che gli durerà per diversi anni. Le dimensioni variano naturalmente a seconda dei modelli da costruire; ma salvo casi particolari (per i quali si può sempre ricorrere ad un montaggio in due tempi), una tavola da centimetri 100 x 30 serve per tutti gli usi. Lo spessore deve essere di 3-4 centimetri.

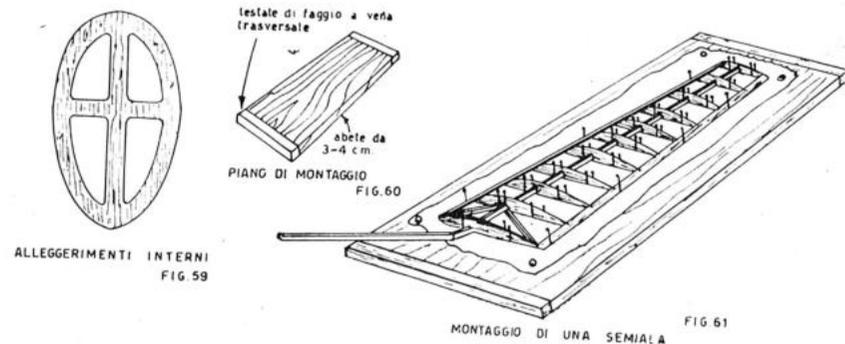
Sul piano di montaggio tutti i pezzi vengono tenuti a posto con degli spilli durante l'incollaggio (fig. 61), in modo da assicurarsi che restino nell'esatta posizione. Per questo lavoro occorre quindi disporre di un «martelletto» per battere gli spilli, e di una «tenaglietta» per estrarli.

## Altri attrezzi

Altri attrezzi che, superflui per alcuni tipi di modelli, si rendono invece indispensabili per altri, sono:

A) *Raspa mezza tonda*, per sgrossare blocchi di legno o balsa, per costruire eliche, ecc.

B) *Lima*, per la rifinitura di parti in legno, in punti dove non sia



ALLEGGERIMENTI INTERNI  
FIG. 59

testate di faggio a vena  
trasversale  
abete da  
3-4 cm  
PIANO DI MONTAGGIO  
FIG. 60

MONTAGGIO DI UNA SEMIALA  
FIG. 61

pratico lavorare con la cartavetrata; oppure per la lavorazione e rifinitura di elementi metallici.

C) *Scalpello dritto e ricurvo (sgorbia)*, per ritagliare e scolpire elementi in legno duro, come eliche per motomodelli, ecc.

D) *Trapano a mano con mandrino autocentrante e punte elicoidali*, indispensabile ogni volta che si renda necessario praticare dei fori di un certo diametro e abbastanza precisi; o per forare lamiera metallica di un certo spessore. E' inoltre usato per caricare la matassa dei modelli ad elastico, fissando al posto della punta un gancio di filo d'acciaio.

E) *Pinze a becchi piani, a becchi tondi, e tronchese*, indispensabili per tagliare, piegare e sagomare il filo d'acciaio o altri elementi metallici. Se ne trovano in commercio di diverse dimensioni; e per avere un'attrezzatura completa sarebbe bene disporre di almeno due o tre tipi; in quanto con i pezzi più piccoli non si riesce a piegare o tagliare il filo d'acciaio di forte diametro; mentre con quelli grossi non si possono fare piegature a piccolo raggio.

F) *Cacciavite*, per tutti quegli elementi che devono essere fissati con viti, come i motori a scoppio.

G) *Saldatore*, anch'esso indispensabile per il fissaggio delle parti metalliche. E' preferibile il tipo elettrico, che consente di lavorare ad una temperatura costante, anzichè quello da riscaldare sul fuoco.

La maggior parte di questi attrezzi sono illustrati in fig. 62.

Per lavorazioni particolari possono essere usati anche altri utensili, come « *sega a vibrazione* » (fig. 63), « *fresetta elettrica* », « *tornietto* », « *mola* », ecc.; di cui però normalmente il singolo aeromodellista fa a meno, a causa del loro costo, ricorrendo eventualmente all'opera di qualche piccola officina per quelle lavorazioni che non può eseguire con i mezzi a sua disposizione.

Occorrono infine due o tre pennelli per la verniciatura, preferibilmente del tipo piatto (*pennellesse*), che devono essere di prima qualità e di pelo morbidissimo (castoro, puzzola o martora); perchè altrimenti lasciano striature nella vernice, oppure perdono i peli. E' preferibile quindi spendere qualcosa di più ed ottenere un buon risultato.

Per tutti questi attrezzi vale la norma del « chi più spende meno

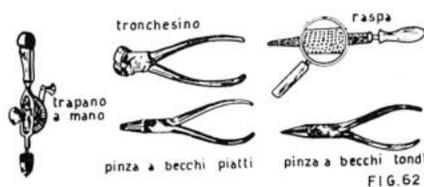
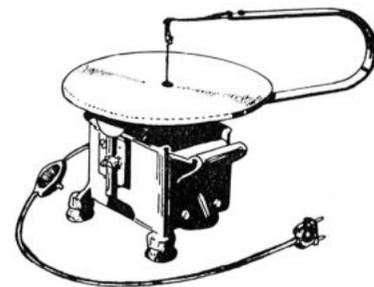
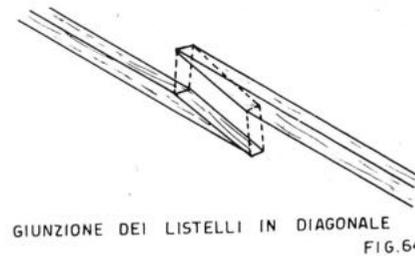


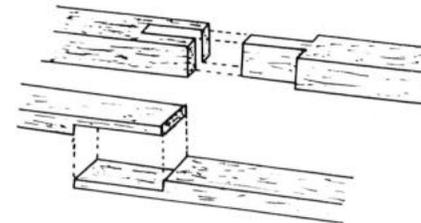
FIG. 62



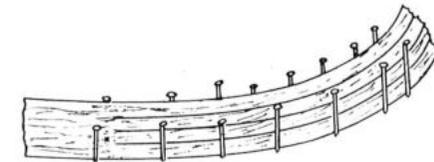
SEGNETTO ELETTRICO DA TRAFORD  
FIG. 63



GIUNZIONE DEI LISTELLI IN DIAGONALE  
FIG. 64



GIUNZIONI AD INCASTRO  
FIG. 65



ELEMENTI CURVI IN LEGNO DURO.  
FIG. 66

spende»; per cui è preferibile acquistare utensili di buona qualità, che durano a lungo, che non altri scadenti, che si rovinano dopo breve uso, e non danno i risultati voluti.

Naturalmente però la durata dipende anche dal modo in cui vengono tenuti. E' bene quindi dopo l'uso pulire tutti gli attrezzi; ogni tanto oliarli leggermente, e conservarli in un luogo asciutto, per preservarli dalla ruggine. E' buona norma anche disporre gli utensili di uso più frequente in una cassetta ordinata a scomparti, che può anche essere trasportata sul campo per le prove di volo.

#### Altre lavorazioni generali

Prima di chiudere questo capitolo, accenneremo ai procedimenti da seguire per alcune fasi di lavorazione a carattere generale.

Ad esempio per riportare dalla tavola costruttiva sul legno i contorni degli elementi da tagliare, si possono seguire diversi procedimenti. Il primo consiste nell'incollare addirittura sul legno la parte di disegno che interessa; procedimento abbastanza preciso, a parte il fatto che la carta del disegno può dilatarsi o deformarsi quando viene bagnata con la colla. Inoltre presenta il grave inconveniente di rovinare irreparabilmente il disegno; e non è applicabile per pezzi multipli, che devono essere ricavati in base ad un unico disegno.

Il secondo metodo è quello di ricalcare con la carta carbone il contorno del pezzo dalla tavola costruttiva direttamente sul legno. Tale metodo però, più che soddisfacente per riportare i disegni sul compensato, purchè venga eseguito con cura e precisione, facendo attenzione a non spostare il disegno durante l'operazione, non lo è altrettanto per il balsa, sul quale, a causa della sua morbidezza, il disegno non risulta nitido.

E' pertanto preferibile ritagliare prima una sagoma di cartoncino o compensato, disegnata con il metodo della carta carbone; e riportarne quindi il contorno sul balsa, servendosi di una matita appuntita e morbida. Bisogna però tenere presente che in questa fase del lavoro il contorno

risulta maggiorato della larghezza del segno della matita; e pertanto la sagoma deve essere precedentemente ridotta in conformità.

Un altro problema che si presenta facilmente è quello di dover aggiungere dei listelli la cui lunghezza non sia sufficiente. Trattandosi di listelli di balsa, è più che sufficiente una semplice giunzione « in diagonale » (fig. 64), preferibilmente realizzata con il sistema del preincollaggio. Se invece si tratta di legni duri, si può aumentare la lunghezza della diagonale, per incrementare la superficie di incollaggio, e rinforzare la giunzione con un listello di balsa incollato lateralmente. Solo in casi particolari di listelli di forte sezione è consigliabile ricorrere ad altri sistemi di giunzione ad « *incastro* » (fig. 65). In ogni caso è bene durante l'incollaggio tenere serrati fra loro i due pezzi con spilli sul piano di montaggio, oppure con mollette da bucato (fig. 53), facendo però attenzione, nel caso di giunzioni in diagonale, che i due pezzi non abbiano a scivolare l'uno sull'altro.

Può infine capitare di dover realizzare un contorno ricurvo con un unico listello a sezione rettangolare o triangolare. Nel caso si tratti di un listello di balsa, è senz'altro preferibile ricorrere alla costruzione a segmenti, che abbiamo già illustrato. Se invece si tratta di legno duro (caso oggi alquanto sporadico), si possono praticare nel listello due o tre tagli longitudinali in modo da suddividerne la parte che deve essere curvata in tre o quattro elementi (se il listello deve essere curvato per tutta la sua lunghezza, conviene senz'altro ricavarlo da più listelli piccoli incollati fra loro). Si allargano quindi i tagli, vi si spalma internamente del collante, e si mette il listello in forma sul disegno, fissandolo con spilli, affinché segua la curva voluta, che manterrà permanentemente ad essiccaggio avvenuto (fig. 66).

Vogliamo infine ricordare che le tavolette di balsa, specie quelle più sottili, presentano una certa tendenza a rompersi nella direzione della venatura, quando ne vengano ritagliati piccoli elementi. Tale inconveniente può essere ridotto notevolmente ricoprendo la tavoletta da ambedue i lati con carta silkspan o modelspan, incollata con collante, prima ancora di ritagliare i vari pezzi.

## CAPITOLO V

### L'ala

#### Impostazione della struttura

Come abbiamo detto all'inizio del terzo capitolo, la struttura del modello volante deve essere realizzata dimensionandone accuratamente ogni elemento in funzione degli sforzi cui è soggetto, in modo da ottenere la massima robustezza con il minimo peso. E' quindi necessario per un buon aeromodelista conoscere i principali sforzi cui sono soggette le strutture degli aeromodelli, sforzi che possono essere classificati in due categorie: quelli aerodinamici, che si producono in volo, a causa delle forze che agiscono sulle superfici portanti, e che sono perfettamente analoghi a quelli che si verificano negli aerei; e gli sforzi meccanici che si manifestano all'atterraggio o all'urto contro eventuali ostacoli, relativamente assai superiori a quelli che può sopportare un aereo, che atterra sempre in perfetta linea di volo.

Inoltre è ovvio che nel progetto della struttura occorre anche rispettare le esigenze di forma relative al progetto aerodinamico del modello. Si possono quindi distinguere gli elementi « *di forma* » da quelli « *di forza* ».

Nel caso dell'ala fra gli sforzi aerodinamici quello di maggiore entità è dovuto alla portanza, che tende a flettere le semiali verso l'alto (fig. 67). In condizioni normali di volo orizzontale la portanza, come noto, è uguale al peso del modello; la sua entità è pertanto molto modesta, e viene facilmente assorbita. Vi sono però speciali circostanze in cui la portanza raggiunge valori sensibilmente più alti, come durante i looping compiuti da modelli comandati o motomodelli non ben centrati; infatti nel momento in cui il modello esce dalla picchiata, a causa della forte velocità, le semiali sono sollecitate da uno sforzo assai elevato, tanto che non è raro il caso di vederle stroncarsi. Ciò si verifica facilmente anche durante il traino di un veleggiatore, se eseguito con velocità eccessiva, o in presenza di forte vento.

Inoltre l'ala viene anche sottoposta a sensibili sforzi di torsione. Infatti, come abbiamo già visto, il Centro di Pressione non è fisso, ma si sposta in avanti o indietro, a seconda che l'ala aumenti o diminuisca l'angolo di incidenza. In condizioni normali di volo è possibile annullare o quasi il momento torsionale dovuto alla portanza, facendo passare il principale elemento di forza per il Centro di Pressione. Quando però l'assetto del modello varia, il Centro di Pressione si sposta, ed allora tale momento comincia a farsi sentire. Ecco perchè talvolta, durante picchiate a notevole velocità, alcune ali, non sufficientemente robuste, entrano in vibrazione, ostacolando la ripresa dell'assetto normale di volo.

Fra gli sforzi torsionali possiamo considerare anche la tendenza alle svergolature, provocate generalmente dalle variazioni di temperatura e di umidità, che comportano dilatazioni e contrazioni dei materiali. Le svergolature sono assai nocive al volo del modello, dato che ne alterano il centraggio, e devono pertanto essere evitate, sia con un'adatta struttura, sia con opportuni accorgimenti nella ricopertura, come vedremo meglio in seguito.

Quanto agli sforzi meccanici, occorre considerare che se un modello atterra in picchiata, per imperfetto centraggio, oppure termina il suo volo urtando con il muso della fusoliera contro un ostacolo qualsiasi, le semiali tendono a proiettarsi in avanti, a causa della forza di inerzia, che è proporzionale al loro peso ed al quadrato della velocità.

Generalmente però tale inerzia viene smaltita per mezzo di opportuni attacchi elastici fra l'ala e la fusoliera, come vedremo fra poco. Uno sforzo meccanico diretto si può produrre nel caso che un modello scenda in stretta virata, toccando terra con l'estremità di una semiala, oppure urti in pieno volo con il bordo d'entrata contro un albero, un palo, ecc.

Per quanto riguarda le esigenze di forma, la struttura dell'ala deve riprodurre in sezione il profilo prescelto, frontalmente il diedro, ed in pianta la forma adottata, con il relativo allungamento. A proposito di quest'ultimo fattore, nella scelta del valore più opportuno c'è da considerare, oltre al lato aerodinamico esaminato nel primo capitolo, un importante fattore costruttivo. Infatti un aumento dell'allungamento provoca, a parità di portanza, un incremento del momento flettente che grava sulle semiali, in quanto risulta maggiore la distanza fra i centri di pressione delle due semiali ed il baricentro del modello; mentre d'altra parte diminuisce lo spessore del profilo, e quindi l'altezza utile per gli elementi di forza.

**PORTANZE DELLE DUE SEMIALI CHE TENDONO A FLETTERSÌ VERSO L'ALTO**

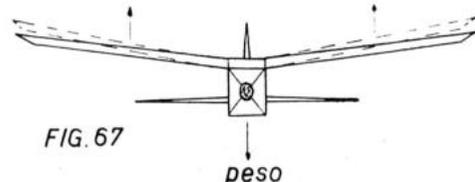


FIG. 67

peso

Una considerazione analoga si può fare a proposito della vista in pianta dell'ala. Infatti un'ala trapezoidale è, dal punto di vista strutturale, più razionale di una rettangolare, in quanto i centri di pressione delle due semiali sono più ravvicinati, e quindi i

momenti flettenti sono minori; inoltre in prossimità della radice delle semiali, che è il punto più sollecitato, lo spessore del profilo risulta maggiore.

### Gli elementi dell'ala

Ed ora che abbiamo posto queste premesse, vediamo di quali elementi sia fondamentalmente composta la struttura di un'ala, e quali ne siano le possibili variazioni.

Gli elementi di forma, disposti nella direzione del moto, e riproducibili con la maggior perfezione possibile il profilo usato, sono le «centine». Esse vengono collegate fra loro con due listelli, posti all'estremità

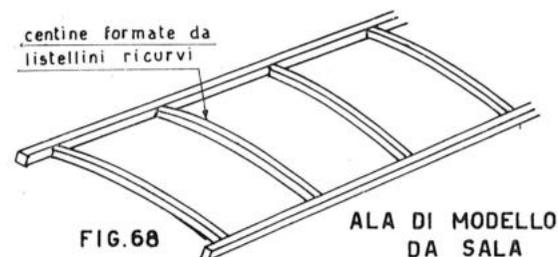


FIG. 68

ALA DI MODELLO DA SALA

anteriore ed a quella posteriore del profilo, con le quali vengono praticamente ad identificarsi, assumendo rispettivamente il nome di «bordo d'entrata» e «bordo d'uscita».

Completando il contorno dell'ala con i «terminali», e ricoprendola, essa sarebbe già completa nei suoi elementi essenziali, e capace di adempiere alla sua funzione di organo sostenitore. Un'ala siffatta però ha una insufficiente resistenza alla flessione, e può essere quindi adoperata solo per modelli molto piccoli e leggeri, come i «modelli da sala», per i quali generalmente le centine sono costituite da semplici listellini ricurvi (fig. 68), e l'ala viene ricoperta solo superiormente, in modo da realizzare un profilo a lastra ricurva, che è il più efficiente per i bassissimi Numeri di Reynolds.

Nei modelli normali l'ala viene completata con un altro elemento di forza, destinato appunto a sopportare lo sforzo flettente dovuto alla portanza, e chiamato «longherone». Tale elemento (fig. 69) viene posto nel senso dell'apertura alare, e fatto passare all'incirca per il Centro di Pressione, ossia ad un terzo della corda alare, pressappoco in corrispondenza del massimo spessore del profilo. Malgrado ciò, con l'impiego, oggi assai diffuso, di profili molto sottili, accoppiati spesso ad un forte allungamento, si verifica sovente che lo spessore a disposizione per il longherone sia molto esiguo, e quindi insufficiente per garantire la necessaria robustezza dell'ala. Occorre allora studiare altre soluzioni costruttive, atte a garantire il risultato voluto.

In figura 70 vediamo illustrate alcune di queste soluzioni. La prima rappresenta, in sezione, quella già descritta. Nella seconda il longherone affiora superiormente, in modo da risultare più in alto rispetto al bordo d'entrata e d'uscita, ai quali è collegato, abbastanza rigidamente,

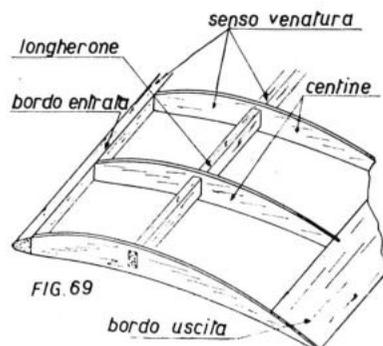
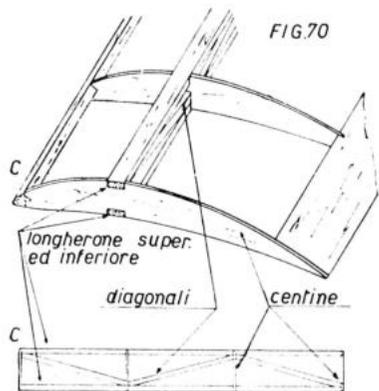


FIG. 69

SEZIONE DI STRUTTURA ALARE



tramite le centine e la ricopertura; tutta la struttura alare può, pertanto, essere considerata come un unico trave, nel quale, quando la flessione viene esercitata verso l'alto, l'elemento superiore (longherone) lavora a compressione, mentre quelli inferiori (bordi d'entrata e d'uscita) lavorano a trazione. E' chiaro che, quanto maggiore risulta l'altezza del trave, tanto più grande è la sua resistenza alla flessione.

La terza soluzione, illustrata nella figura 70-C, rappresenta un longherone costituito da due listelli affioranti superiormente ed inferiormente, e collegati fra loro con delle diagonali negli spazi fra una centina e l'altra. Si ha così un trave unico, in cui l'elemento superiore lavora a compressione e quello inferiore a trazione, e la cui resistenza alla flessione è tanto più elevata quanto maggiori sono la larghezza e lo spessore dei listelli, e la distanza fra essi. Un altro fattore da tenere presente, quando si vuole risparmiare ogni frazione di grammo senza diminuire la resistenza della struttura, è che il legno di qualsiasi tipo resiste meglio alla trazione che alla compressione; pertanto il listello inferiore del trave può avere uno spessore minore di quello superiore, senza diminuire la resistenza del longherone.

Un'altra soluzione (vedi figure 70-D e 70-E) consiste nell'usare, anziché un unico longherone, vari listelli, disposti lungo la corda alare, sia interni al profilo, sia affioranti superiormente od inferiormente. Questa soluzione consente di variare tanto il numero di longheroni

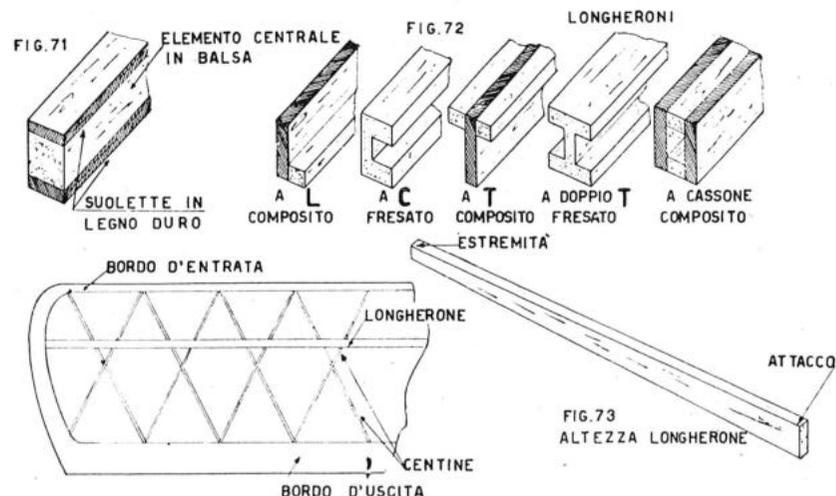


FIG. 74 - SCHEMA DI ALA A COSTRUZIONE GEODETICA

quanto la loro disposizione, dando modo di ottenere in ogni caso il necessario coefficiente di resistenza.

Naturalmente però, oltre a variare il numero, il tipo e la disposizione dei longheroni, si può aumentare la resistenza di essi giocando sul materiale usato. Così anche in modelli leggeri, costruiti interamente in balsa, ma che adottino un profilo troppo sottile per permettere l'installazione di un longherone di sufficiente robustezza, questo elemento si può realizzare, anziché in balsa, in un legno più resistente, come tiglio o altri. Buoni risultati si ottengono anche costruendo elementi composti, con un listello di balsa ed una o due suolette di legno duro (fig. 71).

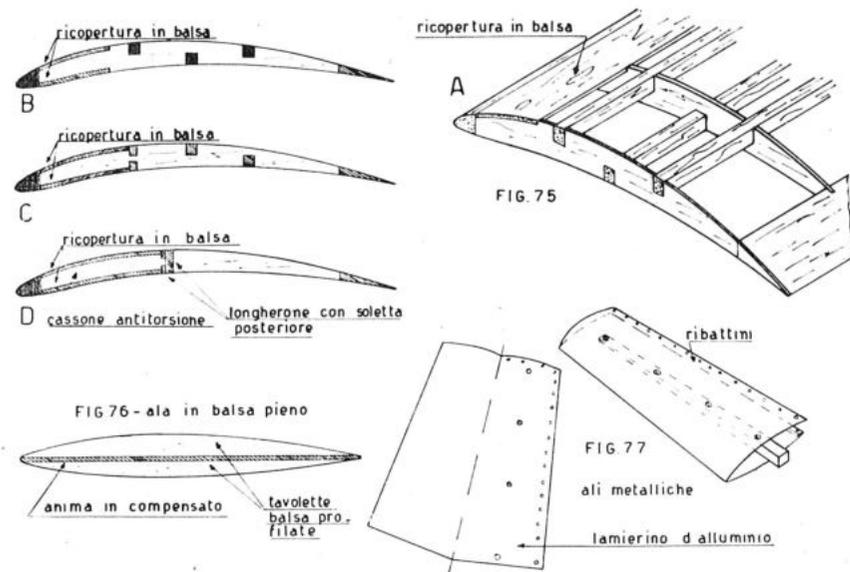
Nel caso di modelli di grandi dimensioni e con profilo alare assai spesso (per esempio nei modelli radiocomandati), per i longheroni è conveniente usare travetti di tipo composito, con sezione ad «L», «C», «T», «doppio T», «cassone», ecc. (vedi fig. 72), che permettono di risparmiare peso, pur mantenendo quasi inalterate le caratteristiche di robustezza. Infatti in ogni listello sottoposto a flessione verso l'alto, tutto lo sforzo viene sopportato dalle fibre superiori e da quelle inferiori, che lavorano rispettivamente a compressione ed a trazione; nella parte centrale esiste, invece, una zona «neutra», che si può limitare al minimo, riducendo lo spessore del listello, senza alterarne la resistenza. Travi di questo tipo, dette «profilati», possono essere ricavate per fresatura da un listello pieno (in commercio se ne trova un discreto assortimento), oppure incollando listelli quadrati o rettangolari ad un'anima verticale di compensato o tranciato.

Nella progettazione di una struttura razionale è molto importante tenere presente che lo sforzo applicato sui longheroni non è uniforme in tutti i punti, ma diminuisce sensibilmente andando dal centro verso le estremità alari. Ciò perchè ogni punto del longherone è sollecitato solo dalla portanza della porzione di ala esterna ad esso, moltiplicata per il braccio di leva costituito dalla distanza fra il rispettivo centro di pressione ed il punto considerato del longherone.

Ovviamente queste quantità diventano minori procedendo dall'attacco verso le estremità, e quindi lo sforzo sopportato dal longherone diminuisce in misura assai sensibile. Pertanto è opportuno che il longherone stesso, anzichè avere una sezione costante, vada rastremandosi, in altezza ed in spessore, man mano che si procede verso l'estremità dell'ala (fig. 73).

Ora che abbiamo parlato esaurientemente dei longheroni, passiamo ai bordi d'entrata e d'uscita, che sono contemporaneamente elementi di forma e di forza. Il bordo d'uscita è quasi sempre costituito da un listello a sezione triangolare, di larghezza proporzionata alle dimensioni del modello, e di altezza corrispondente allo spessore del profilo.

Quanto al bordo d'entrata, esso una volta veniva ricavato quasi sempre da un tondino di pioppo, che risultava particolarmente adatto a seguire la curvatura del naso del profilo. Attualmente però, con la diffusione della costruzione in balsa, esso viene realizzato con un listello



a sezione rettangolare o quadrata, che viene sagomato in opera, in modo da fargli accompagnare la curvatura delle centine, come già indicato in figura 70. La preferenza all'una o all'altra disposizione deve essere data a seconda del tipo di profilo usato, il cui naso deve essere riprodotto quanto più fedelmente possibile, e a seconda delle caratteristiche di robustezza che si desiderano, tenendo presente che la resistenza alla flessione ed alla torsione è tanto più forte quanto maggiore è l'altezza del listello; mentre la resistenza agli urti frontali è proporzionale alla sua larghezza.

Naturalmente la fedeltà di riproduzione del profilo è legata anche, oltre che alla precisa lavorazione delle centine, alla distanza fra esse. Infatti la carta della ricopertura tende ad avvallarsi fra una centina e l'altra, deformando il profilo, in misura tanto maggiore quanto più grande è la distanza fra esse. E' bene quindi, compatibilmente con le esigenze di peso, porre le centine a distanza quanto più possibile ravvicinata (mai meno di un terzo della corda alare); cosa che comporta anche il vantaggio di una maggiore resistenza alla torsione.

Questa viene infatti conferita all'ala dal complesso della struttura; cioè, oltre che dai longheroni, dai bordi d'entrata e d'uscita e dalle centine (che assolvono così una funzione strutturale, oltre quella aerodinamica di conferire all'ala il voluto profilo). Infatti tutti questi elementi, uniti fra loro per incollatura, e collegati da un rivestimento semirigido, quale la carta tesa e verniciata, costituiscono un complesso unico, la cui resistenza alla torsione è sufficiente per sopportare le normali sollecitazioni che si verificano in modelli che non abbiano una velocità molto forte e non debbano subire brusche variazioni di assetto. Un aumento della resistenza alla torsione si può ottenere usando la cosiddetta « costruzione geodetica », consistente nel disporre le centine diagonalmente, in modo che si intreccino fra loro (fig. 74). Tale procedimento però, oltre a rendere più complicata la costruzione, presenta lo svantaggio che le centine, disposte diagonalmente rispetto alla direzione del flusso d'aria, falsano l'andamento del profilo.

Vi sono inoltre alcune categorie di modelli, come motomodelli da gara, radiocomandati, ecc., che sono soggetti a sollecitazioni di flessione e torsione più forti del normale, per i quali si è molto diffuso l'impiego di una struttura a « rivestimento lavorante » (qualcosa di simile alla carrozzeria portante delle moderne automobili). Si tratta di ricoprire la parte anteriore dell'ala, anzichè con carta, con una tavoletta di balsa, che presenta anche il vantaggio di seguire perfettamente la linea del profilo, evitando gli avvallamenti che si verificano con la carta. Anche di questo sistema si possono avere diverse varianti, illustrate in fig. 75. Nella prima la ricopertura in balsa viene effettuata solo per una stretta striscia sulla parte dorsale del profilo; mentre nella seconda variante essa interessa anche la parte ventrale. In questi due casi, però, la ricopertura in balsa ha più che altro una funzione di forma, mentre nei successivi conferisce un effet-

tivo aumento di resistenza. Nella terza variante le due striscie, che partono dal bordo d'entrata, terminano su due longheroncini anteriori. Nella quarta infine tutto il terzo anteriore dell'ala è ricoperto con tavolette di balsa, che si collegano all'unico longherone, formando con esso un « cassone », la cui resistenza alla flessione ed alla torsione è notevolissima. Più raro è il caso di ali rivestite interamente in balsa, sia pure limitatamente alla parte superiore.

Infine nel caso di modelli vincolati da velocità o da inseguimento si usano generalmente ali ricavate da una tavoletta di balsa pieno, magari con un'anima in compensato sottile, sagomata secondo il profilo voluto. Si ricorre a questo sistema per ottenere la necessaria resistenza agli sforzi provocati dalla notevole velocità, pur adottando un profilo assai sottile, necessario per diminuire la resistenza all'avanzamento (fig. 76). In alcuni casi, nei modelli da velocità si usano anche ali metalliche, ricavate da un unico pezzo di lamierino di alluminio, ripiegato e riunito al bordo di uscita mediante piccoli ribattini, affogati in appositi fori svasati (fig. 77). Un longheroncino interno, anch'esso fissato con ribattini, mantiene lo spessore voluto ed aumenta la resistenza dell'ala.

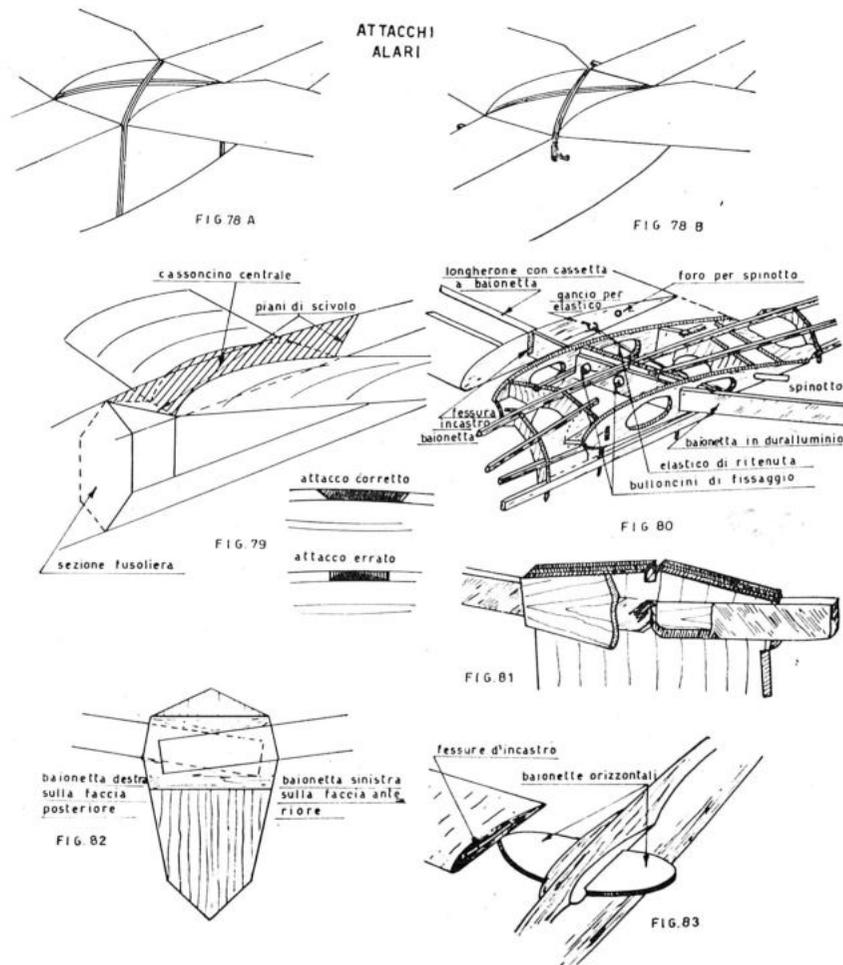
### Attacchi alari

Abbiamo già detto come, oltre agli sforzi aerodinamici, i modelli volanti siano sottoposti a notevoli sollecitazioni meccaniche in caso di bruschi atterraggi o di urti contro ostacoli, che non sono certo avvenimenti infrequenti, specie per i modelli da volo libero.

Ad esempio, rimanendo sempre nel caso delle ali, se un modello volante scende in picchiata per imperfetto centraggio, oppure termina il suo volo urtando contro un ostacolo qualsiasi, le ali, come abbiamo già detto, tenderanno a proiettarsi in avanti, a causa della forza di inerzia. Per assorbire questa forza senza provocare danni alle strutture alari, occorre realizzare degli attacchi fra ala e fusoliera che, pur senza causare spostamenti in volo, consentano una certa elasticità nell'atterraggio.

Ad esempio per modelli di piccole e medie dimensioni è molto usato il sistema di realizzare l'ala in un unico pezzo, e collegarla alla fusoliera con una legatura di elastico, di robustezza sufficiente perchè l'ala non abbia a piegarsi trasversalmente in caso di raffiche di vento che la colpiscono di lato. Con questo sistema, se il modello urta frontalmente contro un ostacolo, l'ala può scivolare in avanti sul dorso della fusoliera, e la sua inerzia viene smaltita dalla legatura elastica, che può essere fatta passare sotto alla fusoliera, oppure fermata ad appositi spinotti (fig. 78 A e B).

In alcuni modelli l'ala, pur essendo realizzata in un sol pezzo, anzichè essere sovrapposta alla fusoliera, viene incastrata in essa, raccordandone la parte centrale, in modo da ottenere una linea di buona penetrazione. In questo caso però anche il « cassoncino » di incastro deve essere realizzato con le pareti anteriore e posteriore a scivolo (fig. 79), in modo che possa scorrere in avanti nel caso di urto frontale, oppure indietro se il



modello dovesse scendere in vite, toccando terra con l'estremità alare, o urtare contro un ostacolo con una semiala.

Nei modelli più grandi logicamente l'ala in un sol pezzo costituirebbe un notevole ingombro, e ne renderebbe assai difficoltoso il trasporto. Si usa perciò generalmente costruirla in due semiali separate, che vengono collegate alla fusoliera per mezzo di appositi elementi denominati « baionette ». Il tipo classico di questo attacco è illustrato in fig. 80: la baionetta è in un sol pezzo a « V », di lamierino di duralluminio da 1-1,5-2 millimetri, a seconda delle dimensioni del modello, ed è fissata con due o tre bulloncini ad un'ordinata di compensato sufficientemente robusto. Le parti della baionetta che sporgono dalla fusoliera si inseriscono in apposite cassetti-

ne ricavate nell'interno od a ridosso del longherone principale alare. Uno spinotto posto a circa due terzi della corda assicura l'esatta incidenza; mentre una legatura elastica, tesa fra due ganci fissati alle centine di attacco, e passante all'interno della fusoliera, impedisce lo sfilamento dell'ala in volo. In caso di urto contro un ostacolo, l'ala può oscillare avanti ed indietro, sfruttando l'elasticità della baionetta; mentre la legatura di elastico evita che le semiali vengano proiettate in avanti.

In taluni casi la larghezza della fusoliera è insufficiente per tendere una legatura elastica all'interno di essa; si usa allora assicurare le semiali con due anellini esterni alla fusoliera, e tesi fra due coppie di gancetti od intagli praticati nei bordi d'entrata e d'uscita delle semiali. Alcuni costruttori preferiscono invece abolire completamente le legature di elastico, costruendo gli attacchi molto precisi, in modo che la baionetta forzi nei suoi alloggiamenti.

La baionetta fissa alla fusoliera costituisce in verità sempre un certo ingombro per il trasporto del modello; e se si dispongono tutti i suoi elementi in una cassetta, come si usa normalmente, essa rischia di sfondare la ricopertura delle ali o dei piani di coda, se queste parti non vengono debitamente assicurate con legature elastiche alle pareti. Comunque la baionetta richiede sempre un aumento delle dimensioni della cassetta. In alcuni casi quindi si preferisce, anziché una sola baionetta a « V », realizzarne due diritte, sfilabili sia dalle semiali sia dalla fusoliera (fig. 81). Tale sistema però è possibile solo quando la larghezza di quest'ultima sia sufficiente; ed in ogni caso l'incastro deve essere molto preciso, perchè essendo la sua larghezza limitata, basta un gioco di pochi decimi di millimetro per dar luogo ad un'oscillazione di qualche centimetro all'estremità alare. Un espediente utile per ridurre tale inconveniente è quello illustrato in fig. 82, consistente nel disporre una baionetta sulla faccia anteriore e l'altra su quella posteriore dell'ordinata di forza, in modo da raddoppiare la lunghezza dell'incastro.

In alcuni casi, invece del duralluminio, per le baionette viene usato nastro di acciaio da molle, in due o tre strati, che offre naturalmente una maggiore elasticità. Però è difficile fissare con bulloni le baionette di acciaio, perchè è impossibile forarle con un normale trapano a mano; inoltre, essendo piuttosto taglienti, esse tendono ad allargare le pareti della cassetta di alloggiamento; queste devono pertanto essere rivestite in lamierino metallico.

Un altro sistema di fissaggio, attualmente poco usato, è quello delle baionette cosiddette « orizzontali », in contrapposto con le altre « verticali ». Si tratta (fig. 83) di due elementi di compensato piuttosto spesso, fissi alla fusoliera, e disposti nel senso della corda delle centine, ed il cui contorno è costituito da due archi di cerchio, in modo da facilitare al massimo lo sfilamento delle semiali in caso di urto. Questo sistema presenta l'inconveniente di un eccessivo peso, causato dallo spessore necessario per avere una sufficiente resistenza alla flessione.

## La lavorazione dell'ala

Passiamo ora alla parte pratica della lavorazione dei vari elementi dell'ala ed al loro montaggio.

Normalmente oggi le centine vengono sempre ricavate da una tavoletta di balsa, di spessore adeguato alle loro dimensioni, tranne, nel caso di semiali suddivise, per le centine di attacco, o che sopportano le cassette delle baionette, le quali vengono generalmente ricavate dal compensato da 1-2 millimetri, usando l'archetto da traforo, come illustrato nel capitolo precedente.

Per ritagliare le centine dalla tavoletta di balsa è opportuno ricavarne prima una sagoma in compensato, servendosi della quale e di un taglia-balsa, o di una lametta piuttosto rigida, si può ritagliare direttamente la centina (fig. 84).

Tale sistema viene però in pratica adottato solo nel caso di ali ellittiche, le cui centine sono tutte differenti fra loro, e risulta alquanto lungo, dovendosi preparare una sagoma per ogni coppia di centine. Se invece l'ala è rettangolare, con le centine tutte uguali fra loro; oppure rastremata, ma con i bordi d'entrata e d'uscita rettilinei (ala trapezoidale), e con le centine poste a distanza costante fra loro, che quindi variano uniformemente di corda, il sistema più spedito e preciso per ricavarle è quello cosiddetto « a mazzetto », consistente nel preparare due sagome di compensato, uguali fra loro se l'ala è rettangolare, o una maggiore dell'altra se è rastremata; ritagliare quindi tante striscette di balsa quante sono le centine da fare, di misure un po' superiori a quelle strettamente necessarie, e disporle l'una sull'altra in mezzo alle due sagome, tenendole ferme con due spilli (fig. 85). Scartavetrando accuratamente il mazzetto così ottenuto con la cartavetrata, prima grossa e quindi più fina, avvolta sul tampone di legno, si otterranno delle centine perfette (fig. 86). Si praticano quindi gli incastri per il bordo d'entrata e per i longheroni, servendosi di una lametta

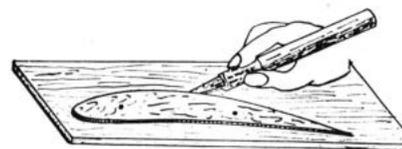


FIG. 84  
METODO PER RITAGLIARE LE CENTINE

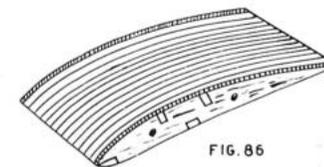


FIG. 86  
MAZZETTO DI CENTINE RIFINITE

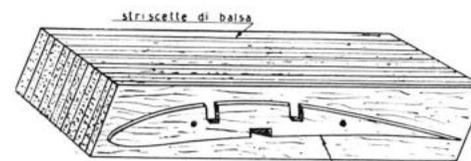


FIG. 85  
LAVORAZIONE DELLE CENTINE A MAZZETTO

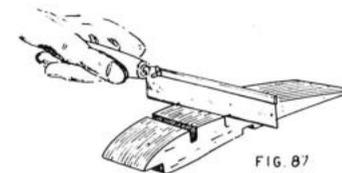


FIG. 87  
COME SI FANNO GLI INCASTRI NELLE CENTINE

rigida o di un seghetto a mano (fig. 87) per gli incastri esterni, e del segretto da traforo per quelli interni, e si possono togliere gli spilli, liberando le centine. Da notare che tutti gli incastri devono essere esatti, ma che i listelli non vi devono forzare, perchè ciò potrebbe provocare delle svergolature.

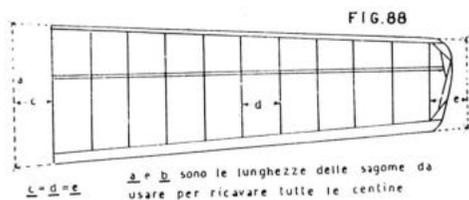
Se l'ala ha le estremità ellittiche, le due o tre centine poste in tali zone possono essere ricavate uguali alle altre, e poi sagomate in opera, cercando magari di variarne progressivamente il profilo in biconvesso, come spiegato nel primo capitolo, in modo da ridurre i vortici marginali.

Da notare che nel caso di un'ala trapezoidale, le due sagome di compensato non devono essere uguali rispettivamente alla prima ed all'ultima centina da ricavare, ma a due, sia pure teoriche, poste una avanti alla prima, e l'altra dopo l'ultima, a distanza da esse pari a quella intercorrente fra tutte le centine (fig. 88). Inoltre nella lavorazione del mazzetto occorre fare molta attenzione all'inclinazione delle superfici dovuta alla rastrematura, specie negli incastri; e comunque prima del montaggio è necessario ripassare la cartavetrata sui bordi delle centine, per renderli squadri.

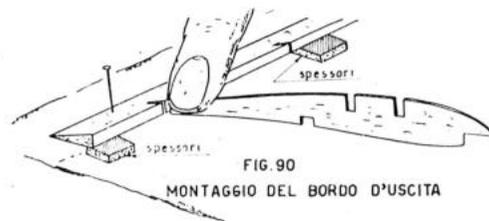
Per preparare i longheroni ed il bordo d'entrata e d'uscita non occorrono particolari lavorazioni, in quanto essi vengono generalmente ricavati da listelli acquistati già pronti nella sezione voluta, quadrata o rettangolare per il bordo d'entrata ed i longheroni, e triangolare per il bordo d'uscita. Comunque è bene lisciare accuratamente con cartavetrata tutti i listelli prima di porli in opera.

Molto spesso, per favorire il collegamento fra le code delle centine ed il bordo d'uscita, si usa praticare in quest'ultimo dei piccoli incastri (fig. 89), di larghezza corrispondente allo spessore delle centine, e di profondità non superiore a 2-3 millimetri, per non indebolire troppo il bordo d'uscita.

Passiamo ora al montaggio, che, come già accennato nel capitolo



CORRETTO MONTAGGIO DELLE CENTINE



precedente, viene effettuato sull'apposito piano di legno, sul quale viene disteso il disegno in grandezza naturale dell'ala, sovrapponendovi un foglio di cellophane.

Il procedimento da seguire per il montaggio può variare a seconda del tipo di struttura, se cioè il profilo è piano-convesso o concavo-convesso, se i longheroni sono interni od affioranti, sopra o sotto, se il bordo d'entrata poggia sul piano, ecc. Comunque il concetto è di fissare ogni elemento in corrispondenza della posizione segnata sul disegno, tenendolo fermo con spilli (vedi fig. 61 già pubblicata nelle pagine precedenti), in modo che resti immobile durante l'incollaggio.

Molta cura deve essere posta al collegamento fra bordo d'uscita e centine, specie se il profilo è concavo-convesso. Infatti in tal caso il bordo d'uscita deve poggiare sul piano solo con il bordo posteriore, mentre quello anteriore deve essere tenuto sollevato con degli opportuni spessori (fig. 90). Analoghi spessori possono essere necessari per mantenere nella esatta posizione un longherone affiorante inferiormente, in un punto in cui le centine non poggiano sul piano.

Per il collegamento del bordo d'entrata alle centine non è necessaria una cura particolare, se non accertare che esso non risulti serpeggiante. Molta attenzione deve essere posta per eventuali longheroni affioranti, che devono giacere perfettamente a filo con le centine, in quanto se fossero lasciati sporgenti deformerebbero il profilo; e d'altra parte sarebbe assai difficile spianarli con la cartavetrata senza danneggiare le centine.

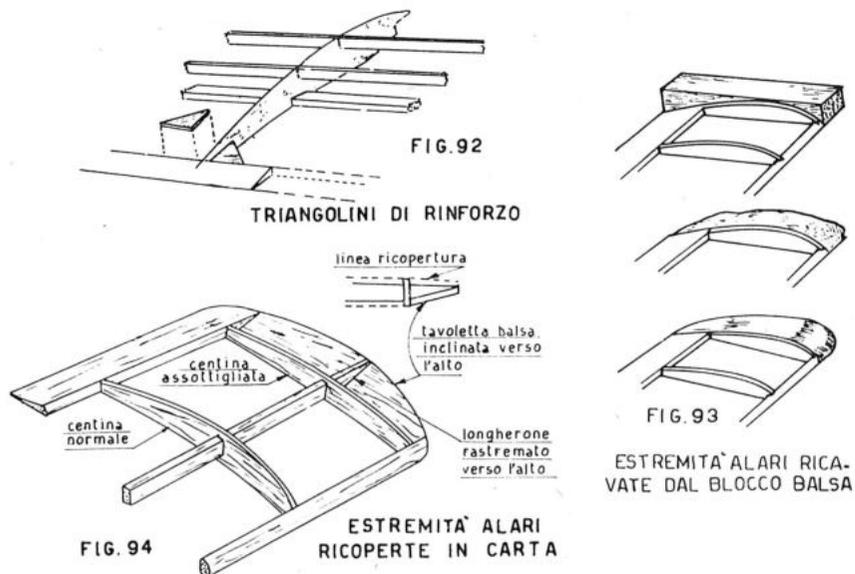
Anche il bordo d'uscita deve risultare perfettamente allineato con le code delle centine, che devono avere lo stesso spessore del listello usato (fig. 91).

Un buon sistema per irrobustire le code delle centine, generalmente assai sottili, e contemporaneamente rinforzare la loro giunzione con il bordo d'uscita, è quello di applicare dei triangoli di rinforzo, da uno solo o ambedue i lati (fig. 92).

Un discorso assai lungo dovrebbe essere fatto per le estremità alari, la cui struttura può variare notevolmente a seconda della vista in pianta. Generalmente esse vengono ricavate con la costruzione a segmenti di balsa, già descritta nel capitolo precedente (vedi fig. 51). Quando l'ala termina quasi a squadra, si usa talvolta realizzare l'estremità con un blocchetto di balsa sagomato in opera (fig. 93).

Tale sistema però, se pure permette una perfetta sagomatura, ha il grave difetto di appesantire le estremità alari, cioè una parte assai lontana dal baricentro, che è bene invece cercare di mantenere leggera, per diminuire l'inerzia del modello. D'altra parte è vero che un'estremità di tale forma è alquanto difficile da ricoprire in carta senza che si verifichino delle grinze; ma tale inconveniente può essere ridotto diminuendo lo spessore dell'ultima centina, e magari realizzando l'estremità con una tavoletta di balsa leggermente inclinata verso l'alto (fig. 94).

Quando tutti gli elementi dell'ala sono ben fissi sul piano di montaggio, si incollano accuratamente con collante tutte le giunzioni, e si lascia quindi la struttura ad asciugare per almeno mezza giornata, in modo



che possa assestarsi definitivamente. Trascorso tale tempo si tolgono gli spilli e si stacca l'ala dal disegno; si ripassano tutte le incollature dalla parte inferiore, e si pone nuovamente l'ala sul piano, tenendola sotto peso affinché non abbia a svergolarsi.

Trascorso un altro po' di tempo, si aggiungono altri eventuali fazzoletti o rinforzi non ancora applicati, parziali ricoperture in balsa, specie per lo spazio compreso fra le prime due centine nel caso di semiali a baionetta, ecc.; insomma si completa la struttura dell'ala; dopo di che si passa alla sua rifinitura, sagomando il bordo d'entrata con il tampone a cartavetrata, eliminando eventuali sbavature di collante, e lisciando tutte le superfici che andranno poi ricoperte in carta.

Una notevole complicazione alla costruzione dell'ala è data dalla sua forma a diedro. Infatti ad esempio per un'ala a polidiedro, tutte le operazioni descritte di montaggio e rifinitura devono essere eseguite separatamente per i vari tronconi di essa, che devono essere poi collegati fra loro, osservando esattamente gli angoli risultanti dal disegno.

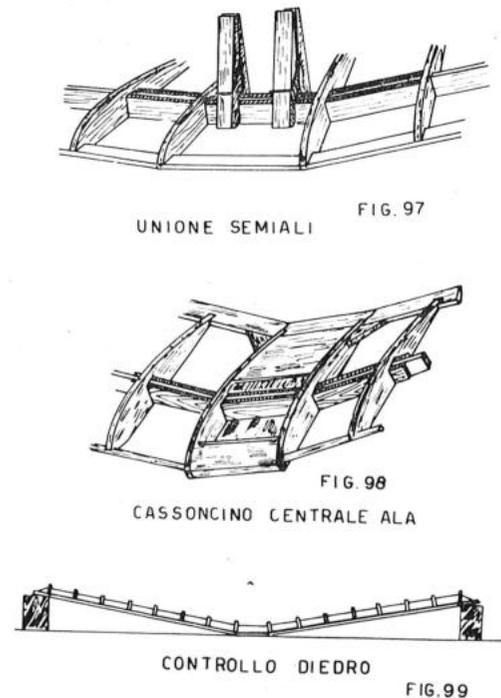
Alcuni usano sagomare a diedro il longherone prima di iniziare il montaggio, che viene poi eseguito un troncone alla volta. In ogni caso i

vari pezzi del o dei longheroni devono essere collegati fra loro mediante appositi rinforzi di compensato sagomati a « V » (fig. 95), che garantiscono che non vi siano punti deboli in corrispondenza dei gomiti. Le giunzioni dei bordi d'entrata e d'uscita vengono generalmente rinforzate con dei triangoli di balsa, applicati da ambedue i lati della centina posta in corrispondenza del gomito.

Molto spesso, quando l'ala viene realizzata in un unico pezzo, cioè senza attacchi a baionette, la parte centrale di essa viene lasciata piana, in modo da favorirne l'appoggio sulla fusoliera. In questo caso fra le due semiali si costituisce un « cassoncino » centrale, realizzato unendo i due longheroni sporgenti dalle semiali, che vengono tagliati a misura, mediante appositi rinforzi in compensato (fig. 96), che vengono incollati tenendoli serrati con delle mollette da bucato, alle quali, per favorirne l'applicazione, è opportuno asportare la punta (fig. 97).

I bordi d'entrata e d'uscita vengono collegati con due spezzoni di listelli delle medesime dimensioni o leggermente superiori; e spesso il cassoncino viene irrobustito ricoprendolo con una tavoletta di balsa, con la vena disposta in senso perpendicolare alle centine, per favorirne la piegatura (fig. 98).

Durante l'unione delle due semiali è opportuno porre sotto le rispettive estremità due spessori uguali (fig. 99), in modo da assicurare l'esattezza degli angoli.



## CAPITOLO VI

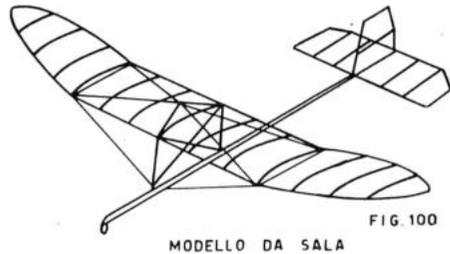
### La fusoliera

#### Principi generali

Come abbiamo già accennato, nel modello volante la fusoliera non ha funzione aerodinamica, ne tanto meno, come nei veri apparecchi, funzione di carico di merci o passeggeri. Essa si riduce quindi ad un organo rigido di collegamento fra ala e piani di coda, che serve normalmente anche da supporto per l'eventuale gruppo motopropulsore, gli organi di atterraggio ed i dispositivi di comando nei modelli vincolati o telecomandati.

Pertanto la fusoliera può teoricamente essere ridotta anche ad un semplice travetto o tubo, come era in effetti nei primi modelli, e come si vede ancora oggi in alcuni tipi di modelli assai semplici, come i modelli da sala (fig. 100). Un tale tipo di fusoliera non avrebbe però resistenza sufficiente per modelli di maggiori dimensioni, per cui è necessario aumentarne la sezione, cercando di conciliare le esigenze strutturali con quelle aerodinamiche, in quanto un aumento della sezione maestra, a parità di profilatura e di tipo di sezione, comporta logicamente un aumento della resistenza passiva.

Inoltre bisogna anche tener conto della stabilità direzionale, che viene sensibilmente influenzata dalla vista laterale della fusoliera, come abbiamo fatto capire nel secondo capitolo parlando del Centro di Spinta Laterale del modello; nonché dalla sua sezione frontale, in quanto ad esempio una fusoliera a sezione rettangolare, con lati verticali piuttosto alti, oppone una resistenza assai maggiore alla scivolata d'ala di una a sezione rotonda. Per quanto riguarda la lunghezza della fusoliera bisogna tener conto di quanto detto nello stesso capitolo a proposito del braccio di leva dei piani di coda.



Non ci soffermeremo oltre su questo argomento, che richiederebbe un'analisi lunga e complessa, tanto più che a tutt'oggi le opinioni in proposito sono assai discordanti. Ricorderemo solo che, per ridurre al minimo la resistenza passiva della fusoliera, sia la sua vista laterale che quella in pianta devono avvicinarsi quanto più possibile ad un profilo biconvesso simmetrico (forma di minima resistenza).

In fig. 101 riportiamo alcuni esempi di sezione di fusoliera, scelti fra quelli usati più comunemente. Come abbiamo già detto, il minimo coefficiente di resistenza viene offerto da quella circolare, seguita da quella ellittica, e così via. Vi è da considerare però che, mentre le sezioni a linee curvilinee sono necessarie per i modelli da velocità, per quelli da volo libero, data la bassa velocità di avanzamento, si preferisce generalmente ricorrere ad una sezione quadrata o rettangolare, che permette una costruzione più leggera e razionale. Molto usata è la sezione quadrata posta di spigolo, che viene detta « a diamante ».

C'è anche da osservare che in alcuni tipi di modelli, come i team-racers, l'area minima della sezione maestra è fissata dal regolamento (una volta lo era per tutte le categorie); mentre per altre viene ad esserlo da motivi di carattere funzionale, come l'installazione della matassa nei modelli ad elastico, o della ricevente e dei servocomandi nei telecomandati.

VARI TIPI DI SEZIONI DI FUSOLIERA

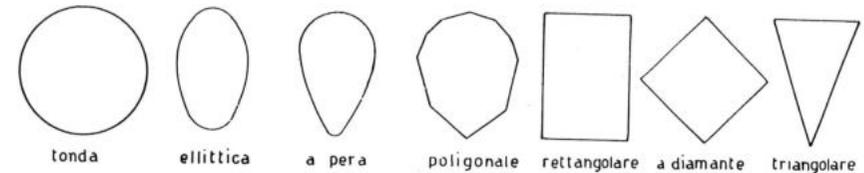


FIG 101

#### Impostazione della struttura

Vediamo ora a quali sforzi siano soggette le fusoliere, e l'impostazione della loro struttura. Dal punto di vista aerodinamico esse non sono sottoposte a particolari sollecitazioni, in quanto su di esse agisce solo la resistenza passiva, la cui entità è trascurabile come quantità meccanica. Dovendo però servire come organo di collegamento fra l'ala ed i piani di coda, la fusoliera deve avere una resistenza alla flessione ed alla torsione tale da evitare vibrazioni o spostamenti delle varie parti del modello.

Dal punto di vista meccanico, la fusoliera sopporta notevoli sforzi nella fase di atterraggio, specie se questo viene compiuto in maniera non troppo ortodossa, o per urto contro ostacoli. Ad esempio, nel caso di urto frontale, oppure di atterraggio in picchiata, tutta l'inerzia del modello si scarica sul muso, che a sua volta trasmette lo sforzo alle varie strutture della fusoliera. Pertanto, nel caso di un veleggiatore, il muso deve essere realizzato in legno duro, oppure in balsa con un'anima centrale di compensato; e la resistenza della struttura deve decrescere gradualmente

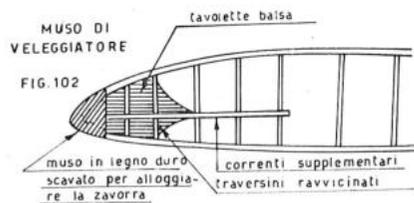


FIG. 102

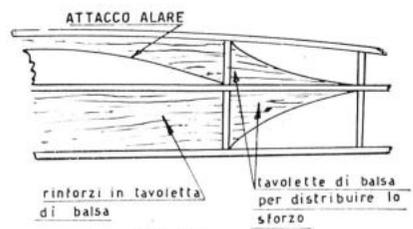


FIG. 103

dal muso verso l'attacco dell'ala, aumentando ad esempio il numero dei correnti nella parte anteriore, disponendo ordinate e traversini più ravvicinati, operando ricoperture in balsa, ecc. (fig. 102).

Anche il punto di attacco dell'ala deve essere debitamente rinforzato, per sopportare le sollecitazioni aerodinamiche da essa provocate. Immediatamente dietro ad esso, però, non ci deve essere una brusca variazione nella resistenza delle strutture, altrimenti si genera un « punto di rottura » in questa parte su cui, in caso di bruschi atterraggi, grava tutta l'inerzia dei piani di coda. Quante volte si sono visti dei modelli nei quali, dopo una discesa in picchiata, la fusoliera si è divisa in due tronconi subito dietro l'attacco dell'ala! Per assicurare una sufficiente robustezza strutturale in detta zona si può ricorrere, ad esempio, a tavolette triangolari di balsa, che distribuiscano lo sforzo su una certa lunghezza dei correnti, anziché farlo gravare su un punto solo (fig. 103).

Naturalmente le sollecitazioni sopportate dalla fusoliera variano a seconda della categoria cui appartiene il modello. Così, nel caso di modelli ad elastico, agli sforzi già descritti si aggiungono quelli determinati dalla matassa carica, che esercita una notevolissima azione di compressione e torsione sulle strutture. Nei modelli a motore, invece, è la parte che sostiene il motore, generalmente sistemato sul muso del modello, che ne sopporta tutte le vibrazioni ed i contraccolpi; essa deve quindi avere la massima rigidità, per non trasmettere le vibrazioni ad altre parti meno robuste della struttura.

Ora che abbiamo esaminato i principali sforzi cui sono soggette le parti della fusoliera, con particolare riguardo ai punti maggiormente sollecitati, possiamo alla descrizione della loro struttura base. I sistemi principali sono tre: struttura « a ordinate », « a traliccio » e « a guscio », o comunque ricavata da elementi di legno, senza scheletro interno.

Il primo sistema, quasi universalmente usato nelle prime costruzioni aeromodellistiche, è andato via via in disuso, specie per la grande diffusione del balsa come materiale per le strutture dei modelli volanti. Una fusoliera ad ordinate è costituita da un certo numero di correnti longitudinali di legno duro o balsa, collegati mediante incastri ad ordinate trasversali, sagomate secondo la sezione frontale della fusoliera; queste sono generalmente costruite con compensato di betulla, di spessore variabile, ed alleggerite internamente, oppure no, a seconda che siano situate in un punto di minore o maggiore sforzo (fig. 104). La struttura così realizzata

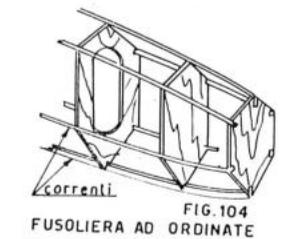


FIG. 104  
FUSOLIERA AD ORDINATE

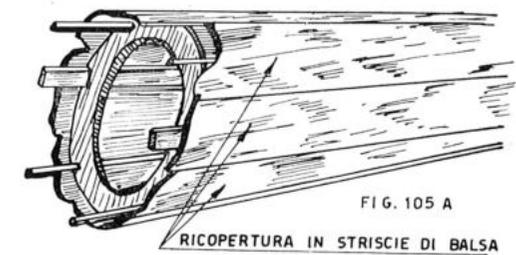


FIG. 105 A

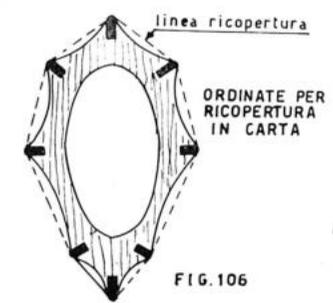


FIG. 106

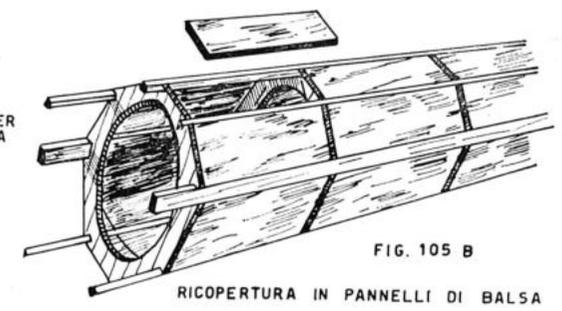


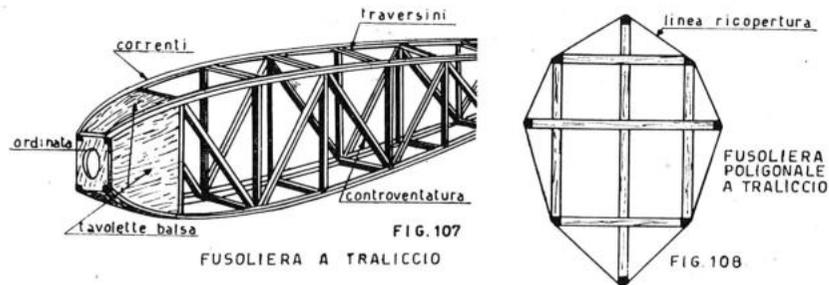
FIG. 105 B

RICOPERTURA IN PANNELLI DI Balsa

può essere ricoperta in carta o seta, oppure in balsa, a strisce o a pannelli inseriti fra i vari correnti e le ordinate (fig. 105). Nel primo caso le ordinate devono essere a sezione poligonale, o meglio ancora incavate fra un corrente e l'altro (fig. 106), in modo che la ricopertura non le sfiori, per non creare degli scalini che aumenterebbero la resistenza passiva; nel secondo caso, invece, si può realizzare una sezione circolare o ellittica, ma la struttura risulta notevolmente più pesante, data la necessità di stuccare la copertura.

E' chiaro come la fusoliera ad ordinate non si presti ad una costruzione completa in balsa, perchè le ordinate realizzate con tale materiale, anche se non alleggerite, tenderebbero a spaccarsi lungo la vena del legno. Ecco perchè, per ottenere costruzioni più leggere ed ugualmente robuste, si preferisce la costruzione a traliccio, nella quale le ordinate sono sostituite da elementi detti « traversini », generalmente di balsa, disposti in modo da avere la vena sempre in senso longitudinale, e da lavorare in compressione anzichè in flessione.

La costruzione a traliccio è particolarmente adatta per fusoliere a sezione semplice, quadrata o rettangolare (fig. 107), e viene, sotto tale forma, adottata quasi sempre per i modelli ad elastico, in quanto lascia internamente il massimo spazio a disposizione della matassa. Però non è detto che, con un po' più di lavoro, non si possano ottenere ottime fusoliere a traliccio a sezione poligonale, la cui resistenza sarà senz'altro superiore, a parità di peso, rispetto ad un'analogha fusoliera realiz-

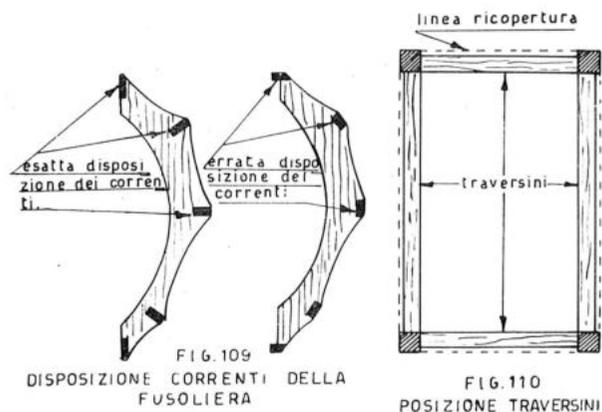


zata ad ordinate. La fig. 108 mostra un esempio di sezione di fusoliera ottagonale a traliccio, adattissima per veleggiatori.

In merito alla razionalità delle strutture c'è da osservare che gli sforzi a compressione, cui sono soggette le fusoliere di tutti i modelli, e in particolar modo quelle dei modelli ad elastico, provocano nei correnti, arcuati a causa della forma affusolata della fusoliera, la tendenza a flettersi verso l'esterno. Al contrario la tensione della ricopertura tende a fletterli verso l'interno, provocando avvallamenti assai dannosi aerodinamicamente ed esteticamente. Questi correnti devono perciò avere la massima resistenza in detta direzione; pertanto sono più razionali dei correnti a sezione rettangolare, disposti «di taglio», cioè con il lato maggiore orientato verso il centro della sezione della fusoliera (fig. 109), che non a sezione quadrata.

Per i traversini, che sono sottoposti soltanto a compressione in senso assiale, la sezione più opportuna è quella quadrata. Se però la ricopertura viene incollata su di essi, li irrigidisce nel senso della lunghezza della fusoliera, formando con loro una struttura a «T»; mentre la resistenza a flessione verso l'interno della fusoliera rimane inalterata. In questo caso pertanto è più opportuno usare traversini a sezione rettangolare, come si fa in realtà nei modelli ad elastico, nei quali la ricopertura viene quasi

sempre fatta aderire a tutti i traversini, per aumentare al massimo la resistenza alla torsione della fusoliera. In altri tipi di modelli si preferisce talvolta avere superfici più lisce, senza le asperità dovute all'incollatura della ricopertura sui traversini; in tal



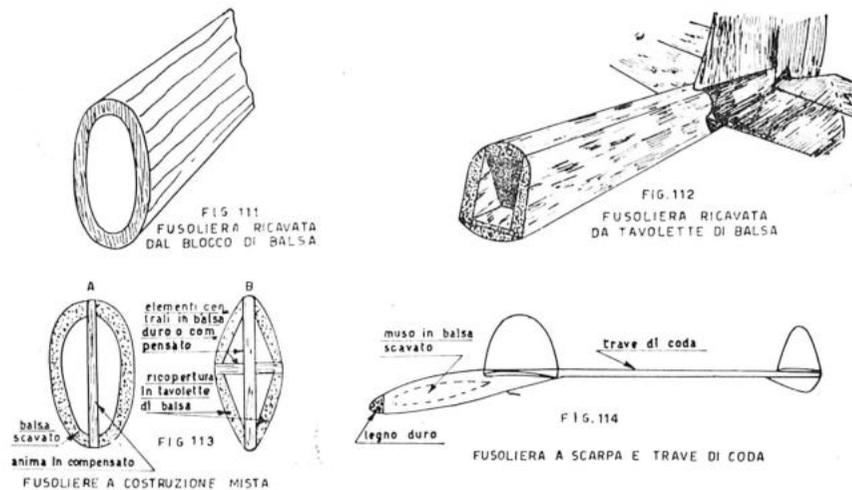
caso questi vengono fissati leggermente all'interno della fusoliera (fig. 110), e quindi risulta più conveniente la sezione quadrata.

Per aumentare la resistenza alla torsione di una fusoliera a traliccio si possono aggiungere alcuni traversini disposti in diagonale, e denominati «controventature» (vedi fig. 107). Ciò è particolarmente utile sia nel caso di fusoliere di motomodelli, specie quando la sezione maestra sia troppo ridotta per garantire sufficiente rigidità, sia per modelli ad elastico da gara, muniti di matasse con forte sezione.

Le fusoliere possono essere anche del tipo a costruzione mista, cioè con una struttura basilare a traliccio, e con l'aggiunta di alcune ordinate di compensato nei punti più sollecitati, come l'attacco alare. Si possono così ottenere fusoliere molto razionali, dal punto di vista aerodinamico e costruttivo.

Nel terzo tipo di fusoliera, cioè senza scheletro interno, rientrano quelle ricavate da un blocco di balsa sagomato e scavato internamente (costruzione «a guscio» - fig. 111); quelle, a sezione rettangolare o quadrata, ricavate con quattro tavolette incollate fra loro, arrotondandone gli spigoli (fig. 112), e quelle a costruzione mista, con elementi interni di compensato o legno duro, e ricoperte in balsa, di cui diamo due esempi in fig. 113. Il primo sistema permette la realizzazione di fusoliere con linee molto aerodinamiche, ma risulta piuttosto pesante, perchè, non essendo la venatura del legno disposta in senso uniforme nei vari punti del contorno, occorre lasciare un discreto spessore del blocco per avere una resistenza sufficiente. Il secondo sistema è adottato quasi unicamente per modelli da allenamento, in quanto richiede un notevole spessore delle tavolette per disporre di una sufficiente superficie di incollaggio; la fusoliera risulta pertanto più pesante di una normale a traliccio.

L'ultimo sistema è molto adatto per realizzare fusoliere a piccola se



zione maestra, ed è infatti attualmente molto usato specie sui veleggiatori, alcuni dei quali adottano una parte anteriore « a scarpa », ricavata da un blocco di balsa, ed un trave di coda a costruzione mista (fig. 114).

### La costruzione della fusoliera

Vi descriviamo ora dettagliatamente il procedimento per ricavare una fusoliera a traliccio, a sezione quadrata o rettangolare, che è oggi indubbiamente il tipo più diffuso. Anzitutto è indispensabile che i quattro

listelli usati per i correnti siano di balsa della stessa qualità, e di identica sezione, in modo da avere tutti la medesima flessibilità, perchè altrimenti la fusoliera tenderebbe a storcersi verso i listelli meno flessibili. Pertanto occorre anzitutto scegliere accuratamente i listelli quando li si acquistano; inoltre è opportuno, prima di iniziare la costruzione della fusoliera, livellarne le sezioni con il

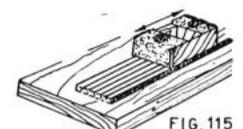


FIG. 115  
LIVELLAMENTO LISTELLI

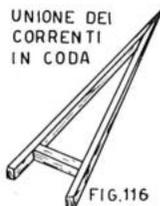


FIG. 116



FIG. 117  
SISTEMAZIONE TRAVERSINI



FIG. 118  
SISTEMAZIONE CONTROVENTATURA

tampone a cartavetrata, come già spiegato nel quarto capitolo (fig. 115).

Quindi si dispone il disegno al naturale della vista laterale della fusoliera sul piano di montaggio, e, dopo avervi sovrapposto il solito foglio di cellophane, si inizia la costruzione delle « fiancate », disponendo due listelli lungo tutto il contorno esterno, e tenendoli fermi con sufficienti spilli. In fondo alla fusoliera i due correnti vengono generalmente congiunti rifilando a punta quello inferiore, ed incollandolo a quello superiore (fig. 116).

Si ritagliano quindi tutti i traversini indicati nel disegno, facendo attenzione che essi si inseriscano esattamente fra i due listelli, ma senza forzare (fig. 117), per non provocare agghiacciamenti dei correnti. Quando tutti i traversini sono a posto, si incollano con una goccia di collante per lato. In punta la fiancata viene generalmente completata con una tavoletta di balsa, con la vena disposta in senso perpendicolare ai correnti, ed incollata con abbondante collante, per rinforzare questa parte della fusoliera, soggetta a particolari sforzi.

Quando i traversini sono incollati, si completa la fiancata aggiungendo le eventuali controventature. Per farne aderire perfettamente le estremità, è opportuno sagomarle a spigolo, come indicato in fig. 118.

Quando tutte le incollature sono essiccate, si può togliere la fiancata dal piano di montaggio, e ripetere il procedimento per la seconda. Molti però usano un procedimento che permette di accelerare la costruzione, e di assicurare che la seconda fiancata risulti identica alla prima. Esso consiste nel lasciare quest'ultima sul piano di montaggio, ed infilare i due correnti della seconda fra gli stessi spilli già usati, ripetendo quindi tutto il procedimento costruttivo, con l'avvertenza di inserire dei pezzetti di cellophane in tutti i punti di giunzione, affinché il collante, scolando, non faccia incollare fra loro le due fiancate (fig. 119).

Nel montaggio della seconda fiancata occorre tenere presente che essa non deve essere identica alla prima, ma *simmetrica*; per cui se i traversini fossero di spessore inferiore ai correnti, essi nella prima fiancata devono essere lasciati affioranti, mentre nella seconda devono essere spinti in fondo, o viceversa.

Quando entrambe le fiancate sono asciutte, si tolgono dal piano di montaggio, e si ripassano tutte le incollature dalla parte inferiore. Quindi si scartavetrano accuratamente col solito tampone a cartavetrata fine, togliendo le sbavature di collante ed i pezzetti di cellophane che siano rimasti eventualmente incollati. Inoltre, specie dalla parte che andrà montata esternamente nella fusoliera, si cura che i traversini risultino perfettamente livellati con i correnti, spianando con la cartavetrata qualche eventuale eccedenza; oppure scollandoli e rifissandoli in posizione esatta, se risultassero incollati in basso rispetto ai correnti.

Si inizia quindi l'accoppiamento delle fiancate. La prima operazione è quella di appuntirle all'estremità posteriore, dalla parte interna. Accertato che l'angolo di collegamento sia quello esatto, si incollano le due estremità, tenendole serrate con un anello elastico attorcigliato. Si ritagliano quindi, in base alla vi-



FIG. 119  
MONTAGGIO FIANCATE SOVRAPPOSTE

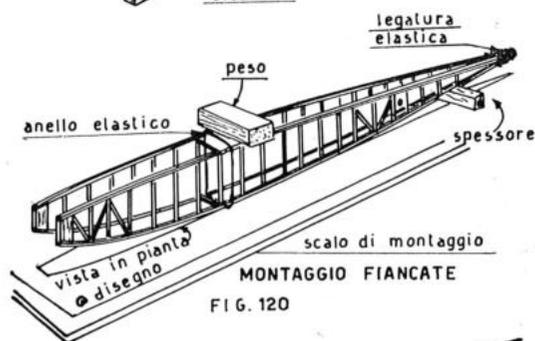


FIG. 120  
MONTAGGIO FIANCATE

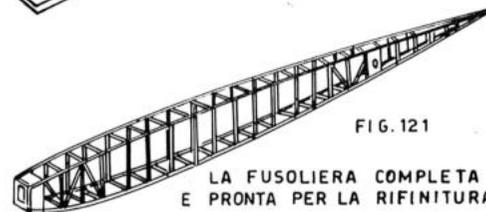
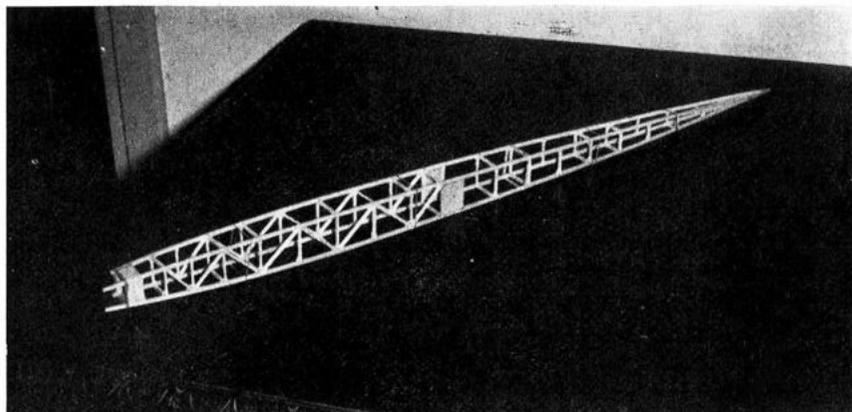


FIG. 121  
LA FUSOLIERA COMPLETA E PRONTA PER LA RIFINITURA



Una fusoliera a traliccio in avanzato stato di montaggio.

sta in pianta della fusoliera, due traversini di identica lunghezza, corrispondenti alla sezione maestra, e li si incollano al loro posto, tenendoli fermi con un altro anello elastico. Durante l'incollaggio di questa prima coppia, è opportuno tenere la fusoliera sul piano di montaggio, sovrapposta al disegno della vista in pianta, con un peso (non troppo forte) sulla sezione maestra, ed uno spessore sotto la coda (fig. 120), in modo da accertarsi che i quattro lati risultino ben perpendicolari, e le due fiancate perfettamente allineate e simmetriche.

Quando la prima coppia di traversini è incollata, si toglie la fusoliera dal piano, e si prosegue il lavoro in mano. Non c'è un ordine prestabilito di montaggio dei traversini, ed ogni costruttore ha le sue tendenze personali. Noi consigliamo, dopo la prima coppia, di fissare altri due traversini in corrispondenza del muso, e successivamente altre due coppie a metà degli spazi liberi, e così via, sempre aiutandosi con degli anelli elastici per tenerli fermi, e controllando la simmetria delle due fiancate, e la loro regolare curvatura, senza gobbe o incavature, fino ad ottenere la fusoliera finita (fig. 121).

Si aggiungono quindi eventuali ordinate, tavolette di rinforzo, attacchi per l'ala ed i piani di coda, ecc., e si rifinisce tutta la fusoliera con il solito tampone a cartavetrata, in modo da prepararla per la ricopertura.

Per montare invece una fusoliera ad ordinate, una volta ritagliate tutte queste dal compensato o dal balsa (quest'ultimo materiale per quelle sottoposte a minore sforzo, come quelle comprese fra l'ala ed il piano di coda), si possono seguire diversi procedimenti. Se la struttura della fusoliera consta di due correnti principali, posti in corrispondenza degli spigoli superiore ed inferiore, oppure laterali, dell'ordinata, si può montare sul piano rispettivamente la vista laterale o quella in pianta della

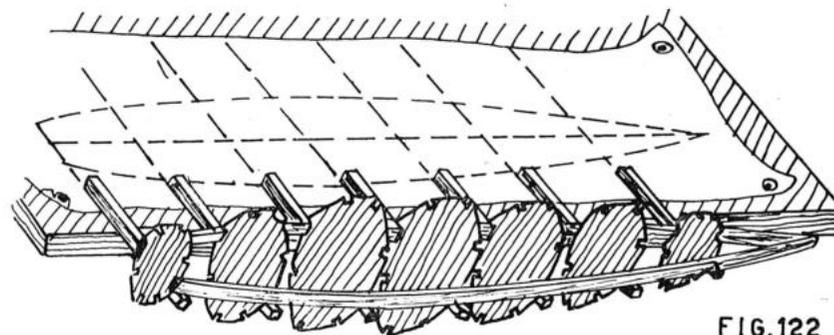


FIG.122

### SCALO PER MONTAGGIO FUSOLIERA A ORDINATE

fusoliera, usando i due detti correnti ed un certo numero di traversini provvisori, che possono essere tolti a montaggio terminato, oppure anche lasciati al loro posto.

Nella fiancata che ne risulta si inseriscono tutte le ordinate, che portano gli appositi incastri, e le si incollano ai correnti, curando che risultino ben perpendicolari ed allineate fra loro. Ad incollaggio avvenuto si aggiungono man mano gli altri correnti, cercando di evitare che risultino serpeggianti, con un effetto estetico assai poco piacevole. Se è necessario, è bene rettificare gli incastri con una lametta.

Un altro sistema più lungo ma più preciso, consiste nel realizzare uno scalo di montaggio a pettine (fig. 122), con un certo numero di listelli di legno duro di grossa sezione sporgenti dal tavolo di montaggio, sui quali si riporta l'asse di simmetria della fusoliera e la sua vista in pianta, fermando con spilli in corrispondenza di essa i due correnti posti sulla linea di volo. Si inseriscono quindi le ordinate e gli altri correnti, dei quali è più facile controllare l'allineamento.

Descritto il procedimento per ricavare i due principali tipi di fusoliera, non ci soffermeremo sugli altri già elencati, la cui realizzazione è del resto abbastanza intuitiva. Passiamo invece a parlare di due elementi caratteristici dei modelli veleggiatori, e cioè del « *pattino di atterraggio* » e del « *pozzetto per la zavorra* ».

Il pattino di atterraggio, sebbene spesso mancante, specie per fusoliera del tipo a scarpa anteriore, è assai utile per proteggere la struttura e la ricopertura della fusoliera nel caso di atterraggi su terreni pietrosi. Inoltre quasi sempre esso sopporta il o i ganci per il traino, come vedremo meglio in seguito.

Generalmente il pattino viene

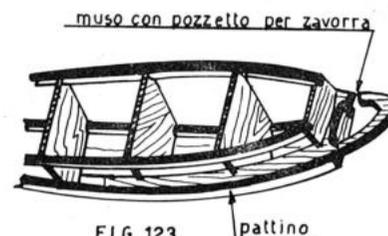
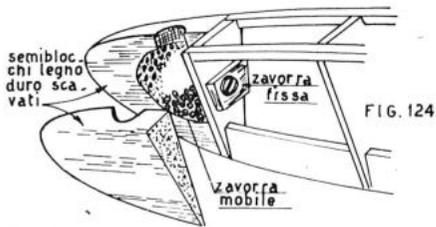


FIG. 123

### FUSOLIERA PER VELEGGIATORE

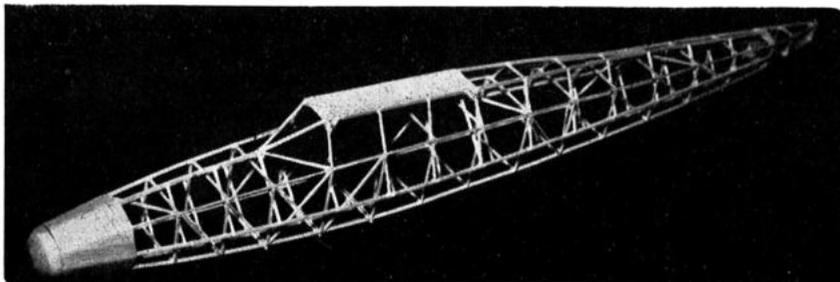


ZAVORRA PER CENTRAGGIO VELEGGIATORE

viene reso necessario dal fatto che i veleggiatori, mancando di qualsiasi organo posto anteriormente, che equilibri il peso dei piani di coda, risultano sempre cabrati staticamente, cioè con il baricentro più indietro del Centro di Pressione dell'ala. E' pertanto necessario equilibrare il modello con della zavorra posta sul muso (su quest'argomento ritorneremo con maggiore esattezza parlando del centraggio), nel quale deve essere ricavato un apposito alloggiamento, che può essere costituito da un blocco di legno duro scavato internamente (vedi fig. 102) (mai di balsa, che potrebbe schiacciarsi o spaccarsi in caso di urti frontali).

Se il pattino si prolunga sul muso della fusoliera, è bene ritagliare direttamente in esso l'alloggiamento per la zavorra (vedi fig. 123), che viene completato applicando lateralmente due semiblocchi scavati internamente. Naturalmente l'alloggiamento deve comunicare con l'esterno con un foro dal quale si possa introdurre del piombo in pallini, foro che viene tenuto chiuso con un apposito tappetto che vada a forzare, in modo che non si possano verificare perdite di zavorra.

Buona norma è anche quella, oltre a realizzare l'alloggiamento per la zavorra mobile, di fissare permanentemente un blocchetto di piombo alla prima ordinata della fusoliera (fig. 124), facendo però attenzione a non esagerare con il peso di essa, per non trovarsi poi con il modello picchiato. Con questo sistema il pozzetto per la zavorra serve solo per i ritocchi di centraggio, e deve essere di dimensioni più ridotte, in modo che la zavorra non possa scorrervi dentro, variando il centraggio del modello.



Una complessa fusoliera a traliccio a sezione poligonale per modello ad elastico.

ricavato dal compensato da 2-3 millimetri di spessore, e viene incastrato nella parte inferiore delle ordinate, prolungandolo spesso in modo da fargli seguire il contorno del muso, che ne risulta notevolmente irrobustito (fig. 123).

Per quanto riguarda il pozzetto per la zavorra, esso

## CAPITOLO VII

### I piani di coda

#### Impostazione e struttura

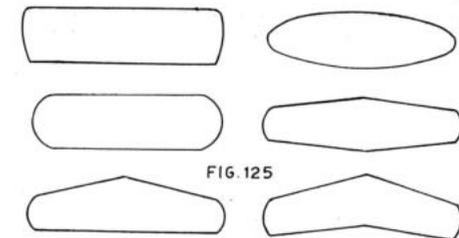
Parlando nel secondo capitolo della stabilità longitudinale e direzionale, abbiamo visto a quali caratteristiche principali debbano rispondere il piano di coda orizzontale e la deriva verticale dei modelli volanti.

A proposito del primo abbiamo fatto rilevare come esso possa essere neutro, portante o deportante, a seconda se durante il volo non eserciti alcuna reazione aerodinamica, oppure rispettivamente una portanza o una deportanza. Abbiamo anche visto come il tipo più usato oggi sia lo stabilizzatore portante, utile nei modelli ad elastico e a motore per controllare la cabrata in salita, e nei veleggiatori per diminuire la velocità di planata.

Generalmente il piano di coda portante viene realizzato usando un profilo piano-convesso, o raramente concavo-convesso, ma più sottile di quello alare, calettato ad un'incidenza di 3-4 gradi inferiore a quella dell'ala (ad esempio ala + 4°, piano coda + 1°; oppure ala + 2°, piano di coda - 1°).

Abbiamo anche visto come si debbano stabilire la superficie del piano di coda in rapporto alle caratteristiche dell'ala ed alla lunghezza del braccio di leva, e quella della deriva in funzione anche della forma della fusoliera e del tipo di modello.

La forma della vista in pianta dei piani di coda non ha molta importanza, e si può scegliere a piacere una di quelle indicate in fig. 125; da segnalare comunque la tendenza ad usare allungamenti molto bassi (da 3 a 5), sia per non ridurre troppo il Numero di Reynolds, sia perchè, data la bassa inci-



VARIE VISTE IN PIANTA DEL PIANO DI CODA ORIZZONTALE

denza di funzionamento, e quindi il piccolo coefficiente di portanza, la resistenza indotta è ridotta al minimo. Inoltre il basso allungamento offre anche ovvii vantaggi strutturali.

Dal punto di vista strutturale non c'è molto da dire, in quanto gli sforzi aerodinamici sui piani di coda sono ridotti al minimo, sia per la piccola superficie, sia per il basso coefficiente di portanza già rilevato. Anche gli sforzi meccanici sono molto relativi, tanto più che è assai difficile che il piano di coda possa urtare direttamente contro un ostacolo durante l'atterraggio. Basta quindi un attacco elastico con la fusoliera per eliminare quasi completamente la possibilità di rotture.

Pertanto il piano di coda ha generalmente una costruzione analoga a quella dell'ala, con bordo d'entrata e bordo d'uscita, centine, ed uno o due longheroncini, tutti di dimensioni minori dei corrispondenti elementi dell'ala. Tale riduzione delle sezioni corrisponde anche all'esigenza di mantenere più basso possibile il peso dei piani di coda, per non aumentare l'inerzia del modello, e per non essere costretti, nei veleggiatori, a zavorrare eccessivamente il muso per controbilanciarne il peso.

D'altra parte bisogna considerare che nei piani di coda occorre assolutamente evitare le svergolature, che sarebbero dannosissime per il centraggio del modello. Pertanto nella progettazione della struttura occorre, più che la resistenza alla flessione, cercare di elevare quella a torsione. Infatti negli ultimi tempi sta trovando molto impiego per i piani di coda la costruzione geodetica, che permette appunto di incrementare notevolmente la resistenza alla torsione, senza elevarne molto il peso.

Anche la lavorazione ed il montaggio dei piani di coda non differiscono molto da quello alare, e sono semmai facilitati dalla struttura più semplice, e dal fatto che, salvo casi eccezionali, il piano di coda orizzontale è completamente piano, cioè privo di diedro. Da notare solo che, nel caso di piano di coda non portante, che adotta cioè un profilo biconvesso, durante il montaggio i bordi d'entrata e d'uscita non poggiano sul piano, ma devono essere, uno o entrambi, tenuti sollevati mediante appositi spessori (fig. 126).

Talvolta, per modelli molto piccoli, si usa anche realizzare il piano di coda interamente piano, sostituendo le centine con dei traversini di balsa (fig 127). Tale sistema viene spesso adottato anche per realizzare la deriva verticale, ma, se pure leggero, ha il difetto di opporre poca resistenza alle svergolature; tanto è vero che nei modelli da gara si usa più spesso realizzare la deriva da una tavoletta di balsa, con la vena disposta in senso verticale, magari incastrando in essa una striscetta di balsa con la vena perpendicolare (fig. 128), per evitare che la tavoletta possa incurvarsi o svergolarsi.

Anche questo sistema però ha un difetto, cioè quello di risultare più pesante di una costruzione classica ricoperta in carta; per cui riteniamo più opportuno riservarlo ai casi in cui la deriva è posta sotto la fusoliera, e quindi soggetta a sensibili sforzi durante l'atterraggio, mentre per gli altri casi consigliamo la solita costruzione, con centine a profilo biconvesso simmetrico sottile (7-8 per cento).

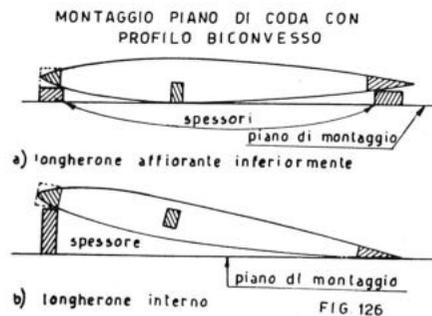
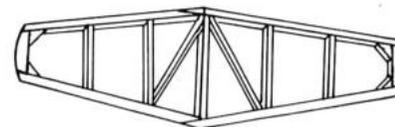
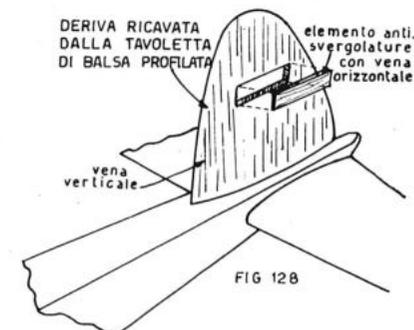


FIG 126



PIANO DI CODA A TRALICCIO FIG.127



## Il detormalizzatore

Prima di parlare dell'attacco fra impennaggi e fusoliera, è bene soffermarsi sul dispositivo «*antitermica*» o «*determalizzatore*», cui abbiamo già accennato nell'introduzione. Mentre normalmente un modello, esaurita la fase di traino, se si tratta di un veleggiatore, o di volo a motore, scende dolcemente fino a terra, con una lunga planata, può spesso capitare che si sollevi più o meno rapidamente, fino, in qualche caso, a sparire alla vista altissimo. Ciò significa che il modello ha incontrato una «*termica*», cioè una corrente d'aria che, resa più calda di quella circostante, per contatto con una superficie riscaldata dal sole, si è dilatata ed è divenuta più leggera, e tende quindi a salire, trascinandosi appresso il modello.

Infatti è grazie alle termiche che si rendono possibili quei voli di parecchi minuti, e talvolta di ore, di cui avrete sentito parlare, sia per i modelli volanti, sia per gli alianti del volo a vela. Purtroppo qualche volta le termiche sono traditrici, perchè vogliono rapirvi il frutto del vostro lavoro, portandolo sempre più in alto e sempre più lontano, fino a sparire ai vostri occhi.

E' quindi necessario difendersi dalle termiche, con un dispositivo che è diventato oggi un accessorio comune, del quale non si può più

fare a meno, specie da quando i regolamenti di gara hanno limitato il tempo massimo preso in considerazione per le classifiche, rendendo inutili i voli di durata superiore.

I principi di funzionamento dell'antitermica possono essere diversi, trattandosi in definitiva di aumentare la velocità di discesa del modello, in modo da superare quella ascensionale della termica. Si è quindi cercato di aumentare la resistenza passiva mediante diruttori, paracaduti, ecc.; ma l'aumento della velocità di discesa era sempre insufficiente, e con termiche molto forti i modelli se ne andavano ugualmente per i fatti loro.

La soluzione ideale è venuta quando si è scoperto che, facendo alzare il piano di coda orizzontale di 35-40 gradi negativi, il modello diviene talmente cabrato, aumentando contemporaneamente la resistenza all'avanzamento, da non avere più nemmeno la forza di scampanare; per cui viene giù verticalmente, mantenendo l'assetto orizzontale, con una velocità che naturalmente dipende dal carico alare, ma che è comunque abbastanza forte da permettere la discesa con qualsiasi termica, salvo casi eccezionali. Quanto all'atterraggio, esso avviene sul carrello o sul ventre del modello, e, se la costruzione è sufficientemente robusta, senza alcun danno. L'unica parte un po' sollecitata sono gli attacchi alari, a causa dell'inerzia delle estremità, che tendono a piegarsi verso il basso. Comunque lo sforzo non è superiore a quello che si verifica, in senso inverso, durante un traino veloce od un looping sotto motore.

Di questo sistema si possono avere diverse varianti, ma in genere il piano di coda è fissato a mezzo di due anelli d'elastico, uno anteriore e l'altro posteriore; quest'ultimo viene bruciato dalla miccia, inserita in esso, mentre un altro tirante elastico porta il piano di coda nella posizione voluta (fig. 129). Spesso questo tirante è sostituito dallo stesso elastico anteriore, che è fissato a due braccetti sporgenti dal bordo d'entrata del piano di coda, in modo da tendere a sollevarlo (fig. 130). Quello che occorre curare in ogni caso è che il piano di coda, anche in posizione sollevata, non possa ruotare in pianta, perchè altrimenti tenderebbe a mandare il modello in vite. Pertanto il suo bordo d'entrata deve essere

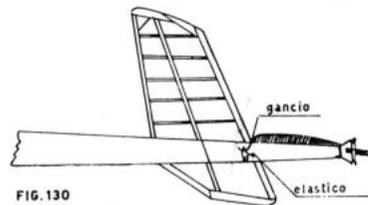
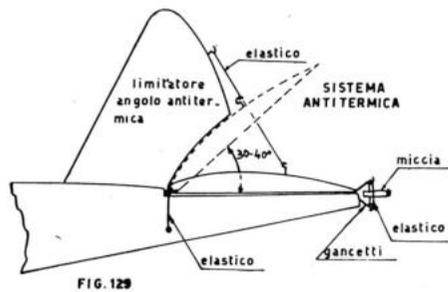


FIG. 130

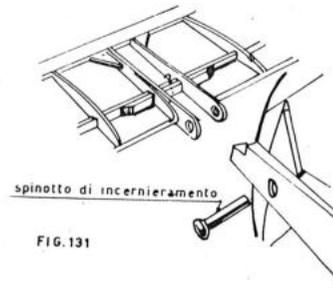


FIG. 131

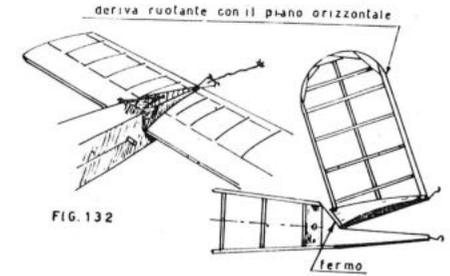
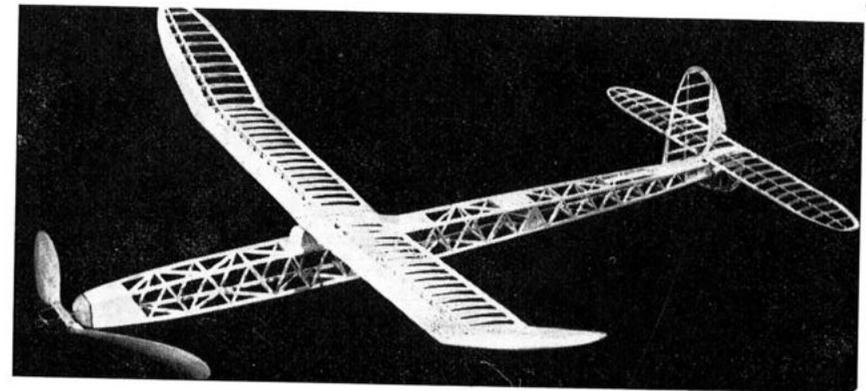


FIG. 132

opportunamente guidato, o a mezzo di qualche spessore di bloccaggio, o meglio ancora incernierato con uno spinotto metallico (fig. 131).

Inoltre è importante che il piano di coda si disponga sempre con lo stesso angolo di inclinazione; e pertanto occorre predisporre un apposito fermo, ricavato nella superficie della deriva, o nello spessore della fusoliera (fig. 132), in modo da limitarne il movimento. D'altra parte l'elastico di richiamo deve essere sufficientemente robusto, in modo da mantenere il piano di coda nella posizione voluta, anche sotto lo sforzo dovuto alla pressione dell'aria. Infatti se l'inclinazione tendesse a diminuire, il modello, anzichè cadere di piatto, tenderebbe a scampanare, e potrebbe danneggiarsi in atterraggio.

Come avrete osservato dalle figure riportate, la deriva può essere solidale con il piano orizzontale, e ruotare con esso; oppure rimanere fissa alla fusoliera, nel qual caso deve però essere spostata in avanti, il che non costituisce uno svantaggio, ma anzi aumenta la stabilità in virata, in quanto con il modello inclinato la deriva non si trova in ombra rispetto al piano orizzontale (*posizione antivite*). Inoltre la deriva fissa



Lo scheletro completo di un modello ad elastico da gara. Notare la ricopertura in balsa del bordo d'entrata dell'ala.

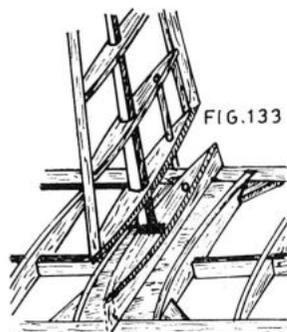


FIG.133

DERIVA SMONTABILE

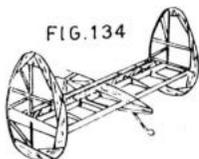


FIG.134

DOPPIA DERIVA

alla fusoliera offre maggiori garanzie contro eventuali spostamenti, sia pure piccoli, ed è pertanto senz'altro da consigliare per i motomodelli, assai sensibili all'azione della deriva durante la salita. La deriva solidale con il piano orizzontale è invece abbastanza usata per i modelli ad elastico, nei quali però, per comodità di trasporto, la deriva è generalmente sfilabile, e viene unita mediante il prolungamento del suo longherone ed un tondino di rinforzo, che si inseriscono in appositi alloggiamenti praticati al centro del piano di quota (fig. 133).

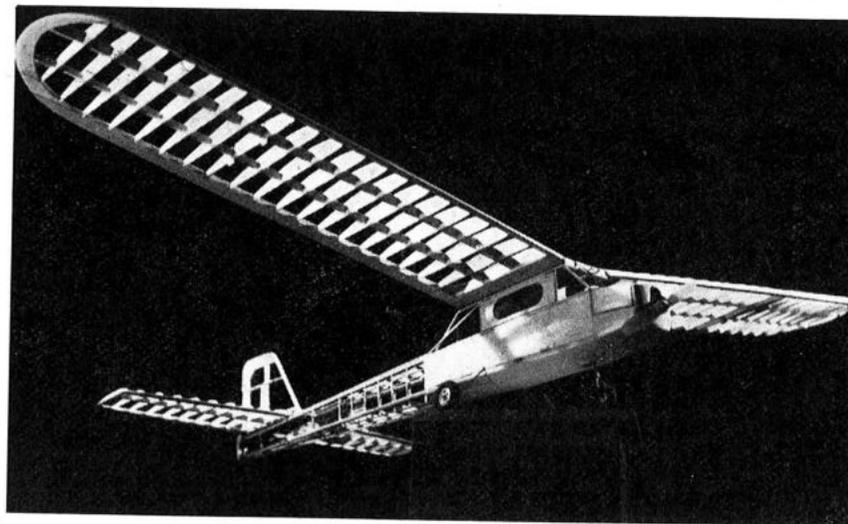
Un'altra sistemazione della deriva, molto usata nei modelli veleggiatori, dei quali favorisce il traino, consiste nel piazzarla sotto alla fusoliera. Il piano orizzontale risulta così indipendente, e il detormalizzatore può essere realizzato senza alcuna difficoltà.

Talvolta il piano di coda verticale viene sdoppiato in due derive, poste generalmente alle estremità del piano orizzontale (fig. 134),

la cui superficie complessiva deve essere leggermente superiore a quella di una deriva unica.

Logicamente il regolare funzionamento dell'antitermica è legato a quello della miccia; pertanto sarà bene spendere due parole su questo importante accessorio dei modelli volanti. Generalmente si usa come miccia del cordoncino di cotone, piuttosto morbido, di 3-4 millimetri di diametro, che viene imbevuto in una soluzione di salnitro, in modo da aumentarne la capacità di combustione. Pertanto, una volta acquistato il cordoncino in una merceria, dovete recarvi dal farmacista, e comperare pochi grammi di salnitro. A casa li verserete gradatamente, mescolando, in un piccolo recipiente pieno d'acqua, finché non vedrete che esso tende a depositarsi in fondo, il che indica che la soluzione è «satura». Vi si immerge allora il cordoncino, lasciandovelo per qualche minuto, e quindi lo si pone ad asciugare in posizione orizzontale, per evitare che, con lo sgocciolamento, il salnitro si accumuli ad un'estremità del cordone.

Alcuni tipi di cordone bruciano bene anche senza salnitro; occorre però accertarsi che non vi sia pericolo che si spengano in volo, perché altrimenti l'antitermica potrebbe non funzionare proprio quando ve n'è bisogno. Pertanto occorre accertarsi in precedenza della loro sicurezza, accendendone un pezzo, e facendolo ruotare velocemente nell'aria. Se si riscontra una sia pur lieve tendenza a spegnersi, quel tipo di cordone deve essere senz'altro scartato. Ciò può accadere anche con un cordone insufficientemente salnittrato; in tale caso occorre aumentare il tempo



Lo scheletro di un modello radiocomandato. Notare l'irrobustimento della parte anteriore della fusoliera ottenuto con tavolette di balsa.

di immersione nella soluzione, oppure sostituirlo con un cordoncino più morbido, che permetta un migliore assorbimento del salnitro.

Un'altra operazione da fare prima di montare la miccia sul modello è quella di determinarne la velocità di combustione, calcolando quanto tempo impiega a bruciare un pezzo misurato in precedenza. Tenete presente però che in volo, a causa della corrente d'aria che la investe, la velocità di combustione della miccia aumenta sensibilmente. Pertanto vi regolerete esattamente dopo le prove pratiche, e monterete sul modello, ad ogni lancio, un pezzo di miccia di lunghezza tale da non superare il tempo massimo ammesso dal regolamento (tre minuti), specie se c'è vento, o poco più se l'aria è calma.

Una cosa importante da tenere presente è che l'elastico che deve essere bruciato dalla miccia deve essere sottile di sezione (circa 1x1 mm.) e ben teso, altrimenti la miccia stessa potrebbe spegnersi senza spezzarlo.

Un altro argomento connesso all'uso della miccia è quello della sua accensione sul campo di gara, che diventa problematica quando c'è vento ed i fiammiferi tendono a spegnersi. Se siete fumatori, il problema si risolve facilmente con una sigaretta; altrimenti vi consigliamo di accendere, al riparo dal vento, un lungo pezzo di miccia, e con quello dare fuoco al pezzetto montato sul modello. Altre soluzioni consistono nell'uso di fiammiferi controvento, o macchinette accendisigari analoghe, di quelle nelle quali la fiamma è riparata.

## CAPITOLO VIII

### **La ricopertura e la rifinitura**

#### **Scelta ed applicazione della carta**

Parlando dei materiali abbiamo rilevato come normalmente le strutture dei modelli volanti vengano ricoperte in carta, salvo alcuni casi di coperture parziali o totali in tavolette di balsa, ed abbiamo elencato i tipi di carte più rispondenti allo scopo. Inoltre, a proposito dell'ala, abbiamo messo in rilievo l'importanza della ricopertura, tesa ed irrigidita dalla verniciatura, per aumentare la resistenza torsionale della struttura. Naturalmente le stesse considerazioni valgono per la fusoliera ed i piani di coda.

Passiamo ora a descrivere il procedimento da seguire per l'applicazione della carta, riferendoci particolarmente alle carte speciali per modelli volanti che abbiamo già elencato, e che offrono notevolissimi vantaggi rispetto alle carte normali. Scegliete la carta da usare tenendo presente che quanto più lo scheletro del modello è leggero, tanto più sottile deve essere la carta, ad evitare che un'eccessiva tensione provochi la distorsione della struttura. Ricordate che la jap-tissue tira meno di altre carte anche dello stesso peso (modelspar o silkspan leggere), perchè è meno porosa; e pertanto è preferibile per ali ed impennaggi di modelli ad elastico, ecc.

Per quanto riguarda il colore della carta potete sbizzarrirvi a vostro piacimento. Vi consigliamo di adottare colori vivaci (rosso, giallo, arancione, blu scuro), e di ricoprire il ventre delle ali e dei piani di coda con carta di un colore, ed il dorso con un altro. Ne guadagnerà l'estetica, ed inoltre il modello risulterà più visibile su un qualsiasi sfondo (il celeste del cielo, il bianco delle nuvole o il verde cupo di montagne boschive), e ne verranno facilitati il cronometraccio in gara ed il recupero.

Prima della ricopertura lo scheletro del modello deve essere accuratamente rifinito con cartavetrata sottile, avvolta sul solito tampone di legno, in modo da eliminare tutte le naturali piccole asperità del le-

gno, e gli eventuali scalini nelle congiunzioni dei vari pezzi, dovuti ad errori di costruzione.

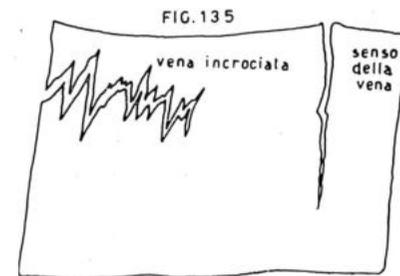
Come adesivo per l'applicazione della carta si può usare colla all'amido oppure collante cellulosico. La prima è senz'altro consigliabile per carte poco porose, come la pergamina, la velina, e anche la jap; mentre con la modelspar e la silkspan l'uso del collante permette di ottenere una maggiore leggerezza ed un migliore risultato, evitando il rigonfiamento dei listelli di balsa, spesso provocato dall'acqua contenuta nella colla all'amido. L'uso del collante richiede però una tecnica particolare e maggiore attenzione, come vedremo fra poco, dato il suo rapido essiccamento.

Da notare che tutte le carte hanno una vena, più o meno visibile, nella direzione della quale presentano una maggiore robustezza, e che pertanto deve essere sempre orientata lungo il lato maggiore della superficie da ricoprire, e cioè della lunghezza della fusoliera e dell'apertura dell'ala e dei piani di coda. Tale disposizione riduce anche l'avvallamento della ricopertura fra una centina e l'altra, in quanto la maggiore tensione avviene nella direzione della vena.

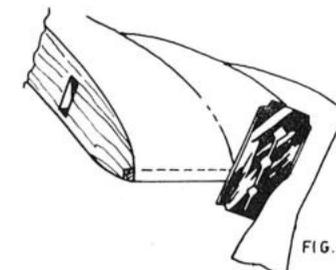
Generalmente la vena della carta è disposta nel senso più lungo del foglio; ma questa non è una regola tassativa. Per accertarsene si può provare a rompere un angolino del foglio nei due sensi con le dita; nel senso della vena si otterrà un taglio più facile e rettilineo; mentre in senso trasversale si troverà maggior resistenza, ed il taglio risulterà seghettato (fig. 135).

La ricopertura dell'ala deve essere fatta prima per il ventre e poi per il dorso, particolarmente se il profilo è concavo-convesso. Inoltre occorre ricoprire separatamente i vari tronconi del diedro. Si ritagliano quindi tanti pezzi di carta, un po' più grandi delle rispettive superfici da ricoprire, e si inizia l'applicazione.

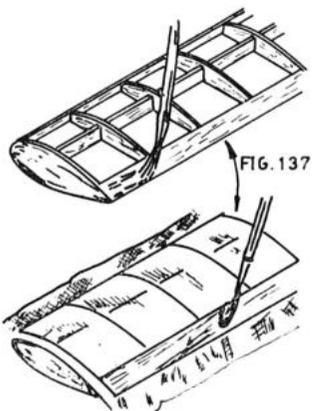
Se si usa la colla all'amido la si spalma accuratamente, oltre che sui bordi d'entrata e d'uscita, sugli eventuali longheroni affioranti e sulle centine, specie sul ventre, in modo da farvi aderire bene la carta ed ottenere la superficie concava. Ciò perchè l'incollamento della ricopertura



VENA DELLA CARTA



COME SI RIFILA LA RICOPERTURA



APPLICAZIONE DELLA CARTA  
CON IL COLLANTE

su tutti gli elementi esterni irrigidisce notevolmente la struttura, in quanto funziona da collegamento fra essi. Spalmata la colla, si applica sopra la carta, tendendola uniformemente in tutti i sensi, e facendola aderire con la pressione del pollice, evitando soprattutto di provocare delle grinze trasversali, che tenderebbero a storcere le strutture. La parte eccedente tutt'intorno viene rifilata con una lametta ben tagliente, facendo attenzione a non intaccare i listelli (fig. 136).

Se invece si usa il collante, sempre diluito con l'apposito solvente nella misura di metà e metà circa, non è possibile spalmare tutta la struttura prima di applicare la carta, perchè data la sua rapida evaporazione, esso essicchierebbe prima di giungere al termine dell'operazione. Si usa quindi porre delle gocce di collante solo in alcuni punti del contorno della struttura, applicare la ricopertura curando che risulti ben tesa, e terminare l'incollatura spalmando il collante con un pennello dal di sopra della carta, che naturalmente deve essere di un tipo poroso (fig. 137).

Prima di passare alla ricopertura del dorso dell'ala, se questa ha un profilo concavo, occorre accertare che la carta abbia fatto ben presa sul ventre delle centine, ed eventualmente ripassare le incollature con uno stecchino, fino a perfetta riuscita dell'operazione, che non sarebbe possibile se fosse stato ricoperto prima il dorso.

Naturalmente se l'ala è del tipo ad estremità rialzate o a doppio diedro, la ricopertura delle estremità viene sovrapposta a quella della parte centrale, sulle centine poste in corrispondenza dello spigolo. Tale sovrapposizione però deve essere limitata a pochi millimetri, per non risultare antiestetica; anzi i costruttori più esperti la limitano al solo spessore della centina, in modo che essa risulta praticamente invisibile. Pertanto nel tagliare i pezzi di carta per ricoprire le estremità, occorre che il lato che va sovrapposto sia ritagliato in modo da seguire esattamente la curvatura della centina.

Per la ricopertura del dorso si segue lo stesso procedimento, tenendo però presente che il pezzetto compreso fra l'ultima centina e l'estremità, se questa non è stata ricavata da un blocchetto di balsa, presenta delle difficoltà nella ricopertura, ed è difficile evitare la formazione di grinze, data la doppia curvatura della superficie. Per facilitare l'operazione si può usare l'espedito illustrato in fig. 138, consistente nel praticare con la lametta dei tagli tutt'intorno alla linea dell'estremità, in modo da facilitare la piegatura della carta. Altro sistema è quello di ricoprire se-

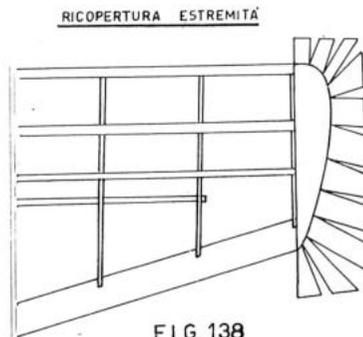


FIG. 138

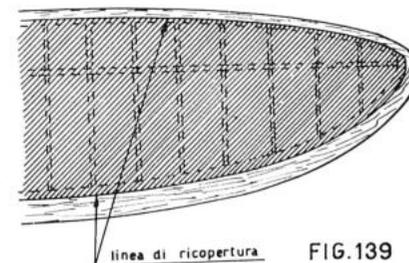


FIG. 139

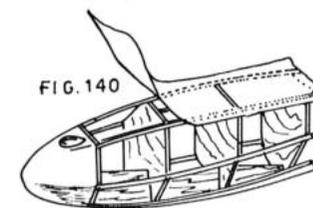
paratamente detto pezzetto, usando per la sovrapposizione della carta le stesse avvertenze già indicate per i gomiti del diedro alare.

Nel rifilare con la lametta la ricopertura del dorso, occorre fare attenzione che essa vada a sovrapporsi leggermente, sul bordo d'entrata, a quella del ventre, in modo da non lasciare antiestetiche fessure bianche irregolari fra i due bordi della carta. Se necessario poi si ripassa con la colla tutta la linea di sovrapposizione. Per la verità talvolta, anzichè ricoprire interamente con la carta i bordi d'entrata e d'uscita, si usa sovrapporvi la carta per soli due o tre millimetri, lasciando i listelli colore naturale (fig. 139), il che produce un effetto estetico alquanto piacevole, purchè naturalmente la linea di sovrapposizione risulti ben dritta; per cui tale metodo è consigliabile solo ai costruttori più esperti.

Per la ricopertura dei piani di coda si segue lo stesso procedimento, senza che siano necessari particolari accorgimenti, tranne nel caso che la deriva sia incollata al piano di coda, nel qual caso la ricopertura di questo deve essere effettuata in due pezzi, ricoprendo con due striscette di carta l'eventuale raccordo fra i due piani.

Quanto alla fusoliera, essa deve essere ricoperta con tante strisce di carta quanti sono i lati della sua sezione (fig. 140); sebbene per fusoliera a sezione poligonale sia generalmente sufficiente una ricopertura in quattro spicchi per ottenere un buon risultato. Eventualmente può essere necessario usare striscette separate di carta per i raccordi alari (fig. 141), o altre parti che si discostino dalla forma base della fusoliera; sebbene generalmente queste parti vengano raccordate con blocchetti o tavolette di balsa.

Da tenere presente che, appena ricoperta una faccia della fusoliera, si deve passare immediatamente a quella opposta, e non a quella adiacente, perchè altrimenti la tensione della carta potrebbe provocare delle distorsioni nella struttura. Anche per la fuso-



RICOPERTURA FUSOLIERA

liera si può usare sia colla all'amido che collante cellulosico, ed in ogni caso l'eccedenza di carta viene rifulata con una lametta.

### La tensione della ricopertura

Per quanto la ricopertura possa venire applicata accuratamente, rimarranno sempre delle leggere grinze, che verranno però eliminate dalla bagnatura e quindi dalla verniciatura. La prima operazione può essere effettuata circa mezza giornata dopo che è stata ultimata la ricopertura, usando preferibilmente uno spruzzatore, del tipo da profumo o da insetticida, in quanto la carta bagnata, specie la modelspan o silkspan, diventa fragilissima e si sfonda per un'inezia. Se proprio non vi fosse possibile disporre di questo accessorio (che vi consigliamo comunque di acquistare), si può usare un batuffolo d'ovatta imbevuto d'acqua passandolo sulle superfici con la massima delicatezza. La carta deve essere bagnata uniformemente, senza esagerare, rendendola sgocciolante.

Non appena è scomparsa la lucidità dovuta all'eccesso d'acqua, e la carta rimane appena umida, ed ancora allentata, si dispongono l'ala ed i piani di coda su un piano ben diritto, ponendovi dei pesi sopra, in modo che, tendendosi la carta, le strutture si mantengano diritte. Ideali per questa funzione sono i piani di marmo, mentre quelli di vetro tendono ad incollarsi alla carta umida. In mancanza dei primi si può usare un tavolo di legno, preferibilmente color naturale, perchè quelli tinteggiati di scuro possono macchiare la ricopertura. Quanto ai pesi, la cosa migliore è sovrapporre ai bordi d'entrata e d'uscita delle righe o righelli, e poggiare sopra di essi dei libri o altri pesi (fig. 142). Non bisogna però esagerare con i pesi, perchè altrimenti davanti si potrebbero schiacciare le centine; e posteriormente il bordo d'uscita, che se il profilo è concavo non poggia sul piano, potrebbe scollarsi dalla coda delle centine. E' bene quindi poggiare la riga proprio sulla linea esterna del bordo di

uscita, oppure mettere un listello triangolare sotto di esso (fig. 143).

Non è necessario porre sotto peso la fusoliera, per la quale d'altra parte bisognerebbe ricorrere a complicate attrezzature, in quanto generalmente la sua struttura ha robustezza sufficiente per evitare deformazioni.

L'essiccamento della ricopertura deve avvenire possibilmente in ambiente asciutto, ma non al sole, che provocherebbe una tensione irregolare, che si riallenterebbe una volta portata all'ombra. Se per qualche



FIG. 141  
RICOPERTURA RACCORDI ALARI

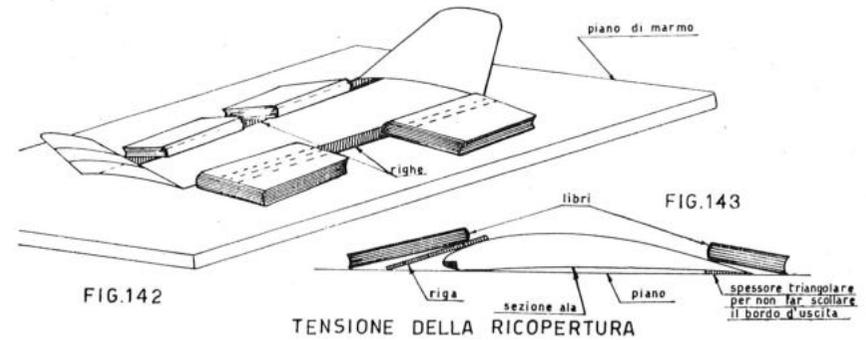


FIG. 142  
TENSIONE DELLA RICOPERTURA

motivo occorresse accelerare l'operazione (ad esempio alla vigilia di una gara), si può cercare di aumentare la ventilazione, e quindi l'evaporazione dell'acqua, ma mai avvicinare fonti di calore, come stufe od altro, salvo proprio casi di estrema necessità.

Data la forma a diedro dell'ala, salvo il caso che essa sia a diedro semplice con attacco a baionette, non è possibile tenerla interamente sotto peso, salvo a ricorrere a complicate attrezzature. Pertanto è opportuno lasciare da parte la fretta, e bagnare separatamente le parti centrali e le estremità, in modo da tenerle sotto peso una per volta.

Terminata la bagnatura, si può ritoccare con una spruzzata d'acqua qualche punto in cui siano rimaste delle grinze, che possono anche essere eliminate, se dipendevano da difetto di bagnatura; quindi, quando tutto è asciutto, si può passare alla verniciatura. Il materiale migliore per tale operazione è lo stesso collante cellulosico, diluito in parti circa uguali con solvente alla nitro. Esso infatti, oltre a tendere ulteriormente la ricopertura, aumentando la rigidità della struttura, la irrobustisce notevolmente, e la rende perfettamente impermeabile e insensibile all'umidità, in quanto penetra nelle porosità della carta, e fa corpo unico con le fibre di essa, formando tutta una pellicola cellulosica, il cui peso, una volta ben essiccata, è minimo.

Per ottenere questo risultato occorre dare quattro o cinque mani di collante, usando un pennello molto morbido (di pelo di castoreo), ed agendo sempre nel senso delle centine o della lunghezza della fusoliera, in modo che le eventuali striature risultino parallele alla direzione del moto. Il numero delle mani di collante può essere aumentato per costruzioni robuste, mentre è bene sia ridotto a due o tre per ali ed impennaggi molto leggeri, ad evitare che la forte tensione provochi delle svergolature.

Dopo ogni mano di collante le strutture devono essere poste ad asciugare sotto peso, non appena sia evaporato l'eccesso di collante, in modo che la carta non rischi di incollarsi al piano. E' ovvio quindi che per completare l'operazione occorrerà almeno una giornata intera (cal-

colando un paio d'ore fra una mano e l'altra), ed anche più per l'ala, se si verniciano separatamente i vari tronconi. Però è meglio avere pazienza che non rischiare di trovarsi un'ala od un piano di coda svergolati, che danneggerebbero gravemente il volo del modello. Per la verniciatura valgono le stesse avvertenze dettate a proposito della bagnatura, e cioè di farla essiccare in ambiente asciutto, ma lontano da fonti di calore, che provocherebbero eccessiva tensione. L'umidità invece può produrre nel collante delle striature biancastre (a volte dovute anche alla cattiva qualità del solvente, che presenta tracce di acqua), che comunque possono essere rimosse ripassandovi sopra con del solvente di buona qualità.

### La rifinitura

Volendo migliorare l'estetica del modello, dopo il collante si possono usare delle vernici alla nitrocellulosa, che sono praticamente le uniche usate in aeromodellismo, per le loro doti di leggerezza e rapida essiccazione (salvo gli smalti sintetici o le vernici antimiscela, usate per i modelli



Osservare la perfetta rifinitura di questo modello veleggiatore, con fusoliera in balsa stuccato. Notare il piano di coda in posizione di antitermica.

a motore). Esse sono disponibili, oltre che nei vari colori, anche nel tipo trasparente, che permette, con un leggero aumento di peso, di ottenere delle superfici molto più lucenti. Quelle colorate invece risultano assai più pesanti, tanto più che ne occorrono almeno due mani per ricoprire bene le superfici; inoltre esse tendono ad allentare la ricopertura.

Le strutture ricoperte in tavolette di balsa, o ricavate dal blocco, come nel caso di fusoliera a guscio, vengono ugualmente verniciate con collante, tenendo però presente che dopo ogni mano occorre scartavetrare con carta abrasiva sottile (n. 280 o 320) le superfici, in quanto il collante irrigidisce la peluria del legno. Dopo quattro o cinque mani si otterrà così una superficie abbastanza levigata, che può essere lasciata al naturale, oppure lucidata con della nitro trasparente, o ancora verniciata con vernice colorata.

In quest'ultimo caso però occorre tenere presente che una superficie di balsa rifinita con collante al tatto sembra assai levigata; ma verniciandola in colore appariranno certamente tutte le venature del legno e le imperfezioni di costruzione. Occorrerebbe quindi, prima della verniciatura, stuccarla con stucco alla nitrocellulosa, del tipo usato dai carrozzieri; ma tale operazione comporta un sensibile aumento di peso; per cui nei modelli che richiedono la massima leggerezza si preferisce spesso, dopo aver accuratamente liscio le superfici di balsa, ricoprirle con della carta modelspan colorata sottile, incollata con collante applicato con pennello dal disopra, facendo attenzione a non lasciare delle grinze. Si può così, con un'accurata scelta dei colori, ottenere ugualmente un gradevole aspetto estetico, che può essere ancora migliorato con qualche fregio, scritta o disegno, per i quali si può scegliere fra il vasto assortimento di decalcomanie scivolanti (*decals*) disponibili in commercio.

Per le fusoliere di veleggiatori e motomodelli si usa talvolta anche la ricopertura in foulard di seta, che consente una maggiore robustezza. Per l'applicazione di essa si usa esclusivamente collante cellulosico, seguendo un procedimento analogo a quello della ricopertura in carta, che però comporta maggiori difficoltà; tanto è vero che oggi si tende a sostituire la seta con carta modelspan pesante, ricorrendo in qualche caso alla ricopertura in doppio strato, per aumentare la robustezza. La ricopertura in seta non deve essere bagnata, e viene tesa esclusivamente con diverse mani di collante, più abbondanti di quelle che si danno sulla carta.

## CAPITOLO IX

### *La messa a punto e il centraggio*

#### Le svergolature

Con la verniciatura il modello è terminato, ma prima di recarsi a provarlo è necessario fare alcuni controlli. Anzitutto occorre accertarsi che non vi siano svergolature, traguardando accuratamente sia l'ala che i piani di coda, dal muso e dalla coda della fusoliera: se la distanza verticale che si osserva tra il bordo d'entrata e quello d'uscita delle due semiali o semipiani è la medesima, e i due bordi appaiono paralleli, è segno che le superfici sono diritte; se invece da una parte si nota uno spessore maggiore, e i bordi appaiono convergenti o divergenti, vuol dire che esiste una svergolatura (fig. 144). Nel caso di semiali unite a baionette, il difetto può dipendere anche da un'erronea costruzione degli attacchi, per cui le due centine iniziali risultano montate con diversa incidenza. Per evitare questo inconveniente è necessario fare il controllo prima di passare alla ricopertura, ed eventualmente rettificare l'attacco, per evitare di dover poi scoprire un bel tratto della fusoliera per eliminare il difetto.

Se invece si riscontra una vera e propria svergolatura di una superficie, portante o stabilizzante, bisogna assolutamente provvedere ad eliminarla prima di provare il modello, perchè altrimenti si rischia di non concludere niente, e di riportare a casa un mucchio di pezzetti. A questo punto è lecito porsi la domanda: ma se sono state osservate tutte le precauzioni, se le superfici sono state costruite su un piano di montaggio perfettamente diritto, e se su quello stesso piano sono state mantenute per lungo tempo dopo la verniciatura, come possono essersi verificate delle svergolature?

Eppure esse ci sono, ed esistono anche le ragioni per cui si sono prodotte. Una delle cause può essere costituita dai listelli usati, che non erano perfettamente diritti, e che, tenuti allineati sul piano di montaggio dagli spilli, una volta tolti tendono a riprendere il loro assetto

primitivo, deformando tutta la struttura. Per eliminare questa possibilità non resta che scegliere accuratamente il materiale, usando solo listelli ben diritti, con vena rettilinea, senza nodi, ecc.

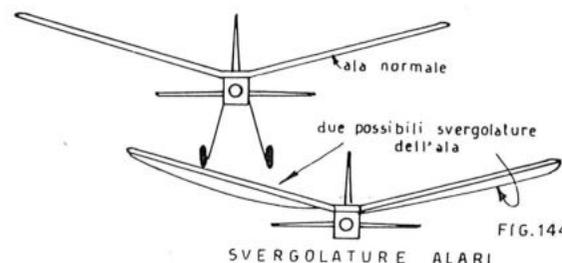
Un'altra causa può essere costituita da degli elementi inseriti a forzare nella struttura (centine, controventature o altro), i quali, una volta tolta dal piano di montaggio l'ala, o piano di coda che sia, determinano una forza trasversale o diagonale, che tende a provocare la deformazione. Quindi tutti i pezzi incastrati devono andare precisi nei loro alloggiamenti, ma senza forzare.

Terza causa è costituita dalla ricopertura male applicata, con una maggiore tensione nel senso di una diagonale; anche in questo caso, specie se si tratta di un tipo di carta robusto, la sua forza, non uniformemente distribuita, finisce per provocare la deformazione. E' quindi chiaro come si debba fare massima attenzione nell'applicazione della carta, per evitare questi inconvenienti.

Ora però ci verrà posta un'altra domanda: e se, sia perchè si sia posta poca cura nella costruzione, sia a dispetto di questa, le svergolature vengono fuori ugualmente, cosa bisogna fare? E' necessario buttare via tutto? Beh, non bisogna essere così drastici! E' vero che un'ala o un

piano di coda con tendenza a svergolarsi è sempre fonte di fastidi; ma ciò non vuol dire che non si possa cercare di porvi rimedio, prima di rifarlo ex novo.

L'unico sistema è quello di bagnare abbondantemente la



parte interessata con del solvente alla nitro (supponendo che essa sia verniciata con collante cellulosico o nitro trasparente), e rimetterla sul piano di montaggio con dei buoni pesi, lasciandovela il più a lungo possibile (almeno due o tre giorni), preferibilmente all'aria aperta.

Spesso però anche questo non basta, perchè dopo un po' di tempo, pian piano si riforma la svergolatura, in quanto permane sempre la forza deformante. Bisogna allora ripetere il trattamento, e far asciugare la ricopertura mantenendo l'ala forzata in posizione opposta a quella verso la quale tende a deformarsi, il che si ottiene facilmente ponendo degli spessorini sotto i bordi d'entrata e d'uscita, alle due estremità della diagonale della superficie (fig. 145).

Generalmente con questo sistema si ottiene un buon risultato, almeno per un certo periodo di tempo. Comunque ogni volta che si dovrà provare il modello, o partecipare ad una gara, sarà necessario control-

**CORREZIONE SVERGOLATURA POSITIVA DELLA SEMIALA DESTRA**

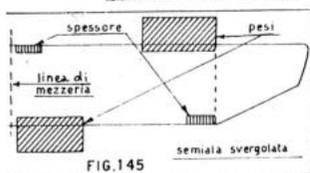


FIG.145

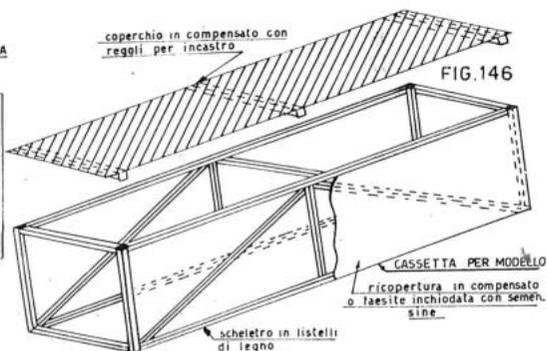


FIG.146

lare accuratamente le superfici due o tre giorni prima, e se si notano deformazioni, provvedere subito con il solito trattamento.

Il guaio è quando le svergolature si producono sul campo di gara, a causa dell'alterna azione dell'umidità e del calore del sole. Anche in questi casi si ricorre quasi sempre ad una affrettata bagnatura con diluente alla nitro (portarsene sempre appresso una boccettina), facendo asciugare la parte fra le mani, in modo da poterla controllare in continuazione. Se invece non vi fosse il tempo per questa operazione, o se essa non raggiungesse l'esito sperato, bisogna ricorrere all'opera degli alettoncini, come vedremo fra poco.

**La messa a punto**

Vediamo ora le altre operazioni preliminari da compiere prima di recarsi sul campo di prova.

Controllate gli attacchi dell'ala e dei piani di coda; se l'ala è divisa in due semiali, assicuratevi che le baionette non abbiano gioco nelle rispettive sedi, in modo che le semiali non possano muoversi o sfilarsi in volo. Se le baionette non sono molto forzate nelle rispettive cassette, è indispensabile che le due semiali vengano assicurate con degli anellini elastici.

Il piano orizzontale deve essere perfettamente parallelo al piano dell'ala, e la deriva perfettamente verticale, e allineata con l'asse di simmetria della fusoliera. Se è previsto il sistema antitermica, assicuratevi del suo perfetto funzionamento, per evitare che possa rimanere bloccato, con rischio di perdere il modello.

Per controllare che la posizione del baricentro sia esatta (vedere quanto detto in proposito nel capitolo relativo alla stabilità longitudinale), sollevate il modello tenendolo in bilico su due dita, poste circa a metà di ogni semiala, nel punto della corda corrispondente alla posizione del baricentro prevista nel progetto, e aggiungete o togliete del piombo dall'apposito pozzetto posto sul muso della fusoliera, finché il

modello non si disponga in posizione orizzontale. Controllate anche le incidenze dell'ala e dei piani di coda, e, se non risultassero conformi a quelle previste nel progetto, rettificatele incollando degli spessorini di balsa duro sotto il bordo d'entrata o d'uscita, rispettivamente se dovete aumentare o diminuire l'incidenza.

A questo punto potete smontare il modello, e recarvi sul campo per le prove. E' necessario scegliere un prato assai vasto (l'ideale sarebbe un aeroporto), per cui è probabile che dobbiate recarvi un po' lontano dalla città, e, se non avete un mezzo vostro, affrontare un disagio tragitto su mezzi pubblici, generalmente assai affollati. Pertanto, per non correre rischio di danneggiare il modello durante il trasporto, sarebbe bene che vi faceste una cassetta per riporvelo, cassetta che può essere ricavata con qualche listello di legno da cm. 1x1, e ricopertura in compensato di pioppo da 3-5 millimetri o faesite (fig. 146). All'interno della cassetta i vari pezzi del modello devono essere assicurati alle pareti mediante elastici tesi fra due gancetti, affinché non possano urtare fra loro, con rischio che le parti sporgenti (spinotti, ecc.) sfondino la ricopertura. Oppure occorre riempire tutti gli spazi vuoti con stracci, giornali accartocciati o trucioli da imballaggio.

**Le prove di volo**

Giunti sul campo montate il modello, dategli un'ultima occhiatina di controllo, ed iniziate i lanci di prova. Anzitutto determinate l'esatta direzione del vento, perchè il modello deve essere sempre lanciato perfettamente contro vento. Se questo fosse forte, è opportuno rinviare le prove, perchè se un modello ben centrato può volare anche in giornate ventose, sia pure con un certo rischio, intestarsi a voler provare per la prima volta un modello nuovo in tali condizioni, vuol dire esporlo ad una scassatura quasi certa.

Se invece il vento è lieve, per determinare la direzione gettate in aria una manciata d'erba, o meglio ancora, se siete fumatori, regolatevi col fumo di una sigaretta. Prendete il modello per la fusoliera con una mano, sotto il baricentro, e, tenendolo bene orizzontale, fate alcuni passi di corsa, sempre controvento, e lanciatelo accompagnandolo col braccio, più che spingerlo, secondo una direzione leggermente inclinata verso il basso.

Per poter osservare meglio la traiettoria percorsa dal modello, e raggiungere il perfetto centraggio, sarebbe utile disporre di un leggero pendio, disposto contro vento, o quasi, e lanciare il modello dalla sommità di esso, o meglio, se il

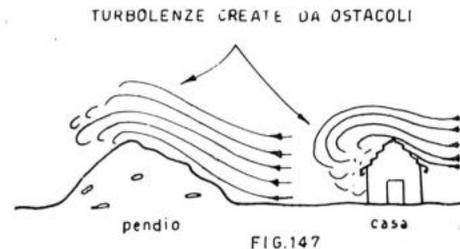


FIG.147

dislivello è notevole, da qualche metro al disotto della sommità, perchè in corrispondenza di essa l'aria subisce una variazione di direzione, che può provocare delle turbolenze. Se non fosse possibile disporre del pendio, ci si dovrà accontentare del centraggio approssimativo che si può ottenere con i lanci a mano, e quindi perfezionarlo nei primi lanci col cavo.

Un'avvertenza assai importante da tenere presente è che i modelli volanti non devono mai essere lanciati sottovento ad un ostacolo qualsiasi (pendii, abitazioni, gruppi di alberi, ecc.), perchè l'aria mossa vi provoca forti turbolenze (fig. 147), che facilmente vi sbatterebbero per terra il modello.

Se il modello è centrato, appena lanciato percorrerà una traiettoria rettilinea leggermente discendente, ed atterrerà dolcemente ad una distanza variabile fra i dieci ed i venti metri dal punto di lancio, a seconda della sua efficienza. Ogni deviazione da questa traiettoria indica un imperfetto centraggio, e deve essere opportunamente corretta.

A questo punto occorre distinguere fra deviazioni in senso longitudinale e trasversale; infatti il modello può risultare *picchiato* o *cabrato*, oppure virato a destra o a sinistra. Nel primo caso la traiettoria risulta fortemente inclinata verso il basso, e curvilinea anzichè rettilinea; cioè il modello tende ad inclinare sempre più il muso verso terra, ed atterra bruscamente. Il modello cabrato invece tende a sollevarsi dalla sua normale traiettoria, alzando il muso verso l'alto; senonchè, esaurito l'impulso dato dalla spinta del lanciatore, entra in perdita di velocità, e cade bruscamente. Se viene lanciato da un pendio un modello cabrato compie in genere una serie di oscillazioni, prima di prendere terra con il muso; se invece il terreno è piano, generalmente l'oscillazione è una sola, ed il modello atterra subito (fig. 148).

Ambedue i difetti possono dipendere sia da uno squilibrio statico che dinamico; cioè da un'errata posizione del baricentro, oppure dalla inesatta incidenza dell'ala o del piano orizzontale; e purtroppo non riesce sempre facile per il principiante stabilire la correzione migliore da fare.

E' questa un'altra ragione per consigliare ai principianti di costruire modelli già provati, nel cui disegno vengono generalmente indicate sia la posizione del baricentro che le esatte incidenze. Poichè la prima è molto più facilmente determinabile che non le seconde, che possono essere falsate da inesattezze di costruzione, conviene sempre portare il baricentro nella posizione stabilita sul disegno, e centrare il modello con variazioni dell'incidenza: se è picchiato aumentare

FIG. 148 CENTRAGGIO IN PLANATA

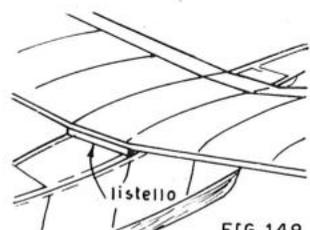
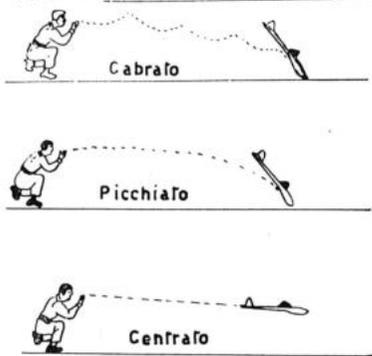


FIG. 149

SPESSORE PER INCIDENZA

l'incidenza positiva dell'ala, ponendo un opportuno spessore sotto il bordo d'entrata (fig. 149); oppure dare incidenza negativa al piano di coda, fissando uno spessore sotto il suo bordo d'uscita. Se il modello è cabrato occorrerà fare le correzioni opposte.

Se non fosse possibile operare tali correzioni, perchè gli attacchi dell'ala e del piano di coda non consentono variazioni di incidenza (è però sempre bene che almeno uno

dei due sia regolabile), il centraggio può essere corretto staticamente, aggiungendo o togliendo zavorra, rispettivamente per un modello cabrato o picchiato. Bisogna però fare attenzione che in questo modo si varia la posizione del baricentro, e che non bisogna mai allontanarsi eccessivamente dai valori previsti nel progetto, perchè un modello con il baricentro troppo arretrato rispetto al Centro di Pressione non si rimette dalla picchiata, ed uno con il baricentro troppo avanzato non si rimette dalla cabrata. Se quindi con piccoli spostamenti del C.G. non si raggiungesse il centraggio del modello, occorrerà assolutamente ricorrere alle variazioni di incidenza, magari modificando gli attacchi.

In alcuni tipi di modelli, nei quali l'ala è fissata con una legatura elastica sopra la fusoliera, si preferisce, anzichè porre zavorra, spostare l'ala in avanti o indietro, rispettivamente per modello picchiato o cabrato. Anche con questo tipo di correzione però non bisogna esagerare, perchè variando la posizione dell'ala si cambiano le caratteristiche di stabilità del modello, in quanto variano il braccio di leva dei piani di coda e la posizione del Centro di Spinta Laterale rispetto al baricentro.

Insomma i diversi tipi di correzioni devono essere usati con un certo raziocinio, e spesso contemporaneamente; e qui si rivela l'esperienza dell'aeromodellista, per cui è sempre consigliabile per un principiante recarsi a provare il modello insieme ad un aeromodellista anziano, che lo possa consigliare nel centraggio.

Passiamo ora ad esaminare le deviazioni in senso trasversale dalla traiettoria rettilinea, cioè virate a destra e sinistra. Teoricamente, se avete ben controllato che le ali ed i piani di coda siano

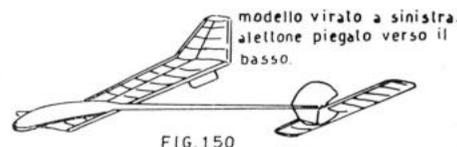


FIG. 150

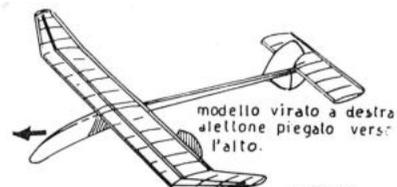


FIG. 151

USO ALETTONI

esenti da svergolature, e che la deriva sia esattamente allineata con l'asse longitudinale della fusoliera, tali virate non si dovrebbero verificare; eppure capita spesso che qualcosa sfugga anche all'occhio più esperto, oppure che una svergolatura si produca sul campo di gara; ed allora bisogna porvi rimedio con degli alettoncini, come avevamo già accennato.

Anche qui vi sono delle complicazioni; infatti se un modello ha la semiala destra svergolata verso il basso, cioè con più incidenza, generalmente vira verso sinistra, in quanto la semiala svergolata produce più portanza. Però può anche accadere, quando il modello è centrato in modo tale da volare in assetto di forte incidenza, che invece viri a destra, per l'eccessivo aumento di resistenza della semiala svergolata.

Nel primo caso il difetto può essere corretto applicando un alettone di cartoncino al bordo d'uscita della semiala sinistra, piegandolo leggermente verso il basso (fig. 150), in modo da aumentare la portanza fino ad equilibrare quella dell'altra semiala. Nel secondo caso invece l'alettone, sempre fissato alla semiala sinistra, deve essere piegato verso l'alto (fig. 151), in modo da provocare contemporaneamente resistenza e deportanza. Senza ricorrere a queste distinzioni però la soluzione più semplice è quella di applicare l'alettone sempre alla semiala esterna alla virata, piegandolo verso l'angolo quasi ad angolo retto, in modo da provocare solo una notevole resistenza. E' così possibile ridurre le dimensioni dell'alettone, e variandone opportunamente l'inclinazione, si raggiunge facilmente il centraggio del modello.

E' ovvio però che l'aumento di resistenza provoca una diminuzione del rendimento del modello; ed inoltre può essere che esso, pur centrato per la velocità di planata, non lo sia per velocità differenti, e tenda quindi a scivolare da un lato se viene colpito da una raffica di vento che ne diminuisce la velocità, oppure dall'altro durante un traino veloce. Ecco perchè quella degli alettoni è sempre una soluzione provvisoria, e bisogna, non appena possibile, provvedere all'eliminazione delle svergolature.

Se la virata, anzichè dall'ala, dipende da una svergolatura o da un inesatto allineamento della deriva verticale, l'alettone di correzione deve essere incollato al bordo d'uscita di quest'ultima, e piegato verso la parte opposta a quella da cui il modello vira.

Talvolta, sebbene raramente, la virata è dovuta ad una differenza di peso delle due semiali, per imperfezioni di costruzione o per incostante qualità dei materiali usati. Tale difetto, che si può riscontrare ponendo il modello rovesciato, e tenendolo con due dita alle estremità anteriore e po-

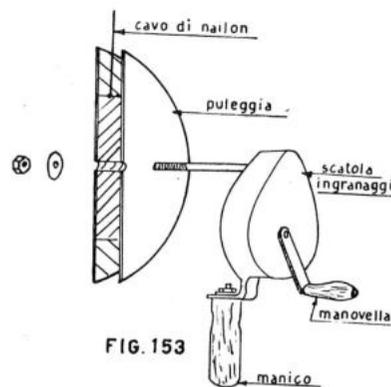
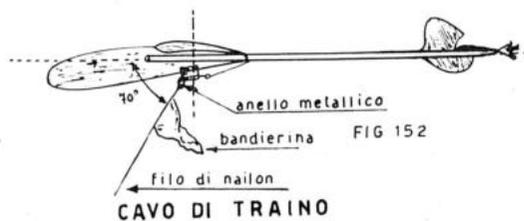


FIG. 153

AVVOLGICAVO MECCANICO

steriore della fusoliera, in modo che possa ruotare sul suo asse longitudinale, si corregge appesantendo la semiala più leggera con qualche pallino di piombo incastrato nell'estremità, oppure con una mano di vernice o collante.

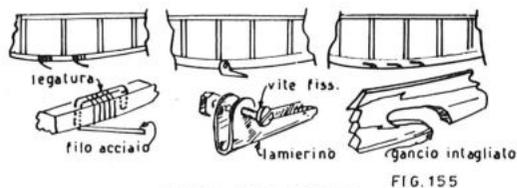
### Il traino col cavo

Eliminati tutti questi difetti preliminari, ed ottenuta dal modello una planata regolare, si passa al lancio col cavo, o *traino*.

Per rendersi conto di come a questo debbano essere dedicate le maggiori cure, basterà una semplice considerazione. E' noto che i regolamenti di gara prescrivono un cavo di lunghezza limitata a cinquanta metri. Ora un abile trainatore, che dispone di un modello stabile, può portarselo fin sopra la testa, con il cavo teso, e cioè ad una quota effettiva di cinquanta metri. Invece un traino difettoso può causare lo sgancio del modello a quaranta e anche a trenta metri, con una riduzione di quota fino al quaranta per cento, e naturalmente una diminu-



Si inizia a stendere il cavo per il lancio di un veleggiatore durante una gara.



GANCI PER TRAINO

zione proporzionale del tempo di volo (a parte le minori possibilità di incontrare delle termiche).

Quindi è inutile spremersi tanto le meningi su un progetto meraviglioso, e su una perfetta messa a punto, che non potranno mai aumentare l'efficienza più del dieci-quindici per cento, quando un traino difettoso può provocare un peggioramento molto superiore.

Vediamo quindi di aiutarvi a trainare perfettamente i vostri veleggiatori. Già in fase di progetto, se lo fate da voi, tenete conto di questo scopo da raggiungere. Vi ricordiamo che per aumentare la stabilità sotto traino sono utili un'ala con diedro ad estremità rialzate o doppio; una deriva posta, almeno in parte, sotto la fusoliera, in modo da trovarsi in buone condizioni di funzionamento nell'assetto fortemente cabrato che il modello assume durante la salita; e soprattutto la totale assenza di svergolature. Infatti anche se queste vengono corrette per il volo in planata, nel modo che vi abbiamo spiegato, spesso non lo sono più con il variare della velocità e dell'assetto, e producono un momento sbandante, che rende impossibile la corretta salita del modello.

Eliminata la possibilità di difetti di progetto e di messa a punto, la riuscita del traino resta affidata alla vostra abilità. Il primo problema da prendere in esame è la scelta del filo da usare. Oggi viene usato quasi universalmente il filo di nylon, che ha una notevole resistenza alla trazione anche con una sezione ridotta (0,3-0,4 mm.), e quindi con poca resistenza aerodinamica e minimo peso; possiede un sensibile grado di elasticità, che ammortizza gli strappi dati al modello da brusche ventate; ed infine ha il pregio di essere facilmente reperibile, con modica spesa, presso tutti i negozi di articoli da pesca, essendo usato per la preparazione delle lenze.

Ad un'estremità del filo bisogna fissare un anello metallico di adeguata grossezza, e vicino ad esso una bandierina di stoffa colorata (fig. 152) che, oltre a facilitare lo sgancio, permette nelle gare al cronometrista di accertare con esattezza l'attimo dello sgancio (dal quale decorre il tempo cronometrato). All'altra estremità il cavo deve essere fissato ad un apposito supporto, sul quale possa essere avvolto e svolto. Nelle gare, per accelerare al massimo questa operazione, si usa una puleggia di compensato, montata su una moltiplica, generalmente realizzata con una di quelle piccole molette a mano, nelle quali la mola viene sostituita

con la puleggia (fig. 153), in modo da poter riavvolgere rapidamente il cavo, prima ancora che giunga a terra, evitando che si impigli negli sterpi. Comunque per le prime prove, se ancora non avete avuto il tempo o la possibilità di preparare tale attrezzo, potete anche avvolgere il filo su una tavoletta di compensato, nella quale avrete praticato due gole sufficientemente profonde (fig. 154).

Vediamo ora il gancio di traino del modello. Esso può essere fisso o mobile; nel primo caso è generalmente costituito da un pezzo di filo d'acciaio legato ed incollato al corrente inferiore della fusoliera; nel secondo caso da un pezzo di lamierino di ottone o alluminio piegato e sagomato, e fissato con un bulloncino ad un foro praticato nel pattino. Più raramente il gancio è costituito da un intaglio praticato direttamente nel pattino in compensato (fig. 155).

Il sistema migliore è il secondo, che permette di spostare facilmente il gancio, praticando diversi fori nel pattino, senza indebolirlo, come avverrebbe con molti intagli. Infatti la posizione del gancio è assai importante per la buona riuscita del traino, ed è quindi opportuno poterlo spostare. Quanto più il gancio è posto indietro, tanto più il modello si impena sotto il traino, e raggiunge la massima quota. D'altra parte arretrando eccessivamente il gancio, si viene a diminuire la stabilità sotto traino. Bisogna quindi determinare la migliore posizione di compromesso, che generalmente è tre o quattro centimetri avanti al baricentro, ma può essere stabilita con esattezza solo sperimentalmente.

Una volta trovata la posizione migliore, il gancio non deve essere più spostato, salvo in giornate di vento molto forte, nelle quali, per evitare che con una salita velocissima e ripida le ali possano spezzarsi, è conveniente spostare un po' in avanti il gancio.



Osservare la posizione del veleggiatore per la partenza sotto traino.

Veniamo ora alla tecnica vera e propria del traino. Per le prime prove è bene ridurre un po' la lunghezza del cavo, ma senza scendere al di sotto dei venticinque-trenta metri, perchè con lunghezze minori non si riesce a controllare il modello. Trovato un aiutante che vi sorregga il modello, agganciate l'anello del cavo e stendete il filo, disponendovi esattamente contro vento.

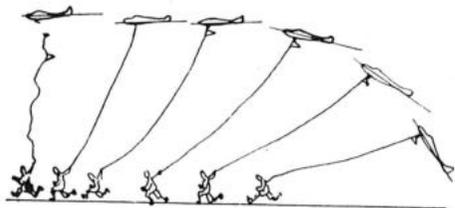
Fatevi accendere la miccia dell'antitermica, se l'avete, ed iniziate dolcemente la corsa. L'aiutante vi deve seguire, sorreggendo il modello in posizione piuttosto cabrata, e curando che la tensione del cavo rimanga costante. Appena sentirà che il modello tende a sollevarsi, lo deve abbandonare, dandogli una leggera spinta verso l'alto, piuttosto che in avanti, altrimenti rischierebbe di farlo sganciare.

Voi continuate a correre, voltandovi ogni tanto per assicurarvi che il modello salga diritto, e regolando la vostra velocità con la sua salita. Infatti se correte troppo forte potete provocare la rottura dell'ala, che viene sottoposta ad uno sforzo superiore alla resistenza delle sue strutture; se invece andate troppo piano, il cavo si allenta, ed il modello finisce per sganciarsi. Naturalmente se vi è vento, la velocità di traino deve diminuire in proporzione, dato che per il modello quella che conta è la velocità relativa rispetto all'aria. In giornate di vento molto forte è talvolta necessario correre, ed a tutta velocità, incontro al modello, per evitare la catastrofe.

Se la salita del modello è diritta, ad un certo punto esso vi giungerà quasi sulla testa, se il cavo è teso; oppure, se il traino è stato eseguito troppo lentamente, noterete che il modello si dispone in linea di volo, ed il cavo tende ad allentarsi. A questo punto il modello non sale più, ed è inutile continuare la corsa; pertanto rallentate gradatamente per portare il modello alla sua velocità normale di volo. Quando vedete che si è disposto in assetto di planata, fermatevi addirittura, e l'anello del cavo, aiutato dalla bandierina, si sgancerà dal modello (fig. 156).

Finora abbiamo supposto che il modello salga diritto; vediamo ora che cosa bisogna fare se esso sbanda da una parte. Ciò può essere imputato a due cause diverse, che richiedono correzioni opposte, e che bisogna quindi imparare a distinguere. Infatti la sbandata può essere dovuta al vento, la cui direzione non è perfettamente parallela a quella di traino, e quindi tende a spingere lateralmente il modello. In questo caso il trainatore deve correre in direzione opposta, fino a disporsi esat-

FIG. 156



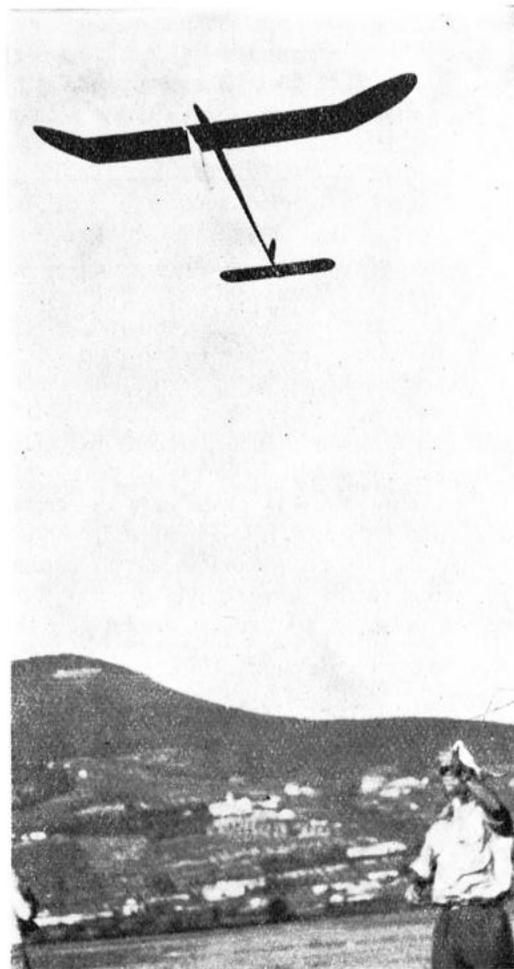
VARIE FASI DEL LANCLIO COL CAVO

tamente controvento, dopo di che il modello si rimetterà e si potrà riprendere il traino regolarmente.

Altre volte invece la sbandata è dovuta ad un difetto del modello, generalmente una svergolatura, ed allora bisogna corrergli incontro, per diminuire la tensione del cavo e la velocità del modello. Se il difetto non è grave, generalmente in questo modo il modello si raddrizza, e si può riprendere il traino, salvo a ripetere lo scherzo subito dopo, obbligando il proprietario ad eseguire un traino a singhiozzo. Se invece si vede che il modello, anzichè raddrizzarsi, tende ad aumentare sempre di più la sua inclinazione trasversale, occorre sganciarlo subito, gettandogli incontro il rocchetto, perchè altrimenti il traino si risolverebbe con una certa scassatura. Naturalmente dopo occorre esaminare attentamente il modello, e provvedere all'eliminazione dei difetti che si riscontrano, perchè altrimenti non si riuscirà mai ad eseguire un traino corretto.

Altri difetti che si possono riscontrare nel traino sono una traiettoria a zig-zag, cioè con leggere sbandate alternate a destra e sinistra, oppure una salita con un angolo troppo basso, che ambedue determinano un insufficiente sfruttamento del cavo. Il primo difetto può essere dovuto alla scarsità di superficie della deriva verticale, oppure alla posizione del gancio troppo arretrata; il secondo al gancio troppo avanzato, oppure al centraggio del modello effettuato con il baricentro troppo arretrato. Anche in questi casi occorre eliminare tali cause per ottenere un traino efficiente.

A questo punto dobbiamo parlarvi di un dispo-



Il traino del veleggiatore è iniziato. Notare la bandierina del cavo.

tivo assai usato sui veleggiatori da gara: il « *direzionale mobile* ». Per rendersi conto della sua importanza occorre considerare che, per salire perfettamente sotto traino, il modello deve essere centrato perfettamente diritto. D'altra parte è opportuno che, dopo lo sgancio, il volo avvenga con una virata di una cinquantina di metri di diametro, che oltre ad evitare l'eccessivo allontanamento del modello, facilita lo sfruttamento delle termiche.

Ecco quindi entrare in funzione il direzionale mobile, che è costituito da una parte della deriva verticale incernierata alla parte fissa, mediante quattro pezzetti di fettuccia incollati in croce fra i due pezzi, in modo cioè che ognuno di essi risulti fissato per metà sulla faccia sinistra di un pezzo e per metà su quella destra dell'altro, o viceversa. Alla parte mobile è fissata una levetta, di compensato o alluminio, sporgente da ambedue le parti, ad una estremità della quale è fissato un elastico collegato con la parte fissa, che tende a tenere il direzionale in posizione virata. All'altra estremità della levetta viene invece fissata l'estremità di un filo di nylon che parte dal gancio di traino, che deve essere scorrevole, in modo che sotto la trazione si sposti in avanti, tendendo il filo di nylon, e portando il direzionale in posizione diritta (fig. 157).

Naturalmente quando il modello si sgancia dal cavo, si allenta il filo di nylon, e l'elastico porta il direzionale nella posizione di virata, che può essere regolata disponendo un opportuno fermo che ne limiti lo spostamento, che deve essere in media di 15-20 gradi. Logicamente è necessario anche un altro fermo che faccia sì che, durante il traino, il direzionale non possa oltrepassare la posizione diritta, e risultare virato dalla parte opposta. Ricordare che nei primi lanci a mano di centraggio il direzionale mobile deve essere tenuto bloccato in posizione diritta.

Per aumentare la probabilità di sfruttare le termiche i più esperti veleggiatori, anziché sganciare il modello non appena terminato il traino, continuano a correre per il campo, trascinandosi il modello a rimorchio, finché una trazione sul cavo non li avverte che esso è entrato in una corrente ascendente. Allora si fermano, il modello si sgancia e

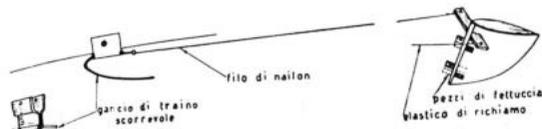
quando il cavo di trazione è attaccato al gancio mobile tirano in tensione il filo di nylon e questo a sua volta obbliga il direzionale a tornare nella posizione diritta.



SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DEL COMANDO DEL DIREZIONALE MOBILE

quando il cavo di traino si stacca il nylon non esercita più trazione e l'elastico provoca la rotazione del direzionale fino ad arrestarsi contro il fermo.

FIG. 157



continua a salire, con molte probabilità di segnare un « pieno », cioè un tempo superiore al massimo considerato dal regolamento.

Naturalmente una volta terminato il traino, il modello deve essere seguito attentamente nel suo volo, per accertare eventuali piccoli errori di centraggio. Ad esempio è facile che il modello, centrato in volo rettilineo con lanci a mano o in pendio, diventi leggermente picchiato quando sganciandosi dal cavo, entra in funzione il direzionale mobile, in quanto la virata determina una riduzione dell'incidenza di funzionamento dell'ala. In questo caso si può dare man mano incidenza negativa al piano orizzontale, finché non si vede che il modello tende a diventare cabrato, perché così facendo si diminuisce la velocità, e quindi si aumenta la durata del volo del modello, che è bene controllare con un cronometro, facendo la media dei tempi segnati in vari lanci, in modo da disporre di elementi sicuri per la determinazione del miglior centraggio.

### La tecnica di gara

A questo punto, poichè riteniamo che, dopo le prime costruzioni, vorrete senz'altro cimentarvi sul campo di gara, vogliamo darvi alcuni consigli sulla tecnica di gara. Supponiamo che domani dobbiate prendere parte ad una competizione con il vostro veleggiatore. Iniziate col fare il controllo delle svergolature, degli attacchi, del funzionamento del direzionale mobile e dell'antitermica, ecc.; quindi smontate il modello e riponetelo nella sua cassetta. Preparate il cavo, nonché una scatoletta con tutti gli accessori da portarvi appresso, e cioè gli elastici per il montaggio, le eventuali baionette, miccia, fiammiferi, una boccettina o tubetto di collante, spilli, cartavetrata, lamette, un paio di pinze, qualche ritaglio di listello e tavoletta di balsa, un po' di carta per eventuali riparazioni della ricopertura, qualche molletta da bucato, un po' di pallini di piombo, ecc. Ricordate che è sempre meglio portarsi qualche cosa in più che essere poi costretti a girare per il campo in cerca di un'anima pietosa che possa fornirvi il materiale mancante, sciupando del tempo prezioso, che può costare la perdita di un lancio, e quindi della gara.

Ed ora eccoci giunti al gran giorno. Con la vostra cassetta e la borsa con la scatoletta degli accessori e la colazione, giungete sul campo. Datevi un'occhiata in giro, ma senza lasciarvi intimidire dall'aspetto dei modelli dei cannoni: hanno un'ala, una fusoliera ed un paio di piani di coda come il vostro! Aprite la cassetta e montate il modello con calma. Sarà bene fare un lancetto di prova, perchè le condizioni atmosferiche possono variare da un giorno all'altro, provocando lievi variazioni di centraggio; senza però esagerare, per non correre il rischio di scassare il modello prima della gara. Se poi le condizioni atmosferiche sono poco buone (pioggia o forte vento) è meglio, se si ha una certa sicurezza del modello, rinunciare completamente ai lanci di prova. In caso di assoluta necessità (modello ancora non ben centrato) effettuate i lanci di

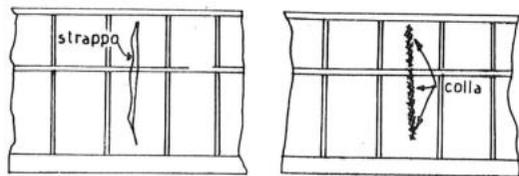
prova con la miccia dell'antitermica assai corta, in modo da eliminare la possibilità di uscita fuori campo. Una volta che tutto è a posto incollate gli eventuali spessorini usati per il centraggio, la cui dimenticanza in un lancio di gara potrebbe causare un disastro.

C'è da notare che nella maggior parte delle gare l'ordine di lancio è libero, e quindi bisogna usare un certo razionalità nella scelta del momento giusto per il lancio, cioè del momento in cui le condizioni atmosferiche sono più favorevoli per la presenza di termiche, il che si può dedurre soprattutto dal comportamento in volo degli altri modelli. Bisogna però anche tenere presente che, in linea generale, è sempre bene lanciare fra i primi, in modo da avere un certo margine di tempo, sia per la ripetizione di un eventuale lancio nullo, sia per il recupero ed eventuale riparazione per il lancio successivo.

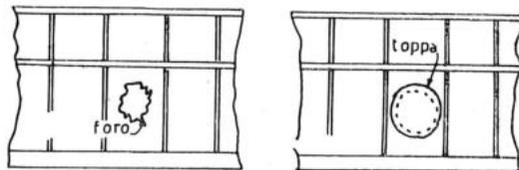
Un altro fattore da tenere presente è che, specialmente se il fondo del campo non è di natura uniforme (per esempio se vi sono delle piste di cemento in mezzo all'erba), le termiche non sono distribuite ugualmente in tutti i punti. Anche per questo bisogna osservare il comportamento in volo degli altri modelli per determinare il punto migliore per lanciare.

Ed ecco il momento del lancio. Cercate soprattutto di mantenervi calmi e padroni di voi stessi, perchè il nervosismo può causare gravi disastri. Controllate la posizione dell'ala ed i vari attacchi ed accertate l'esatta direzione del vento; non fidatevi mai troppo di un'eventuale manica a vento posta a qualche centinaio di metri di distanza, poichè vi può sempre essere una differenza di direzione anche leggera ma ugualmente dannosa.

Cercate di eseguire il traino con calma ed attenzione, e di sfruttare il cavo fino all'ultimo centimetro; e quindi sperate in santa termica. Se riuscirete a compiere regolarmente tutti i lanci, otterrete certamente un discreto piazzamento, che costituirà la vostra prima soddisfazione sportiva. Comunque, se anche le cose dovessero andare male, non vi scoraggiate e perseverate; nel peggiore dei casi avrete acquistato dell'esperienza utile per le gare successive.



riparazione con collante FIG. 158



riparazione con toppa FIG. 159

RIPARAZIONI DEGLI STRAPPI NELLA RICOPERTURA

## Le riparazioni

Prima di chiudere il capitolo vogliamo rivolgervi alcuni consigli sul modo di riparare quei danni, piccoli o gravi, che possono verificarsi con una certa facilità sui modelli volanti, a causa di urti contro ostacoli, atterraggi su sterpi, ecc.

L'incidente di minore gravità che può capitare è uno strappo alla ricopertura, di piccole proporzioni. In questo caso basta rialzare con uno spillo i bordi dello strappo, in modo da tenerli il più possibile accostati, e passare sopra di essi un filo di collante un po' denso, che essiccando tende a ravvicinare i due bordi, rendendo quasi invisibile lo strappo (fig. 158). Se questo è di maggiore entità, ed i bordi non vogliono rimanere accostati, occorre ripassare col collante un pezzetto per volta, tenendo fermi i due bordi con uno spillo, e soffiando sopra il collante per accelerarne l'essiccamento. Se dovessero rimanere delle grinze, esse vengono generalmente eliminate passandovi sopra una mano di diluente.

Nel caso che nella rottura fosse stato proprio asportato un pezzo della ricopertura, si rifila il foro con una lametta, fino a ridurlo ad una forma geometrica regolare (tonda o quadrata), e lo si ricopre con un altro pezzetto della stessa carta, incollandola con collante, perchè la colla all'amido non aderirebbe sulla ricopertura già verniciata (fig. 159). Se poi lo strappo fosse di notevoli proporzioni, è opportuno ricoprire nuovamente tutta la parte compresa fra due elementi (ad esempio fra due centine), riverniciando con collante la nuova ricopertura.

Naturalmente possono verificarsi anche rotture dello scheletro, che richiedono un lavoro più lungo. Ad esempio abbastanza frequente è la rottura del bordo d'entrata alare, per urto contro ostacoli. In questo caso, dopo aver scoperto la parte incrinata, si sostituisce il pezzo roto con uno spezzone dello stesso listello (salvo che sia possibile usare gli stessi elementi spezzati), facendo una congiunzione ad incastro o a scivolo (vedi figure 64 e 65). Quindi, ad essiccamento avvenuto, si rifinisce la giunzione, e si ricopre nuovamente la parte, provvedendo anche alla verniciatura. Durante tutte queste operazioni occorre fare attenzione che non si producano delle svergolature.

Nel caso di rotture di elementi soggetti a maggiore sforzo, come longeroni alari, è bene rinforzare la giunzione con due guancette laterali, tenute strette durante l'incollaggio con due mollette da bucato. Molto utile per rinforzare le giunzioni è anche una fasciatura di seta spalmata di collante.

## CAPITOLO X

### **Il progetto ed il disegno degli aeromodelli**

#### **La realizzazione della tavola costruttiva**

Il miglior consiglio che si possa dare ai giovani che muovono i primi passi nell'attività aeromodellistica è quello di costruire inizialmente solo modelli già provati, dei quali sia disponibile la tavola costruttiva, in quanto così evitano di incorrere in errori di progetto aerodinamico e strutturale. Naturalmente è sempre bene iniziare con un semplice modello veleggiatore, evitando assolutamente i modelli che riproducono aerei veri, che se sono piacevoli all'occhio, risultano difficili di costruzione, e offrono generalmente scarsi risultati di volo.

Dopo uno o due apparecchi realizzati su tavola costruttiva, si può passare alla riproduzione di qualche modello di cui si trova il disegno pubblicato sulle riviste specializzate, in scala ridotta, accompagnato da indicazioni di massima sulla costruzione. Naturalmente in questo caso occorre come prima operazione ricavare il disegno in grandezza naturale del modello, ingrandendo quello pubblicato di tante volte quanta è la scala usata.

Tale operazione richiede una certa conoscenza del disegno, ma non implica poi grandi difficoltà. Basta infatti prendere per ogni elemento del disegno (vista laterale ed in pianta della fusoliera, pianta ali ed impennaggi) una linea di riferimento, preferibilmente lungo un asse di simmetria o un longherone rettilineo; tracciare su di essa le posizioni dei vari elementi trasversali (traversini, ordinate o centine), e misurare, in corrispondenza di ognuno di essi, la distanza risultante sul disegno in scala fra la linea di riferimento ed il contorno, distanza che, moltiplicata per il rapporto fisso di ingrandimento, viene riportata sulla tavola al naturale, in modo da ottenere un punto del contorno.

Tutti i punti così ottenuti vengono poi uniti con una linea, che può essere retta o curvilinea. Nel secondo caso può essere tracciata servendosi di un listello curvato e tenuto in posizione con dei pesi, dato che è difficile trovare dei curvilinei con raggio di curvatura così ampio. Le

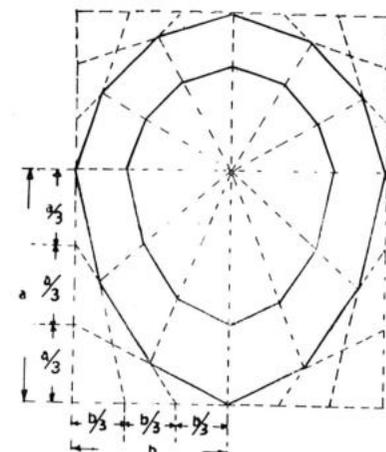
curve devono risultare dolci e regolari; per cui può essere necessario rettificare alcuni punti che risultassero imprecisi, per difetto di misurazione.

La realizzazione della tavola al naturale comporta ovviamente anche la risoluzione di alcuni piccoli problemi costruttivi, che non appaiono nel disegno in scala. Si tratta comunque di piccole difficoltà, che potranno essere facilmente risolte con un minimo di esperienza.

Un problema che una volta costituiva una notevole difficoltà era quello del disegno delle ordinate della fusoliera. Oggi però, con la diffusione delle fusoliere a traliccio ed a guscio, tale difficoltà viene quasi sempre eliminata. Comunque, nel caso si adotti una fusoliera con costruzione totale o parziale ad ordinate, bisogna curare che esse risultino tutte ben allineate nei lati e negli spigoli, per non provocare ondulazioni dei correnti e della ricopertura. In fig. 160 mostriamo come sia possibile ricavare diverse ordinate a forma poligonale perfettamente allineate. Anche senza ricavarle l'una dentro l'altra, il che sarebbe impossibile oltre un certo numero, è possibile mantenere la simmetria mantenendo costanti i rapporti fra i vari lati.

#### **Il disegno delle centine**

Un'altra cosa che comporta una certa perdita di tempo è il disegno delle centine dell'ala e dei piani di coda, sebbene tali elementi vengano spesso riportati in grandezza naturale anche nei disegni ridotti in scala. In altri casi viene invece indicato solo il profilo usato, ed occorre ricavarne il disegno. Al termine di questo capitolo riportiamo una piccola raccolta dei profili più usati in campo aeromodellistico, dalla quale potete vedere che ognuno di essi viene determinato da una tabella composta da tre serie di numeri, contraddistinte rispettivamente con  $x$ ,  $ys$  e  $yi$ . La prima indica i valori percentuali della corda, da 0 a 100, presi sulla linea di riferimento, che in alcuni casi passa per il bordo d'uscita ed il bordo d'entrata, mentre in altri risulta tangente alla curva inferiore. Il punto di partenza della scala delle  $x$  (*origine*), che costituiscono le ascisse del grafico, è dato nel primo caso dal bordo d'entrata, e nel secondo dal punto determinato sulla linea di riferimento dalla perpendicolare passante per il bordo d'entrata. Le altre due serie di numeri,  $ys$  e  $yi$ , costituiscono le



DISEGNO DELLE ORDINATE POLIGONALI  
FIG. 160

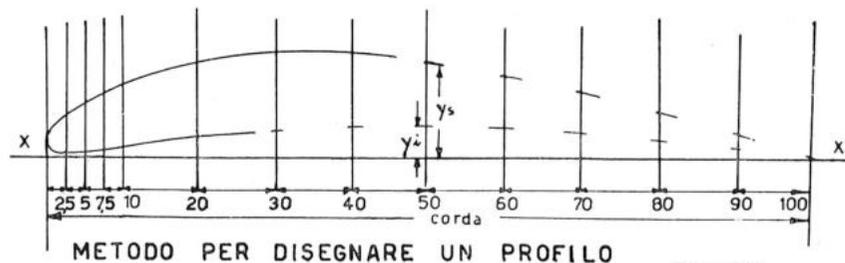


FIG. 161

altezze, o *ordinate*, delle curve rispettivamente superiore ed inferiore del profilo, sempre in percentuale della corda, da prendersi sulla perpendicolare della corda passante per il corrispondente punto  $x$ , e partendo da tale punto.

Vediamo di chiarire meglio le cose con un esempio pratico. Osserviamo una tabella di un profilo qualsiasi. Abbiamo detto che tutti i numeri segnati in essa costituiscono delle percentuali della corda; e pertanto è chiaro che, se la corda è di 100 mm., tutti gli altri valori, presi come sono, danno già esattamente le quote del profilo da disegnare. Se invece la corda è di valore diverso, occorre moltiplicare tutte le tre serie di numeri per il rapporto fra la nuova corda e 100.

Ad esempio supponiamo di dover disegnare una centina con corda 150 mm. La prima operazione da svolgere è quella di moltiplicare tutte le quote per  $150:100 = 1,5$ . Si ricava così una seconda tabella, in base alla quale si può passare alla parte grafica.

Anzitutto su un foglio di carta si segna un segmento di retta, prendendovi un punto d'origine, a partire dal quale si riportano tutte le distanze corrispondenti alle quote ottenute per le  $x$ . Per i punti così trovati si innalzano altrettante perpendicolari, sulle quali si possono riportare le quote delle  $y_s$  e  $y_i$ , partendo sempre dalla linea di riferimento. Per questi punti poi, aiutandosi possibilmente con qualche curvilineo, si tracciano le due curve che costituiscono il profilo. La fig. 161 chiarisce maggiormente il procedimento.

Se si usa della carta millimetrata si può risparmiare il disegno della linea di riferimento e delle perpendicolari ad essa, bastando riferirsi al reticolo già esistente. E' da notare che nella parte anteriore del profilo, che presenta una maggiore curvatura, le quote vengono indicate a distanza ravvicinata, per ottenere una maggior precisione. Inoltre certe tabelle presentano alcune quote in più o in meno rispetto alle altre, secondo il laboratorio che le ha compilate.

Inizialmente si può avere qualche difficoltà per segnare con precisione le altezze, determinate spesso da cifre con due od anche tre deci-

mali; ma con un po' di pratica ed una matita bene appuntita l'inconveniente verrà ben presto superato. Quindi l'unica seccatura rimane quella di dover eseguire una buona dose di calcoli; ma con la tendenza moderna a costruire ali a forme semplici, con centine di balsa, si sviluppano solo le centine di attacco e d'estremità, mentre quelle intermedie vengono ricavate con il sistema del «mazzetto», e il lavoro si riduce a ben poco.

## Il progetto

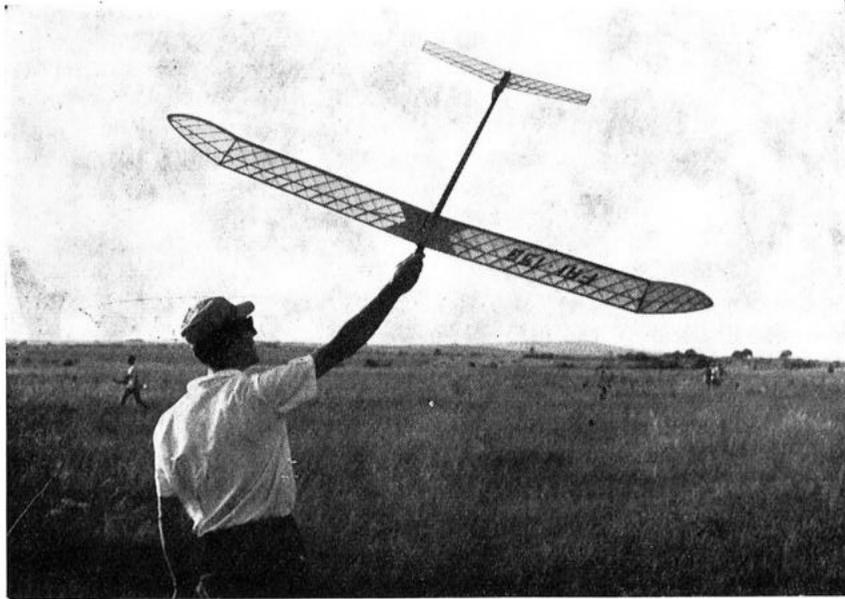
Dopo avere acquistato una certa esperienza, l'aeromodellista sentirà naturalmente il desiderio di realizzare da se anche il progetto del suo modello; e ciò è logico e giusto, in quanto solo così l'aeromodellista si completa. Nel corso della nostra trattazione abbiamo praticamente esposto tutti i concetti principali che devono essere applicati nel progetto di un aeromodello. Ora vi indicheremo secondo quale successione logica debbano essere impostati e determinati i vari elementi, riferendoci per il nostro esempio ad un veleggiatore A-2, cioè da gara.

Per prima cosa occorre considerare le limitazioni imposte dalla formula, che in questo caso sono, come già sappiamo, le seguenti: superficie complessiva dell'ala e del piano orizzontale compresa fra 32 e 34 dmq.; peso minimo 410 grammi. Dato che il peso è fisso, conviene sfruttare al massimo la superficie ammessa dal regolamento, perchè così si diminuisce il carico alare, e quindi la velocità di discesa (vedi capitolo primo). Pertanto ci avvicineremo ai 34 dmq., lasciando un piccolo margine utile ad evitare contestazioni in caso di controlli. Fisseremo quindi una superficie complessiva di 33,8 dmq.

Sorge ora il problema della suddivisione della superficie. Agli effetti del rendimento converrebbe aumentare al massimo la superficie dell'ala, che sopporta per intero o quasi il sostentamento del modello; ma in questo modo si diminuisce la stabilità longitudinale, per cui bisogna cercare una misura di compromesso.

Nel secondo capitolo abbiamo riportato la formula per calcolare la superficie del piano di coda, ed abbiamo detto come per i modelli veleggiatori si debba adottare un coefficiente  $K = 1,2-1,3$ . In tale formula entra però anche il valore della corda media, la quale a sua volta dipende anche dalla superficie alare e dall'allungamento, per cui abbiamo diverse variabili da stabilire, e conviene procedere per tentativi.

Anzitutto occorre stabilire il valore dell'allungamento, che, per un veleggiatore A-2, può essere fissato in 12 (vedi considerazioni fatte nel primo capitolo). Possiamo quindi avere ad esempio un'apertura di 186 cm. con una corda media di  $186/12 = 15,5$  cm., corrispondenti ad una superficie di 28,8 dmq. Il piano di coda avrebbe quindi una superficie di



33,8 — 28,8 = 5 dmq. Resterebbe ora da stabilire il valore del braccio di leva corrispondente ad un coefficiente  $K = 1,25$ . Ponendo nella formula:

$$Sc = \frac{S \times Cm}{K \times a}$$

come incognita  $a$ , si ricava:

$$a = \frac{S \times Cm}{K \times Sc} = \frac{28 \times 1,55}{1,25 \times 5} = 7 \text{ dm.} = 70 \text{ cm.}$$

E' questo un valore più che accettabile, per cui possiamo senz'altro prendere per definitivi i valori considerati. Da notare che nel calcolo abbiamo indicato tutte le misure in decimetri, perchè logicamente occorre usare una misura costante. In campo aeromodellistico si usa generalmente indicare le lunghezze in centimetri, le superfici in decimetri quadrati e i pesi in grammi. Quando però si debbono applicare delle formule che comportano diverse entità di misura (di spazio, di peso e di tempo), occorre usare un sistema uniforme, come quello M.K.S. (metro, chilogrammo e secondo) indicando le lunghezze in metri, le superfici in metri quadrati, i pesi in chilogrammi ed i tempi in secondi.

Ritorniamo ora al progetto del nostro modello, e vediamo di disegnare l'ala. Possiamo adottare una vista in pianta trapezoidale con diedro semplice, che risulta semplice e razionale, e permette un buon rendimento, purchè si eviti di ridurre eccessivamente la corda alle estremità,

per non diminuire troppo il Numero di Reynolds in questa zona. Adotteremo quindi all'attacco una corda di 19 cm. ed alle estremità di 12 cm., la cui semisomma dà appunto 15,5 cm., e nel disegno lasceremo come asse rettilineo una linea posta ad un terzo della corda, in corrispondenza della quale piazzeremo il longherone principale.

Per regolamento anche la parte dell'ala che attraversa la fusoliera viene considerata come superficie portante; per cui, dato che anche noi adotteremo la sistemazione più usata nei veleggiatori, e cioè dell'ala che attraversa la fusoliera nella sua parte superiore, dobbiamo considerare anche la larghezza della fusoliera, che stabiliremo in 3 cm., nel calcolo della superficie.

$$\text{In effetti quindi ogni semiala dovrebbe essere lunga cm. } \frac{186 - 3}{2} =$$

= cm. 91,5. Bisogna però tenere presente che il regolamento considera non la superficie effettiva dell'ala, ma quella della sua proiezione su un piano orizzontale; per cui la lunghezza delle semiali deve essere aumentata per tener conto del diedro, che possiamo stabilire in 10 gradi, pari all'8 per cento circa dell'apertura alare, ed essere portata a 93 cm.

Tale calcolo può essere facilmente eseguito da chi conosce la trigono-

materia con la formula  $93 = \frac{91,5}{\text{sen. } 10^\circ}$ ; oppure risolto graficamente.



Tre esempi di moderni veleggiatori da gara. In quello nella pagina a fronte notare la costruzione geodetica. Nei due sopra l'elevato numero delle centine, che consente una fedele riproduzione del profilo.

Passiamo ora al piano di coda, per il quale abbiamo già stabilito la superficie in 5 dmq. Un buon valore dell'allungamento è 5, per cui la apertura è data da:

$$\text{apertura} = \sqrt{\text{superficie} \times \text{allungamento}} = \sqrt{5 \times 5} = 5 \text{ dm.} = 50 \text{ cm}$$

La corda media è data da: superficie/apertura = 10 cm. Adottando una forma trapezoidale simile a quella dell'ala possiamo stabilire la corda centrale in 12 cm. e quelle d'estremità in 8 cm.

Dobbiamo ora scegliere i profili da usare. Per l'ala occorre un concavo-convesso piuttosto sottile, con spessore massimo dell'8-9 per cento. Molti usano profili ancora più sottili, ma essi hanno il difetto di rendere più difficoltosa l'impostazione della struttura, per cui non è conveniente adottarli per i primi modelli. Potete quindi scegliere ad esempio l'M.V.A. 301 o il Benedek 8306. Per il piano di coda è bene usare un profilo piano-convesso, sebbene molti oggi adottino anche profili concavo-convessi, in modo da aumentare il contributo del piano di coda portante al sostentamento del modello.

E' bene che lo spessore del profilo del piano di coda non sia superiore a quello alare, perchè altrimenti potrebbe esercitare una portanza eccessiva, e rendere difficoltosa la rimessa del modello dalla picchiata. In fase di progetto potete calettare l'ala con un'incidenza positiva di 3° ed il piano di coda a 0°, salvo a variare leggermente tali valori durante il centraggio.

Passiamo ora alla fusoliera. Abbiamo già stabilito in 70 cm. la lunghezza del braccio di leva fra il C.P. del piano di coda, posto al 33 per cento della corda, ed il baricentro del modello, che, con i profili e le incidenze che abbiamo stabilito, possiamo supporre cada circa a metà della corda. Per quanto riguarda la lunghezza della parte anteriore occorre tener presente che, quanto maggiore essa è, tanto minore risulta logicamente la quantità di zavorra necessaria per centrare il modello. Oggi però si tende a diminuire il più possibile la lunghezza del muso, per concentrare le masse e diminuire l'inerzia del modello; ma naturalmente non si può esagerare con questa tendenza, per non elevare troppo il peso; in quanto uno dei principali obiettivi da raggiungere è quello di rimanere col peso complessivo giusto al limite dei 410 grammi stabiliti dalla formula. Anzi buona norma è quella di tenersi un po' al disotto del peso limite, che viene raggiunto con l'applicazione di zavorra sotto il baricentro, che può essere tolta man mano che il modello si appesantisce per le riparazioni cui è soggetto.

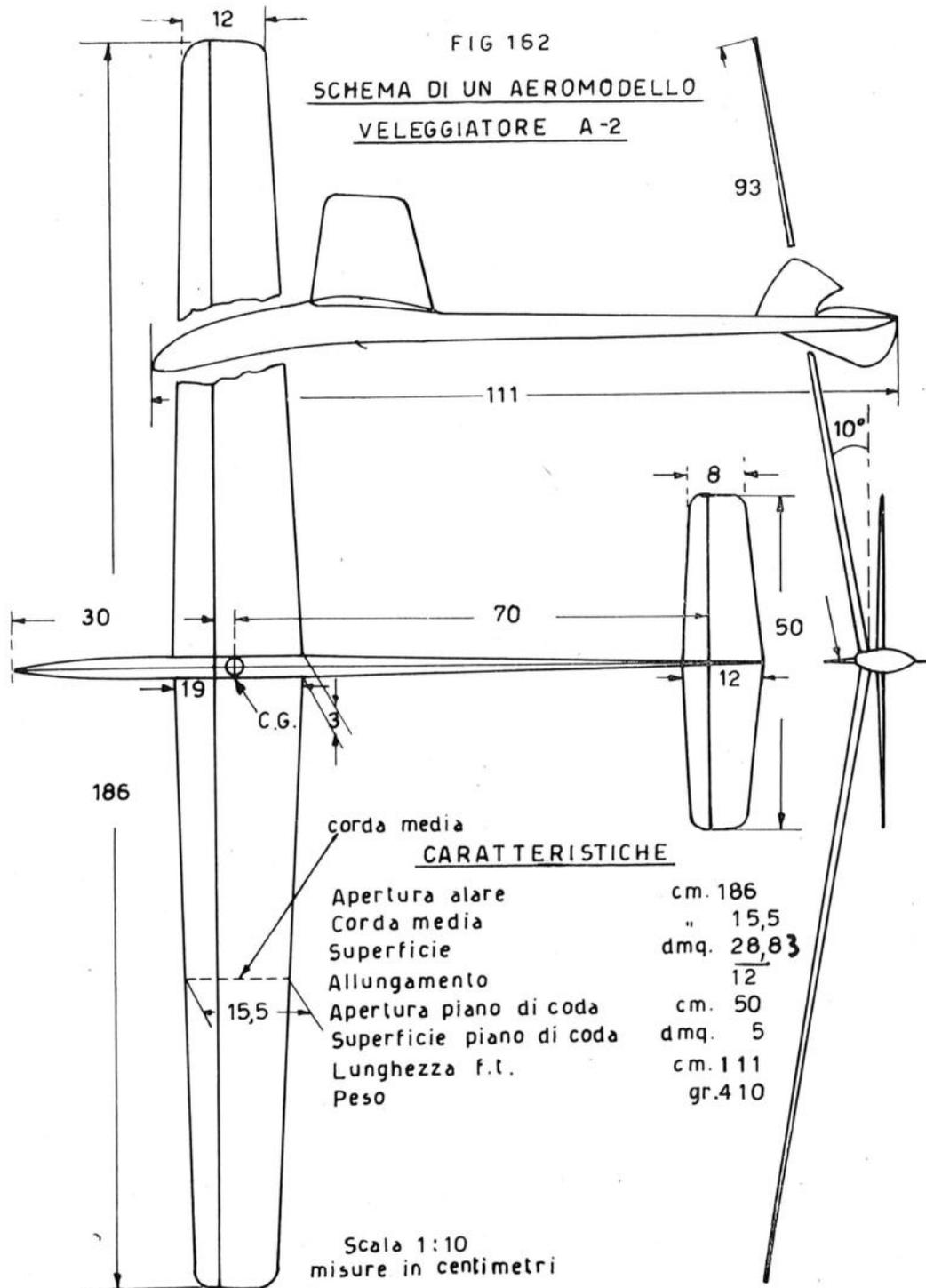
Concludendo per il nostro modello possiamo stabilire la lunghezza della fusoliera anteriormente al longherone alare in 30 cm. in modo da portare la lunghezza complessiva a 110 cm. circa.

Per quanto riguarda la vista laterale della fusoliera, oggi è molto diffusa la tendenza ad inclinare verso il basso il muso, nel quale è contenuta la zavorra, in modo da abbassare il baricentro ed incrementare

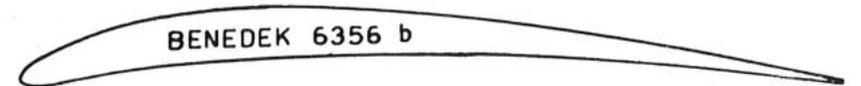
la stabilità pendolare. Per la sezione si può scegliere una forma ovoidale, poligonale o rettangolare, a seconda della propria capacità costruttiva.

La deriva verrà sistemata parte sopra e parte sotto la fusoliera, in modo da elevare la stabilità sotto traino, ed avrà una superficie complessiva di 1,5-2 dmq., a seconda della vista laterale della fusoliera.

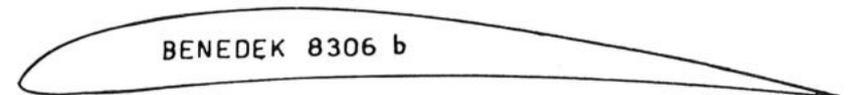
In fig. 162 abbiamo schematizzato il progetto aerodinamico illustrato. Per la parte costruttiva attenetevi a quanto abbiamo esposto nei capitoli precedenti, cercando di ottenere la massima robustezza con il minimo peso, e soprattutto di non sorpassare il peso minimo.



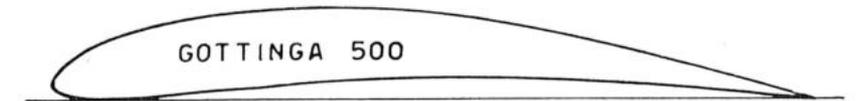
## TABELLE PROFILI



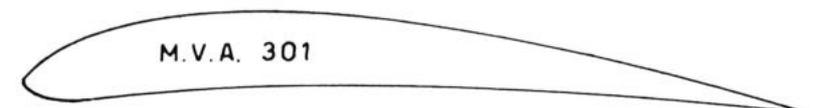
x	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	0,70	3,14	4,55	6,53	8,55	9,15	8,96	8,23	7,10	5,75	4,08	2,23	0,22
yi	0,70	0,15	0,42	1,12	2,45	3,25	3,57	3,65	3,50	3,00	2,22	1,19	0



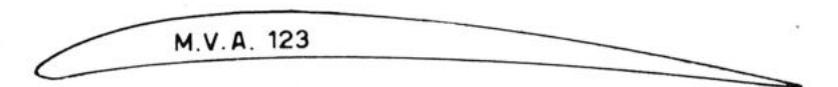
x	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	1,18	4,11	5,83	8,10	10,22	10,51	10,6	9,90	8,83	7,47	5,83	4,13	0,35
yi	1,18	0	0,07	0,65	2,13	2,56	2,83	3,00	2,90	2,63	2,17	1,53	0



x	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	2,12	5	6,3	8,2	10,5	11,6	11,65	11,05	9,85	8,1	5,85	3,1	0
yi	2,12	0,45	0,1	0,05	0,7	1,6	2,4	3	3,3	3,15	2,45	1,15	0



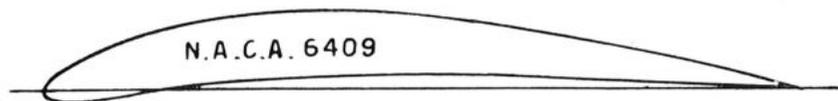
x	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	4,3	8,3	9,9	12,0	14,2	14,9	14,7	13,9	12,5	10,8	8,6	6,2	3,5
yi	4,3	3,1	3,3	3,7	4,6	5,2	5,4	5,3	5,2	4,9	4,3	3,8	3,2



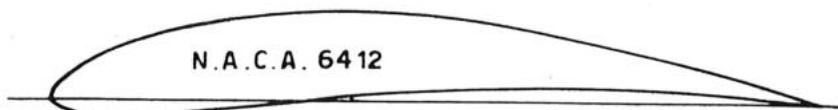
x	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	1,0	3,6	4,9	6,6	8,4	9,0	9,0	8,5	7,6	6,2	4,4	2,3	0,2
yi	1,0	0,2	0,6	1,6	2,8	3,6	3,6	3,2	2,6	2,0	1,3	0,7	0



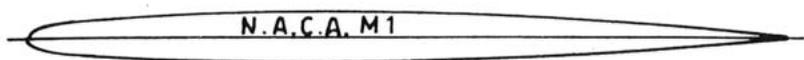
x	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	0,8	3,7	4,9	6,5	8,5	9,1	9,2	8,9	8,1	6,6	4,8	2,7	0,3
yi	0,8	0,2	0,8	1,7	3,1	3,9	4,2	4,0	3,7	3,3	2,4	1,3	0



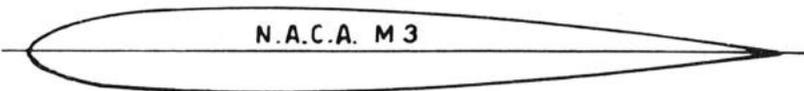
x	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	0	2,96	4,30	6,31	8,88	10,13	10,35	9,81	8,78	7,28	5,34	2,95	0
yi	0	-1,18	-1,18	-0,88	+0,17	1,12	1,65	1,86	1,92	1,76	1,36	0,74	0



x	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	0	3,8	5,36	7,58	10,34	11,65	11,80	11,16	9,95	8,23	6,03	3,33	0
yi	0	-1,64	-1,99	1,99	-1,25	-0,38	+0,20	0,55	0,78	0,85	0,73	0,39	0



x	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	0	1,36	1,80	2,34	2,88	3,08	3,05	2,85	2,53	2,08	1,54	0,91	0,20
yi	0	-1,36	-1,80	-2,34	-2,88	-3,08	-3,05	-2,85	-2,53	-2,08	-1,54	-0,91	-0,20



x	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	0	2,51	3,39	4,47	5,57	5,95	5,89	5,5	4,85	3,96	2,88	1,62	0,20
yi	0	-2,51	-3,39	-4,47	-5,57	-5,95	-5,89	-5,5	-4,85	-3,96	-2,88	-1,62	-0,20

## ELENCO DEI SIMBOLI E DELLE ABBREVIAZIONI USATE NEL VOLUME

S = superficie alare

V = velocità

d = densità dell'aria

Cp = coefficiente di portanza

Cr = coefficiente di resistenza

P = portanza

R = resistenza

Q = peso del modello

T = trazione dell'elica

$E = \frac{C_p}{C_r} = \text{efficienza}$

$\frac{C_p^3}{C_r^2} = \text{fattore di potenza}$

Crm = coefficiente di resistenza del modello

Vy = velocità di discesa

$\frac{Q}{S} = \text{carico alare}$

C.G. = baricentro

C.P. = centro di pressione

Cm = corda media

Sc = superficie piano di coda orizzontale

a = braccio di leva

K = coefficiente inverso di stabilità

C.S.L. = centro di spinta laterale

## INDICE

<i>Prefazione</i> . . . . .	pag.	1
<i>Introduzione</i> . . . . .	»	3

### *Parte prima - TEORIA*

Cap. I - Nozioni elementari d'aerodinamica . . . . .	»	15
Cap. II - La stabilità dei modelli volanti . . . . .	»	27

### *Parte seconda - PRATICA*

Cap. III - I materiali . . . . .	»	41
Cap. IV - Attrezzi e metodi generali di lavorazione . . . . .	»	48
Cap. V - L'ala . . . . .	»	57
Cap. VI - La fusoliera . . . . .	»	72
Cap. VII - I piani di coda . . . . .	»	83
Cap. VIII - La ricopertura e la rifinitura . . . . .	»	90
Cap. IX - La messa a punto ed il centraggio . . . . .	»	98
Cap. X - Il progetto ed il disegno degli aeromodelli . . . . .	»	114
<i>Tabelle profili</i> . . . . .	»	123

FINITO DI STAMPARE  
NELLA TIP. DAPCO  
VIA DANDOLO, 8 - ROMA  
NOVEMBRE 1959