GUSTAVO CLERICI

IL MODELLO VOLANTE

VADEMECUM DELL'AEROMODELLISTA



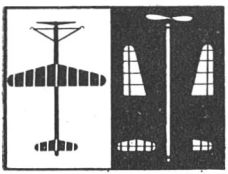
MOVO - MILANO

GUSTAVO CLERICI

Tenente Pilota della Riserva Aeronautica

IL MODELLO VOLANTE

VADEMECUM DELL'AEROMODELLISTA



MOVO - MILANO

Proprietà letteraria,
per il testo e le illustrazioni,
riservata a termini di legge.

OFFICINE GRAFICHE CISALPINE di Bruno Da Re & C. - Milano - Via F. Casati - 8 - Tel. 23-418

I N D I C E

1. - Alcuni principî fondamentali di aerodinamica . . . . pag. 9

2. - Utensili e materiali . . . „ 25

3. - Ala . . . . . „ 27

4. - Impennaggi . . . . . „ 73

5. - Fusoliera . . . . . „ 83

6. - Carrello . . . . . „ 111

7. - Elica . . . . . „ 119

8. - Motore ad elastico . . . „ 137

9. - Le prove di volo . . . „ 145

Scopo della presente pubblicazione è quello di integrare con poche e semplici nozioni teoriche e alcuni esempi pratici la serie dei disegni per modelli volanti che la Movo periodicamente prepara. Questo opuscolo non ha quindi la veste di un completo manuale perchè illustra in modo elementare solo i principi fondamentali di aerodinamica, non trattando del calcolo per il progetto di un aeromodello.

Esistono pubblicazioni su questo argomento che indirizzano gli appassionati verso la preparazione di progetti secondo concezioni del tutto personali; chi però costruisce un modello con la guida di un dato disegno deve essere in grado di poterlo fedelmente e perfettamente riprodurre. La Movo ha preparato, e continuamente accresce la propria raccolta di disegni costruttivi per modelli volanti e ciò rappresenta il frutto di lunghi e pazienti studi. Il progetto, il calcolo, la costruzione, le prove, le modifiche etc. sono il quotidiano lavoro della Movo per poter facilitare sempre più chi si dedica a queste costruzioni. Ogni tavola costruttiva, ossia ogni modello, possiede caratteristiche ben definite che lo differenziano dagli altri: a lato di un semplicissimo modello a tubo, si trova un biplano riproducente fedelmente un noto aeroplano da caccia; tra un veleggiatore dell'apertura alare di circa 3 metri ed un veloce modello ad ala bassa esiste la costruzione ultra leggera da pri-

mato: è così tutta una serie di modelli con differenti caratteristiche, con diverse strutture e con rendimenti e doti di volo ben definiti. Nelle spiegazioni accluse ad ogni disegno originale il costruttore trova infatti sempre illustrate per ogni modello le sue principali caratteristiche: esse sono analizzate e rappresentano la sintesi dell'apparecchio che si deve costruire, il carattere del modello che nasce per essere « volante ».

Esiste però, oltre il progetto e lo studio del modello volante, oltre il calcolo e il disegno di ogni sua parte, la seconda fase per il completamento dell'opera iniziata: la costruzione. Sarebbe superfluo possedere degli ottimi e particolareggiati disegni ed avere a disposizione tutto il materiale occorrente se poi non si riuscisse a plasmare la materia e lavorare la struttura, a rifinire il modello, fino a renderlo vivo. La costruzione che rappresenta l'epilogo di un laborioso complesso teorico deve essere perfetta sotto tutti i punti di vista: « ad identico progetto, tanto più elevato sarà il rendimento del modello ultimato, quanto più accurata e precisa la sua costruzione ».

Orbene, nelle pagine seguenti gli aeromodellisti troveranno appunto tutti i consigli pratici inerenti alla costruzione dei modelli volanti, consigli e norme particolari per l'impiego e la lavorazione del materiale, per il montaggio delle varie parti, per il centraggio del modello ed infine per le prove di volo.

La Movo progetta un tipo di modello, ne stabilisce quindi le proporzioni, studia i particolari, prepara il disegno, fissa, tra l'altro, dei massimi di peso che non devono essere superati ed indica infine i risultati che si possono ottenere con una lavorazione normale: la Movo offre così una base efficacissima per poter perfezionare e migliorare quanto si sta iniziando, ma l'aeromodellista intelligente e paziente, che lavora con passione e con cura, può ottenere sempre qualcosa di più: questa è la ragione principale perchè non sia possibile a priori indicare con assoluta precisione le doti di volo del modello che si deve costruire: molto dipende dalla abilità del costruttore e dalla accuratezza e precisione che avrà posto per la realizzazione del proprio lavoro.

Le nozioni e le illustrazioni del presente opuscolo rappresentano le norme pratiche che possono servire indistintamente per ogni tipo di costruzione aeromodellistica: i particolari dei pezzi speciali o dei singoli elementi di un dato modello vengono sempre ampiamente illustrati e descritti sui disegni e sugli allegati di ogni tavola Movo.

Si confida quindi, che questo modesto lavoro, per quanto riguarda la parte teorica, la costruzione, e le prove di volo di un modello volante, possa riuscire di reale e sicuro giovamento per tutti i giovani che si dedicano a questa intelligente attività e che dimostrano con la loro passione di poter essere domani già un poco preparati e sicuramente degni di servire la Patria Fascista in quella Arma Azzurra che è la più bella e la più possente.

ALCUNI PRINCIPÎ FONDAMENTALI DI AERODINAMICA

La geniale concezione e realizzazione di una macchina capace di sottrarre per effetto della sua translazione, una forza attiva e possente dall'aria che passivamente la circonda, ha dato origine ad una fra le più meravigliose conquiste del nostro secolo: **il volo.**

Si è creata così la possibilità di potersi sostenere e navigare nell'atmosfera con un mezzo di gran lunga più pesante dell'aria stessa.

A fianco della realizzazione pratica è nata di conseguenza una scienza nuova che studia tutti i fenomeni derivati dal moto di un corpo nell'aria; tale scienza, che prende il nome di **aerodinamica,** è quella che, accoppiando le leggi matematiche con i risultati ottenuti da esperienze pratiche, fornisce quotidianamente i mezzi scientifici più idonei per far perfezionare e progredire sempre maggiormente la conquista aerea ed in pari tempo permettere di conoscere più intimamente la natura del fenomeno provocato dalla veloce translazione di un corpo nell'aria.

E' bene rendersi subito conto e farsi un esatto concetto del fattore indispensabile e capitale per la realizzazione

del volo: **la velocità di translazione.** Il mezzo più pesante dell'aria può in essa sostenersi e navigare solo se possiede una data velocità: se esiste velocità può esistere il volo, se la velocità cade al di sotto di certi limiti il sostentamento non può più verificarsi.

Come naturale conseguenza della veloce translazione di un determinato corpo nell'aria, si produce oltre che una forza detta di sostentamento o **« portanza »** anche una forza che tende ad opporsi al moto stesso del corpo: **« la resistenza ».**

Un esempio non troppo elegante, ma che può dare facilmente una chiara dimostrazione del fenomeno della portanza e della resistenza e che, volendo, può essere praticamente esperimentato da chiunque, si ottiene esponendo una mano fuori dal finestrino di un treno in corsa, in modo che il palmo risulti verso il basso e parallelo al terreno. Si noterà infatti in questa posizione una lieve pressione che rappresenta la resistenza all'avanzamento prodotta dalla mano esposta all'aria. Si cerchi ora di inclinare leggermente verso l'alto la mano nella direzione del moto, si avvertirà allora una nuova sensazione: la mano avrà la tendenza ad alzarsi e la forza che provocherà questo spostamento verso l'alto sarà tanto maggiore quanto maggiore è la velocità del treno e quanto più grande la inclinazione della mano stessa. Da ultimo, aumentando questa inclinazione fino a portare la mano perpendicolare al terreno, cesserà completamente la forza che tendeva a sollevare la mano mentre sarà sensibilmente aumentata la pressione dell'aria sul palmo poichè in tal caso è tutta la

superficie del palmo che viene esposta in direzione del moto.

L'esempio può essere così riassunto:

1°) Mano parallela al terreno (Minima superficie esposta). Valore minimo della resistenza. Portanza nulla.

2°) Mano leggermente inclinata. Valore della portanza superiore al valore della resistenza e quindi tendenza alla sostentazione.

3°) Mano perpendicolare al terreno. (Massima superficie esposta). Massimo valore della resistenza. Portanza nulla.

Il fenomeno descritto è quello che determina la sostentazione e viene raffigurato graficamente nella fig. 1 qui riprodotta.

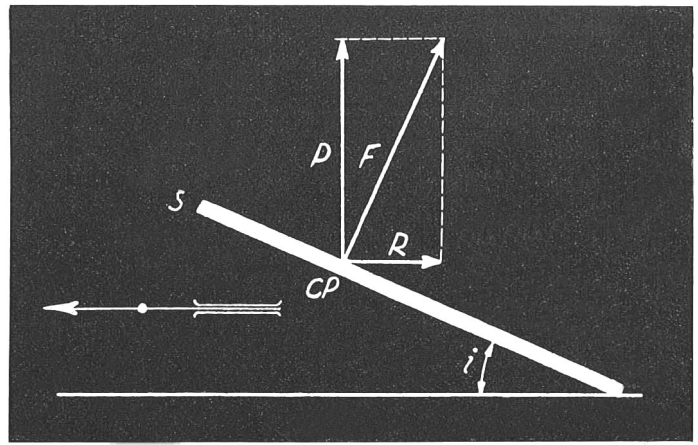


Fig. 1 - Rappresentazione grafica del sostentamento.

La superficie **S** avanzando velocemente con inclinazione **i** (incidenza), rispetto alla direzione del moto, oppone all'aria una certa resistenza: si supponga il valore totale di questa resistenza concentrato nella forza **F** applicata nel punto **CP:** la forza **F** può venir scomposta in due forze: la **R** parallela e contraria alla direzione del moto, che rappresenta la « **resistenza** » vera e propria, ossia la forza che si oppone all'avanzamento, e la **P**, perpendicolare alla direzione del moto, che rappresenta la « **portanza** », ossia la forza che provoca il sostentamento.

Il punto **CP** dove le forze sono applicate chiamasi « **centro di pressione** ».

Stabilito così il principio teorico della sostentazione, sarà maggiormente intuitiva la seguente definizione:

« Il corpo sul quale si esercita l'azione portante dell'aria « non ha una forma qualsiasi, ma una forma corretta « che prende il nome generico di **ala** e la cui sezione « trasversale si chiama **profilo.** L'aerodinamica permette « di calcolare e disegnare ex novo vari profili e di cal- « colarne la portanza P e la resistenza R che l'espe- « rienza conferma e precisa. Oltre a queste due carat- « teristiche l'aerodinamica razionale insegna a calco- « lare e l'aerodinamica sperimentale insegna a deter- « minare, una terza funzione di queste forze che è il mo- « mento M di esse rispetto ad un asse convenzionale.(1) « Questi tre elementi fondamentali formano le basi ra- « zionali delle equazioni di volo.

« Un'ala completata con un organo chiamato **fusoliera,**

1) Chiamasi **momento** il prodotto di una forza per una distanza.

« capace di albergare i comandi e i piloti e da un altro « organo chiamato **coda** destinato a correggere l'insta- « bilità derivante dal momento cui abbiamo accennato, « è già capace di volare. L'ala così completata forma « infatti un **velivolo senza motore,** il quale può discen- « dere in **volo librato** cioè sotto l'azione della compo- « nente del proprio peso agente in questo caso da forza « trattiva e se aiutato da eventuali correnti aeree ascen- « sionali, può compiere il così detto **volo a vela.** Ag- « giungendo a questo complesso aerodinamico il motore « ed il propulsore, cioè creando il **motovelivolo** si hanno « tutti gli elementi per determinare quel moto rettilineo « ed uniforme che costituisce lo scopo ideale cui tende « lo studio delle leggi del volo... ». **(Arturo Crocco - "Elementi di Aviazione" - pag. 12. Edit. P. Cremonese. Roma).**

Ora, considerando che tutto il meccanismo del volo è intimamente legato con i valori della portanza e della resistenza e che questi, a loro volta, sono principalmente in funzione

1° delle caratteristiche aerodinamiche e d'impiego del profilo alare adottato (forma e incidenza),

2° della velocità di translazione,

3° della superficie portante, (1) si possono indicare in modo generico le seguenti osservazioni che permettono una più completa conoscenza del fenomeno aerodinamico e che possono interessare per una sommaria classificazione delle varie condizioni di volo di un velivolo.

1) **Portanza e resistenza,** a parità di tutti gli altri fattori, saranno tanto maggiori quanto più elevata la velocità

1) Chiamasi **superficie portante** o **superficie alare,** la superficie dell'ala.

di translazione e precisamente: « **esse aumentano come il quadrato della velocità** ».

2) **Portanza e resistenza,** a parità di velocità di translazione, sono direttamente proporzionali alla **superficie portante.**

3) **Portanza e resistenza,** a parità di velocità di translazione e di superficie, crescono coll'aumentare **dell'incidenza.**

4) Il valore della **portanza** deve essere maggiore del valore della **resistenza.**

5) Il valore della **portanza,** nel volo in salita, deve essere maggiore del **peso** complessivo del velivolo, mentre i due valori si eguagliano nel volo orizzontale.

6) A parità di **carico alare** (vedi pag. 18) aumentando la forza motrice si aumenta, entro certi limiti, la possibilità di salita del velivolo.

7) A parità di **superfice portante** la velocità aumenta aumentando il carico alare e quindi la forza motrice impiegata (1).

E' stato detto come per il volo interessi che sia massima la portanza e minima la resistenza all'avanzamento; sono state quindi studiate ed esperimentate delle forme speciali dette « aerodinamiche » o di « buona penetrazione », tali che un corpo costruito secondo queste forme, opponga, avanzando nell'aria bassissima resistenza. L'ala del velivolo quindi, non è composta da una superfice piana, ma da una struttura di un certo spessore a superfici curve con cui si ottengono più elevati valori della portanza e minor resistenza all'avanzamento.

1) Da questa osservazione appare la necessità assoluta di costruire i modelli volanti, specie se azionati con motore ad elastico, del minor peso possibile, onde ottenere dalla piccola potenza prodotta dal motore valori sufficientemente elevati di sostentamento anche per basse velocità di translazione.



Fig. 2 - Pressione e depressione intorno ad un profilo d'ala.

Se si considera ora la sezione di un'ala, che risulterà come è stato detto, da un profilo (fig. 2), la corrente di aria che investe l'ala deve dividersi, al contatto con l'ala stessa, in due correnti: una che segue la parte superiore del profilo **(dorso),** e l'altra quella inferiore **(ventre).** Premesso ora che la quantità d'aria che incontra l'ala deve essere la stessa di quella che si riunisce a tergo dell'ala, e siccome il percorso che deve compiere la corrente d'aria della parte superiore del profilo è più lungo di quello della parte inferiore, data la maggior curvatura di quello su questo, appare evidente co-

me la velocità della prima corrente debba essere maggiore della velocità della seconda. Come immediata conseguenza di questo fenomeno si determina: una **depressione** sul dorso del profilo ed una **pressione** sul ventre. L'ala quindi, oltre ricevere una spinta verso l'alto, viene anche aspirata, e tale valore è sensibilmente maggiore di quello della pressione.

Si determina in tal modo una condizione di portanza, ed è in virtù di questo importante fenomeno delle pressioni e depressioni che generalmente le ali dei velivoli, anche se investono il fluido senza alcuna inclinazione, o, come si suol dire con incidenza di 0°, possono determinare una forza sostentatrice (1).

MODELLI VOLANTI

Le definizioni e tutti i fenomeni sopra descritti hanno valore anche per i **« modelli volanti »**. La Federazione Aeronautica Internazionale (F.A.I.) ha definito il modello volante nel modo seguente: « per modello volante si intende ogni aeromobile che non ha la capacità di trasportare un essere umano ». Generalmente le dimensioni di un modello volante variano da una apertura alare minima di metri 0,60 ad una apertura alare massima di metri 3,50. (2)

La difficoltà di realizzazione di un buon modello volante, consiste nel fatto che mentre il velivolo possiede un pilota che costantemente interviene per correggere o variarne l'assetto di volo, il modello volante è caratterizzato dall'autostabilità, deve cioè potersi rimettere automaticamente in linea di volo normale quando eventuali condizioni esterne gli abbiano conferito un assetto anormale.

A questo proposito è bene subito notare la differenza sostanziale che intercorre tra un **aeroveleggiatore** (modello volante senza motore riproducente i velivoli per il volo a vela) ed un **aeromodello** (modello volante a cui è applicato un motore ed un'elica). Mentre per il primo, le condizioni di centraggio non vengono mai variate, il modello con motore (ad elastico) deve decollare col massimo della potenza, guadagnar quota, proseguire il volo con motore ridotto e quindi planare con la carica completamente esaurita.

Come si è visto l'aeroveleggiatore deve essere centrato solamente per il volo in planata, occorre quindi conferirgli la più bassa velocità di discesa, mentre il modello con motore deve essere contemporaneamente centrato per le tre condizioni di volo: volo in salita, volo orizzontale e volo in planata.

Nelle pagine che seguiranno e sulle tavole costruttive verrà fatto cenno allo **« allungamento »** ed al **« carico alare »**. Questi concetti saranno qui brevemente illustrati.

Chiamasi allungamento di un'ala il rapporto fra la sua apertura alare e la corda media dell'ala stessa, o più

1) Tale fenomeno non si verifica, come è intuitivo per i profili simmetrici, profili che vengono generalmente usati per i piani di coda, ed i quali per una incidenza di 0° non determinano alcuna forza di sostantamento.

2) Chiamasi **apertura alare** l'ampiezza massima di un'ala misurata dalle due estremità.

esattamente il rapporto fra l'apertura alare al quadrato e la superficie dell'ala. Nei normali modelli l'allungamento è compreso tra 7 e 10, mentre negli aeroveleggiatori può arrivare anche fino a 15 ed oltre. L'esperienza ha dimostrato che col crescere dell'allungamento migliorano le caratteristiche aerodinamiche di un'ala, ed in pratica, solo ragioni costruttive non consigliano di arrivare a valori troppo elevati.

Il carico alare è un valore che viene espresso del rapporto tra il peso del modello (in grammi) e la superfice portante dell'ala (in dcm²). Tale rapporto quindi, che viene comunemente abbreviato con la sigla P/S (peso-superfice), rappresenta il carico per dcm² del modello, carico che può variare da tipo a tipo secondo le speciali esigenze costruttive e di progetto.

I modelli con basso carico alare (fino a 11 grammi per dcm²) saranno modelli lenti, di facile centraggio, di piccola potenza di motore e con elica di grande passo; quelli con carico dai 12 ai 17 gr. per dcm², saranno più veloci, di meno facile centraggio, richiederanno una potenza più elevata ed elica con passo minore, mentre saranno oltremodo veloci, di difficile centraggio, con potenza notevolmente aumentata ed elica di passo piccolo i modelli con carico alare superiore ai 17 grammi per dcm². (Vedasi a questo proposito quanto è stato scritto nella nota (1) di pag. 14).

CONDIZIONI DI EQUILIBRIO

Le variazioni di assetto di volo del modello possono avvenire intorno a tre assi principali (fig. 3) passanti per il centro di gravità, perpendicolari tra loro, e denominati: **asse X** (asse longitudinale), **asse Y** (asse trasversale, **asse Z** (asse normale).

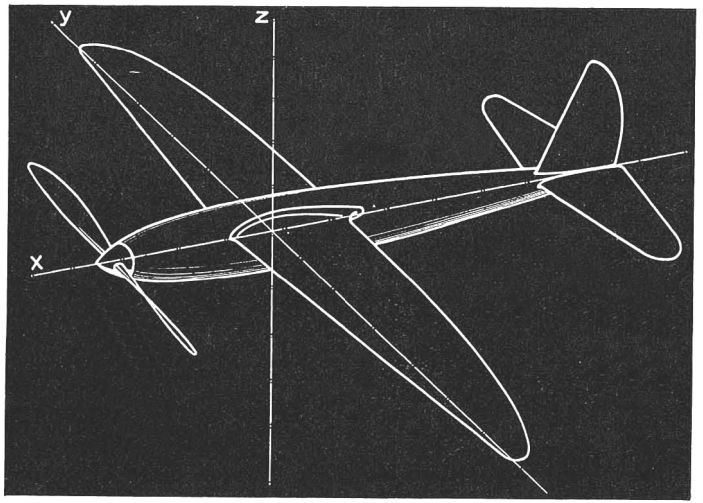


Fig. 3 - Assi di rotazione.

L'equilibrio intorno all'asse Y origina la **stabilità longitudinale,** quello intorno all'asse X **la stabilità trasversale,** quello intorno all'asse Z **la stabilità direzionale.**

Le condizioni fondamentali per ottenere l'equilibrio per il volo di un modello sono le seguenti:

1) Il centro di pressione dell'ala, il centro di gravità del modello e l'asse di trazione devono trovarsi sul piano verticale e longitudinale passante per la mezzaria del modello stesso (piano formato dagli assi X-Z).

2) Il centro di gravità del modello deve coincidere o trovarsi sulla verticale del centro di pressione dell'ala.

Chiamasi **centro di gravità** o **baricentro** del modello quel punto nel quale si immagina concentrato tutto il peso del modello stesso. Lo si determina praticamente sospendendo il modello completo per un filo e spostando convenientemente il punto ove il filo è fissato al modello finchè questo rimanga in perfetto equilibrio in tutti i sensi (fig. 4).

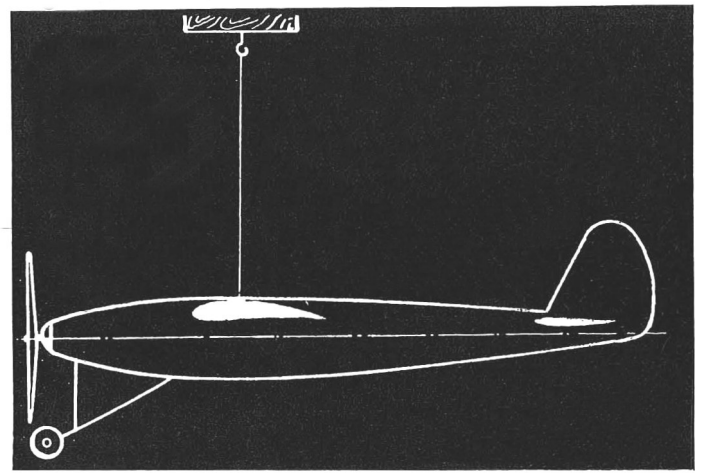


Fig. 4 - Determinazione del baricentro.

Chiamasi « **centro di pressione dell'ala** » quel punto, come abbiamo visto, nel quale si immagina concentrata la portanza totale dell'ala stessa (vedi fig. 1). Tale punto viene determinato praticamente nei Laboratori Aerodinamici e la sua ubicazione varia da profilo a profilo secondo l'incidenza che viene ad assumere il profilo stesso rispetto alla direzione del moto. Generalmente la posizione del centro di pressione viene data in % della « **corda del profilo** » (1) misurata dalla sua estremità anteriore e può essere valutata in modo molto approssimativo a circa il 25-30 % (fig. 5).

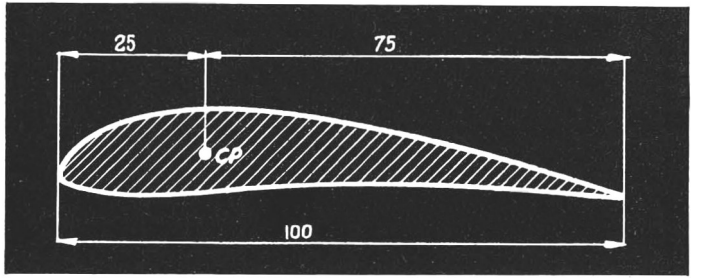


Fig. 5 - Centro di pressione al 25 % della corda.

PROFILI ALARI

Esistono raccolte di profili alari che forniscono per ogni profilo oltre le sue caratteristiche di forma, anche i diagrammi relativi alla portanza, resistenza, spostamento del centro di pressione, etc. e le tabelle per poterli disegnare nonchè l'indicazione dell'Istituto che ha eseguito le prove. Una completa trattazione di questo argomento esula però dal carattere pratico del presente opuscolo, e si accennerà solo quanto possa interessare l'aeromodellista.

I profili alari possono essere: **sottili** (quando il loro spessore massimo non oltrepassa il 7% della corda)

1) Chiamasi « corda del profilo » la sua lunghezza massima.

semispessi (quando il loro spessore massimo è compreso tra il 7 e il 14% della corda) **spessi** (quando il loro spessore massimo è superiore al 14% della corda). In modo approssimativo si può indicare che a parità di incidenza i valori della portanza e della resistenza di un profilo crescono coll'aumentare dello spessore del profilo stesso.

Secondo la forma i profili si dividono in:

biconvessi simmetrici ed **asimmetrici, piano-convessi, concavo-convessi** (vedi rispettivamente fig. 9, 10, 11 e 12).

Generalmente, a parità di incidenza, i profili che danno una maggior portanza sono i concavo-convessi, però considerando che questi sono i profili meno stabili, risulta opportuno, per quanto è stato detto precedentemente circa l'autostabilità, che la costruzione di un'ala di modello volante (almeno per quelli di tipo semplice e di facile centraggio) sia effettuata con profili piano convessi che offrono buone caratteristiche di portanza, piccole variazioni del centro di pressione e facilità costruttiva.

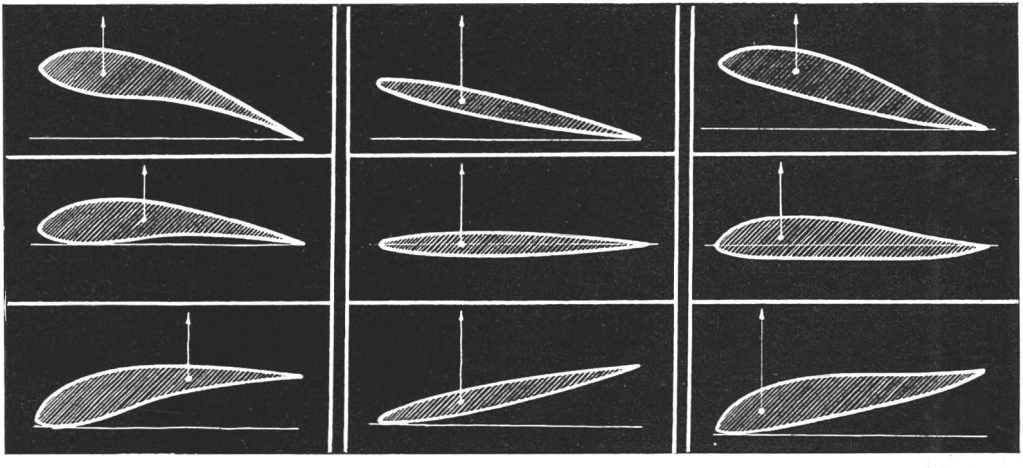
Si potrà facilmente intuire l'andamento dello spostamento del centro di pressione su tre diversi profili, osservando la fig. N. 6, tenendo però presente che tali spostamenti (che in realtà sono molto minori) sono stati volutamente esagerati per rendere più dimostrativo ed evidente il fenomeno.

Si è fatto cenno in questo capitolo al fenomeno della portanza e della resistenza e si è accennato ad altri im-

PROFILO INSTABILE
concavo convesso

PROFILO STABILE
biconvesso simmetrico

PROFILO AUTOSTABILE
biconvesso asimmetrico



Col variare dell'incidenza il centro di pressione si sposta in modo da aumentare il momento di instabilità.

Il centro di pressione ha posizioni pressochè invariate per diverse incidenze.

Col variare dell'incidenza il centro di pressione si sposta in modo da contrastare il momento di instabilità.

Fig. 6 - Spostamenti del centro di pressione su tre differenti profili.

portanti fattori intimamente collegati coll'aerodinamica solo perchè tali nozioni, anche se volutamente esposte nella forma più sintetizzata ed elementare, sono necessarie onde formarsi un esatto concetto teorico per ottenere poi una efficace realizzazione dalle costruzioni e dalle prove dei modelli volanti.

UTENSILI E MATERIALI

Gli attrezzi e gli utensili di uso corrente per la costruzione possono essere così suddivisi:

1) **Per la lavorazione e rifinitura delle parti in legno:**

Archetto da traforo e seghetti per legno
Assicella e strettoio da traforo
Trapanetto ad elica e punte a lancia assortite
Seghetto a lama rigida
Scalpelli e sgorbie
Carta vetrata
Lime piccole assortite

2) **Per la lavorazione e rifinitura delle parti metalliche:**

Archetto da traforo e seghetti per metallo
Lime piccole assortite
Trapanetto a mano e punte elicoidali assortite
Pinzette a becchi piatti
Pinzette a becchi tondi
Pinze universali
Tronchesino
Martello
Saldatore e stagno
Morsa da banco

3) **Per l'aggiustaggio e l'incollatura delle strutture:**

Piano d'appoggio
Piccoli chiodi o puntine da disegno
Morsetti di legno

4) **Per la copertura e verniciatura:**

Piano d'appoggio
Pennelli

Per agevolare l'aeromodellista e per indicargli razionalmente una scelta opportuna e l'impiego esatto dei vari materiali inerenti alla costruzione di ogni elemento del modello volante, è stata compilata la seguente tabella che racchiude, a fianco di ogni materiale elencato, tutte le applicazioni cui i materiali stessi possono servire.

L'ALA

Il complesso di superfici portanti che ha il compito di sostenere in volo il modello si chiama « **cellula** »; in particolare l'azione portante dell'aria si esercita su di una struttura appropriata che prende il nome di « **ala** », e questa, a sua volta, si compone della « **semiala destra** » e della « **semiala sinistra.**

L'ala rappresenta quindi l'elemento più importante del modello, quello cioè che trasforma l'azione dell'aria in **portanza** e che in definitiva provoca il sostentamento dinamico di tutto il modello.

Qualunque sia il tipo di modello volante l'ala deve essere sempre costruita in modo da presentare:

1) perfetta simmetria costruttiva delle due semiali nella forma, nel peso, e nelle dimensioni.

2) identica incidenza delle semiali stesse rispetto alla centina di mezzaria.

Come immediata conseguenza di tali condizioni, l'ala che non soddisfi contemporaneamente a queste caratteristiche tenderà sempre a provocare nel modello assetti anormali di equilibrio che comprometteranno una buona riuscita di volo; l'ala stessa inoltre sarà costruita esattamente solo quando risponda simultaneamente

ad entrambi i requisiti, perchè in caso contrario risulterebbe imperfetta.

L'ala, come qualsiasi altro elemento di un modello, deve essere di costruzione perfetta fin dall'origine per evitare poi una maggior perdita di tempo nella messa a punto ed avere la soddisfazione di poter ultimare bene e con successo il lavoro iniziato.

Come è stato detto le due semiali devono quindi, in un modello volante, essere perfettamente simili tra loro sia per l'incidenza che per il peso e la superficie (1).

Nei modelli di piccole e medie dimensioni con apertura alare compresa fra i 60 e i 150 centimetri, le due semiali dovranno essere stabilmente unite fra loro in modo da formare dell'ala un tutto omogeneo, della forma e dimensioni date dal disegno. Per i modelli invece la cui apertura alare superi il metro e mezzo è consigliabile che le semiali siano applicate alla fusoliera separatamente.

L'ala di un modello volante si compone di questi elementi principali illustrati nella figura 7:

1) Longheroni alari.
2) Centine.
3) False centine o musi di centina.
4) Bordo d'entrata.
5) Bordo d'uscita.
6) Estremità alare.

1) Negli aeroplani le semiali hanno quasi sempre una differenza di superficie per compensare la reazione prodotta dalla rotazione dell'elica (vedi « capitolo elica » a pag. 131).

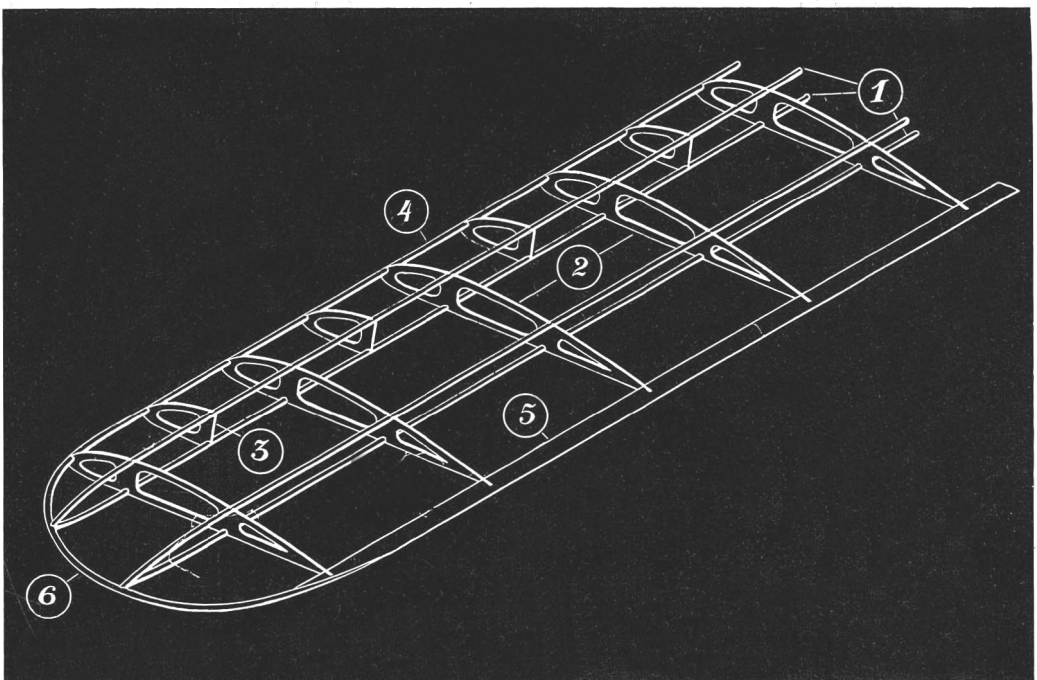


Fig. 7 - Struttura di una semiala.

I longheroni sono la travatura principale dell'ala; oltre a riunire tra loro i vari elementi costruttivi, sopportano, quando il modello è in volo, gli sforzi e le sollecitazioni distribuiti su tutta la superficie alare e quindi il peso di tutto il modello; devono essere quindi costruiti ed applicati con molta cura specialmente in prossimità delle centine centrali dove verranno poi uniti fra di loro, o dove saranno applicati gli attacchi per il fissaggio dell'ala alla fusoliera.

Sui longheroni (vedi fig. 7) vengono direttamente applicate le centine; esse rappresentano la sezione dell'ala nel piano cui sono disposte, hanno quindi sempre, come è già stato detto, una certa sagoma o « profilo ». Il profilo di una centina, che si chiama comunemente « profilo alare », non rappresenta un disegno arbitrario, ma riproduce esattamente in iscala un profilo alare tipo che è stato antecedentemente studiato ed esperimentato nei laboratori aerodinamici (vedi pag. 21).

Se la errata o deficiente costruzione del longherone alare può produrre una pericolosa fragilità della costruzione, la non perfetta esecuzione delle centine, o comunque una riproduzione che non corrisponda al disegno, compromette le caratteristiche dell'ala ed in definitiva il rendimento di volo del modello.

Nella parte anteriore di ogni centina viene applicato il « **bordo di attacco** » nella posteriore il « **bordo di uscita** », che vengono poi raccordati per mezzo della estremità alare o « **curva terminale** ».

Nella parte centrale dell'ala, salvo il caso di costruzioni particolari (ala bassa incastrata nella fusoliera), oltre il longherone, anche il bordo di attacco e quello di uscita delle due semiali vengono uniti fra loro, in modo che senza discontinuità formino una sola struttura.

Nella costruzione di un'ala, come del resto per quella di qualsiasi altro elemento di un modello volante, sarà bene, prima di iniziare la lavorazione, di studiare attentamente il disegno e di prevenire mentalmente le varie difficoltà che si potranno incontrare in seguito.

COSTRUZIONE DELLE CENTINE.

Ecco come si procede nella costruzione di un'ala tipo:

La prima operazione è quella di ritagliare esattamente secondo la forma data dal disegno, tutte le centine e false centine che compongono l'ala, procedendo nella lavorazione secondo questo ordine:

1) Copiatura del disegno.
2) Preparazione del materiale.
3) Applicazione del disegno sul materiale.
4) Intaglio o foratura degli alloggiamenti per i longheroni e bordo d'attacco.
5) Ritaglio del contorno esterno.
6) Alleggerimento.
7) Rifinitura.

1) Copiatura del disegno:

Questa prima operazione è molto semplice, dato che i

disegni di tutte le centine e false centine sono sempre riprodotti sulle tavole Movo in grandezza naturale, con la disposizione precisa degli alloggiamenti per i longheroni e gli alleggerimenti. Per ricopiare questi disegni il mezzo più semplice è quello di ricalcarli con la carta carbone o di ripassare le righe su carta trasparente; il disegno originale non viene così sciupato ed è possibile adoprarlo ancora per ulteriori lavorazioni e verifiche.

2) 3) **Preparazione del materiale e applicazione del disegno.**

Quando saranno stati copiati tutti i disegni delle centine bisognerà incollarli su una tavoletta di compensato in modo che la vena del legno risulti nella direzione della lunghezza delle centine. Si prenderà quindi una seconda tavoletta e la si unirà alla prima a mezzo di piccoli chiodini che verranno posti tra una centina e l'altra in luogo cioè che non interessi il lavoro, o nell'interno della centina in corrispondenza degli alleggerimenti; i chiodini verranno poi ribattuti.

Si adoprano due tavolette di legno perchè le centine che vanno tagliate sono a due a due uguali, una per la semiala destra, l'altra per la semiala sinistra. Va inoltre osservato che nella costruzione di un'ala vi saranno centine di diverse misure se l'ala stessa è a pianta rastremata, viceversa tutte le centine saranno di uguale lunghezza se l'ala è a pianta rettangolare (fig. 8).

Quindi se l'ala è rastremata occorrerà incollare sulle ta-

volette tutti i disegni relativi ad una semiala e tagliare poi le due tavolette contemporaneamente, se invece l'ala è a pianta rettangolare, a seconda del materiale

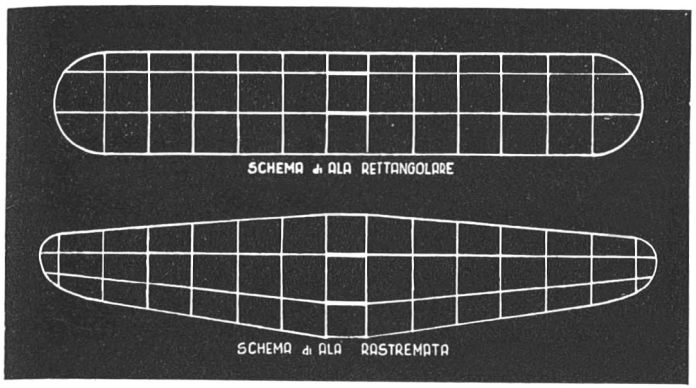


Fig. 8 - Schema di ala rettangolare ed ala rastremata.

adoprato, si potranno incollare sulla prima tavoletta solo alcuni disegni e poi tagliare simultaneamente più di due centine alla volta, sempre però in numero pari (1). Ben inteso il numero delle centine che si possono ricavare con un sol taglio varia con la durezza del materiale; usando per esempio le tavolette di pioppo dello spessore di 1 millimetro si possono tagliare fino a otto strati di legno contemporaneamente, usando invece legno compensato di betulla dello spessore di un milli-

1) Nell'ala rettangolare della figura 8 che è composta di 12 centine uguali, qualora si adoperino le tavolette di pioppo dello spessore di un millimetro, sarà possibile, riproducendo 2 soli disegni e riunendo 6 strati di legno, di ricavare tutte le centine.

metro non si potranno oltrepassare i quattro strati di legno.

4) **Intaglio o foratura degli alloggiamenti per i longheroni.**

Dopo aver così preparato i pacchetti di legno da cui ricavare le centine, si procederà alla esecuzione degli incastri per i longheroni. I disegni costruttivi portano segnata con precisione l'esatta posizione dei longheroni, bisogna quindi prestare la massima attenzione che anche durante la lavorazione questa posizione non venga variata onde evitare che l'ala risulti difettosa.

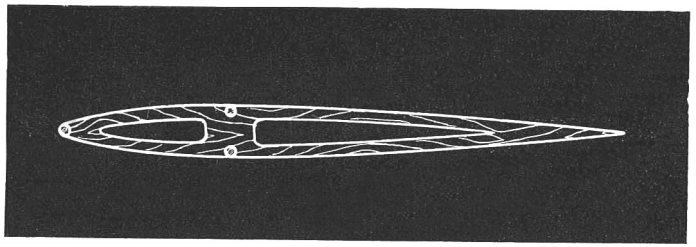


Fig. 9 - Profilo biconvesso simmetrico (N.A.C.A. 009).

Quando il longherone alare è formato da un assieme di due o più tondini (fig. 9 e 10) bisognerà praticare nei punti segnati i fori che siano dello stesso diametro di quello dei tondini che vi andranno infilati. Tale operazione viene compiuta con un trapanetto a mano a cui è innestata una punta elicoidale. Se invece il longherone è formato da listelli a sezione quadrangolare o da una striscia di legno compensato (fig. 11 e 12) gli incastri per i longheroni vengono eseguiti con un taglio praticato a mezzo della seghetta da traforo. E' in ogni

caso della massima importanza che gli incastri per i longheroni vengano eseguiti con grande cura (1).

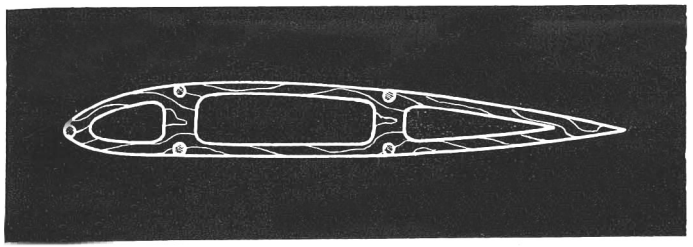


Fig. 10 - Profilo biconvesso asimmetrico (Gottinga N. 617).

5) **Ritaglio del contorno esterno.**

Il ritaglio del contorno esterno viene di massima eseguito usando l'archetto da traforo su cui è applicata una seghetta per il taglio del legno del numero 0 o 1 a seconda della durezza del materiale (2). Si tenga presente che il taglio non deve essere in corrispondenza esatta della linea segnata sul disegno, ma leggermente più esterno (mezzo millimetro) in modo da poter ri-

1) Se la costruzione che si eseguisce fosse in pratica perfetta in ogni particolare e se il materiale usato avesse tutta la superficie perfettamente omogenea, sarebbe senz'altro consigliabile eseguire gli alloggiamenti per i longheroni della precisa misura di quella dei longheroni stessi (es. tondino ∅ 3 mm., foro ∅ 3 mm.), ma dato che in pratica si verificano sempre piccoli difetti costruttivi e che il materiale presenta delle imperfezioni, è bene che gli alloggiamenti dei longheroni siano praticati in misura un poco abbondante, in modo da permettere un piccolissimo gioco fra le due parti che devono essere unite (al massimo mezzo millimetro); più avanti nel capitolo riguardante il montaggio dell'ala vedremo come questo gioco venga eliminato, e possa rappresentare un vantaggio per l'assestamento della struttura.

2) Solo in casi particolari, adoperando il legno di balsa, il contorno viene eseguito tagliando il materiale con una lametta di rasoio.

finire la centina scontornata prima con la lima, quindi con la carta vetrata ed ottenere a lavorazione ultimata il pezzo del tutto simile al disegno.

6) **Alleggerimento.**

La operazione di alleggerimento va eseguita solo nelle centine di compensato; se si usano tavolette di pioppo o di balsa, l'alleggerimento è superfluo, lo si esegue solo in modelli speciali per gare. Nei fori praticati precedentemente in corrispondenza delle zone da alleggerire si introdurrà l'estremità libera della lama del seghetto che verrà poi nuovamente fissata nel proprio morsetto. Si procederà quindi al taglio, prestando la massima attenzione che lo spessore del contorno della centina risulti uniforme lungo tutto il bordo. (fig. N. 9 e segg.). Normalmento lo spessore di detto contorno è di circa due millimetri; si può però spingere l'alleggerimento, almeno per alcune centine, fino a lasciare un contorno di millimetri 1,5 ed anche di millimetri 1.

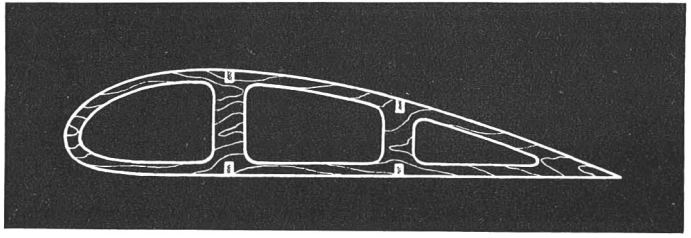


Fig. 11 - Profilo piano-convesso (Gottinga N. 679).

E' consigliabile però che alleggerimenti così pronunciati vengano eseguiti solo da chi possegga una certa pratica

nel lavoro di traforo, perchè è molto facile compromettere tutta la costruzione per un errore di lavorazione.

Come abbiamo già detto l'operazione di alleggerimento sarà superflua se le centine sono costruite con le tavolette di pioppo. Usando quindi questo materiale il lavoro per la costruzione delle centine è ridotto semplicemente alla preparazione degli incastri ed al ritaglio del contorno esterno. Ben inteso con le tavolette di pioppo non è consigliabile costruire centine di lunghezza superiore ai 18 centimetri o comunque centine che per la loro speciale posizione nell'ala dovranno essere specialmente robuste.

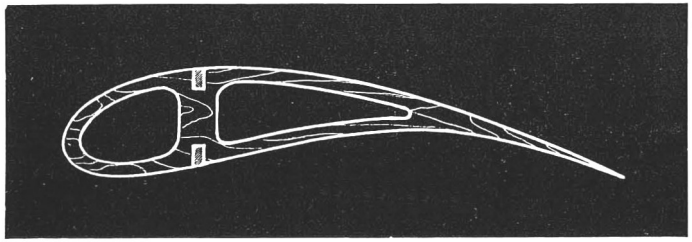


Fig. 12 - Profilo concavo-convesso (Gottinga N. 652).

7) **Rifinitura.**

La rifinitura delle centine traforate va eseguita con carta vetrata del numero 0 e servirà per pulirle dalla carta sulla quale era stato riprodotto il disegno e che sia rimasta attaccata al legno, e per eliminare le scabrosità derivate dal taglio degli alleggerimenti. Si tenga presente che la rifinitura del contorno esterno va sempre eseguita **prima** della traforatura.

Si è visto come la costruzione delle centine di un'ala sia un'operazione che richiede un poco di lavoro, discreta pazienza e grande esattezza. Nelle ali a pianta rastremata (vedi fig. N. 8) occorre curare la costruzione di ogni centina, non solo per quanto riguarda la forma esterna ma anche, sopratutto, per l'esatta sistemazione degli incastri per i longheroni; ciò non avviene per le ali con pianta rettangolare.

Il principiante trova difatti nella costruzione di un'ala a pianta rettangolare, oltre un lavoro molto più sbrigativo, anche un elemento efficacissimo per imparare a costruire bene. Gli è possibile difatti osservare a priori l'esattezza del taglio delle centine, sovrapponendo le une sulle altre, e verificare che gli incastri per i longheroni, che avranno in tutte le centine la stessa distanza fra loro, siano tutti perfettamente allineati. Queste operazioni di controllo, indispensabili in ogni caso per ciascun modello, risultano estremamente semplificate nelle ali rettangolari dove i longheroni sono di massima paralleli al bordo d'attacco, mentre per le ali rastremate occorre riferirsi sempre, per il controllo, al disegno, essendo gli incastri dei longheroni disposti a distanze differenti fra loro da centina a centina.

Giunti a questo punto l'aeromodellista si potrà quindi chiedere perchè non si costruisca di preferenza l'ala a pianta rettangolare piuttosto che rastremata, dato che la prima offre, come si è visto, delle enormi semplificazioni costruttive rispetto alla seconda. Gli è che l'ala rastremata possiede un rendimento proprio di gran lunga maggiore rispetto all'ala rettangolare, e che quindi

la « **finezza** » (1) di un modello viene aumentata se questo è costruito con ala rastremata piuttosto che con ala rettangolare. Chi inizia però queste costruzioni, deve innanzi tutto impratichirsi sulla lavorazione e quindi cominciare dal tipo più semplice, anche se di minor rendimento.

In alcune ali di grandi dimensioni, od in costruzioni molto accurate, tra una centina e l'altra vengono interposte delle « **false centine** », comunemente denominate « **nasi di centina** » (fig. 13).



Fig. 13 - False centine o nasi di centina.

Questi elementi non hanno funzione resistente nel complesso dell'ala e servono ad impedire un eccessivo avvallamento della copertura tra centina e centina ed in definitiva a rendere più perfetta possibile la costruzione del bordo di attacco dell'ala, evitando che una costruzione mal riuscita possa sfalsare il profilo. I nasi di centina (vedi figg. 18 e 19) si arrestano al primo lon-

1) La finezza di un modello volante è un valore che viene espresso dal rapporto tra la distanza (D) percorsa dal modello in aria calma, con l'altezza (A) da cui ha avuto inizio il volo planato del modello $\left(\frac{A}{D}\right)$ Così per esempio un modello avrà finezza 9 se lanciato da un'altezza di 2 metri percorrerà una distanza di 18 metri.

gherone, al quale vengono fissati, e solo in casi particolari possono prolungarsi oltre. La loro costruzione è del tutto identica a quella delle centine, e come queste dovranno essere traforate se costruite in legno compensato.

Si inizierà quindi la preparazione dei longheroni; questi possono essere costruiti in **legno compensato** (figura 21), il che richiede lavorazione più accurata trattandosi di elementi di una certa lunghezza che dovranno venir traforati, è quindi facile se il lavoro non viene eseguito con pazienza che possano spezzarsi. I longheroni in legno compensato sono costruiti con gli stessi procedimenti già descritti per la costruzione delle centine. La tendenza moderna però per la costruzione dei longheroni alari è quella di usare dei **listelli** a sezione rettangolare o meglio ancora dei **tondini.** Tondini e listelli sono già preparati e occorrerà al massimo rifinirli con carta vetrata del numero 0 prima della definitiva messa in opera. Concludendo, sia per praticità che per economia è consigliabile costruire i longheroni con questi materiali piuttosto che con legno compensato.

Ultimata la preparazione delle centine e dei longheroni si dovranno costruire quegli elementi che servono per l'unione tra loro delle semiali: questi elementi sono quasi sempre costruiti in legno compensato secondo la forma data dal disegno e di essi verrà parlato più a lungo nel capitolo riguardante « l'unione delle semiali ».

MONTAGGIO DELL'ALA.

Solamente quando si abbiano sottomano, completamente ultimati e rifiniti tutti gli elementi che compongono l'ala, si potrà iniziarne il montaggio eseguendo le relative operazioni nell'ordine seguente:

1) Ricalco dal disegno originale delle viste in pianta delle semiali.
2) Sistemazione sul piano dei vari elementi.
3) Incollatura delle centine ai longheroni.
4) Applicazione del bordo d'uscita.
5) Applicazione del bordo d'attacco e costruzione della curva terminale.
6) Unione delle semiali.
7) Applicazione dei ganci od elementi di vincolo con la fusoliera.
8) Rifinitura.
9) Copertura.
10) Verniciatura.

Disegno e sistemazione degli elementi.

Ricopiato dalla tavola costruttiva il disegno schematizzato della pianta dell'ala (vedi fig. 14) lo si stenderà sul piano di appoggio (1) e si inizierà il montaggio dei singoli pezzi. Se questi saranno stati ben costruiti l'operazione non richiederà che la cura di sistemare ogni elemento in precisa corrispondenza delle linee del di-

1) Il piano di appoggio è costituito da una tavola piana e serve come base indispensabile per ogni costruzione aeromodellistica.

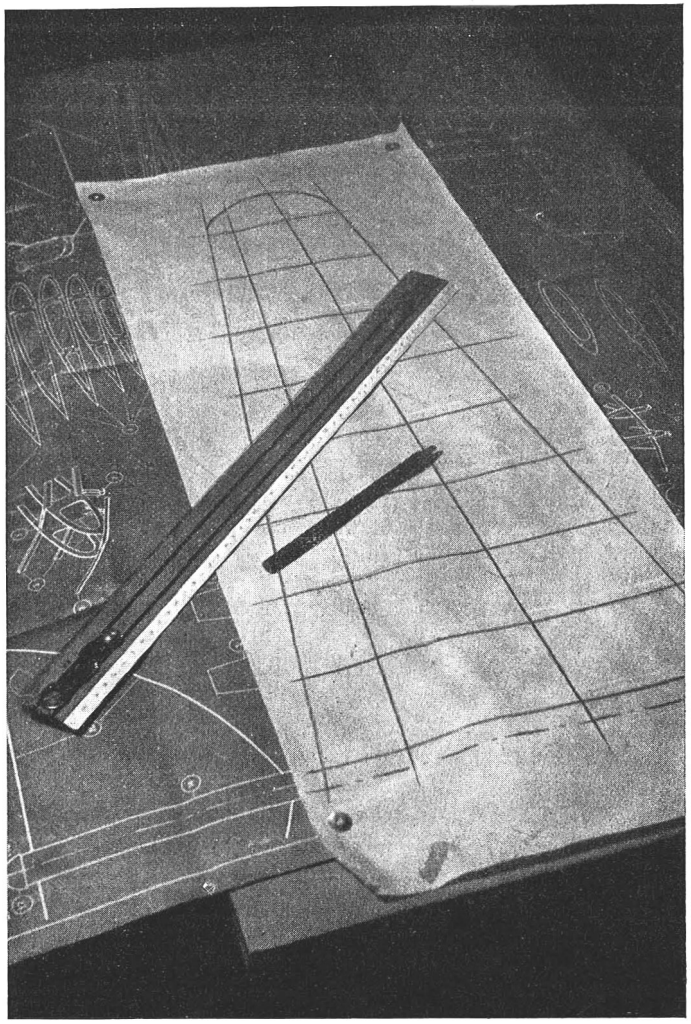


Fig. 14 - Riproduzione della semiala destra dal disegno originale.

segno. Occorre prestare attenzione affinchè le centine risultino e rimangano perpendicolari al piano di appoggio, ciò che si può facilmente ottenere con piccoli chiodi fissati al piano stesso e posti alternativamente da una parte e dall'altra della centina, come è illustrato nelle fig. 15 e 16.

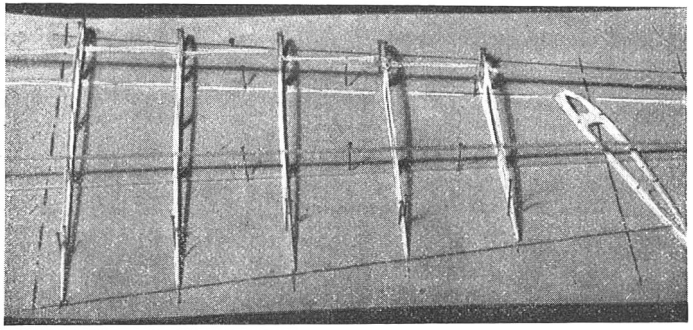


Fig. 15 - Sistemazione degli elementi sul piano di appoggio.

Quando tutta l'ossatura dell'ala, centine incastrate ai relativi longheroni, sarà sistemata sul piano, si verificherà che detti elementi siano disposti uniformemente, che ciascun pezzo cioè sia sovrapposto esattamente alla corrispondente linea del disegno. In modo particolare bisogna assicurarsi che i longheroni risultino perfettamente dritti e non formino ingobbature; in conclusione lo scheletro dell'ala prima dell'incollatura dei vari elementi, deve poter stare assieme senza svergolarsi. Tale controllo permette di sincerarsi sull'esattezza del lavoro e gli errori possono ancora essere corretti; non è quindi superfluo, perchè la struttura, una volta incollata, non permetterà alcuno spostamento delle parti.

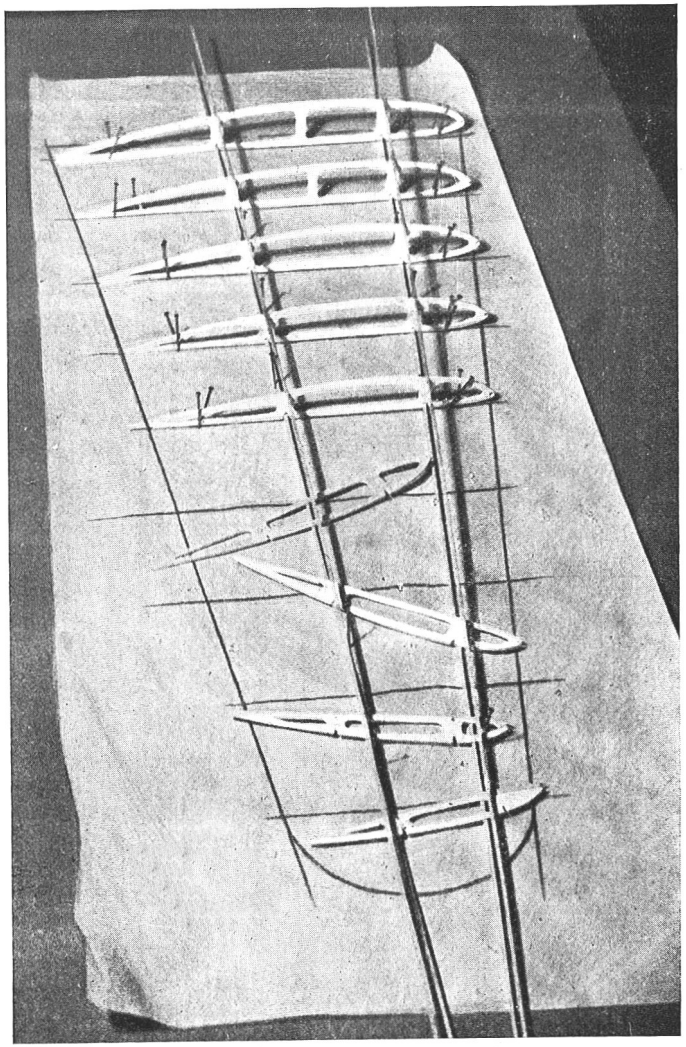


Fig. 16 - Preparazione di una semiala sul piano di appoggio.

Incollatura.

Quando si è certi che tutti gli elementi sono disposti in modo da non produrre deformazioni (1), sia nel piano orizzontale, che in quello verticale, si potrà iniziare la incollatura.

Questa operazione va eseguita adoperando esclusivamente la « **colla alla caseina** » (2) e usando quel poco

1) Si noti a questo proposito, quanto è stato detto a pag. 35 circa gli alloggiamenti per i longheroni. Tali alloggiamenti se non corrispondono esattamente al disegno, producono la svergolatura dell'ala; è bene quindi prevenire tale inconveniente, praticando gli incastri in modo che il longherone trovi un piccolo gioco ed abbia quindi la possibilità di assestarsi senza flettersi. Con l'incollaggio dell'ala, la colla penetrando negli interstizi fra longherone e centina, permetterà la definitiva sistemazione della struttura.

2) La colla alla caseina è l'unico prodotto che deve essere impiegato nelle costruzioni aeromodellistiche, per tutte le unioni delle parti in legno. Tutti gli altri preparati del genere sono sconsigliabili, e solamente in casi di fortuna, sui campi di prova dei modelli, o per piccole riparazioni del momento, si può usare il Tachys o la Resina Indiana. La caseina si prepara nel modo seguente: In un recipiente ben pulito si versa dell'acqua fredda e vi si aggiunge un poco alla volta la polvere di colla alla caseina agitando fortemente, con una spatola di legno, allo scopo di sciogliere completamente la polvere. Non seguendo le norme sopradette, e versando invece la polvere nell'acqua tutta in una sola volta, trascurando di agitare fortemente la massa, si formeranno dei grumi e non si raggiungerà il completo rendimento della colla. Onde ottenere una normale proporzione, si unisca un misurino di acqua con un misurino di polvere.

In un primo tempo la miscela densifica, dopo 15-20 minuti di riposo passerà in soluzione e diverrà di bell'aspetto cremoso e filante, pronta per l'uso. A seconda dello scopo cui la colla serve, si può procedere ad una ulteriore diluizione aggiungendo altra acqua. Si prepari di volta in volta solo la quantità di colla che si presuppone di consumare, perchè dopo 3-4 ore circa la colla gelatinizza, diventando inservibile. La caseina va preservata dall'umidità. I pezzi che dovranno venire uniti, dovranno essere leggermente ed uniformemente bagnati con la colla, quindi pressati con morsetti o con altri sistemi che di

di colla che basti per l'unione delle superfici a contatto, evitando di impiegarne più del necessario.

Bordo d'uscita e bordo d'attacco.

Quando tutte le connessioni della struttura saranno incollate, dopo aver nuovamente verificato che centine e longheroni non abbiano subito spostamenti, si costringeranno nella posizione voluta a mezzo di piccoli chiodi (vedi figg. 15 e 16) e si applicheranno quindi il bordo d'uscita e il bordo d'attacco.

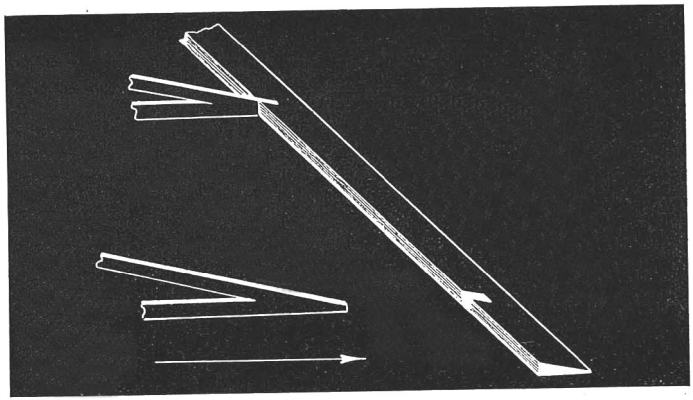


Fig. 17 - Bordo d'uscita con incastri per le code di centina.

Il bordo d'uscita, che è formato da un listello a sezione triangolare, sarà facilmente sistemato perchè si adagia

volta in volta verranno illustrati, in modo che possano rimanere aderenti gli uni agli altri senza pericolo di spostamenti. Il perfetto essiccamento della colla e quindi la completa unione dei due pezzi non potrà ottenersi prima di 12 ore come minimo.

perfettamente per tutta la sua lunghezza sul piano di appoggio (1) e gli saranno stati praticati in precedenza gli incastri per l'unione con le code delle centine (vedi fig. 17).

Il bordo d'attacco è costituito quasi sempre da un tondino di pioppo che viene fissato nella parte anteriore

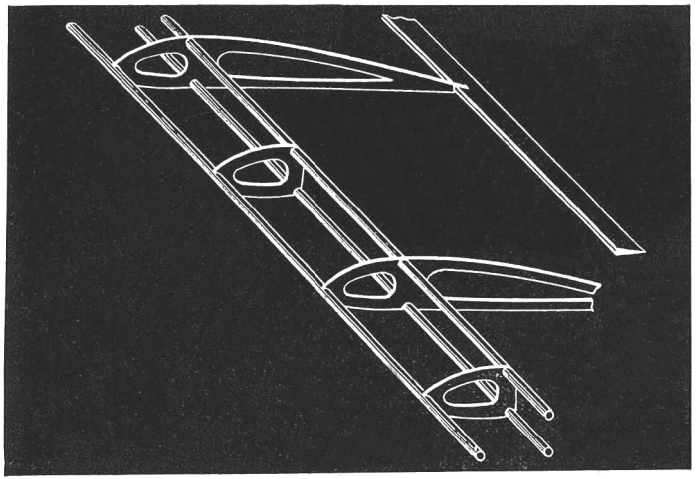


Fig. 18 - Particolare del bordo d'attacco.

delle centine e false centine che a tal uopo sono munite dell'apposito incastro (fig. 18).

1) Nelle ali ad incidenza variabile o formate da un complesso di profili differenti (che sono quelle che presentano ottime caratteristiche di stabilità) il bordo d'uscita, evidentemente, non potrà aderire per tutta la sua lunghezza sul piano di appoggio: bisognerà quindi interporre fra questo e il bordo stesso alcuni piccoli spessori di esatta misura che potranno determinare quelle variazioni di incidenza dell'ala che si devono ottenere secondo le caratteristiche date dal calcolo e che accompagnano sempre i disegni costruttivi.

Nel caso di ali particolari o di grandi dimensioni, dove si voglia ottenere un elevata robustezza del bordo d'attacco questo può essere composto da un rivestimento di impiallacciatura o di compensato di piccolissimo spessore. Tale sistema quantunque appesantisca leggermente la struttura, la rende d'altra parte indeformabile perchè una copertura di tal fatta forma un cassone che resiste efficacemente sia a flessione che a torsione. In pratica questo tipo di bordo di attacco richiede per la sua costruzione cure speciali onde evitare che la impiallacciatura, che deve essere messa in

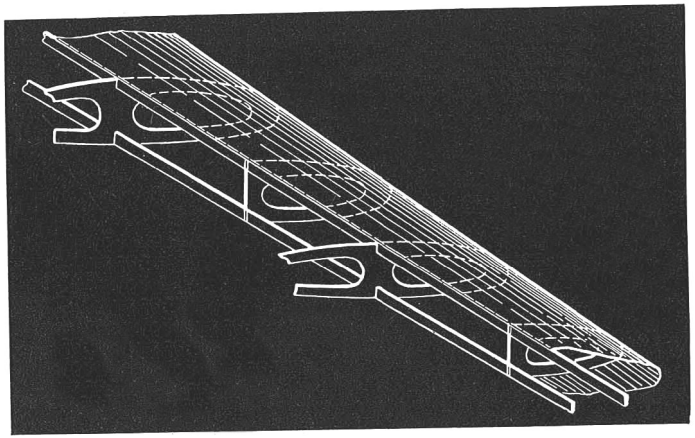


Fig. 19 - Bordo d'attacco in impiallacciatura.

opera bagnata, subisca poi delle deformazioni asciugandosi. Il sistema migliore sarebbe quello di preparare una forma di legno che riproduca esattamente il bordo d'attacco: su questa bisognerebbe avvolgere la impiallacciatura bagnata in modo che asciugandosi possa mantenere il più possibile la sagoma voluta. L'applicazione di tale bordo di attacco sull'ala viene quindi di molto semplificata e non occorre curare che la incollatura la quale di massima avviene sul longherone e sui contorni anteriori delle centine (vedi figura 19).

Con questo tipo di bordo d'attacco, se accuratamente costruito, è possibile ottenere strutture perfette, permettendo altresì di realizzare facilmente e razionalmente quelle variazioni di incidenza che fosse necessario di produrre in alcune ali particolari.

Estremità alare o curva terminale.

Osservando la fig. 7 appare evidente come l'estremità alare o curva terminale, sia formata dal prolungamento del bordo d'attacco che si inflette fino al congiungimento col bordo d'uscita.

Inoltre il longherone alare non si ferma all'ultima centina ma prosegue fino alla curva terminale e ad essa è incollato. La figura 20 dà in modo evidente il particolare sia della curva terminale come delle estremità del longherone ad essa unito.

Si osservi come il bordo d'uscita prosegua per un certo tratto oltre l'ultima centina e sia tagliato diagonalmente in modo da permettere una buona incollatura col tondino del bordo d'attacco. Il tondino di pioppo che generalmente si adopra per la costruzione del bordo d'attacco è difficilmente piegabile a freddo, si dovranno quindi osservare le indicazioni relative alla

piegatura dei tondini (pag. 79) ed in particolare si dovrà eseguire il lavoro sempre sul piano di appoggio avendo cura di far mantenere il contorno nella posizione voluta con piccoli chiodi.

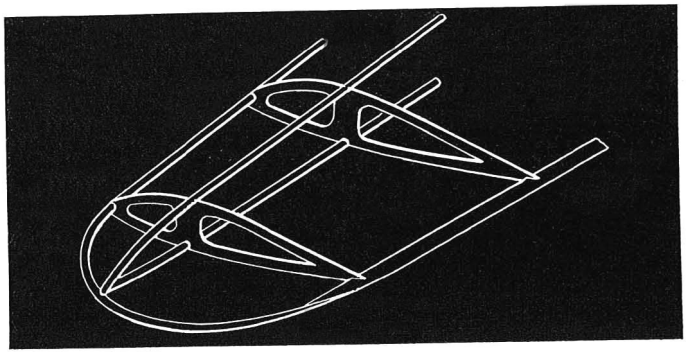


Fig. 20 - Estremità alare in tondino ripiegato.

Un altro sistema per la costruzione delle estremità alari è quello illustrato alla fig. 21. La curva terminale in questo caso è ricavata da un pezzo di compensato alleggerito che si incastra con le due code A e B nell'ultima centina, mentre il bordo d'attacco che rimane rettilineo, e il bordo d'uscita si incollano direttamente al compensato.

Questo sistema che è leggermente più pesante del precedente offre il vantaggio di poter ottenere una costruzione più accurata e di accentuare, ove occorra, la curva terminale. Qualora poi il bordo d'attacco non fosse formato con un tondino, ma con rivestimento di impiallacciatura, la estremità alare deve essere senz'altro costruita con compensato.

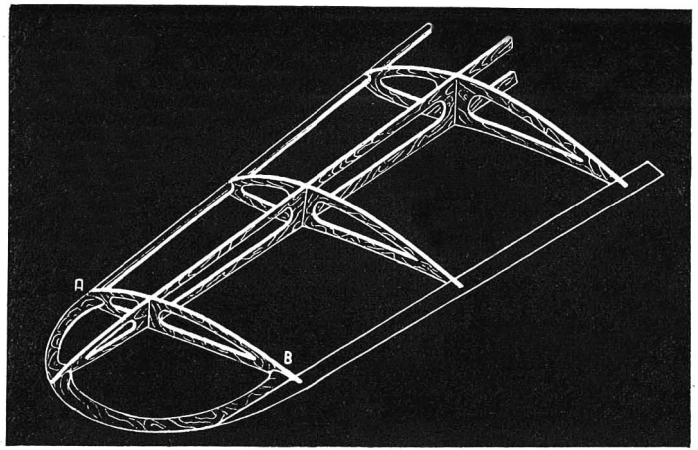


Fig. 21 - Estremità alare in legno compensato traforato.

Unione delle semiali.

Come è stato detto precedentemente solo in casi speciali le semiali vengono fissate alla fusoliera separatamente: normalmente per modelli di piccole o medie dimensioni si prepara l'ala completa, costituita cioè dalla semiala destra e dalla semiala sinistra, rigidamente unite fra loro, in modo da formare una struttura unica resistente ed omogenea.

L'unione delle semiali è quindi un lavoro molto delicato nel complesso costruttivo dell'aeromodello, sia dal punto di vista aerodinamico che strutturale: nel primo caso perchè non deve verificarsi una differenza di incidenza tra l'una e l'altra semiala, nel secondo caso perchè, evitando il più possibile di appesantire la struttura, occorre che il complesso di unione risulti molto

robusto e che il longherone in definitiva sia atto a sopportare gli stessi sforzi e le stesse sollecitazioni come se fosse costruito con un unico elemento non interrotto. L'operazione dell'unione delle semiali sarebbe oltremodo semplice e per piccoli modelli diverrebbe del tutto superflua, se l'ala vista di fronte fosse piana; viceversa è **assolutamente necessario** per la stabilità trasversale del modello che l'ala, vista di fronte, non sia piana ma formi un angolo molto ampio con vertice nella parte centrale (vedi fig. 22 e 26).

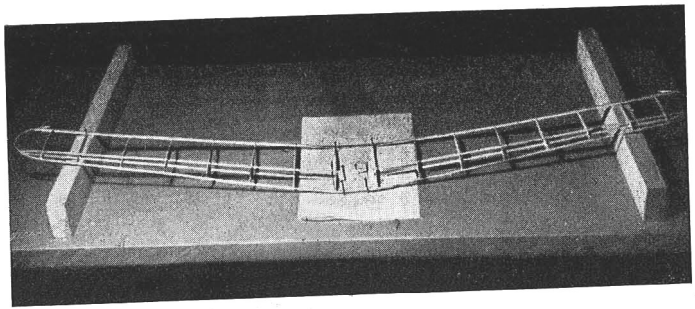


Fig. 22 - Unione delle semiali.

L'ala costruita con questa inclinazione si dice che possiede « **un diedro trasversale** » che ha, come si è detto, compito fondamentale per l'equilibrio del modello. Poichè le semiali sono state costruite sul piano di appoggio e sono quindi piane, il diedro trasversale risulterà dal conveniente congiungimento delle semiali col sistema che più oltre verrà illustrato.

E' bene qui ricordare ancora che l'elemento che sopporta gli sforzi nell'ala è il longherone (nei piccoli modelli anche il bordo d'attacco e il bordo d'uscita costituiscono un complesso resistente); sono quindi le estremità dei due longheroni sporgenti dalle centine centrali che devono essere unite fra di loro. Si adopera a questo scopo una piastrina di legno compensato (vedi fig. 23)

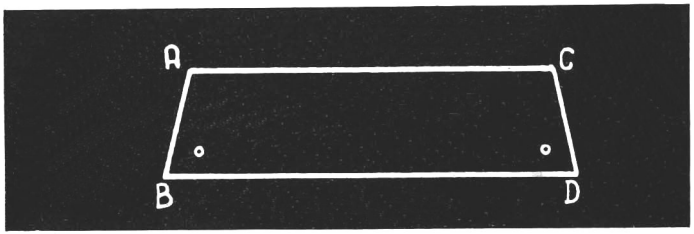


Fig. 23 - Diaframma per l'unione delle semiali.

dello spessore di mm. 1 o 1,5 chiamata « **diaframma** » della forma data di volta in volta dal disegno e che incollata ai longheroni mantiene la forma voluta e assicura la rigidità del complesso.

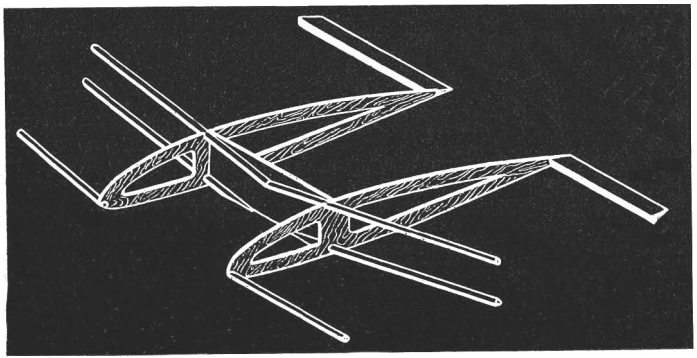


Fig. 24 - Unione del diaframma ai longheroni.

Le figg. 22, 25 e 26 mostrano un esempio di come va eseguita l'operazione per l'unione delle semiali. Preventivamente occorrerà tagliare il bordo d'attacco e quello d'uscita a filo con le centine centrali (fig. 24) e assicurarsi che i listelli o tondini che formano i longheroni sporgano dalle stesse centine in lunghezza uguale a quella data dal disegno.

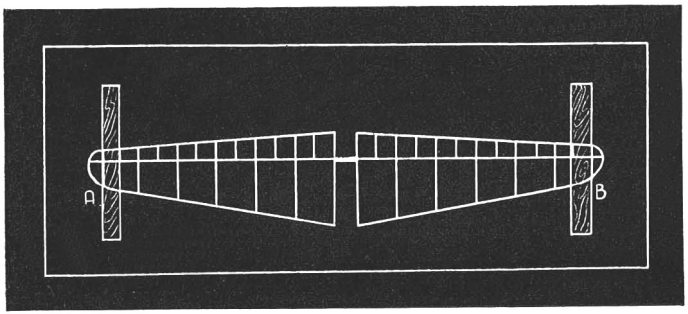


Fig. 25 - Semiali sul piano di appoggio per l'unione (vista di pianta).

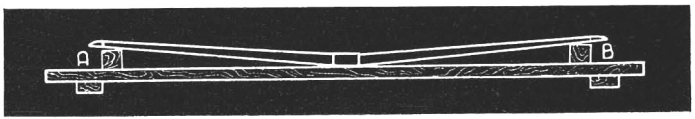


Fig. 26 - Semiali sul piano di appoggio per l'unione (vista di fronte).

Le semiali vengono quindi sistemate sul piano di appoggio in modo che le due centine centrali appoggino completamente sul piano stesso, mentre le estremità saranno mantenute alzate dagli spessori A e B affinchè l'ala venga ad assumere in definitiva il diedro voluto: (fig. 26). L'ampiezza di tale diedro viene di volta in volta indicata sui disegni originali.

Le semiali viste dall'alto saranno disposte in modo che il longherone risulti sulla stessa retta e con le estremità sporgenti affacciate (vedi fig. 25).

Il diaframma sarà quindi incollato sulle estremità dei longheroni che sporgono dalle centine centrali (fig. 24) e queste ultime devono essere perfettamente aderenti ai lati inclinati del diaframma stesso (lati A B - C D della figura 23). L'aderenza delle centine centrali coi lati inclinati del **diaframma** provoca il diedro trasversale.
Affinchè la incollatura risulti perfetta occorrerà pressare il longherone contro il diaframma a mezzo di comuni morsetti di legno del tipo illustrato in figura 27. Durante questa operazione bisognerà assicurarsi che le semiali non alterino la loro posizione iniziale e che la connessione tra i longheroni non provochi spostamenti delle parti.

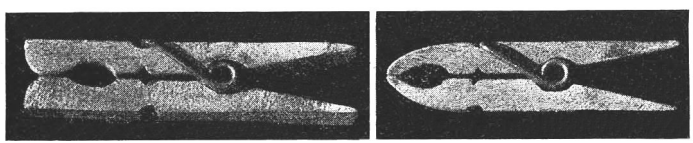


Fig. 27 - Morsetti in legno. Tipo comune e tipo adattato.

Qualora l'ala fosse composta da 2 longheroni è evidente che anche i diaframmi saranno in numero doppio, uno per longherone.

Quando il diaframma sarà perfettamente incollato ai longheroni, dopo cioè che la colla avrà fatto presa perfettamente, si dovrà riportare nello spazio compreso fra le due centine centrali due elementi: rispettiva-

mente di tondino e listello triangolare che completeranno il bordo d'attacco e il bordo d'uscita che, come è stato detto, erano stati precedentemente tagliati. Questi elementi dovranno essere posti in opera orizzontalmente e paralleli al diaframma.

Qualora per ragioni costruttive si voglia rendere maggiormente robusta la parte centrale dell'ala, si possono usare due diaframmi invece di uno, accoppiati anteriormente e posteriormente sullo stesso longherone.

Elementi di vincolo dell'ala alla fusoliera.

Prima di iniziare la copertura si dovranno costruire e fissare alla struttura dell'ala gli elementi che la vincoleranno con la fusoliera. Si premette che ad eccezione di costruzioni speciali eseguite da chi abbia già una lunga pratica sia di lavorazione che di messa a punto del modello, l'ala non dovrà mai formare con la fusoliera una sola struttura, ma ad essa fissata in modo che sia possibile variarne entro certi limiti la sua posizione, ed elasticamente connessa in modo che un brusco atterraggio e l'urto dell'ala stessa contro qualche ostacolo non determini la rottura del complesso.

Il sistema più pratico, semplice ed economico per tale unione viene effettuato a mezzo di semplici anelli elastici nel modo che di volta in volta le tavole costruttive lo indicheranno.

Interessa ora sapere che gli anelli elastici vengono fissati all'ala per mezzo di piccoli ganci in filo metallico, ganci che risultano solidali con l'ala stessa. Tali elementi dovranno essere fissati sopra un elemento resistente dell'ala, in modo che quando questa viene appoggiata alla fusoliera essi si trovino il più vicino possibile alle pareti della fusoliera stessa.

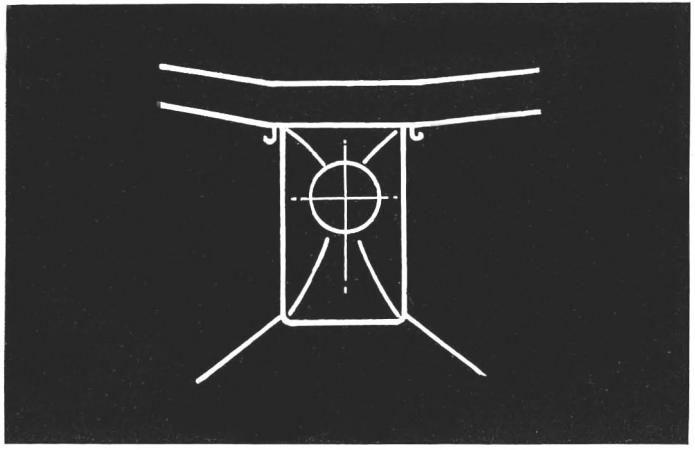


Fig. 28 - Ganci metallici per il fissaggio dell'ala in corrispondenza della fusoliera.

La fig. 28 mostra appunto tale sistemazione e la facilità con la quale si possa ottenere il fissaggio delle due parti allacciando il capo dell'anello elastico ad un gancio per fissarlo poi all'altro dopo averlo passato intorno ai fianchi ed al fondo della fusoliera. I ganci metallici vengono fissati generalmente sul diaframma che unisce le semiali nella posizione esatta indicata dal disegno e dovranno sporgere dal ventre dell'ala non più di 4 o 5 millimetri.

La fig. 29 mostra senza bisogno di spiegazione alcuna

l'applicazione di ganci metallici fissati ai diaframmi per la unione delle semiali.

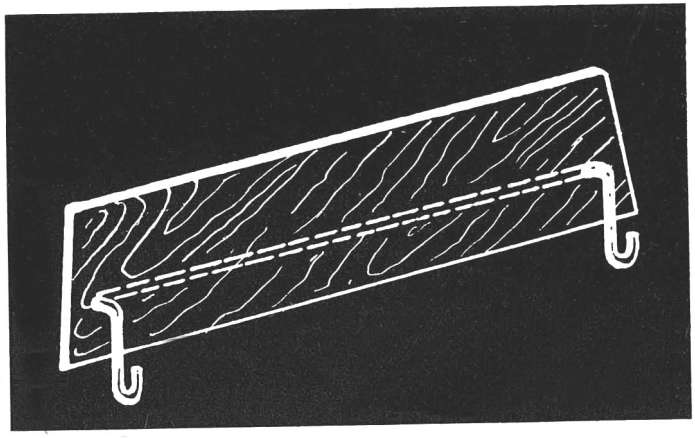


Fig. 29 - Applicazione dei ganci metallici al diaframma.

Alettoni.

Quantunque, come si vedrà in seguito, verranno consigliate tutte le precauzioni necessarie per evitare che l'ala ultimata possa risultare svergolata, ciò non toglie che sia per un piccolo difetto costruttivo della struttura, sia per la copertura non eseguita perfettamente, l'ala ultimata, ricoperta e verniciata, possa presentare qualche piccola svergolatura. Quando si sarà presa un po' di pratica nelle costruzioni aeromodellistiche, tale inconveniente non si verificherà più, ma il principiante si può trovare di fronte a questo difetto che è uno dei peggiori per un volo regolare.

Gli alettoni rappresentano un semplice e pratico sistema per neutralizzare la svergolatura di un'ala e correggere l'equilibrio trasversale del modello, ove lo fosse necessario.

Negli aeroplani questi importanti organi di comando sono continuamente regolati dal pilota sia per variare l'assetto del velivolo sia per correggerne l'equilibrio trasversale. Nei modelli volanti viceversa essi mantengono la posizione fissa, possono cioè venir regolati a terra in modo che la loro azione raggiunga lo scopo voluto, ma durante il volo conservano la incidenza loro impressa.

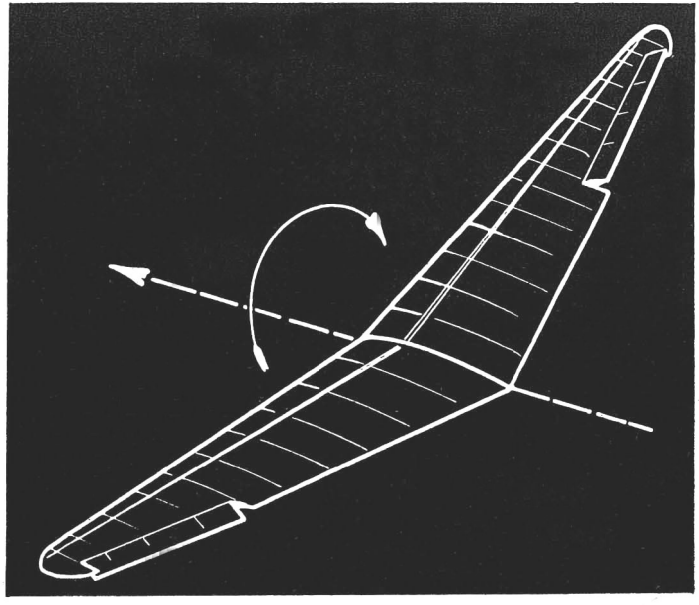


Fig. 30 - Schema dimostrativo sull'influenza degli alettoni.

La caratteristica essenziale degli alettoni è quella di poter essere regolati differenzialmente; essi sono costituiti da due superfici poste in corrispondenza del bordo d'uscita dell'ala verso l'estremità (vedi fig. 30), tali che qualora si voglia costringere il modello durante il volo ad una inclinazione per esempio verso destra, occorrerà abbassare l'alettone sinistro e alzare l'alettone destro e viceversa.

Ora dato che una svergolatura dell'ala provocherà una inclinazione del modello, con l'applicazione degli alettoni si viene a correggere tale difetto. Gli alettoni possono essere costruiti ed applicati alla struttura in due differenti modi ed i disegni di ogni modello ne danno di volta in volta gli elementi per la costruzione ed il relativo fissaggio.

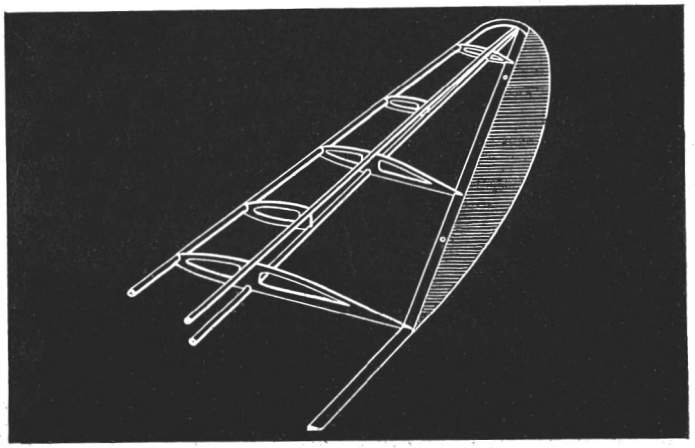


Fig. 31 - Applicazione di un alettone in lamiera.

Il primo tipo, che è anche il più semplice, consiste nell'applicare al bordo d'uscita una lamiera di alluminio (dello spessore di 3/10 di mm.) convenientemente sagomata (vedi fig. 31) applicazione che si ottiene a mezzo di piccoli ribattini di alluminio.

Il secondo tipo invece è una costruzione che fa parte integrale con la struttura dell'ala e come quest'ultima è composta di centine e longheroni. Mentre nel primo tipo l'incidenza dell'alettone si ottiene con la piegatura della lamiera stessa, nel secondo caso alcune code di centine sono opportunamente incernierate in modo da permettere anche minime e corrette variazioni di incidenza (fig. 32).

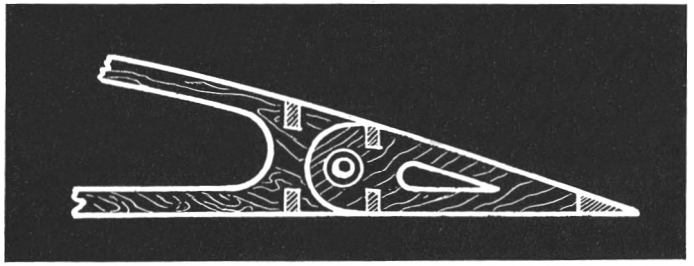


Fig. 32 - Coda di centina con cerniera per alettoni.

Rifinitura.

La rifinitura della struttura completa consisterà in una pulitura generale dello scheletro con carta vetrata e nella verifica che tutti gli elementi che compongono l'ala siano perfettamente sistemati e bene incollati.

Copertura.

Nei modelli volanti la copertura dell'ala in particolare e di qualunque struttura in generale può essere effettuata sia con carta che con tessuto: a priori però, sotto tutti gli aspetti, è da preferirsi la carta, essendo il tessuto più pesante, meno semplice da mettersi in opera e di prezzo molto più elevato, esso è indicato solo per modelli con motore non ad elastico e ad ogni modo deve essere usato da chi abbia già una buona esperienza: nel presente opuscolo trattando in generale di modelli con motore ad elastico si esaminerà solo la copertura con carta.

Molti aeromodellisti trovano questa operazione di grande difficoltà mentre in realtà solo un poco di pazienza ed attenzione sono sufficienti per eseguire perfettamente il lavoro.

E' opportuno a questo punto rilevare come la copertura di una struttura qualsiasi riuscirà tanto più perfetta quanto la struttura stessa sarà stata eseguita e rifinita accuratamente.

Nei modelli volanti la copertura ha una grandissima importanza, perchè oltre a determinare quella parete liscia e levigata sulla quale scorrono i filetti d'aria e realizzare la superficie su cui avviene il sostentamento, essa produce con la sua uniforme tensione un efficace irrigidimento e irrobustimento delle strutture che senza copertura sono oltremodo flessibili e delicate.

La copertura è quindi l'involucro che racchiude lo scheletro e gli conferisce la rigidità.

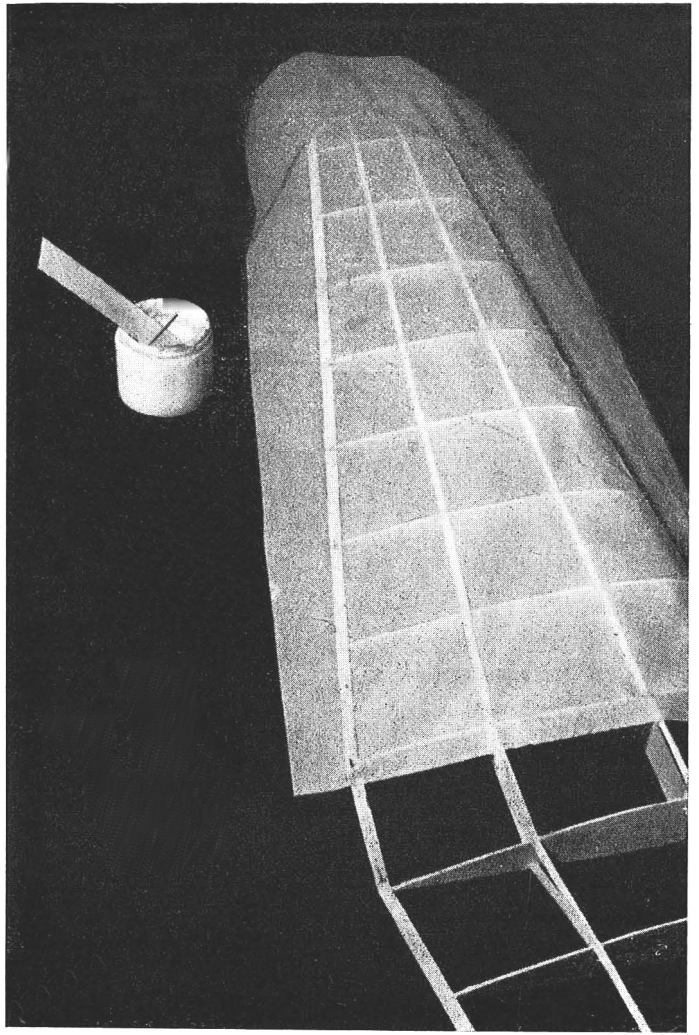


Fig. 33 - Applicazione della copertura sulla semiala.

Questa particolarità della copertura se contribuisce efficacemente alla resistenza del complesso, può d'altra parte determinare, con la sua forte tensione, dannosissime svergolature qualora non sia stata opportunamente applicata. Si dà qui appresso un esempio pratico di come si procede nella copertura di un'ala ricordando che si dovrà ricoprire una semiala alla volta e di questa separatamente prima la parte ventrale poi quella dorsale.

1) Si ritaglino quattro pezzi di carta che abbiano le dimensioni un poco superiori di quelle delle quattro superfici dell'ala che si devono ricoprire (due pezzi per la semiala sinistra, due pezzi per la semiala destra).

2) Si bagnino di gomma liquida i bordi esterni della struttura da ricoprire con l'avvertenza che la gomma sia in quantità sufficiente quindi non eccessiva il che sarebbe dannoso, ma uniformemente distribuita e non mancante. Nell'ala non devono essere bagnati di gomma i longheroni e il contorno di tutte le centine, ma solamente il bordo d'attacco, quello di uscita, la curva terminale e il contorno delle centine centrali (1).

3) Si prenda quindi il pezzo di carta e lo si adagi sullo scheletro in modo che possa toccare contemporaneamente le superfici bagnate di gomma. Si presti attenzione, durante questa operazione, che la carta non faccia pieghe nè grinze e non si cerchi di tenderla trop-

1) Nelle ali le cui centine siano formate da profili « concavo-convessi » si dovranno bagnare di gomma anche i contorni ventrali di tutte le centine.

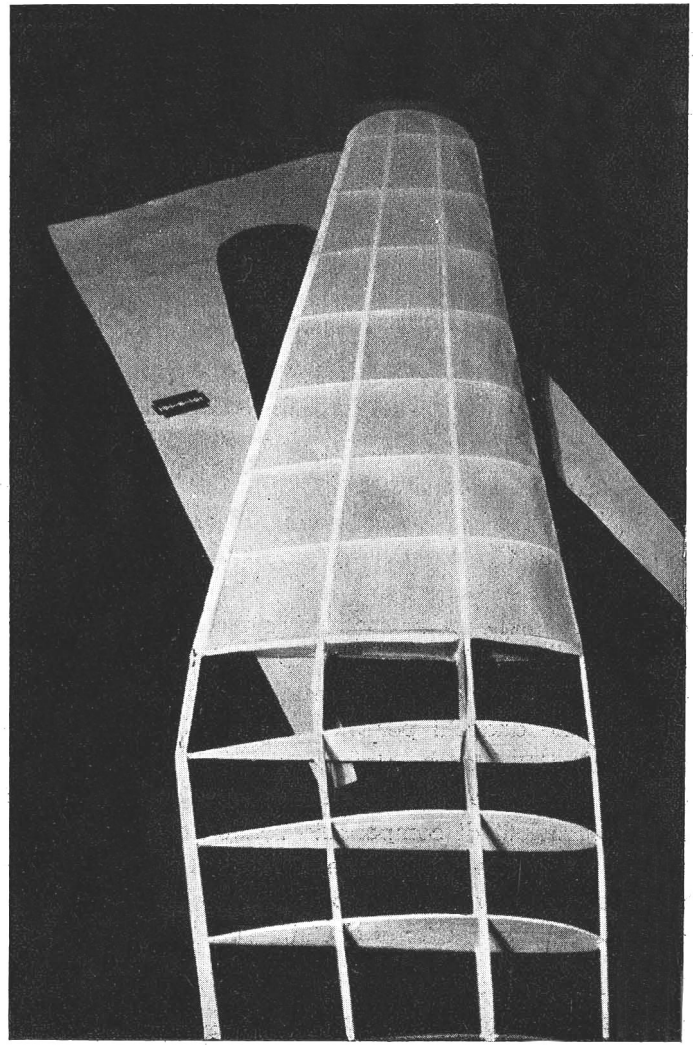


Fig. 34 - Ritaglio della copertura.

po, evitando in modo assoluto una tensione, sia pure piccola, in senso diagonale (fig. 33).

Affinchè l'unione della carta alla struttura avvenga in modo perfetto bisognerà rendere la copertura perfettamente aderente ai bordi da incollare con una leggera pressione delle dita, ripiegare quindi il contorno della carta intorno all'elemento che è stato bagnato di colla, indi ritagliarlo (fig. 34).

Eseguita progressivamente la copertura delle quattro superfici dell'ala si ripeterà l'operazione per la parte centrale, quella cioè compresa tra le due centine maggiori.

Nei punti dove sporgono dalla struttura i ganci per l'attacco dell'ala alla fusoliera, è necessario di rinforzare la copertura. Ciò si ottiene facilmente incollando dei piccoli dischi di carta forte, (per esempio carta da pacchi), in modo che nella zona prossima al gancio, risulti una copertura molto più robusta. In alcuni casi, specie quando dalla superficie alare sporgono elementi resistenti, come attacchi per montanti o attacchi per carrello etc., piuttosto che rinforzare la copertura è consigliabile applicare allo scheletro stesso dell'ala alcuni piccoli fazzoletti di compensato sottile od impiallacciatura in modo tale da formare attorno all'elemento sporgente dalla copertura una zona dove la carta possa essere incollata senza tema che si spezzi (vedi fig. 35).

In generale i fazzoletti di compensato vengono applicati sempre dove si voglia ottenere un rilevante irrobustimento della struttura specie nei punti di unione tra due

o più elementi. (Vedi capitolo « fusoliera a traliccio »).

4) Dopo circa due ore, quando la gomma che fissa la carta alla struttura sarà perfettamente asciutta, si provvederà alla bagnatura della carta: tale operazione è di grande importanza perchè è quella che determina la tensione e quindi il definitivo irrigidimento della struttura. La bagnatura si effettua con acqua fredda adoperando un comune spruzzatore o più semplicemente un batuffolo di ovatta (vedi fig. 36) che sarà passato leggermente su tutta la superficie in modo che non ri-

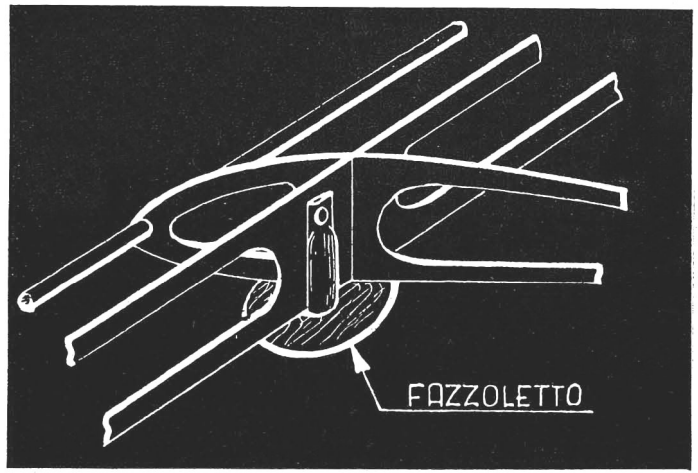


Fig. 35 - Fazzoletto di rinforzo della copertura.

mangano zone asciutte, facendo attenzione però che non si producano delle sacche in cui l'acqua si possa fermare, perchè ciò provocherebbe in quel punto la rottura della carta. La copertura sarà ben riuscita se

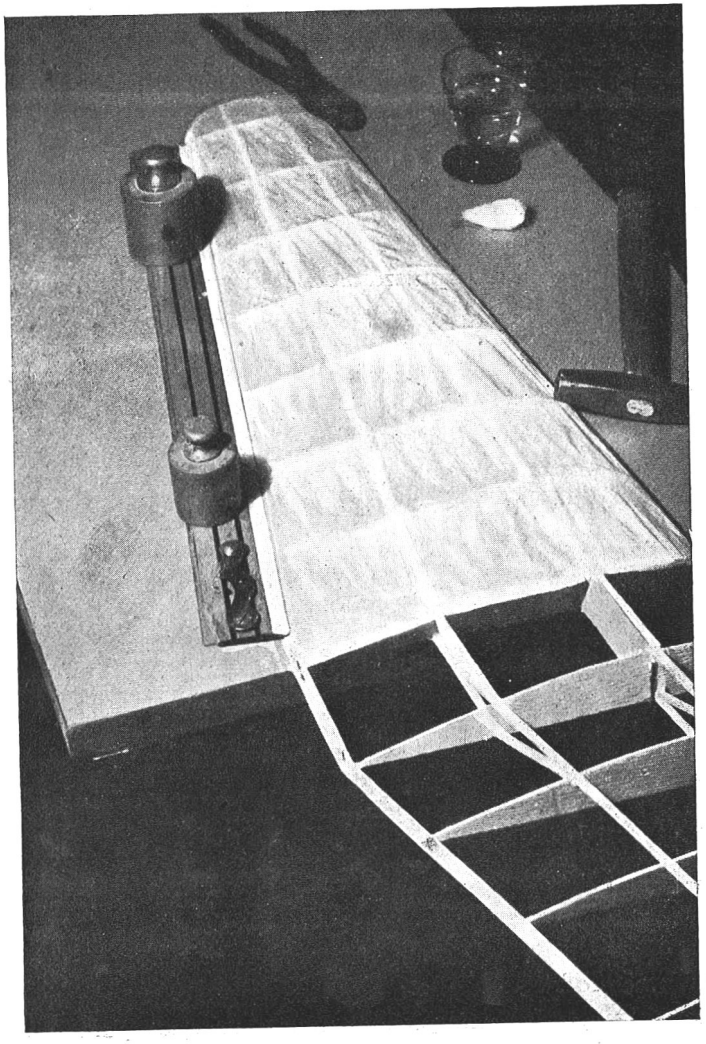


Fig. 36 - Bagnatura della copertura.

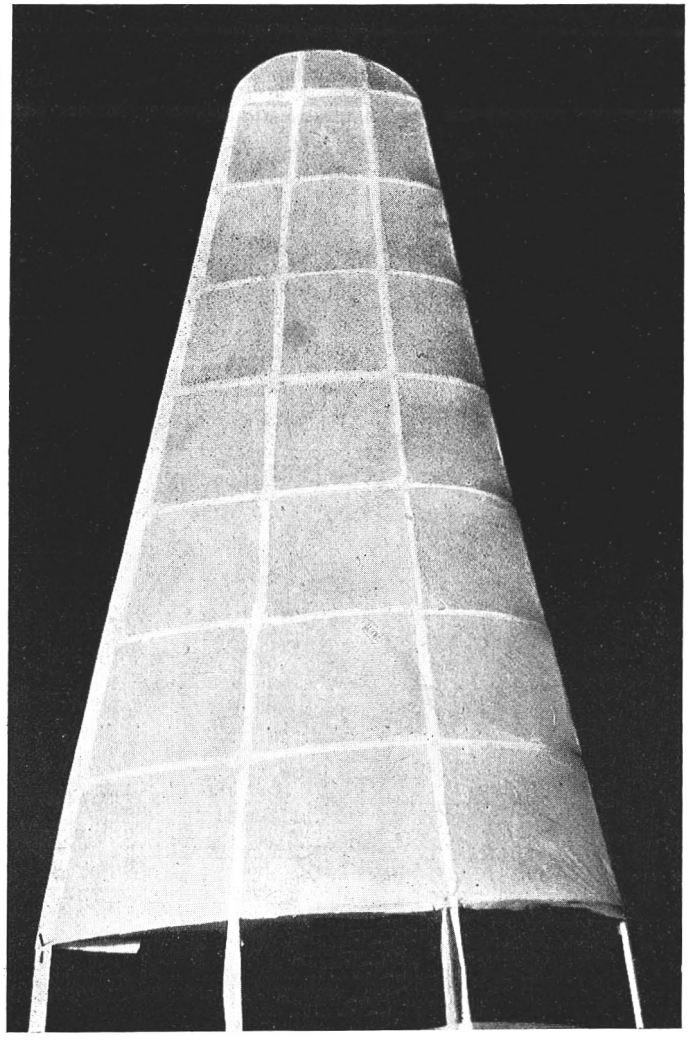


Fig. 37 - Copertura tesa dopo la bagnatura.

la carta, ad asciugamento completo, si presenterà uniformemente tesa e senza grinze (vedi fig. 37) e la struttura non sia svergolata. Questo risultato difficilmente si potrà ottenere se non si usa la precauzione durante la bagnatura e relativo essiccamento della carta di costringere nuovamente l'ala sul piano di appoggio, disponendo dei pesi lungo il contorno dell'ala stessa o tenendola aderente al piano mediante la pressione di piccoli chiodi ripiegati lungo il bordo d'uscita e quello d'attacco (vedi fig. 36).

Normalmente, come è stato detto, essendo l'ala in un sol pezzo, dato che il piano di appoggio non presenta il diedro trasversale, occorrerà procedere alla bagnatura di una semiala alla volta e attendere che questa sia completamente asciutta prima di bagnare l'altra. L'essiccamento della carta deve essere completo e deve avvenire in modo naturale evitando cioè di esporre la struttura al sole o ad altra fonte di calore.

Verniciatura.

Con l'ala ricoperta, molti giovani costruttori di modelli volanti credono che il lavoro si possa ritenere ultimato, viceversa è ancora incompleto fino a quando non verrà eseguita la verniciatura. Questa operazione non rappresenta, come potrebbe sembrare, un semplice abbellimento o rifinitura, ma è essa stessa essenziale ed indispensabile nel complesso costruttivo. Con la verniciatura la carta diventa impermeabile, si aumenta quindi il potere di sostentamento dell'ala ed in pari tempo si rende tutta la copertura meno sensibile all'umidità at-



Fig. 38 - Verniciatura della copertura.

mosferica, eliminando in tal modo il pericolo di ulteriori svergolature o rilassamenti della carta. Per eseguire la verniciatura si adopera un pennello a setole morbide e si distende sulla carta la vernice con pennellate lunghe evitando il più possibile di ripassare sulle parti già trattate se queste sono ancora umide. Il completo essiccamento della vernice che, come per la bagnatura, deve avvenire in modo naturale, si verifica, in massima, dopo tre ore. Questo tempo può variare sensibilmente dipendendo dal grado di temperatura e di umidità dell'ambiente. La verniciatura provocherà in un primo tempo un rilassamento della carta (vedi figura 38), quindi a mano a mano che la vernice si asciugherà la copertura si tenderà nuovamente assumendo in pari tempo un bell'aspetto lucente.

E' naturale, per quanto è detto sopra, che la struttura, fintanto che la vernice non sarà asciutta, dovrà nuovamente essere sistemata sul piano di appoggio onde evitare svergolature (vedi figure precedenti)

IMPENNAGGI

Come è stato definito a pag. 12, la **coda** del velivolo è quell'organo che serve a correggere l'instabilità propria dell'ala isolata. La coda è costituita dagli **impennaggi** e questi a loro volta risultano dal complesso del: « **piano di coda orizzontale o timone di profondità** » e « **piano di coda verticale o timone di direzione** » (fig. 39).

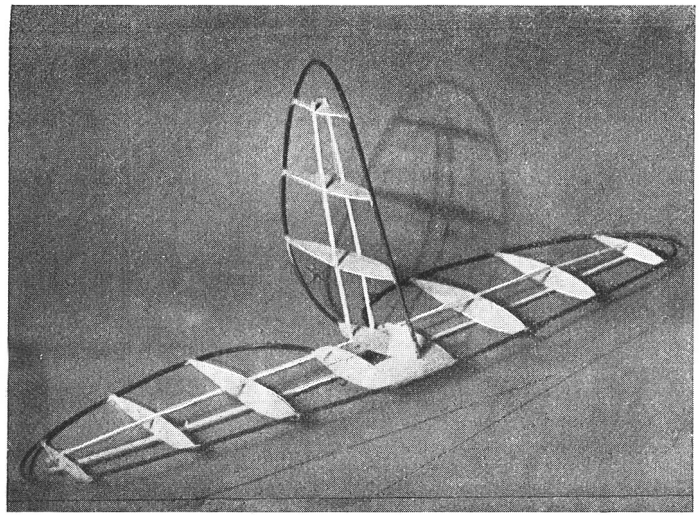


Fig. 39 - Struttura degli impennaggi.

Gli impennaggi hanno lo scopo di equilibrare il mo-

dello e non quello di variarne gli assetti di volo (1), essi sono perciò normalmente fissi e andranno costruiti ed applicati secondo le norme che ora si illustreranno. Il timone di profondità provvede alla stabilità longitu-

1) Negli aeroplani la coda è formata dall'assieme di una parte fissa chiamata « **timone** o **piano fisso** » e di una parte mobile chiamate **deriva** o **piano mobile.** Variando l'incidenza del piano mobile il velivolo viene ad assumere un assetto differente da quello primitivo; osservando difatti la figura qui riprodotta si comprende facilmente l'influenza e gli effetti di questa variazione. La fig. A mostra il velivolo in volo orizzontale: piano fisso e piano mobile senza alcuna

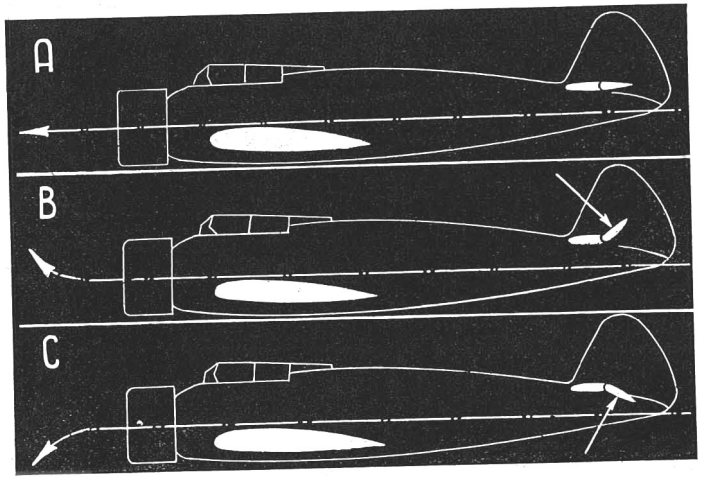


Fig. 40 - Schema dimostrativo dell'influenza dei piani di coda orizzontali.

incidenza. La fig. B mostra il velivolo con tendenza ad impennarsi cioè a cabrare perchè il piano mobile orizzontale ha una incidenza negativa, è cioè spostato verso l'alto e quindi l'azione dell'aria su di esso provocherà l'abbassamento della coda con conseguente cabrata del velivolo. La figura C viceversa mostra il velicolo in picchiata, dato che il piano fisso ha un'incidenza positiva, cioè rivolto in basso, il che provocherà l'alzarsi della coda.

dinale mentre il timone di direzione provvede alla stabilità di rotta o di direzione.

La costruzione degli impennaggi e la loro sistemazione richiedono massima cura e molta attenzione perchè una imperfezione costruttiva o di montaggio comprometterebbe la buona riuscita del volo; si devono quindi osservare le norme qui appresso indicate e in particolare si dovrà eseguire il lavoro esattamente come indicato sul disegno originale.

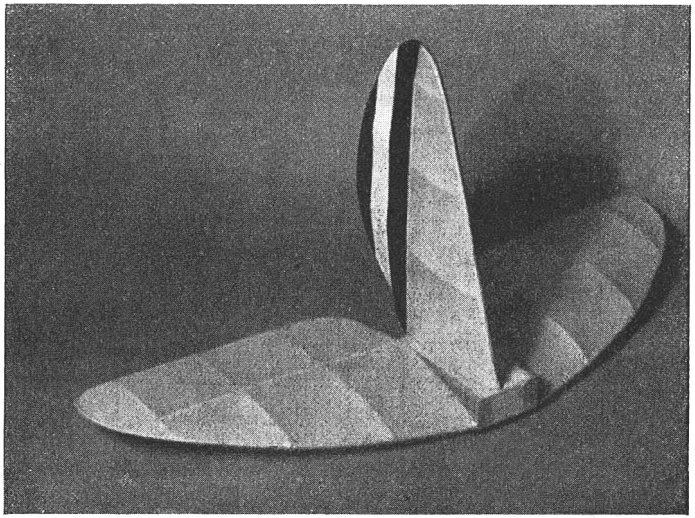


Fig. 41 - Impennaggi ricoperti.

Mentre il timone di direzione ha sempre una posizione costante in modo da rimanere fisso e stabile nel piano verticale della fusoliera, il timone di profondità deve poter assumere all'occorrenza una leggera variazione

di incidenza, sia positiva che negativa. I piani di coda si possono quindi costruire in modo da essere tra loro rigidamente uniti, sarà allora tutto il complesso che andrà fissato poi alla fusoliera; oppure il timone di direzione può essere rigido con la fusoliera ed il timone di profondità smontabile; entrambi infine possono essere tra loro smontabili.

Ad ogni modo i disegni costruttivi illustrano sempre queste particolarità e danno oltre la forma ed i profili da adottare tutte le altre specifiche indicazioni del caso, come i particolari per il fissaggio, i raccordi etc.

PIANI DI CODA ORIZZONTALI.

Come appare dalla fig. 39 il timone di profondità è costituito da un elemento resistente (longherone) e da una struttura di forma (centine e contorno); struttura che, come l'ala, dovrà essere poi rivestita (fig. 41).
La costruzione dei piani di coda non differisce sostanzialmente da quella già descritta per l'ala in quanto sono gli stessi materiali che vengono, di massima, impiegati. Va solo notato che mentre per l'ala la centina ha un profilo « **disimmetrico** » (vedi figg. 10, 11, 12) le centine dei piani di coda hanno quasi sempre un profilo « **simmetrico** » (fig. 9) di minima resistenza all'avanzamento e non portante per l'incidenza di 0° cui viene normalmente impiegato [vedi nota (1) di pag. 16].

Inoltre mentre l'ala deve essere costruita con centine di un dato profilo, i piani di coda, nel caso di piccoli e semplici modelli, possono anche mancare di centine

ed essere formati da una superficie piana, con una costruzione chiamata generalmente « **a traliccio** ».

Si esamineranno e descriveranno qui appresso i due sistemi costruttivi, ma per entrambi si raccomanda sempre una costruzione accurata e sopratutto molto leggera perchè, come si vedrà più oltre, i piani di coda troppo pesanti possono provocare nel modello non lievi difficoltà di centraggio.

Confrontando la fig. 7 con la fig. 39 si nota come nell'ala il bordo d'attacco e il bordo d'uscita siano costituiti da due elementi distinti, mentre per i piani di coda bordo d'attacco e bordo d'uscita siano formati da

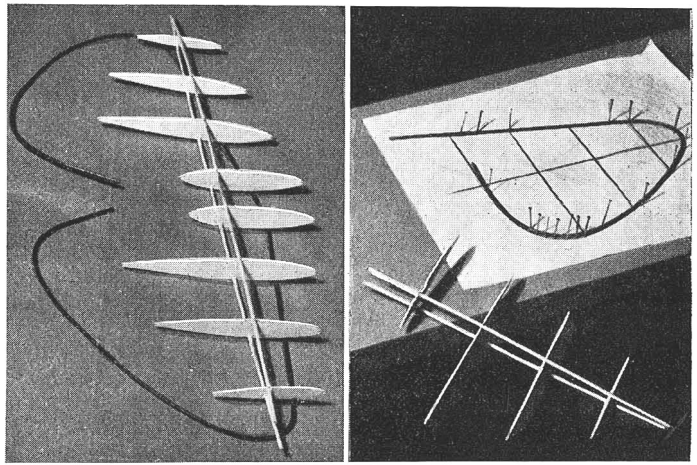


Fig. 42 - Contorno e struttura degli impennaggi.

un solo elemento omogeneo e completo denominato « **contorno** ». Inoltre mentre si è visto che l'ala è sem-

pre composta dalle due semiali, poi riunite per determinare il diedro trasversale, i timoni sono viceversa piani e quindi il longherone è formato sempre da elementi continui e ininterrotti dall'una all'altra estremità. La lavorazione dei singoli pezzi e la loro sistemazione viene eseguita in modo del tutto identico a quello già descritto per l'ala, con la variante che i piani di coda vengono costruiti in un sol pezzo: l'unica differenza di montaggio consiste nel contorno; bisogna quindi procedere nel lavoro in due tempi:

1) preparazione del contorno e separatamente preparazione della struttura (centine e longheroni). (Fig. 42).

2) Unione del contorno alla struttura (Fig. 44).

1) La struttura (centine e longheroni) si costruisce in modo del tutto simile a quello già descritto per l'ala (vedi preparazione delle centine) facendo però attenzione che l'allineamento dei singoli elementi dovrà ottenersi a vista e non appoggiandosi sul piano di appoggio, dato che nel caso dei timoni il profilo non presenta la parte ventrale piana e che quindi è impossibilitata la completa aderenza di questo con il piano stesso.

2) Per la costruzione del contorno si fa ancora uso del piano di appoggio su cui sarà disposto un disegno del contorno stesso e sul quale sarà sistemato il tondino in modo che venga ad assumere e a mantenere la forma esatta del disegno (fig. 42). A questo scopo è indispensabile osservare le norme per la piegatura dei tondini qui descritte.

Qualora sia necessario realizzare superfici a contorno curvo (estremità alari, piani di coda etc.) si deve provvedere alla curvatura del contorno stesso. A questo scopo veniva adoprato in passato il tondino di giunco (midollo di canna d'India) che essendo per sua natura facilmente piegabile a freddo permetteva di realizzare con grande facilità anche le curve più accentuate, non determinando però nella struttura che minima **resistenza,** per causa appunto della sua grande flessibilità. Oggi si sostituisce tale materiale di origine straniera col **« tondino di pioppo »** che offre il vantaggio di essere di gran

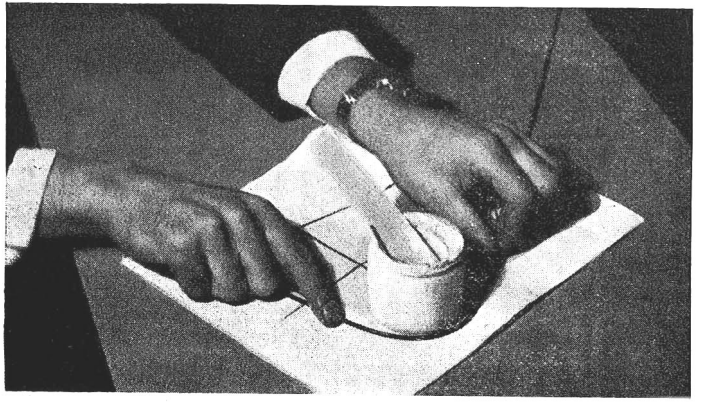


Fig. 43 - Esempio di curvatura di un tondino.

lunga più resistente ed economico. Onde ottenere dal tondino delle curve perfette è indispensabile che esso venga tenuto a bagno in acqua fredda per almeno quattro ore: quindi gli verrà impressa la curvatura servendosi di un corpo rotondo qualsiasi (fig. 43) ed eventualmente, quando la curva fosse molto accentuata, aspor-

tando nella parte interna della curva una piccola porzione di materiale in modo che per il tratto che interessa, il tondino assuma la forma di una mezzaluna.

Non appena sarà stata prodotta nel tondino la piegatura voluta, si provvederà a fissarlo sul piano di appoggio usando dei piccoli chiodi posti alternativamente lungo il suo perimetro (fig. 42). Il tondino manterrà così la posizione fino a chè non sarà perfettamente asciutto: dopo cinque o sei ore, togliendo tutti i chiodini, il tondino manterrà stabilmente la forma impressagli.

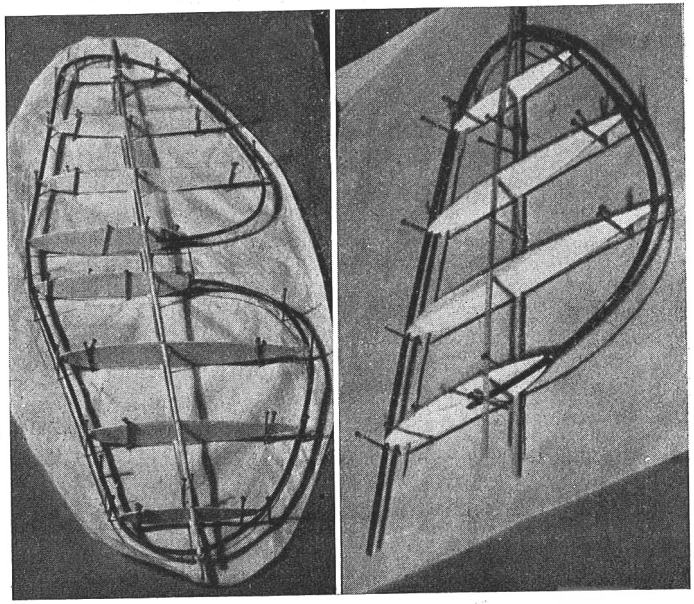


Fig. 44 - Connessione fra struttura e contorno degli impennaggi.

L'applicazione del contorno così ottenuto con la struttura preparata a parte (centine e longheroni) risulta quindi operazione molto semplice perchè se i vari elementi saranno stati ben costruiti, i pezzi si connetteranno perfettamente e non ci si dovrà preoccupare che di un aggiustaggio sommario e dell'incollatura dei punti di contatto. Si può avere una chiara visione di questa operazione esaminando la fig. 44 che mostra rispettivamente l'applicazione del contorno di un piano orizzontale e di un piano verticale.

PIANI DI CODA VERTICALI.

Il piano di coda verticale verrà costruito, come è illustrato nelle figure precedenti, seguendo lo stesso procedimento già descritto per il piano orizzontale. Va solamente notato che il longherone ed il contorno dovranno sporgere dalla prima centina (fig. 44) in modo che sia agevole e perfetta la reciproca unione dei due timoni, tale cioè che risultino perfettamente perpendicolari tra loro. Quando i timoni saranno uniti si provvederà ad applicare alla struttura i gancetti metallici per il fissaggio con la fusoliera e quindi, dopo averli rifiniti, verranno coperti e verniciati (vedi capitolo « copertura e verniciatura dell'ala »).

Costruzione a traliccio.

Nei piccoli modelli, come già è stato detto, si usa molto spesso un tipo di impennaggio la cui costruzione viene chiamata « a traliccio ». I timoni si compongono allora, di un contorno esterno costituito da un tondino di pioppo e da un traliccio interno pure di pioppo o di altro ma-

teriale. Il complesso viene poi opportunamente rinforzato da appositi fazzoletti (fig. 45).

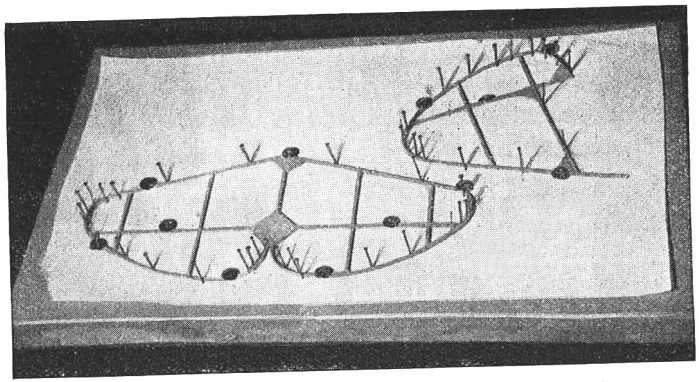


Fig. 45 - Costruzione a traliccio degli impennaggi.

E' superfluo osservare che questo sistema costruttivo risulta di minor rendimento di quello illustrato precedentemente, ma in compenso è di più semplice realizzazione ed anche più leggero. Ben inteso viene usato solo per piccole costruzioni che abbiano più scopo ricreativo che di competizione (vedi fig. 46).

La sua costruzione è molto semplice: si prepara sul piano di appoggio il contorno esterno come è stato descritto a pag. 79 quindi si applica il traliccio interno incollando gli elementi fra di loro e col contorno (fig. 45).

Si faccia attenzione che la struttura rimanga bene aderente al piano fintantochè la colla alla caseina non sia perfettamente asciutta, applicando poi i relativi fazzoletti di rinforzo.

La copertura va eseguita su entrambre le superfici di uno stesso elemento

FUSOLIERA

La **fusoliera** è quell'organo (vedi definizione a pag. 12) destinato ad albergare i comandi ed i piloti, e a completare quindi con l'ala e la coda l'assieme strutturale del velivolo. Nei modelli volanti, e più precisamente negli aeroveleggiatori la fusoliera è la struttura centrale che ha il solo compito di collegare tra loro e di mantenere in precisa e stabile posizione gli organi sostentatori ed equilibratori; nei modelli con motore ad elastico, invece, la fusoliera viene costruita in modo che possa inoltre alloggiare anche la matassa elastica e permettere una semplice e razionale sistemazione dell'elica e l'applicazione del carrello.

La fusoliera, non avendo quindi altro scopo che quello di riunire tutte le parti del modello, (ala, impennaggi, matassa elastica, elica, carrello) non possiede di conseguenza una forma od una sagoma speciale ma entrambe variano e si adattano di volta in volta secondo le esigenze costruttive o di forma di un dato tipo di modello e più ancora, come è stato detto, se si tratta di modello a motore o modello aeroveleggiatore.

Vi è quindi la possibilità di costruire fusoliere di svariate forme e sezioni, preoccupandosi solo di ottenere un complesso che dal punto di vista costruttivo risulti leg-

gero e resistente, e da quello aerodinamico abbia una forma di buona penetrazione tale da offrire la minima resistenza all'avanzamento (1).

Oltre queste caratteristiche generali una fusoliera per modelli volanti deve rispondere in particolare ai seguenti requisiti:

1) Essere simmetrica nel piano verticale.

2) Essere munita dei particolari sistemi di attacco o di incastro per l'ala ed impennaggi.

3) Essere munita di alloggiamenti per il carrello.

4) Presentare, nel caso di modelli ad elastico, elevata resistenza strutturale alla torsione e compressione.

Secondo le dimensioni, le caratteristiche e gli scopi per cui si prepara il modello, si possono costruire fusoliere di forme differenti e realizzate con diversi sistemi di lavorazione. Si indicherà qui appresso brevemente quali sono normalmente i tipi di fusoliera che si costruiscono per i modelli volanti e più avanti saranno descritti dettagliatamente i corrispondenti sistemi lavorativi.

Dal tipo più semplice di fusoliera per piccoli modelli, che è quello formato da un regolo rettangolare di legno, sul quale sono applicati le ali e i timoni, e dove l'elastico agisce esternamente ad esso, si passa alla fusoliera a tubo, tipo che offre sul precedente il grande vantaggio di essere indeformabile, dato che la matassa elastica è interna al tubo stesso. Entrambi però rappresentano soluzioni transitorie, dato che i modelli con fusoliera del tipo a **bastone** o a **tubo** sono sempre di estetica discutibile benchè di facile realizzazione.

Si arriva quindi alla fusoliera vera e propria, avente cioè forma e struttura appositamente studiata e realizzata per modelli volanti ed in alcuni casi del tutto simile a quelle reali. Queste possono essere formate con una costruzione: a **traliccio,** a **ordinate** e **mista.**

Il tipo a traliccio che è di semplice ed economica lavorazione è composto quasi esclusivamente di tondini e listelli e permette di massima la costruzione di fusoliere a sezione quadrangolare, mentre col tipo a ordinate, risultante cioè dall'unione di elementi di forma (ordinate) con elementi resistenti (longheroni) si possono ottenere fusoliere di qualunque forma o sezione.

Da ultimo una fusoliera che è bene conoscere è quella del tipo misto, composta cioè da un tubo centrale che ha funzione resistente, e nel cui interno alloggiano gli elastici; intorno al tubo viene disposta opportunamente una leggerissima struttura di ordinate e tondini che completano lo scheletro e gli conferiscono la voluta forma.

I varii sistemi lavorativi per tutti i tipi di fusoliera cui si è accennato sono i seguenti:

1) E' bene a questo punto notare la differenza tra la resistenza aerodinamica opposta dall'ala e quella opposta da un'altra parte qualunque del modello. Mentre la resistenza opposta dall'ala è una resistenza che si potrebbe chiamare « **attiva** », in quanto è l'ala che provvede al sostentamento del velivolo, e quindi al suo volo, la resistenza opposta all'aria dagli altri organi del modello è completamente « **passiva** » ed è bene quindi che sia la più piccola possibile per poter sfruttare col miglior rendimento le caratteristiche di volo.

FUSOLIERA A BASTONE.

La fig. 46 mostra un modello volante di piccole dimensioni in cui la fusoliera è ridotta alla forma più semplice; non occorrono per tale costruzione norme speciali

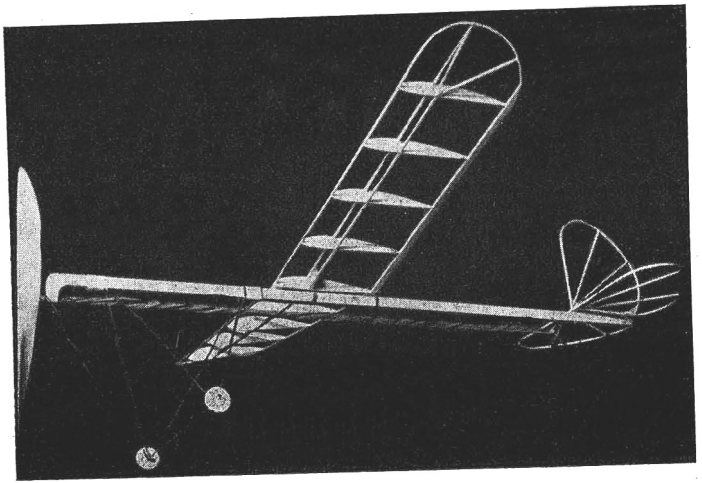


Fig. 46 - Modello con fusoliera a bastone.

perchè generalmente il regolo di legno con cui è composta la fusoliera è già preparato nelle sezioni volute ed i particolari per la costruzione e l'applicazione delle varie parti sono sempre chiaramente indicati sui disegni originali.

FUSOLIERA A TUBO.

Un modello la cui fusoliera è composta da un tubo è di semplice costruzione e di ottimo rendimento dato che tutte le parti che lo compongono sono quelle strettamente indispensabili per il volo e quindi la struttura non è inutilmente appesantita (fig. 47).

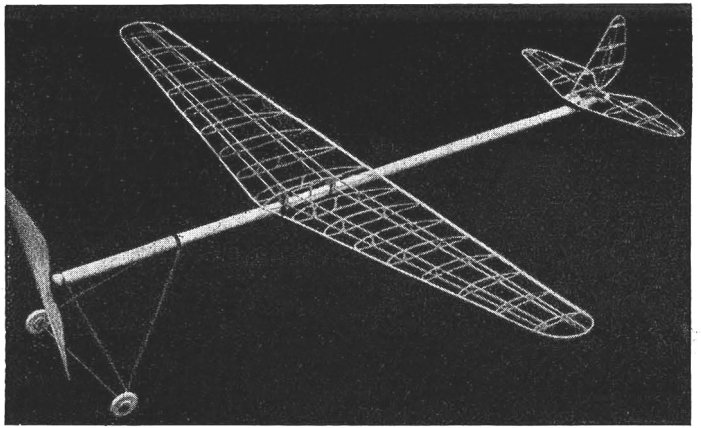


Fig. 47 - Modello con fusoliera a tubo.

L'aeromodellista che inizia le proprie costruzioni trarrà, dalla realizzazione di questo tipo di modello, ottimi e proficui insegnamenti per intraprendere poi lavorazioni più complesse. Il tubo con cui sono costruite le fusoliere di questo tipo è formato da una striscia di impiallacciatura o di sottilissimo compensato ed è quasi sempre di sezione circolare e di forma cilindrica, benchè, come si vedrà in seguito, si possono costruire tubi con forme e sezioni diverse. Per ottenere un tubo ben fatto occorre eseguire nell'ordine le seguenti operazioni:

1) Preparazione del materiale.
2) Messa in forma del materiale sull'anima.
3) Incollaggio del tubo e applicazione dei rinforzi.
4) Estrazione del tubo dall'anima.
5) Rifinitura.

1) La preparazione del materiale consisterà nel tagliare esattamente l'impiallacciatura o il compensato in lunghezza e larghezza appropriate in modo che quando sarà avvolto sull'anima (1) esso possa sovrapporsi almeno per un centimetro permettendo in tal modo la incollatura per tutta la sua lunghezza. Si terrà la striscia a bagno in acqua fredda per almeno 10 minuti in modo che possa essere facilmente piegata senza pericolo che si spacchi.

2) Si arrotolerà quindi la striscia sull'anima e la si costringerà in tale posizione con una legatura elicoidale di spago o di nastro (fig. 48).

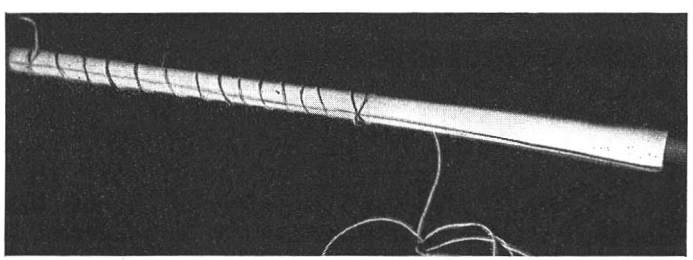


Fig. 48 - Impiallacciatura legata sull'anima.

Dopo sei o sette ore circa, quando l'impiallacciatura o il compensato saranno perfettamente asciutti, essi manterranno la forma accartocciata e sono quindi pronti per essere incollati (fig. 49).

3) L'incollatura va eseguita col materiale disposto so-

1) Chiamasi « **anima** » un tubo metallico a superficie lucida e ben levigata avente il diametro esterno uguale al diametro interno del tubo che si deve costruire.

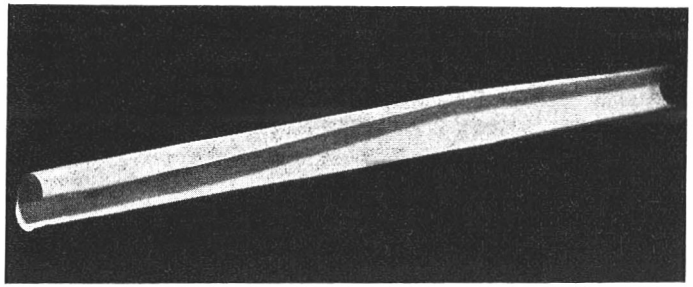


Fig. 49 - Impiallacciatura accartocciata.

pra l'anima prestando attenzione massima che la colla non bagni anche il metallo ma lambisca solo i tratti di legno che devono venir sovrapposti. Dopo aver bagnata di colla tutta la lunghezza che deve essere incollata si provvederà immediatamente alla legatura: durante questa operazione bisognerà verificare costantemente l'allineamento della sovrapposizione, evitando che a legatura ultimata la sovrapposizione stessa del legno costituisca una linea elicoidale piuttosto che una retta, dato che in tal caso il tubo non risulterebbe diritto. L'incollatura va eseguita con colla alla caseina.

Dopo 12 ore circa, quando la colla sarà perfettamente asciutta, si toglierà la legatura e si provvederà a rinforzare le estremità del tubo in modo che questo risulti più robusto. A tal uopo si preparano due piccole striscie di impiallacciatura o di compensato sottile della larghezza di circa 20 millimetri e lunghe quanto basta perchè possano avvolgere completamente il tubo. Queste striscie andranno incollate sulle estremità come mostrato nella fig. 50, quindi legate fortemente fintan-

tochè la incollatura sarà asciutta. Tale sistema di rinforzo è molto efficace dato che le fibre della striscia che si avvolge sono disposte in senso contrario alle fibre del tubo e che quindi nell azona della incollatura si forma una porzione di tubo che viene ad essere compensato.

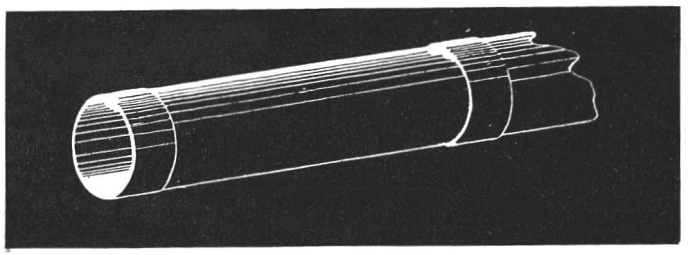


Fig. 50 - Rinforzi alle estremità di un tubo circolare.

Simili rinforzi è bene siano eseguiti anche nei punti ove andranno applicati il carrello, l'ala e i piani di coda, dato che questi elementi saranno poi fissati al tubo stesso con una legatura elastica, legatura che tenderebbe a schiacciare e quindi rompere la impiallacciatura.

Dopo aver applicato i rinforzi è bene ripassare il tubo con carta vetrata in modo da livellare il materiale lungo la linea dove questo si sovrappone e pulirlo dalle scabrosità lasciate dalla colla.

4) L'estrazione del tubo dall'anima avviene senza difficoltà se si avrà avuto l'avvertenza di non imbrattare di caseina l'anima metallica, ad ogni modo se il tubo fosse eccessivamente forzato sull'anima stessa e ad

essa troppo vincolato da non poter uscire, è sufficiente inumidire uniformemente con acqua fredda tutta la impiallacciatura in modo che le fibre del legno si dilatino e permettano che l'estrazione avvenga con facilità.

5) L'ultima operazione che è quella della rifinitura consiste nel passare sul tubo ultimato e asciutto una o due mani di vernice alla nitrocellulosa. Il trattamento del legno con questo preparato è oltremodo vantaggioso dato che il legno stesso imbeve la vernice e tutta la superficie viene ricoperta da una leggerissima pellicola che renderà il complesso, oltre che di elegante estetica, più resistente ed elastico.

E' stata qui descritta la costruzione di un tubo con avvolgimento semplice. Con lo stesso procedimento si potrà costruire un tubo con doppio avvolgimento, sistema che permette di ottenere un tubo più resistente ma anche di gran lunga più pesante del precedente data la grande quantità di colla necessaria per l'incollaggio di tutta la superficie.

E' possibile inoltre costruire tubi a sezione elittica (fig. 51), indicati per la applicazione di due matasse elastiche, o di forma tronco-conica.

E' evidente che per la costruzione di simili tubi speciali si dovrà in pari tempo costruire l'anima secondo la sezione e la forma del tubo, da ciò risulta una minor praticità dato che l'anima a sezione circolare e a forma cilindrica è formata, come si è visto, da un tubo metallico, facilmente acquistabile ovunque, mentre le anime

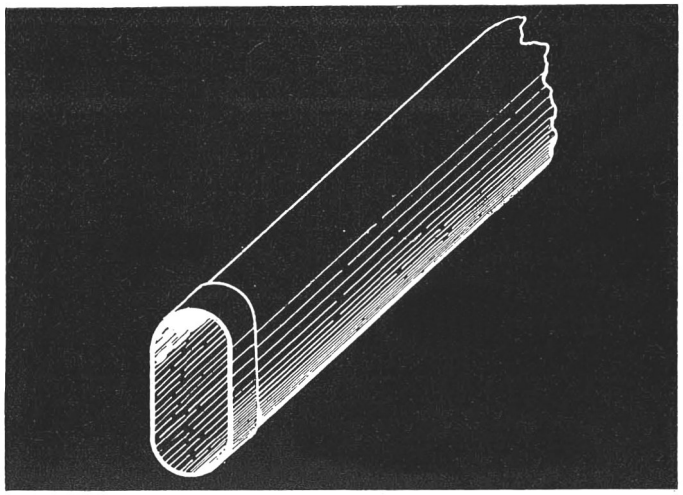


Fig. 51 - Tubo di impiallacciatura a sezione elittica.

speciali, elittiche o tronco-coniche sono di legno e devono venir espressamente costruite.

Qualsiasi tipo di tubo può essere costruito in un sol pezzo, con una lunghezza massima di metri 1,50; è però possibile preparare varii elementi separati che possono venir uniti con un manicotto di impiallacciatura, come mostrato nella fig. 52.

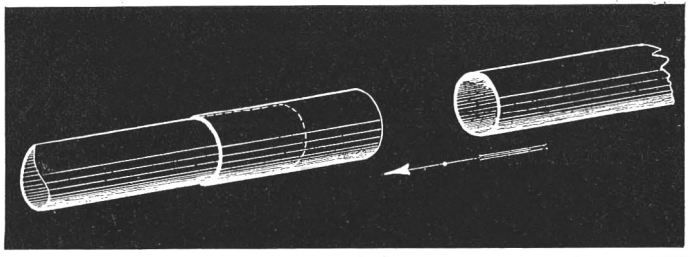


Fig. 52 - Manicotto di giunzione di un tubo.

Con tale sistema si può anche ottenere un tubo smontabile: basterà infatti incollare il manicotto sull'estremità del primo tubo e far sì che l'estremità dell'altro si possa introdurre nel manicotto stesso con leggero sforzo.

FUSOLIERA A TRALICCIO.

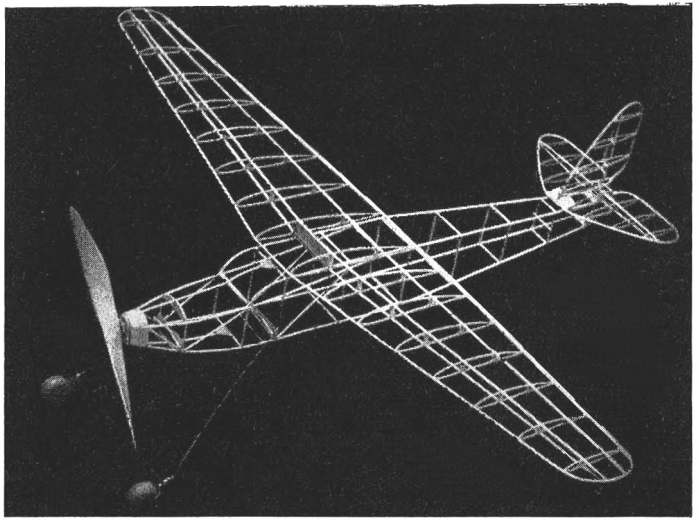


Fig. 53 - Modello con fusoliera a traliccio.

Una brillante soluzione sia dal punto di vista strutturale che economico per la pratica realizzazione delle fusoliere è ottenuta con la costruzione a traliccio.

Come è stato detto precedentemente tale tipo di costru-

zione è molto indicato quando la sezione della fusoliera è di forma quadrangolare. Il materiale necessario per la sua lavorazione è composto solo di tondini o listelli opportunamente incollati fra loro, ciò che rappresenta un notevole vantaggio dal punto di vista economico. Per ottenere un lavoro ben fatto è indispensabile eseguire tutte le operazioni sul piano di appoggio e possedere, oltre che il disegno complessivo della fusoliera, anche due viste della medesima, una di pianta e una di fianco, in scala naturale. Si osservi, per fissare le idee, l'ossatura a fig. 53 essa è composta da quattro elementi principali di forza (longheroni) opportunamente curvati e collegati tra loro da una serie di altri elementi di lunghezza molto minore disposti perpendicolarmente ai primi (traversini). La struttura viene inoltre completata, specie nella parte anteriore, da altri elementi (falsi longheroni o longheroni di forma), da alcune diagonali e da fazzoletti di compensato che hanno funzione di irrigidimento del complesso. Per costruire una fusoliera a traliccio bisogna costruire anzitutto le due fiancate laterali, quindi unirle fra loro coi traversini superiori ed inferiori e da ultimo completare l'ossatura con gli altri particolari dati di volta in volta dal disegno.

Le successive fasi di lavorazione sono le seguenti:

1) Riproduzione dal disegno originale delle viste della fusoliera in grandezza naturale (due viste di fianco e una vista di pianta).
2) Costruzione delle fiancate.
3) Unione delle fiancate.

4) Applicazione degli elementi di irrigidimento di forma o altro.
5) Copertura e verniciatura.

1) **Riproduzione del disegno.**

Si ricopi o ricalchi dal disegno originale su di un foglio di carta, in duplice copia, la vista di fianco della fusoliera in grandezza naturale, in modo da ottenere due tracciati, dove la linea di contorno rappresenti l'esterno

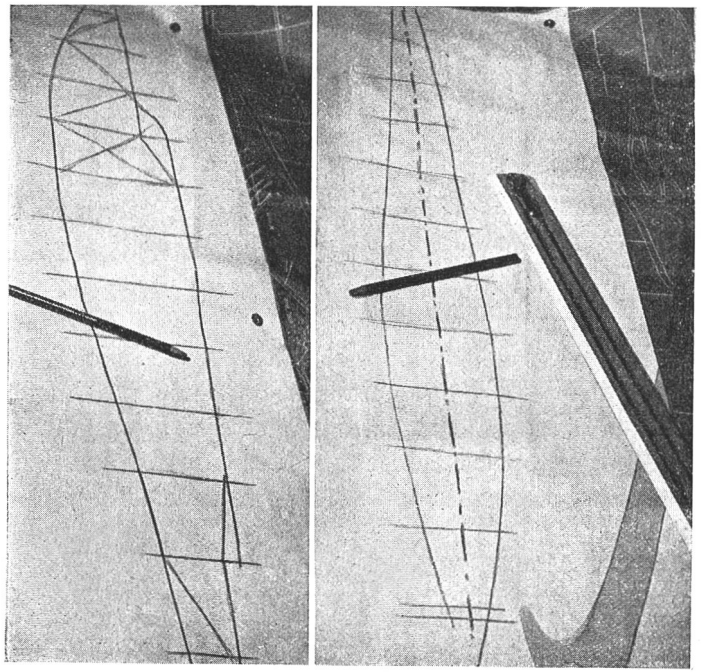


Fig. 54 - Riproduzione dal disegno della vista di pianta e di fianco della fusoliera.

del longherone, mentre le parallele interne ad essa cioè i traversini, siano indicati con linee che rappresentino i loro assi e che sporgano dalla linea dei longheroni in modo da poter divenire, in seguito, delle linee di riferimento.
La stessa operazione va eseguita per la vista di pianta (fig. 54).

2) **Costruzione delle fiancate.**

Prima di iniziare la costruzione delle fiancate è bene avere pronto tutto il materiale necessario per detta costruzione. Dato che le fiancate che si devono costruire sono due (identiche in forma e dimensione) ogni elemento costruttivo (longheroni e traversini) deve essere preparato in duplice esemplare. I longheroni è bene siano preventivamente bagnati affinchè possano seguire con maggior facilità e senza pericolo di rottura la curva della struttura: essi non dovranno essere di lunghezza esatta ma lasciati leggermente più lunghi del necessario: i traversini vanno invece tagliati secondo la precisa lunghezza indicata dal disegno originale. Si procede quindi nel lavoro come segue:

Il foglio col disegno della fiancata va adagiato sul piano di appoggio e i tondini lunghi andranno sovrapposti alle linee del contorno del disegno raffigurante i longheroni: tale linea deve coincidere col bordo esterno del tondino e questo deve adagiarsi su di essa in modo perfetto (fig. 55).

Per mantenere il tondino nella precisa posizione costringendolo cioè secondo la curva segnata si fisse-

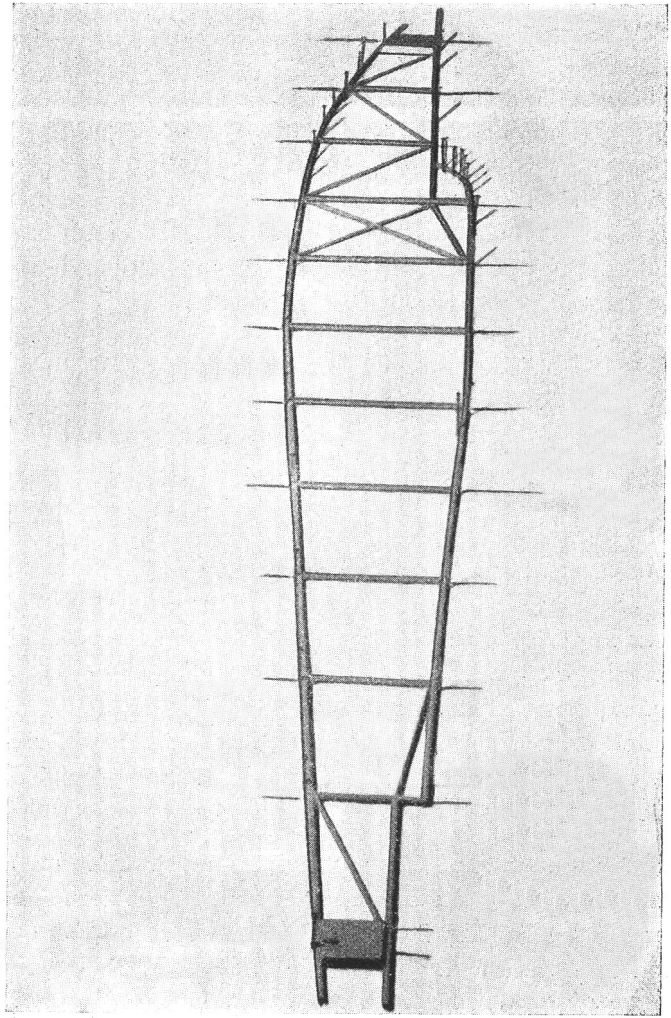


Fig. 55 - Costruzione di una fiancata.

ranno alcuni chiodi alternativamente da una parte e dall'altra di esso come è visibile nella figura 55. Si avranno così sul piano i due longheroni della fiancata fissi al piano stesso e con l'esatta forma richiesta; si prenderanno quindi i traversini e si incolleranno ai longheroni nella precisa posizione indicata dal disegno, sovrapponendoli cioè alle righe segnate in modo che esse rappresentino l'asse del traversino stesso. Siccome mentre si esegue questa operazione viene coperta la linea del disegno, per non incorrere in errori di costruzione, è bene che l'incollatura venga controllata verificando l'esatta posizione del pezzo sistemato riferendosi al prolungamento della linea segnata, prolungamento che come è stato detto rappresenta l'asse ideale dei traversini.

L'unione tra i longheroni e i traversini è prodotta dalla semplice incollatura, bisogna quindi assicurarsi che la colla lambisca perfettamente le parti in contatto ed è preferibile che sovrabbondi piuttosto che scarseggi. E' quindi consigliabile, dopo aver incollati tutti i traversini ed essersi assicurati della loro perfetta sistemazione, aggiungere una goccia di colla su tutti i punti di unione.

Naturalmente se la fusoliera fosse composta anche con longheroni di forma o secondari, questi dovranno essere sistemati sulla fiancata durante la costruzione di essa fiancata.

Dopo circa otto dieci ore dall'incollaggio di tutti gli elementi, quando cioè la colla sarà perfettamente asciutta, si potranno togliere i chiodini che costringevano i longheroni nella voluta posizione e staccare dalla fiancata, così completata. la carta portante il disegno che inevitabilmente si sarà attaccata ad essa.

Si costruisca la seconda fiancata in modo identico alla precedente.

Le due fiancate ultimate devono risultare fra loro perfettamente identiche sia per la forma che per la sistemazione dei traversini.

3) **Unione delle fiancate.**

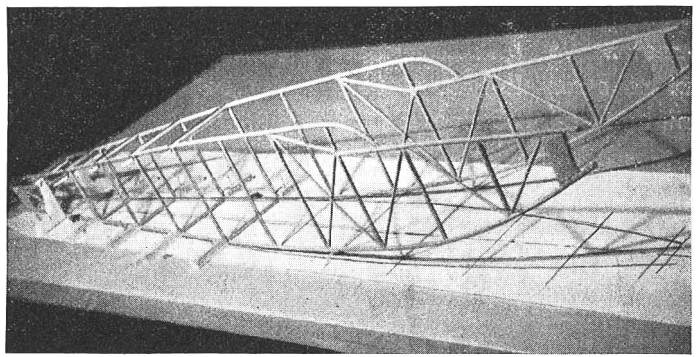


Fig. 56 - Prima fase per l'unione delle fiancate.

Le fiancate vengono tra loro unite con un procedimento press'a poco uguale a quello descritto per la costruzione delle fiancate stesse; si dispongono cioè queste ultime perpendicolarmente al piano di appoggio in modo che seguano il disegno della vista di pianta provvedendo quindi alla unione dei corrispondenti longhe-

roni superiori ed inferiori a mezzo dei rispettivi traversini.

I traversini andranno quindi tagliati nella precisa misura data dal disegno originale e dovranno essere incollati al longherone in esatta corrispondenza coi traversini laterali (fig. 56).

E' della massima importanza durante questa operazione che le fiancate assumano la stessa forma arcuata data dal disegno nella vista di pianta, che siano perpendicolari al piano di appoggio, e che mantengano oltre che tale forma anche una **perfetta simmetria** con l'asse della fusoliera, chè in caso contrario la struttura risulterebbe deformata.

Praticamente, come si è detto, il procedimento costruttivo adottato è molto simile a quello descritto precedentemente, quantunque presenti qualche maggiore difficoltà. Queste derivano dal fatto che bisogna ricorrere a speciali accorgimenti per mantenere le fiancate perpendicolari al piano di appoggio e non sempre è possibile ultimare l'unione delle fiancate stesse con una sola fase lavorativa, quando la fusoliera è di grandi dimensioni.

Osservando infatti la fig. 55 si vede come i longheroni formino una curva e che solo il tratto posteriore del longherone inferiore sia una retta, è quindi evidente che le fiancate non potranno aderire al piano di appoggio per tutta la loro lunghezza, ma solo per la porzione retta dei loro longheroni. Bisognerà quindi stabilire, a seconda del disegno della fusoliera, quale sia

la parte della fiancata che dovrà **per prima** appoggiare sul piano.

Generalmente si sceglie quella più lunga in modo che la prima sistemazione di traversini permetta l'ultimazione di un considerevole tratto di fusoliera. Quando questa parte sarà ultimata e quindi le due fiancate almeno per un certo tratto saranno stabilmente unite fra loro, si procederà alla incollatura dei rimanenti traversini, il che riesce molto più facile data la rigidità della rimanente porzione di fusoliera.

E' evidente che i traversini superiori ed inferiori dovranno essere tagliati rispettivamente di ugual lunghezza per ogni sezione e incollati in esatta corrispondenza coi traversini delle fiancate. Quando le fiancate stesse saranno state disposte sul piano in modo che almeno una parte di essi appoggi completamente, si manterranno in quella posizione servendosi ancora per questa operazione del sistema, avanti descritto, dei chiodini, di piccoli tasselli di legno, e controventando il longherone superiore, possibilmente, con anelli elastici,

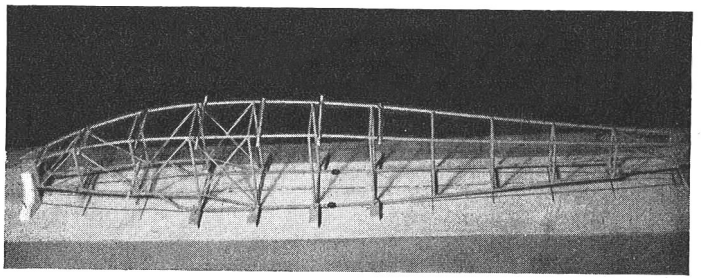


Fig. 57 - Seconda fase per l'unione delle fiancate.

in modo che sia possibile una ulteriore verifica ed un perfetto aggiustaggio di tutto il complesso.

Da ultimo, dopo qualche ora, verranno sistemati i traversini nella parte di fusoliera che non appoggia sul piano; operazione che, come è stato detto, sarà però oltremodo semplificata perchè la rimanente struttura sarà già rigidamente unita. (Fig. 57).

Durante questa seconda fase di lavorazione ed in genere per realizzare la unione dei due elementi di fiancata che non hanno come quelli di cui si è parlato prima, la possibilità di essere fissati al piano di appoggio, bisogna che il traversino venga trattenuto aderente al longherone affinchè la incollatura risulti perfetta. A questo scopo è sufficiente disporre intorno alla struttura i semplici sistemi di serraggio illustrati nella figura N. 58.

4) **Applicazione degli elementi di irrigidimento.**

La costruzione verrà completata con la prima ordinata in compensato che deve portare l'alloggiamento per il supporto dell'elica.

La sistemazione di tale elemento dovrà effettuarsi introducendo l'estremità dei longheroni negli appositi fori della ordinata stessa, prestando attenzione che essa risulti perpendicolare coll'asse della fusoliera, onde evitare che a costruzione ultimata l'asse di rotazione dell'elica venga a formare un angolo con l'asse della fusoliera, il che comprometterebbe, come si vedrà in seguito, il centraggio del modello.

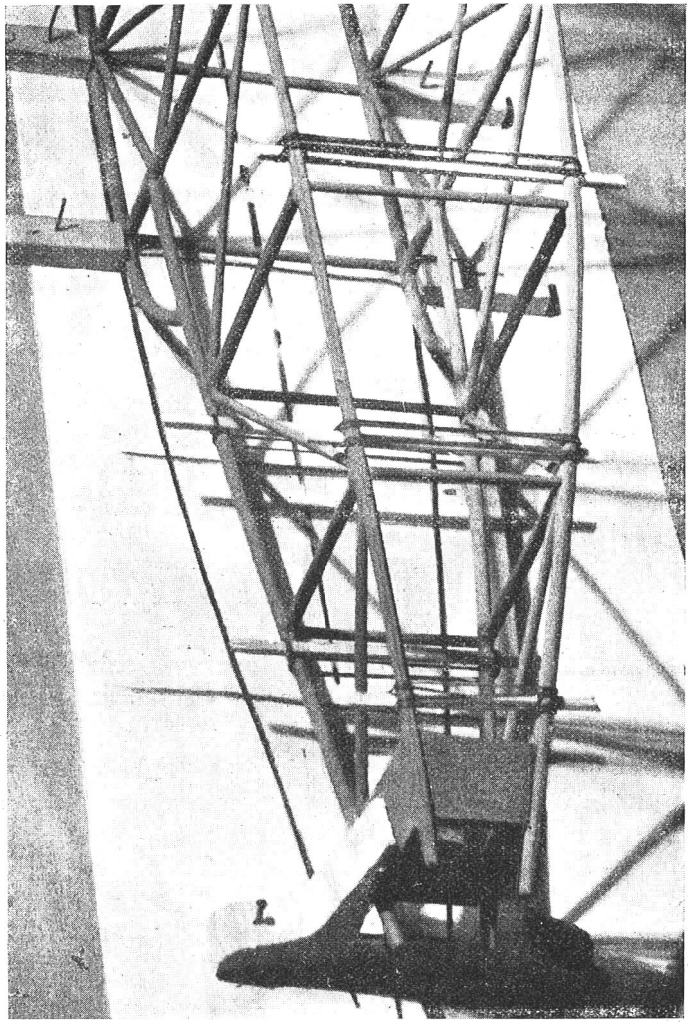


Fig. 58 - Particolare dell'unione delle fiancate (si notino i sistemi di serraggio delle fiancate).

Da ultimo la fusoliera verrà completata dagli attacchi per il carrello e dai rinforzi alle estremità che sono costituiti da fazzoletti di sottile compensato incollati attorno alla struttura (fig. 76).

5) **Copertura e verniciatura.**

La fusoliera così ultimata, prima di essere ricoperta, necessita di una ulteriore rifinitura per togliere le scabrosità dovute alla colla nei punti di unione dei varii traversini e degli elementi di rinforzo.

La struttura della fusoliera **non possiede** elevata **resistenza** propria fino a quando non sarà stata **interamente coperta,** non ci si deve quindi preoccupare della sua apparente fragilità, ma è indispensabile ultimarla completamente prima di sottoporla a qualsiasi sollecitazione.

La copertura e la verniciatura della fusoliera si eseguiscono come è stato già descritto per l'ala. Si noti però che mentre le fusoliere quadrangolari e di piccole dimensioni verranno ricoperte con quattro pezzi di carta incollati ai longheroni, per le fusoliere invece di maggiori dimensioni o comunque che non abbiano tutte le sezioni quadrangolari, la copertura deve avvenire per zone come è illustrato nella fig. 59.

Tutte le illustrazioni del presente capitolo si riferiscono al modello Movo M. 7.

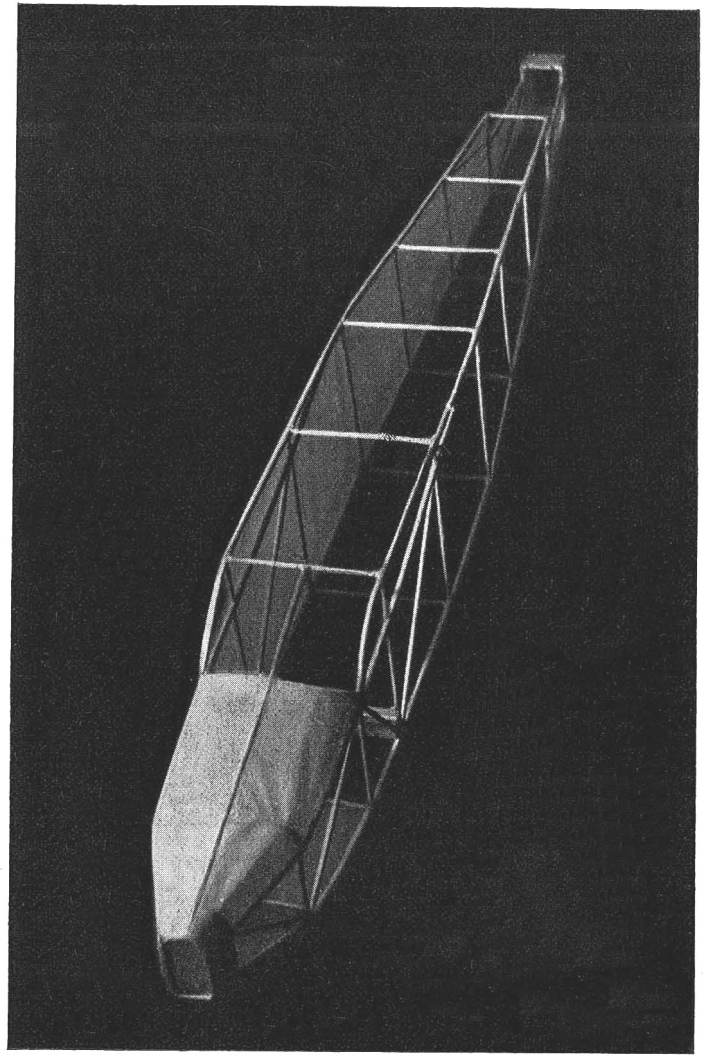


Fig. 59 - Struttura di una fusoliera a traliccio durante la copertura.

FUSOLIERA AD ORDINATE.

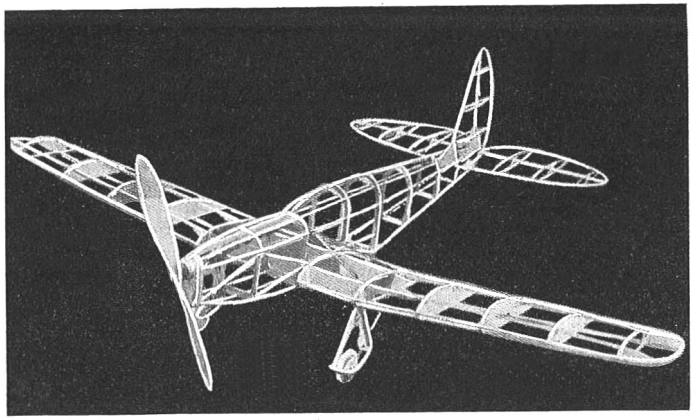


Fig. 60 - Modello con fusoliera a ordinate.

Mentre col sistema a traliccio è possibile ottenere di massima solo fusoliere a sezione quadrangolare, con la costruzione ad ordinate si possono realizzare fusoliere di qualsiasi sezione (triangolari, circolari, elittiche, esagonali, ecc. ecc).

Difficoltà vere e proprie non ne esistono in quanto il disegno originale fornisce sempre in grandezza naturale la forma esatta di tutte le varie ordinate, completate dagli alleggerimenti e dagli incastri per i longheroni (fig. 61).

Sarà quindi sufficiente traforare dal legno compensato o da altro materiale, secondo quanto è stabilito nelle istruzioni che accompagnano i disegni, le singole ordinate, e connetterle tra loro per mezzo dei longheroni principali e secondari nella precisa distanza fissata dal disegno onde ottenere la struttura voluta.

E' evidente che il traforo delle ordinate e più ancora gli alloggiamenti per i longheroni devono essere precisamente eseguiti altrimenti non si potrebbe ottenere una perfetta struttura.

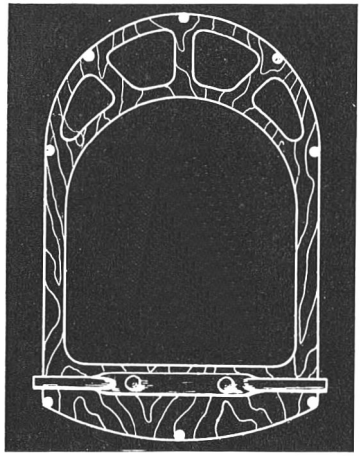


Fig. 61 - Ordinata in compensato.

La costruzione delle ordinate è del tutto simile a quella precedentemente descritta per la costruzione delle centine alari (pagine 31 e segg.). Non è quindi il caso di dilungarsi su questo argomento che è stato già trattato particolareggiatamente. Anche per gli alloggiamenti dei longheroni, alleggerimenti e rifinitura delle ordinate si possono tener presenti le norme già descritte per le centine alari.

L'unica difficoltà che si può incontrare nel montaggio di una fusoliera ad ordinate consiste nel dover mantenere i varii elementi di cui è composta (ordinate e longheroni) nella precisa posizione indicata dal disegno e di non possedere d'altra parte nella struttura stessa un elemento così resistente da permettere l'immediato assestamento di tutte le varie parti. I longheroni ne-

cessariamente una volta fissati alle ordinate non mantengono un andamento rettilineo, ma devono seguire una curva nei due sensi, sia nella vista di pianta che in quella di fianco, quindi iniziando il montaggio delle ordinate sui longheroni, questi tenderanno a raddrizzarsi ed a falsare la struttura. Si consiglia quindi, per evitare che si verifichi questo inconveniente, di procedere nel montaggio e di eseguire tutte le varie incollature fra longheroni ed ordinate, servendosi sempre come base di lavoro, del piano di appoggio, sul quale è possibile fissare e controventare convenientemente almeno una parte della fusoliera (vedi capitolo « unione delle fiancate » a pag. 99) in modo da correggere gli eventuali svergolamenti e da permettere che la incollatura avvenga regolarmente.

La seconda fase di lavoro per l'ultimazione della fusoliera è identica a quella già descritta per la costruzione a traliccio sia per quanto riguarda la rifinitura, copertura e verniciatura.

FUSOLIERE MISTE.

Col nome di « fusoliere miste » si vuole indicare quel genere di costruzione formato dall'assieme di un tubo che ha funzione resistente e da un complesso di ordinate e longheroni che hanno solo funzione estetica e di forma (fig. 62).

Questo sistema costruttivo risulta quindi molto robusto quantunque leggermente più pesante di quelli precedentemente descritti ed offre inoltre il vantaggio di un più semplice e facile montaggio di tutti gli elementi che lo

compongono. Difatti il tubo che rappresenta una struttura resistente, permette l'immediata sistemazione delle ordinate e dei longheroni senza pericolo che la struttura possa deformarsi.

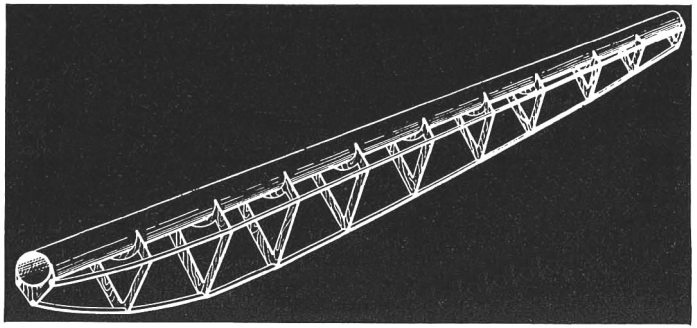


Fig. 62 - Fusoliera mista.

Un altro vantaggio di questo tipo di fusoliere deriva dal fatto che la struttura di forma è completamente separata dalla matassa elastica, che è posta internamente al tubo.

Si evita così l'inconveniente che la veloce rotazione della matassa provochi l'imbrattamento della copertura con gli schizzi di lubrificante con cui la matassa stessa è spalmata, ciò che produce un indebolimento della copertura stessa.

Non è necessario verniciare esternamente il tubo di impiallacciatura, può invece essere utile trattare la sua superficie interna con vernice alla gommalacca o alla nitrocellulosa in modo da renderla impermeabile, onde evitare, per quanto è stato detto precedentemente, che

gli schizzi di lubrificante provochino una dilatazione delle fibre del legno con pericolo di rottura delle ordinate ad esso connesse.

Tale operazione può essere eseguita quando il tubo è completamente ultimato a mezzo di un batuffolo di cotone imbevuto di vernice e applicato all'estremità di un bastoncino.

Non esistono altre norme particolari per la costruzione delle fusoliere miste, dato che queste sono completamente composte di elementi di cui si è già trattato.

Si noti solo che le ordinate devono essere alleggerite al massimo e che il tubo può essere sistemato sia internamente ad esse che alla loro estremità, come è illustrato nella fig. 62.

IL CARRELLO

Il carrello è quell'organo che permette e facilita il distacco del modello dal terreno e ne attutisce gli urti in atterraggio: il carrello dei modelli volanti è sempre ridotto alla forma più semplice per evidenti ragioni di leggerezza.

Come norma principale il carrello dovrebbe essere posto molto in avanti (fig. 47) onde proteggere l'elica, che è la parte più delicata, nella fase di atterraggio; d'altra parte per poter effettuare un facile e rapido decollo, è bene che il carrello sia fissato vicino al centro di gravità, quindi piuttosto lontano dall'elica (fig. 60): l'esperienza ha dimostrato che qualora il supporto dell'elica non sia eccessivamente forzato nella propria sede, nel caso che l'elica stessa urti col terreno o contro altro ostacolo, essa elica tende facilmente a fuoruscire dal proprio alloggiamento evitando in tal guisa ogni danno. (Fig. 63).

Naturalmente le cose cambiano nel caso che il supporto fosse troppo forzato nella sua sede. Normalmente però, quando speciali ragioni estetiche non lo richiedano, la posizione esatta del carrello è quella media, nè troppo avanzata, nè troppo arretrata. Tutti i disegni Movo precisano per ogni modello la forma e le di-

mensioni appropriate e qui non si può che suggerire qualche consiglio pratico per la costruzione di questo organo che non essendo di importanza capitale per il volo è troppe volte non sufficientemente curato nella sua costruzione ed applicazione.

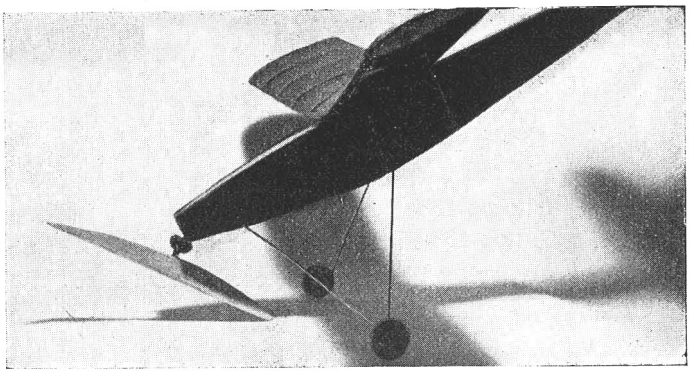


Fig. 63 - Fuoruscita dell'elica.

Il carrello è costituito da un complesso di fili d'acciaio tra loro saldati che formano la parte resistente ed elastica su cui vengono applicate le ruote.

Secondo il tipo e la struttura della fusoliera, il carrello viene ad essa applicato con differenti sistemi. Nei modelli con fusoliera a bastone o a tubo il filo d'acciaio del carrello è fissato direttamente alla fusoliera (possibilmente con legatura elastica) così come è indicato nelle tavole costruttive .Nelle fusoliere a traliccio o ad ordinate occorre munire la struttura di attacchi speciali nei quali il filo di acciaio possa essere rigidamente trattenuto e all'occorrenza tolto con facilità: questi attacchi assumono generalmente forme più o meno differenti secondo il tipo di fusoliera e di carrello, ma comunemente si possono riferire tutti al disegno illustrato nella fig. 64 dove A è una piastrina di legno

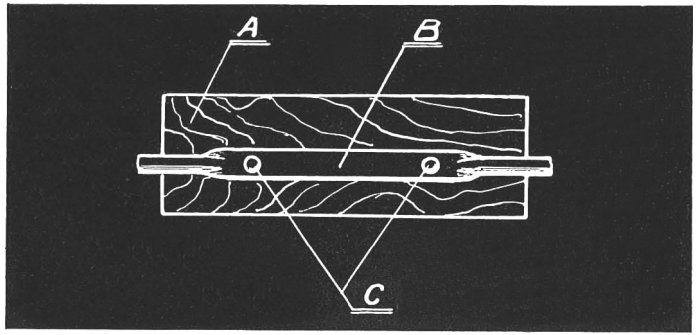


Fig. 64 - Piastrina per l'attacco del carrello.

compensato, B un tubo di alluminio opportunamente schiacciato nel tratto centrale e fissato alla piastrina stessa con dei ribattini d'alluminio. C.

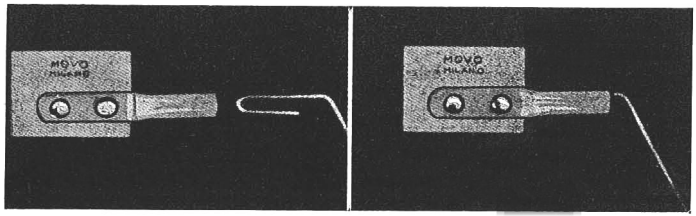


Fig. 65 - Piastrina con applicazione di tubo d'alluminio elittico.

Il tubo occorrente per questo impiego può essere circolare o elittico: si userà tubo circolare quando il filo

sarà semplicemente infilato in esso, elittico quando la estremità del filo d'acciaio prima di essere infilata nell'attacco sarà ripiegata su se stessa (fig. 65).

Adoprando tubo elittico la connessione risulta molto più efficace ed è quindi superfluo un ulteriore fissaggio.

Nelle fusoliere ad ordinate il tubo d'alluminio viene direttamente chiodato sull'ordinata stessa prima del montaggio (fig. 61), mentre in quelle a traliccio la piastrina di compensato deve essere fissata alla struttura, va cioè incollata ai traversini laterali e al corrispondente traversino inferiore.

Nei modelli normali non si usano speciali sistemi di ammortizzamento dato che l'elasticità del filo d'acciaio è sufficiente per attutire gli urti nell'atterraggio. Inoltre se si montano le ruote di gomma del tipo Ballon, al posto di quelle normali di legno, viene aumentata la elasticità del carrello. La costruzione del carrello va eseguita, come si è detto, in filo d'acciaio. Per ottenere un complesso molto resistente ed elastico è consigliabile usare il filo d'acciaio armonico che deve essere però raddrizzato. Per comporre il carrello occorre tagliare e piegare il filo d'acciaio secondo le misure e la forma data dal disegno ed unirlo quindi con saldatura a stagno, eseguita in modo che l'unione dei fili avvenga per una lunghezza di almeno un centimetro così che la connessione risulti completa e resistente.

La saldatura a stagno si eseguisce con il seguente procedimento: le parti metalliche che devono essere unite vanno pulite con carta vetrata o con una piccola lima

in modo da asportare completamente la superficie ossidata o comunque sporca. Le parti si tengono avvicinate in modo che vengano a contatto e non si possano muovere: qualora non si usi lo stagno già preparato per

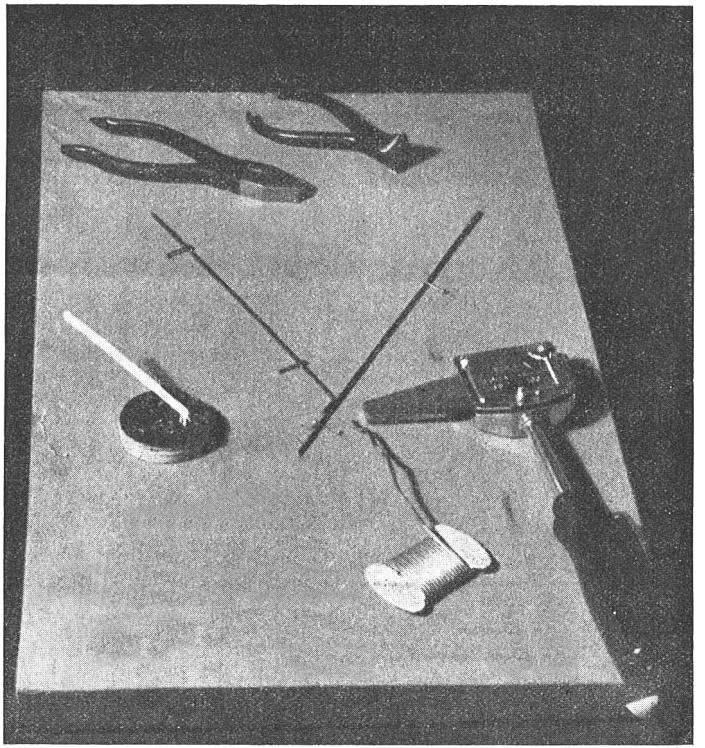


Fig. 66 - Dimostrazione della saldatura delle gambe del carrello.

saldare (Tinol) le superfici da saldare dovranno essere sporcate abbondantemente con la pasta « Salda »: quindi col saldatore molto caldo e pulito bisogna fondere lo

stagno in modo che ricopra completamente le parti e penetri tra gli interstizi. Raffreddato lo stagno pulire accuratamente la saldatura in modo che non si presentino crepe nè soffiature.

Sarà possibile ottenere un lavoro preciso solo se i fili che devono essere uniti verranno fissati provvisoriamente a mezzo di piccoli chiodi sul piano di appoggio in modo che risultino disposti nello stesso modo che sul disegno e possano quindi mantenere l'esatta posizione fintantochè tutte le saldature non verranno ultimate, come è illustrato nella figura 66.

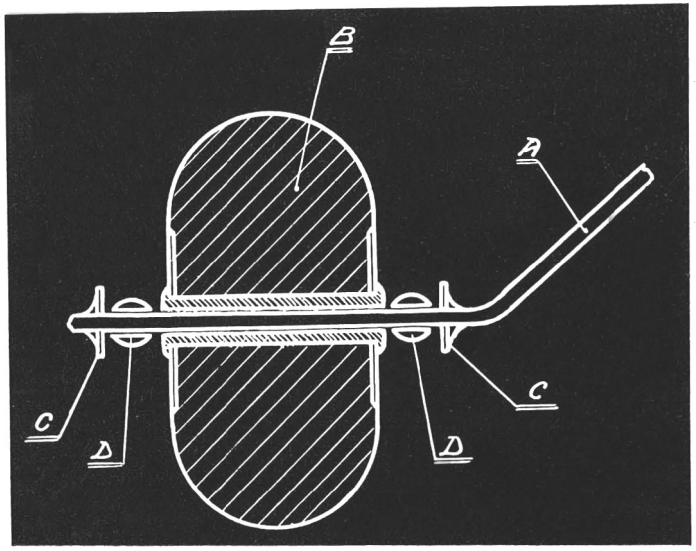


Fig. 67 - Particolare della sistemazione della ruota al carrello.

Per l'applicazione delle ruote non occorrono speciali accorgimenti: bisogna però accertarsi che queste scorrano liberamente sull'asse col minimo attrito. E' quindi opportuno munire quelle ruote che ne sono sprovviste di una bussola metallica che può esser facilmente realizzata con un pezzetto di tubo di ottone. La figura 67 mostra con evidenza un semplice e razionale sistema per l'esatta applicazione della ruota al carrello, in essa si osserva come la ruota (B) sia trattenuta sulla gamba del carrello (A) per mezzo di rondelle (C) saldate a stagno sulla gamba stessa. Inoltre due perle di legno duro (D) interposte fra la ruota e le rondelle, evitano il contatto diretto di queste con il mozzo e permettono una maggior scorrevolezza.

In alcune costruzioni riproducenti veri aeroplani, le ruote del carrello vengono racchiuse da una apposita **carenatura** (fig. 60); è evidente però che tale elemento ha la sola funzione estetica, perchè appesantisce la struttura non aumentando le doti di volo del modello.

La costruzione delle carenature delle ruote è di volta in volta ampiamente descritta sui disegni originali.

Pattino di coda.

Il pattino di coda è quell'elemento del modello che serve a proteggere l'estremità posteriore della fusoliera e gli impennaggi, tenendoli sollevati dal terreno.

La costruzione del pattino è molto semplice, essendo formato, generalmente da un pezzetto di filo metallico opportunamente piegato e fissato poi alla struttura della fusoliera. In alcuni modelli, però, il pattino è sostituito

da una piccola ruota, denominata **ruota di coda.**

Con l'applicazione della ruota di coda si diminuisce notevolmente l'attrito sul terreno, facilitando il decollo

Il pattino o la ruota di coda non devono ad ogni modo soddisfare ad altre esigenze costruttive che quelle della leggerezza e semplicità. Le forme e dimensioni particolari di questi elementi sono sempre descritte ed illustrate nelle tavole costruttive secondo ciascun modello e la loro applicazione al modello stesso è del tutto simile, salvo casi particolari, a quella precedentemente descritta per il carrello.

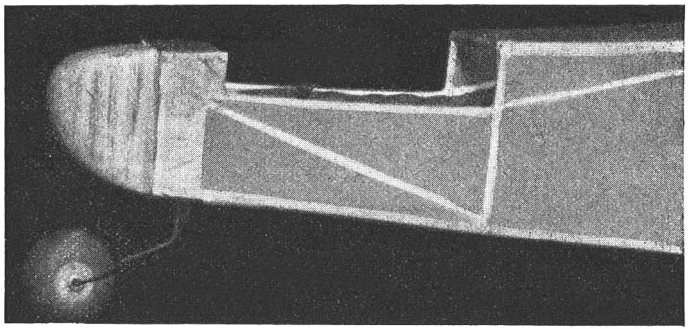


Fig. 68 - Particolare della ruota di coda e terminale di fusoliera.

La figura 68 mostra l'estremità di una fusoliera in cui è visibile una piccola ruota di coda nonchè il tappo posteriore, opportunamente sagomato, per il fissaggio della matassa elastica.

Si notino inoltre i fazzoletti di rinforzo, le diagonali di irrigidimento, e l'apposito alloggiamento per la sistemazione degli impennaggi.

L'ELICA

Una esposizione anche succinta sulla teoria dell'elica è un argomento così vasto e complesso che esulerebbe dalle caratteristiche di praticità del presente opuscolo. Si è voluto qui appresso descrivere ed illustrare sinteticamente solo le caratteristiche fondamentali ed il funzionamento di un'elica per modelli volanti, nonchè il più pratico sistema per poterla costruire, evitando qualsiasi profonda trattazione teorica e di calcolo.

CARATTERISTICHE E FUNZIONAMENTO DELL'ELICA.

L'elica è quell'organo a cui viene impresso dal motore un veloce moto rotatorio: essa reagendo per mezzo delle sue pale sull'aria che la circonda, determina una forza diretta nel senso del proprio asse (perpendicolare quindi al suo piano di rotazione) forza che si traduce in pratica nella **translazione** del modello cui l'elica stessa è applicata.

La nomenclatura di un'elica è la seguente:

1) Pala.
2) Mozzo.
3) Bordo d'attacco.
4) Bordo d'uscita.
5) Dorso della pala.
6) Ventre della pala.
7) Asse.

Si dice che l'elica è **destrorsa** se il suo senso di rotazione, osservandola dalla parte del bordo d'uscita, è simile a quello delle lancette di un orologio, **sinistrorsa** se la sua rotazione è contraria al movimento delle lancette di un orologio. L'elica può essere **bipala** quando è composta da due pale diametralmente opposte, **tripala** quando è formata da tre pale disposte a 120°, **quadripala** se è costituita da quattro pale poste a 90°. Normalmente si adoperano eliche bipale (quelle di maggior rendimento) ma quando si voglia usare, a parità di potenza, un'elica con diametro più piccolo, si può adottare quella del tipo tripala. Sono sempre sconsigliabili le eliche quadripale. Infine si dice che l'elica è **trattiva** quando provoca una forza di trazione ed è quindi posta anteriormente alla fusoliera; **propulsiva** quando è sistemata posteriormente alla fusoliera e produce una spinta.

L'elica viene caratterizzata, a prescindere dalla propria forma, da due elementi principali che ne determinano, per i modelli volanti, la caratteristica fondamentale: il **passo** e il **diametro.**

Se, per fissare le idee, si immagini che l'elica invece di agire nell'aria ruotasse entro un corpo solido, essa si comporterebbe come una vite, perchè in virtù dell'inclinazione delle sue pale avanzerebbe in ogni giro di un certo tratto più o meno grande: orbene, la distanza teorica cui verrebbe a trovarsi la sezione di una pala, dopo che l'elica abbia compiuto un giro completo, dal punto di partenza, si chiama « **passo teorico** » (fig. 70).

Chiamasi « **raggio dell'elica** » la lunghezza misurata

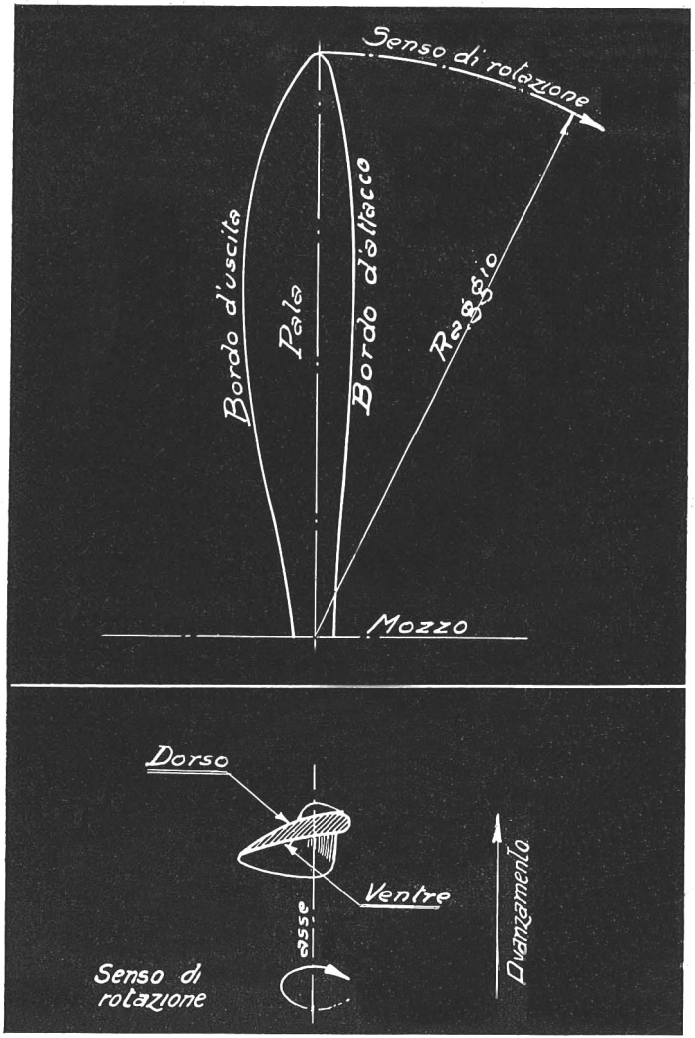


Fig. 69 - Nomenclatura dell'elica.

dall'asse all'estremità della pala e « **diametro** » la lunghezza misurata tra le due estremità cioè il doppio del raggio.

Il passo viene generalmente riferito in funzione del diametro; così si dice comunemente che un'elica ha il passo uguale al diametro, oppure ha il passo uguale a 1,5 il diametro. Ciò significa che, se l'elica ha, per esempio, il diametro, di 300 mm. ed il passo uguale al diametro, essa elica, dopo aver compiuto un giro di rotazione completo dovrebbe trovarsi rispetto al punto di partenza ad una distanza di 300 mm. Ora, a parte il fatto della translazione del modello che produce una variazione dei valori considerati in pratica il **passo teorico** non corrisponde al **passo reale** ma subisce una notevole diminuzione che si chiama « **regresso** », e ciò sia perchè il rendimento di un'elica non arriva mai al cento per cento (rendimento normale 70-80% circa) sia perchè l'aria nella quale l'elica agisce è un elemento molto compressibile. Si può quindi concludere che anche un'elica di ottima forma e costruita alla perfezione, in pratica ha un passo reale inferiore dal 20 al 30% del passo teorico.

L'elica (vedi fig. 69) investe l'aria con il bordo d'attacco delle sue pale, queste che hanno sempre la sezione di un profilo alare, agiscono rispetto al fluido che le circonda nè più nè meno che un'ala a cui è impresso un moto rotatorio, opponendo cioè resistenza all'avanzamento (ossia alla rotazione dell'elica) e producendo portanza (forza trattiva o propulsiva).

Occorre quindi, affinchè si verifichi questo fenomeno,

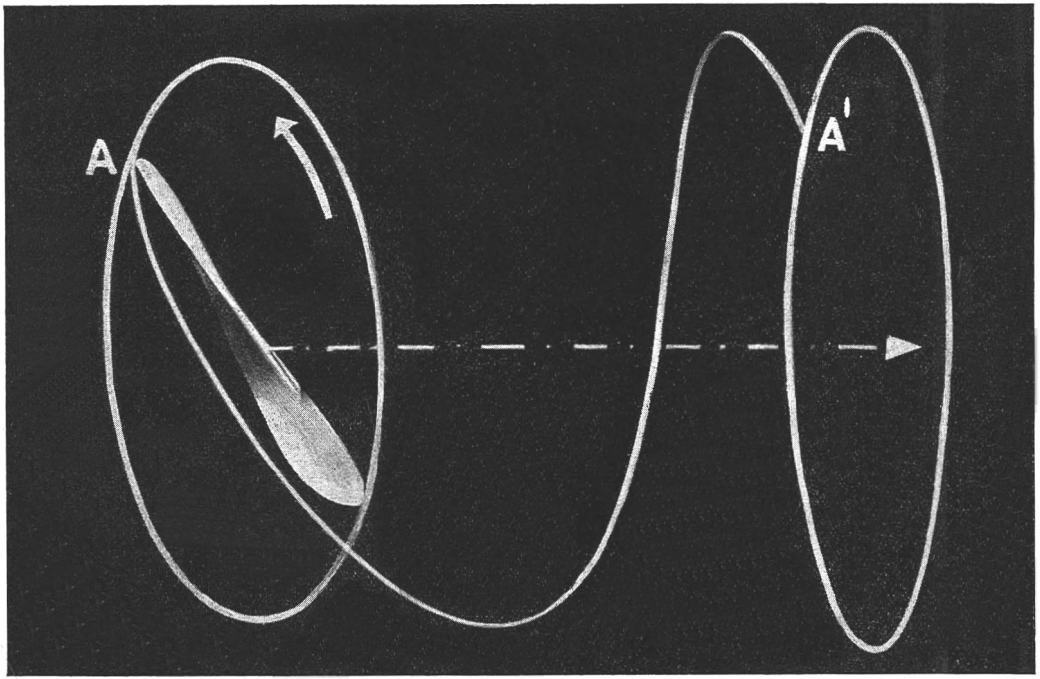


Fig. 70 - Dimostrazione del passo teorico dell'elica. La distanza A A' rappresenta il passo teorico.

che tutte le sezioni della pala dell'elica investano l'aria (come accade per l'ala) con un dato angolo di incidenza. Ora, mentre per l'ala tutte le corrispondenti sezioni presentano una stessa incidenza, le sezioni della pala di un'elica devono presentare inclinazioni differenti determinate appunto dal fatto che l'ala investe l'aria con moto rettilineo, mentre le pale dell'elica con moto rotatorio. Lo studio, il calcolo e le esperienze sulle eliche hanno dimostrato quale sia la forma ottima delle pale e come di una pala la parte più efficiente sia l'ultimo terzo.

Quindi per aumentare il rendimento dell'elica, essa comunemente non viene costruita con passo costante ed uniforme per tutte le sezioni della pala, dove cioè si abbia l'inclinazione della pala stessa rispetto al piano di rotazione in diminuzione progressiva e costante, col massimo in prossimità del mozzo e minimo all'estremità della pala, ma con passo vario (1), cioè con inclinazioni relative diverse e non progressive, maggiori verso l'estremità e minori verso il mozzo.

Queste indicazioni generali sono sufficienti per dare un elementare concetto sulla teoria dell'elica e sul suo funzionamento, ma naturalmente esistono altre e più complesse norme che completano questo argomento, e che qui non è il caso di esporre.

1) L'elica può anche essere a « **passo regolabile** », il che significa che è possibile una variazione del calettamento della pala secondo il determinato e preciso impiego dell'elica stessa rispetto alla potenza del motore. E' bene quindi notare la differenza tra: **passo costante, passo vario,** e **passo regolabile.** (Quest'ultimo negli aeroplani può essere regolabile a terra o regolabile in volo automaticamente o dal pilota).

COSTRUZIONE DELL'ELICA.

Con l'impostazione ed il progetto di un'elica si determinano le precise dimensioni e la forma esatta del blocco di legno da cui l'elica stessa deve venir ricavata. Qui appresso si suggeriscono le norme per ricavare l'elica dal blocco sagomato Movo in modo da poter facilmente realizzare una costruzione del massimo rendimento.

I blocchi Movo sono preparati normalmente per la costruzione di eliche destrorse con passo vario e sono espressamente studiati nel disegno onde ottenere una lavorazione facilitata e di perfetto rendimento (1).

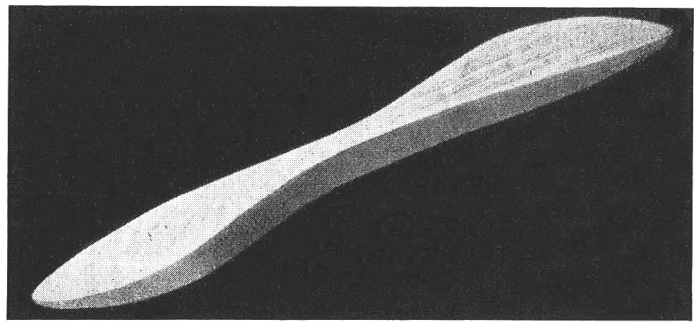


Fig. 71 - Blocco per la costruzione dell'elica.

Essi si presentano come è illustrato nella fig. 71 e sono preparati in modo che per ogni diametro si possono scegliere, a seconda dell'impiego, tre differenti passi medi

1) Circa il passo da adottare per una data elica si tengano presente in generale le norme enunciate sul « carico alare » di pag. 18.

(passo medio = 1,2 Ø : passo medio = 1,5 Ø : passo medio = 1,8 Ø).

Il lavoro che si deve compiere si riduce quindi alla sgrossatura, rifinitura e centraggio dell'elica, evitando in tal modo quella fase iniziale di calcolo, disegno e successivo taglio del blocco, che per gli inesperti non è sempre molto agevole.

Il lavoro richiesto per la costruzione di un'elica è sempre però oltremodo delicato e deve essere eseguito con la più grande cura, dato che un'elica ultimata deve poter rispondere a questi requisiti fondamentali:

1) precisa centratura dell'asse.
2) perfetta equilibratura delle pale rispetto all'asse.
3) accurata rifinitura delle pale onde ottenere identici spessori per le corrispondenti sezioni delle pale.
4) sezioni delle pale con spessore il più sottile possibile compatibilmente con la lavorazione ed il diametro dell'elica.
5) massima leggerezza.

Se l'elica non è stata costruita osservando queste norme si riscontreranno poi difetti vibratori o altri che tenderanno ad abbassare il rendimento dell'elica stessa.

Per semplicità lavorativa i blocchi Movo sono preparati, onde evitare al costruttore qualsiasi errore per la realizzazione dell'elica stessa, con questo criterio: innanzi tutto, se non è specificato il contrario, essi servono, come si è detto, per eliche destrorse; hanno poi questa particolarità: la superficie piana è quella anteriore

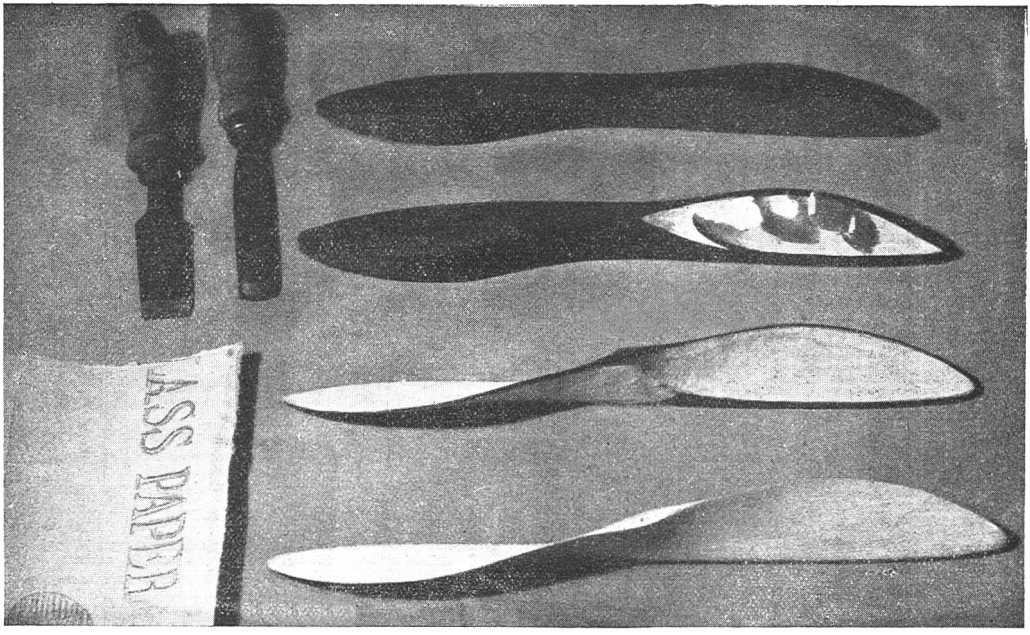


Fig. 72 - Successive fasi per la lavorazione dell'elica.

rispetto alla translazione del modello ed il bordo d'attacco della pala è lo spigolo che si presenta dritto. Ciò premesso, è intuitivo che per ricavare la elica la sgrossatura dovrà avvenire tenendo in evidenza per ogni pala due spigoli, e precisamente: lo spigolo rettilineo della superficie piana **(bordo d'attacco)** e lo spigolo curvo della superficie inclinata **(bordo d'uscita)** come visibile nella fig. 72.

Il bordo d'attacco sarà mantenuto di un certo spessore e piuttosto rotondeggiante, mentre il bordo d'uscita deve essere lavorato a spigolo vivo.

Per quanto riguarda la forma delle varie sezioni, queste, come detto precedentemente, devono essere simili ad un profilo alare, è però consigliabile, per le eliche, adottare profili che abbiano il ventre leggermente concavo (profili concavo-convessi) ed i cui spessori siano il più sottile possibile.

Si proceda nel lavoro per gradi, iniziando la sgrossatura con la sgorbia (fig. 72), e a mano a mano, dopo aver asportato il materiale superfluo con la raspa, si ultimerà il lavoro prima con carta vetrata a grana molto grossa fino ad arrivare alla più sottile (N. 0). Si verifichi costantemente che gli spessori delle pale risultino identici per entrambe e che la superficie sia perfettamente liscia e senza ingobbature. Per comodità di lavorazione durante la rifinitura, la carta vetrata può essere avvolta su un legno di forma cilindrica semicircolare in modo che sia possibile una perfetta pulitura del ventre e del dorso della pala.

Quando l'elica sarà ultimata occorre verificarne il centraggio introducendo nel mozzo un perno di filo di acciaio, controllando che l'elica risulti perfettamente equilibrata in ogni senso, alleggerendo ulteriormente quella pala che si presentasse più pesante dell'altra.

L'elica sarà ultimata e pronta per l'uso dopo che sarà stata trattata con almeno due verniciature di vernice alla gommalacca o alla nitrocellulosa.

Dai blocchi sagomati Movo, che sono costruiti con legno di prima scelta, e la cui forma è la più indicata per un'elica di modello volante, si possono ricavare costruzioni di alto rendimento qualora l'aeromodellista sappia lavorare con massima esattezza e precisione.

SUPPORTI ED ASSI PER ELICA.

E' di grande importanza che l'elica sia rigidamente fissata al proprio asse e che questo risulti perfettamente centrato sul supporto. Spesse volte è accaduto che modelli ben costruiti e perfettamente centrati (vedi capitolo « centraggio ») per il volo in planata, presentassero poi gravi difetti volando sotto l'azione dell'elica; molto spesso non si osserva a sufficienza la perfetta sistemazione dell'elica sul supporto e ciò può essere fonte di innumerevoli inconvenienti.

Occorre anzitutto osservare che l'asse non abbia attrito, è quindi consigliabile applicare al supporto una bussola metallica, che può essere formata da un pezzetto di tubo d'ottone.

Vi è inoltre da considerare, e ciò è di capitale impor-

tanza, la fortissima tensione che si produce nell'elastico per cariche elevate; tale tensione impedirebbe all'elica una regolare e continua rotazione se non si interponesse tra essa ed il supporto un apposito cuscinetto reggispinta.

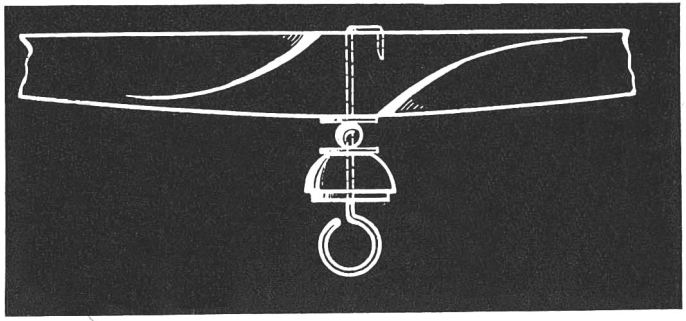


Fig. 73 - Gruppo elica-supporto.

Nella figura 73 il cuscinetto è composto da una perla di legno duro affiancata da due rondelle metalliche **(cuscinetto semplice),** ma nelle costruzioni di maggior precisione e nei modelli cui si richiede il massimo rendimento il cuscinetto è metallico con una corona di sfere in acciaio **(cuscinetto a sfere).** Il supporto (vedi fig. 73) deve poter venire infilato nella prima ordinata nei modelli a fusoliera o direttamente sul tubo, in quelli a tubo. Con la sistemazione del supporto è indispensabile verificare se realmente l'albero dell'elica prolungato idealmente coincida con l'asse di trazione segnato sempre sul disegno originale del modello: nel caso ciò non si verificasse, la trazione dell'elica non si

produrrà in modo normale, determinando condizioni di equilibrio del tutto differenti a quelle previste. (Vedi tabella III. Stabilità longitudinale).

E' bene, a questo punto, conoscere un fenomeno che può produrre, se non viene opportunamente eliminato, dannosi effetti sul regolare volo del modello; l'elica, oltre determinare la forza necessaria alla translazione del modello, produce, per reazione, un'altra forza che tende a far assumere al modello una inclinazione nel senso contrario a quello cui ruota l'elica: tale effetto si chiama « **coppia di reazione dell'elica** » ed a parità di altre condizioni è tanto maggiore quanto più elevata è la potenza del motore (1).

Nei modelli (2) l'unico pratico sistema per annullare tale effetto di rotazione consiste nel disporre l'asse dell'elica con una piccola inclinazione sul piano orizzontale, inclinazione che sarà verso sinistra se l'elica è destrorsa e verso destra se l'elica sinistrorsa; tale sistema agisce solo in quanto l'elica è funzionante, non altera quindi le doti di volo del modello quando, con elica ferma, esso deve compiere il volo planato. La coppia di reazione si annulla completamente quando vi

1) E' bene fare distinzione tra la « **coppia di reazione** » e « **l'effetto giroscopico** » perchè sono due fenomeni completamente differenti; l'effetto giroscopico non interessa i modelli volanti non producendo mai in essi variazioni di equilibrio.

2) Negli aeroplani per contrastare il fenomeno si ricorre generalmente alla maggiorazione della superficie portante di una semiala o ad altri sistemi che però implicano sempre l'intervento del pilota per evitare che, cessata l'azione dell'elica, il fenomeno si possa verificare in senso opposto.

siano due eliche uguali rotanti in senso inverso e applicate a motori di uguale potenza.

L'albero porta-elica è formato da un asse in filo di acciaio con una estremità arrotondata in modo da formare un gancio per l'attacco della matassa.

Il sistema più semplice per il fissaggio dell'elica è quello illustrato alla fig. 73 dove l'albero, ripiegato anteriormente, viene forzato nel mozzo dell'elica: tale sistema assicura un perfetto bloccaggio e può essere usato anche per eliche di un grande diametro. Si può inoltre applicare un asse che sia filettato anteriormente in modo che l'elica venga serrata da due piccoli dadi: questo sistema, quantunque permetta una rapida intercambiabilità dell'elica, non è consigliabile per i seguenti motivi: 1) perchè la filettatura di un asse di piccolo diametro indebolisce oltremodo il materiale facilitando la rottura del pezzo; 2) perchè con questo sistema si è costretti ad ancorare l'elica all'asse con dispositivi esterni, dato che non è sufficiente la pressione dei dadi per assicurare il bloccaggio, specie sotto forte carica.

E' consigliabile usare l'asse filettato solo quando esso abbia un diametro minimo di mm. 2.5 ed in tal caso sarà vantaggioso munire le eliche con una speciale bussola metallica incorporata all'elica stessa, bussola che permette il facile e semplice avvitamento sull'asse. Questo sistema di fissaggio è oltremodo pratico eliminando dadi e ranelle ed è indispensabile per quelle eliche che dovranno essere fissate sui supporti ad ingranaggi.

Concludendo, si usi il più possibile il semplice sistema dell'asse non filettato e ripiegato nell'elica; adoperando supporti ed ingranaggi si fissi l'asse filettato all'elica munita di « bussola di fissaggio ». Si usi per la costruzione dell'asse il filo di acciaio del diametro di mm. 1,5 per eliche con diametro inferiore ai 26 centimetri, ed il filo di acciaio del diametro di mm.2 per eliche con diametri dai 26 ai 34 centimetri: per eliche di diametro maggiore si usi il filo di acciaio del diametro di mm. 2,5.

SUPPORTI AD INGRANAGGI

Il supporto ad ingranaggi, pur non essendo elemento indispensabile nella costruzione dei modelli volanti, rappresenta tuttavia un accessorio molto interessante che si deve conoscere.

Esso se è razionalmente usato e adoperato con cura costituisce un completamento oltremodo vantaggioso per il definitivo buon rendimento dell'aeromodello. I supporti sono costruiti dalla Movo su disegno di sua esclusività e rappresentano una lavorazione di meccanica fine: essi possono essere generalmente del tipo con due ingranaggi di uguale diametro o con ingranaggi di diametro differente.

Un tipo di supporto di largo impiego e di efficace rendimento nelle costruzioni aeromodellistiche è quello con due ingranaggi uguali (fig. 74). La sua caratteristica essenziale è quella di permettere lo sdoppiamento della matassa elastica consentendo quindi un aumento del numero di giri di carica delle singole matasse ed in de-

finitiva un aumento di durata utile quando la somma delle singole sezioni delle matasse equivale alla sezione della matassa iniziale. (Vedi capitolo « Motore ad elastico »).

Però il reale vantaggio di questo supporto è quello di eliminare completamente la torsione che viene prodotta adoprando una sola matassa, torsione che tende alla svergolatura della fusoliera specie dove la struttura sia leggera e la potenza rilevante. L'aver quindi sdoppiata la matassa in due minori e costringendo queste ad agire con un senso di rotazione contrario significa trasformare la torsione in compressione, forza quest'ultima cui la struttura offre per costruzione, un'appropriata resistenza.

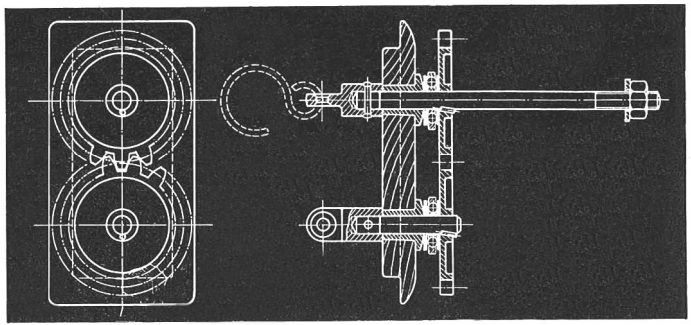


Fig. 74 - Supporto con ingranaggi uguali.

I supporti con ingranaggi di diametro differente sono generalmente usati come riduttori di giri (fig. 75) o come moltiplicatori.

Possono inoltre essere costruiti supporti per eliche coas-

siali o con più di due ingranaggi. Di volta in volta i disegni costruttivi daranno le precise indicazioni del caso sull'impiego di tali dispositivi.

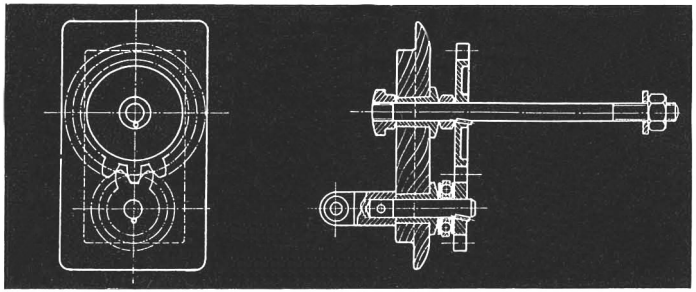


Fig. 75 - Supporto demoltiplicatore ad ingranaggi.

I supporti sono tutti costruiti con lo stesso sistema lavorativo e sono facilmente applicabili su qualunque modello perchè la parte posteriore della piastrina, cui sono fissati gli ingranaggi, presenta uno scalino (vedi fig. 74 e 75) che serve per l'incastro con la prima ordinata della fusoliera. Per l'applicazione dei supporti non occorrono quindi norme speciali ma è sufficiente praticare nella prima ordinata un'apertura rettangolare con le precise dimensioni di quelle della piastrina dell'ingranaggio, come è illustrato nella fig. 76.

Prima di adoperare i supporti è bene verificarne la scorrevolezza ed eventualmente lubrificare i perni e gli ingranaggi. E' consigliabile fissare ai supporti, come si è detto, le eliche munite con « bussole speciali » in modo da rendere facile l'intercambiabilità e sicuro il bloccaggio. Come ultima avvertenza, qualora fosse necessario

serrare fortemente l'elica all'asse del supporto, è necessario che quest'ultimo sia trattenuto per la sua estremità posteriore, quella cioè dove andranno applicati i ganci per le matasse, mai per l'ingranaggio, il che potrebbe provocare il deterioramento del pezzo.

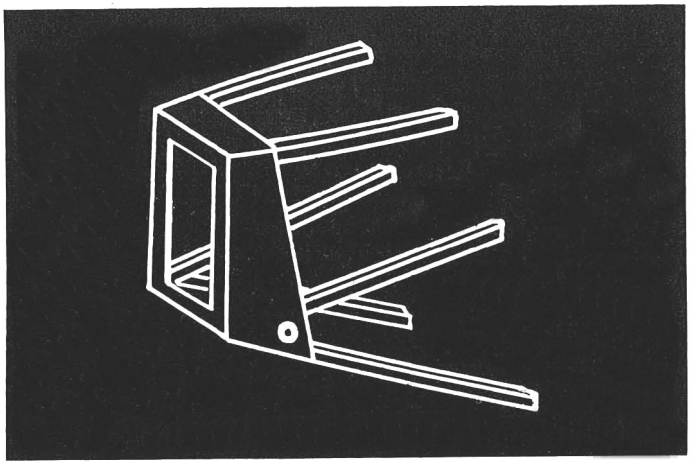


Fig. 76 - Muso di fusoliera con prima ordinata in compensato e rinforzi laterali.

Come è stato detto per i supporti semplici, anche i supporti ad ingranaggi devono essere applicati alle fusoliere in modo da non forzare nell'incastro praticato nella prima ordinata, facilitando in tal modo la fuoriuscita di tutto il complesso in caso che l'elica urtasse contro un ostacolo ed evitando così il pericolo di rotture al supporto e all'elica (vedi capitolo « Carrello »).

MOTORE AD ELASTICO

Un modello anche se accuratamente costruito, darà sempre mediocri risultati di volo se non si avrà l'avvertenza di preparare ed utilizzare razionalmente la **matassa elastica.** Questa rappresenta il **motore;** occorre quindi che sia perfettamente adattata ed accoppiata al tipo di modello costruito in modo da poterne ricavare il massimo rendimento: in altre parole è necessario che la matassa formi con l'elica quel complesso chiamato « **motopropulsore** » che corrisponda perfettamente al modello, secondo le caratteristiche di volo che dovranno essere raggiunte e che è bene siano state, almeno in parte, preventivate.

Per ottenere l'adattamento perfetto, tale cioè da permettere il miglior rendimento, non è possibile indicare norme precise e costanti di assoluta esattezza ma suggerire solo alcuni consigli ed avvertenze di carattere generale.

Nei disegni costruttivi Movo viene sempre fissata la **qualità** e **quantità** (1) di elastico necessaria per il volo

1) La **qualità** dell'elastico dipende dalla sezione dei singoli fili. Essi comunemente sono formati da una piattina di gomma bruna delle sezioni di mm. 1x3, 1x4, 1x5.
La **quantità** dell'elastico è data dal numero di fili elastici con cui è formata una matassa e comunemente viene espressa la **sezione** della matassa stessa in **millimetri quadrati.**

del modello: se viene specificato, ad esempio, che un dato modello abbisogna di una matassa la cui sezione sia di 30 mm². è logico che, formando la matassa stessa con filo elastico della sezione 1 × 3, saranno necessari N. 10 fili; basteranno invece N. 6 fili dell'1 × 5 e saranno leggermente esuberanti N. 8 fili dell'1 × 4 (4 × 8 = 32). In definitiva quando è stabilito che per un detto modello occorre una matassa di 30 mm². si vuole intendere che tale quantità di elastico è necessaria e sufficiente affinchè il modello di costruzione accurata e di peso corrispondente ai dati del disegno possa volare regolarmente. Naturalmente se la costruzione della struttura viene appesantita o se la rifinitura non è eseguita accuratamente, in altre parole se la finezza del modello viene diminuita, non sarà sufficiente una matassa di 30 mm²., ma occorrerà aumentare tale sezione fino a raggiungere la quantità necessaria per un volo regolare.

Inversamente se il modello ultimato risultasse di peso minore di quello indicato sulle tavole costruttive, una matassa di 30 mm². produrrebbe una potenza troppo elevata .

Mentre nel primo caso (peso del modello superiore al previsto) l'aumento di sezione della matassa produce un lieve peggioramento delle caratteristiche del modello, dato che al peso più elevato del modello stesso va aggiunto un peso superiore di matassa, nel secondo caso (peso del modello inferiore al previsto) il rendimento del modello tende sempre a migliorare: infatti: se si mantiene la stessa matassa (30 mm². questa produrrà una « **esuberanza di potenza** » che si traduce in pratica, non avendo variato il carico alare, nella possibilità che il modello raggiunga una quota più elevata; (vedi pag. 14) se viceversa si diminuisce la sezione della matassa, oltre ottenere una considerevole diminuzione del carico alare, si è nelle favorevoli condizioni per produrre nella matassa stessa un maggior numero di giri di caricamento che si traduce in definitiva in una maggiore durata di volo.

Qualora a costruzione ultimata il gruppo « motopropulsore » non risultasse perfettamente adatto al modello costruito, non volendo variarne le caratteristiche con sostituzione od aumento di matassa elastica, il che comporta sempre, come si è detto, un aumento del carico alare, si può ricorrere ad un altro semplice sistema che permette di mantenere inalterate le caratteristiche di peso del modello, senza alcuna variazione della matassa. Premesso, che non sia possibile per ragioni particolari del momento, di sostituire l'elica con una di passo più piccolo, sarà sempre possibile, anche con l'aiuto di un semplice temperino, di diminuirne opportunamente il diametro in modo che la matassa insufficiente per l'elica che era applicata inizialmente al modello, divenga poi sufficiente alla nuova elica così ridotta di diametro. Questa operazione non varia il passo dell'elica e può essere considerata uno dei più razionali sistemi per realizzare con successo quell'adattamento elica-matassa elastica di cui si è parlato in precedenza.

Come si è visto quindi, il fattore « matassa elastica »

rappresenta un elemento di primaria importanza ed è intimamente legato con le caratteristiche aerodinamiche e strutturali del modello.

CARICA DELLA MATASSA.

La carica della matassa elastica si determina attorcigliandola il più possibile, arrivando nei modelli normali ad un numero di giri che rappresenti per sicurezza i 7/10 della carica massima consentita dalla matassa stessa (vedi tabella II).

Attorcigliando la matassa si accumula in essa dell'energia, energia che la matassa poi restituisce provocando la rotazione dell'elica più o meno rapidamente e con differente potenza secondo questi dati generali cui si fa cenno:

1) A parità di lunghezza una matassa può sopportare una carica tanto più elevata quanto minore è la sua sezione in mm^2. Da cui si deduce che più la matassa è sottile più la sua durata utile è prolungata.

2) A parità di sezione una matassa darà più potenza quanto minore è la sua lunghezza, ed inversamente a parità di sezione una matassa sopporterà più carica, più la matassa è lunga.

3) A parità di lunghezza e di sezione una matassa composta di fili la cui sezione unitaria è piccola sopporterà un numero di giri di carica maggiore (avrà più durata, restituendo però minor potenza) di una matassa composta con fili di sezione più grande, ed inversamente.

La matassa elastica, come è stato detto, è il motore del-

l'aeromodello, motore di bassa ed incostante potenza e di piccola durata utile; interessa quindi conoscere quale sia il miglior sistema per la sua manutenzione e come deve essere trattato per ottenere da esso il più alto rendimento. L'elastico va conservato in luogo asciutto, possibilmente in una scatola di latta, protetto dalla luce e dalla umidità e a contatto con polvere di talco.

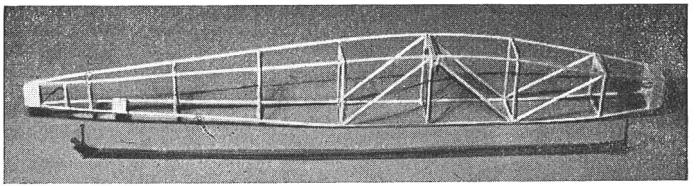


Fig. 77 - Preparazione della matassa elastica.

Per confezionare la matassa si procede nel modo seguente: conosciuta la distanza precisa che intercorre tra il gancio dell'asse porta elica e il gancio posteriore di ancoraggio, (distanza che viene conosciuta dal disegno) si fisseranno ad una tavola due chiodi ad una distanza quattro o cinque centimetri minore di quella precedentemente conosciuta, quindi fissata una estremità dell'elastico ad un chiodo si inizierà l'avvolgimento intorno all'altro fino a completare la matassa col numero di fili stabilito. (Vedi fig. 77).

Occorre fare attenzione che i fili risultino in riposo ed uniformemente disposti in modo che una volta tolta la matassa dai due chiodi, essa sia formata con anelli di uguale lunghezza.

La matassa, quando sarà applicata alla fusoliera, risulterà leggermente tesa ma questa tensione diminuirà non appena sarà sottoposta alle prime cariche.

L'unione delle estremità dei fili elastici si ottiene formando con essi un nodo semplice, osservando che detto nodo dovrà trovarsi, quando la matassa è posta nella fusoliera, in corrispondenza del gancio posteriore, in modo che durante lo svolgimento della matassa esso non urti nella struttura.

E' inoltre consigliabile che la matassa sia composta da un filo unico, avente cioè un solo punto di giunzione, se ciò non si potesse verificare, è bene che i nodi intermedi vengano a trovarsi ad una delle due estremità e non al centro della matassa.

La matassa introdotta nella fusoliera deve essere libera di svolgersi regolarmente, bisognerà quindi evitare che durante il suo scaricamento possa venire in contatto con elementi interni della struttura; ciò oltre a rappresentare un attrito non indifferente invita senz'altro alla rottura dei fili elastici nel punto di sfregamento.

La matassa elastica prima di essere caricata deve essere leggermente unta con lo speciale lubrificante che oltre a permettere un maggior caricamento influisce per un regolare scaricamento dei fili evitando che, per la grande torsione raggiunta, i fili stessi possano unirsi tra di loro.

Questa operazione preliminare va eseguita con cura, osservando che ogni singolo filo sia bagnato leggermente ma uniformemente. Prima di iniziare il massimo

della carica (operazione che va eseguita solo con la certezza che il modello sia equilibrato e a mezzo di trapano caricatore) è indispensabile provvedere allo snervamento degli elastici sottoponendoli cioè gradatamente a cariche sempre maggiori.

L'operazione di caricamento è molto delicata e richiede grande attenzione anche se intuitivamente è sufficiente imprimere all'elica un movimento rotatorio per accumulare energie nella matassa.

In una delle tavole aggiunte (Tabella II) è possibile valutare il numero dei giri di carica che si può dare alla matassa di peso e lunghezza conosciuti, ad ogni modo il caricamento deve avvenire osservando le seguenti norme:

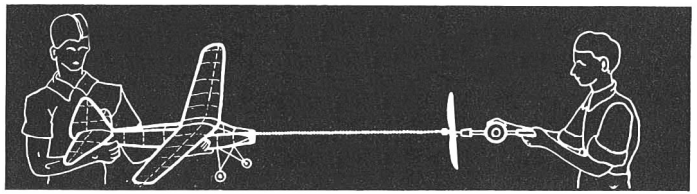


Fig. 78 - Dimostrazione del caricamento della matassa.

1) il modello va trattenuto in modo che la matassa possa essere estratta dalla fusoliera per una lunghezza pari a due volte quella della matassa in riposo (fig. 78); l'estrazione avviene generalmente lasciando la matassa fissa al gancio posteriore ed estraendo l'elica con relativo asse e supporto in modo che la matassa stessa sia libera di ruotare e non urti nella struttura. Occorre quindi fare attenzione che durante la carica l'asse della

fusoliera sia rappresentato dalla matassa in tensione.

2) L'elica va trattenuta a mezzo del gancio caricatore (vedi fig. 79) applicato al trapanetto a mano in modo da accelerare l'operazione di caricamento e renderla più regolare.

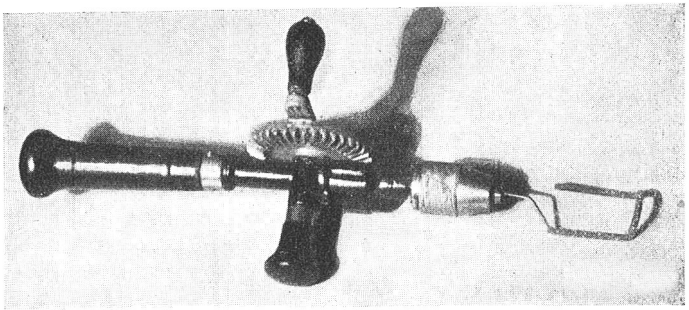


Fig. 79 - Trapano a mano con gancio caricatore.

3) Si inizi la carica con velocità non troppo elevata ma costante.

4) A mano a mano che si procede con la carica ci si avvicinerà un poco alla volta al modello e in modo che a caricamento ultimato l'elica venga a trovarsi ancora nella sua sede.

Col procedimento sopra descritto si può ottenere un caricamento pari a più del doppio di uno effettuato senza estrazione della matassa dalla fusoliera.

L'elastico va tenuto con cura; dopo la prova del modello la matassa va tolta dalla fusoliera, lavata con acqua e sapone e una volta asciutta nuovamente riposta in polvere di talco.

PROVE DI VOLO

MONTAGGIO DEL MODELLO.

L'operazione relativa al montaggio va eseguita solo quando tutte le varie parti che compongono il modello siano completamente ultimate. I disegni originali forniscono sempre i particolari prospettici più interessanti affinchè questa operazione venga eseguita regolarmente: è opportuno far notare che se tutti gli elementi che formano il modello sono stati costruiti esattamente con le misure date dal disegno originale, il montaggio risulterà semplicissimo e non richiederà che poco tempo anche per i modelli più complessi e di grandi dimensioni.

I modelli progettati dalla Movo hanno tutti la particolarità di poter essere smontati negli elementi principali (ala, impennaggi, fusoliera, carrello, gruppo motopropulsore), è quindi necessario conoscere come tutte le parti vadano tra loro unite e secondo quale ordine.

Si tenga come elemento base di montaggio la fusoliera e si applichino ad essa tutte le altre parti, secondo le istruzioni di volta in volta consigliate dai disegni ed in generale secondo queste successive operazioni:

1) Introduzione della matassa elastica e fissaggio dell'elastico al gancio posteriore, indi fissaggio dell'asse dell'elica alla matassa.

2) Applicazione alla fusoliera del carrello ed eventualmente del pattino di coda nei modelli dove quest'ultimo è un elemento separato.
3) Fissaggio dei piani di coda.
4) Fissaggio dell'ala.

A montaggio ultimato occorrerà assicurarsi che tutti gli elementi del modello siano fissati in modo corretto e stabile: in particolare è della massima importanza la verifica delle reciproche incidenze dell'ala e dei piani di coda con l'asse di trazione. Normalmente nei modelli ove non venga espressamente indicata una speciale incidenza delle ali, queste ed i timoni dovranno essere a 0° rispetto all'asse di trazione.

CENTRAGGIO DEL MODELLO.

L'ala è l'ultimo elemento che deve essere unito alla fusoliera perchè la sua esatta posizione è principalmente in funzione del peso totale del modello e precisamente, come è stato detto nel capitolo riguardante le nozioni di aerodinamica, **« il centro di pressione dell'ala deve coincidere o trovarsi sulla verticale del centro di gravità del modello ».**

Nei modelli dove l'ala ha la massima libertà di spostamento, sia anteriormente che posteriormente, si riesce facilmente a sistemare l'ala stessa nella precisa posizione onde ottenere un perfetto centraggio. Nei modelli invece ove l'ala, per ragioni costruttive od estetiche non possa spostarsi che pochissimo (ciò che accade quasi sempre nei veleggiatori e nei modelli riproducenti

aeroplani veri) (1), l'operazione di centraggio viene ottenuta aggiungendo dei piccoli pesi nella parte anteriore della fusoliera, in modo da ottenere l'equilibrio voluto; nei veleggiatori, in ispecie, mancanti nella parte anteriore del peso dell'elica e del carrello, occorre disporre la zavorra per ottenere il centraggio: tale zavorra può anche essere diminuita mediante l'applicazione di un peso posto molto più in avanti del muso del modello: tale applicazione viene fatta a mezzo di un apposito bilancere, come è raffigurato nella fig. 80.

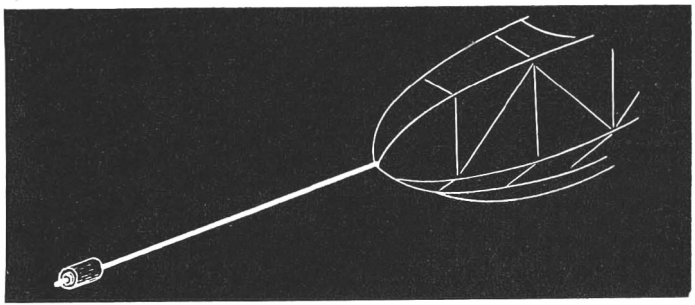


Fig. 80 - Applicazione del bilancere al muso dei veleggiatori.

Dopo aver effettuato un centraggio preliminare in modo che staticamente si sia provveduto a far coincidere il centro di pressione col centro di gravità, si inizieranno

1) Una ulteriore suddivisione dei modelli volanti si può ottenere se si considera lo scopo per cui essi vengono costruiti; se il modello deve prender parte a gare o a primati, è indispensabile sacrificare qualsiasi dote estetica a vantaggio del maggior rendimento: viceversa se il modello riproduce un tipo di aeroplano esistente, deriva, come immediata conseguenza, che il complesso estetico o di forma peggiorerà sensibilmente la caratteristiche di volo, aumentando le difficoltà di centraggio.

le prove per il centraggio vero e proprio (centraggio dinamico). Tali prove andranno effettuate all'aperto, in luogo spazioso e senza ostacoli e scegliendo una giornata possibilmente priva di vento. Sia nel caso di modelli con motore ad elastico che nel caso di modelli aeroveleggiatori, si inizieranno dapprima dei piccoli lanci a mano trattenendo il modello per la fusoliera in posizione prossima al centro di gravità e lanciandolo con mossa decisa, ma non violenta, in modo che venga abbandonato in posizione **il più possibile orizzontale** ed eventualmente piuttosto in leggera picchiata che in cabrata. Questa operazione sarà corretta se si lancerà il modello come se, fissato un punto molto lontano all'orizzonte, si desse al modello la direzione verso quel punto.

Dopo il lancio ci si potrà subito rendere conto dei principali inconvenienti di centraggio insiti nel modello stesso, difetti che di massima possono essere:

1) **inerenti alla stabilità longitudinale**

   a) modello **cabrato** con tendenza ad impennarsi, cioè pesante in coda. Occorre spostare l'ala **indietro.**

   b) modello **picchiato** con tendenza a scendere violentemente cioè pesante in testa. Occorre spostare l'ala **in avanti.**

2) **inerenti alla stabilità trasversale**

   a) tendenza del modello ad inclinarsi verso destra o sinistra. Occorre verificare l'equilibrio trasversale e la reciproca incidenza delle semiali.

I difetti di stabilità longitudinale verranno corretti con gli spostamenti dell'ala, (1) verifica dell'incidenza dell'ala e dei timoni o con applicazione o diminuzione di zavorra; i difetti di stabilità trasversale vengono corretti regolando opportunamente gli alettoni, ammesso che l'ala non presenti accentuate svergolature.

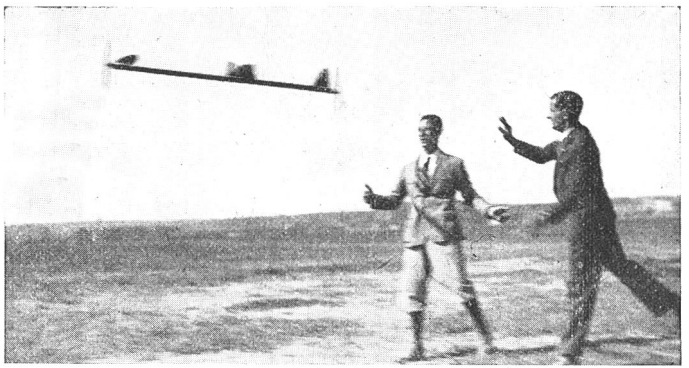


Fig. 81 - Lancio di un modello a tubo.

Quando il volo planato del modello sarà sufficientemente regolare onde far supporre del perfetto centraggio, si potrà senz'altro iniziare una prova più convin-

1) A proposito dello spostamento dell'ala per effettuare il centraggio del modello, va notato che tale operazione è utile, e sarà efficace semprechè venga eseguita entro certi limiti, sopratutto per l'eventuale spostamento all'indietro dell'ala. Se per es. il modello è troppo pesante in coda e quindi durante la prova tende a cabrare è necessario spostare all'indietro l'ala; lo spostamento deve essere però tale che l'ala non venga ad avvicinarsi troppo ai piani di coda, perchè in tal caso, venendo a diminuire sensibilmente la distanza tra il centro di pressione dei piani di coda orizzontali ed il centro di pressione dell'ala, si verrebbe a compromettere l'efficienza dei piani stessi come stabilizzatori del modello e non sarà più possibile effettuare un centraggio regolare.

cente caricando la matassa, nel caso di modello ad elastico od iniziando il traino con cavo, nel caso di veleggiatori.

Nei modelli con motore ed elastico si inizi dapprima con una carica prodotta a mano e non troppo elevata e, tenendo presente le norme precedentemente descritte, si lancerà il modello osservandone esattamente le varie fasi di volo onde poterne eventualmente correggere i relativi difetti. Ove fosse possibile è consigliabile far partire il modello da terra su di una pista il più possibile levigata, imprimendogli una piccola spinta in coda.

Qualora spirasse un poco di vento, il lancio **controvento** provocherà una tendenza del modello ad alzarsi, cioè a **cabrare,** mentre quello col vento **in coda,** viceversa, **ritarderà** la partenza e la possibilità che il modello prenda quota. Ad ogni modo, conosciute queste cause, è meglio procedere nelle prove in una delle due direzioni sopra descritte piuttosto che con vento laterale che riuscirebbe sempre dannoso per ogni buon inizio.

Nei veleggiatori invece il traino viene eseguito nel modo seguente: occorre anzitutto essere in due: il modello va trattenuto con la prua **controvento** in posizione di leggera cabrata (fig. 82) e verrà ad esso applicato, nell'apposito alloggiamento, un gancio fissato all'estremità del filo di traino, mentre l'altra estremità sarà trattenuta ad una certa distanza (piccola nelle prime prove di volo e a mano a mano maggiore) dal secondo aeromodellista. Quest'ultimo, quando avrà avuto dal compagno l'assicurazione che il modello è pronto per essere lanciato, inizierà una corsa che sarà tanto più veloce quanto più

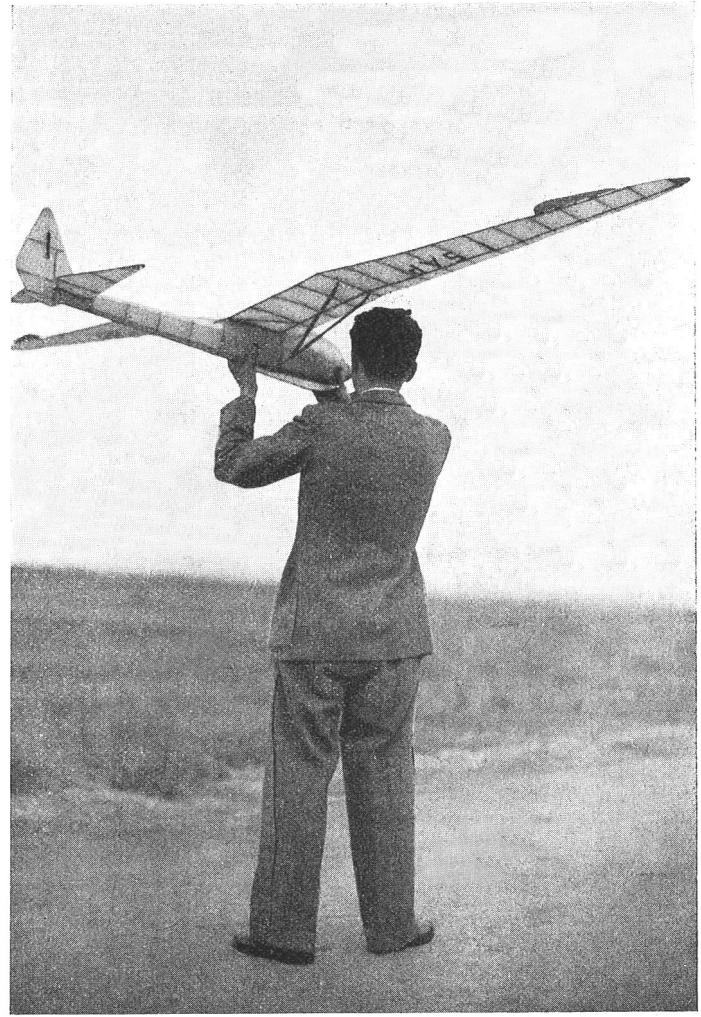


Fig. 82 - Aeroveleggiatore pronto per la prova.

pesante il modello e meno intenso il vento. Il compito dell'aeromodellista « numero due » è piuttosto delicato in quanto, oltre ad effettuare una corsa regolare, non deve provocare degli strappi nel filo (cavo) e dovrà, quando lo reputerà opportuno, rallentare la sua velocità onde permettere l'automatico sganciamento del cavo dal modello, sganciamento che deve avvenire, perchè il volo si svolga regolarmente, quando il modello si trovi in linea di volo **orizzontale,** non in linea di salita.

L'iniziale possibilità di salita del veleggiatore e l'altezza cui dovrà effettuarsi lo sgancio sono logicamente inerenti alla lunghezza del cavo.

Oltre tutte queste norme principali, si è provveduto alla compilazione di una apposita tabella raggruppante i difetti principali che possono verificarsi in un modello volante, le cause che li determinano ed i varii suggerimenti per eliminarli. (Tabella III).

Per eseguire le prove di volo dei modelli volanti, che, come si è visto, devono essere effettuate in luoghi spaziosi e privi di ostacoli, è indispensabile portare con sè alcuni attrezzi e quel poco di materiale che può essere necessario per le piccole riparazioni di fortuna e cioè: una forbice, o una lametta da rasoio, una piccola pinza, alcuni spilli, qualche foglio di carta per la copertura, un tubetto di Resina Indiana o Tachys, refe per legature, filo di piombo per zavorra, alcuni pezzetti di impiallacciatura e di listelli e sopratutto non bisogna dimenticare il cavo per il traino dei veleggiatori e il trapano col gancio caricatore.

Le prove di volo di un modello volante, prove che rappresentano la fase conclusiva di un discreto lavoro preparatorio iniziale e sono l'epilogo e lo scopo di tutto il complesso costruttivo, devono venir sempre effettuate con tranquillità, pazienza e sopratutto con molta **calma,** cercando di rendersi conto **intelligentemente** di tutti i varii difetti onde poterli correggere **razionalmente.**

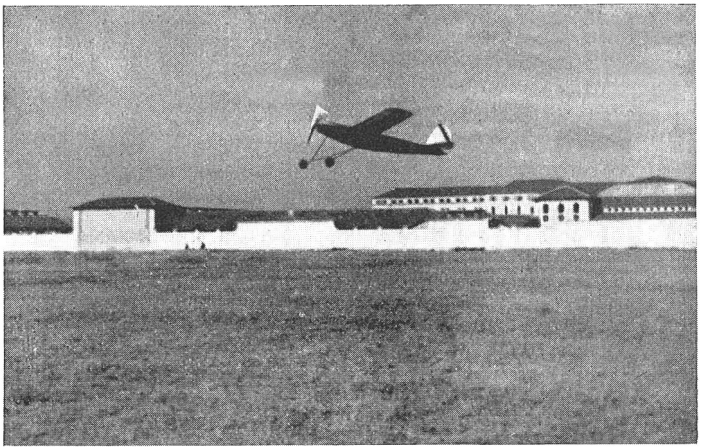


Fig. 82 - Modello volante in volo.

Il modello non deve essere provato se prima non è completamente ultimato in tutti i suoi più piccoli particolari, perchè è sufficiente la non perfetta sistemazione anche di una piccola parte per compromettere qualsiasi riuscita.

Il desiderio di veder volare il proprio modello fa sì che spesse volte si precipiti l'ultima fase costruttiva e si eseguiscano le prove con modelli mal ultimati o comunque

non montati perfettamente. In questo caso è problematico non solo ottenere dei buoni risultati ma anche potersi rendere conto dei vari difetti che ne derivano.

Qualora invece il modello risulti di buona costruzione e la prova venga eseguita tenendo presenti tutti i consigli dati precedentemente, si potrà essere sicuri di voli regolari.

Non bisogna però illudersi che il modello possa essere perfettamente a punto all'inizio delle prime prove, perchè è sempre indispensabile l'intelligente intervento dell'aeromodellista per correggere, migliorare e sopratutto per **centrare** il modello, il quale con un volo ben riuscito compenserà il costruttore di tutto il suo paziente lavoro e lo spronerà senz'altro verso nuove costruzioni.

LA PIÙ IMPORTANTE E COMPLETA ORGANIZZAZIONE ITALIANA PER L'AEROMODELLISMO.

MODELLI IN ORDINE DI VOLO

DISEGNI COSTRUTTIVI

SCATOLE DI MONTAGGIO

MATERIALI

PARTI STACCATE

UTENSILI

M O V O - M I L A N O

VIA BORGOSPESSO, 18 - TELEFONO 70-666

Disegni costruttivi editi dalla MOVO

M 1 - Aeromodello a tubo - apertura alare m. 1,30

M 2 - Aeromodello a fusoliera - apertura alare m. 0,92

M 3 - Aeroveleggiatore - apertura alare m. 1,30

M 4 - Aeroveleggiatore tipo "Professor" - apertura alare m. 2,50

M 5 - Aeromodello a tubo - apertura alare m. 0,80

M 6 - Aeromodello a fusoliera - apertura alare m. 1.00

M 7 - Aeromodello a fusoliera - apertura alare m. 1,30

M 8 - Aeromodello a fusoliera - apertura alare m. 0,78

M 9 - Aeroveleggiatore - apertura alare m. 1.00

M 10 - Aeromodello riproducente l'aeroplano da caccia "C. R. 32"

M 11 - Aeromodello riproducente l'aeroplano da turismo "Breda 39"

M 12 - Aeromodello a bastone - apertura alare m. 0,80

In preparazione:

M 13 - Aeromodello riproducente l'aeroplano dei Sorci Verdi "S.79"

M 14 - Aeroveleggiatore - apertura alare m. 1,82

M 15 - Aeromodello a fusoliera - apertura alare m. 1,20

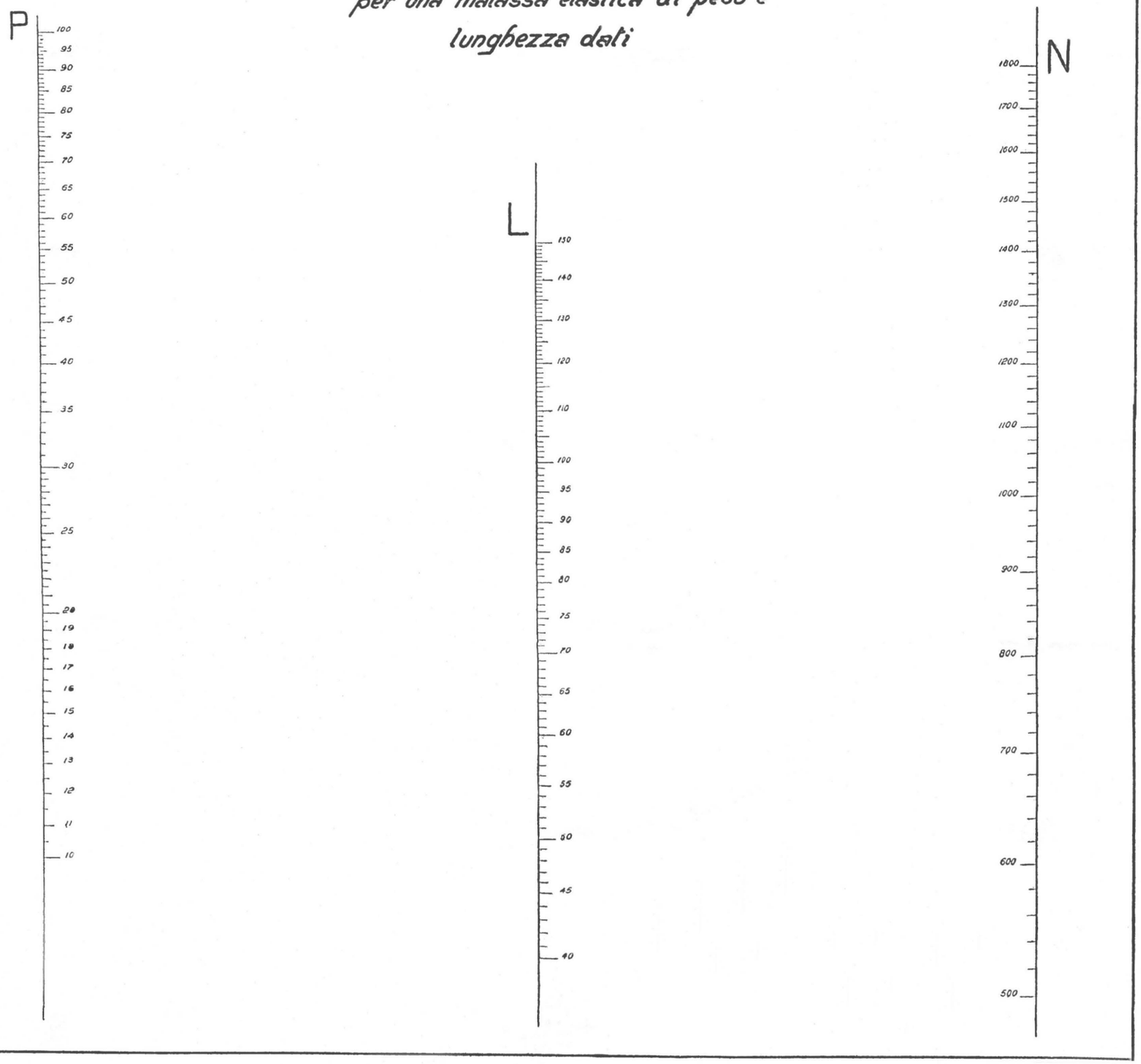
Finito di stampare il 25
Febbraio 1938 - XVI con
i tipi delle Officine Gra-
fiche Cisalpine di Milano

TABELLA I

Classificazione dei vari materiali secondo il loro normale impiego nella costruzione di un modello volante

	MATERIALI	ALA	IMPENNAGGI	FUSOLIERA	CARRELLO	GRUPPO MOTOPROPULSORE
LEGNI	COMPENSATO di pioppo e di betulla	Centine - False centine - Longheroni - Curva terminale - Piastre di unione - Fazzoletti	Centine - Fazzoletti - Contorno	Ordinate - Fazzoletti - Attacchi per carrello	Elementi di carenatura	
	TAVOLETTE di pioppo	Centine - False centine - Alettoni - Fazzoletti	Centine - Fazzoletti	Fazzoletti		
	TAVOLETTE di balsa	Centine - False centine	Centine		Elementi di carenatura	
	LISTELLI di tiglio	Longheroni	Longheroni e traliccio	Longheroni e traliccio		
	LISTELLI di pioppo	Longheroni	Longheroni e traliccio	Longheroni e traliccio		
	LISTELLI di balsa	Longheroni	Longheroni e traliccio	Longheroni e traliccio	Elementi di carenatura	
	LISTELLI triangolari	Bordo d'uscita				
	TONDINI di pioppo	Longheroni - Bordo di attacco - Curva terminale	Longheroni - Contorno - Traliccio	Longheroni e traliccio		
	IMPIALLACCIATURA	Bordo d'attacco Rivestimenti Fazzoletti	Fazzoletti - Rivestimenti	Tubo - Rivestimenti - Fazzoletti		
	BLOCCHI di balsa	Riempimenti			Elementi di carenatura	Eliche - Ogive
	BLOCCHI di sughero	Riempimenti	Riempimenti	Muso per veleggiatori		
	BLOCCHI di cirmolo			Muso per veleggiatori		Eliche - Ogive
METALLI	FILO ACCIAIO armonico				Gambe di forza	
	FILO ACCIAIO raddrizzato			Bilanceri per veleggiatori - Ganci per veleggiatori	Gambe di forza	Ganci per elastico Assi per elica
	FILO DI FERRO zincato	Ganci per fissaggio				
	TUBO di ottone				Bussole per ruote	Bussole per supporto elica
	TUBO alluminio	Attacchi montanti		Attacchi montanti	Attacchi - Bussole	
	FILO alluminio	Ganci per fissaggio				
	LAMIERA di alluminio	Alettoni				
	RIBATTINI d'alluminio	Chiodatura alettoni			Chiodatura attacchi	
	PIOMBO in filo o pallini			Zavorra per centraggio		
CARTE - COLLE - VERNICI	COLLA ALLA CASEINA	Unione fra loro di tutte le strutture in legno				
	RESINA INDIANA e TACHYS	Eventuali connessioni provvisorie o di fortuna delle parti in legno				
	GOMMA in polvere	Fissaggio della carta di copertura sulle strutture				
	VERNICE ALLA GOMMALACCA	Verniciatura della copertura dopo la tensione				Verniciatura dell'elica
	VERNICE alla nitrocellulosa	Eventuale verniciatura della copertura		Trattamento del tubo ed eventuale verniciatura della copertura	Verniciatura delle gambe di forza	Verniciatura dell'elica
	LUBRIFICANTE Movo					Trattamento fili elastici
	CARTA di tipi differenti	Copertura di tutte le strutture				
GOMMA	FILO ELASTICO rettangolare					Motore
	ANELLI ELASTICI	Elementi di fissaggio			Elementi di fissaggio	
	TUBETTO					Rivestimento ganci

Determinazione del numero di giri di carica per una matassa elastica di peso e lunghezza dati



La presente tabella serve per determinare in modo abbastanza approssimativo il numero di giri di carica che può sopportare una matassa elastica, quando questa sia snervata, trattata con lubrificante e caricata mediante allungamento.

Conosciuto il **peso** totale in grammi della matassa e la sua **lunghezza** in centimetri (lunghezza della matassa con i fili in riposo), si segnano questi valori rispettivamente sulle colonne **P** ed **L.**

Si tracci quindi una retta fra questi due punti. Il punto dove la retta incontra la colonna **N** dà un valore che rappresenta il numero di giri di caricamento.

Si fa presente che i valori indicati non rappresentano il massimo di carica consentito dagli elastici, ma un valore leggermente più basso, **di sicurezza,** e corrispondono per una **singola** matassa non per un **gruppo** di matasse (applicate ad esempio ad un supporto ad ingranaggi), nel qual caso la valutazione va eseguita separatamente per ogni matassa.

Difetti che si possono riscontrare durante le prove di volo di un modello volante

DIFETTO	CHE COSA SI OSSERVA	CAUSE	RIMEDI
IL MODELLO NON DECOLLA	Il rullaggio del modello è troppo lento e conseguentemente la coda non si alza	1° - Potenza insufficiente	1° - Aumentare la sezione della matassa elastica
		2° - Elica inadatta	2° - Sostituire l'elica con una di passo inferiore o di ~~maggior~~ diametro minore.
		3° - Carrello troppo in avanti	3° - Rivedere in generale il disegno del carrello
		4° - Le ruote o il pattino di coda fanno troppo attrito	4° - Verificare la scorrevolezza. Lubrificare i perni. Sostituire il pattino di coda con una piccola ruota
	Il modello, pur rullando velocemente sul terreno non si stacca	1° - Carico alare troppo elevato rispetto alla potenza disponibile	1° - Alleggerire il modello o aumentare la superficie portante, o aumentare la sezione della matassa elastica
		2° - Incidenza dell'ala troppo piccola o troppo negativa	2° - Aumentare l'incidenza dell'ala o diminuire quella del piano di profondità
		3° - Ala troppo arretrata	3° - Avanzare l'ala
INSTABILITÀ LONGITUDINALE	Modello che cabra troppo sotto l'azione dell'elica per poi perdere velocità e precipitare (1)	1° - Eccessiva incidenza dell'ala	1° - Diminuire l'incidenza dell'ala o aumentare quella dei piani di profondità
		2° - Potenza troppo elevata	2° - Diminuire la sezione della matassa.
		3° - Elica inadatta per la potenza impiegata	3° - Aumentare il passo dell'elica o ~~diminuire~~ il diametro
		4° - Falsa posizione dell'asse dell'elica	4° - Alzare l'asse dell'elica, o inclinarlo verso il basso
	Il modello vola regolarmente a forte velocità, e picchia quando la potenza diminuisce o la velocità rallenta	1° - Insufficiente incidenza dell'ala	1° - Aumentare l'incidenza dell'ala o diminuire quella dei piani di profondità.
		2° - Asse dell'elica spostato troppo in basso rispetto al centro di pressione o con inclinazione verso l'alto	2° - Alzare, se è possibile l'asse dell'elica o inclinarlo verso il basso (2)
	Modello veleggiatore che durante il volo scampana o fa le «montagne russe»	1° - Eccessiva incidenza dell'ala	1° - Ridurre l'incidenza dell'ala o aumentare quella dei piani orizzontali
INSTABILITÀ TRASVERSALE	Il modello si inclina su un lato	1° - Timone di direzione spostato	1° - Correggere la posizione del timone.
		2° - Svergolatura dell'ala	2° - Verificare le incidenze rispettive delle semiali ed eventualmente correggere con alettoni
		3° - Coppia di reazione dell'elica troppo elevata	3° - Diminuire la potenza ed il diametro dell'elica
		4° - Ala non perpendicolare alla fusoliera	4° - Avanzare la semiala che tende ad abbassarsi durante il volo (3)
INSTABILITÀ DIREZIONALE	Modello che, specialmente in volo lento, scodinzola, poi scivola d'ala	Timone di direzione troppo piccolo o comunque centro di deriva troppo in avanti rispetto al centro di gravità (4)	Aumentare la superficie del timone di direzione, mettere ruote di diametro più piccolo, per diminuire le derive anteriori al centro di gravità. Oppure cercare di alleggerire la coda con conseguente spostaggio in avanti dell'ala. Oppure applicazione di zavorra anteriore. Operando in tal modo si sposta in avanti in centro di gravità, e poichè il centro di deriva è fisso, si ha un miglioramento delle condizioni di equilibrio direzionale
	Veleggiatore che durante la salita sotto traino, ondeggia e scivola lateralmente	vedi caso precedente	Eseguire alcune delle correzioni del caso precedente e spostare in avanti il gancio di traino in modo che la salita sia meno forte
DIFETTI MENO GRAVI	Il modello non decolla regolarmente	Imbarda (5)	Aumentare lo scartamento del carrello, o sostituire le ruote di legno o metallo con altre di gomma
	Il modello pur volando regolarmente non acquista quota	Potenza insufficiente	Aumentare la potenza, oppure applicare un'elica di passo o diametro più piccolo o mozzare le estremità delle pale
	Modello che esegue perfettamente un volo mentre presenta nel successivo dei difetti che non si erano verificati in precedenza	Montaggio imperfetto di alcuni elementi del modello	Verificare gli attacchi delle ali e dei piani di coda. Osservare il fissaggio del carrello. Effettuare il caricamento in modo regolare affinchè non si formino dei nodi solo in alcuni punti della matassa, piuttosto che su tutta la sua lunghezza, il che tende a spostare il centro di gravità

(1) - Si noti che inizialmente si determinerà sempre una normale cabrata del modello fino a quando, diminuita la potenza, il volo continuerà orizzontalmente.

(2) - Si noti che questo difetto di volo deriva dal fatto che il modello **non è centrato** per il volo planato perchè ha tendenza a picchiare e che solo l'errata sistemazione dell'asse dell'elica compensa e corregge il difetto iniziale quando la carica è piuttosto elevata. Quindi oltre a correggere l'inclinazione dell'asse dell'elica bisogna contemporaneamente avanzare l'ala per ristabilire il centraggio.

(3) - Tale espediente è utile anche per correggere una piccola svergolatura dell'ala.

(4) - Chiamasi **« centro di deriva »** quel punto nel quale si immagina applicata la risultante delle forze provocate dall'investimento del modello da una corrente laterale. Per ottenere il centraggio stabile direzionalmente, occorre che il centro di deriva sia quanto più possibile indietro rispetto al centro di gravità, ottenendo così dei momenti raddrizzanti di valore elevato.

(5) - Si noti che una leggera imbardata è naturale ed è dovuta alla coppia di reazione dell'elica.

Istruzioni per la costruzione e il montaggio del modello volante "M 12"

CARATTERISTICHE DEL MODELLO

Apertura alare	**mm. 800**	**Diametro dell'elica**	**mm. 260**
Lunghezza totale	**mm. 800**	**Passo medio dell'elica**	**mm. 390**
Superficie portante	**dcm. 9**	**Sezione della matassa**	**mm.$_2$ 24**
Peso	**grammi 130**	**Giri di carica max**	**N. 550**

Il modello M. 12 a bastone è il tipo più semplice di modello volante con motore ad elastico sia per quanto riguarda la costruzione che le prove di volo, ed è particolarmente indicato per chi inizia la propria attività aeromodellistica.
Si costruisca il modello attenendosi scrupolosamente alle misure e forme date dal disegno, non variandone quindi i particolari costruttivi e seguendo le norme per la costruzione dei modelli volanti descritte sul « Vademecum dell'Aeromodellista ».

ALA

L'ala, monolongherone, a pianta rettangolare con estremità arrotondate, è composta di dieci centine fra loro uguali, del bordo d'attacco in tondino e del bordo d'uscita in listello triangolare. La struttura dell'ala è completata dagli alettoni (N. 5) e dagli elementi di unione delle semiali: diaframma (N. 6) e riempimenti in sughero (N. 7 e 8).

Si noti che tutte le centine hanno identici alloggiamenti per i longheroni, ad eccezione delle due centine centrali A e B che oltre gli alloggiamenti detti presentano un intaglio che permette l'incastro col corrispondente intaglio del diaframma, facilitando così la unione delle semiali e determinando il voluto diedro.

Dopo aver effettuata la unione delle semiali, si dovranno interporre fra le centine A e B, rispettivamente in corrispondenza del bordo d'attacco e del bordo d'uscita due blocchetti di sughero opportunamente sagomati che oltre a determinare un ulteriore irrigidimento del complesso favoriscono il raccordo e la perfetta copertura della zona centrale dell'ala (vedi i particolari illustrati sul disegno).

Gli elementi di fissaggio dell'ala con la fusoliera sono costituiti da gancetti di filo metallico in numero di tre: i due primi sono solidali col diaframma centrale, mentre il terzo è fissato al fazzoletto N. 9 che ricopre il riempimento di sughero N. 8.

Il fissaggio dell'ala alla fusoliera avviene a mezzo di anelli elastici che allacciano la fusoliera stessa con i ganci sopradetti.

L'alettone è fissato sulla superfice inferiore del bordo d'uscita a mezzo di due ribattini di alluminio.

L'estremità alare è formata dal prolungamento del bordo d'attacco che si incurva e viene incollata al bordo d'uscita; una legatura di refe facilita l'unione di questi due elementi e rende più solida la connessione.

Si noti che, oltre l'ultima centina, il tondino del longherone superiore prosegue rettilineo fino alla curva terminale, mentre quello inferiore si inflette per assumere la forma visibile sul disegno. L'estremità alare è completata col traversino C. (vedi particolare estremità alare con alettone).

FUSOLIERA

La fusoliera è costituita da un regolo di legno sul quale sono rigidamente fissati: il supporto dell'elica, il carrello, il pattino e gli impennaggi, mentre l'ala, come si è visto, è connessa alla fusoliera elasticamente. Sulla estremità posteriore del regolo fusoliera vengono praticati gli alloggiamenti (D - E) per l'applicazione degli impennaggi. Il primo è un foro del diametro di 3 mm. mentre l'altro è un incastro che va eseguito con la seghetta da traforo e che ha le dimensioni di mm. 3 × 16 come è chiaramente visibile dal disegno.

Una volta eseguiti gli incastri, l'estremità della fusoliera potrà essere leggermente sgrossata come è dimostrato dal disegno.

IMPENNAGGI

Gli impennaggi sono costruiti col sistema a traliccio. Il contorno del timone di profondità può essere formato da un elemento non continuo nel quale caso esso è composto da due tondini di pioppo che sono tra loro incollati lungo la parte centrale (tratto compreso tra la legatura F ed il fazzoletto semicircolare N. 24) e che vengono opportunamente curvati fino ad assumere la forma data dal disegno in modo che le loro estremità vengano a combaciare nella parte anteriore del timone dove sono incollati tra loro e col relativo fazzoletto N. 24. La costruzione del piano di coda verticale è identica a quella del piano orizzontale; si notino anche in questo caso i fazzoletti di rinforzo della struttura e si tenga presente che solo il fazzoletto anteriore (N. 25) è doppio, incollato cioè su entrambe le superfici del timone, mentre i fazzoletti N. 26 e 27 sono incollati di costa col traliccio, internamente alla struttura.

Per il fissaggio degli impennaggi alla fusoliera si proceda nel modo seguente: si introduca preventivamente l'estremità del bordo anteriore del timone di direzione nel foro del fazzoletto anteriore (N. 24) del timone di profondità, in modo tale che il listello inferiore del timone di direzione si adagi sulla superficie compresa fra la legatura F e il fazzoletto semicircolare N. 24. Il complesso dei timoni così ottenuto va unito alla fusoliera contemporaneamente in due punti: anteriormente nel foro D, posteriormente nell'incastro E.

Occorre prestare attenzione che i timoni così fissati alla fusoliera rimangano ad essa connessi in modo stabile, senza essere incollati, onde poter eventualmente regolare l'incidenza del piano orizzontale.

CARRELLO E PATTINO

Il carrello è formato con elementi di filo di acciaio del diametro di 1 mm. ed è composto da tre elementi: due gambe di forza piegate ad angolo acuto e fissate alla fusoliera, ed un assale fissato alle gambe stesse nei vertici degli angoli sopradetti (G. H.).

Per il fissaggio delle gambe del carrello alla fusoliera si procede nel modo seguente: si introduce il filo di acciaio nel foro precedentemente praticato nella fusoliera: si ripiega poi su sè stessa l'estremità del filo sporgente, quindi si forza il gancio così ottenuto nella fusoliera. Queste operazioni sono chiaramente visibili dai particolari del disegno.

L'assale del carrello è fissato alle gambe di forza con una legatura di refe e caseina (G - H); l'estremità dell'assale che sporge dalle ruote è opportunamente ripiegato onde evitare la fuoruscita delle ruote.

Il pattino di coda (N. 17) che funge anche da gancio posteriore per il fissaggio della matassa elastica, deve essere sistemato ad una distanza di mm. 145 dall'estremità posteriore della fusoliera (vedi vista di fianco del modello) ed è formato da un pezzetto di filo di acciaio di mm. 1,5 che è fissato sulla fusoliera stessa con procedimento identico a quello già descritto per il fissaggio delle gambe del carrello.

SUPPORTO PER ELICA

Il supporto per l'elica è formato da un elemento di legno avente la stessa sezione del regolo fusoliera. La sua lavorazione va eseguita nel modo seguente: si tagli il listello nella lunghezza di mm. 30 indi si eseguisca un foro del diametro di mm. 1,5 per il passaggio dell'asse dell'elica facendo attenzione che oltre ad essere praticato nella precisa posizione indicata dal disegno, sia ben centrato e risulti perpendicolare alle facce maggiori del supporto stesso.

A mezzo dell'archetto da traforo si eseguiscano poi sul supporto e sulla estremità anteriore della fusoliera gli incastri che sono chiaramente visibili sul disegno (vedi particolare « supporto elica »), incastri che una volta incollati permettono una perfetta e solida unione dei due elementi.

Si osservi che l'incollatura risulti perfetta in modo che il supporto rimanga perpendicolare alla fusoliera; dopo aver atteso che la colla sia asciutta, onde accrescere ulteriormente il bloccaggio delle parti, si può introdurre ed incollare un pezzetto di tondino di pioppo del diametro di mm. 3 nel foro che verrà praticato in corrispondenza della lettera I (vedi particolare disegno). Da ultimo, a mezzo di una piccola lima, e di carta vetrata, si asporteranno le parti sporgenti di questo tondino e si potrà sgrossare e rifinire il muso della fusoliera e relativo supporto che verranno ad assumere la forma semicircolare visibile dal disegno.

L'asse dell'elica è formato di filo d'acciaio del diametro di mm. 1,5 e blocca l'elica col suo gancio anteriore; tra l'elica ed il supporto è interposto il cuscinetto semplice N. 15.

Per facilitare la carica della matassa elastica a mezzo del trapano caricatore, dato che l'elica non può essere tolta dal supporto, è bene fissare alla matassa stessa un piccolo gancio metallico (N. 16) che può essere fissato al gancio caricatore durante la carica, e poi introdotto sull'asse dell'elica.

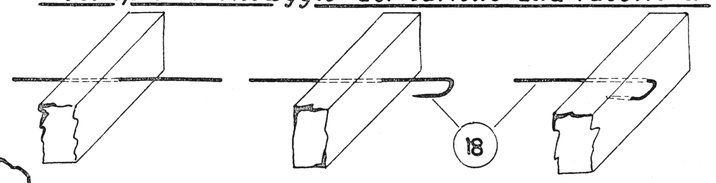
Per la preparazione e carica della matassa elastica, montaggio del modello e prove di volo, ci si deve attenere alle norme descritte sul « Vademecum dell'Aeromodellista ».

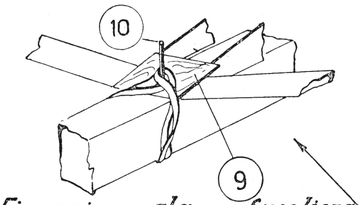
ELENCO DEI PEZZI COMPONENTI IL MODELLO SECONDO LE NUMERAZIONI DEL DISEGNO

N.	DENOMINAZIONE	MATERIALE	MISURE mm.
1	Centine alari	Tavolette pioppo	spessore 1
2	Longheroni	Tondino di pioppo	diametro 3
3	Bordo d'attacco	Tondino di pioppo	diametro 3
4	Bordo d'uscita	Listello triangolare	3 × 7
5	Alettoni	Lamiera alluminio	spessore 3/10
6	Diaframma attacco semiali	Compensato	spessore 1,5
7	Riempimento anteriore semiali	Sughero	— — —
8	Riempimento posteriore semiali	Sughero	— — —
9	Fazzoletto rinforzo unione semiali	Compensato	spessore 1
10	Ganci metallici fissaggio ala	Filo acciaio	diametro 1
11	Regolo fusoliera	Listello tiglio	8 × 12
12	Supporto elica	Listello tiglio	8 × 12
13	Elica	Cirmolo	diametro 260
14	Asse per elica	Filo acciaio	diametro 1,5
15	Cuscinetto	— — —	— — —
16	Gancio di fissaggio matassa-elica	Filo acciaio	diametro 1,5
17	Gancio porta elastici e pattino	Filo acciaio	diametro 1,5
18	Gambe di forza del carrello	Filo acciaio	diametro 1
19	Ruote	Pioppo	diametro 40
20	Contorno piani di coda orizzontali	Tondino di pioppo	diametro 3
21	Traliccio piani di coda orizzontali	Tondino di pioppo	diametro 3
22	Contorno piani coda verticali	Tondino di pioppo	diametro 3
23	Traliccio piani di coda verticali	Tondino di pioppo	diametro 3
24	Fazzoletto piano di coda orizzontale	Compensato	spessore 1
25-26-27	Fazzoletti piano di coda verticale	Compensato	spessore 1
28	Matassa	Elastico	1 × 3

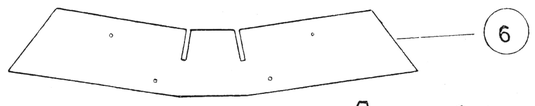
N.B. - Le dimensioni e le forme esatte dei vari elementi devono essere ricavate dalle viste non prospettiche del disegno, dato che i particolari prospettici sono semplicemente dimostrativi.

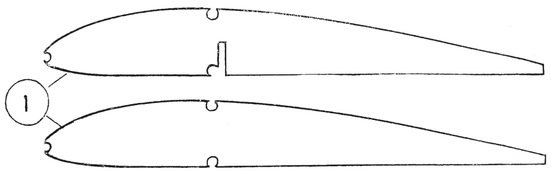
Esempio di fissaggio del carrello alla fusoliera

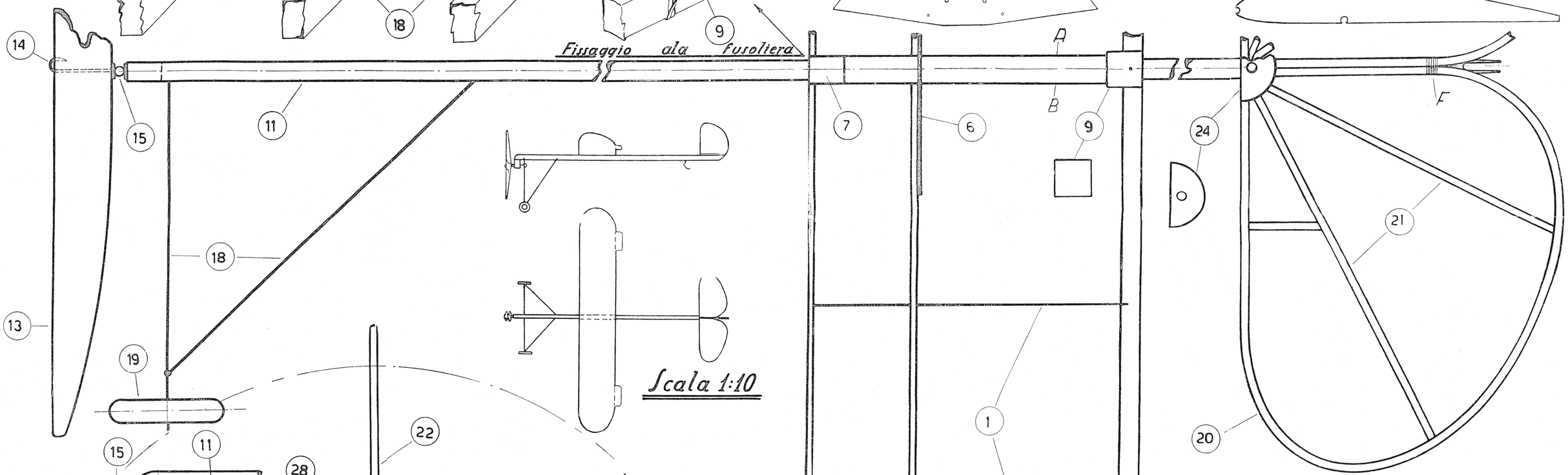




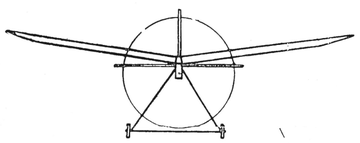
Fissaggio ala fusoliera

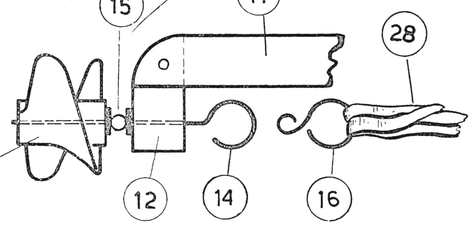


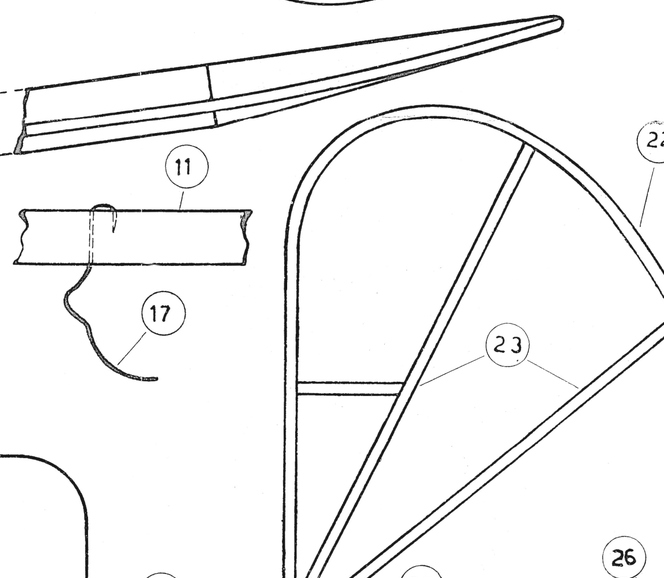




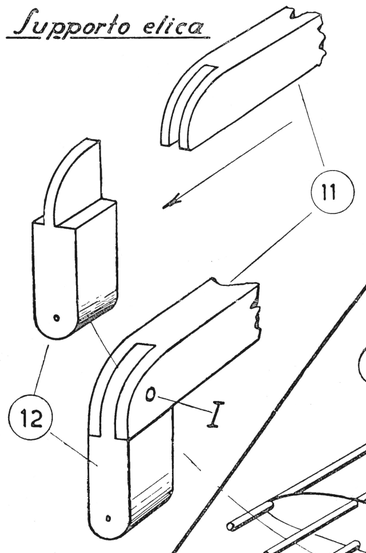
Scala 1:10

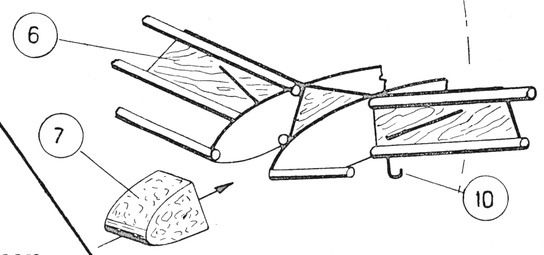




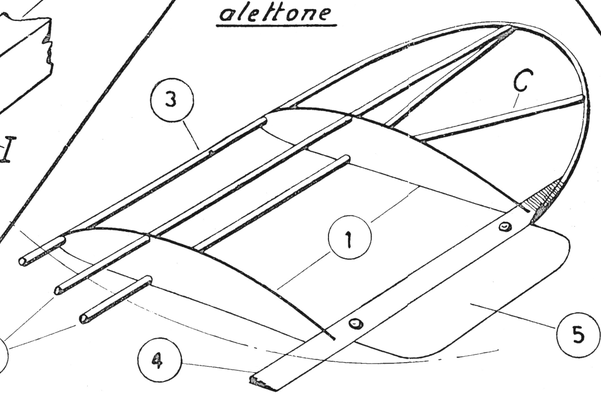


Supporto elica

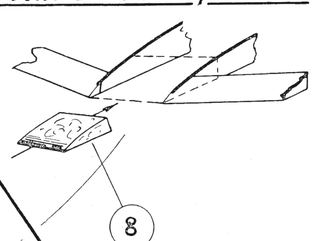




Estremità alare con alettone



Unione semiali e riempimenti



Pizzigoni G.	Pesenti	mod. M. 12	SCALA 1:1
MARZO 1938 xvi		MOVO	MILANO Borgospesso 18
tav. 0			

riproduzione vietata