GASTONE MARTINI • PAOLO NOBILI

IL COSTRUTTORE DI AEROMODELLI

EDIZIONI DE „L'AQUILONE"
R O M A

SOC. AN. TIPOGRAFICA LUZZATTI
VIA FABIO MASSIMO N. 53-55
ROMA 1936 ANNO XIV

GASTONE MARTINI e PAOLO NOBILI

IL COSTRUTTORE DI AEROMODELLI

PRIMA EDIZIONE

EDIZIONI DE «L'AQUILONE»
ROMA

P R E F A Z I O N E

L'aeromodellismo è l'attività che comprende lo studio, la costruzione e la messa in movimento di piccoli modelli d'aeroplano o simili ad un aeroplano nelle caratteristiche essenziali. Queste minuscole macchine, che si reggono in volo autonomo e che, quando si tratti di determinati tipi, decollano con i proprî mezzi, si chiamano comunemente e molto appropriatamente aeromodelli.

Pochi sono coloro che hanno un'idea esatta dell'aeromodellismo. Si crede comunemente che siffatta attività sia uno dei trastulli modernissimi dei fanciulli. Noi, invece, possiamo assicurarvi che nessuno, dei tanti ragazzi che conosciamo, fa dell'aeromodellismo per giuoco. La caratteristica del ragazzo costruttore di modelli volanti è, anzi, la tenacia e la serietà. Nessuno abbandona l'impresa dopo averla tentata; e guai a dire a un costruttore di modellini d'aeroplano, che, costruendo le sue macchine e lanciandole nell'aria, egli si trastulla! Egli vi risponderebbe con profonda convinzione che lavora con serie cognizioni tecniche, precisamente come i costruttori dei veri apparecchi a motore e veleggiatori. Tale mentalità si è venuta formando e rapidamente diffondendo fra i nostri ragazzi che dedicano intelligenza e abilità alle costruzioni aeronautiche.

L'ignoranza dei grandi e dei piccoli, in questo campo, e, sia pure, l'errore di valutazione (che è peggio), hanno ostacolato e non poco

il progresso dell'aeromodellismo. Certa deplorevole consuetudine di non prendere mai sul serio ciò che fa un fanciullo ha impedito il diffondersi di questa attività che può fare di un ragazzo, magari sperduto nella più lontana e meno progredita plaga d'Italia, un appassionato dell'aviazione e un esperto di aerotecnica.

La costruzione di piccoli modelli sperimentali precede sempre la macchina di proporzioni normali. E noi sappiamo che i grandi sognatori, o, meglio, i geniali precursori del volo umano, come il tedesco Giovanni Müller e il nostro grande Leonardo da Vinci, costruirono minuscoli apparecchi volanti.

La leggenda e la storia ci narrano di molti tentativi antichi fatti allo scopo di dare all'uomo il dominio dei cieli. Prima, tuttavia, che gli inventori, o presunti tali, si accingessero alla costruzione dei loro apparecchi in grandezza naturale, solevano sperimentarli in modelli (così Besnier nel 1678, Degen nel 1806, Henson nel 1842, Pénaud nel 1872 e molti altri ancora).

L'ingegnere austriaco Wilhelm Kress, che fece le sue esperienze dopo Pénaud, scriveva nel 1880 che se un inventore non è capace di costruire il modello del suo apparecchio in modo tale che questo possa liberamente e stabilmente volare, costui non ha il diritto di pretendere che si incoraggi un suo tentativo. Allora non si conosceva la legge sulla relatività dei fluidi, nè, tanto meno, esistevano le gallerie del vento (tunnels aerodinamici) per le prove sui modelli degli apparecchi progettati.

E' anche interessante, a proposito di modellini di apparecchi sperimentali, sentire il parere del pioniere francese Voisin, il quale, pregato dallo scrittore Dollfus di dettare una prefazione per il volume "Petits modèles d'aeroplane", pubblicato nel 1912, disse: "Se io mi

reco ad assistere alle prove degli apparecchi sperimentali, sarò terribilmente nervoso, cosa che farà dire agli imbecilli che io ho il più detestabile dei caratteri. Il fatto è che avrò paura, una paura irragionevole di vedere improvvisamente l'aeroplano sbandare, precipitare e abbattersi al suolo. I nostri piloti sono un poco nostri figliuoli e le macchine volanti sono dei terribili giocattoli... Che la prova riesca, o no, in nove casi su dieci noi saremo nell'impossibilità di individuare le cause dell'insuccesso. Ma se noi saremo più accorti, faremo quello che avete fatto voi (aeromodellisti): costruiremo, cioè, dei modelli e le prove saranno la nostra gioia. Noi ne costruiremo un grande numero e li lanceremo dalle più inverosimili posizioni. Faremo magari succedere, a bella posta, le più impressionanti catastrofi, ridendo, e riusciremo presto, senza pericolo e senza danni materiali, a conoscere i difetti delle nostre macchine e, forse, a conoscere meglio perchè e come esse volino".

L'aeromodellismo è nato, dunque, da una necessità di esperienze pratiche del massimo interesse. Si sono da prima costruite delle minuscole macchine volanti (come si poteva chiamarle modelli di aeroplani, se gli aeroplani non avevano ancora volato, e perciò non avevano ancora un nome?), e quindi si sono costruiti i modelli di macchine volanti per fare — come consigliava appunto Voisin — delle esperienze, in sèguito alle quali perfezionare i velivoli costruiti.

Il primo uomo che si levò in volo su aeroplano fu un tedesco, Otto Lilienthal, che il 10 agosto 1896 soccombette alle ferite precipitando con la sua macchina. Chanute, i fratelli Wright e il capitano Ferber furono seguaci di Lilienthal. Si può dire che i primi voli di Lilienthal siano stati il punto di partenza dell'aviazione odierna. Wilbur Wright volò per la prima volta (il 17 dicembre 1903) su un primitivo biplano, dapprima disteso, poi seduto sull'orlo anteriore dell'ala inferiore.

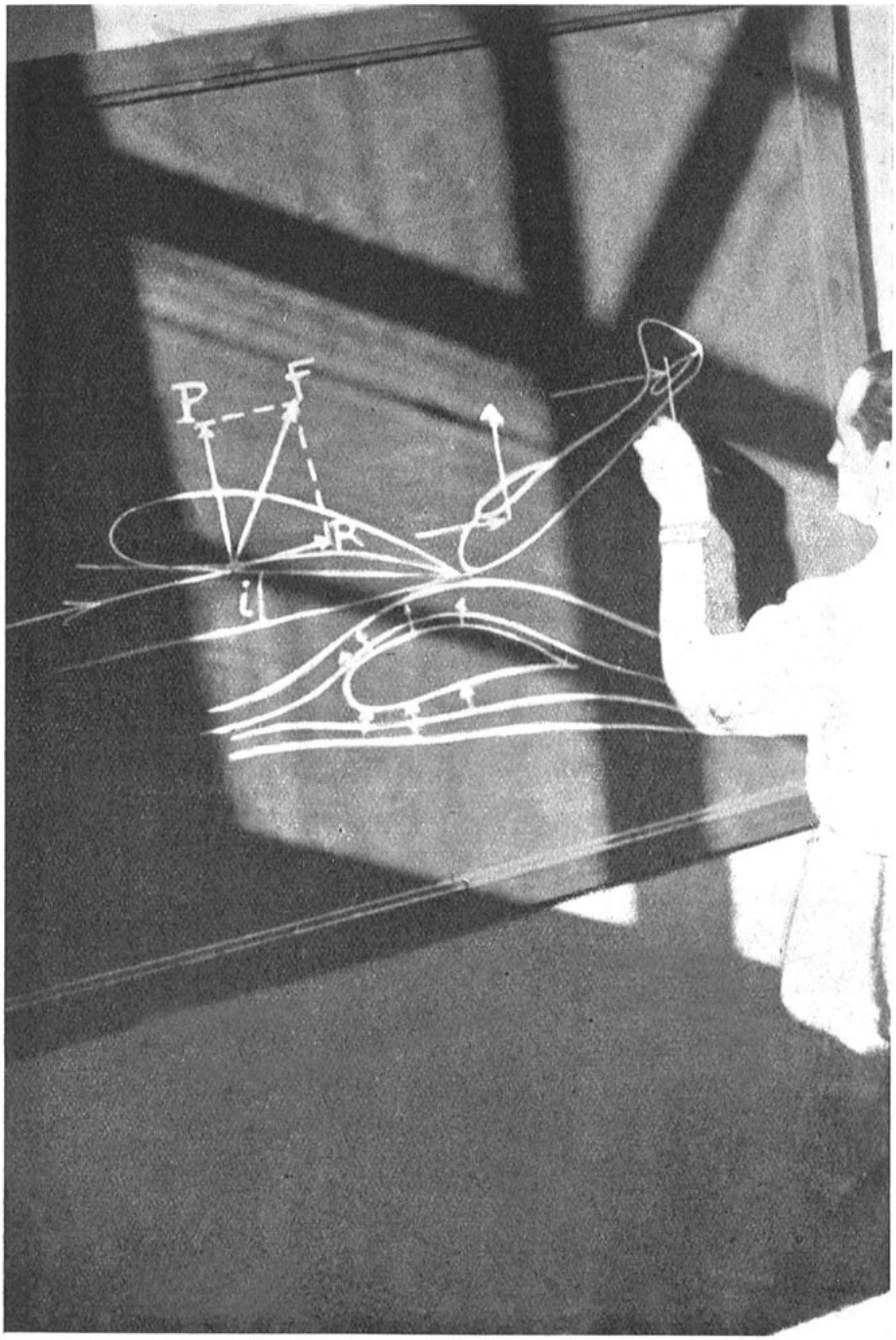
Da quando l'uomo ha incominciato a trarre profitto da tutto ciò che in natura si muove, striscia, o vola, egli ha considerato con occhio invidioso gli animali che egli non poteva imitare nei loro movimenti. Oltre agli uccelli, notiamo tra i rettili volanti il rhacophrus, *in India e nelle isole della Sonda, che ha dieci centimetri di lunghezza e 80 centimetri quadrati di membrane portanti; il pesce volante, che pratica il volo librato* (dactylopterus volitans) *ed è comune nella Dalmazia; e il singolare* exocoetus *(Museo di storia naturale di Vienna), che misura 29 centimetri di lunghezza, e ha ali di 20 centimetri di estensione.*

La natura ci presenta le più svariate forme di volo, adattate volta per volta alle condizioni di esistenza dei singoli animali. Il volo ad ali vibranti, che si trova, oltrechè negli insetti, anche negli uccelli, è un esempio tipico che dimostra come il volo si adatta alle condizioni di vita dei singoli esseri. Il colibrì può mantenersi immobile nell'aria, col becco immerso nel calice di un fiore, di cui si nutre, a guisa di una farfalla. Altri animali volano invece ad ali battenti, e remiganti, battendo verso il basso e all'indietro le ali, cosicchè, spostando man mano il loro punto d'appoggio su masse d'aria sempre nuove, ottengono il progressivo avanzamento.

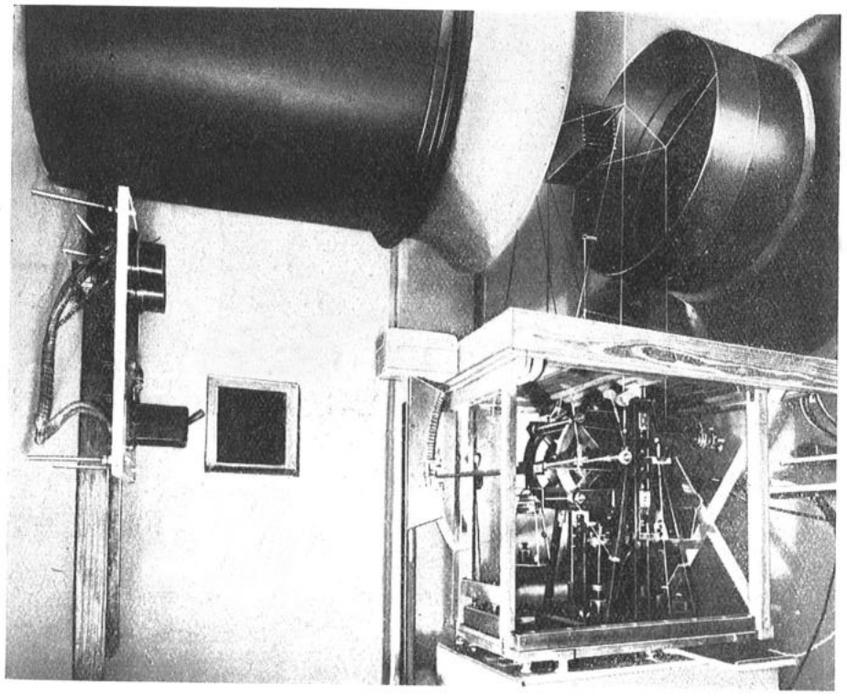
L'uomo ha studiato particolarmente il volo librato dell'albatro, il quale è stato preso a modello. Ma anche il regno vegetale è stato attentamente studiato. Si pensi ai semi muniti di peli vibratili. Questi semi volano lungamente. Interessa sommamente il seme della zanonia, le cui eccellenti qualità aeronautiche sono state studiate da molti costruttori ai primordi dell'aviazione.

Quasi tutti i ragazzi hanno già un'idea rudimentale dell'aerodinamica. Chi non ha costruito un aquilone? Naturalmente, dalla costruzione dell'aquilone, il ragazzo di buona volontà e che abbia una sia pure piccola passione per l'aviazione, passa alla costruzione di un piccolo modello d'aeroplano. E' a questo punto dell'attività dei nostri giovani e giovanissimi amici che può essere utile il presente manuale. Noi insegneremo a costruire modelli volanti di tutti i tipi e daremo un'idea chiara, semplice ed esatta delle leggi che regolano il volo dei velivoli.

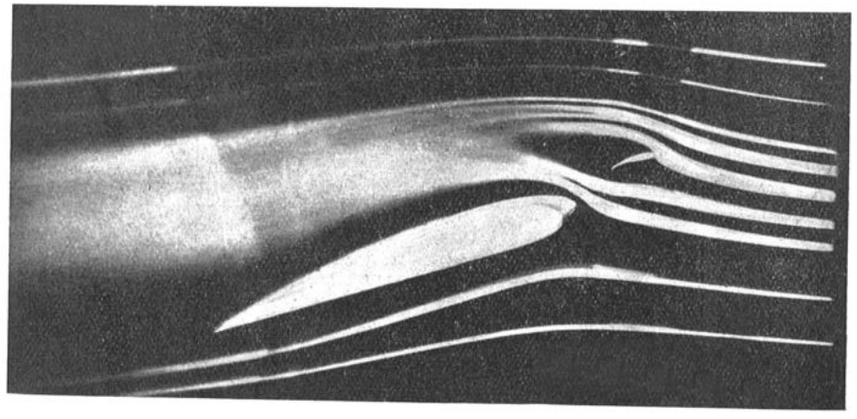
Notevole sarà il giovamento che i giovani potranno trarre da un aeromodellismo serio, scientifico. Siamo certi che un giovane proveniente dall'aeromodellismo potrà giungere al pilotaggio degli apparecchi a motore con un prezioso bagaglio di cognizioni tecniche e di esperienze utilissime. Egli conoscerà, allora, come pochi, la macchina su cui l'uomo vola (materiale, congegni e leggi fisiche) e conoscerà meglio di qualunque altro pilota l'elemento nel quale il velivolo si sostiene e si muove.



UN PO' DI AERODINAMICA



Imboccature di una galleria aerodinamica. Si sta compiendo un esperimento su di un piccolo radiatore per l'olio. I fili che collegano il radiatore alla bilancia (racchiusa nella vetrina) servono a trasmettere a questa il valore della resistenza opposta dal radiatore alla corrente d'aria.



La fotografia di una sezione alare con aletta anteriore esperimentata al tunnel aerodinamico con correnti d'aria miste a fumo. Il fumo è stato mescolato all'aria per avere la rappresentazione dell'andamento dei filetti fluidi.

UN PO' DI AERODINAMICA

L'aeromodellista è un costruttore di aeroplani, anche se si tratta di velivoli minuscoli e con motori, i quali, quasi sempre, consistono in matasse di fili di gomma, in pochi pistoni mossi da aria compressa o, eccezionalmente, in un motorino a scoppio. L'aeromodellista, perciò, oltre ad avere capacità normali di operaio che sappia costruire con precisione, deve conoscere le leggi tecniche a cui bisogna scrupolosamente attenersi per la costruzione di macchine atte al volo. Tali leggi non mutano, sia che si debba costruire un aeromodello, sia che si voglia costruire un aeroplano vero. Se c'è una differenza fra aeroplano vero e aeromodello, essa è soltanto nel fatto che il primo viene pilotato da un uomo che vi sta sopra e si fa trasportare, mentre il secondo viene lanciato da un ragazzo, o da un uomo, che rimane a terra, poi che l'aeromodello vola automaticamente.

L'aeromodellista, dunque, deve saper progettare e, in un secondo tempo, costruire il suo apparecchio. Chi seguirà le nostre lezioni, imparerà in breve tempo a progettare e a costruire.

Nelle nostre lezioni noi parleremo soltanto del tipo di aeroplano monoplano, poi che gli altri tipi (biplano, triplano, ecc., i quali richiedono un lavoro più complesso per la costruzione) sono basati sullo stesso principio.

Lo scopo che deve prefiggersi il costruttore di modelli volanti è uno solo: che il suo apparecchio voli automaticamente con i proprii mezzi. Chi lavora con lo scopo di fare un apparecchio che non voli, chi, insomma, si preoccupasse soltanto di costruire un'imitazione qual-

siasi d'un apparecchio già esistente e che questo modello non volasse, farebbe un lavoro sia pure dilettevole, ma inutile. Si metta dunque subito in mente il costruttore che per ottenere un aeromodello che voli egli deve attenersi scrupolosamente alle regole di aerodinamica e ai sistemi di costruzione che noi ampiamente illustreremo.

* * *

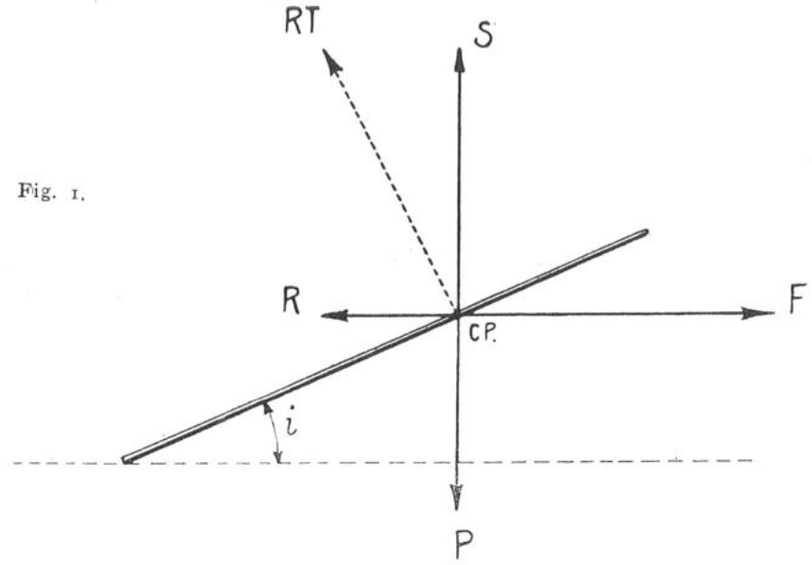
L'aria, come i liquidi, offre una resistenza ai corpi che in essa si muovono. Tal resistenza, apparentemente di poca entità, assume un valore notevole quando i corpi in moto acquistano una certa velocità. Ora, se usiamo speciali accorgimenti, un corpo che si muove nell'aria subirà, oltre alla resistenza all'avanzamento, una spinta verso l'alto. L'aerodinamica insegna a diminuire tale resistenza, nociva, e a sfruttare questa spinta: *forza sostentatrice*. Se noi avanzassimo sostenendo con le mani una tavola piana con la superfice di questa rivolta perpendicolarmente rispetto alla direzione d'avanzamento, sentiremmo che l'aria offre una resistenza che diverrebbe maggiore se si aumentasse la velocità d'avanzamento. Se, invece, la stessa tavola fosse tenuta con la superfice obliqua rispetto alla direzione d'avanzamento e con il bordo anteriore rivolto in alto, si sentirebbe che l'aria offre una resistenza minore, e ciò per effetto dell'inclinazione, la quale produce una diminuzione di superfice rispetto alla proiezione sul piano d'avanzamento. Ma si sentirebbe pure che sulla tavola agisce un'altra forza, il cui effetto sarebbe quello di far sollevare la tavola inclinata.

Chi di voi non ha costruito un cervo volante? Esso, appunto, si solleva nell'aria in virtù di questa forza prodotta dalla resistenza dell'aria su un piano inclinato avanzante, con la sola differenza che, contrariamente alla tavola, il cervo volante è immobile nell'aria dotata di movimento.

Se consideriamo il caso (fig. 1) della tavola inclinata in movimento nell'aria nella direzione della forza F, l'angolo *i*, che il piano forma

con la direzione del movimento, si chiama *incidenza*. Potremo constatare che sulla tavola agiscono contemporaneamente quattro forze partenti da un punto CP di reazione, punto che si chiama *centro di pressione*. F rappresenta la forza di trazione, P la forza prodotta dal peso proprio, R la forza di resistenza all'avanzamento, S la forza di sostentamento. Eguale disposizione di forze possiamo considerare di

Fig. 1.



avere sull'ala di un aeroplano in volo. Perciò, sia per la superfice piana della tavola, sia per il cervo volante, e sia per l'aeroplano, quando la forza S diventa maggiore di quella P avviene il sollevamento. La forza F, *trazione* data dalla potenza del motore, agisce con una certa velocità e in contrasto con questa forza si forma la forza R, che rappresenta la resistenza all'avanzamento, la quale resistenza diverrà sempre più grande quanto più aumenterà la velocità, o l'angolo di incidenza. La forza S, *sostentamento*, si forma in contrasto con la forza P quando agisce la forza F, ed anche questa aumenta con l'aumentare della velocità di F, mentre, se aumenta l'incidenza del piano, essa diminuisce fino a diventare nulla ad una incidenza di 90° rispetto alla linea del movimento, cioè quando la tavola sia disposta verticalmente.

La forza RT è la risultante totale che, scomposta, dà le componenti S e R. Quindi, a parità di risultante, la forza S sarà tanto più grande quanto più piccola sarà la forza R.

Per ridurre la forza R al minimo, nelle costruzioni aeronautiche si è ricorso allo studio delle forme che offrono la minima resistenza all'avanzamento, o, come si dice comunemente, *di buona penetrazione*. Se si osserva un aeroplano moderno, si vedrà fino a qual punto il costruttore si è preoccupato di dare ad ogni singola parte del suo apparecchio forma di buona penetrazione: ali, fusoliera, carrello, ecc., tutte parti che, ad un esame superficiale, dànno l'impressione di forme mostruose e che hanno, invece, la sagoma più adatta per offrire la minima resistenza alla traslazione nell'aria. Tali forme sono il frutto di speciali studi che costituiscono una parte dell'aerodinamica e le conseguenze di speciali esperienze fatte allo scopo di ridurre la forza di resistenza R al valore minimo. Questa condizione permette di ottenere la massima velocità con una data potenza di motore; viceversa, per un determinato valore della velocità, che dipende anche dalla potenza del motore, si ottiene la massima forza sostentatrice S.

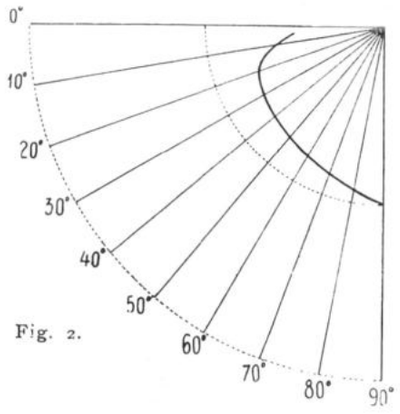


Fig. 2.

Dunque è chiaro che il costruttore deve, per prima cosa, sfruttare le migliori forme aerodinamiche per ottenere, con la potenza a sua disposizione, la forza sostentatrice più grande possibile in confronto alla forza di resistenza minima. Tutto ciò l'aeromodellista deve tenere in grande conto, perchè nelle sue costruzioni egli avrà sempre a sua disposizione potenze minime da sfruttare al massimo.

Abbiamo detto che sulla superficie piana in movimento vi è un *punto* chiamato *centro di pressione* a cui è applicata la forza della *risultante totale* e su cui si concentrano e reagiscono le altre forze. Questo *punto* è in posizione variabile a seconda dell'incidenza della superfice rispetto alla linea di trazione. E' stato provato che tale centro di pressione si sposta, col variare dell'incidenza, tra il primo quarto avanti e la metà della superfice. La stessa cosa, però, non avviene se la superfice è curva: in questo caso è stato riscontrato che il centro di pressione, situato nel mezzo della superfice per incidenza di 90°, si sposta in avanti a mano a mano che diminuisce l'incidenza fino verso il valore di 15° e poi, dai 15 gradi fino a zero gradi, ritorna bruscamente indietro.

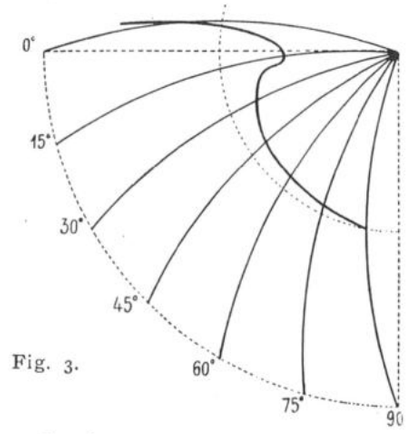


Fig. 3.

Le figure 2 e 3 sono i diagrammi della posizione del centro di pressione, secondo varie incidenze, rispettivamente per una superfice piana e per una superfice curva.

Nella figura 2 la superfice piana è rappresentata dai raggi del maggiore arco di cerchio tratteggiato; l'arco di cerchio minore, tratteggiato, di raggio metà, rappresenta il punto di mezzo della superfice. La corrente d'aria orizzontale, proveniente da destra, incontra la superfice con varie incidenze uguali all'angolo formato dalla retta orizzontale e dal raggio corrispondente alla posizione della superfice; se la superficie è disposta secondo il raggio inclinato di 10°, l'azione della corrente d'aria si concentra nel punto di intersezione del raggio a 10° con la curva continua del diagramma. Tale punto si trova circa al 30 % della lunghezza della superfice, a partire dal punto più avanzato, *bordo d'attacco,* rappresentato dal centro dei cerchi. Aumentando l'incidenza, la posizione del centro di pressione si allontana dal bordo d'attacco, fino al punto di mezzo della superfice, 50 % della lunghezza, per incidenza di 90°.

Nella fig. 3 la superfice curva è rappresentata dalle linee curve, ed analogamente alla superfice piana, la posizione del centro di pressione è data dall'intersezione di ognuna di tali curve con la curva del diagramma. In questo caso per incidenza si intende l'angolo formato dall'orizzontale con la retta che unisce i due estremi della curva rappresentatrice della superfice.

E' importante notare, confrontando i due diagrammi, che partendo da incidenza 0°, nel primo caso il centro di pressione, da una posizione avanzata, retrocede regolarmente fino al mezzo della superfice per l'incidenza di 90°; nel secondo caso, invece, da una posizione arretrata, oltre il mezzo della superfice, per l'incidenza di 0°, si sposta in avanti fino ad un massimo di avanzamento per l'incidenza di 15°, quindi retrocede fino al mezzo della superfice per l'incidenza di 90°.

Noteremo subito che la superfice piana è stabile, mentre la superfice curva è instabile. Infatti, se la superfice piana tende ad aumentare l'incidenza, il centro di pressione viene a trovarsi più indietro, quindi tende a sollevare la parte di superfice posteriore e si ristabilisce l'equilibrio. Per la superfice curva, invece, fra 0° e 15° d'incidenza, che sono i limiti normalmente usati, essendo il cammino del centro di pressione diretto in avanti, lo squilibrio viene accentuato.

Si è voluto accennare a questo fenomeno perchè la sua conoscenza sarà utile quando nella costruzione delle ali si dovrà fare la scelta del profilo, o della sezione alare, cose molto importanti delle quali parleremo più oltre.

Abbiamo fatto cenno alle superfici curve poichè di queste si farà grandissimo uso. Come vedremo, dal punto di vista della migliore utilizzazione delle superfici portanti, quelle curve si prestano molto di più al sostentamento. Esse, di fatti, dànno un buon rendimento aerodinamico.

In pratica si è trovato che una piastra a sezione spessa di un determinato profilo (fig. 4), pur presentando una resistenza all'avanzamento, è soggetta a una forza di sostentamento, anche a piccole incidenze. Ciò si deve al fenomeno della ripartizione dei filetti d'aria intorno alla superfice, filetti che si trasformano in due correnti (fig. 4), di cui una segue la parte superiore e l'altra la parte inferiore della piastra, per poi, contemporaneamente, ricongiungersi al di fuori di questa. *Grosso modo*, si può dire che la corrente d'aria superiore, dovendo percorrere un tratto maggiore, dovrà essere dotata di velocità più grande. Perciò, la differenza di velocità che si crea, provoca una depressione nella parte superiore, depressione dovuta all'aumento di velocità della corrente d'aria, e nella parte inferiore una pressione dovuta alla minore velocità della corrente d'aria. L'effetto combinato di depressione e pressione, provoca il sollevamento della piastra anche ad un'incidenza di zero gradi.

Fig. 4.

L'aeroplano è la macchina con la quale l'uomo ha risolto il problema della navigazione aerea. Tutti gli altri mezzi studiati allo scopo di sostenersi dinamicamente nell'aria (ad eccezione del dirigibile, che è a sostentazione statica) non hanno avuto fino ad oggi applicazioni pratiche. Nell'aeroplano la sostentazione si ottiene per via dinamica, cioè per effetto del movimento relativo rispetto all'aria di superfici convenientemente sagomate e inclinate rispetto al senso del loro movimento.

Il movimento è quindi condizione essenziale per il volo dell'aeroplano. Con il moto si genera, però, come si è visto precedentemente, una resistenza all'avanzamento, che è vinta dal sistema moto-propulsore, costituito da uno o più motori con una o più eliche. Tale sistema moto-propulsore assicura il movimento, dal quale si genera la reazione

dell'aria sulle superfici: la componente verticale di tale reazione, o *portanza,* come già si è visto, permette il sostentamento ed il volo orizzontale.

Venendo a mancare l'azione del gruppo moto-propulsore, riducendo cioè il regime del motore, o fermandolo completamente, non è più possibile far compiere all'aeroplano il volo orizzontale: la traiettoria

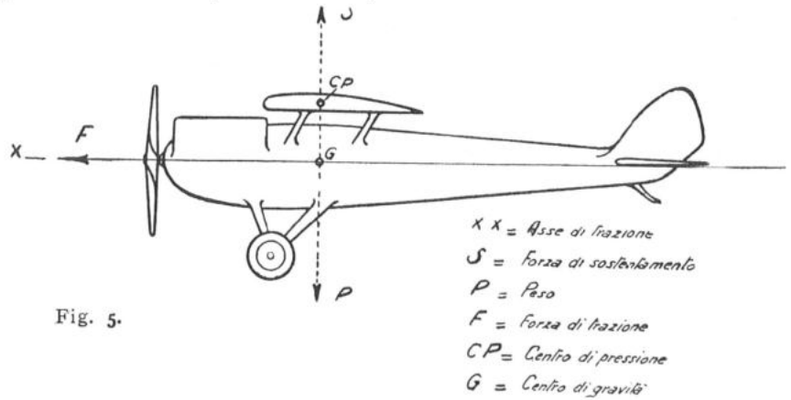


Fig. 5.

percorsa si inclina perciò verso il basso, con un piccolo angolo (volo librato), e quindi la forza motrice viene ad essere costituita dal peso stesso dell'aeroplano, che si muove come se fosse appoggiato su un piano inclinato. Lo stesso fatto si verifica nel volo degli apparecchi senza motore (volo a vela).

Nell'aeroplano si devono distinguere le seguenti parti principali: le *ali,* o velature, che dànno la forza sostentatrice; la *fusoliera;* i *timoni di profondità* o *di quota,* o piano di stabilità, e il *timone di direzione,* tutti insieme chiamati genericamente *impennaggi;* il *gruppo moto-propulsore,* formato dal *motore* e dall'*elica;* gli *organi di contatto con il suolo,* o *di atterraggio;* le sistemazioni diverse, che non interessano l'aeromodellista.

Le condizioni di volo sono identiche, sia per l'aeroplano che per l'aeromodello; ma in quest'ultimo, come sappiamo, il volo deve svolgersi automaticamente e perciò le condizioni di equilibrio devono essere tali da assicurare la stabilità dell'apparecchio e il ritorno alla posizione normale di volo qualora una causa esterna perturbatrice ne modificasse le condizioni. Un aeromodello si dice *centrato,* o stabile, quando le forze agenti in esso possono svilupparsi in modo da far mantenere automaticamente all'apparecchio in volo la sua posizione normale. Le forze che agiscono su un aeromodello sono tre, e cioè: *trazione, sostentamento* e *peso.*

La forza di trazione è data dall'elica e si esercita lungo l'asse di questa. La forza di sostentamento agisce su un punto dell'ala, detto *cen-*

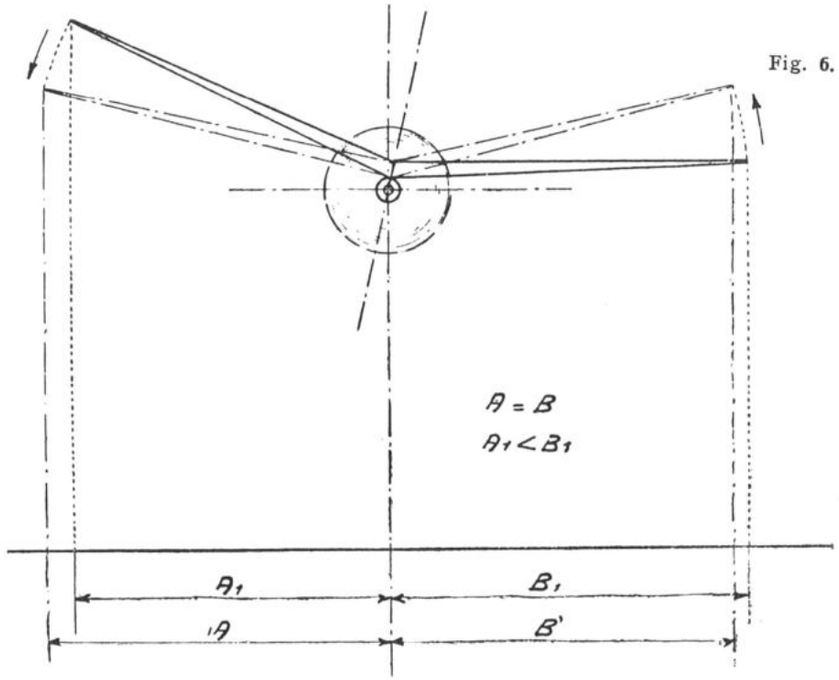


Fig. 6.

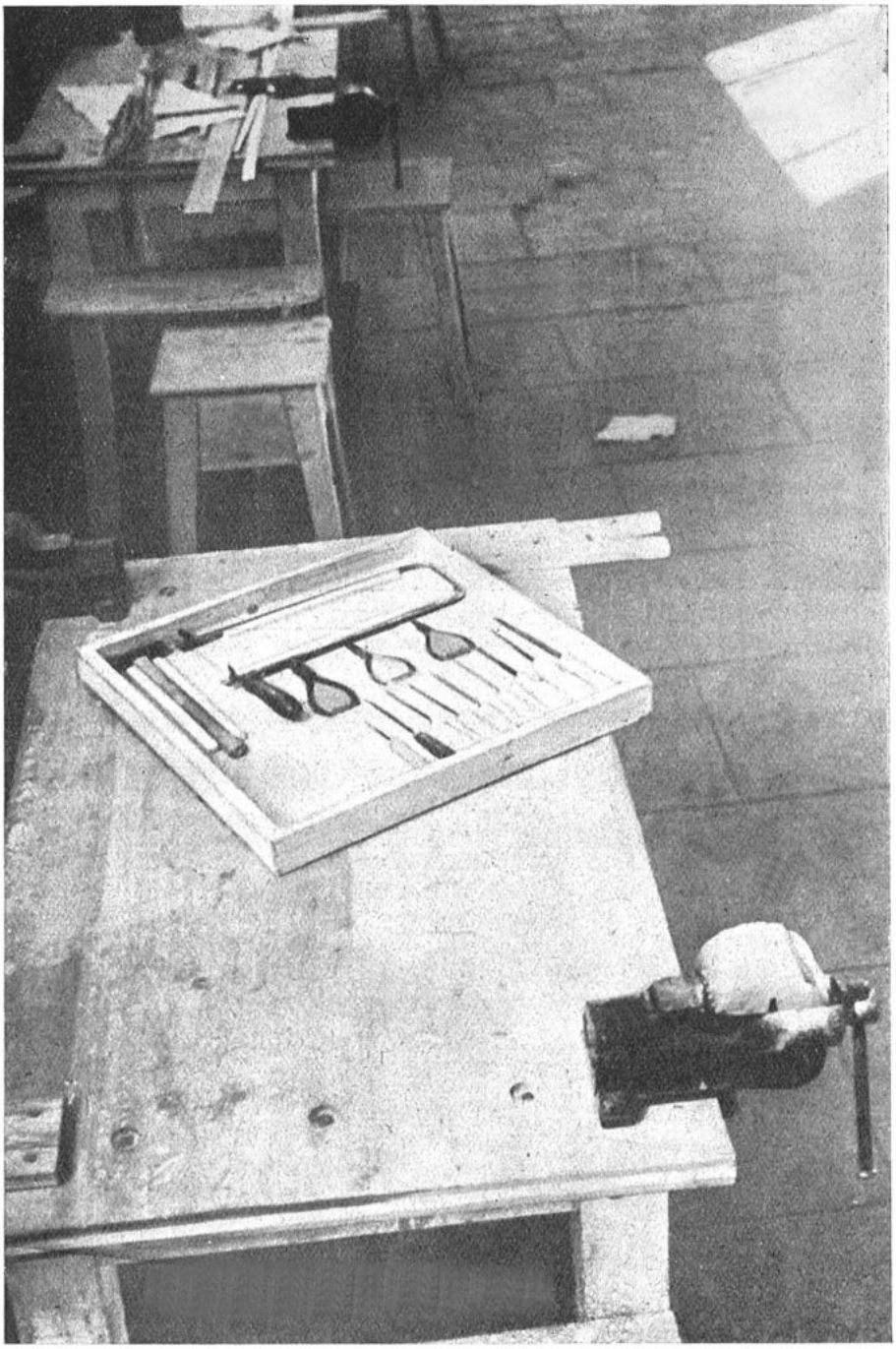
tro di pressione, che impareremo a determinare più avanti. Il peso agisce sul *centro di gravità.* I punti di applicazione si dovranno trovare tutti sul piano longitudinale e verticale di mezzeria dell'apparecchio. Teoricamente, perchè un aeromodello sia centrato e conservi in volo il proprio equilibrio longitudinale, l'asse di trazione dell'elica dovrebbe passare per il centro di gravità dell'apparecchio ed il centro di gra-

vità dovrebbe coincidere con il centro di pressione, o trovarsi al di sotto di esso sulla stessa verticale; e mai al di sopra. (Fig. 5).

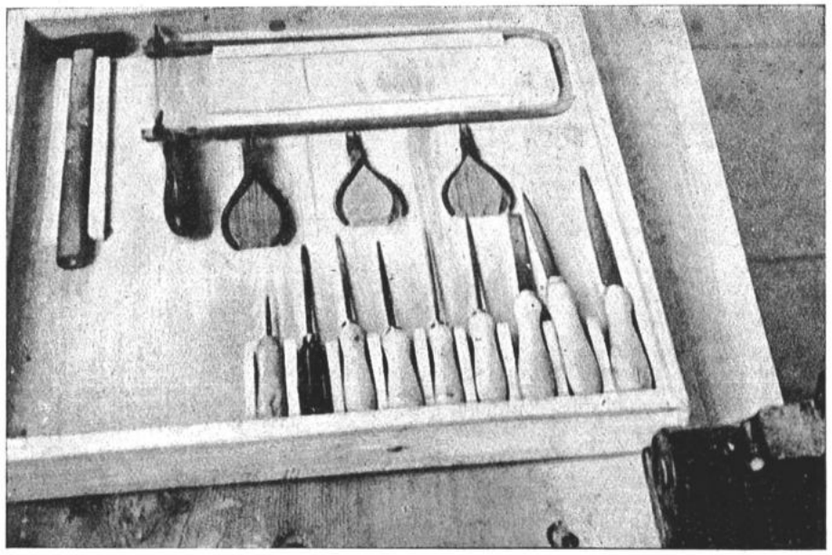
Per ottenere l'equilibrio laterale basta costruire l'ala con un certo angolo *diedro trasversale*. La funzione di tale forma è quella di riportare l'apparecchio in posizione normale se una causa esterna ne abbia turbato la stabilità trasversale.

Imaginiamo un'ala vista di fronte e che presenti un diedro alquanto accentuato (fig. 6). Colpita da una raffica laterale, l'ala subirà uno squilibrio. Se consideriamo la proiezione di quest'ala su un piano orizzontale, vediamo che la proiezione della semiala alzata è più piccola dell'altra: vale a dire che sulla semiala abbassata agisce una forza verticale superiore a quella che si sviluppa sulla semiala rialzata. Naturalmente, ciò provoca una reazione sulla semiala abbassata, che di conseguenza si risolleva fino alla posizione normale di volo.

Così pure la stabilità di direzione viene assicurata dalla disposizione *a freccia* delle due semiali, le quali, viste in pianta, debbono essere disposte a cuneo.



ATTREZZI E MATERIALI



Una cassetta completa contenente gli attrezzi indispensabili.

Materiali ed attrezzi lasciati in disordine dopo un febbrile lavoro.

ATTREZZI E MATERIALI

Il costruttore di aeromodelli deve avere a sua disposizione alcuni attrezzi necessari al lavoro. In un primo tempo egli può limitare gli acquisti di quelli strettamente indispensabili; più avanti, progredendo in abilità e volendo eseguire lavori complicati, penserà a completare la dotazione di arnesi del suo piccolo laboratorio.

Gli attrezzi necessari, anche ai principianti, sono i seguenti:

assicella per traforo (vedi fig. a pag. 26) con *strettoio* (vedi fig. a pag. 28), per il fissaggio al tavolo di lavoro;

archetto per traforo (vedi fig. a pag. 31), di lunghezza interna non inferiore a 30 centimetri, con scorta di lame (seghetti) dei numeri *00, 0* ed *1;*

trapano a elica per traforo (vedi fig. a pag. 27) o, meglio, un *trapano a mano* (vedi fig. a pag. 26), con morsetto autocentrante, per punte fino a 6 m/m. Il trapano a mano potrà servire anche per attorcigliare la matassa di elastico;

puntine per traforo, di diametro da 1 a 6 m/m.;

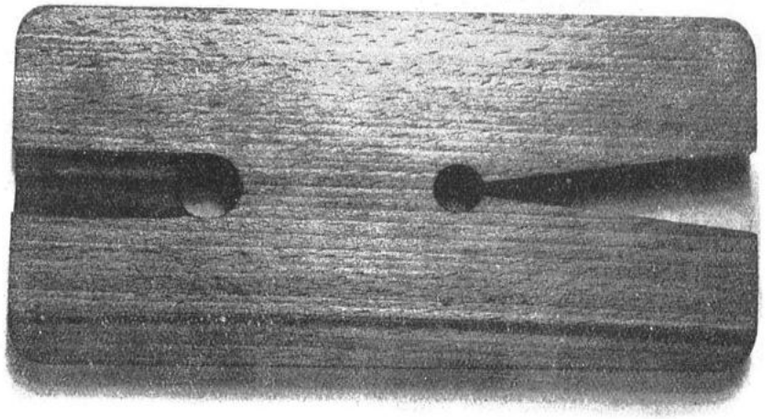
una piccola *morsa parallela da banco* (quelle che potete vedere nelle fotografie a pagg. 23 e 24 sono molto grandi; l'aeromodellista che lavora a casa propria potrà acquistare una morsa molto più piccola);

alcune piccole *lime* assortite, di taglio medio e fino;

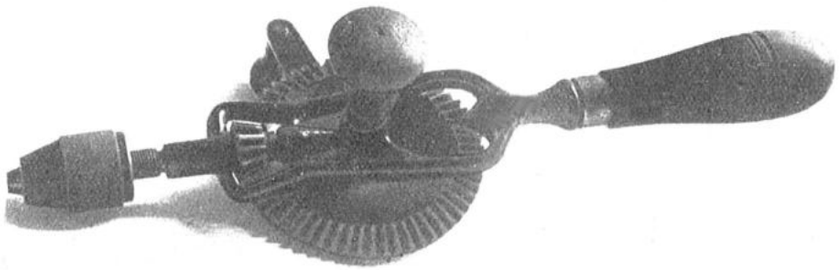
un paio di *tenaglioli* (pinze) piatti, ed un paio tondi;

un paio di *tronchesini;*

un *martello* medio ed uno piccolo;

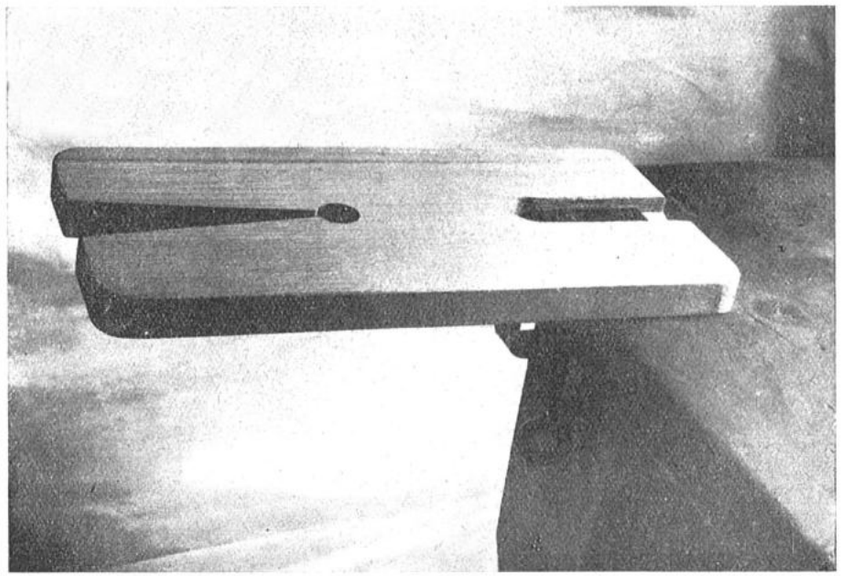


Assicella per traforo, di cui si parla a pagina 25.



Trapano a mano con morsetto autocentrante, di cui si parla a pagina 25.

Trapano ad elica con mandrino autocentrante.



L'assicella fissata con lo strettoio al tavolo da lavoro.

una *piastra di ferro,* di spessore almeno 10 m/m., piana, ad uso di incudine;

un paio di *forbici* robuste (consigliamo quelle di grandezza media che usano gli elettricisti);

una *lama per sega da metalli,* di taglio fino;

un *saldatoio* di rame, con stagno e acido;

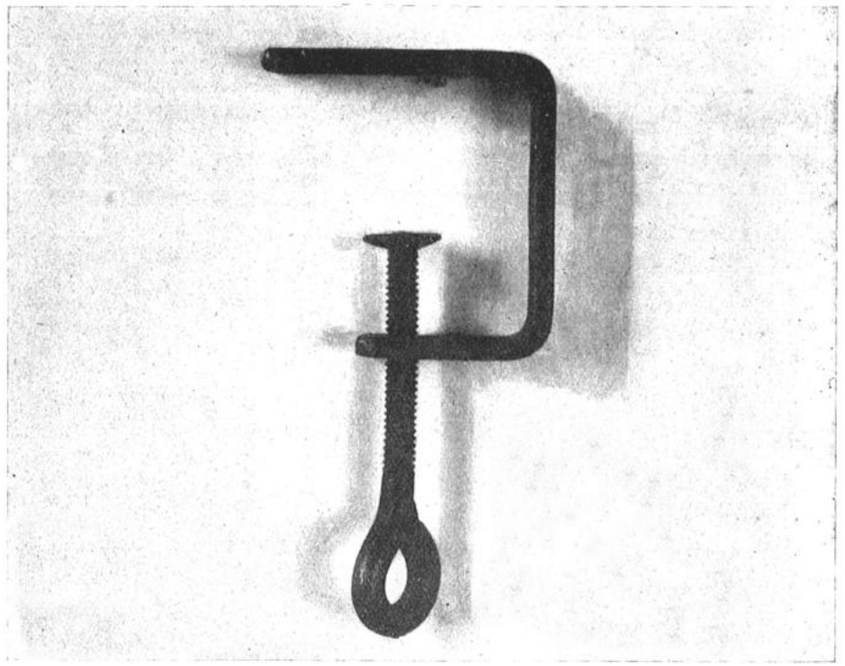
alcuni *vasetti,* con *pennelli,* per colla e vernici;

carta vetrata e *smerigliata,* di diversi numeri.

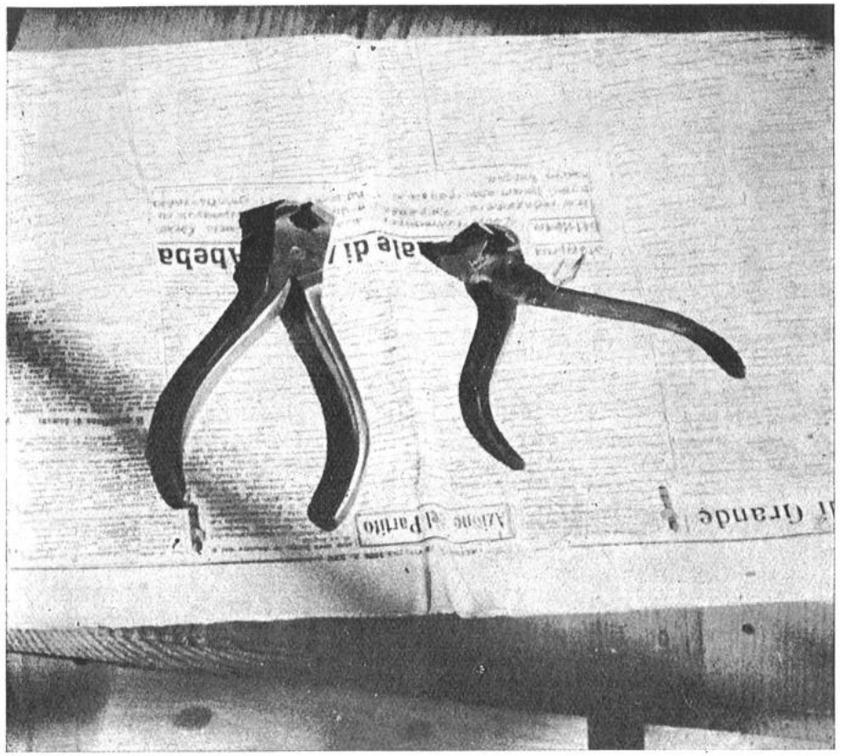
Oltre a questo sarà necessario l'occorrente per disegnare: carta, matita, un paio di squadre, riga, doppio decimetro, compasso, puntine, un metro, ecc.

Altri arnesi che possono divenire indispensabili più avanti sono:

un *bulino;*



Lo strettoio per fissare l'assicella al tavolo da lavoro.



Tronchesini a testa inclinata in uso presso la Scuola d'aeromodellismo di Roma.

una *punta da segno;*

una *sega da legno* con lama stretta e di taglio fino;

una *pialla;*

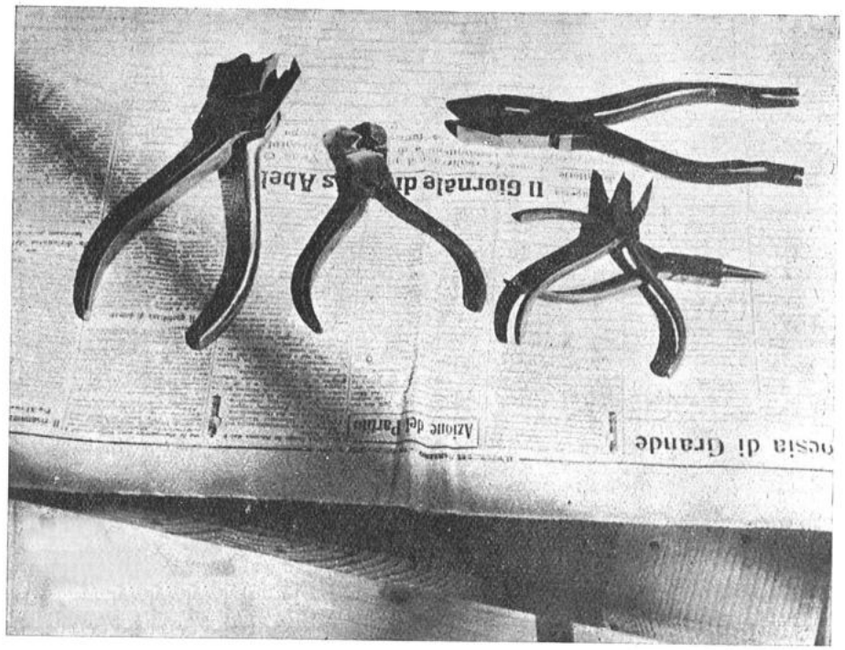
scalpelli da legno;

sgorbie di forme e misure diverse;

un paio di *trincetti;*

una *pietra,* o una *mola* per affilare gli attrezzi da taglio; oltre gli attrezzi per lavori speciali di falegnameria.

Molti di questi attrezzi, specialmente di quelli del primo elenco, si trovano in quasi tutte le case; gli altri si possono acquistare di mano in mano che se ne presenti la necessità: così non si dovrà sborsare, in



Due tronchesi a testa inclinata e tre comuni pinze.

una sola volta, una grossa somma di danaro. In ogni modo, anzichè comprare molti attrezzi a poco prezzo, è meglio limitarsi nella quantità, cercando la qualità migliore, anche se il prezzo sarà un po' elevato. Si consideri, ad ogni modo, che la dotazione di attrezzi buoni sarà utile anche per tanti altri lavori domestici.

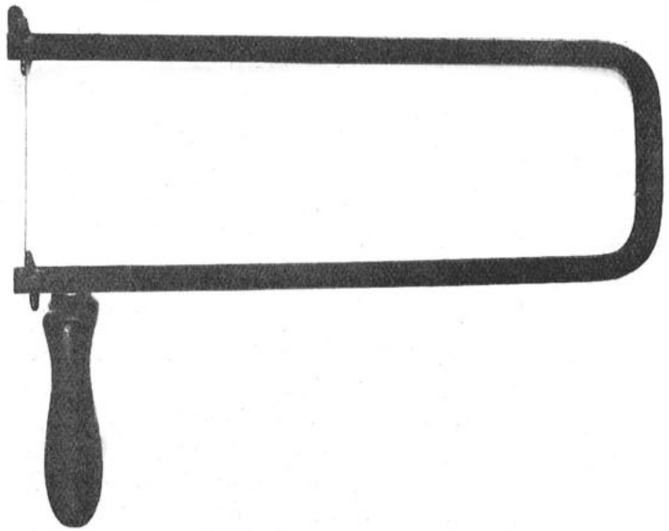
Gli arnesi vanno tenuti con cura. Pulendoli e spalmandoli con un leggerissimo strato di olio, o di grasso, ogni volta che sono stati usati, si eviterà la formazione della ruggine. Gli attrezzi devono essere tenuti sempre in ordine, in modo da averli sottomano al momento dell'uso. E' opportuno, a questo scopo, tenerli attaccati, con ganci, a una tavola da appendere di fronte al tavolo da lavoro, ed in maniera che ogni arnese abbia il suo posto fisso, nel quale deve essere rimesso dopo l'uso.

M A T E R I A L I

Nelle costruzioni aeronautiche si usano i materiali che alla robustezza uniscano la leggerezza, ma non è detto che non si adoperino anche materiali pesanti, come, per esempio, l'acciaio. Ma in queste costruzioni le strutture sono fatte in modo che, sfruttando le qualità di resistenza, nel complesso risultano leggere. I materiali in uso sono molti. Diamo un elenco di quelli più adatti alla costruzione di modelli volanti indicando, brevemente, le caratteristiche principali di ognuno.

L E G N A M I

Abete americano o spruce (peso specifico Kg. 0,500 per dm^3). — Legno compatto, quasi privo di nodi, assai resistente alla flessione, elastico e docile da lavorare.



Archetto per traforo con relativa lama (seghetto) del numero 00.

Negli aeromodelli è poco usato, perchè non si trova facilmente in commercio; mentre è molto usato nei cantieri aeronautici, che ne fanno provvista nei luoghi di produzione.

Cirmolo (peso specifico Kg. 0,430 per dm^3). — E' una varietà di abete, con fibre compatte. Essendo docile da lavorare, resistente ed elastico, viene usato largamente nella costruzione di eliche, ruote e parti speciali sagomate ed intagliate.

Acero (peso specifico Kg. 0,600 per dm^3). — E' molto compatto e resistente, ma non è elastico; tuttavia si presta bene alla lavorazione. Nella costruzione degli aeromodelli è impiegato per fare regoli per i longaroni, e, sotto forma di impiallacciatura, per la costruzione dei tubi.

Bosso (peso specifico Kg. 1 per dm^3). — E' un legno molto duro, compatto e resistente. Difficilmente, in Italia, si trova in tronchi la cui lunghezza superi il metro. Viene usato esclusivamente nella costruzione di listelli, di tappi e parti speciali tornite.

Oppio (peso specifico Kg. 0,750 per dm^3). — Legno duro di qualità simili a quelle del bosso, ma molto più leggero e meno fragile. Serve per ricavare listelli e pezzi torniti, come: ruote, tappi e calotte, che possono venire ridotte anche a piccolo spessore.

Pioppo (peso specifico Kg. 0,420 per dm^3). — Legno molto fibroso e resistente. E' usato per costruire eliche e listelli per bordi d'uscita. Sotto forma di impiallacciatura serve anche per costruire tubi che riescono assai leggeri, ma che, però, se non rafforzati, non offrono alcuna garanzia di robustezza. In commercio si trova anche il compensato di pioppo, che è molto leggero e serve alla costruzione dei diaframmi delle fusoliere, o di altre parti non soggette a grandi sforzi. Può anche servire alla costruzione di cèntine, le quali, poichè trattasi di materiale meno resistente, dovranno essere di spessore maggiore di quelle costruite con compensato comune.

Tiglio (peso specifico Kg. 0,450 per Km^3). — E' un legno assai compatto e docile da lavorare. Può servire nella costruzione di ruote, parti tornite, o listelli.

Noce (peso specifico Kg. 0,600 per dm^3). — Si usa quello americano, evaporato, che ha, pressapoco, le qualità del *cirmolo,* ma è più fragile. Serve sopra tutto per ricavarne eliche e ruote.

Betulla (peso specifico Kg. 0,550 per dm^3). — Viene adoperato largamente sotto forma di compensato. Per la sua resistenza si usa nelle costruzioni di cèntine, longheroni e tubi, ottenendo, così, strutture molto leggere.

Balsa (peso specifico Kg. 0,180 per dm^3). — E' il legno più leggero che si conosca, e può essere utile per la costruzione di parti di grande volume, ma da sottoporre a piccoli sforzi, poichè è poco resistente. Assomiglia più al sughero che al legno, e si lavora col temperino. E' quasi senza nodi. E' un legno che ci viene dal Brasile e di cui gli aeromodellisti italiani fanno poco uso per varie ragioni, non ultima quella delle enormi spese di trasporto.

Sughero (peso specifico Kg. 0,250 per dm^3). — Si tratta di una corteccia molto spessa che non ha nessuna proprietà per essere usata largamente. Serve soltanto per confezionare piccole parti leggère, come cunei, od appoggi elastici per piani portanti e coda. Il sughero si adopera per fare ruote, le quali, però, risultano assai fragili.

Bambù o canna giapponese. — E' il più resistente dei migliori legni; ma la sua lavorazione è oltremodo difficile per via dei nodi. Spaccando questa canna per il lungo, si ottengono delle liste, le quali, spianate e rese uniformi, possono essere usate per la costruzione di longheroni e di parti curve, come contorni ed estremità di ali. In corrispondenza dei nodi, però, rimangono dei punti deboli.

Canna d'India. — E' piena, con le fibre lunghe ed è poco elastica. Se ne adopera il midollo per la costruzione di parti che debbono risultare leggère e non rigide, come, ad esempio, bordi marginali.

Canna palustre. — E' la canna nostrale comune. Ha pregi e difetti simili a quelli del bambù, pur essendo meno resistente.

M E T A L L I

Ferro (peso specifico Kg. 7,8 per dm^3). — Il ferro più puro è quello elettrolitico. Il comune ferro dolce, od omogeneo, è, in realtà, una lega, e perciò le sue qualità sono lievemente alterate. Tutto ciò a semplice titolo informativo, poi che il ferro non si usa, o quasi, nella costruzione degli aeromodelli. Se mai si adopera l'acciaio.

Acciaio (peso specifico Kg. 7,86 per dm^3). — E' ferro con un'aggiunta di carbonio e si ottiene anche dal minerale (acciaio minerale). L'aeromodellista lo usa in piccola misura, e cioè per costruire carrelli, ganci, alberi per eliche e piccoli chiodi. Si può lavorare l'acciaio *a caldo* e *a freddo*. Arroventandolo e lasciandolo poi raffreddare naturalmente, lo si rende malleabile e quindi più tenero; raffreddandolo, invece, in acqua, o con altro sistema rapido, si ottiene la cosidetta *tempera (si dice: temperare l'acciaio,* e lo si fa diventar più duro e più fragile. Non è un controsenso. L'acciaio temperato è durissimo, ma, percosso con un colpo secco, si spezza come il vetro). La saldatura di questo metallo si fa con l'ottone e con lo stagno. Preferibile l'ottone, perchè assai più resistente dello stagno. (Però la saldatura a ottone è alquanto difficile da ottenere coi mezzi modesti che sono di solito a disposizione di un aeromodellista).

Latta. — Si tratta di una sottile e talvolta sottilissima lamina di ferro ricoperta da un ancor più sottile strato di stagno. E' poco usata, anche perchè, perdendo facilmente lo strato di stagno, in breve tempo si arrugginisce. Di fatti, proprio a cagione della ruggine, non si usa per la costruzione di serbatoi per apparecchi ad aria compressa, anche se la latta è più resistente e meno pesante della lamiera di ottone.

Ottone (peso specifico Kg. 8,6 per dm^3). — L'ottone è una lega di rame, stagno e zinco. Essendo molto malleabile e perciò di facile lavorazione, è largamente usato nella costruzione degli aeromodelli, anche perchè ha il pregio di essere molto resistente. Con lamiera di ottone si costruiscono i dischetti dei cuscinetti a sfere, rondelle, serbatoi per aria compressa. Oltre che in lamiera è adoperato in filo, per contorni di ali e impennaggi. Può essere saldato, con grande facilità, a stagno. Per renderlo ancora più malleabile, e perciò più facile da lavorare, lo si arroventa e quindi lo si raffredda nell'acqua. Si usano molto le viti di ottone, specialmente di piccole dimensioni. Queste viti si trovano facilmente in commercio.

Stagno (peso specifico Kg. 7,2 per dm^3). — E' adoperato soltanto per saldature, che devono sempre essere fatte con la minore possibile quantità di metallo, dopo aver pulito alla perfezione le parti da unire.

Rame (peso specifico Kg. 9 per dm^3). — E' molto facile da lavorare, ma nella costruzione di aeromodelli è poco usato.

Alluminio (peso specifico Kg. 2,7 per dm^3). — Questo metallo, molto leggero e di buona resistenza, è largamente usato nella costruzione degli aeromodelli. E' molto facile da lavorare e lo si impiega preferibilmente sotto forma di lamina, o di filo. Si può saldare solo con saldatura autogena, od elettrica. Con l'alluminio ed altri metalli si fanno le leghe leggère: duralluminio, aeron, silumin, ecc., che hanno particolari proprietà, a seconda del metallo aggiunto all'alluminio. Le leghe leggère non si adoperano nella costruzione di aeromodelli, perchè costose e difficili a trovare in commercio. Inoltre, data la piccolezza degli elementi da costruire, non si otterrebbe un apprezzabile risparmio nel peso.

COLLE, CARTE, STOFFE, VERNICI E GOMMA

Nella costruzione dei modelli volanti si usano le seguenti qualità di colla: *colla animale, alla caseina* (detta anche *a freddo,* o *bianca),* e la *gomma vegetale* (comunemente chiamata *gomma arabica*).

Colla animale. — E' la comune colla forte da falegname, che si trova in commercio in forma di tavolette. Messa a bagno in acqua fredda per alcune ore, viene poi fatta bollire lentamente (meglio a bagno-maria), fino a che non sia completamente disciolta. Al pregio di essere molto resistente, unisce il difetto di sentire molto le variazioni atmosferiche. Volendo dividere due pezzi uniti con questa colla, si può usare lo spirito puro, che la diluisce. Per usarla, bisogna che sia molto liquida e caldissima. A causa della necessità di mantenerla sempre calda è di uso poco pratico.

Colla alla caseina. — E' un composto di derivati del latte con sostanze alcaline (ammoniaca, soda e calce). Ha il pregio, oltre a quello di essere fortissima, di essere quasi insensibile alle variazioni atmosferiche. La preparazione si esegue volta per volta, mescolando una parte di polvere con due di acqua (1 cucchiaino di colla in 2 di acqua), ottenendo una specie di pasta. Si lascia ferma finchè, dopo circa un quarto d'ora, divenuta liquida, è pronta per essere usata. I pezzi da incollare devono essere ben puliti, e tenuti pressati durante l'essiccamento, che avviene in circa 10 ore. Occorre preparare questa colla volta per volta, poichè non è più utilizzabile quando s'è disseccata.

Gomma vegetale. — Si scioglie in acqua tiepida, variandone la densità secondo il bisogno. Si conserva molto bene per lungo tempo. E' usata per la carta, o la stoffa di ricoprimento.

Per il rivestimento delle diverse strutture (ali, piani di coda, fusoliere) il materiale più usato è la carta. Vi parleremo, brevemente, dei tre tipi più in uso.

Carta seta, o carta giapponese. — Si trova in commercio in diversi colori. Pesa 20 grammi per metro quadrato e non è resistente. Essendo poco impermeabile, è necessario verniciarla. Si ottiene, in tal modo, anche una maggiore resistenza.

Carta velina comune. — Si tratta di un materiale che ha tutte le proprietà della carta-seta. Si trova facilmente in commercio e costa meno.

Carta trasparente o pergamina. — Per ottenere un buon rivestimento si può adoperare questa carta, che è molto più resistente delle due precedenti. Si trova ovunque, a colori e in pesi diversi, a seconda dello spessore. E' di per sè stessa impermeabile, ma è bene verniciarla per renderla più elastica, resistente e insensibile agli agenti atmosferici. La sua applicazione richiede molta cura, poi che nel tendersi può produrre svergolature.

Fra le stoffe, l'unica consigliabile è la *seta;* consigliabile, naturalmente, quando il modello costruito meriti una rifinitura accurata ed una robustezza notevole. Se l'aeromodello è di grandi dimensioni e bene realizzato, può essere utile la copertura di seta. Questo lavoro lo farà soltanto l'aeromodellista provetto, poichè la copertura in seta richiede perizia e accuratezza di lavoro.

Bisogna tener presente che il modello ricoperto di stoffa risulta più pesante, oltre che per il maggior peso del materiale, anche perchè è necessario fare uso, e in quantità maggiore che per le carte, di vernici speciali per la tensione e per la impermeabilizzazione.

Passando infine alle *vernici,* bisogna scartare quelle che impiegano troppo tempo ad essiccarsi, come la *lacca* e la *coppale;* tanto più che si tratta di vernici molto pesanti.

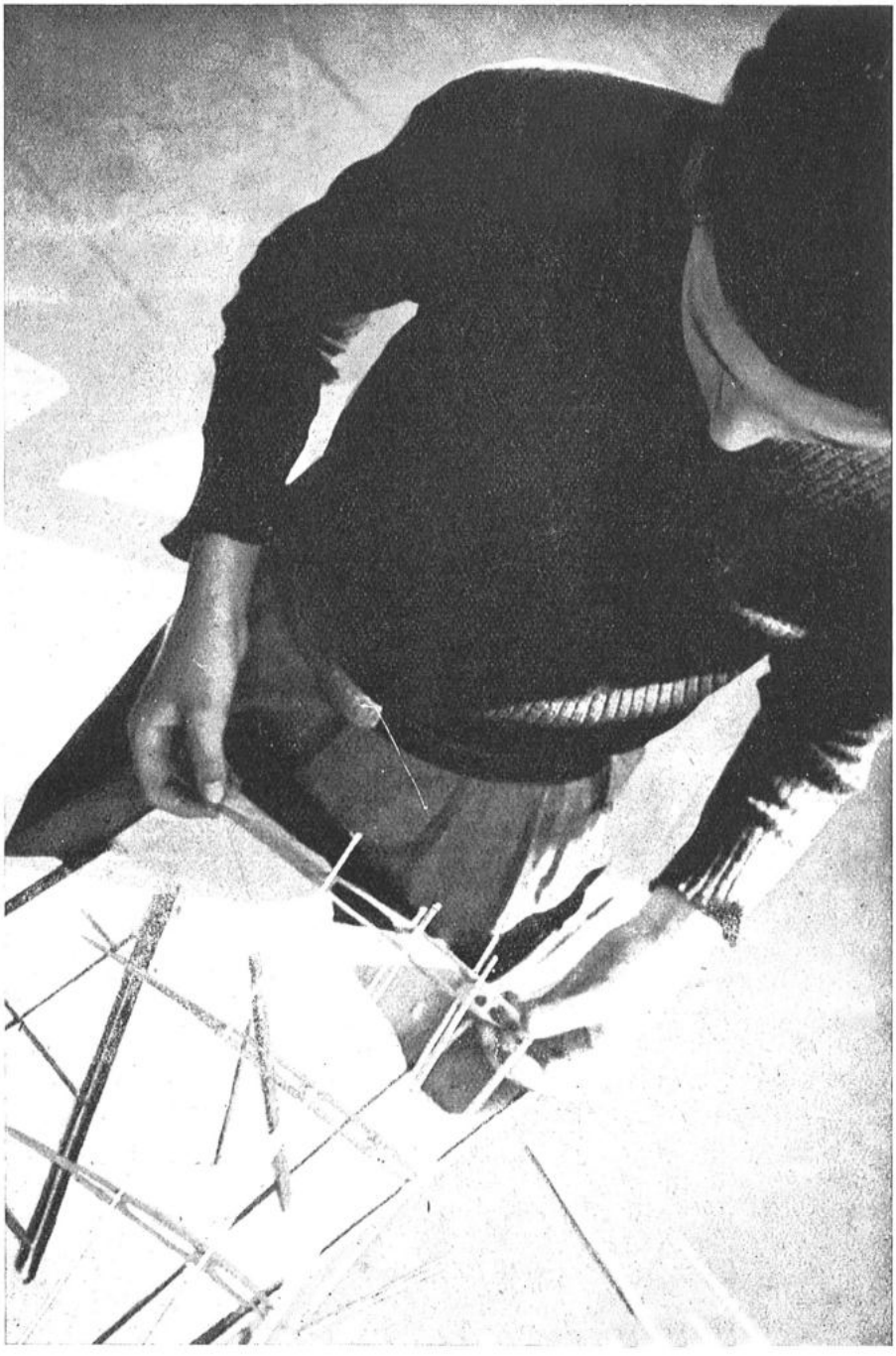
Una buona vernice, per la carta, è la *lacca a spirito.* E' trasparente e si asciuga in brevissimo tempo. Deve essere tesa accuratamente con un pennello morbido, in modo che risulti di spessore minutissimo. Si ottiene così un appesantimento trascurabile, carta lucida, impermeabile, elastica e resistente.

La vernice *cellon,* a base di cellulosa disciolta in un composto di

acetone, è adatta tanto per carte che per stoffe. Occorre molta cautela nell'uso, poichè è infiammabilissima. L'applicazione deve essere fatta con un pennello piatto molto soffice, e celermente, perchè a contatto con l'aria questa vernice si trasforma sùbito in uno strato gelatinoso. Si asciuga in breve tempo; e la copertura, sia di carta che di stoffa, si tende e si irrobustisce.

Le altre vernici usate per gli aeroplani, come l'*emaillite*, ecc., non sono consigliabili, perchè troppo pesanti.

La *gomma elastica*, o *caucciù*, che pesa circa 1 kg. per decimetro cubo, serve, sopratutto come motore, in forma di nastro sottile.



C O M E S I L A V O R A

L'attento lavoro di traforo per ritagliare cèntine dal compensato.

COME SI LAVORA

Per costruire modelli volanti è necessario avere volontà, pazienza e diligenza. Con queste doti chiunque può diventare un ottimo aeromodellista.

Il lavoro manuale su cui si basa la costruzione degli aeromodelli è il traforo del legno, per eseguire il quale occorre, innanzitutto, fissare al tavolo, con il *morsetto* (v. fig. a pag. 27), l'*assicella da traforo* (v. fig. a pag. 26), in modo che il taglio a V sia sporgente. Il legno da lavorare viene appoggiato sull'assicella in maniera che il *seghetto* scorra nel foro tondo al vertice del V.

Le fotografie a pagg. 40 e 42 dimostrano come si regge il legno sull'assicella mentre si manovra il seghetto. Per lavorare bene è necessario sedersi in modo che i movimenti siano facili.

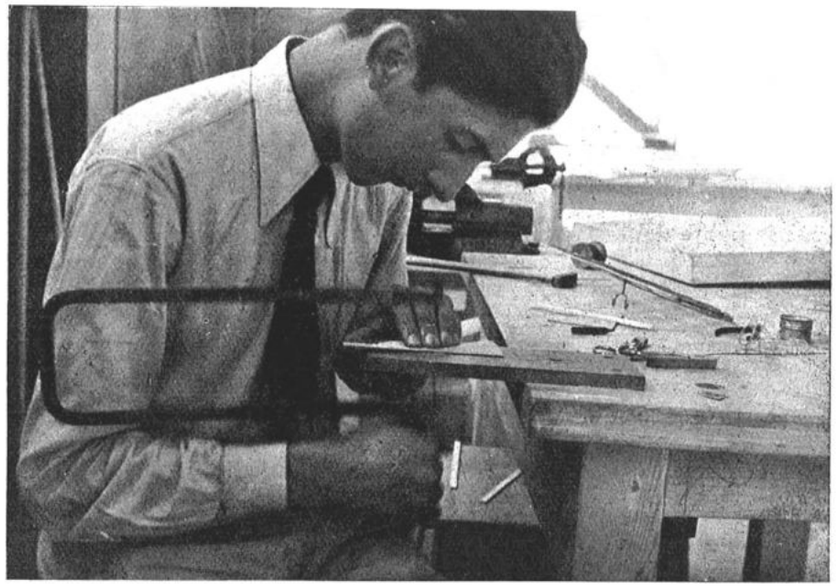
All'archetto da traforo va fissata la lama per mezzo degli appositi morsetti, in modo che la parte tagliente sia rivolta verso l'esterno e che le punte del seghetto siano rivolte all'ingiù e taglino quando si dà il colpo dall'alto verso il basso.

L'esperienza consiglierà la tensione che, secondo i casi, bisognerà dare al seghetto. Con una lama poco tesa si lavora male, mentre la lama troppo tirata si spezza facilmente. Il grado di tensione si può valutare facendo vibrare la lametta con un colpo d'unghia, come, ad esempio, si farebbe suonare un corda di violino, la quale più è tesa e più dà suono acuto. Il seghetto deve essere tenuto verticale e bisogna procedere con un ritmo regolare, in modo che la lama avanzi nel taglio guidata dalla mano senza bisogno di pressioni. Naturalmente,

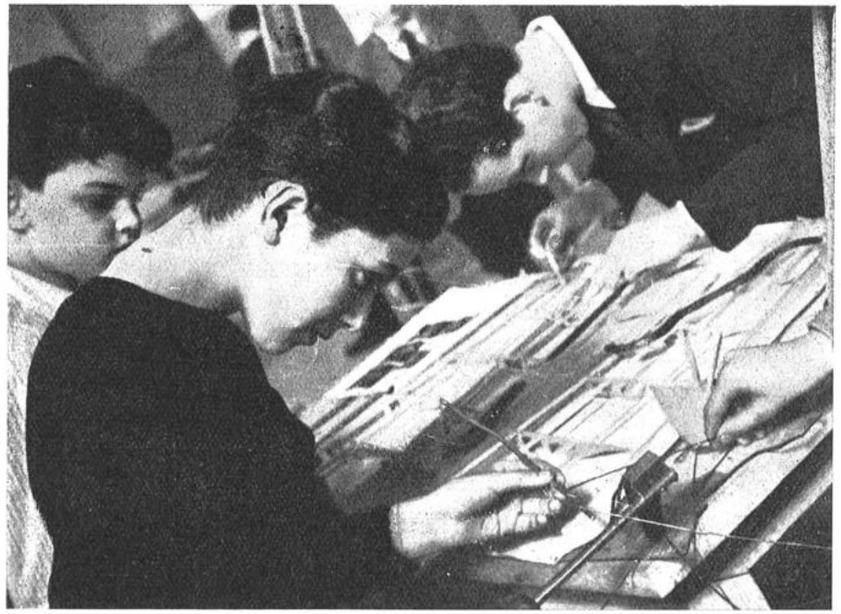
prima di intraprendere un lavoro importante gioverà esercitarsi con dei pezzi di legno di poco valore. Per chi lo ignorasse, diremo che le parti interne si traforano facendo passare la lama da un forellino fatto col trapano a mano. Durante le esercitazioni che noi vi consigliamo, bisogna abituarsi a seguire il segno a una distanza minima e sempre uguale. Ciò per non correre il rischio di tagliare più del necessario e per non dover fare poi troppo lavoro di rifinitura.

E' buona regola riprodurre il disegno sulla tavoletta in modo che le forme più lunghe siano disposte secondo la vena del legno, ed è anche opportuno incominciare il lavoro ritagliando prima di tutto le parti esterne.

Quando si dovranno fare due o più pezzi uguali, questi potranno essere ritagliati assieme contemporaneamente. Sovrapposti e fissati con chiodini fra loro due o più strati di legno, si segano in una sola volta, tenendo però presente che, man mano che aumenta lo spessore da ta-



Come si manovra il seghetto e come si regge il legno sull'assicella.



Saldatura a stagno eseguita con saldatore elettrico. Lo stesso lavoro si può eseguire rapidamente e bene anche con un comune saldatore di rame da scaldare sul fuoco.

gliare, occorre anche adoperare un seghetto più grosso, altrimenti, oltre a dover fare uno sforzo maggiore, si rischia di rompere la lama. La parte di materiale esuberante verrà poi tolta con l'aiuto di una o più lime di vario taglio e si avrà cura di fissare, per tale operazione, il legno nella morsa. Il taglio della lima dovrà essere fino o grosso a seconda del quantitativo e della qualità del materiale da asportare: per sgrossare si adopreranno lime di taglio grosso, mentre per finire si adopereranno quelle di taglio fino. La lima va tenuta per il manico e per la punta e si deve muovere regolarmente senza oscillazioni. Le rifiniture si ottengono usando della carta vetrata di grana molto fina. Questo lavoro dovrà essere fatto tenendo la carta vetrata avvolta attorno ad un pezzo di legno cilindrico, o a spigoli, a seconda della necessità.

I chiodi, preferibilmente di ottone, devono essere usati con la più grande parsimonia e piantati con grande cura. In determinate parti

dell'aeromodello, quando sia necessaria una notevole robustezza, può essere opportuno adoperare viti o piccoli bulloni. In questo caso è indispensabile fare prima i fori relativi col trapano a mano.

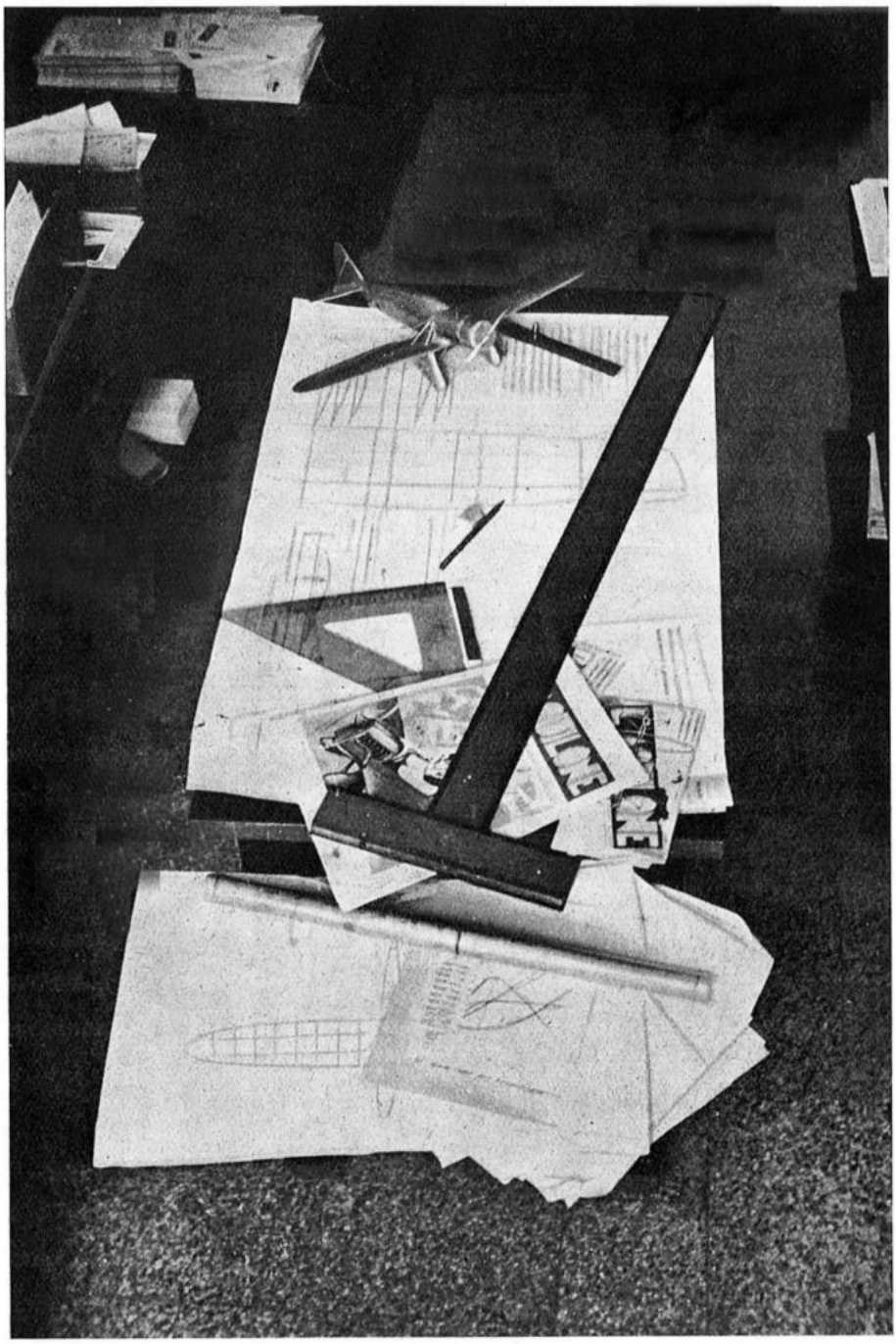
Eseguendo delle commettiture ad incastro bisogna ottenere che le due parti combacino esattamente, senza che forzino l'una contro l'altra. Si abbia cura che le superfici da incollare siano ben pulite e che la colla non sia spalmata con eccessiva abbondanza.

Per i pezzi torniti converrà rivolgersi ai tornitori.

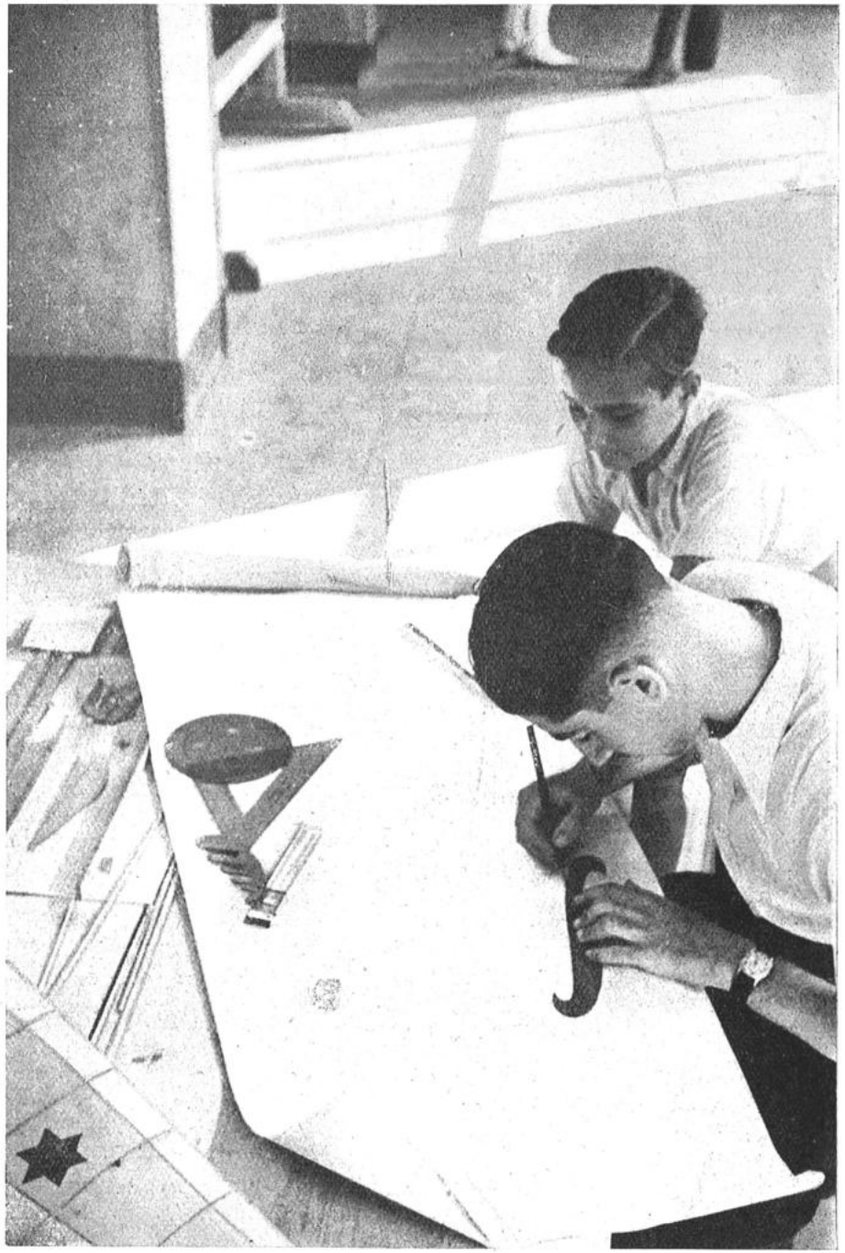
In quanto ai metalli, essendo l'uso di questi assai limitato, diremo soltanto che gli attrezzi necessari e sufficienti per lavorarli sono le pinze, il martello e il saldatore. Con le pinze a punte tonde eseguiremo parti curve; con quelle a punte piatte eseguiremo le piegature ad angolo vivo, o raddrizzeremo le curvature.

Del saldatore ci serviremo per unire fra di loro parti metalliche, che prima avremo raschiate e pulite con cura con carta vetrata e quindi cosparse di acido muriatico o dell'apposita pasta. Anche il saldatore deve essere pulito, possibilmente sull'allume; e, infine, deve essere riscaldato quel tanto che basti per sciogliere bene lo stagno (di questo usarne sempre poco); in tal modo lo stagno fuso scorrerà con facilità sulla parte da saldare. Bisogna lavare accuratamente la saldatura appena eseguita.

Lavorando, sia legni che metalli, si dovrà tener sempre il massimo ordine e non lasciare che si creino confusioni fra attrezzi, materiali, pezzi lavorati e da lavorare.



I L P R O G E T T O



Ecco ciò che deve fare un aeromodellista serio: prima di iniziare la costruzione di un apparecchio eseguire il disegno degli schemi.

I L P R O G E T T O

Si tenga bene a mente che, sempre, prima di incominciare qualsiasi costruzione è indispensabile farne il progetto. Bisognerà innanzitutto stabilire a quali requisiti (durata, distanza, velocità, altezza) deve rispondere il modello, tenendo presente che: per la *durata* dovrà essere leggero e di grande superfice alare; per *la distanza* dovrà essere più pesante e più veloce; per la *velocità* dovrà poter opporre la minima resistenza all'avanzamento e perciò avere superfice alare minima; per l'*altezza* dovrà avere insieme le seguenti caratteristiche: notevole superfice alare associata alla leggerezza, e potenza superiore a quella necessaria per ottenere un buon volo orizzontale.

Già che siamo sull'argomento della potenza, occorre tener conto che, volendo ottenere un volo di durata, sarà sufficiente una piccola potenza; infatti, nel caso del motore elastico, una matassa di piccola sezione (ossia di pochi fili) può essere caricata con un numero di giri molto maggiore di una matassa di sezione più grande. Anche nel caso di motori ad aria compressa, o a scoppio, la durata di funzionamento sarà maggiore, perchè il motore assorbe minore quantità d'aria o di benzina. Nel caso che si voglia ottenere la massima distanza, invece, occorrendo aumentare la velocità, bisognerà disporre di motore più potente; ed ancora più potente dovrà essere nel caso in cui si voglia il massimo di velocità.

Un requisito che dev'essere comune a tutti i modelli è la *stabilità*, in tutti i sensi: in senso *longitudinale* (cabrata e picchiata) in senso *trasversale* (sbandamenti laterali e cambiamenti di rotta). E' da notare

tuttavia che, nel caso di voli di durata e di altezza, non è necessario che il modello compia un percorso rettilineo, ma sarà sempre opportuno che i cambiamenti di direzione non siano troppo bruschi, poichè in questo caso si ha quasi sempre una perdita di velocità e di quota.

Come si ottiene la stabilità del modello?

Per la stabilità trasversale, si costruisce l'ala a forma di V molto aperto; generalmente si dà, alle semi-ali, un'inclinazione del 10, o 12 per cento. L'effetto aerodinamico del V, è già stato spiegato nella prima parte del libro.

Per mantenere la stabilità longitudinale servono gli impennaggi di coda orizzontali. Se il modello cabra, la corrente d'aria investe l'impennaggio dalla parte inferiore, esercitando in tal modo una spinta verso l'alto, che riporta l'apparecchio in posizione normale di volo. Viceversa, se l'apparecchio picchia, la corrente d'aria agisce in senso inverso, facendo abbassare la coda.

La stabilità di rotta si ottiene mediante il piano di coda verticale, e facendo l'ala con il bordo d'attacco non rettilineo, ma con le estremità leggermente spostate all'indietro *(ala a freccia)*.

Generalmente, nei modelli non si fanno gli organi di comando mobili (alettoni, timoni di profondità e di direzione). Il funzionamento degli organi stabilizzatori deve essere automatico, e non deve essere soggetto a eventuali spostamenti in volo, spostamenti che porterebbero ad uno squilibrio di assetto e, in definitiva, alla caduta dell'apparecchio.

Altri elementi del modello sono il carrello ed il pàttino di coda, organi di contatto con il suolo.

Tutti gli elementi necessari per il volo (ala, motore ed elica), quelli per mantenere l'equilibrio (impennaggi di coda), e quelli per il decollo e per l'atterraggio (carrello e pàttino di coda), devono essere mantenuti in posizione fissa ed invariabile. A questo fine serve la fusoliera, che ha anche il còmpito di racchiudere nel proprio interno tutte quelle parti che sarebbero d'ostacolo all'avanzamento. Con

la sua forma affusolata, o, come si suol dire, di buona penetrazione, essa facilita il moto dell'apparecchio nell'aria.

Collocando dei galleggianti al posto delle ruote, si ottiene l'idromodello. Abolendo il motore e l'elica, si ottiene il modello veleggiatore, che dopo il lancio potrà effettuare soltanto il volo librato; in presenza di favorevoli correnti ascendenti, il volo può divenire veleggiato, con aumento di quota e su percorsi di notevole lunghezza. Questa qualità di poter effettuare un lungo volo anche dopo terminata l'azione del motore, deve essere perseguita anche per tutti gli altri generi di modelli; infatti, in tal modo, si otterrà un tempo di volo ed una distanza percorsa maggiore. Inoltre, atterrando con un volo leggermente inclinato, i pericoli di rotture saranno ridotti al minimo.

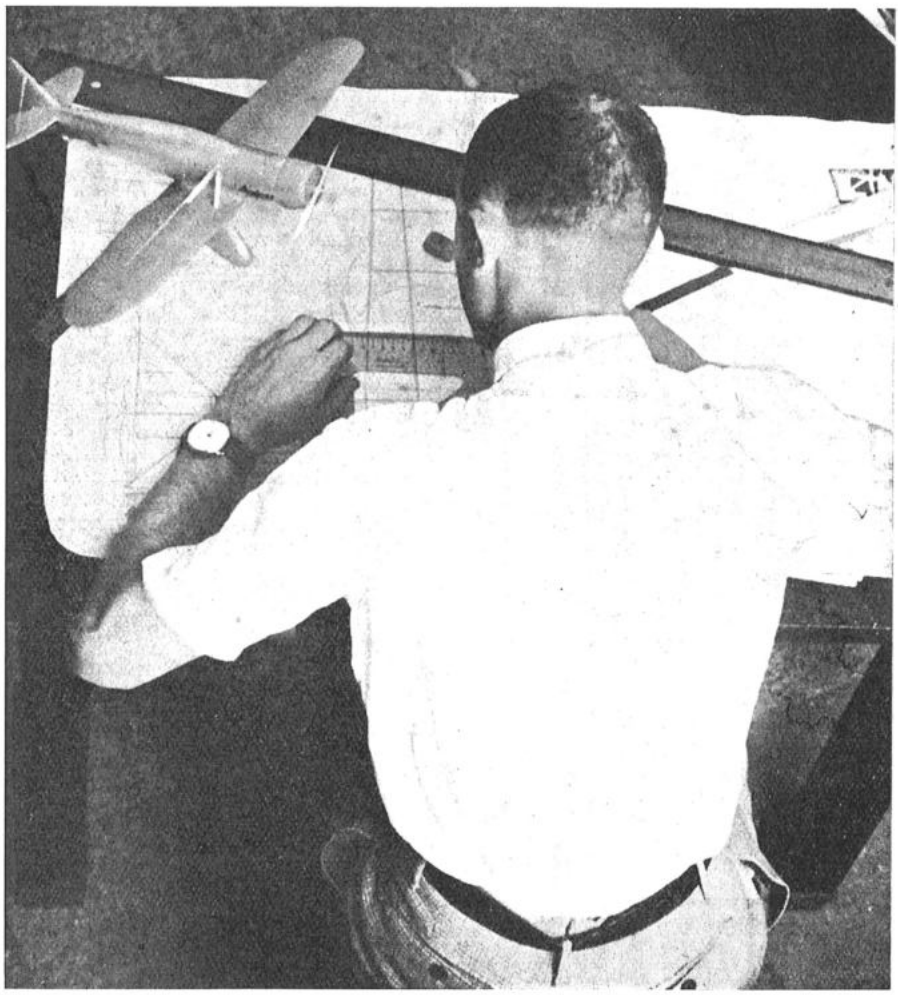
Come si è visto, fin dall'inizio del progetto è necessario determinare, sia pure in via provvisoria, il *carico alare*, cioè il rapporto fra il peso totale dell'apparecchio e la superfice dell'ala. Per modelli a motore destinati a prove di durata, il carico alare può variare da 12 a 15 gr. per dmq.; per modelli destinati a prove di distanza si può adottare un carico alare da 15 a 20 gr. per dmq. Per i veleggiatori destinati ad eseguire voli di durata, il carico alare potrà aggirarsi dai 6 ai 10 gr. per dmq., mentre, volendo far coprire al modello grandi distanze, il carico alare dovrà essere superiore. Queste cifre, naturalmente, non possono avere un valore assoluto, ma costituiscono soltanto una base per il costruttore novellino. Si dànno casi, infatti, di apparecchi con carichi alari molto maggiori, fino a 30 e 35 gr. per dmq., come quelli che si riscontrano in certi veleggiatori costruiti per primati di distanza.

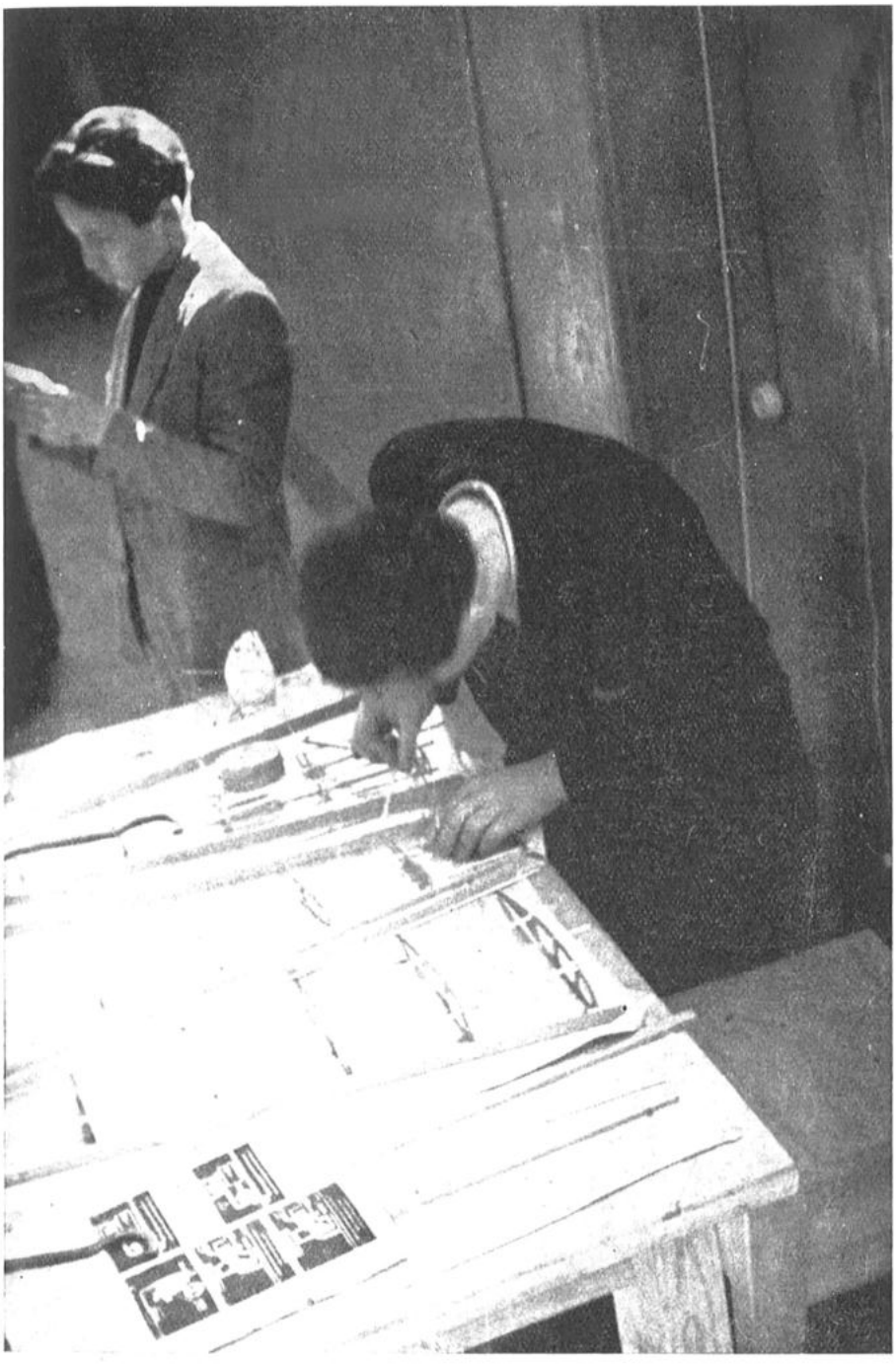
Il progetto, ora, deve essere sviluppato con l'esecuzione del disegno completo, stabilendo, nel corso di questo, ogni particolare costruttivo, per non dover ricorrere, durante la costruzione, a ripieghi dannosi.

La pratica, sopratutto, permetterà all'aeromodellista di valutare a priori quale sarà il risultato del suo lavoro, specialmente per quanto

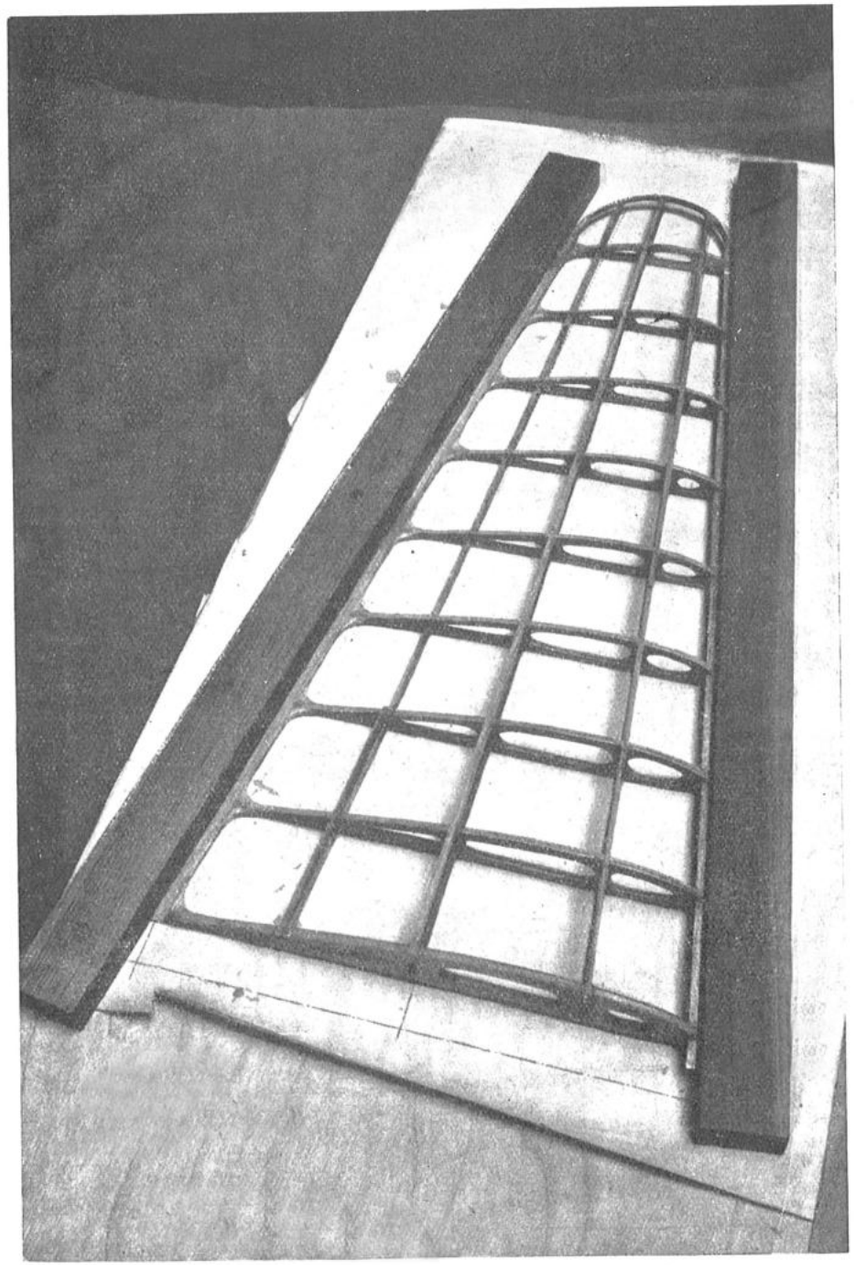
riguarda il peso complessivo, e la ripartizione di esso sulle varie parti del modello.

Inizieremo, ora, la descrizione degli elementi dell'apparecchio e insegneremo, dando le opportune indicazioni teoriche, a costruire. Tratteremo prima dell'ala, quindi della fusoliera, dei piani di coda, degli organi di contatto con il suolo, o con l'acqua, ed infine del gruppo motopropulsore.





COSTRUZIONE DELL'ALA



Ossatura di una semiala fissata sul piano di montaggio.

COSTRUZIONE DELL'ALA

Il complesso delle superfici portanti di una macchina per il volo dinamico si chiama *cellula*. Si ha il *monoplano*, il *biplano*, il *triplano*, ecc., a seconda del numero di ali sovrapposte le une alie altre. In aviazione, però, sono comuni soltanto gli apparecchi monoplani e biplani, mentre in aeromodellismo si rimane fedeli quasi esclusivamente al monoplano.

La posizione dell'ala, rispetto alla fusoliera, è variabile: si ha l'*ala alta* (a *parasole*) quando essa è posta superiormente alla fusoliera, con la quale può essere unita a mezzo di montanti e si ha l'*ala bassa*, quando la fusoliera è collocata sopra l'ala. Tra queste due posizioni estreme vi sono tutte le altre intermedie. A causa degli spostamenti della corrente d'aria, provocati dalla fusoliera, sembrerebbe che la posizione più opportuna fosse quella dell'ala attraversante la fusoliera nella sua parte superiore. In ogni caso, per ottenere un flusso regolare dell'aria, senza

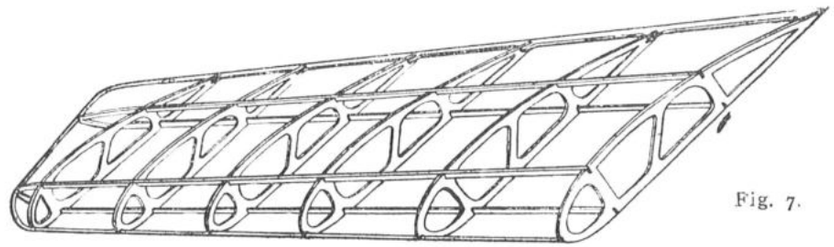


Fig. 7.

vortici, bisogna studiare molto bene i raccordi dell'ala con la fusoliera. I vortici sono dannosi, perchè producono diminuzione della forza so-

stentatrice, o portanza, e aumento notevole della resistenza all'avanzamento. L'ala si dice *a sbalzo* quando è priva di montanti e di crociere.

Gli elementi dell'ala sono l'*intelaiatura* o *scheletro* (fig. 7), e la *copertura*, di cui ci occuperemo più avanti.

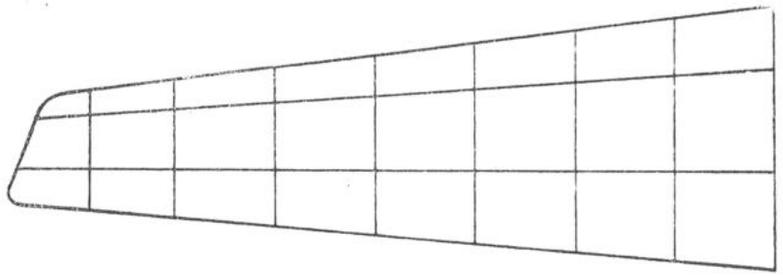
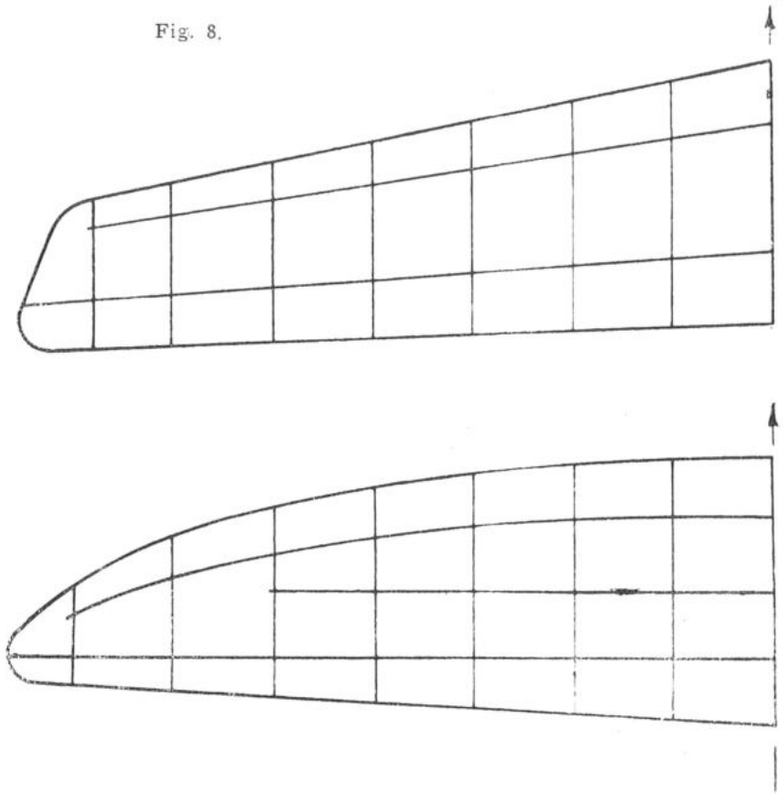


Fig. 8.



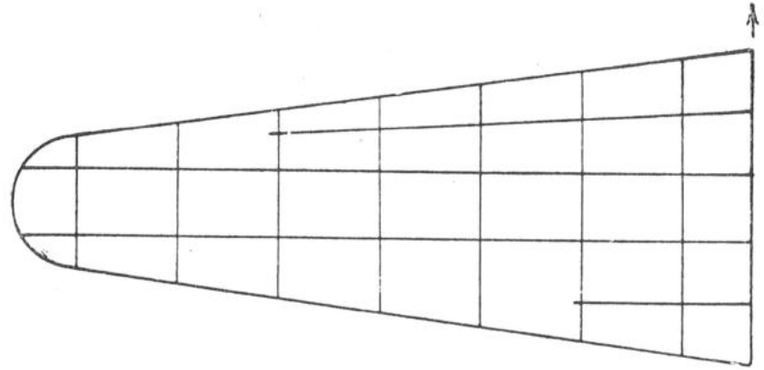
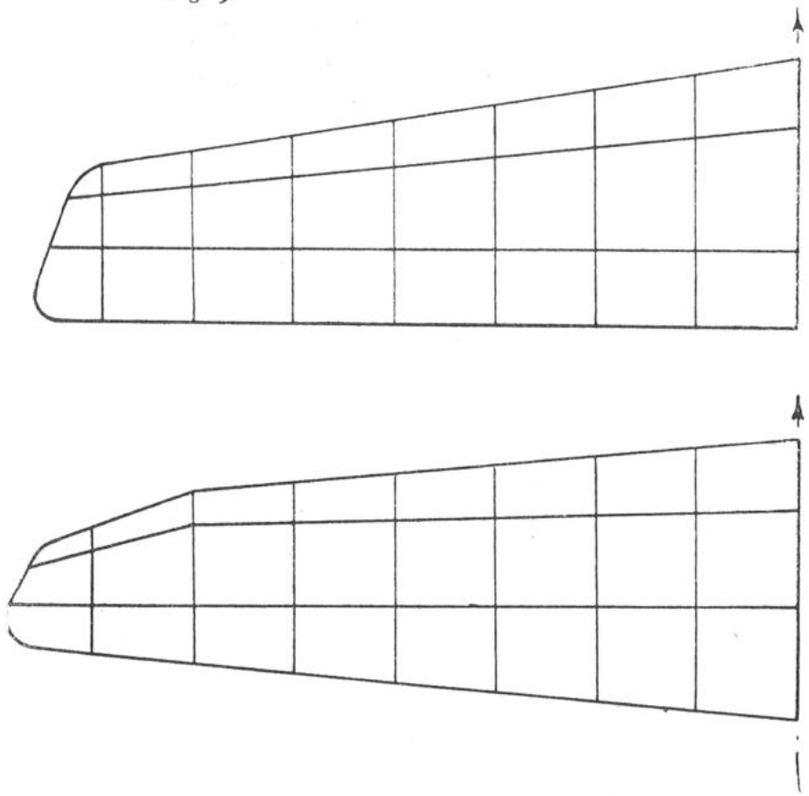


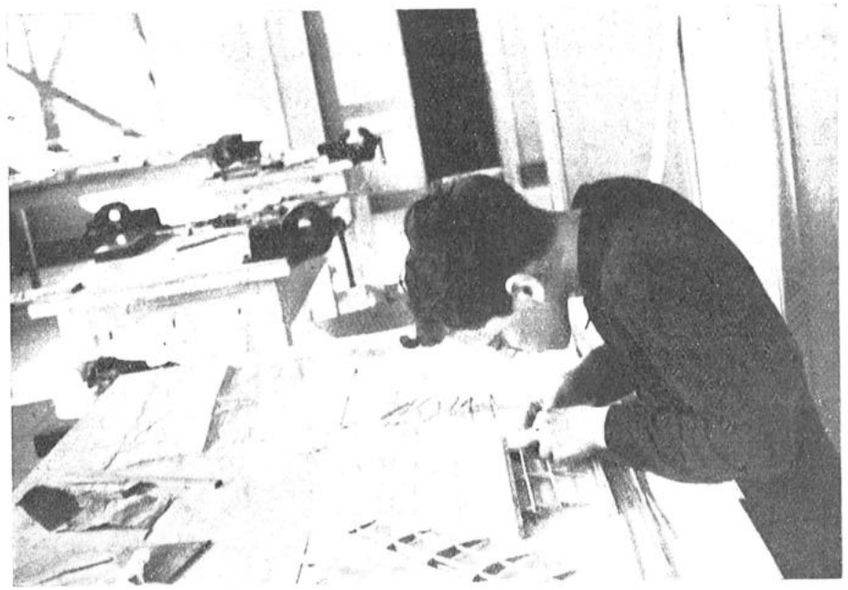
Fig. 9.



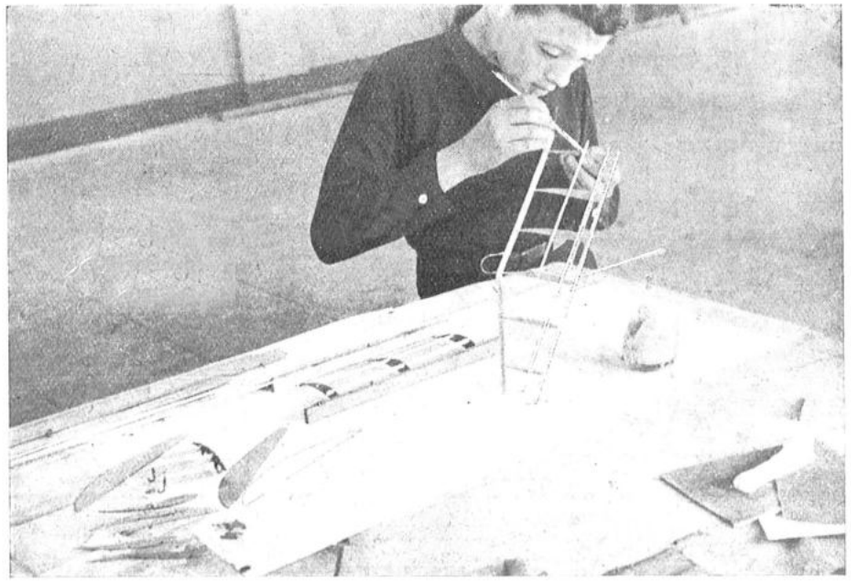
Funzione dell'ala è quella di sostenere l'apparecchio, perciò lo scheletro deve essere tanto robusto da reggere questo sforzo senza subire deformazioni, sia pure temporanee, che ne varierebbero

le caratteristiche. Oltre alla forza di sostentamento, sull'ala agisce anche una forza di resistenza, contraria alla direzione del moto; questa, però, è sempre molto minore della prima.

Generalmente, la forma dell'ala è una figura geometrica semplice. Ciò consente una maggiore facilità nel disegnare, nel valutare le caratteristiche, nel riprodurre il disegno a grandezza naturale, e, infine, nella costruzione. Le forme più usate sono rappresentate nelle figg. 8 e 9. Le misure principali dell'ala sono l'*apertura*, ossia la distanza fra le estremità, e la *corda*, ossia la misura della larghezza, nei vari punti. A seconda che la corda è di valore costante, o decrescente dalla mezzeria alle estremità, l'ala sarà *rettangolare*, oppure *rastremata*. Le ali di quest'ultimo genere possono essere a bordi rettilinei, (trapezoidali, triangolari, ecc.), oppure a bordi curvilinei (ellittiche, ecc.). Le forme migliori sono quelle trapezoidali, od ellittiche, che hanno comportamento quasi identico. Le ultime, però, presentano una maggiore diffi-



L'incastro dei longheroni nelle fessure praticate sul dorso delle cèntine della parte centrale di un'ala.



Con minuziosa cura l'aeromodellista pone la colla negli incastri di unione dei longheroni con le cèntine.

coltà costruttiva. Infine, bisogna considerare ancora la *superfice portante*, cioè la superfice della proiezione del contorno su un piano orizzontale, in base alla quale si calcolerà il carico alare. Per superfice portante si considera quella della porzione di ala esterna all'attacco con la fusoliera, fino all'ultima cèntina segnata nelle figure; la parte esterna a questa può essere trascurata, e non serve che a diminuire i **vortici** che si formano alle estremità. Negli aeromodelli la superfice si calcola in decimetri quadrati.

Nell'ala si considerano generalmente, fra le infinite corde, quella *massima*, in prossimità dell'attacco, quella *minima*, all'estremità, e quella *media;* quest'ultima, nel caso di ali a contorni rettilinei, può essere determinata dalla media aritmetica delle corde massima e minima; per le ali a bordi curvilinei, la corda media è data dal valore del quoziente fra la superfice e l'apertura. La corda media serve alla determinazione dell'*allungamento* dell'ala, cioè il valore del rapporto fra

l'apertura e la corda media, che è equivalente al rapporto fra il quadrato dell'apertura e la superfice alare. L'allungamento ha un grande valore nei riguardi della resistenza all'avanzamento: aumentando l'allungamento, cioè l'apertura, a parità di superfice, la resistenza diminuisce. Quindi si ottiene un miglioramento dell'ala, sotto il punto di vista aerodinamico. Dal punto di vista costruttivo, un allungamento eccessivo sarebbe dannoso. Normalmente si arriva ad un allungamento di circa 10 (p. es. apertura cm. 100 e corda media cm. 10, oppure apertura cm. 150 e superfice dmq. 22,5) per modelli a motore; allungamenti maggiori, non oltre 16 o 18, si usano per i veleggiatori.

La pratica insegna che uno scheletro di peso circa 3 gr. per decimetro quadrato d'ala, è sufficientemente robusto. La copertura e la verniciatura elevano il peso dell'ala a circa 5 gr. per decimetro quadrato. Cosicchè un'ala di 10 decimetri quadrati peserà circa 50 grammi, dei quali 30 sono dovuti allo scheletro, e 20 alla copertura e verniciatura.

Lo scheletro dell'ala si compone delle *cèntine*, dei *longheroni*, del

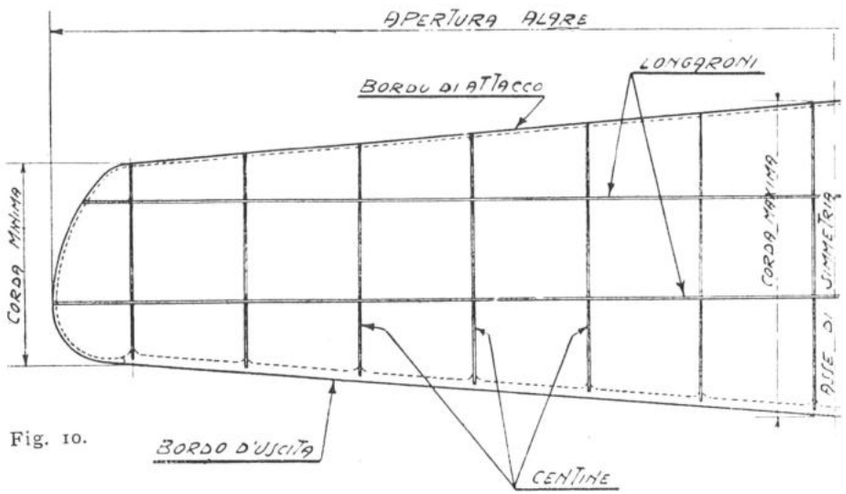


Fig. 10.

bordo d'attacco o *d'entrata*, posto anteriormente, e del *bordo d'uscita*, situato posteriormente (fig. 10). Le cèntine, disposte parallelamente alla direzione del moto, servono a dare all'ala la forma della sezione

(profilo); i longheroni, sempre due o più, sono gli elementi che sopportano gli sforzi della corrente d'aria. Il bordo d'attacco deve reggere la spinta dell'aria, e mantenere nella giusta posizione le estremità ante-

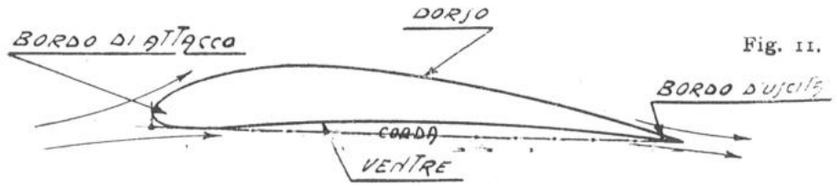


Fig. 11.

riori delle cèntine; il bordo d'uscita collega le estremità posteriori delle cèntine.

La figura 11 rappresenta gli elementi della cèntina: il bordo d'attacco ed il bordo d'uscita, corrispondenti a quelli dell'ala, la *corda*, ossia la distanza fra i bordi d'attacco e d'uscita, il *dorso*, ossia la parte superiore, ed il *ventre*, ossia la parte inferiore. La forma della cèntina, o *profilo*, è della massima importanza, poichè è l'elemento che assicura la sostentazione; inoltre i profili sono determinati in modo tale che la resistenza all'avanzamento è minima. *Il dorso è sempre convesso*, invece *il ventre può essere concavo, piano, o convesso*. Si hanno così (figura 12) profili *concavo convessi*, *piano convessi*, e *biconvessi*. Questi ultimi possono essere *simmetrici*, quando la convessità del ventre è uguale a quella del dorso, oppure *disimmetrici*. Nei profili bisogna anche notare lo *spessore*, cioè il rapporto fra lo spessore massimo e la corda. Secondo lo spessore (figura 13), i profili si dividono in *sottili*, se lo spessore è inferiore al 7 % della corda (per corda di 100 cm., spessore inferiore a 7 cm.); *semi-spessi*, se lo spessore è compreso fra il 7 % ed il 14 % della corda (per corda di 100 cm., spessore compreso fra

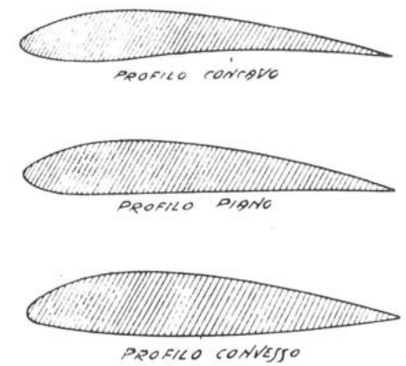


Fig. 12.

7 e 14 cm.); *spessi*, se lo spessore è superiore al 14 % della corda (per corda di 100 cm., spessore maggiore di 14 cm.). Il massimo spessore si trova più avanti della metà della corda, cosicchè il bordo d'attacco risulta rotondeggiante, mentre quello d'uscita è appuntito. Nelle apposite raccolte pubblicate dai laboratori di esperienze, i profili, individuati dal nome del laboratorio (ad es. I.S.A. italiano, Gottinga, tedesco, N.A.C.A., americano, ecc.) e da un numero progressivo, sono rappresentati con i disegni delle loro sagome, e sono definiti con tre sistemi di quote (fig. 14), secondo le norme della C.I.N.A. (Commissione Internazionale di Navigazione Aerea): le *X* misurate lungo la corda, a partire dal bordo d'attacco, le *Ys* e le *Yi* relative alla sagoma superiore e a quella inferiore, misurate normalmente alla corda. La corda è divisa in dieci parti uguali e la prima parte è a sua volta divisa in quattro parti uguali. Si ha, perciò, un totale di tre sistemi di 14 quote, le quali sono tutte espresse in " per cento " della corda. Si osservi la

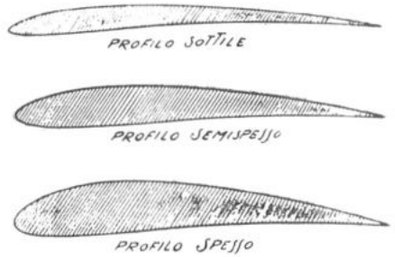


Fig. 13.

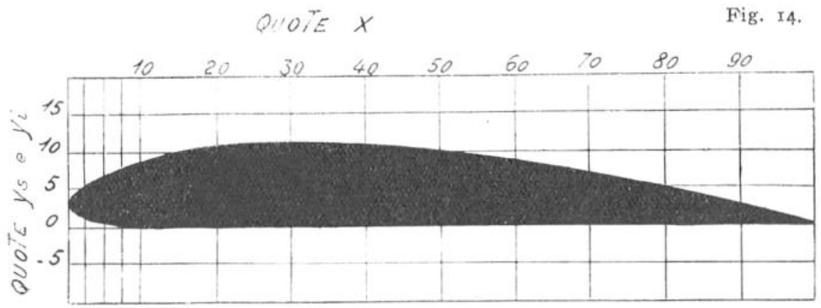


Fig. 14.

fig. 15, che riproduce il profilo N. 608 Gottinga 389, uno dei profili più usati nelle costruzioni di aeromodelli. Il N. 608 è il numero progressivo dato al profilo nella raccolta del Genio Aeronautico, mentre il

N. 389 corrisponde al numero dato dal Laboratorio dell'Università di Gottinga presso la quale tale tipo di profilo è stato sperimentato.

La retta *XX* è la *corda*, retta fissa di riferimento, o base, e le perpendicolari alla *XX* sono le *ordinate* passanti per i punti 0, 2.5, 5, 7.5, 10, 20, ecc..., 100.

Dal punto *zero* passa l'ordinata da cui ha inizio il profilo e su di essa si trova il bordo di entrata; dal punto 100 passa l'ordinata sulla quale si trova il punto estremo del profilo; perciò fra le ordinate *zero* e *cento* è limitata la corda della cèntina.

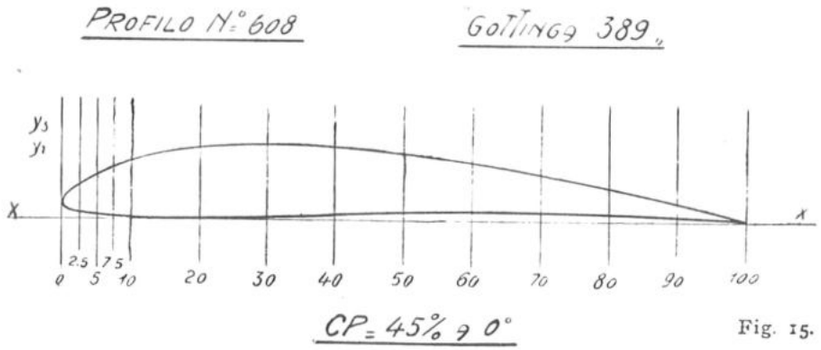


Fig. 15.

x	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	2.12	4.87	6.24	7.30	8.04	10.05	10.58	10.16	9.31	8.15	6.46	4.66	2.54	0.00
yi	2.12	0.53	0.22	0.11	0.00	0.00	0.26	0.42	0.53	0.63	0.55	0.37	0.21	0.00

Le ordinate 10, 20, 30, ecc., sono fra loro equidistanti, e dividono in dieci parti uguali il segmento corrispondente alla corda del profilo; le ordinate 2.5, 5 e 7.5 sono fra loro equidistanti e dividono in quattro parti uguali il primo segmento di corda compresa fra *zero* e *dieci*. Con questo si ottiene una maggiore esattezza nel tracciamento del profilo al bordo di entrata.

I punti di intersezione delle ordinate con la retta base saranno chiamati in sèguito, per semplicità, i *punti X*, e perciò si avranno i punti X_0, $X_{2.5}$, X_5, $X_{7.5}$, X_{10}, ecc. Come si vede nella tabella, ad ognuno di questi punti X corrispondono due valori segnati con Ys e con

Yi; con Ys sono segnate le percentuali di corda corrispondenti all'altezza del dorso, superiore, della cèntina dalla retta base, e con Yi l'altezza del ventre, inferiore, (che molte volte potrà anche essere uguale, profili piano-convessi, o minore di zero, profili biconvessi) dalla retta base, partendo dal punto X corrispondente.

Per esempio, osservando la tabella unita alla fig. 15 si vede che in quel profilo alla X30 corrispondono la Ys = 10.58 e la Yi = 0.26; il che vuol dire, che partendo dal punto X30 della corda, il dorso si troverà ad altezza 10.58 centesimi della lunghezza della corda e il ventre ad altezza 0.26 centesimi della corda, sempre partendo dal punto base X30 e sulla stessa ordinata. Per disegnare una cèntina, si segnano i punti del dorso e del ventre per ogni ordinata e si uniscono fra loro con una linea curva continua: si ricaverà l'esatto profilo simile e proporzionale a quello scelto. Sulla tabella inoltre è scritto il dato: *C. P. = 45 % a zero gradi*, e ciò vuol dire che per tale profilo, se è disposto ad incidenza di zero gradi, cioè con la corda parallela alla direzione del moto, il *centro di pressione*, cioè il punto dove agisce la forza dell'aria, trovasi ad una distanza uguale al 45 % della lunghezza della corda, a partire dal bordo d'attacco Xo. All'aeromodellista può bastare questo dato, perchè in generale le ali degli aeromobili vengono applicate ad incidenza di zero gradi; però, come già è stato detto, il centro di pressione è soggetto a spostarsi al variare dell'incidenza. Tale spostamento sarà poi compensato con il centramento.

I profili che pubblichiamo sono stati scelti fra quelli più adatti alle costruzioni di cui trattiamo. Il loro centro di pressione, al variare in volo dell'incidenza, cioè dell'angolo formato dalla corda del profilo e dalla direzione del moto, ha uno spostamento minimo, cosicchè il modello può ritornare automaticamente in posizione normale d'equilibrio.

Consideriamo ora un esempio pratico di riproduzione di una cèntina con sagoma simile al profilo scelto.

Disegnata un'ala e scelto il profilo N. 608 Gottinga 389, si suppon-

ga di dover disegnare la sagoma della cèntina corrispondente ad una sezione la cui lunghezza sia di m/m. 220. Si tracci sulla carta (fig. 16),

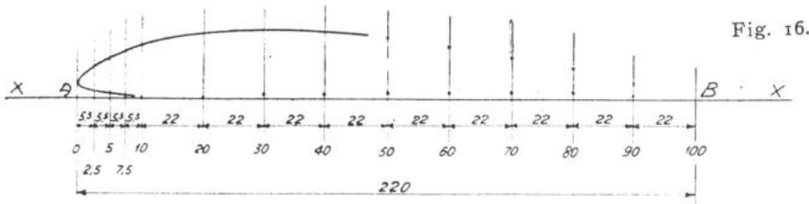


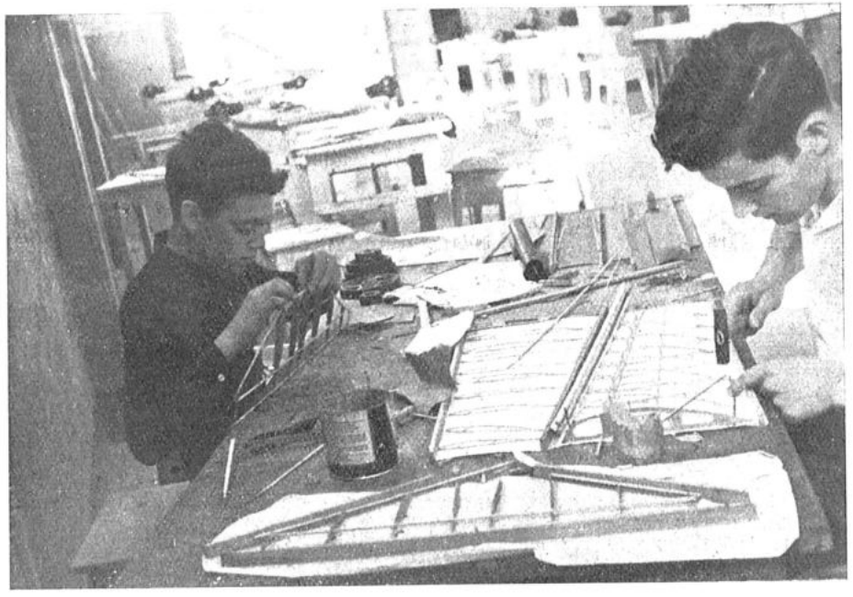
Fig. 16.

od anche direttamente sul materiale da cui si vuol ricavare la cèntina, una retta XX e se ne limiti un tratto AB lungo m/m. 220 che corrisponderà alla corda della cèntina che si desidera. Si divida questo tratto o segmento in dieci parti uguali segnando fra A e B tanti punti equidistanti; si divida, poi, il primo tratto di divisione in quattro parti uguali. Le perpendicolari alla retta XX passanti per tutti i punti segnati, sono le ordinate necessarie per tracciare il profilo esatto. Per il punto A passerà l'ordinata zero, per il punto B passerà l'ordinata 100. Ora, dovendo eseguire un numero non indifferente di facili operazioni aritmetiche per ottenere le quota da riportare su ogni ordinata, ci si dovrà armare di pazienza e di buona volontà. Non sarà certo un'operazione breve, ma il costruttore di aeromodelli non si deve spaventare, perchè deve essere abituato a fare le cose con calma e senza fretta per ottenere precisi e buoni risultati. Rilevando dalla tabella la quota Ys corrispondente alla ordinata Xo che è di 2.12, si moltiplica questo valore per 220, che è la lunghezza in millimetri della corda: si ottiene 466, che dovrà poi essere diviso per 100, per ottenere la misura in m/m. 4,66. Questa è la distanza del bordo d'attacco dal punto Xo sulla corrispondente ordinata. Si riporta la misura, segnando il punto sulla prima ordinata. Sulla prima ordinata le quote Ys e Yi sono sempre uguali.

Si procede poi trovando il punto superiore della seconda ordinata, X2.5, che dalla tabella risulta essere di 4.87 centesimi della cor-

da; perciò si ripetono le operazioni, ossia si moltiplica 4,87 per 220, e dividendo per 100 si ottiene m/m. 10.81, quota che dovrà essere riportata sull'ordinata X2,5; il punto inferiore della stessa ordinata è dato dal prodotto 0,53 per 220 diviso per 100: si ottiene m/m. 1,16: e così di sèguito per ogni ordinata si dovranno riportare le varie quote superiori ed inferiori segnate nella tabella del profilo, moltiplicate per la lunghezza della corda della cèntina, che in questo caso è stata considerata di m/m 220, e divise per 100, ricavando così, sempre, valori in millimetri.

Il costruttore non dovrà allarmarsi dei numeri frazionari, cioè de-

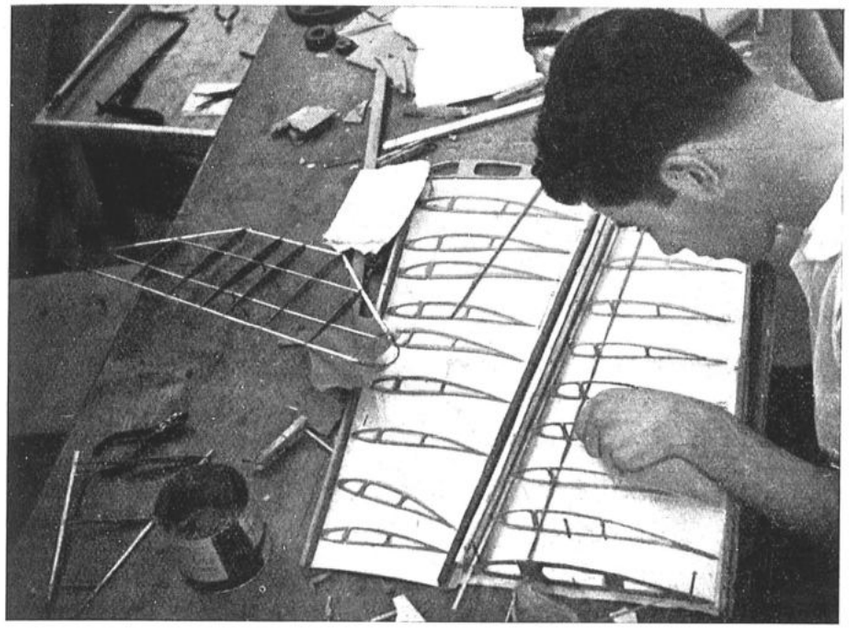


Dopo di avere controllato sul piano di montaggio l'esattezza delle cèntine e mozzate le estremità per l'applicazione del bordo d'uscita, l'aeromodellista fissa con dei chiodi le cèntine per mantenerle nella posizione esatta.

cimi e centesimi di millimetro, che spesso risultano dalle operazioni; ma non dovrà neppure cercare di arrotondare le cifre perchè altrimenti falserebbe il profilo. Perciò occorre che si abitui a riportare ad oc-

chio le frazioni di millimetro, e a segnare sulle ordinate i punti con molta esattezza, cosa che con la pratica non riuscirà difficile.

Eseguita tutta la serie di operazioni e segnati, su ogni ordinata,



La posizione di ogni cèntina viene ancora controllata prima di iniziare l'incollatura.

i punti del dorso e del ventre, si traccia il contorno, con l'aiuto di un curvilineo, passando esattamente su ogni punto (V. fotografia a pag. 46).

Nell'esempio fatto, la lunghezza della corda è di m/m. 220. Volendo tracciare lo stesso profilo per un'altra cèntina, con corda differente, non si dovrà che ripetere lo stesso procedimento sostituendo, a 220, la misura della nuova corda.

Ora che conosciamo il procedimento per disegnare con esattezza le diverse cèntine riferite ad un dato profilo, cerchiamo di imparare a costruire un'ala. Come abbiamo già detto, prima di mettersi a costruire un'ala bisogna farne il disegno per avere la forma voluta, e occorre

stabilirne le dimensioni per ottenere la superfice desiderata. La figura in pianta verrà disegnata solo per metà, essendo l'altra metà esattamente simmetrica. Il disegno della seconda, quindi, potrà essere riprodotto da quello della prima, ricalcandolo dal rovescio in modo che risulti identico. Nel disegnare l'ala occorre tener conto del rapporto fra l'apertura e la corda media, che, come già abbiamo detto, si chiama allungamento. Stabilito l'allungamento, dalla superfice alare si ricava l'apertura e la corda media con la seguente formula:

$$L = \frac{S}{Cm} \quad \text{in cui} \quad Cm = \sqrt{\frac{S}{\lambda}}$$

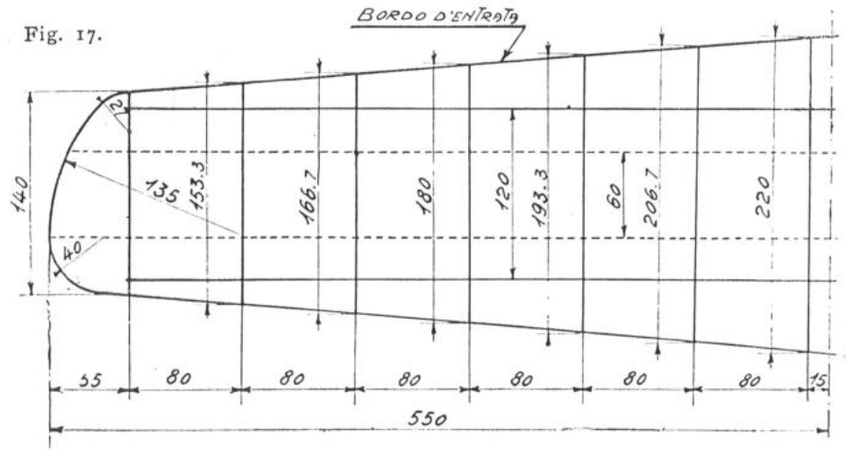
dove L rappresenta l'apertura alare, Cm rappresenta la corda media, S la superfice alare e λ (lamda) l'allungamento.

Seguitando a disegnare si deve, una volta tracciato il contorno, stabilire il numero delle cèntine e la loro posizione; altrettanto si deve fare per i longheroni. Le cèntine devono sempre essere disposte parallelamente all'asse di simmetria. Il numero delle cèntine, che dovranno assicurare il profilo alare, dipende dalla distanza più o meno grande che si vorrà tenere fra di esse. Nella costruzione degli aeromodelli, oggi è assai raro superare l'apertura alare di tre metri, e perciò è consigliabile disporre le cèntine distanti fra di loro non più di dieci centimetri. I longheroni, che non devono essere mai meno di due se composti da travi di compensato o di legno pieno, devono comprendere, in tutta la loro lunghezza, l'intero spessore dell'ala. Non devono essere invece meno di quattro se formati da listelli, uno dei quali deve essere di sezione maggiore per ottenere una maggiore rigidezza. Fra cèntina e cèntina, specie quando sono molto distanti fra loro, occorre mettere delle semi-cèntine, chiamate, più comunemente, *nasi di cèntina* e che servono a mantenere, al bordo d'entrata, la maggiore esattezza del profilo alare.

Supponiamo ora di voler costruire un'ala come quella rappresen-

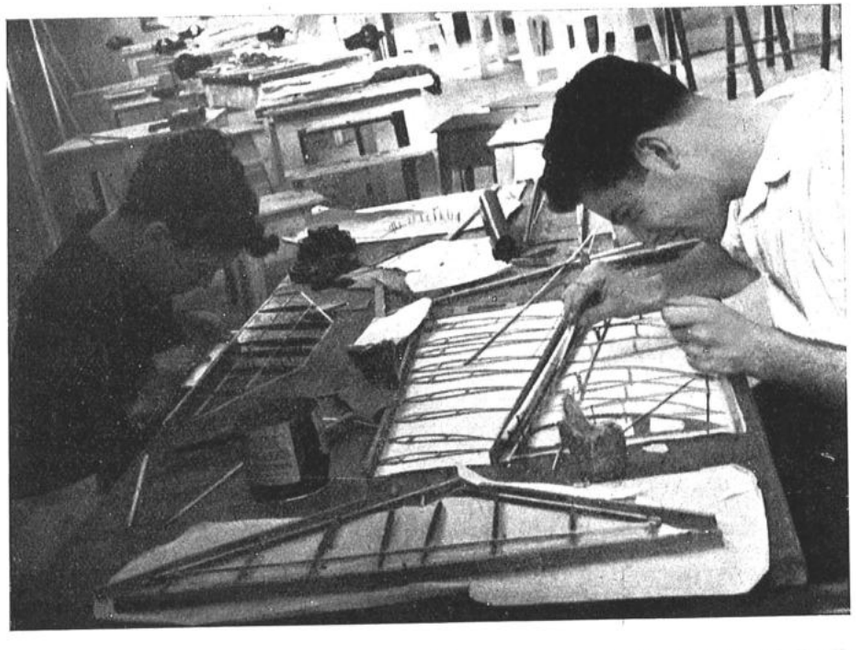
tata nella fig. 17, nella quale è disegnata una semiala avente le seguenti caratteristiche: apertura alare m/m. 1100, corda massima m/m. 220, minima m/m. 140. La corda media risulta di m/m. 180 e l'allungamento di valore sei. La superfice è di circa 20 decimetri quadrati. Le cèntine, che in questa semiala che descriviamo a mo' di esempio, sono sette, sono poste ad intervalli uguali di 80 m/m. ed hanno rispettivamente le corde di m/m. 220, 206,7, 193,3, 180, 166,7, 153,3 e 140. I longheroni, invece, prevedendo che siano semplici listelli paralleli fra loro, sono quattro, due sul dorso segnati con rette piene, distanti fra

Fig. 17.



loro m/m. 120, e due sul ventre dell'ala, segnati con rette tratteggiate, distanti fra loro m/m. 60. Data la forma dell'ala, e per semplicità di costruzione, porremo i longheroni perpendicolarmente all'asse di simmetria. Ammettendo che in questa costruzione le cèntine siano di legno compensato, i longheroni in listelli di legno duro (bosso), il bordo d'uscita in legno di pioppo, ed il bordo di entrata in tondino di alluminio, per l'esecuzione dell'ossatura si dovrà procedere nel modo seguente. Si disegna su carta la pianta della mezza ala nella sua grandezza naturale, tracciando, oltre alla posizione delle cèntine, anche quella dei longheroni. Fatto il disegno, occorre, come già si è detto, ricalcarlo dal rovescio per ottenere l'altra semi-ala. Dal disegno si devono rilevare

le lunghezze delle corde delle cèntine. Scelto il profilo alare, in base alle quote segnate nella rispettiva tabella, si dovranno disegnare le cèntine sulla carta, oppure direttamente sul legno. Quindi si segneranno, su ognuna, i punti esatti di incastro del bordo di entrata e dei longheroni; infine si disegnerà la parte da traforare per alleggerire la costruzione, facendo attenzione di non indebolire troppo le cèntine. Se il disegno è stato fatto su carta, sconsigliamo di incollarlo sul legno per poi procedere al lavoro, distruggendo, in tal modo, il disegno; consigliamo invece di farne il ricalco, con carta al carbone, cer-



Togliendo una cèntina per volta, l'aeromodellista pone una goccia di colla sul listello inferiore e sul bordo d'attacco nel punto del loro incastro.

cando di ottenere la maggiore esattezza possibile. Però, chi avrà fatto direttamente il disegno sul legno, potrà avere la quasi certezza di non errare nel profilo. Ad ogni modo, sia il disegno che il suo calco do-

vranno essere eseguiti tenendo presente che la venatura del legno deve essere sempre disposta nel senso della corda.

La cèntina massima (e così la sua gemella) la costruiremo in

La centina viene ricollocata al suo posto incastrandola nel bordo d'attacco e nel longherone inferiore.

legno di spessore maggiore (in questo caso di m/m. 1,5) perchè sta al centro dell'ala e perciò è soggetta a dover sopportare lo sforzo più grande e i contraccolpi in caso di urti contro gli eventuali ostacoli. Le altre cèntine le faremo di spessore minore (m/m. 1), per ottenere una maggiore leggerezza.

Fatto il disegno di ogni cèntina, o ricalcato sul legno quello fatto su carta, non è necessario ripetere l'operazione. Per essere sicuri che le cèntine di ogni coppia risultino identiche, procederemo nel lavoro costruendole a due a due. Prima di tutto ritaglieremo il legno, lasciando un po' di margine all'esterno del disegno. A questo pezzo ne uniremo un

altro, delle stesse dimensioni, a mezzo di chiodini, badando (fig. 18) di piantarli in posizione tale che non abbiano ad ostacolare il lavoro, e tagliando, con i tronchesini, le parti sporgenti dal legno. Questo è il mezzo migliore per unire i due pezzi da lavorare. Il sistema di incol-

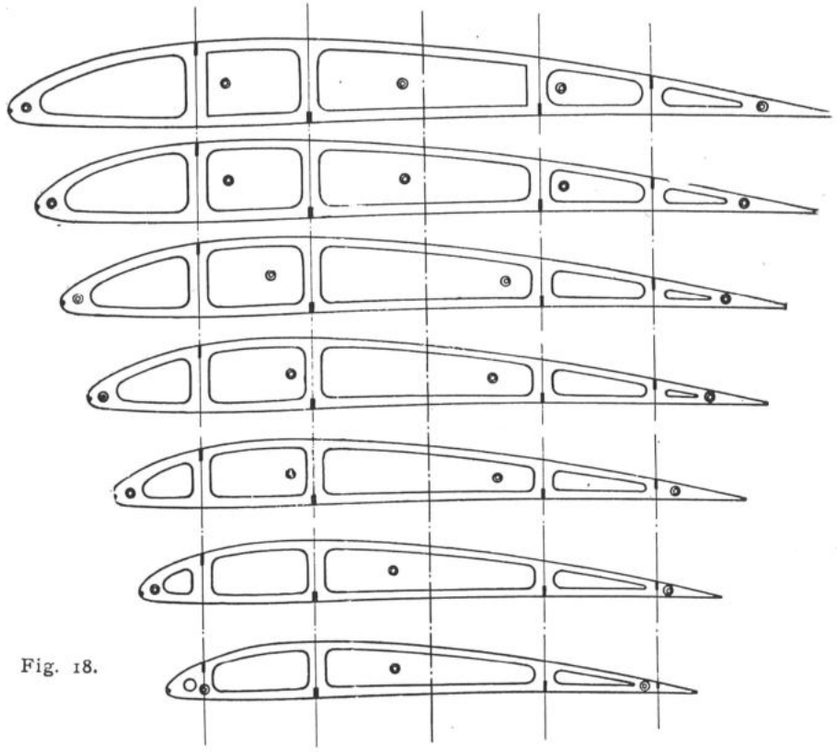


Fig. 18.

larli insieme, frapponendo fra l'uno e l'altro un foglio di carta, richiede, poi, l'immersione in acqua, però il legno si può deformare e può accadere che gli strati del compensato si stacchino. Eseguita l'unione dei pezzi, si sega l'esterno della cèntina, lasciando un piccolissimo margine, e senza mai oltrepassare, verso l'interno, il segno. Fissata la coppia, così preparata, alla morsa (mettendo sulle ganasce di questa due rivestimenti di cartone per non guastare il legno), con la lima e carta vetrata fina si toglie l'eccedenza di legno, fino a raggiungere esattamente il segno. Bisogna ora procedere al lavoro di traforo,

dopo, si intende, aver praticato col trapano, nelle parti da asportare, alcuni forellini nei quali si introdurrà la lama del seghetto. Il traforo delle parti interne delle cèntine non richiede l'esattezza che occorre per quelle esterne. Raccomandiamo, soltanto, di non fare angoli vivi, ma di arrotondare sempre i raccordi, meno che in casi speciali. Nell'ala che stiamo descrivendo, soltanto la cèntina maggiore ha quattro angoli vivi, che serviranno per l'unione delle due mezze ali. Ultimato il lavoro di seghetto, con la lima si tolgono le sbavature del legno. Infine si procede a fare gli incastri per i longheroni e per il bordo d'attacco. Per questo si fa un solco, con la lima tonda, che contenga esattamente il tondino di alluminio, o di legno, secondo i casi. Noi adotteremo, per il bordo d'entrata, filo di alluminio di diametro m/m. 1,5; per i longheroni listelli di bosso, di m/m. 1 × 3 per quelli collocati sul dorso e per quello inferiore posteriore, mentre per quello inferiore anteriore, che deve reggere ad uno sforzo maggiore, adotteremo un listello di bosso di sezione m/m 2 × 3 (fig. 19). L'esecuzione degli incastri dei longheroni può essere fatta

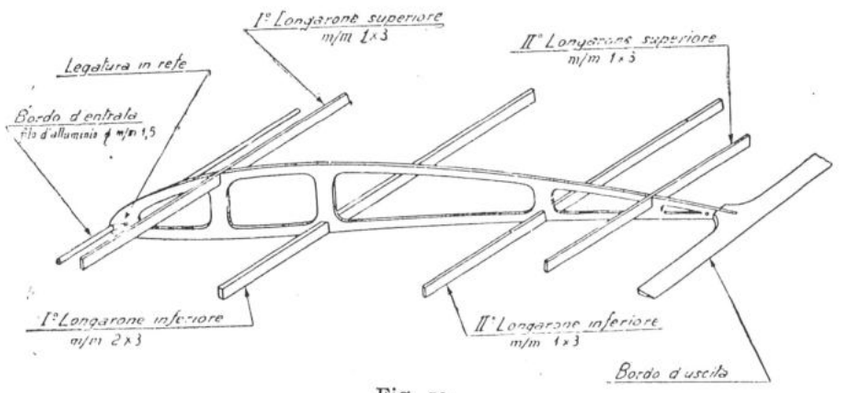
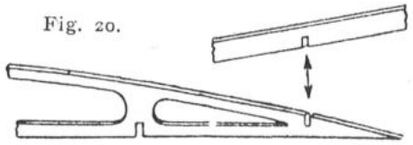


Fig. 19.

con l'aiuto di una lama per sega da metalli di taglio e di spessore sottile, oppure con una lima sottile di taglio fino. Quando il taglio d'incastro, con la sua profondità, indebolisse troppo la cèntina, si potrà eseguirlo per metà sulla cèntina e per metà sul longherone (vedi fig. 20).

Ultimate le cèntine, per mettere insieme lo scheletro delle due mezze ali occorrono i piani di montaggio. Potrebbe bastare un piano solo; ma, poi che la spesa non è eccessiva, si può consigliare di farne due, tanto più che saranno sempre utili e comodi. Questi piani (fig. 21) consistono in due tavolette di legno dolce bene stagionato di cm. 2 di spessore. Le dimensioni normali sono di cm. 100 di lunghezza per cm. 50 di larghezza. Dovranno essere ben levigati, perfettamente in piano, e, al fine di evitare deformazioni, rinforzati con travi trasversali nella parte inferiore. Dovranno essere conservati sempre con la massima cura, in luogo asciutto, in modo che gli agenti atmosferici non li possano deformare.

Fig. 20.



Per il montaggio delle mezze ali, si dovrà fissare, con delle puntine, su ogni piano il disegno di una semiala.

Provvediamoci ora del bordo d'uscita, che consiste in un listello di legno di pioppo, o di cirmolo, od altro adatto, di sezione a triangolo, che nel caso in parola potrà avere le misure di m/m 3 di base per 12 di altezza. In questi listelli (uno per ogni semiala) occorre praticare dei tagli per l'incastro nelle cèntine (v. figg. 19 e 22). Per far ciò si appoggiano i listelli sul disegno, con lo spigolo più acuto contro la linea che determina il bordo di uscita, e vi si segnano i punti corrispondenti alla posizione delle cèntine. Occorre fare bene attenzione che i tagli d'incastro risultino in direzione delle cèntine; quindi, se il bordo d'uscita non è perpendicolare alle cèntine, i tagli dovranno essere fatti obliqui. Per l'esecuzione si procede come per quelli sulle cèntine, con profondità

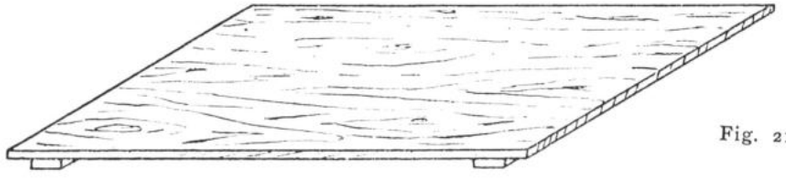


Fig. 21.

fino a metà spessore del listello. Nella fig. 22 è raffigurato anche un bordo di uscita con alleggerimento ottenuto asportando, con il seghetto, una parte del legno.

Ci si provveda ora di quattro regoli di cm. 2 × 3 di sezione, lunghi quanto ogni mezza ala. I lati devono essere ben diritti. Si fissino, a mezzo di viti, due su ogni piano, in modo che coincidano esattamente, due con i bordi d'uscita e due con i bordi d'entrata dei disegni. Questi regoli, così montati, limiteranno, per tutta la lunghezza, la profondità dell'ala, garantendo una perfetta esecuzione dell'ossatu-

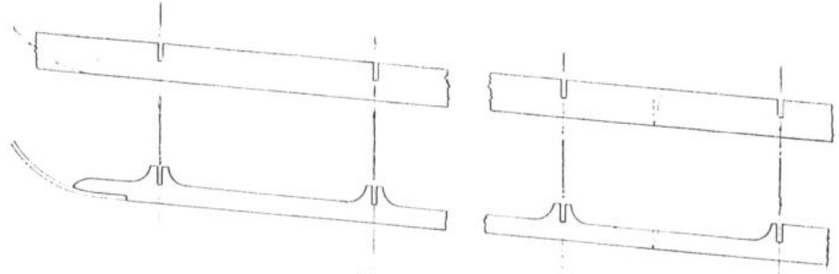


Fig. 22.

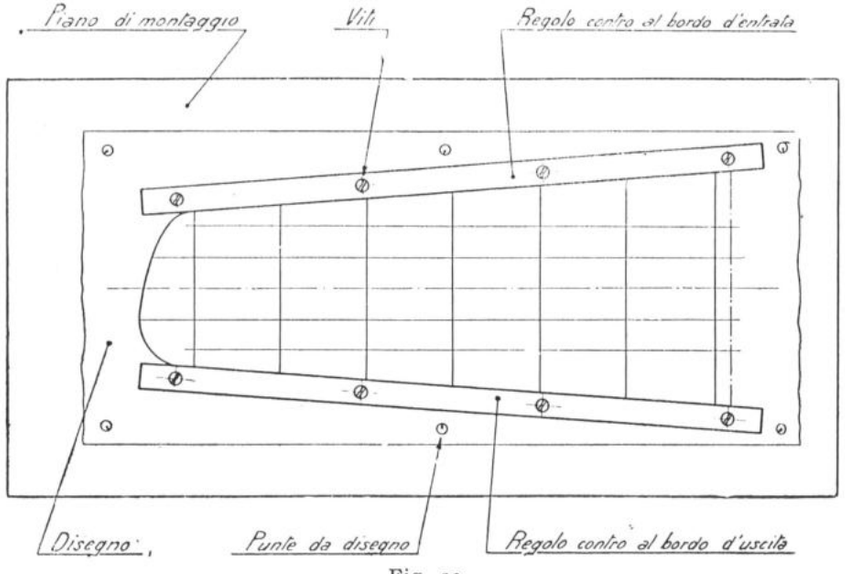


Fig. 23.

ra (fig. 23). Contro i regoli che coincidono con i bordi d'uscita, si dovranno fissare provvisoriamente, con piccoli chiodi, i listelli già preparati, in modo che lo spigolo acuto sia aderente al regolo e gli incastri combacino esattamente con i segni corrispondenti alle cèntine. Bisogna ora adattare le singole cèntine, alle quali occorre tagliare, al bordo d'uscita (fig. 24), quanto è necessario perchè possano entrare esattamente fra i due regoli, incastrandosi nel listello del bordo d'uscita. Collocate ai loro posti tutte le cèntine, occorre verificare, con una pic-

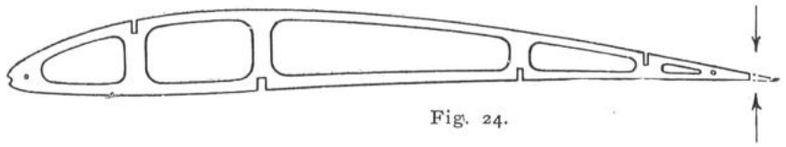
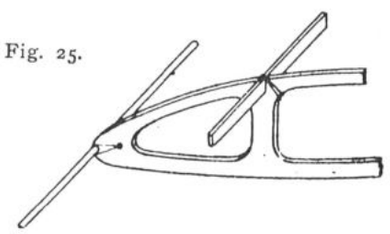


Fig. 24.

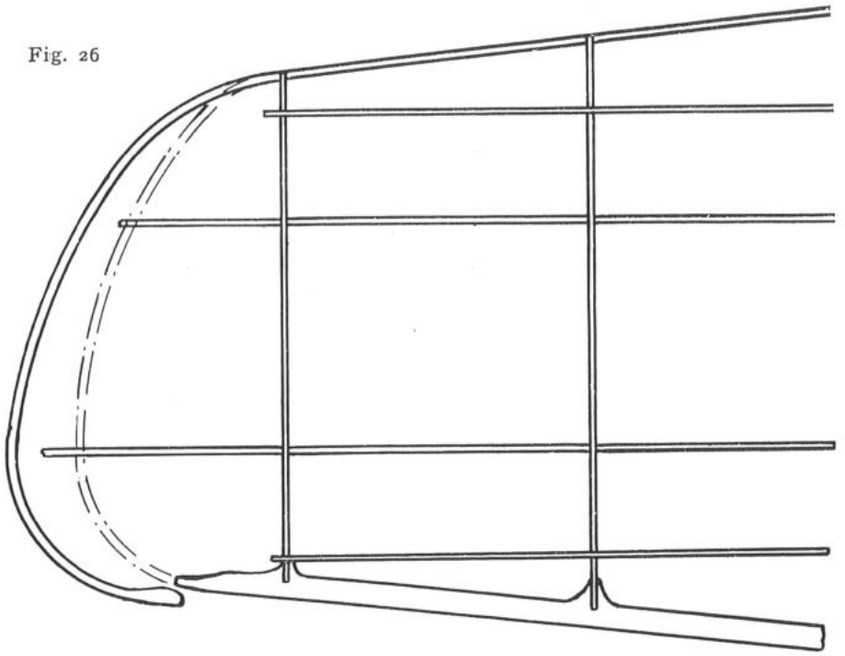
cola squadra, che siano perpendicolari al piano di montaggio, e che i tagli d'incastro per i longheroni siano allineati. Collocati i longheroni, tanto superiori che inferiori, di lunghezza maggiore del necessario, si farà una robusta legatura, con refe, ad ogni giuntura (fig. 25). Verificato che tutto sia a posto, sarà bene mettere, sul disegno, dei pezzetti di carta sotto ogni punto che dovremo incollare: salveremo, in tal modo, il disegno. Fatta una seconda verifica, servendoci di un'asticciuola di legno appuntita, procederemo alla incollatura, facendo cadere, su ogni incastro, una o due gocce di colla alla caseina. Durante l'essiccamento della colla, i piani di montaggio, con gli scheletri, devono essere tenuti in luoghi non soleggiati, nè prossimi a sorgenti di calore, come già è stato avvertito. Ad essiccamento ccmpiuto, si tolgono i regoli avvitati sui piani, quindi si staccano gli scheletri, liberandoli dai chiodini che tenevano i bordi d'uscita e da quanto ha servito per tenere a posto le cèntine. Infine si procede alla pulitura, raschiando le ossature leggermente e con precauzione.

Fig. 25.



Per montare il bordo d'attacco daremo al filo d'alluminio la sagoma precisa del contorno dell'ala, e, ponendolo nel solco fatto nelle cèntine, lo troncheremo alla lunghezza giusta per l'unione con il bordo

Fig. 26



d'uscita (fig. 26). Dalla parte della cèntina centrale, invece, lo lascieremo un po' più lungo. Taglieremo ora nella giusta misura i due longheroni inferiori, facendo su ognuno, come nelle cèntine, un solco per il filo d'alluminio. Ma prima di procedere oltre appiattaremo col martello l'estremità del filo d'alluminio che deve essere unita al bordo d'uscita e poi uniremo il filo d'alluminio alle cèntine e ai longheroni inferiori nei punti dove abbiamo praticato i piccoli solchi. Tale unione faremo con robuste legature di refe e su ogni legatura spalmeremo, poi, un po' di colla (v. fig. 27). Per la finitura si potrà far uso di una lima, preferibilmente mezzo tonda, e si toglieranno negli spigoli delle giun-

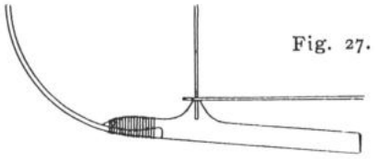


Fig. 27.

ture tutti i residui di colla, facendo attenzione di non intaccare nè i longheroni, nè le cèntine. Se possibile, toglieremo quindi le legature di

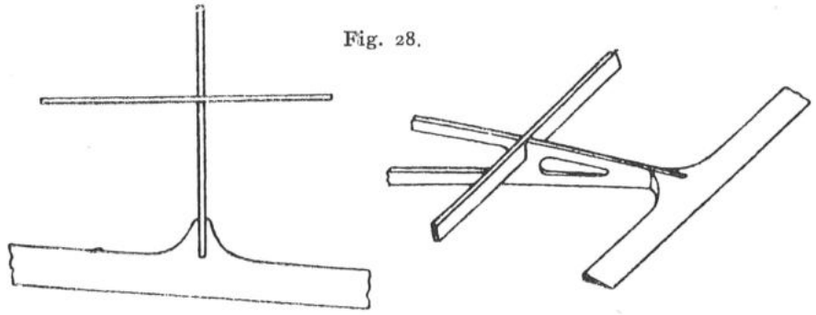


Fig. 28.

refe, ad eccezione di quelle fatte per tener fisso il bordo d'entrata.

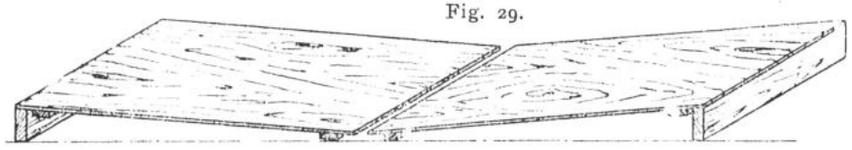


Fig. 29.

Anche il bordo d'uscita dovrà essere limato, ed ancora alleggerito e rifinito nei pressi degli incastri con le cèntine. Toglieremo ed arro-

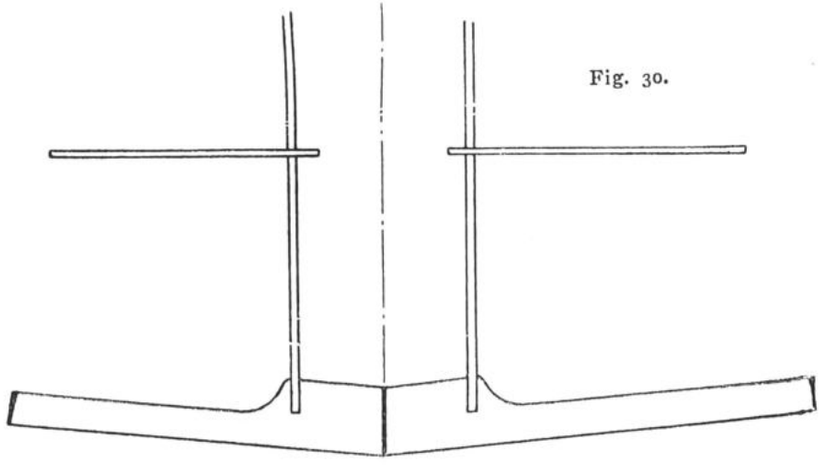


Fig. 30.

tonderemo con cura le punte grezze che erano state lasciate (fig. 28).

Riunite le due semiali, si dovranno mozzare i longheroni supe-

riori, poco al di fuori dell'ultima cèntina. Così si taglierà pure l'estremità del bordo d'entrata rimasta libera verso la mezzeria, lasciando una sporgenza di circa 10 m/m.

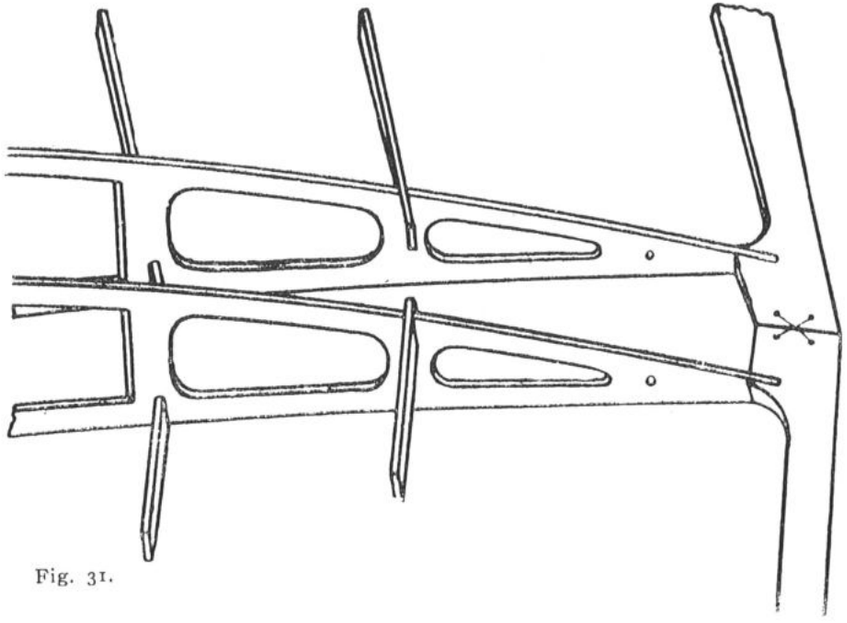


Fig. 31.

Finito lo scheletro delle semiali, occorre provvedere alla loro unione. Per questa parte di lavoro ci serviremo ancora dei piani di

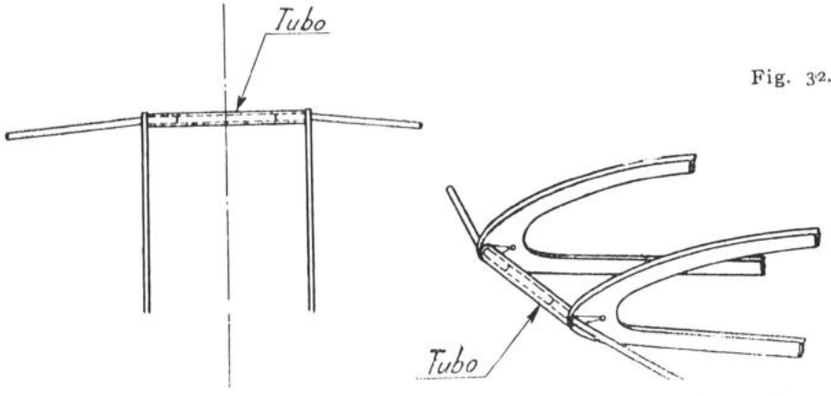


Fig. 32.

montaggio, che disporremo uno di fronte all'altro, come indica la fig. 29, cioè tenendo sollevate le estremità esterne, con un regolo di legno, in

modo da ottenere l'angolo che si vuole dare alle due semiali. Le semiali vanno collocate sui piani di montaggio con le cèntine maggiori a filo dell'estremità interna. Si tagli, ora, al centro fra le due cèntine, la parte in più del bordo d'uscita, secondo la fig. 30. La legatura in croce (fig. 31) si eseguisce passando il solito filo di refe in quattro forellini e versandovi una goccia di colla per renderla più solida. Il bordo d'entrata si unisce con un pezzetto di tubo d'ottone, o

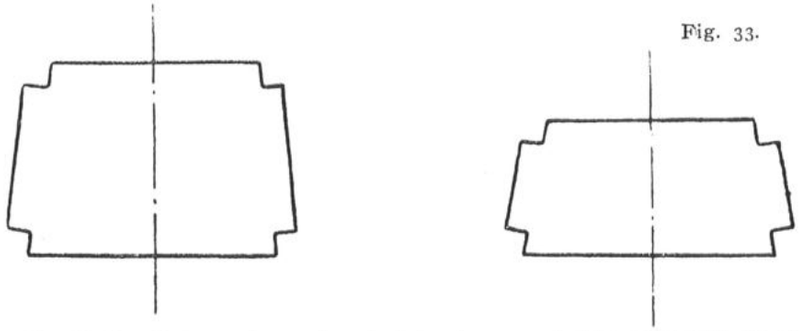


Fig. 33.

meglio d'alluminio, nel quale si introducono i due pezzetti di filo d'alluminio lasciati in più (fig. 32). Le parti che devono reggere tutto lo sforzo sono, però, i diaframmi, che devono collegare le due cèntine centrali. I diaframmi, le cui forme sono rappresentate nella figura 33, vanno incastrati, a contatto con le nervature delle cèntine, in corrispondenza degli angoli vivi del traforo, e prima di costruirli in legno è opportuno farne le sagome di prova in cartoncino, fino a trovare le misure esatte. L'applicazione dei diaframmi sarà fatta con una buona incollatura e legatura, tenendo gli scheletri delle mezze ali appoggiati sui piani. Quando la colla sarà ben secca, si toglierà tutto lo scheletro, e si eseguirà la pulitura e rifinitura delle ultime parti lavorate.

Oltre il sistema descritto, che è il più pratico ed il più facile, si può costruire un'ala in molti altri modi. La costruzione della cèntina, per esempio, può essere fatta con bastoncini opportunamente piegati

e curvati (fig. 34), con legatura e incollatura nei punti d'unione d'un pezzo con l'altro. Occorre, però, per ogni dimensione di cèntina, una sagoma traforata in un blocco di legno (fig. 35). Il materiale da usare

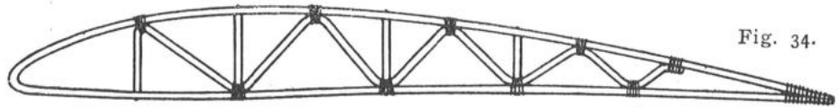
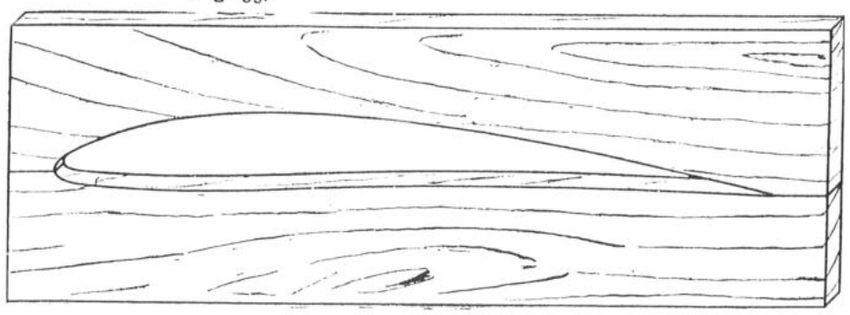


Fig. 34.

deve essere tenero ed elastico: si prestano i bastoncini di pioppo, che bisogna bagnare prima della lavorazione. Questo sistema presenta il vantaggio che, in ogni punto, le fibre sono disposte per il lungo, con maggiori qualità di resistenza.

Fig. 35.



Analogo a questo sistema, è il sistema tedesco della costruzione metallica, con laminati d'alluminio, di varie sagome, e con commettiture fatte a mezzo di piccoli chiodi ribaditi.

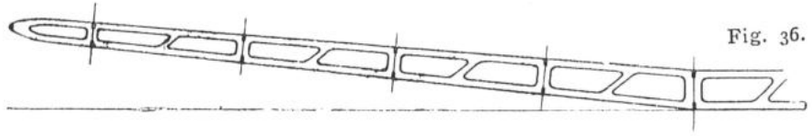


Fig. 36.

Con il balsa si possono costruire cèntine piene: in questo caso è opportuno incollare, sui due fianchi del legno di balsa, un foglio di carta.

In quanto ai longheroni, possono essere costruiti di compensato (fig. 36), secondo la sagoma e le misure, che devono corrispondere alla distanza ed allo spessore delle cèntine. Alla stessa maniera delle cèntine, si possono costruire longheroni con bastoncini.

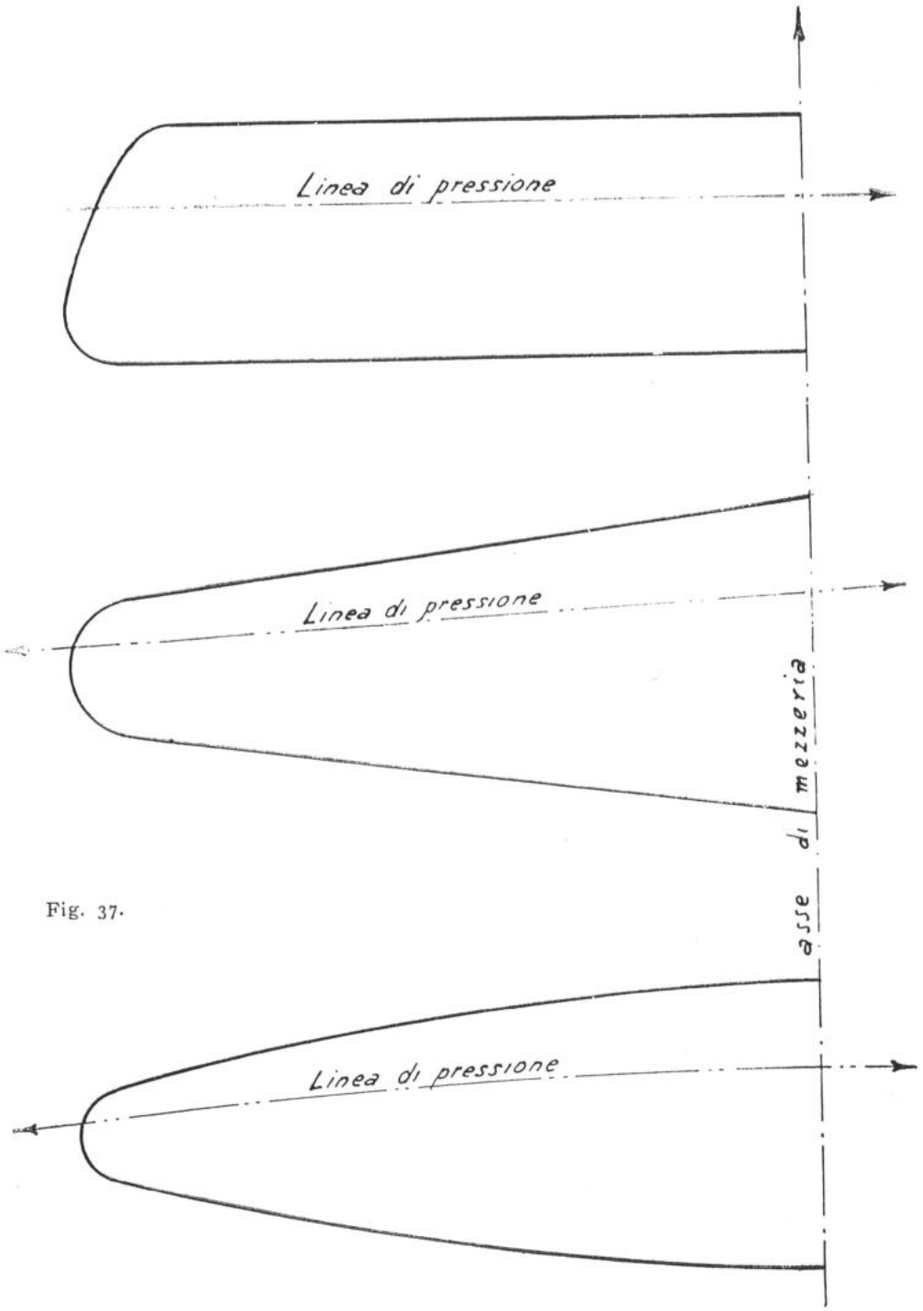


Fig. 37.

Anche il bordo d'entrata può essere costituito da un bastoncino, la rigidezza del quale si può aumentare con l'applicazione di una striscia di impiallacciatura, piegata secondo la curvatura delle cèntine.

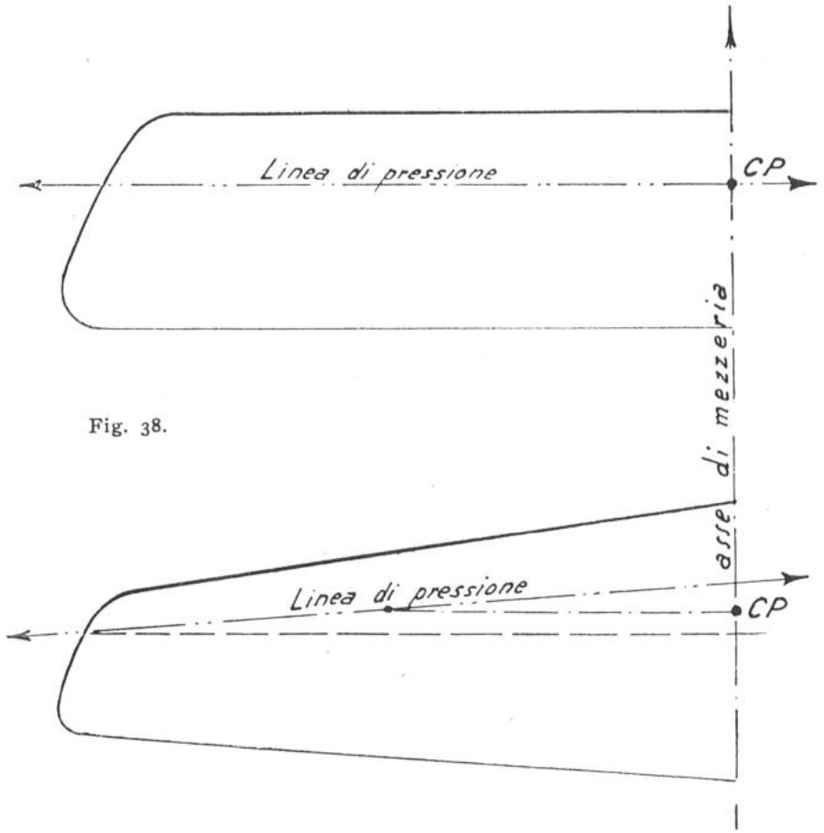


Fig. 38.

Quando se ne ha la possibilità, è bene rinforzare il bordo d'attacco con una striscia di impiallacciatura, che assicuri al rivestimento la forma progettata.

I sistemi migliori per costruire un'ala sono, ad ogni modo, quello descritto all'inizio di questo capitolo e quello nel quale si fa uso di longheroni di compensato.

Abbiamo parlato del centro di pressione riferendoci al profilo; occorre adesso determinarne la posizione rispetto all'ala intera, secondo

le diverse forme che ad essa potremo dare. Essendo l'ala simmetrica rispetto al piano verticale che passa per l'asse longitudinale dell'apparecchio, si deduce in primo luogo che il centro di pressione si troverà sul piano di mezzeria del modello, cioè su quel piano verticale che lo divide in due parti simmetriche.

Nella fig. 37 sono rappresentate tre ali: una rettangolare, una rastremata con i bordi d'attacco e d'uscita rettilinei, una rastremata con i bordi d'attacco e d'uscita curvilinei. Si chiama *linea di pressione* quella linea che unisce tutti i centri di pressione delle varie cèntine. Nella figura si è supposto che il centro di pressione, per il profilo adottato, si trovi al 30 % della corda. Le linee di pressione risultano così: nel primo caso una retta normale alla linea di mezzeria, nel secondo caso una retta inclinata all'indietro, nel terzo caso una curva.

Per determinare, con sufficiente approssimazione, il centro di pressione dell'ala intera, si traccia una retta perpendicolare all'asse di mezzeria e passante per il punto di mezzo della linea di pressione. (Si veda la fig. 38).

Per quanto riguarda la posizione del centro di pressione in altezza, occorre determinare, nella vista di fronte (fig. 39), le posizioni dei centri di pressione CP_1 e CP_2 delle due mezze ali, che si troveranno alla metà delle mezze ali. Unendo i due punti CP_1 e CP_2 con una retta, si ottiene in CP, intersezione di tale retta con l'asse di mezzeria, la posizione in altezza del centro di pressione. Naturalmente, come risulta dalla figura, con ali a V il centro di pressione viene spostato in alto.

Nelle ali dei modelli, generalmente, non si applicano gli organi di comando dell'equilibrio laterale, cioè gli *alettoni*. Tali organi constano in due parti dell'ala mobili, situate verso le estremità. Un abile aeromodellista non incontrerebbe eccessive difficoltà a costruirli, ma gli

si presenterebbe, poi, un problema ben più difficile da risolvere e cioè la costruzione di un meccanismo che li facesse funzionare efficacemente. D'altra parte, l'equilibrio laterale si ottiene facilmente costruendo le ali a V molto aperto, la qual cosa sopperisce a qualunque sistema automatico.

Il materiale più adatto per il ricoprimento delle ali è la carta. L'aeromodellista ha campo di scegliere, fra i tipi già elencati, quello che più gli aggrada e con il quale crede di raggiungere meglio il suo scopo,

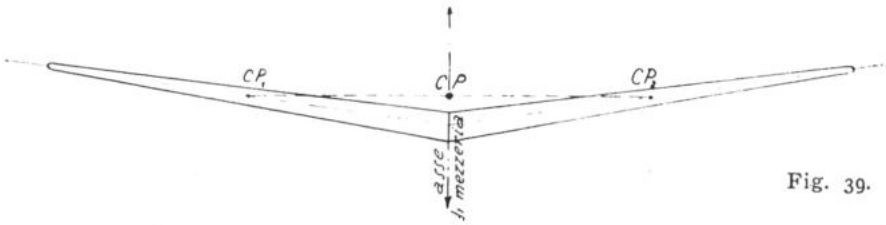


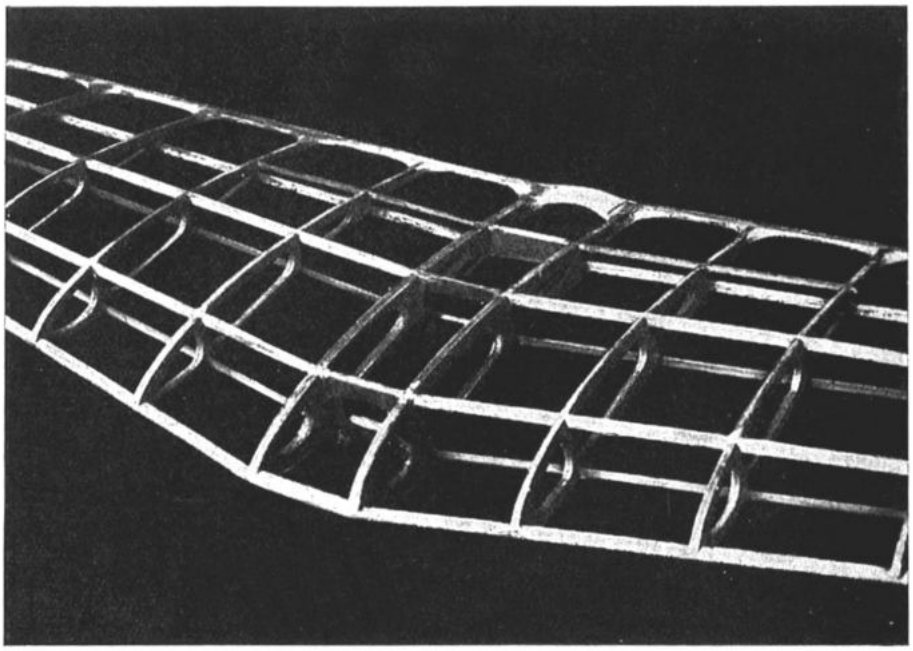
Fig. 39.

che dev'essere quello di ottenere insieme elasticità, robustezza e leggerezza. Il tipo di carta che noi consigliamo è la pergamina sottile. Il rivestimento deve essere fatto sempre con molta diligenza e con calma. Il montaggio della carta sulle ossature deve essere fatto servendosi di gomma arabica sciolta in acqua, in proporzione tale che la colla diventi piuttosto densa.

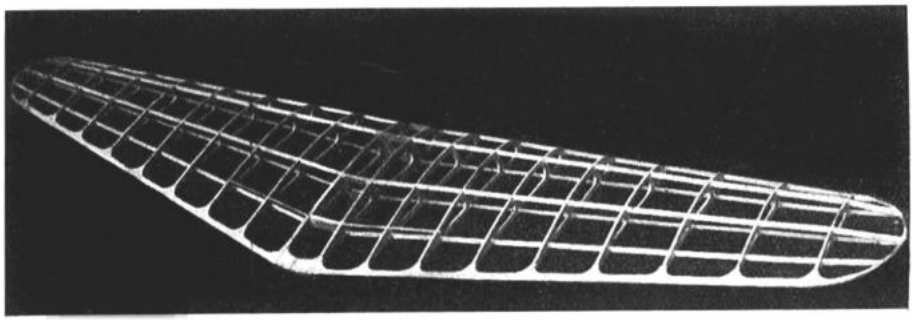
Per ricoprire un'ala è consigliabile servirsi, ancora una volta, dei piani di montaggio, sempre disposti come per il montaggio delle ossature. Si stenderanno su di essi dei fogli di carta bianca, possibilmente paraffinata, per impedire che la carta di copertura si attacchi al legno di detti piani. La copertura di un'ala deve essere sempre iniziata dalle superfici inferiori, ossia dal ventre. Si prepara innanzi tutto la carta nella forma e nelle misure necessarie, lasciando un piccolo margine, sia al bordo d'attacco, che al bordo d'uscita. Quindi, con un pennello non troppo bagnato, per non fare inutili e qualche

volta dannose sgocciolature, si spalmerà la gomma in quantità sufficiente e in modo uniforme sui bordi inferiori delle cèntine e dei longheroni della mezz'ala della quale si inizia il rivestimento. Steso il pezzo di carta, già preparato, sul piano di montaggio, vi si appoggia sopra con la massima cautela lo scheletro dell'ala, dalla parte ingommata. Quindi si preme un poco e poi si solleva l'ossatura. Con una leggera pressione delle dita si rende la carta completamente aderente a tutte le parti ingommate, curando massimamente che non presenti grinze e che non produca svergolamenti dannosi alla struttura dell'ala.

Si cura infine di rifinire, dopo aver tagliato l'eccedenza di carta, le parti ingommate sul bordo d'entrata, su quello di uscita ed alle estremità. Con uguale procedimento si dovrà coprire il ventre dell'altra mezz'ala, che si appoggerà poi sui piani di montaggio mettendo qualche peso sullo scheletro. Quindi si attenderà che la gomma asciughi.



Particolare dell'unione centrale degli scheletri di due semiali.



L'ossatura di un'ala pronta per essere rivestita.

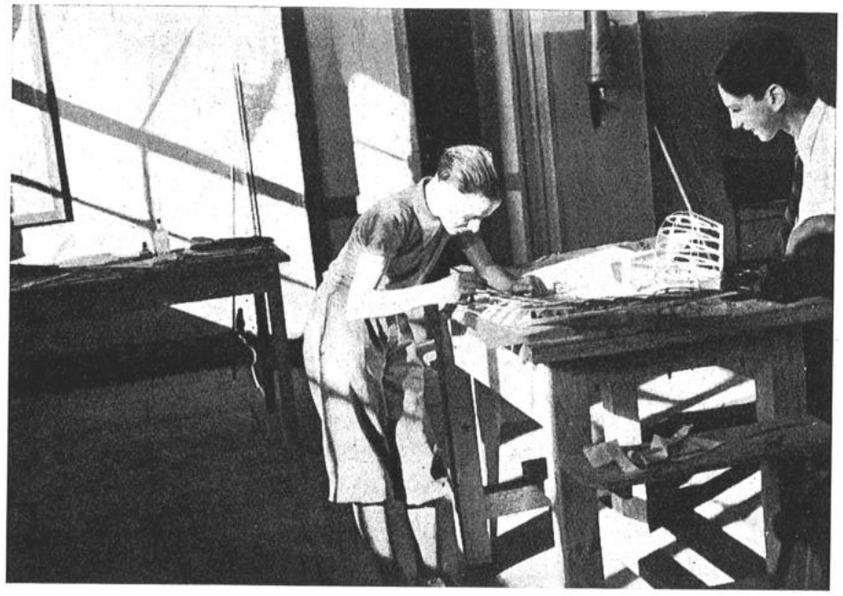
Perchè la gomma si asciughi occorre circa un'ora, dopo di cui si può far tendere la parte di carta già attaccata. Per fare ciò si passa, sfregando leggermente, sulla parte esterna della carta un batuffolo di cotone, o bambagia, impregnato di acqua pulita, fintanto che non sia bene ed egualmente inumidita. (Tale operazione si può eseguire anche con l'ausilio di un comune spruzzatore). Quindi si ricollocherà l'ala sul piano di montaggio fermandola ancora con pesi, i quali, premendo sull'ossatura, impediscono gli svergolamenti. Asciugata e tesa la carta della parte ventrale, bisogna assicurarsi che, nel tendersi, essa sia rimasta bene attaccata in ogni punto all'ossatura, che la tensione sia uniforme e il profilo esatto.

Verificato questo, si deve procedere, nello stesso modo, al ricoprimento della parte dorsale, sempre eseguendo mezz'ala per volta; dopo di che, con piccole striscie di misura adatta, si dovranno chiudere le parti centrali, sia sotto che sopra. Quando la gomma della parte superiore si sarà asciugata, si inumidirà la carta come si è fatto per la parte inferiore, e, fermando il tutto sui piani di montaggio, si lascierà asciugare, avendo l'avvertenza di cambiare ogni tanto la posizione dei pesi per non far aggrinzare la carta nei punti sui quali essi sono appoggiati.

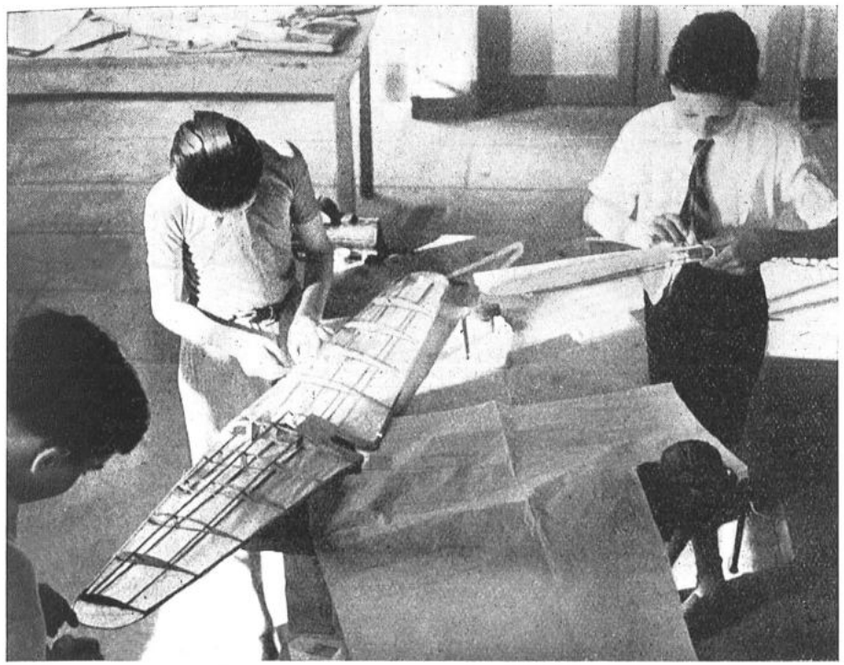
L'operazione di rivestimento deve sempre essere fatta in luogo ombroso e riparato da correnti d'aria, mai al sole o vicino a sorgenti

artificiali di calore. Una volta tesa, e se si tratta di carta adatta, e se il rivestimento sarà stato bene eseguito, si constaterà che l'ala è diventata rigida.

Volendo rivestire l'ala di tela, o di seta, il procedimento è identico, sia per l'incollatura alle ossature, che per lo stendimento, ma bisogna tenere presente che, sia la tela, che la seta non dovranno mai essere bagnate od inumidite prima del montaggio, perchè, altrimenti, non si tenderebbero più. Le coperture, tanto di carta che di stoffa, devono essere rese impermeabili all'aria. In caso diverso si avrà una riduzione notevole di sostentamento. Per rendere rigide la carta e la stoffa vi sono diverse vernici adatte. La scelta deve essere fatta fra quelle di più facile uso e che maggiormente rispondano all'esigenza. Le ver-

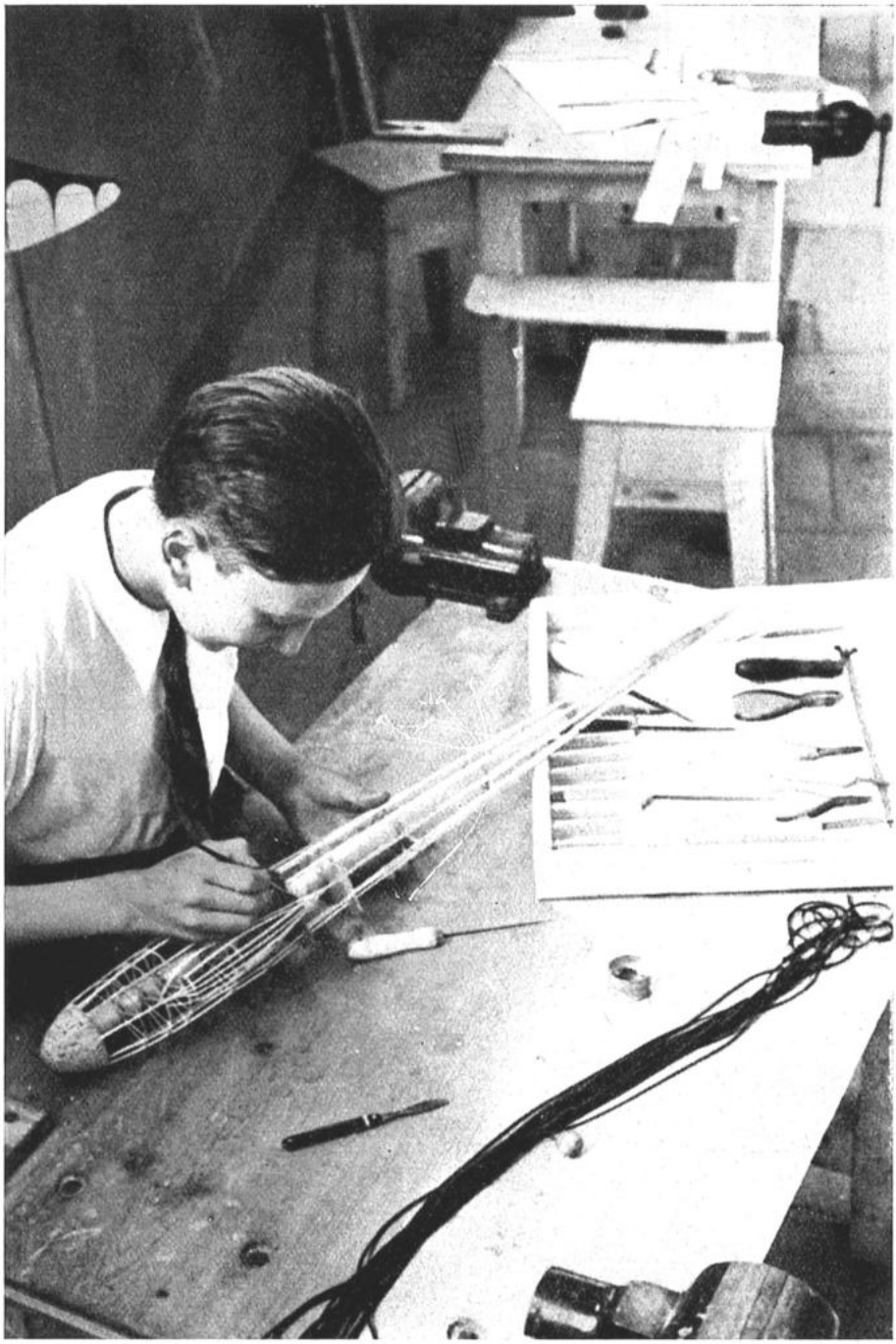


Ultimi tocchi attorno all'ossatura completa di un'ala.

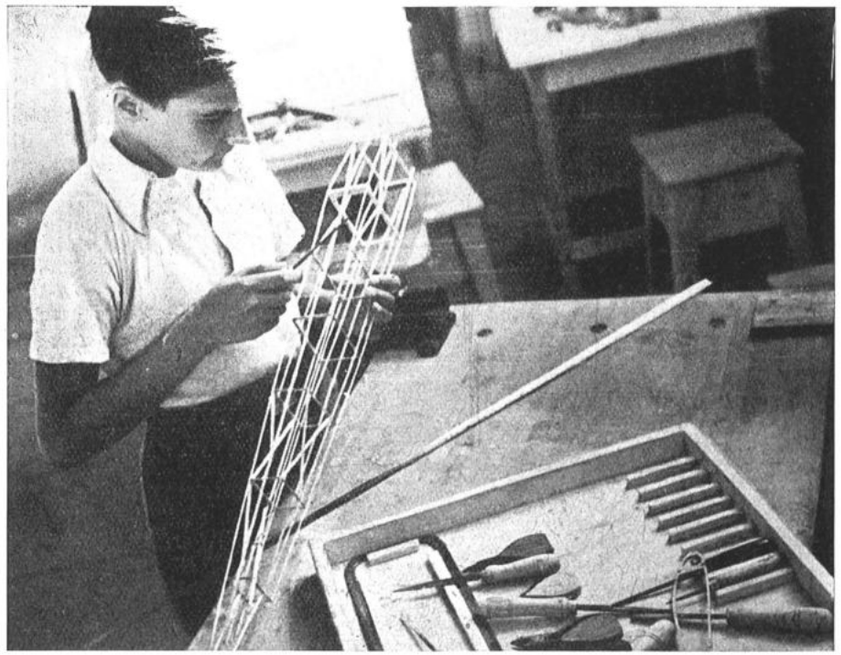


L'accurato e paziente lavoro di rivestimento di due ali.

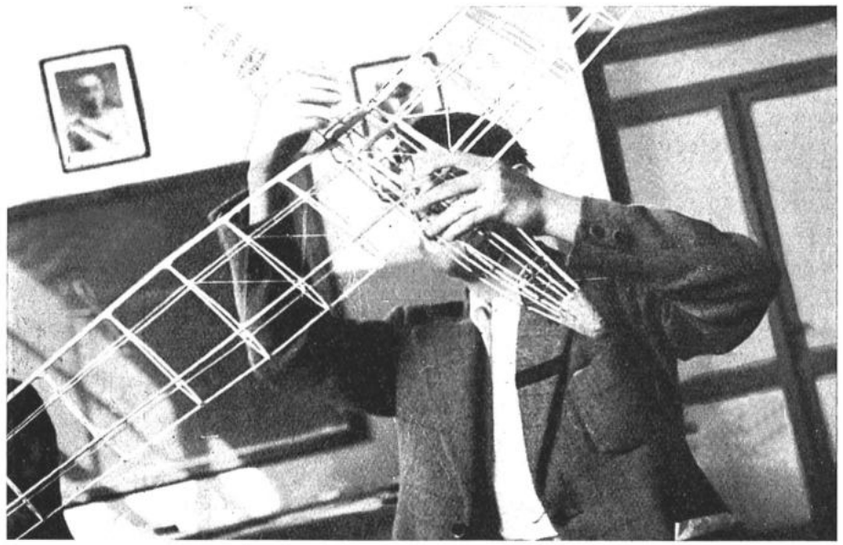
nici non devono appesantire l'ala, il rivestimento della quale deve essere elastico. E' consigliabile adoperare vernici trasparenti e di essiccazione rapida. Tali vernici, che si lascieranno poi asciugare naturalmente e all'ombra, si applicano con un pennello soffice e mai troppo imbevuto, o con spruzzatore, se la vernice è stata preventivamente molto diluita. Si possono dare uno o due strati di vernice, a seconda della densità. Le parti inferiori dovranno sempre essere le prime ad essere verniciate, dopo di che si verniceranno quelle superiori. Si raccomanda sempre una grande diligenza.



COSTRUZIONE DELLA FUSOLIERA



Lavoro di rifinitura attorno ad una fusoliera di sezione rettangolare.



L'aeromodellista controlla se gli attacchi dell'ala sulla fusoliera sono solidi.

COSTRUZIONE DELLA FUSOLIERA

In tutti gli aeroplani la fusoliera deve avere una forma tale da offrire la minima resistenza all'avanzamento.

La forma della fusoliera è diversa fra apparecchio ed apparecchio e dipende in parte dalla fantasia del costruttore, in parte dalle indispensabili esigenze delle installazioni di bordo, ed infine dall'impiego che si desidera fare dell'apparecchio.

Nel caso più semplice degli aeromodelli, la fusoliera può essere ridotta alla forma più elementare della sola trave, ossia ad un comune regolo di legno (figura 40), di sezione quadrata, o rettangolare. Ad

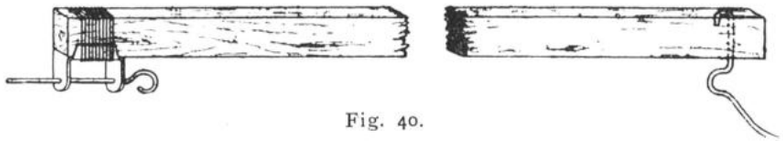


Fig. 40.

una estremità del regolo si applica un supporto portante l'albero dell'elica e all'altra estremità un gancio per tener tesa la matassa di gomma.

Nella fusoliera così costruita, l'elastico motore rimane all'esterno senza alcun riparo o protezione e gli sforzi prodotti dalla sua tensione non possono essere giustamente distribuiti. Il regolo è soggetto a deformazioni che possono spostare molto facilmente il centramento esatto dell'apparecchio. Questo tipo di fusoliera può essere adoperato dai principianti, e per modelli di piccole dimensioni.

Molti vantaggi si ottengono, invece, con la fusoliera a tubo, che è

in proporzione più leggera e nasconde e ripara la gomma motrice, il cui sforzo di tensione viene perfettamente suddiviso e sopportato da ogni parte del tubo.

Questi tubi, costituenti le cosidette *fusoliere a tubo,* sono per lo più costruiti di legno e resistono molto bene agli sforzi di torsione e di compressione.

La fusoliera a tubo è consigliabile ai costruttori novellini. (Notiamo fra parentesi che si tratta della fusoliera più usata, appunto perchè si costruisce facilmente. Il guaio è che molti aeromodellisti le si affezionano troppo...)

Il *tubo fusoliera* si costruisce adoperando legno da impiallacciatura di 5 o 6 decimi di millimetro di spessore, oppure legno compensato sottile, di 4 o 5 decimi di millimetro.

L'impiallacciatura da usare è quella di noce, o quella di acero; il secondo legno è da preferire; ma a tutto è da preferire il compensato di betulla sottile, che offre la maggiore robustezza.

Questi tubi possono essere costruiti di forma cilindrica o conica; ad ogni modo il loro diametro interno deve essere tale da alloggiare con sufficiente agio la matassa, o le matasse, di gomma motrice.

Per costruire i tubi è necessario possedere un attrezzo indispen-

Fig. 41.

sabile, detto comunemente *anima,* costituito da una canna metallica di diametro esterno uguale a quello interno del tubo che si vuol costruire. La canna metallica deve essere più lunga del tubo di compensato, o di impiallacciatura, che si desidera costruire. La costruzione del tubo-fusoliera può essere fatta in due modi: con avvolgimento del tubo a *spirale,* oppure *diritto* nel senso della lunghezza.

Il tubo fatto con l'avvolgimento a spirale acquista una maggiore

rigidezza, risulta ben diritto e sentirà meno di qualsiasi altro le variazioni atmosferiche; perciò la confezione di tubi di questa specie è da preferirsi a qualsiasi altra.

La costruzione del tubo-fusoliera non è difficoltosa come molti cre-

Fig. 42.

dono: occorre soltanto avere pazienza e procedere, in ogni operazione, senza preoccuparsi del tempo che si dovrà impiegare.

Costruendo tubi con legno da impiallacciatura, si possono fare di uno o due strati. Se si costruiscono di uno strato solo, possono essere rinforzati con un totale ricoprimento di seta ben incollata all'esterno e verniciata.

Per costruire un tubo, la prima operazione da eseguire è quella di tagliare il materiale nelle dimensioni che sono state calcolate a seconda dello sviluppo del tubo che si vuol fare, più l'orlo (di non meno di dieci millimetri) da sovrapporre lungo tutta la spirale per la commettitura. Tagliato il legno, si dovrà metterlo in acqua per ammorbidirlo e per poterlo curvare od attorcigliare senza rischio di spezzarlo. L'anima dovrà essere bene spalmata di sego, e su di essa si dovrà avvolgere il legno ancora bagnato.

Ad avvolgimento fatto, si dovrà legare il tutto con spago, o, meglio, fasciare con del nastro di tela. Si lasci quindi asciugare per circa sei ore, dopo di cui si potrà togliere lo spago, o la fasciatura: il legno, sia impiallacciatura che compensato sottile, sarà allora arrotolato ed infustito (fig. 41 e fig. 42). Quindi si pulirà l'anima, e dopo averla cosparsa nuovamente di sego, si rimonterà il legno spalmando di buona colla il lembo da sovrapporre. Si preferisca per questi lavori la colla a freddo. Infine si rifarà una nuova legatura, bene stretta, usando, preferibilmente, della fettuccia di tela.

Legato così il tubo sulla propria anima, si deve lasciare che la colla asciughi, senza esporre il lavoro al sole o a qualsiasi altra fonte di calore artificiale. Dopo circa 24 ore, sciolta la fettuccia, si potrà togliere il tubo dall'anima, facendolo scorrere sull'anima stessa: ciò non risulterà difficile se si sarà fatto uso del sego e se l'operazione dell'incollatura sarà stata fatta con la dovuta diligenza (fig. 43).

Tolto il tubo dall'anima ed esaminato che il lavoro sia riuscito soddisfacente, si deve pulire l'anima dal sego e rimontarvi il tubo per procedere alla sua pulitura e alla rifinitura esterna, che dovrà essere eseguita con carta vetrata fina.

Fig. 43.

I bordi dei tubi dovranno sempre essere rinforzati con manicotti dello stesso materiale, ivi sovrapposti ed incollati, (fig. 44), e così pure i punti nei quali dovranno essere fissati il carrello ed il pattino di coda.

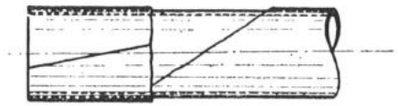


Fig. 44.

Spesse volte, a causa delle dimensioni del materiale che si adopera, non si può eseguire in un sol pezzo il tubo di lunghezza voluta; occorre, in tal caso, fare delle commettiture. Il modo più semplice è quello di sovrapporre alla giuntura un manicotto fatto con una striscia di legno, come per i rinforzi alle estremità (fig. 45). Altre volte, poichè certi tubi, per chi non abbia un grande laboratorio, sono ingombranti, o perchè così lunghi si trasportano disagevolmente, è necessario costruirli in più parti. In questo caso si incolla il manicotto su una sola delle parti del tubo, in modo da potere sfilare l'altra (fig. 46). Per non rischiare di danneggiare l'elastico motore si applichi sempre questo manicotto all'esterno.

Non è consigliabile verniciare i tubi (salvo quelli ricoperti di seta), perchè le fibre del legno si indurirebbero ed i tubi diverrebbero molto fragili e sarebbero soggetti a storcersi o a spezzarsi con grande facilità.

Sarà bene, invece, spalmarli con l'olio di lino crudo e poi, se si vuole renderli levigati e lucidi, si strofinino lungamente, e sempre nello stesso senso, con un batuffolo imbevuto di gomma lacca e di spirito.

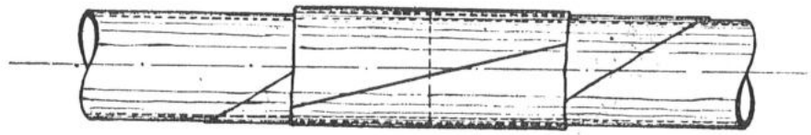


Fig. 45.

Quando i tubi-fusoliera sono smontati, devono essere tenuti infilati sulla loro anima, in modo che non abbiano a deformarsi o correre il rischio di essere schiacciati. Ripetiamo che la fusoliera a tubo è consigliabile soltanto ai costruttori che sono alle loro prime armi, o per costruzioni sperimentali o speciali. L'aeromodellista un po' esperto deve invece costruire i suoi apparecchi completi, con relativa fusoliera, come quella di tutti gli apparecchi veri.

La fusoliera è una trave a traliccio la cui sagoma esterna è fatta a piacimento del costruttore; ma ad ogni buon conto la forma deve essere sempre scelta in modo da ottenere una buona penetrazione.

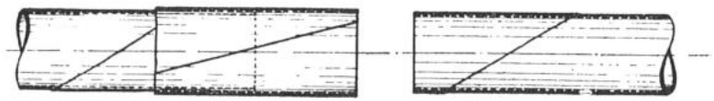
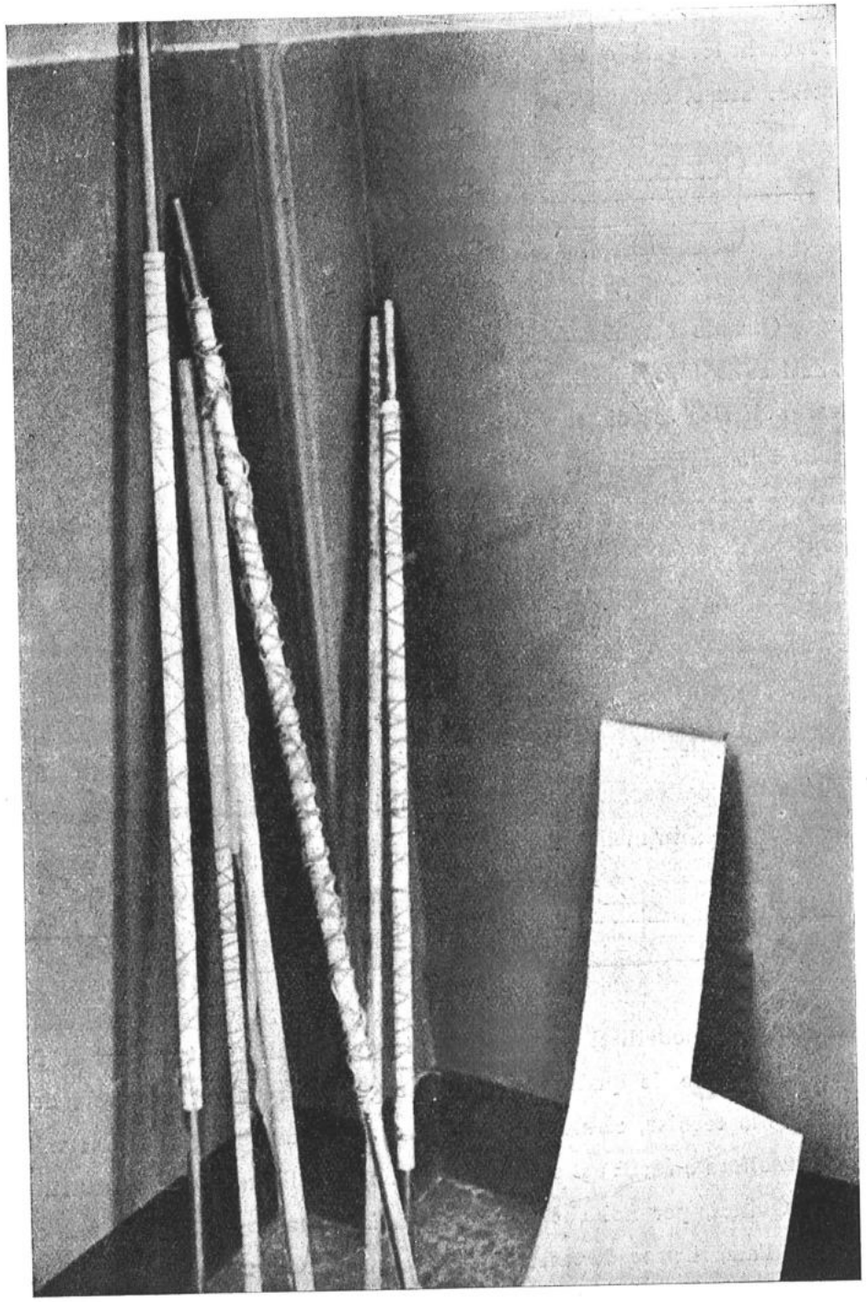
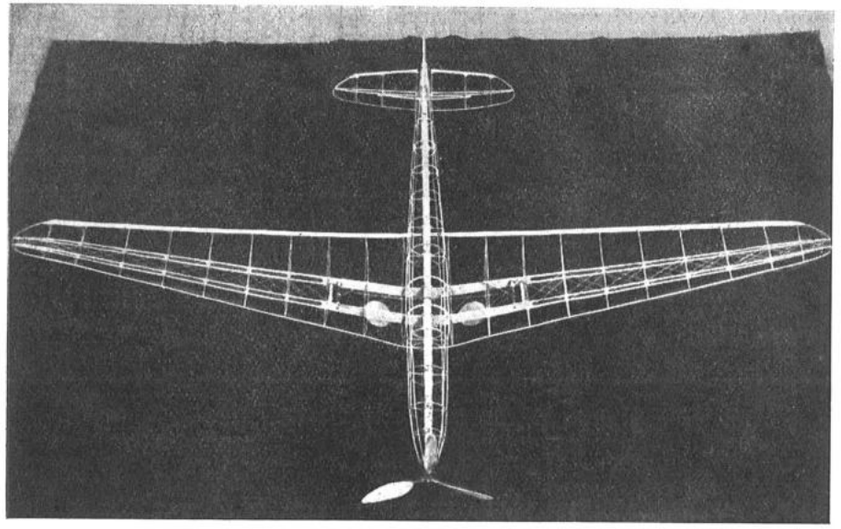


Fig. 46.

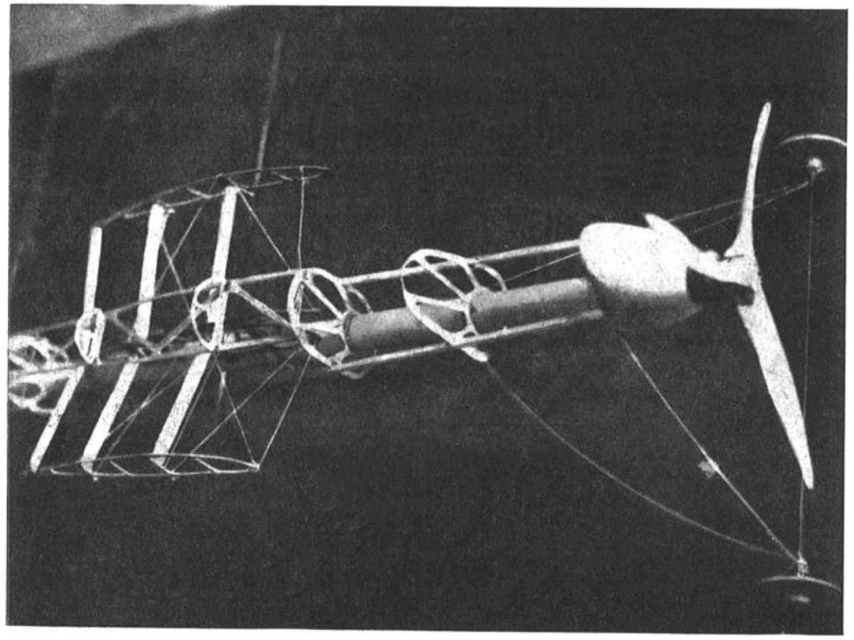
Gli aeromodellisti non devono rifuggire dalla costruzione di fusoliere robuste, le quali, se eseguite seguendo scrupolosamente i dettami della tecnica, risulteranno anche relativamente leggere. Costruire una fusoliera è facile: il sistema è uguale a quello seguito per costruire l'ala. Quindi, per noi che abbiamo già imparato a progettare e a costruire l'ala, il procedimento per progettare e costruire la fusoliera non presenterà complicazioni. Per ciò che riguarda la forma è bene atte-



Tubi di compensato lasciati ad asciugare sulle loro anime di metallo.



Scheletro di un aeromodello a carrello retrattile comandato dalla matassa motrice a traverso il supporto dell'elica.



Si noti l'attacco dell'ala che è parte integrale della struttura della fusoliera.

nersi, in genere, a quella degli aeroplani veri. Le fusoliere possono essere di sezione quadrata, rettangolare, tonda, ovale, eccetera.

Disegnata una fusoliera nella sua vista longitudinale, o di fianco, si devono tracciare le sezioni trasversali che, costruite con materiale adatto e collegate fra loro con listelli correnti longitudinalmente, serviranno a dare e a mantenere la forma.

La suddivisione delle sezioni trasversali deve essere fatta in modo da non indebolire la costruzione: perciò è bene tener sempre presente che le fusoliere devono formare una parte rigida resistente in tutti i sensi, e che, se dovranno sopportare, senza tubo, lo sforzo dell'elastico motore, dovranno avere una maggiore rigidezza.

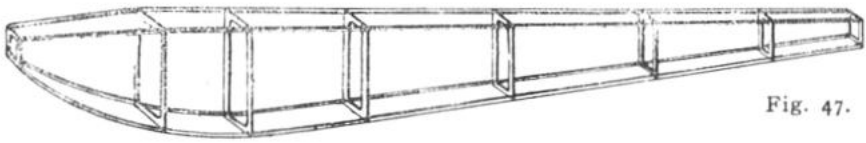


Fig. 47.

La parte della fusoliera che sopporta il maggiore sforzo è quella anteriore dove si applicano l'ala, il carrello e l'elica. Quindi è necessario che le sezioni trasversali vengano collocate, nella parte anteriore, in maggior numero (e cioè più vicine fra loro) che non nella parte posteriore. Nella costruzione delle fusoliere si usa il legno compensato, ed anche il balsa, per le sezioni trasversali (o *diaframmi*), e legni di diverse specie (bosso, tiglio, pioppo, ecc.) per i listelli di collegamento delle sezioni. Eccovi la fig. 47 nella quale è rappresentata una fusoliera molto semplice, a sezione rettangolare, composta di diaframmi collegati da listelli correnti.

E' necessario che i diaframmi siano traforati in tutta la parte centrale: in tal modo saranno più leggeri. E' inutile aggiungere che per il vuoto del traforo dovrà passare il tubo, o la matassa di gomma.

Non riparleremo della costruzione, poichè, come si è detto, è la stessa cosa che costruire un'ala.

Ecco nella figura 48 un tipo di fusoliera costruita con diaframmi montati su una trave di forza costituita da un regolo rigido. Si tratta, come vedete, di una costruzione semplice e solida ad un tempo. I diaframmi di questo tipo di fusoliera, non dovendo sopportare che in minima parte gli sforzi di torsione, possono essere costruiti con materiali leggeri.

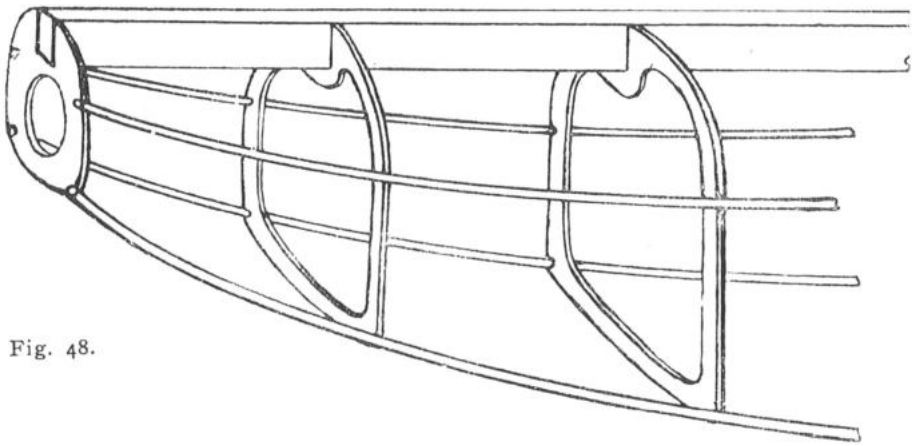


Fig. 48.

Un altro sistema per costruire fusoliere è quello di servirsi di bastoncini di legno (pioppo, bambù, canna d'India, ecc.) e di formare il traliccio collegando i listelli correnti, i montantini e le diagonali, in modo da ottenere la forma desiderata (fig. 49), seguendo lo stesso procedimento adottato per la costruzione delle cèntine con bastoncini di pioppo (v. pagg. 78 e 79). Per ottenere la piega delle diagonali si ricorre al solito sistema, cioè a quello di bagnare preventivamente i bastoncini in modo da poterli piegare senza spezzarli.

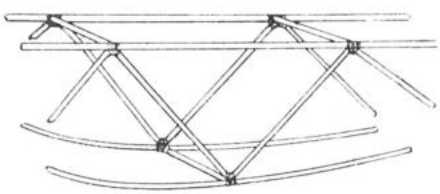
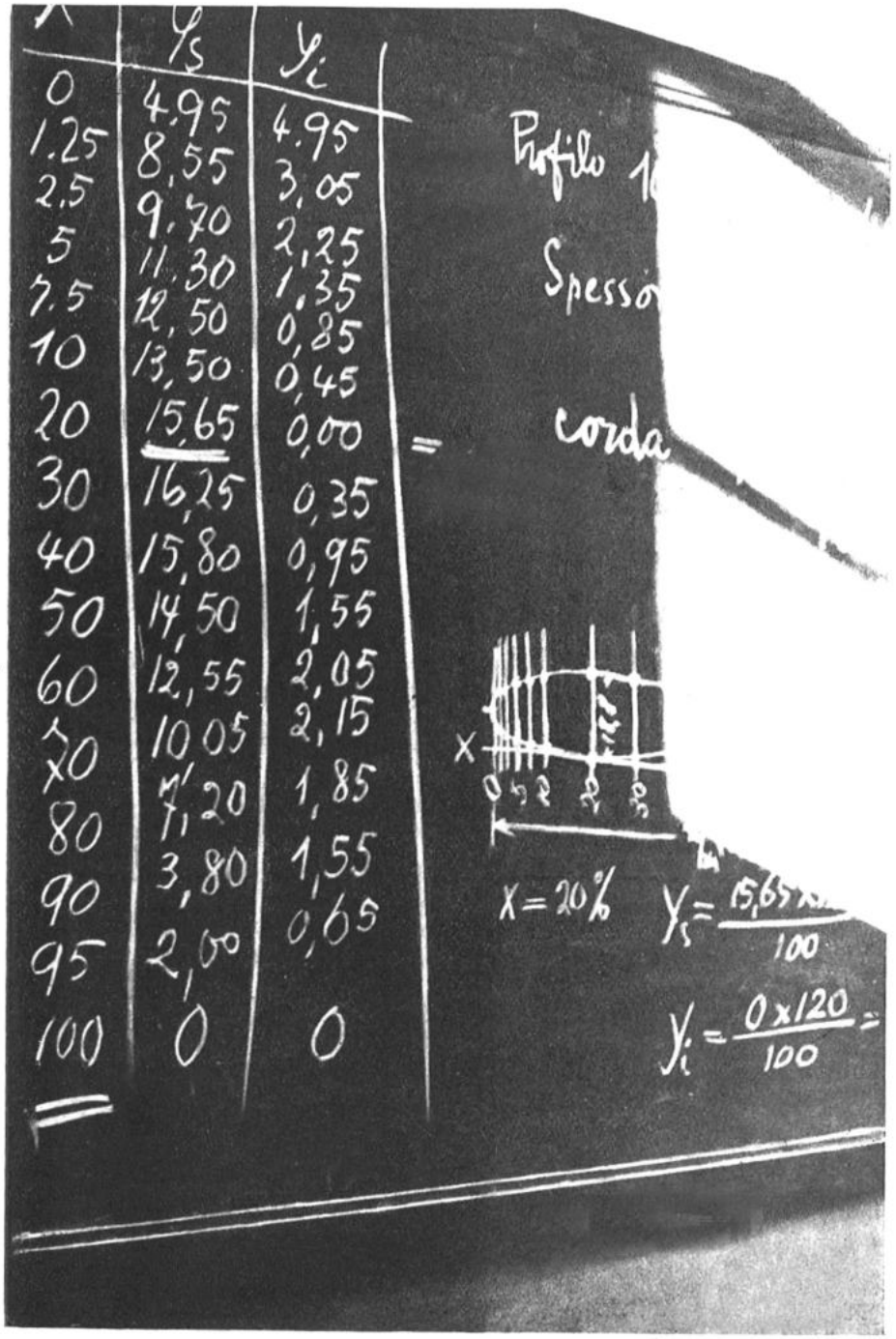


Fig. 49.

La commettitura ai listelli correnti va fatta con piccole e robuste legature spalmate di colla. In tal modo è facile ottenere fusoliere leggerissime, ma di rigidezza, specie se si tratta di fusoliere un po' lun-

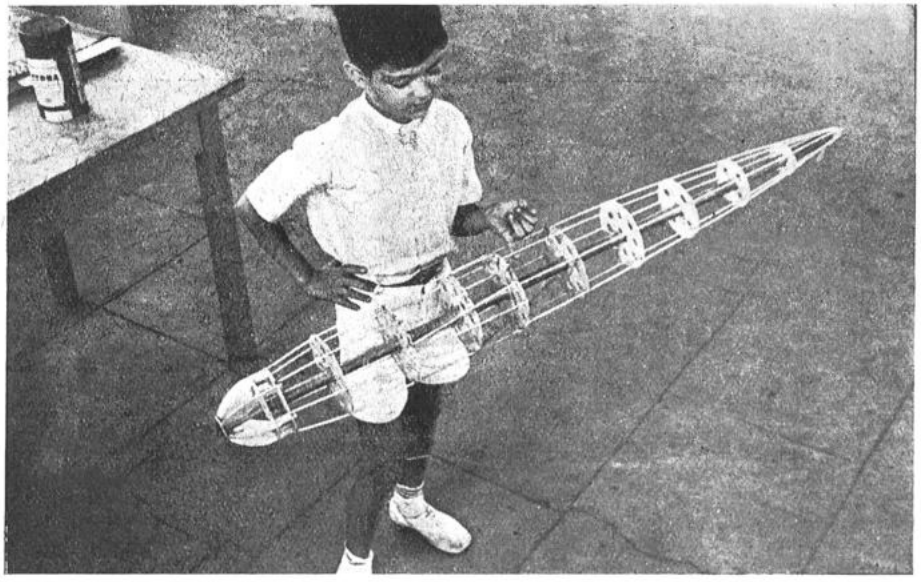


x	y_s	y_i
0	4,95	4,95
1,25	8,55	3,05
2,5	9,70	2,25
5	11,30	1,35
7,5	12,50	0,85
10	13,50	0,45
20	15,65	0,00
30	16,25	0,35
40	15,80	0,95
50	14,50	1,55
60	12,55	2,05
70	10,05	2,15
80	7,20	1,85
90	3,80	1,55
95	2,00	0,65
100	0	0

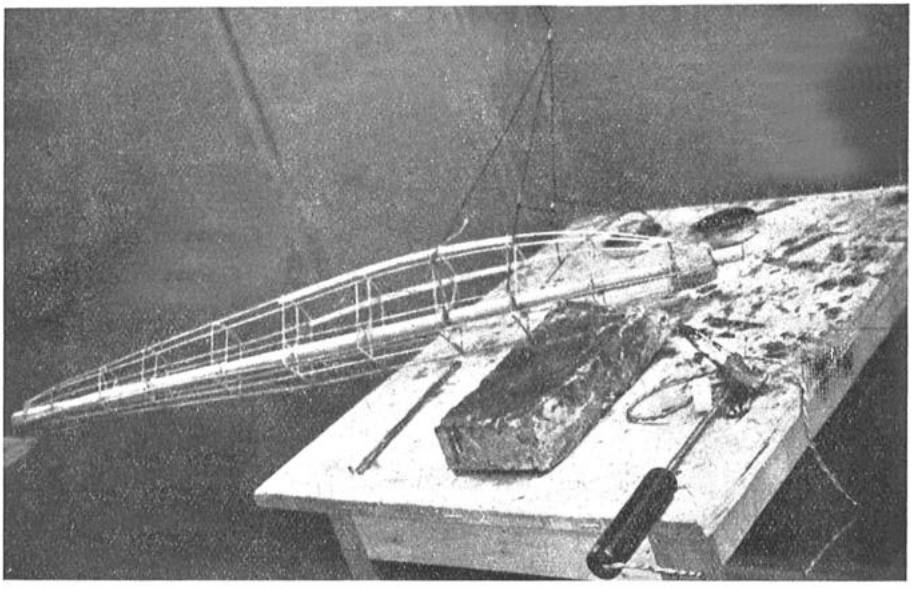
$$y_s = \frac{15{,}65 \times 20}{100}$$

$$y_i = \frac{0 \times 120}{100} =$$

Ecco il formicaio di cifre dalle quali i tecnici ricavano i dati per costruire un'ala.



Il giovanissimo aeromodellista dimostra la leggerezza di una fusoliera in balsa.



Una fusoliera con diaframmi di compensato alla quale l'aeromodellista, con l'aiuto del saldatore (elettrico), ha applicato il carrello di filo d'acciaio.

ghe, non sufficiente a garantirne l'indeformabilità, quando verranno assoggettate allo sforzo dell'elastico-motore.

Crediamo che il miglior sistema per costruire fusoliere sia quello di montare i diaframmi su un tubo di costruzione leggera (fig. 50)

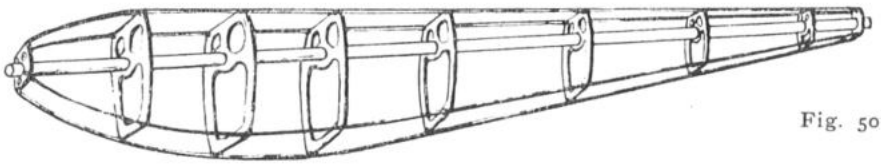
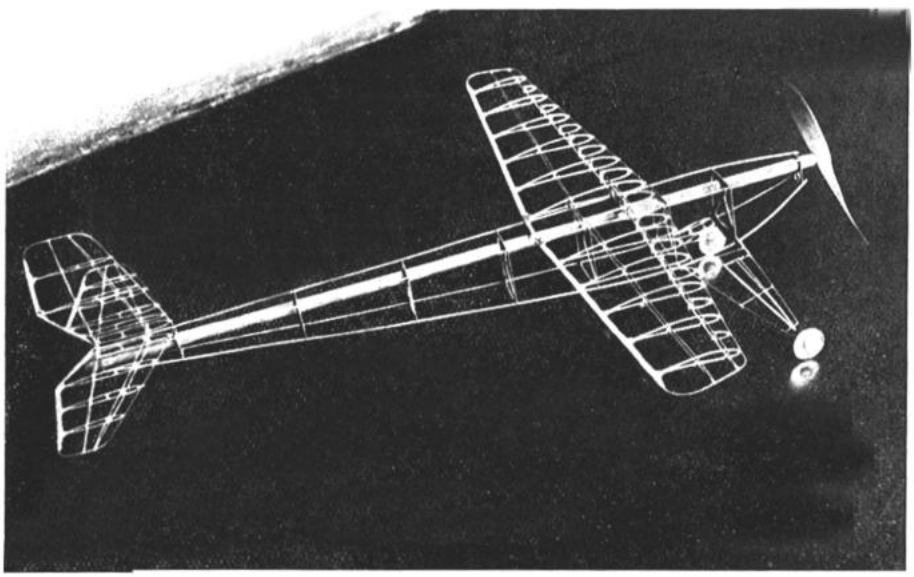


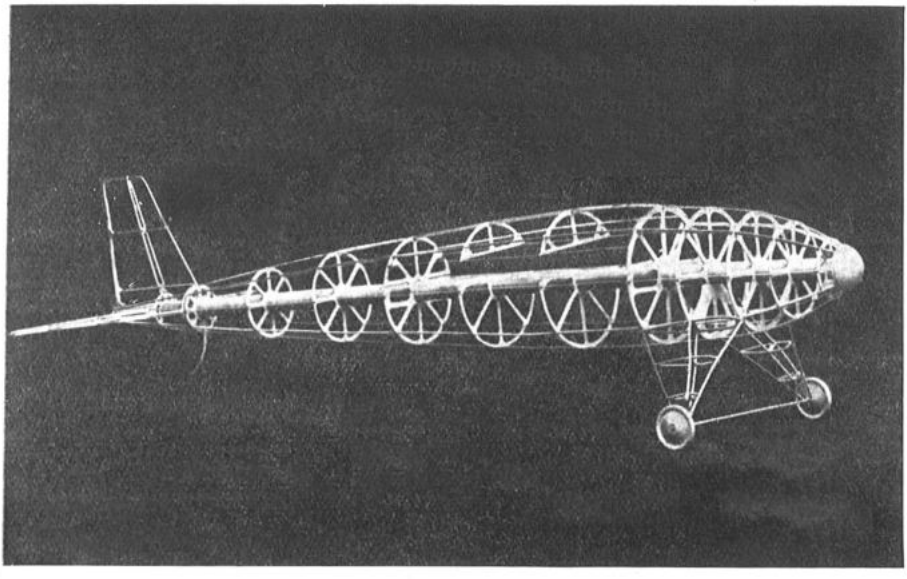
Fig. 50.

entro il quale troverà posto la matassa di gomma. I diaframmi di questo tipo di fusoliera potranno essere ridotti al minimo di peso; anche i listelli correnti potranno essere di materiale leggero, e sottili, poichè tutto lo sforzo per la tensione della matassa viene sopportato dal tubo.

Quando si fa il progetto di una fusoliera si stia bene attenti di prevedere tutto per non arrischiare di dover alla fine ricorrere a ripieghi. Si tenga bene presente che la fusoliera deve sopportare il montaggio delle altre parti dell'apparecchio: ala, carrello o galleg-



a di un aeromodello con fusoliera costituita da quattro sottilissimi listelli e da sette diaframmi montati su un tubo leggerissimo.



Fusoliera con diaframmi circolari e alloggiamento per l'ala.

gianti, apparato motore, ecc. Tutti questi elementi dovranno trovare, alla fine, i giusti punti di applicazione e l'aeromodello dovrà essere dotato delle migliori doti di elasticità e di leggerezza. I ripieghi, invece, danneggerebbero grandemente le doti di volo dell'apparecchio.

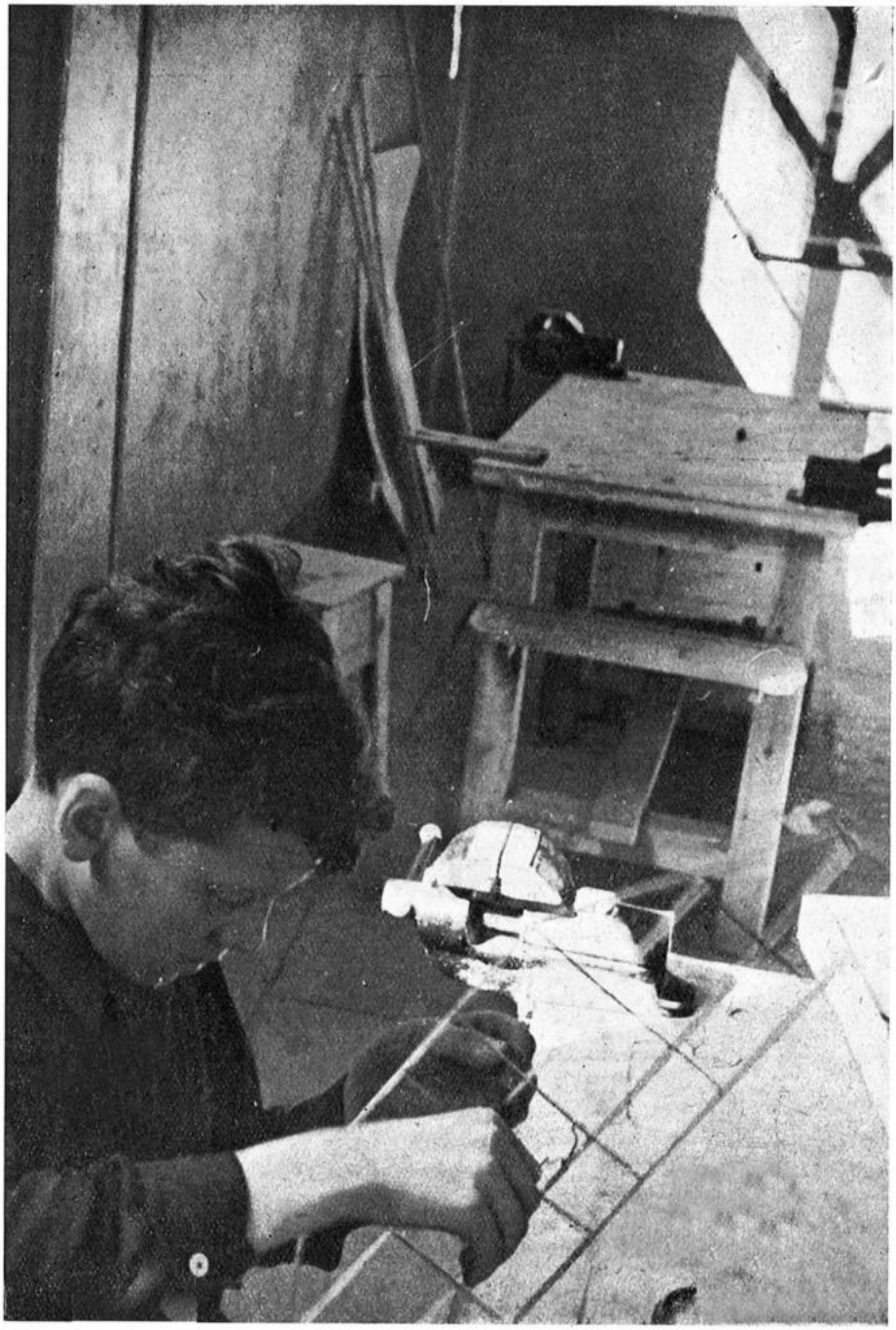
Occorrerà, dunque, prevedere ogni cosa e provvedere alla sistemazione del carrello, dal pàttino di coda, e all'applicazione delle ali e dei piani di coda, nonchè degli organi di propulsione.

Le ossature delle fusoliere devono infine essere ricoperte, ed il ricoprimento si fa, come per le ali, in carta, in tela o in seta, e qualche volta anche con sottilissimo legno compensato.

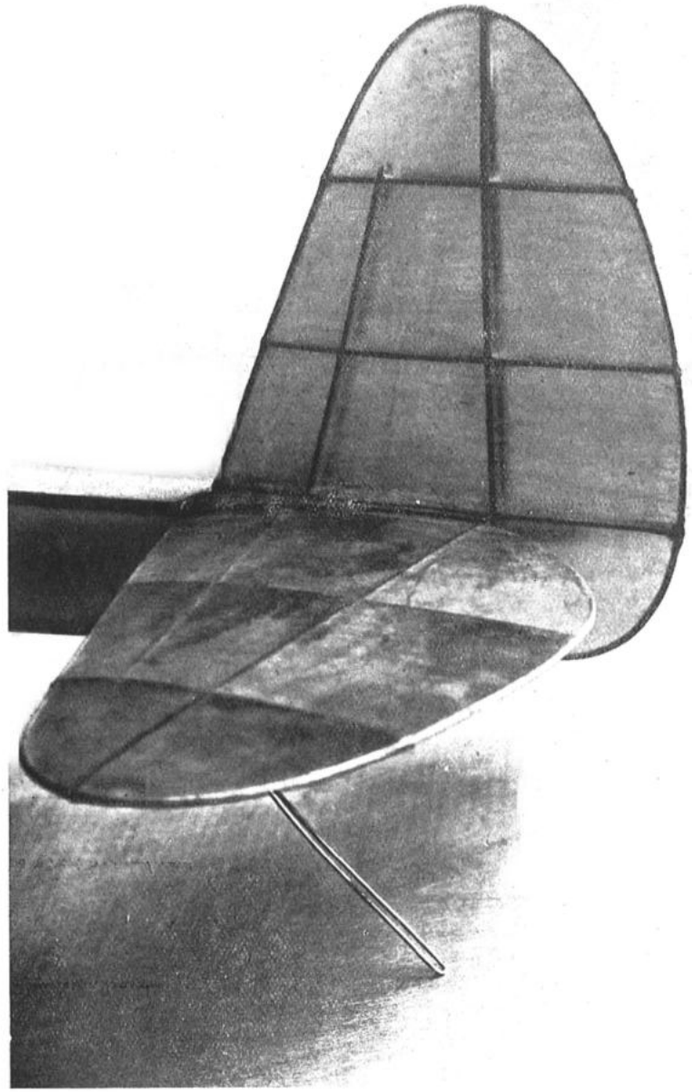
La carta è sempre il migliore e il più economico rivestimento; però, dato che la copertura delle fusoliere è la più soggetta a venire a contatto con corpi che potrebbero produrre degli strappi, si consiglia di non adoperare carta sottile, ma carta pergamina robusta, se non addirittura tela o seta.

Anche il ricoprimento delle fusoliere deve essere fatto con grande cura in modo che la carta sia ben tesa e divenga impermeabile all'aria onde offrire una minor resistenza all'avanzamento.

Si procede, perciò, come per il rivestimento dell'ala, e cioè: dopo aver bagnato la carta già montata sulla fusoliera, la si lascierà asciugare finchè si sarà tesa ben bene. Allora si vernicerà con l'apposita vernice impermeabilizzante.



G L I I M P E N N A G G I



Un primo piano degli eleganti impennaggi di un aeromodello a fusoliera.

GLI IMPENNAGGI

Negli aeromodelli gli impennaggi, o piani di coda, o timoni di profondità e di direzione, servono a mantenere l'equilibrio dell'apparecchio in volo, e non a variarlo; perciò si fanno, normalmente, fissi.

Il timone di profondità, o piano orizzontale, assicura la stabilità longitudinale ed ha la funzione di costringere il modello a ritornare in " linea di volo " quando perturbazioni atmosferiche ne abbiano provocato lo squilibrio.

Il timone di profondità è un organo fondamentale. Se è montato con incidenza errata rispetto alla linea di trazione, può provocare la caduta dell'apparecchio. Difatti, se l'incidenza è fortemente positiva, l'azione dell'aria contro la sua superfice fa alzare troppo la coda della fusoliera, provocando la picchiata dell'apparecchio e perciò la caduta; se, invece, fosse fortemente negativa, il risultato sarebbe egualmente disastroso, perchè la coda della fusoliera verrebbe premuta verso il basso e il modello si impennerebbe provocando una forte diminuzione di potenza per mancanza di velocità e quindi l'inevitabile caduta di coda.

Il timone di direzione, o piano verticale, dà al modello la stabilità di rotta.

Gli impennaggi sono formati dall'ossatura e dal rivestimento. Come forma è bene copiare quella degli aeroplani veri; ma la superfice non è così facile da calcolare ed il più delle volte, specie se si tratta di modelli di nuovo progetto, si deve ricorrere a tentativi, sperimentando impennaggi di diversa grandezza.

Come abbiamo già detto, tanto per stabilire un indirizzo, si possono

progettare gli impennaggi, cioè timone orizzontale e timone verticale, calcolando di costruire da 1/6 a 1/5 della superficie alare quello orizzontale, e circa la metà di quest'ultimo quello verticale.

Però questa è soltanto una soluzione empirica del problema, dalla quale non può risultare l'esattezza, poichè fra la superfice alare e la superfice dei piani orizzontali di coda esiste un rapporto che dipende dalla distanza fra i due elementi.

Il problema dell'equilibrio longitudinale di un modello, sia a motore che veleggiatore, è importantissimo e si risolve determinando la superfice dei piani orizzontali di coda. Ad ogni modo il costruttore di

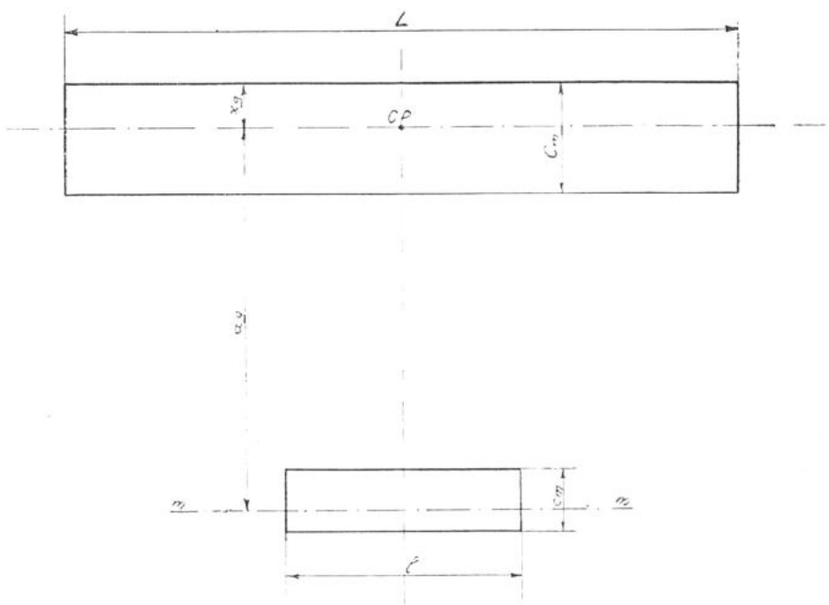


Fig. 51.

aeromodelli potrà agevolmente eseguirne il calcolo servendosi dei quattro diagrammi rappresentati nelle tavole I, II, III e IV che riproduciamo a pagina 114. Supponiamo di dover risolvere il caso che esponiamo.

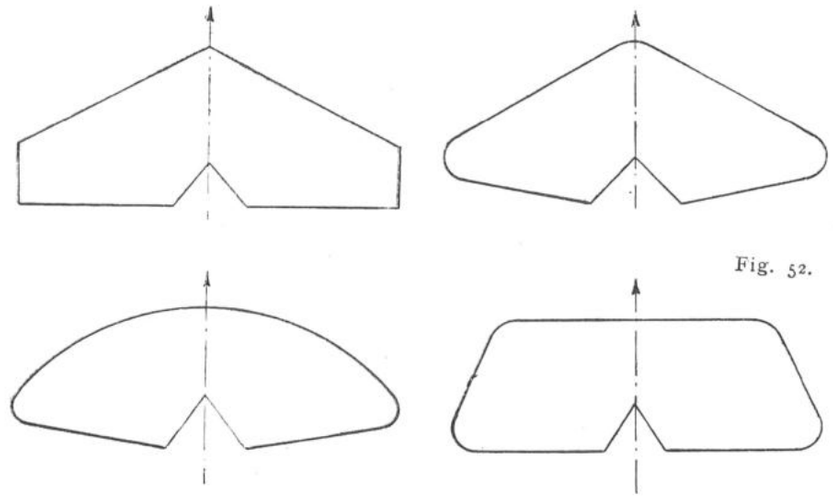


Fig. 52.

Nella fig. 51 è rappresentato, in pianta, schematicamente, un aeromodello in progetto, le caratteristiche del quale sono le seguenti:

L = apertura alare.

Cm = corda alare media.

S = superfice alare.

λ = allungamento alare.

xg = distanza del CP dal bordo d'attacco (variabile a seconda del profilo adottato).

l = apertura del piano orizzontale di coda.

cm = corda media del piano orizzontale di coda.

s = superfice del piano orizzontale di coda.

λc = allungamento del piano orizzontale di coda.

ag = distanza della cerniera del piano orizzontale di coda del CP.

La cerniera del piano orizzontale di coda coincide con la retta trasversale *mm*, a distanza arbitraria dal CP, e determina la posizione del piano orizzontale di coda, in quanto la parte di superfice posta avanti alla retta *mm* deve essere uguale ai due terzi della superfice totale *s* dell'impennaggio.

L'allungamento λc del piano di coda si stabilisce arbitrariamente,

tenendo presente che questo rapporto non dovrà mai essere, se non in casi speciali e sperimentali, superiore a sei, e normalmente compreso fra tre e cinque.

Con l'uso dei diagrammi accennati, si determinano i valori relativi alla superficie dei piani orizzontali di coda, valori i quali, applicati alla formula

$$s = \frac{S \times s_1 \times s_2 \times s_3 \times s_4}{5}$$

daranno la superfice del piano orizzontale di coda. Considerando, ad esempio, di avere:

L = cm. 130

Cm = cm. 20

S = dm² 26

λ = 6.5

xg = cm. 8

ag = cm. 70

ed infine stabilendo che l'allungamento λc debba risultare di valore 4, si procederà all'uso dei diagrammi nel seguente modo:

I) Nel diagramma I, dal punto della graduazione orizzontale corrispondente al valore $\lambda = 6{,}5$, si traccia una retta verticale (tratteggiata), fino ad intersecare la curva continua; dall'intersezione ottenuta si traccia una seconda retta, orizzontale, che dà sulla graduazione verticale il valore di $s_1 = 0.96$.

II) Nel diagramma II si eseguisce lo stesso procedimento, tracciando la retta verticale per il valore $\lambda c = 4$ della graduazione orizzontale, ed ottenendo sulla graduazione verticale il valore di $s_2 = 0.91$.

III) Per l'uso del diagramma III, conoscendo i valori di ag e di Cm, si determina il rapporto fra questi valori, che nel nostro caso

$$\text{risulta: } \frac{ag}{Cm} = \frac{70}{20} = 3.5 .$$

Con il solito procedimento, e cioè partendo dal valore 3.5 della graduazione orizzontale, si ottiene sulla graduazione verticale il valore di $s_3 = 0.8$.

IV) Per l'uso del diagramma IV si determina il rapporto tra i valori xg e Cm, che risulta $\frac{xg}{Cm} = \frac{8}{20} = 0.4$.

Partendo dal valore 0.4 della graduazione orizzontale, si ottiene con la stessa costruzione, sulla scala verticale, il valore di $s_4 = 1.52$.

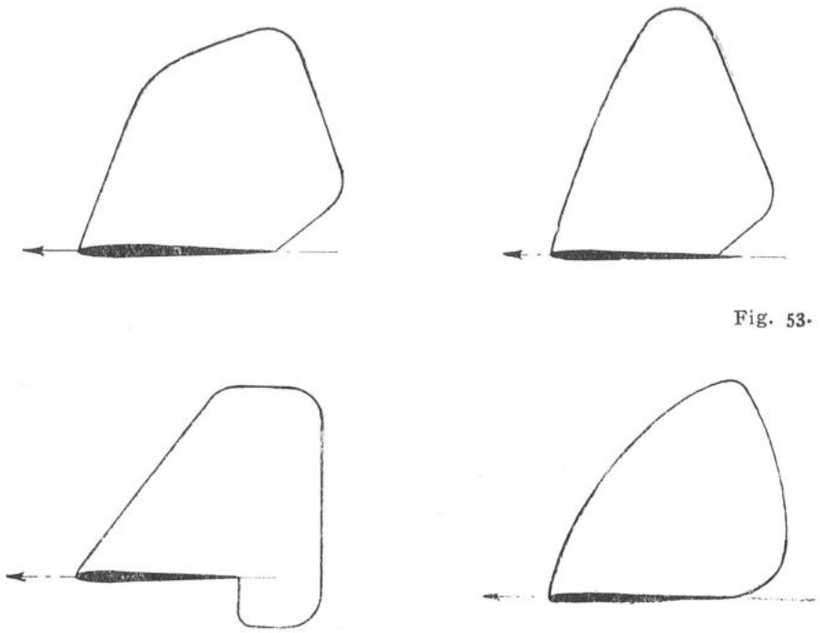


Fig. 53.

Infine si calcola la supefice, s, del piano orizzontale di coda, moltiplicando la superfice alare, S, per i quattro valori ottenuti, e quindi dividendo il prodotto per 5.

$$s = \frac{26 \times 0.96 \times 0.91 \times 0.8 \times 1.52}{5} = 5{,}5 \text{ dmq.}$$

Per disegnare definitivamente il piano di coda noi disponiamo ora dei seguenti dati: $s =$ dmq. 5,5 e $\lambda c = 4$, sufficienti per calcolare

l'apertura, l, e la corda media, cm, con l'applicazione delle seguenti formule:

$$l = \sqrt{\lambda c \times s} \text{ e } cm = \frac{l}{\lambda c}$$ per cui, nel caso presentemente preso ad esempio, avremo

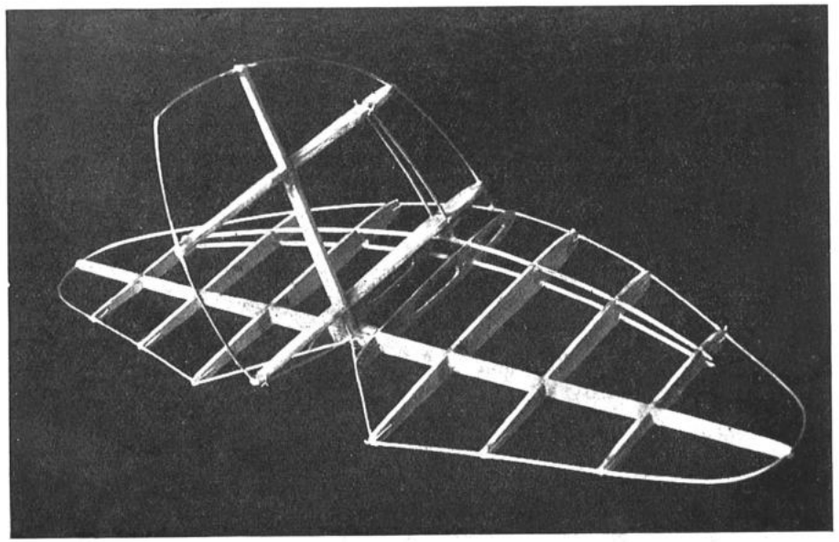
$$l = \sqrt{4 \times 5{,}5} = \sqrt{22} = \text{dm. } 4{,}7$$

$$cm = \frac{4{,}7}{4} = \text{dm. } 1{,}17$$

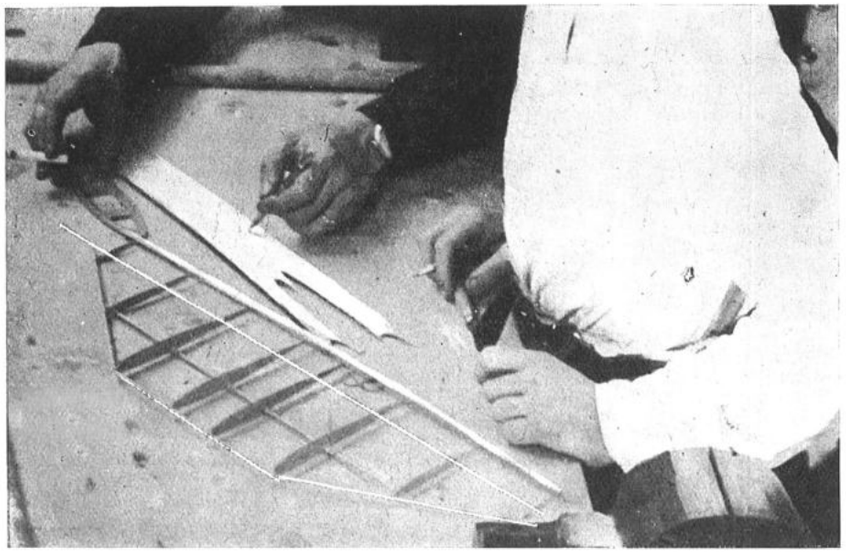
Determinati così i valori delle dimensioni del piano orizzontale di coda, se ne può fare il disegno nella forma che più piace, purchè resti soddisfatta la relazione calcolata fra apertura e corda media.

Nelle figure 52 e 53 diamo alcune forme, le più comuni e consigliabili, di timoni orizzontali e verticali.

Come per i piani portanti, le ossature (scheletri) degli impennaggi sono costituite da cèntine e da longheroni.



Ossature di impennaggi costruite interamente in balsa.



La semplice struttura di un piano orizzontale per modello veleggiatore.

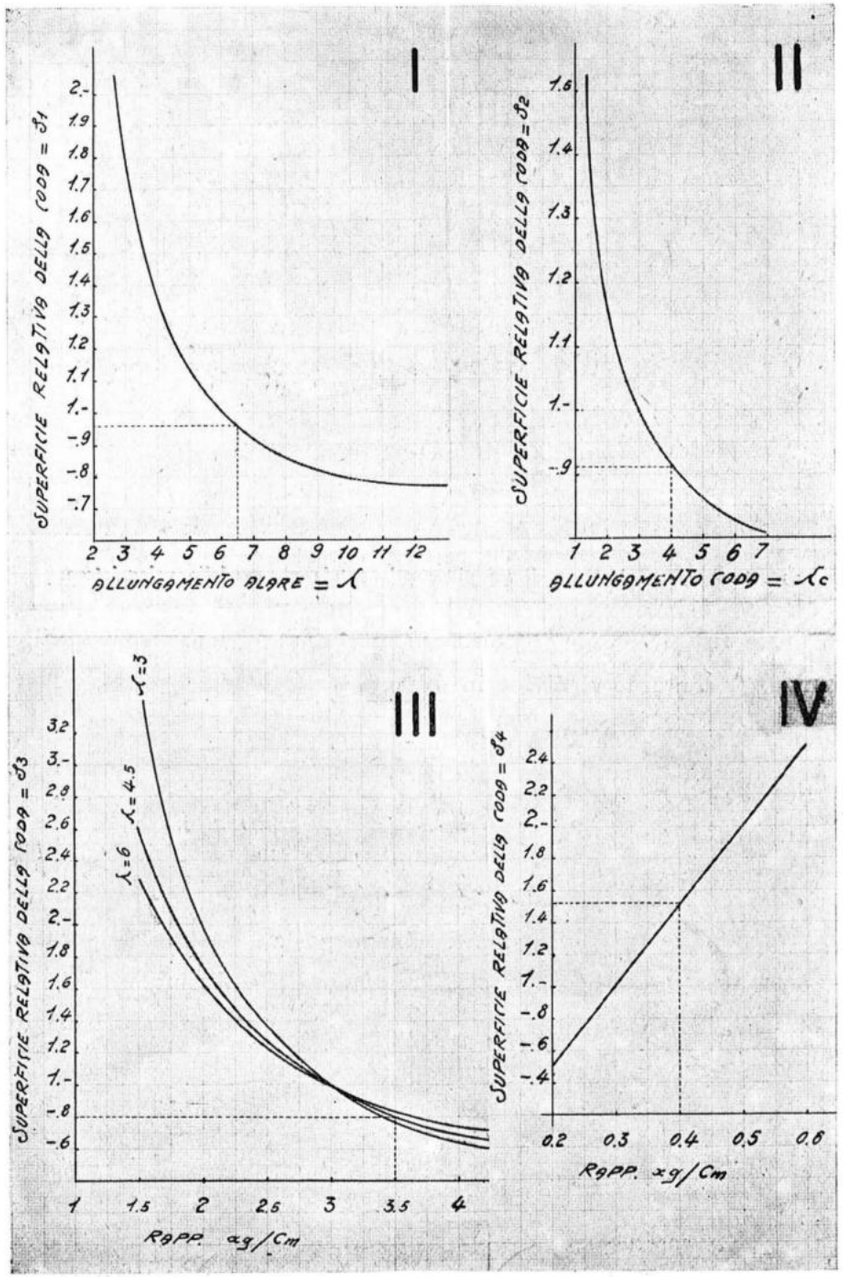
Le cèntine sono gli elementi di forma e i longheroni quelli di forza. Il contorno si divide in due elementi: bordo d'entrata e bordo d'uscita.

I profili usati per gli impennaggi sono generalmente sottili e biconvessi simmetrici.

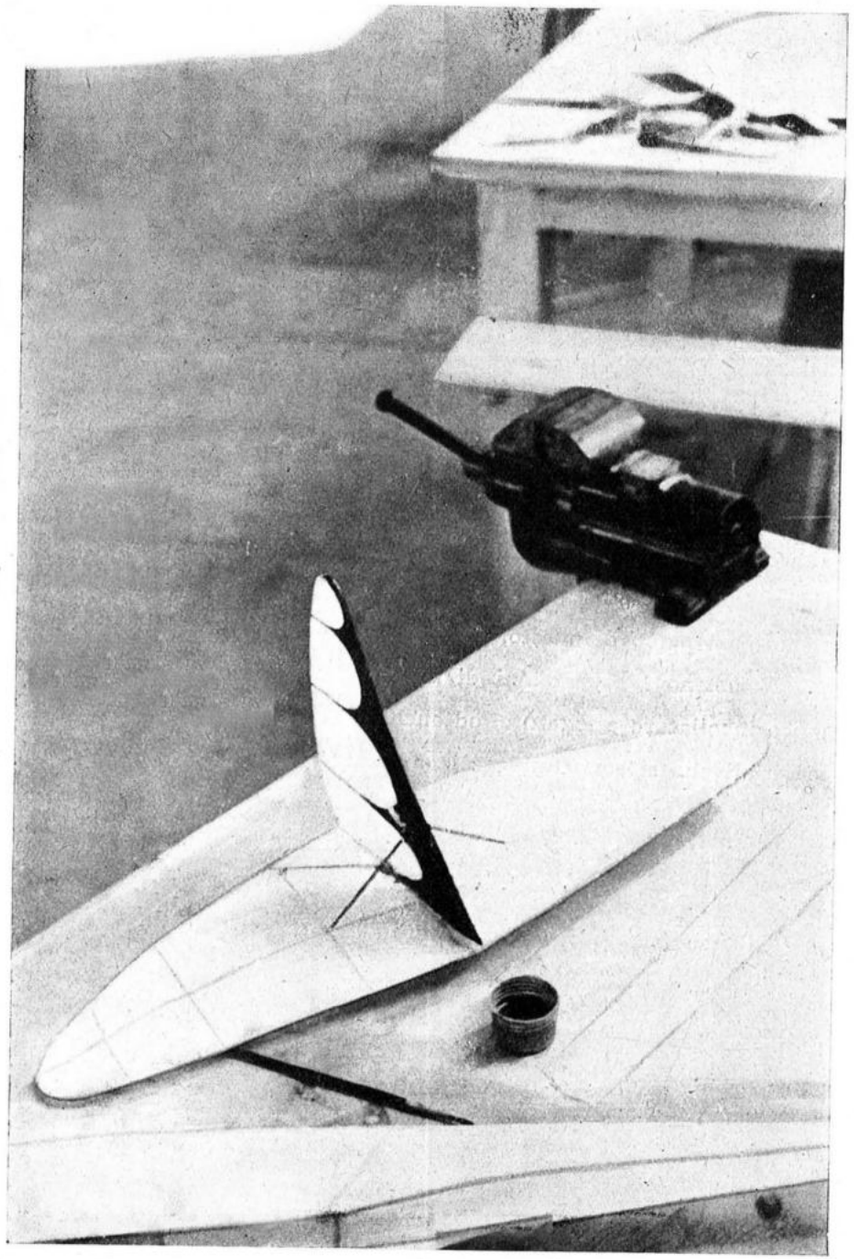
In quanto al procedimento da seguire nella costruzione degli impennaggi è quello stesso che abbiamo seguito per la costruzione dell'ala. Si fa il disegno in pianta, determinandone la forma e le dimensioni, indi si stabilisce la posizione ed il numero delle cèntine e dei longheroni. Scelto il profilo, se ne fa il disegno in proporzione alla lunghezza della corda di ogni cèntina.

Gli impennaggi, sia orizzontali che verticali, si costruiscono ognuno per proprio conto, su un piano di montaggio, e si uniscono dopo aver costruito le strutture.

Nella costruzione degli impennaggi bisogna ottenere la maggiore leggerezza possibile, e ciò per facilitare il centramento dell'aeromodello.



Diagrammi per stabilire la superfice dei piani orizzontali di coda (v. pag. 108).



Gli impennaggi di un veleggiatore appena finiti di rivestire e di riverniciare.

Gli impennaggi di piccolissime dimensioni possono essere costituiti dal solo contorno, in filo metallico (acciaio, ottone od alluminio), sapientemente sagomato per assicurarne la forma, e dal solo rivestimento. Si escludono così le cèntine e i longheroni.

Senza centinature che diano un profilo, è evidente che la resistenza all'avanzamento sarà molto maggiore, e perciò la profilatura è sempre consigliabile, anche se ciò comporta un piccolo aumento di peso.

In ogni caso, è consigliabile fare il contorno degli impennaggi in filo metallico convenientemente appiattato al bordo d'uscita.

Negli impennaggi di grandi dimensioni si può costruire il bordo d'uscita con listelli appositamente sagomati.

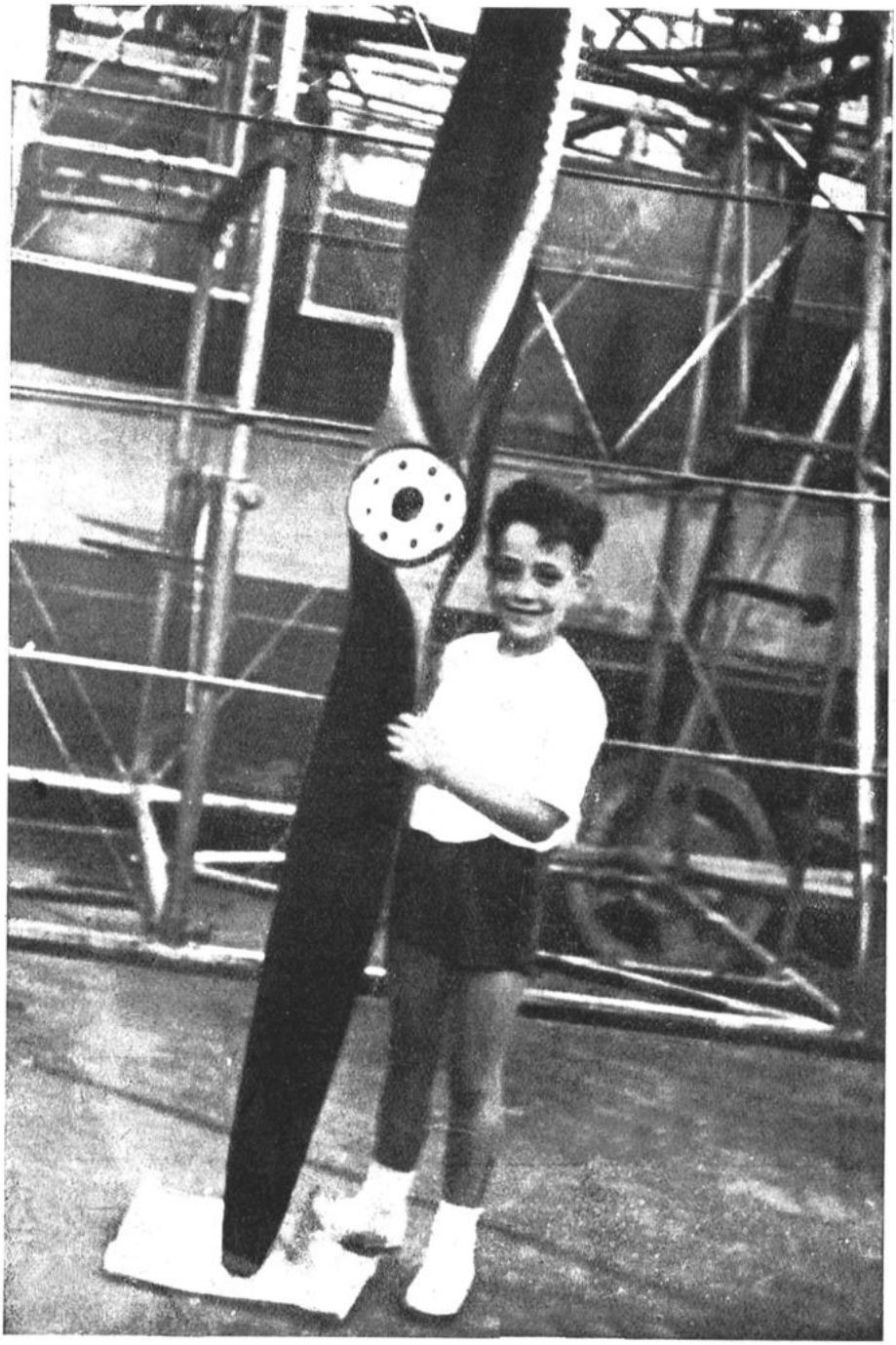
La commettitura delle strutture dei due piani non costituisce una difficoltà per il costruttore, poichè basta disporre bene lo scheletro del timone verticale sull'asse di simmetria di quello orizzontale, e fissarlo, rispetto al piano di questo, perfettamente perpendicolare.

Nemmeno le operazioni di montaggio sono difficili: basterà eseguire incollature e legature, od anche leggère saldature, a seconda dei materiali che si sono impiegati.

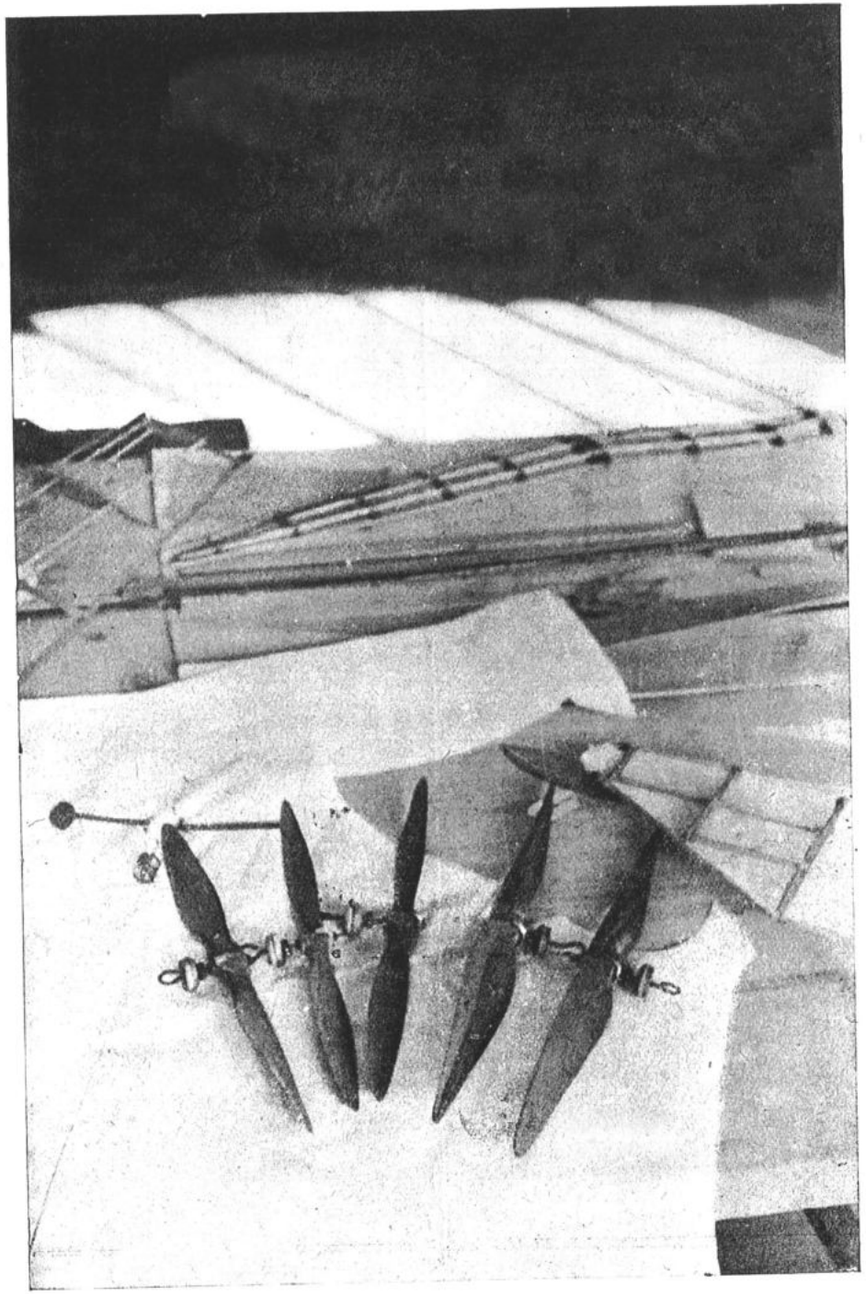
Il rivestimento si eseguisce come per le ali, con carta, tela, o seta. In ogni caso è necessaria la verniciatura, per rendere il rivestimento, come oramai sapete, impermeabile all'aria.

Gli impennaggi devono risultare molto rigidi e assolutamente privi di svergolature, perchè non abbiano a vibrare in volo per l'effetto della corrente d'aria e perchè le svergolature provocano degli squilibrî.

Del montaggio e del fissaggio degli impennaggi sulla fusoliera tratteremo più avanti.



L · E L I C A



Alcune eliche di vario « passo » montate con gancio tappo e cuscinetto a sfere.

L'ELICA

La costruzione dell'elica, la quale è uno degli elementi più importanti degli aeromodelli a motore, richiede un lavoro di precisione. Quindi l'aeromodellista deve prestare molta cura a ciò che fa e deve lavorare con pazienza e intelligenza.

La scelta dell'elica è della massima importanza, e ben difficilmente, salvo per chi ha grandissima pratica o cognizioni di studio speciali, si riesce con una prima costruzione ad ottenere un buon risultato.

Troppe volte un buon aeromodello vola male a causa delle deficienze e delle imperfezioni dell'elica. Spesso il diametro errato, il passo non appropriato alla velocità dell'apparecchio, sono cause che impediscono il volo o lo rendono imperfetto, con dondolio e con false inclinazioni, che sono sempre causa di improvvise picchiate con inevitabili cadute, non sempre sopportate dalle delicate strutture dei modelli.

Talora, in pratica, il rendimento più o meno buono dell'elica dipende dalla velocità di rotazione dell'elica stessa. In genere si può affermare che *l'elica che gira lentamente rende di più dell'elica che gira veloce*, e ciò è a tutto vantaggio del costruttore, il quale dovrà ridurre al minimo l'elastico-motore per poter ottenere, in tal modo, una riduzione dell'effetto dannosissimo della coppia di torsione provocato dalla reazione dell'elastico attorcigliato.

L'elica di propulsione è l'organo per ottenere la traslazione nell'aria.

Un'elica funziona ruotando nell'aria come una vite entro la propria madrevite. L'elica, quindi, può essere considerata come una porzione

di vite che, ruotando, si avvita nell'aria avanzando, ad ogni giro, di un certo spazio lineare chiamato passo della vite (fig. 54). Per analogia, un'elica che ruota nell'aria, che le fa da madrevite, avanza ad ogni suo giro di una quantità lineare chiamata *passo dell'elica* (fig. 55).

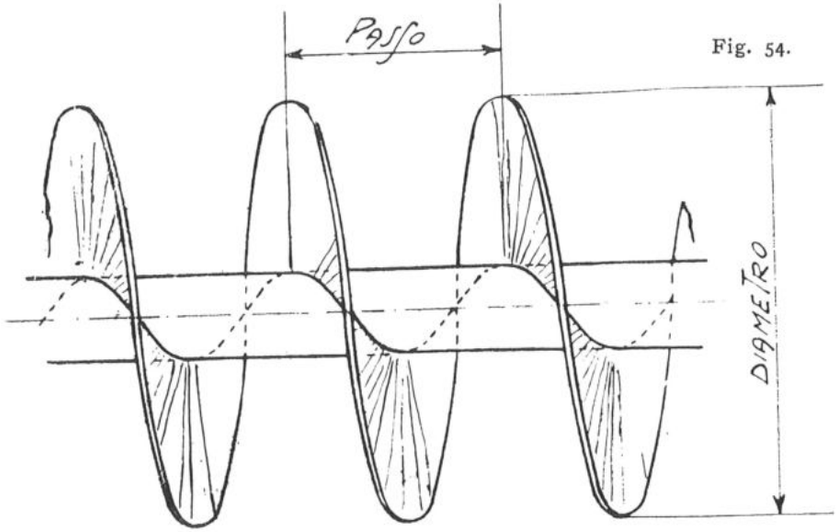


Fig. 54.

Il passo corrispondente al passo della vite formata dall'elica si chiama passo *geometrico*, o teorico; ma, essendo l'aria mobile e non rigida come una madrevite, l'elica non avanza, ad ogni giro, del passo geometrico, ma di una lunghezza minore, detta *passo reale*. La differenza fra il passo geometrico e quello reale si chiama *regresso dell'elica*.

Comunemente, l'elica è composta di due *pale*, formate da superfici elicoidali, perfettamente eguali, attaccate simmetricamente ad un *mozzo*, per il centro del quale passa l'asse di rotazione, che coincide con l'asse di trazione.

La lunghezza di una pala, cioè la distanza fra il centro del mozzo e l'estremità, si chiama *raggio*, mentre il doppio di questo si chiama *diametro dell'elica*.

La pala dell'elica, ruotando nell'aria con una certa inclinazione

rispetto al piano di rotazione, agisce come un'ala di aeroplano che avesse moto circolare. Quindi la spinta assiale dell'elica che produce l'avanzamento è paragonabile alla forza sostentatrice, mentre la resistenza che si oppone alla rotazione corrisponde alla resistenza all'avanzamento dell'ala.

L'appoggio, che la pala trova nell'aria, non è fisso. Nel caso degli aeromodelli, però, può essere considerato tale. Si può così misurare, con sufficiente approssimazione, lo spazio percorso dal modello ad ogni giro della sua elica.

Come l'ala, anche l'elica deve avere sezioni di un profilo aerodinamicamente efficiente, che offra cioè la minima resistenza alla rotazione nell'aria con una forte spinta assiale (fig. 56).

L'elica serve a trasformare la potenza del motore in traslazione dell'apparecchio, e tale trasformazione deve avvenire in modo che la

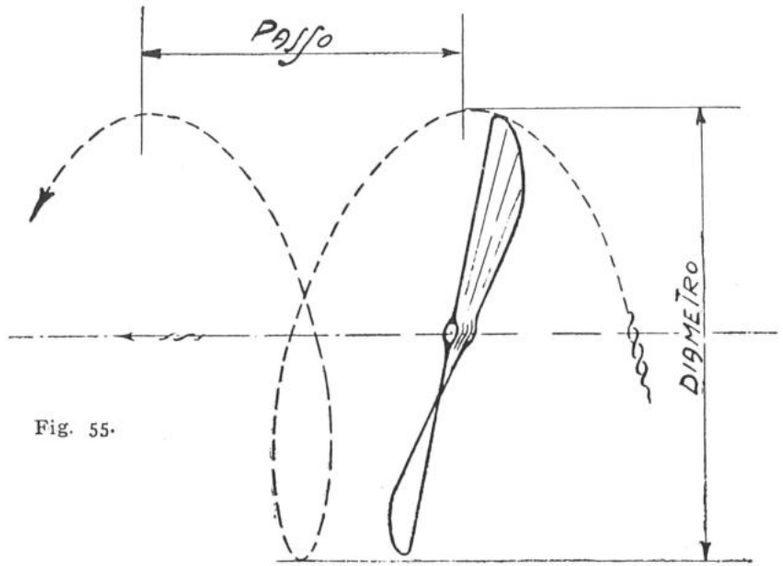


Fig. 55.

perdita di energia sia minima, per ottenere dall'elica il rendimento massimo. Ecco dunque perchè l'elica deve essere accuratamente studiata ed altrettanto accuratamente costruita.

Vi sono due specie di eliche: *trattive* e *propulsive*.

Si chiama *elica trattiva* quella destinata a lavorare trascinandosi dietro l'apparecchio, cioè quella posta sulla parte anteriore dell'aeromodello. Si chiama invece *elica propulsiva* quella posta nella parte posteriore e che lavora spingendo l'apparecchio.

Vi possono essere eliche che girano a destra (*destrorse*) ed eliche che girano a sinistra (*sinistrorse*): destrorse sono quelle che, guardate nel senso del moto dell'apparecchio, ruotano da sinistra verso destra o nel senso delle lancette dell'orologio; sinistrorse sono invece quelle che, sempre guardate nello stesso senso del moto dell'apparecchio, ruotano in senso opposto, ossia da destra verso sinistra.

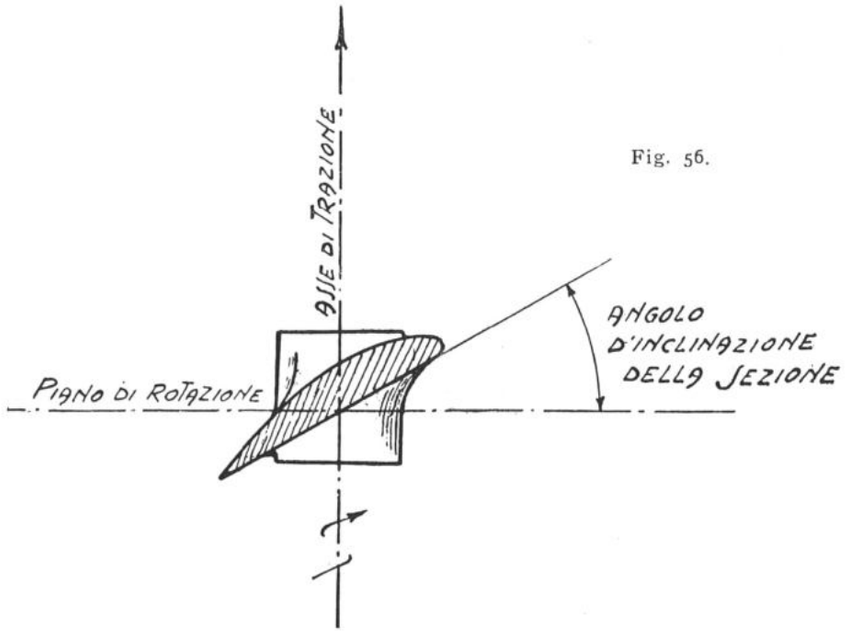


Fig. 56.

Le eliche possono essere di passo *uniforme*, di passo *variabile*, o di passo *vario*.

Si dice elica a passo uniforme quando il passo *è uguale per tutte le sezioni* delle pale. Perciò l'inclinazione della pala, rispetto al piano

normale di rotazione, cresce progressivamente con il diminuire del raggio, fino a divenire di 90° al centro del mozzo.

Le eliche a passo vario sono quelle nelle quali *il passo varia da sezione a sezione, essendo massimo all'estremità della pala, e minimo in prossimità del mozzo.*

Poichè è provato che la parte d'elica che lavora praticamente è l'*ultimo terzo* delle pale, si può benissimo, con l'adozione del passo vario, fare in modo che la resistenza degli altri due terzi venga assai diminuita, con conseguente aumento di rendimento.

Prima di costruire un'elica, occorre farne il disegno; ma prima ancora di fare il disegno, occorre conoscere i dati dell'elica stessa, ossia le sue caratteristiche principali: diametro e passo, proporzionati al modello cui deve servire.

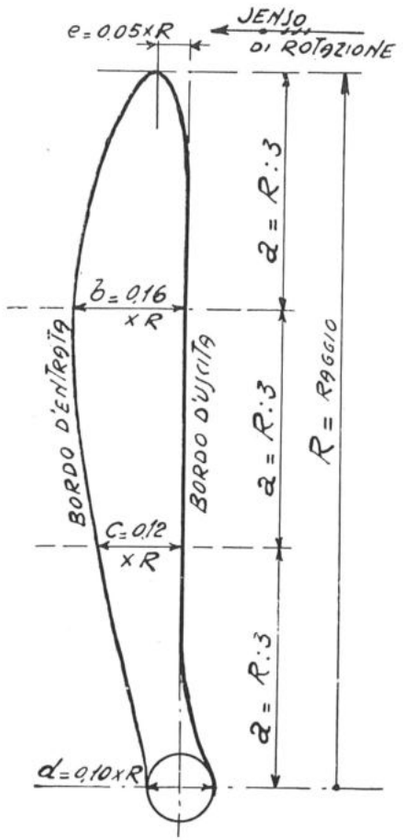


Fig. 57.

Parecchi aeromodellisti, anche esperti, costruiscono dei modelli di buone qualità; ma non sanno ancora su quale base definire il diametro ed il passo che dovrà avere l'elica del loro apparecchio. Molti ottengono il diametro dividendo senz'altro l'apertura alare per tre, e stabiliscono il passo a caso, più o meno grande, secondo la loro intenzione di far volare più o meno velocemente il modello. Questi aeromodellisti sbagliano perchè, adottando quella loro elica costruita a caso,

si trovano poi costretti a dover usare una potenza non appropriata alle qualità aerodinamiche del loro modello.

Per stabilire *a priori* il diametro dell'elica in proporzione alle altre parti dell'apparecchio, non si ha fino ad ora una vera e propria regola. Però una formula assai semplice che può essere usata, e che è basata sull'apertura alare, è la seguente:

$$D = \frac{L}{3} - \frac{L^2}{30}$$

in cui D è il diametro dell'elica che si cerca, ed L l'apertura alare, considerando D ed L espressi in metri.

Questa formula può servire per modelli con ali normali, di apertura da un metro fino a metri 1,80, e con corda normale.

Esiste però un metodo grafico che è assai più giusto, perchè ricavato dall'esperienza pratica, che basa la ricerca del diametro dell'elica in funzione della superfice portante dell'apparecchio. Con questo metodo (tavola V, pag. 141), mediante un grafico di semplice consultazione, si ottengono i diametri di elica più appropriati.

Sulla verticale del grafico è segnata una scala che va da zero a 40: questa scala corrisponde alle diverse superfici alari espresse in decimetri quadrati, comprese progressivamente fra zero e 40 dmq. Sulla orizzontale è riportata un'altra scala, che va da 10 a 40, e che corrisponde ai diversi diametri di eliche, espressi in centimetri, e compresi progressivamente fra 10 e 40 cm.

Ora, per imparare a servirsi di questo grafico, imaginiamo per esempio di dover calcolare il diametro dell'elica di un aeromodello monoplano monomotore, con profilo alare normale e con superfice portante di dieci decimetri quadrati: una retta orizzontale, passante per il punto 10 della scala verticale delle superfici, incontrerà la curva del grafico in un punto, dal quale, facendo scendere una verticale sulla scala dei

diametri, si determina su questa il diametro cercato dell'elica di cm. 26. Se invece la superfice fosse stata di decimetri quadrati 15, il diametro sarebbe risultato di cm. 30.

Per progettare l'elica, la conoscenza del diametro non basta: occorre conoscere anche il passo, la cui misura dovrà servire per dare l'inclinazione giusta alle diverse sezioni delle pale dell'elica.

Per conoscere il passo che deve avere un'elica, è necessario conoscere il rapporto fra il passo ed il diametro. Questo rapporto, in linea di massima, si calcola in base al carico alare dell'aeromodello per il quale si deve costruire l'elica.

Un aeromodello con carico elevato avrà un'elica con rapporto, fra passo e diametro, piccolo; invece *un aeromodello con carico leggero dovrà avere un'elica con rapporto, fra passo e diametro, più grande.*

Il primo avrà piccolo passo, rispetto al diametro, e l'elica girerà più velocemente. Il contrario accadrà per il secondo.

Per trovare il passo di un'elica si usa un altro diagramma, che serve appunto a ricavare il rapporto che deve esistere fra diametro e passo, in proporzione al carico alare. Il diagramma è riprodotto nella tav. VI, a pag. 141. Sulla retta orizzontale di questo grafico sono segnate le diverse misure del carico alare, progressive fra due e trenta grammi per ogni decimetro quadrato di superfice. Sulla verticale sono segnati i diversi rapporti, compresi fra 0,4 e 2, fra il passo e il diametro dell'elica.

Questo diagramma è di facile consultazione, quanto il diagramma relativo al calcolo del diametro. Eccovi un esempio per l'uso pratico.

Si consideri il caso precedente, per il quale abbiamo visto che occorre un'elica con diametro di cm. 26. Se il modello ha un carico alare di grammi 12 per decimetro quadrato, tracceremo sul grafico una linea verticale, partendo dal punto 12 della scala del carico alare fino ad incontrare la curva. Dal punto d'intersezione si traccia una retta orizzontale fino alla scala verticale: si trova un valore molto prossimo ad 1,5, e ciò

vuol dire che il rapporto fra passo e diametro dovrà essere di 1,5. Per ottenere il passo dell'elica considerata, basterà moltiplicare la misura del diametro per 1,5; nel caso nostro, essendo il diametro eguale a cm. 26, si moltiplicherà cm. 26 × 1.5, e si otterrà il passo di cm. 39. Quando si sono ottenuti questi dati, cioè diametro e passo, si potrà fare il disegno dell'elica sulla carta; ma prima ancora si dovrà decidere la forma, e se il passo debba essere uniforme o vario. Si potrà adottare il *passo uniforme per apparecchi di piccola mole e leggeri; mentre per gli altri si potrà adottare il passo vario, considerando il rapporto trovato quale media fra il passo massimo all'estremità della pala e quello minimo in prossimità del mozzo.*

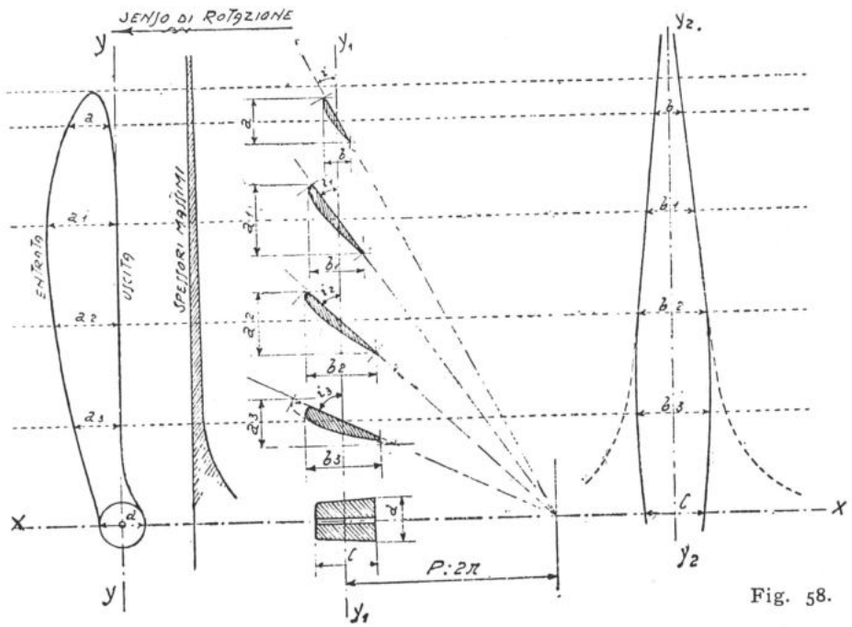


Fig. 58.

In quanto alla forma, non c'è nessuna regola per stabilire quale sia la migliore; però si deve tener presente che, a parità di potenza, un'elica a pale larghe offre una resistenza maggiore, per cui la rotazione è più lenta di quella di un'elica a pala stretta.

Perciò è consigliabile, per apparecchi di piccolo e medio carico alare, che si vogliano far volare lentamente, adottare eliche di pala larga; mentre per gli altri, di grande carico alare e veloci, si debbono usare eliche a pala stretta.

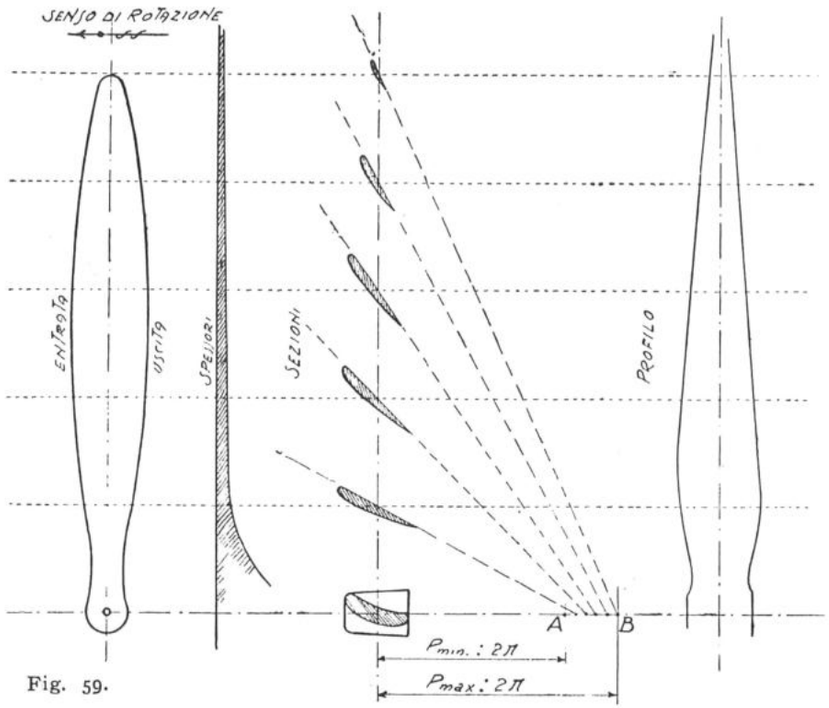


Fig. 59.

La figura 57 rappresenta la sagoma di un'elica vista di fronte. Tale forma di elica è fino ad ora la migliore per la maggior parte dei tipi di aeromodelli. Nella figura sono anche segnate le proporzioni dei vari elementi dell'elica rispetto al raggio.

Abbiamo detto che, prima di costruire l'elica, occorre farne il disegno; perciò, stabilita la forma in pianta, si dovranno tracciare gli angoli delle diverse sezioni secondo il passo desiderato, al fine di determinare i diversi spessori della pala e di conseguenza le dimensioni massime del blocco di materiale, dal quale si dovrà ricavare l'elica.

Si tenga presente la fig. 58. Su un foglio di carta si traccia una linea orizzontale chiamata asse XX; su questa linea base si traccia una perpendicolare YY, che dovrà servire da asse per disegnare la forma dell'elica secondo le viste di fronte e di fianco.

Disegnata la figura della pala, si divide il suo raggio in parti eguali a partire dal centro del mozzo. Per i punti di divisione si tracciano tante parallele all'asse XX (a, a_1, a_2, a_3). A fianco di questo disegno si traccia poi la sezione degli spessori massimi, tenendo, per solito, lo spessore di *due millimetri all'estremità* della pala, *con un aumento progressivo, verso il mozzo, del due per cento.*

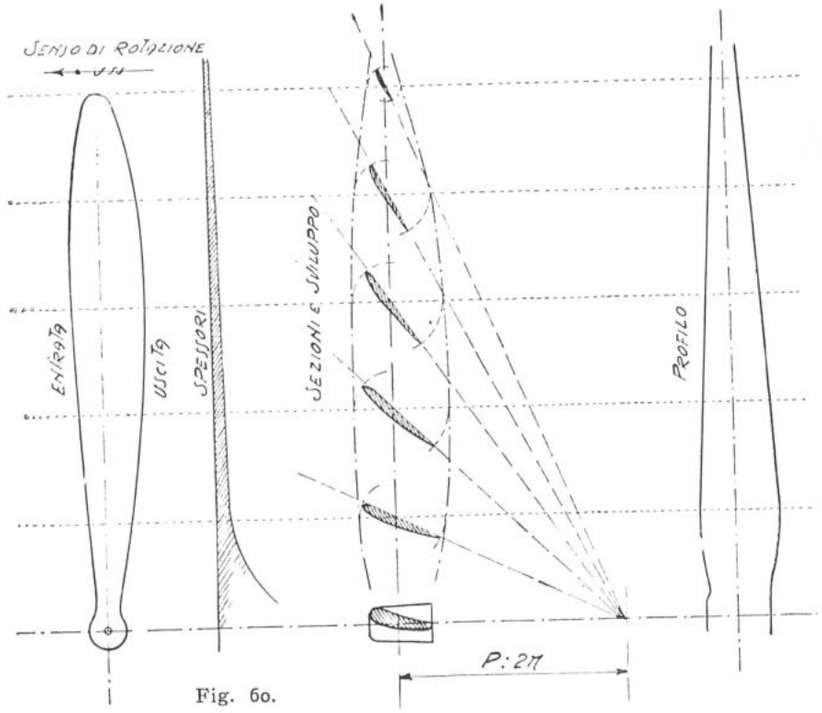


Fig. 60.

A fianco, poi, si traccia un altro asse Y_1 Y_1, perpendicolare all'asse base XX. Quest'asse attraverserà pure le parallele anzidette, sulle quali verranno considerate le sezioni della pala. A partire dal punto d'incontro dell'asse Y_1 Y_1 con l'asse base, si determina un segmento di lunghezza P: 2π ossia la misura del passo voluto diviso per due volte 3.14, cioè per 6,28.

Da questo punto si tracceranno quindi i raggi passanti per le in-

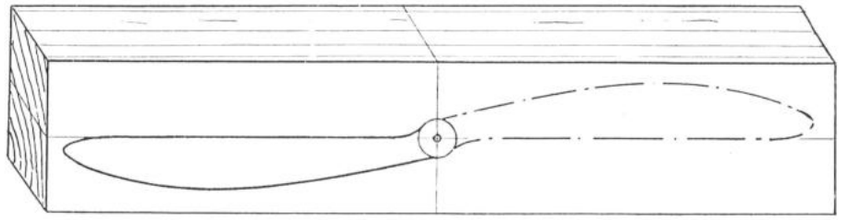


Fig. 61.

tersezioni dell'asse Y_1 Y_1 con le parallele all'asse XX. Ognuno di questi raggi formerà con la retta Y_1 Y_1 gli angoli i - i_1 - i_2 ecc. che sono gli angoli di inclinazione che dovranno avere le sezioni corrispondenti ad ogni raggio. Riportando verticalmente la larghezza, di

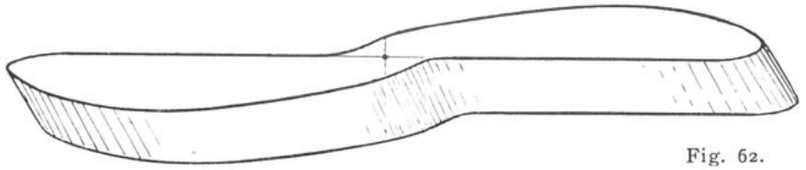


Fig. 62.

ogni sezione, a - a_1 - a_2 - ecc., sull'asse Y_1 Y_1, ognuna in corrispondenza del raggio che ne determina l'angolo, e tracciando poi le orizzontali per le estremità di tali segmenti, si avrà su ogni raggio la larghezza reale della pala per ogni sezione.

Determinate le larghezze, sarà facile disegnare le sezioni e riportare per ognuna di esse lo spessore massimo corrispondente, ricordando di dare una forma di buona penetrazione, adottando, cioè, un profilo come se si trattasse di un'ala. Considerando l'altra proiezione di ogni sezione, parallelamente all'asse base XX, si avranno le larghezze b - b_1 - b_2 - ecc. laterali dell'elica, corrispondenti ad ogni sua sezione.

Si riportano queste larghezze perpendicolarmente ad un asse Y_2 Y_2 tracciato a fianco e si otterrà la vista di fianco della pala.

Seguendo alla lettera questo procedimento, si vedrà che la larghezza reale della pala tende, in prossimità del mozzo, a divenire di valore infinito; per cui, tenendo conto di ciò che in pratica si è constatato, e cioè che effettivamente la parte dell'elica che lavora è l'ultimo terzo della pala, si potrà stabilire una larghezza l) del mozzo e raccordare i suoi punti estremi con il profilo della vista di fianco, senza però far variare l'angolo della pala, ossia mozzandone le sezioni più prossime al mozzo.

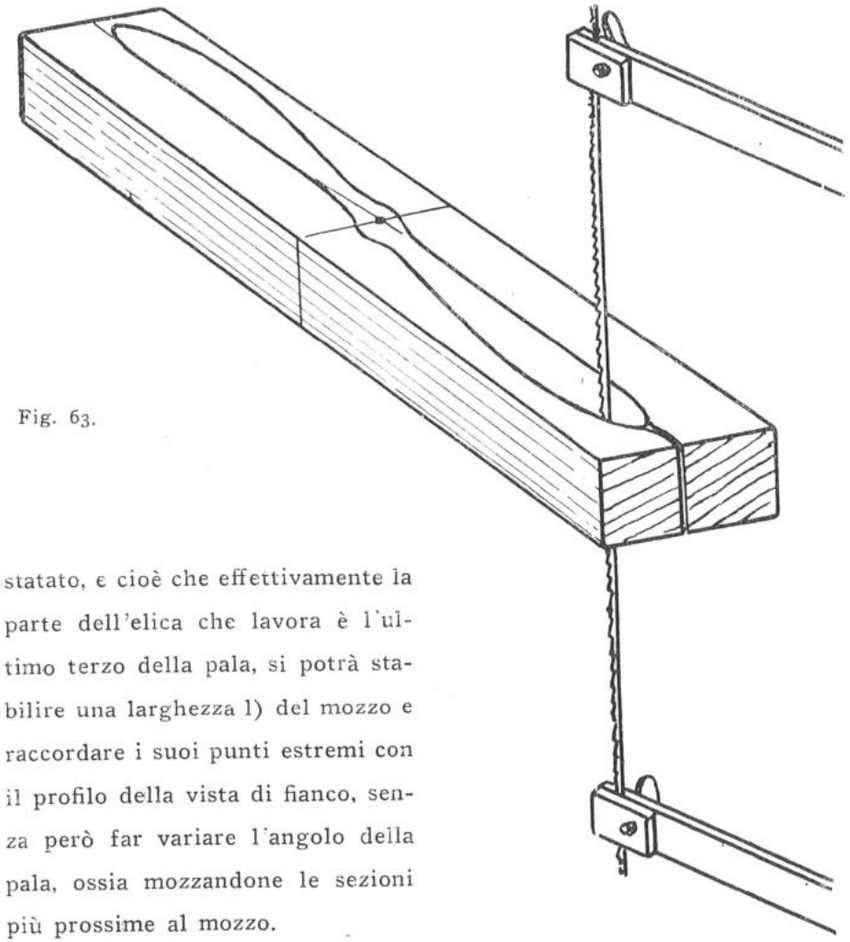


Fig. 63.

Lo spessore l) del mozzo si stabilisce a piacimento; ma consigliamo di non farlo mai minore del diametro d) del mozzo stesso.

Quanto abbiamo ora esposto si riferisce ad un'elica a passo uniforme. Volendo, invece, disegnare un'elica a passo vario, si procederà, sì, nello stesso modo, ma si dovrà modificare l'origine dei raggi che determinano gli angoli di inclinazione delle sezioni. Perciò, stabiliti

il passo massimo e quello minimo dell'elica, si prenderanno questi valori: P. max. e P. min., che dovranno essere entrambi divisi per 2π, o 6.28, per ottenere la distanza minima e massima dell'origine dei raggi sull'asse base XX, punti A e B, dal punto di intersezione con l'asse Y_1 Y_1 (vedi fig. 59). I raggi intermedi dovranno avere origine in punti del segmento compreso fra A e B, e distinti fra loro proporzionalmente alle distanze fra le sezioni delle pale.

Il procedimento grafico rimane identico a quello spiegato per l'elica a passo uniforme.

Nella figura 60 riproduciamo il disegno di un altro tipo di elica a passo uniforme, dal quale risulta come sia egualmente facile ricavare anche lo sviluppo della pala, cosa molte volte utile per il controllo, durante l'esecuzione, dell'esattezza reciproca delle pale.

Per la lavorazione dell'elica ci atterremo al sistema più facile, cioè a quello per il quale non occorrono installazioni speciali e sagome di controllo, che sono assai difficili da preparare con la precisione necessaria. Per costruire le eliche devono bastare l'occhio ed il tatto, e solo in casi speciali l'aeromodellista potrà servirsi di appositi accessori di controllo.

Disegnata l'elica nella forma e dimensioni desiderate, si devono riprodurre e ritagliare su cartoncino le due sagome, della vista di fronte e della vista di fianco.

Nelle sagome non è necessario eseguire il disegno completo delle due pale. Basta disegnarne una sola, sulla quale siano tracciati con esattezza gli assi.

Fatte le sagome, si deve procedere alla scelta del legno. Il legno da adoperare deve essere leggero, compatto, con fibre parallele, non resinoso, bene stagionato, privo di nodi e facile da lavorare.

Sono da scartare, per il peso e per difficoltà di lavorazione, molte qualità di legno, come: il noce, il frassino, l'acero, ecc. Sono buoni, per le loro qualità, il pioppo, l'abete, il cirmolo, ecc.

Anche il balsa è da escludere, non perchè sia troppo leggero, ma perchè nella costruzione non può garantire alcuna solidità: anche con piccoli urti, le eliche costruite con questo legno si possono spezzare.

Il cirmolo, sia per la sua compattezza e leggerezza e sia per la sua maggiore elasticità in confronto degli altri, è il legno da preferire.

La lavorazione si può dividere in diverse fasi.

Prima fase. — Rilevando dalle sagome le misure massime d'ingombro (v. fig. 61), si debbono stabilire le dimensioni del blocco di legno, che taglieremo in forma di parallelepipedo, bene squadrato e levigato su tutte le facce. Su due facce opposte, sulle quali si ripeterà la sagoma di fronte, si tracciano le mezzerie, sia trasversali che longitudinali (oppure le diagonali). I punti di incrocio di queste (cioè delle mezzerie o delle diagonali) determinano la posizione del centro del mozzo dell'elica. Quindi, con un trapano munito di una punta sottile, si pratica il foro, per il quale passerà l'asse, o albero di rotazione. Questo foro deve essere fatto con precisione, in modo che coincida perfettamente con i due punti di incrocio delle mezzerie (o con quelli delle diagonali, che è lo stesso).

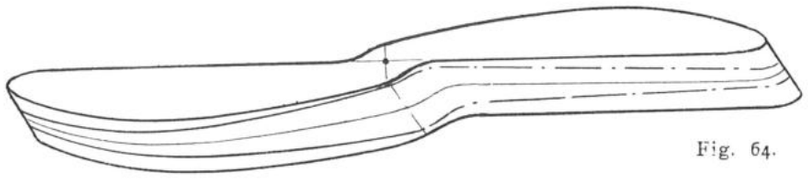
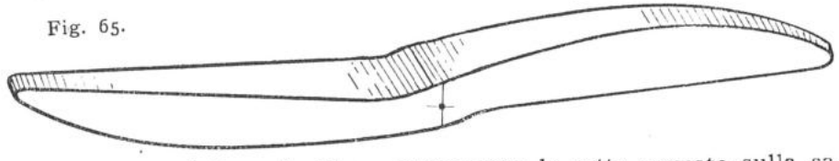


Fig. 64.

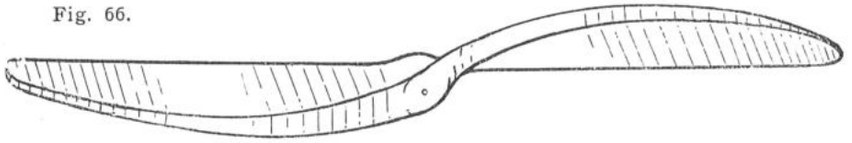
Fig. 65.



Dopo aver fatto coincidere esattamente le rette segnate sulla sagoma di cartone con quelle segnate sul blocco, si traccia su questo il contorno della sagoma.

Segnata così una mezza pala, si farà girare la sagoma di 180 gradi. Ripetendo nuovamente il disegno del contorno, si otterrà su una faccia del blocco l'elica completa vista di fronte. La stessa operazione deve

Fig. 66.



essere fatta poi sulla faccia opposta del parallelepipedo, appoggiandovi però la sagoma di cartone capovolta.

Seconda fase. — Si fissa da prima il blocco di legno nella morsa e quindi, facendosi possibilmente aiutare da un compagno, con l'uso di

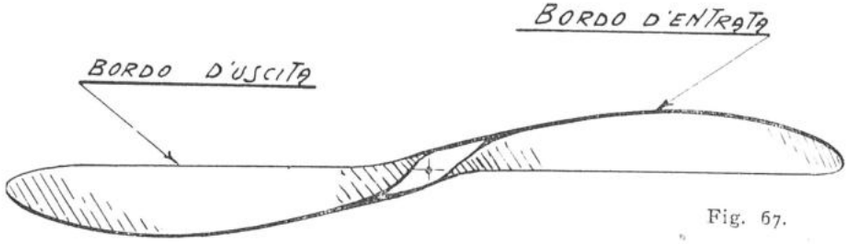


Fig. 67.

una sega a lama stretta da falegname, chiamata comunemente voltino, si sega l'eccedenza del legno. Si ricaverà, così, l'elica sagomata nella sua vista di fronte (fig. 62). Questa operazione può anche essere eseguita con l'aiuto di un seghetto da traforo (fig. 63), ma per tale operazione si dovranno usare lame di numero molto maggiore delle comuni.

Terza fase. — Spianate con una raspa le ruvidezze causate dal taglio della sega, si traccino sui lati le mezzerie, ed in riferimento a questi assi, a mezzo della sagoma di cartone vista di fianco, si segni due volte il contorno simmetrico di ogni fianco (fig. 64). Dopo di che, con una sega, od anche con uno scalpello ben arrotato, si toglierà il legno in più, per ottenere l'elica grezza sia di fronte che di fianco (vedi fig. 65).

Quarta fase. — Si tratta ora di sgrossare e di finire l'elica per dare ad ogni singola sezione della pala la sagoma di buona penetrazione, come

se si trattasse di un'ala. Si tenga conto del bordo di entrata e del bordo di uscita, del ventre e del dorso (v. figg. 66, 67 e 68).

Il bordo d'entrata dovrà essere segnato con precisione, e dovrà risultare grosso ed arrotondato; mentre quello diagonalmente opposto,

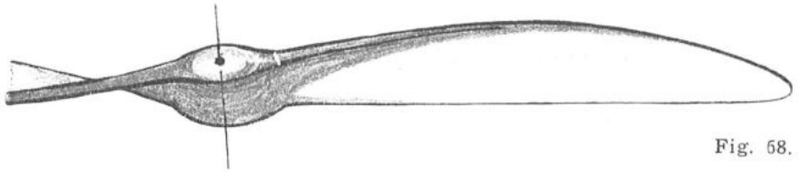


Fig. 68.

cioè il bordo di uscita, dovrà essere a spigolo vivo. Il ventre, ossia la parte posteriore che, girando, si appoggia nell'aria, deve risultare concavo, o piano; mai convesso. Convesso deve essere, invece, il dorso, vale a dire la faccia anteriore della pala.

Con una sgorbia bene affilata, od anche con un trincetto da calzolaio, si sgrosseranno le pale, prima dalla parte del ventre, unendo i due spigoli diagonalmente opposti, ed in modo che il senso di rotazione risulti quello voluto, e quindi si sgrosseranno le parti del dorso. Fatto questo, si procederà alla rifinitura con carta vetrata, prima grossa e poi fina, curando al massimo il profilo, l'uniformità dello spessore e l'eguaglianza delle due pale.

Mentre si eseguisce il lavoro di rifinitura, si faccia anche il controllo dell'equilibrio.

L'elica deve, assolutamente, essere equilibrata, vale a dire centrata alla perfezione, in modo che il suo centro di gravità sia sull'asse di rotazione. Ciò è indispensabile per evitare che l'elica, girando, produca vibrazioni dannose al volo del modello. La verifica dell'equilibrio si fa infilando un perno, o un chiodo, entro il foro del mozzo. Disponendo l'elica prima in senso orizzontale, e poi verticale, essa non dovrà oscillare nè in un senso, nè nell'altro.

L'operazione di controllo dovrà essere ripetuta più volte, e se per

caso non vi fosse l'equilibrio, la pala più pesante dovrà essere alleggerita, fino ad ottenere l'equilibrio desiderato.

Qualche volta lo squilibrio può dipendere dal legno scelto con poca cura nodoso o resinoso. Se, invece, la scelta sarà stata fatta con avvedutezza, e se le pale saranno state fatte perfettamente eguali, l'elica risulterà equilibrata o la differenza sarà così minima, che basterà raschiare leggermente con la carta vetrata per raggiungere l'equilibrio voluto. Ottenuto l'equilibrio, con carta vetrata finissima si raschierà fintanto che l'elica non sarà diventata completamente liscia in ogni sua parte. Ciò si farà controllando continuamente lo spessore, e quindi l'equilibrio delle pale.

Finito questo lavoro, si passerà sull'elica così lisciata uno strato di olio di lino crudo; poi, quando si sarà asciugata, verrà nuovamente ripassata con carta vetrata fina. Infine si potrà verniciarla con vernice opaca (o con semplice vernice trasparente, se si vorrà lasciarla color naturale). La vernice, oltre a dare un bell'aspetto e a rendere il legno più resistente, rende le superfici più levigate, a tutto vantaggio del buon rendimento dell'elica. Buone vernici per questo lavoro sono la gomma lacca, la coppale, la cellulosa trasparente o quella alla nitro, e la cellon.

Abbiamo esposto il procedimento a traverso il quale si ricava una elica da un semplice blocco di legno. Si tratta del miglior sistema per

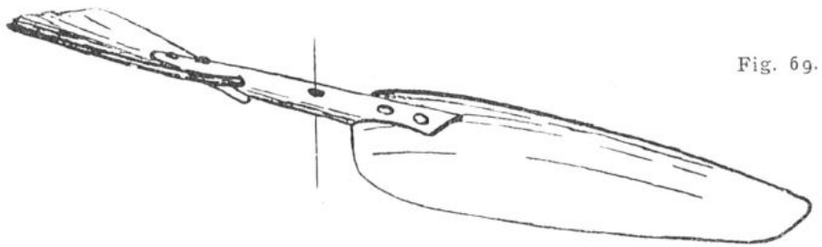


Fig. 69.

ottenere con facilità un'elica esatta e solida. Ma si possono ricavare eliche anche da uno speciale legno compensato, preparato e messo in vendita per questa bisogna. Il procedimento è il medesimo, soltanto bisogna tener presente che, se l'incollatura dei diversi strati di legno non

è stata fatta con arte e con una buona colla, un'alta velocità di rotazione può fare saltare in pezzi l'elica.

Si possono pure costruire eliche con i compensati comuni in commercio: in questo caso le pale, tagliate nella grandezza del loro sviluppo, vengono piegate a caldo per ricevere la forma di superfice elicoidale. Questa costruzione è forse la più economica; ma non si dimentichi che è assai difficile ottenere la precisione necessaria per il miglior rendimento e che, infine, queste eliche si deformano facilmente sotto l'azione degli agenti atmosferici.

Un altro sistema economico, ma consigliabile soltanto per piccoli modelli, è quello di costruire le due pale separate, di legno compensato, di lastra metallica, o anche di fibra, pale che si uniranno, poi, ad un tubetto metallico appositamente tagliato con incastri longitudinali, nei quali dovranno essere fissate con piccoli rivetti di alluminio (fig. 69).

Si possono anche fare eliche a passo variabile, con le pale riportate e mobili, in modo da variarne l'incidenza a piacimento, ma non crediamo opportuno consigliarle, sia perchè di difficile costruzione, sia perchè l'uso di tali eliche, negli aeromodelli, è assolutamente superfluo.

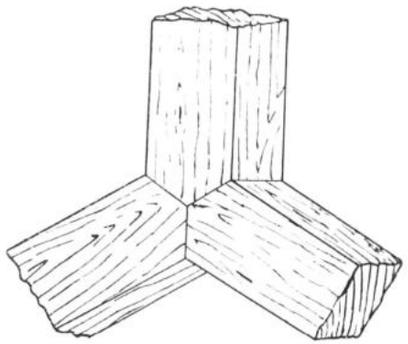
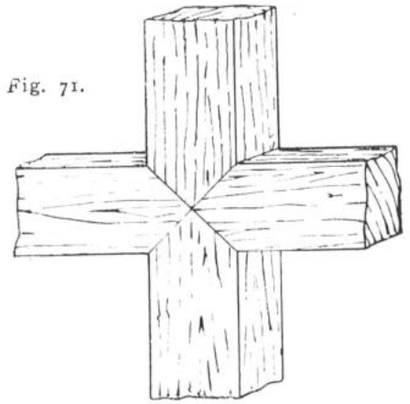


Fig. 70.

Può avvenire, invece, specialmente negli aeromodelli di forte carico e di grande superfice alare, che con un'elica a due pale si abbia un diametro troppo grande e non si possa dare a questa la velocità voluta per ottenere la traslazione. In questo caso si deve ricorrere all'elica con tre, od anche quattro pale, e si otterranno condizioni favorevoli per sfruttare maggiormente l'energia motrice che si ha a disposizione.

Le eliche con più di due pale si costruiscono seguendo il medesimo procedimento seguito nella costruzione dell'elica a due pale. Naturalmente, i blocchi di legno da lavorare avranno le previste altre forme.

Fig. 71.



Per l'elica a più di due pale si deve preparare un blocco di legno con le venature nel senso della lunghezza di ciascuna pala. Per esempio: se l'elica è a tre pale, la preparazione del legno sarà fatta con tre pezzi distinti uniti al centro con angoli di 120 gradi ognuno, e col vertice sull'asse di mezzeria (fig. 70). Non si trascuri, però, di disporre un disco interno, ad incastro, a mo' di anima. Se, invece, si deve fare un'elica con quattro pale, i pezzi di legno da unire dovranno essere quattro e con angoli di 90 gradi, sempre col vertice sull'asse di mezzeria (fig. 71). Consigliamo, naturalmente, l'anima ad incastro, come per il blocco di legno per l'elica tripale.

Ogni sfaccettatura dovrà combaciare esattamente con quella del pezzo di legno adiacente, e l'incollatura dovrà essere eseguita con il massimo scrupolo per evitare che, eventualmente, si distacchino le pale.

L'unione dei pezzi deve essere fatta dopo che questi saranno stati bene squadrati e levigati su tutte le loro superfici, e sempre prima di disegnare ed intagliare le pale dell'elica. Il tracciato ed il procedimento costruttivo rimangono identici a quelli per la costruzione dell'elica a due pale; però è bene tenere il diametro del mozzo più grande del normale. Sarà bene che, finita l'elica, l'aeromodellista applichi sulle due faccie del mozzo due dischetti di compensato. Questi dischetti dovranno essere incollati, o, meglio, fissati con tre o quattro piccole viti (secondo il numero delle pale) che li colleghino ad ognuna delle pale.

Negli aeroplani veri le eliche costruite in legno sono generalmente biindate, alle estremità, con strati metallici. Queste protezioni non sono necessarie per le eliche degli aeromodelli. Dati il piccolo diametro e le modeste velocità periferiche, le eliche degli aeromodelli non possono in alcun modo temere di logorarsi. A lavoro finito, è invece importante controllare sempre l'equilibrio delle diverse pale con il sistema che abbiano suggerito a pag. 134.

Per il montaggio delle eliche sugli aeromodelli si ricorre a sistemi molto semplici. Se si tratta di eliche per modelli con motore ad elastico, basterà costruire un piccolo alberello munito di gancio per l'attacco della matassa di gomma (fig. 72). L'alberello si ricava dal comune tondino di acciaio di diametro da due a tre millimetri e di lunghezza sufficiente per formare il gancio.

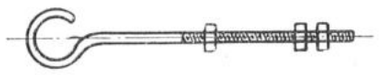


Fig. 72.

Dalla parte opposta al gancio è bene che l'alberello sia filettato, in modo da potervi stringere con piccoli dadi il mozzo dell'elica. Per ridurre, poi, al minimo l'attrito durante il movimento dell'albero nel proprio supporto, è consigliabile l'applicazione di un piccolo cuscinetto a sfere, od anche, nel peggiore dei casi, di una perla metallica, o di legno duro.

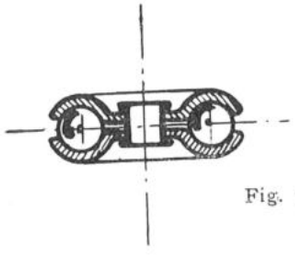


Fig. 73.

Il cuscinetto a sfere (fig. 73) deve essere del tipo a reggi-spinta, che è costituito da due dischetti metallici forati nel centro e con una scanalatura circolare, nella quale dovranno alloggiare alcune piccole sfere di acciaio. I due dischetti dovranno essere uniti fra loro mediante una boccola ribadita non a fondo, per permettere la libera rotazione. La boccola dovrà avere un foro appena sufficiente per lasciare passare l'alberello.

Il montaggio dell'elica sull'alberello è dimostrato nella figura 74. Come si vede, è possibile, e noi lo consigliamo, l'applicazione di una leggera àncora, bloccata fra due dadi, allo scopo di impedire la rotazione libera dell'asse entro il mozzo dell'elica stessa.

Se si tratta di eliche per modelli muniti di motore ad aria compressa, o di altro tipo meccanico, dovranno essere montate sull'albero motore mediante l'applicazione di speciali boccole a vite (fig. 75) o di altri congegni fissati al mozzo stesso.

L'aeromodellista esperto può ricorrere a varii metodi di montaggio, facendo in modo che non siano solidali con l'albero motore, ma che possano avere, nel solo senso della rotazione, scorrimento libero.

Lo scorrimento libero si può ottenere mediante un piccolo innesto a denti a scatto, come in un dispositivo di ruota libera. Qualora l'energia motrice venisse a mancare improvvisamente, o si esaurisse, il dispositivo di cui si parla permetterebbe all'elica di continuare a ruotare libera sul proprio asse per effetto della velocità di traslazione. In tal modo il

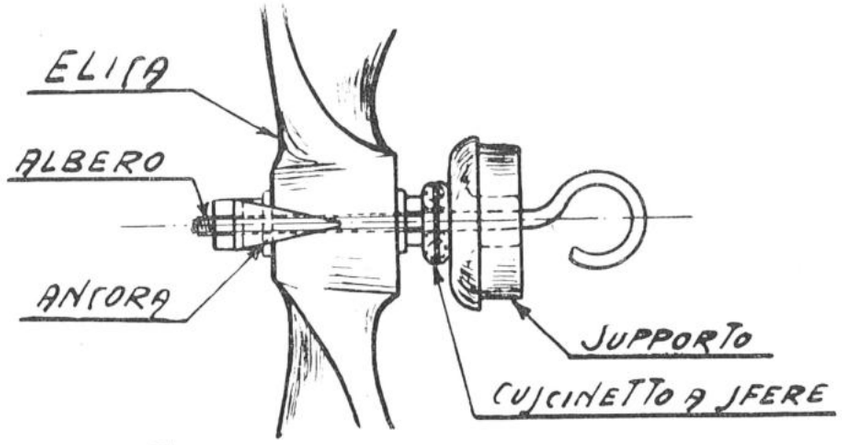


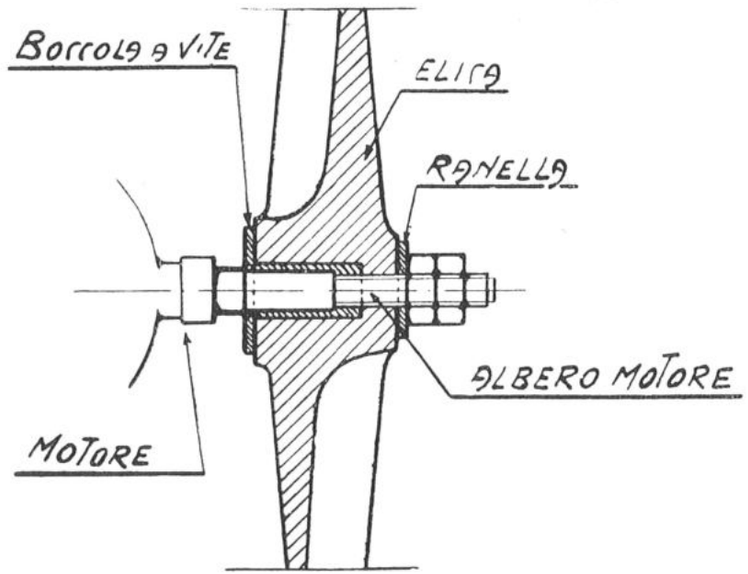
Fig. 74.

modello, sfruttando meglio e più lungamente le proprie doti aerodinamiche, seguiterebbe il volo senza brusche scosse, planando regolarmente.

La velocità normale di rotazione delle eliche nei normali aeromo-

delli è contenuta fra i 15 ed i 20 giri per secondo, corrispondenti a 900 e 1200 giri al minuto. Spesso l'aeromodellista può ricorrere ad un mezzo molto semplice per aumentare la velocità di rotazione dell'elica, quando

Fig. 75.



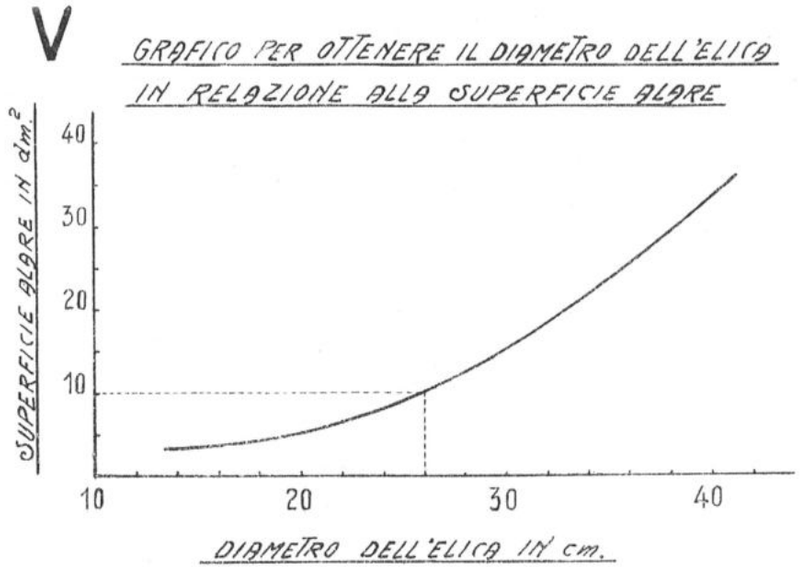
la velocità sembri insufficiente. Si tratta di mozzare l'estremità delle pale dell'elica, diminuendone in tal modo il diametro e di conseguenza l'attrito contro l'aria, col vantaggio di ottenere, con pari potenza, una velocità di rotazione maggiore.

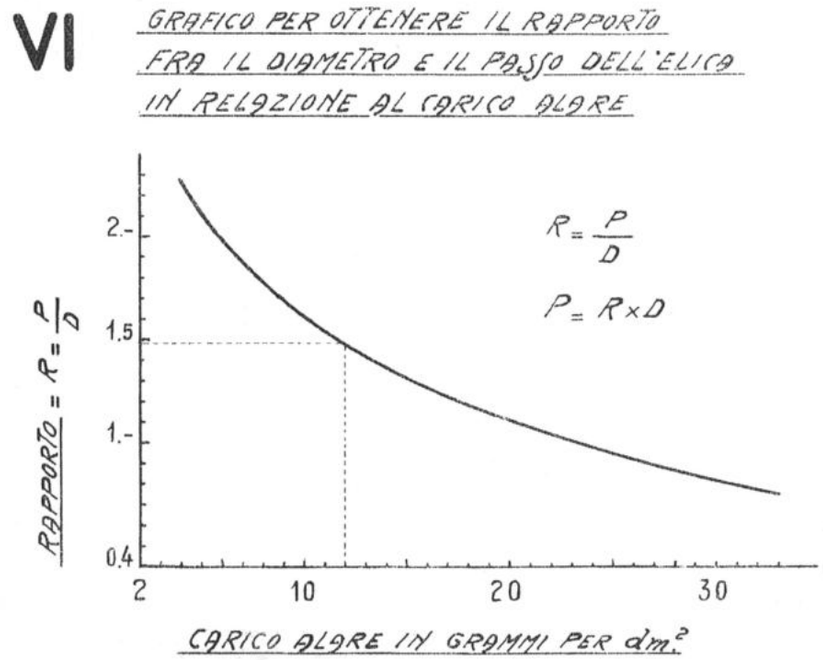
Applicando questo espediente si tenga presente che il passo dell'elica non verrà a cambiare, poichè non si varia l'angolo delle sezioni.

Un'elica, nel suo moto rotatorio, oltre alla trasformazione dell'energia motrice in lavoro di traslazione, produce anche *effetti giroscopici*.

Questo fenomeno fa sì che il modello in volo tenda sempre a sfuggire in direzione contraria a quella del senso di rotazione dell'elica.

L'effetto di questo fenomeno si chiama momento di rotazione, o coppia giroscopica.





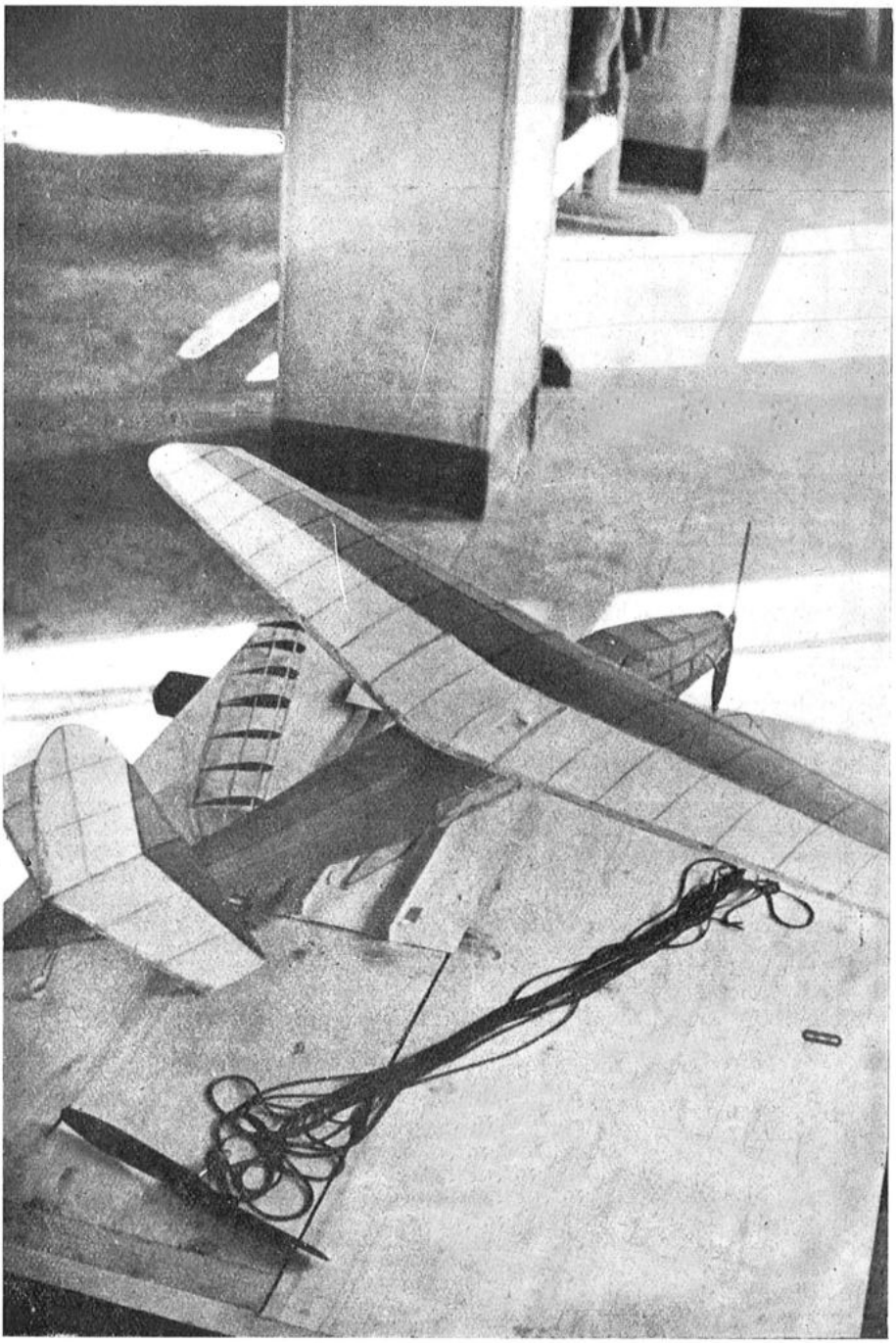
Non è possibile sopprimere tale fenomeno; ma si può contrastarlo, in modo che le sue conseguenze siano ridotte al minimo.

Nella costruzione degli aeromodelli costituiti da un gruppo motopropulsore ad un'elica sola, basterà disporre l'asse di trazione un poco obliquamente rispetto all'ala, e cioè: con elica destrorsa l'asse dovrà tendere verso sinistra, mentre che con l'elica sinistrorsa l'asse dovrà tendere verso destra.

Il momento di rotazione può anche essere corretto con uno spostamento del timone di direzione, od anche con una ben calcolata svergolatura d'ala; ma questo rimedio continua ad agire anche dopo cessata la rotazione dell'elica, procurando l'effetto del fenomeno in senso inverso.

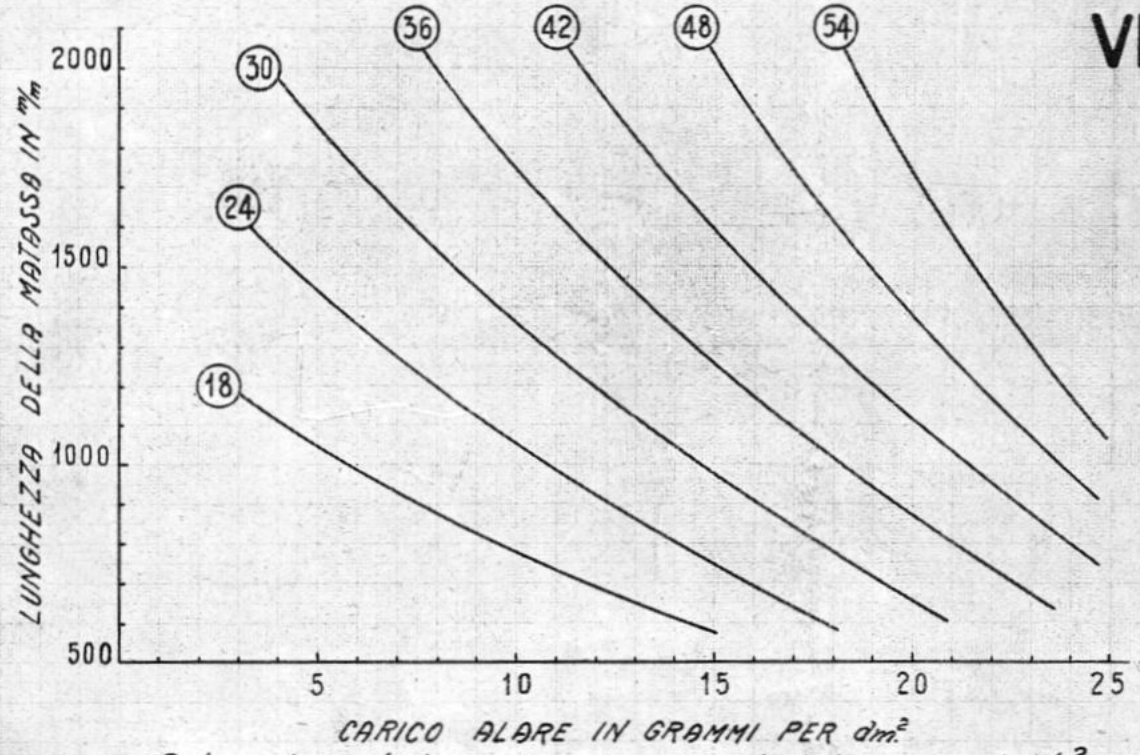
Dunque il sistema dello spostamento dell'asse è il più sicuro e di conseguenza quello da preferire.

Nei modelli con gruppo motopropulsore costituito da due eliche, le reazioni e gli effetti giroscopici si elidono a vicenda, purchè le eliche girino in senso inverso l'una dall'altra.



IL MOTORE AD ELASTICO

GRAFICO PER OTTENERE LA SEZIONE DI GOMMA DELLA MATASSA MOTORE IN RELAZIONE ALLA SUA LUNGHEZZA ED AL CARICO ALARE



NB. Le quote cerchiate corrispondono a sezioni di gomma in m/m.²

IL MOTORE AD ELASTICO

Una matassa di fili di gomma elastica costituisce il motore più economico, più pratico e più adatto per i modelli volanti.

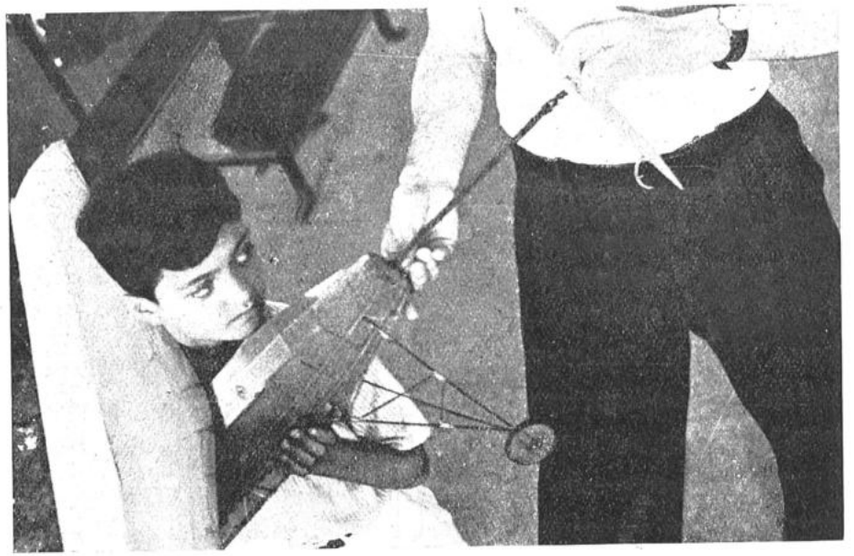
La qualità di gomma che si deve adoperare è quella comunemente chiamata para, tagliata a forma di nastro, preferibilmente di sezione rettangolare. Dalle esperienze fatte con diversi tipi di gomma, e con diverse sezioni, il risultato migliore si è ottenuto con fettuccia di pura para, di sezione di m/m 1 × 3, e di peso di circa 3 grammi per metro lineare.

Molti aeromodellisti adoperano l'elastico di sezione quadrata, che si trova più facilmente in commercio, ma che, a parità di sezione e di lunghezza di matassa, sopporta una carica di torsione inferiore a quella che può sopportare una matassa di gomma di sezione rettangolare.

Occorre badare che la gomma che si acquista sia di recente fabbricazione, cosa che si può giudicare dall'elasticità della gomma stessa, la quale, invecchiando, diviene più dura e fragile. La gomma che normalmente si trova in commercio ha un allungamento di circa sette od otto volte la sua lunghezza primitiva. Se si tratta di gomma fabbricata da poco tempo, si conserva a lungo, purchè sia mantenuta pulita, in luogo fresco, fuori dal contatto dell'aria, e chiusa in una scatola, possibilmente metallica e stagnata, ripiena di talco. E' ovvio che, allorquando si dovrà farne uso, bisognerà pulirla ben bene dal talco. Ma non basta: prima di montare sull'aeromodello la matassa (formata nel modo che vedremo più avanti) noi spalmeremo la gomma di glicerina pura, o di sapone senz'acidi sciolto nell'acqua (si consiglia il sapone per barba). Codesta

lubrificazione è necessaria per favorire la scorrevolezza dei fili che compongono la matassa, sopra tutto quando si vorrà, con un grande numero di giri, attorcigliarla al massimo. L'elastico, però, non deve rimanere sull'apparecchio. Lo si smonti sempre dopo i voli e lo si lavi accuratamente nell'acqua fredda corrente per eliminare la glicerina, o il sapone, e quindi lo si asciughi e lo si riponga nuovamente nella scatola di latta bene impolverato di talco.

Per stabilire la quantità di elastico necessaria per un determinato aeromodello, molti costruttori si regolano a caso e procedono per tentativi; altri stabiliscono senz'altro che il peso complessivo di gomma debba essere dal 20 al 30 per cento del peso totale dell'apparecchio. In verità è sommamente difficile determinare con esattezza il peso della matassa elastica dei singoli aeromodelli. Tuttavia, in sèguito ad una lunga serie di esperienze pratiche, ancora una volta il problema è stato risolto con un diagramma (tavola VII a pagina 144) di cui ci serviremo per stabilire la quantità di elastico necessaria per i modelli monomotori con profilo alare normale.



Per « caricare » un aeromodello con motore ad elastico si estrae la matassa e...

... agganciata l'elica al trapano a mano, con l'aiuto di un compagno si tende la gomma tre volte la sua lunghezza per poter incominciare ad attorcigliarla.

Nel grafico è segnata una serie di linee curve, ciascuna delle quali corrisponde ad una sezione di matassa, espressa in millimetri quadrati. La scala verticale, per valori da 500 a 2.000, corrisponde alle diverse lunghezze di matassa, comprese fra m/m. 500 e m/m. 2.000. La scala orizzontale, per valori da zero a 25, corrisponde al carico alare, espresso in grammi per decimetro quadrato di superfice portante.

I numeri segnati nell'interno dei cerchietti corrispondono alle sezioni totali delle matasse, composte di un numero pari di fili d'elastico, di sezione di m/m 1 × 3; però l'aeromodellista potrà immaginare, frapposte alle linee del grafico, altre linee corrispondenti ad altre sezioni che non siano quelle segnate, il cui valore potrà essere facilmente ricavato per interpolazione.

L'uso del grafico è pressochè identico a quello per calcolare il diametro e il passo dell'elica. Ma eccovi, anche per questo, un esempio pratico. Si supponga di avere costruito un modello monoplano monomotore con un profilo alare comune, di superfice alare portante di 20 decimetri

quadrati e con un peso di grammi 300. Il tubo, o la fusoliera, consente di disporre i ganci, quello anteriore dell'albero dell'elica e quello posteriore fisso opposto, a distanza di m/m 1500. Essendo il peso del modello di gr. 300 e la superfice di dm^2 20, avremo il carico alare di 15 grammi per dm^2.

Per il punto 1500 della scala verticale, cioè delle lunghezze della matassa, si traccia una retta orizzontale e per il punto 15 della scala orizzontale, cioè dei carichi alari, si traccia una retta verticale. L'intersezione di queste due rette si trova fra le curve 36 e 42, molto più prossima alla seconda di tali linee. Perciò la sezione della matassa occorrente potrà essere di millimetri quadrati 42, che si ottengono con 14 fili di nastrino di gomma di sezione di millimetri 1×3.

Se invece la distanza fra i ganci fosse di millimetri 1300, avremmo una sezione di circa 36 millimetri quadrati, ossia una matassa di uguale sezione composta di 12 fili.

Se poi l'aeromodellista intendesse fare uso del diagramma anche per modelli bimotori, dovrà considerare il suo apparecchio come un monomotore, e moltiplicare la cifra della sezione trovata per il coefficiente 0,8. Otterrà così la sezione di ciascuna matassa.

Trovata la sezione totale della gomma, si potrà comporre la matassa, tenendo conto che, montata, dovrà rimanere tesa affinchè l'energia che vi si accumulerà possa venir completamente ed equamente distribuita. Perciò la matassa si farà di circa il 10 % più corta della distanza reale fra i due ganci.

Non è detto che il numero totale dei fili che compongono la matassa debba sempre risultare di numero pari. L'aggiunta di un filo supplementare non procurerà alcun danno, anzi sarà utile per effettuare il nodo di unione in un punto unico.

La matassa si può fare sopra un tavolo, o su una tavola, sulla quale si siano piantati due chiodi distanti l'uno dall'altro quanto i due capi della matassa stessa senza tensione, cioè allo stato normale, e quindi

senza tensione, cioè allo stato normale, e quindi più corta di quel 10 % circa che si è detto. L'avvolgimento della fettuccia di gomma si farà attorno ai due chiodi in modo da ottenere tanti anelli, ognuno dei quali costituirà due fili della matassa e tutti insieme l'intera sezione calcolata per un determinato aeromodello. Naturalmente, è necessario controllare che tutti gli anelli siano di uguali dimensioni, per evitare che, dopo pochi giri di tensione, qualche filo si spezzi. Quindi si lubrifichi — come si è detto a pagina 145 — e si monti sui ganci, che avremo avuto cura di rivestire con pezzetti di tubo di gomma.

Fatte queste operazioni, il modello volante sarà finalmente provvisto di motore, il quale, dopo la carica, funzionerà rendendo, a traverso l'elica, l'energia immagazzinata nella matassa dal lavoro di attorcigliamento eseguito dall'aeromodellista a mano o con mezzo meccanico. Si carica a mano una matassa facendo girare con le dita l'elica in senso inverso a quello normale di lavoro, ossia inverso al senso in cui l'elica deve girare per avanzare nell'aria. Ma, normalmente, l'aeromodellista carica il motore di elastico del suo apparecchio con l'aiuto di un comune trapano a mano, con ingranaggi a rapporto moltiplicatore, sul mandrino del quale, in luogo della punta, viene fissato un piccolo gancio con cui si afferra, dalla parte anteriore o da quella posteriore, la matassa da caricare (vedi fig. 76).

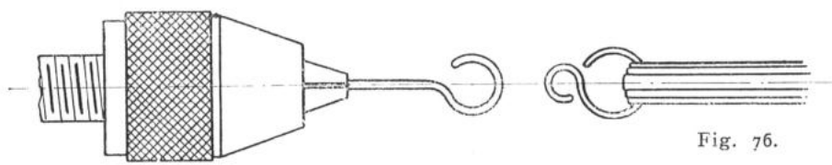


Fig. 76.

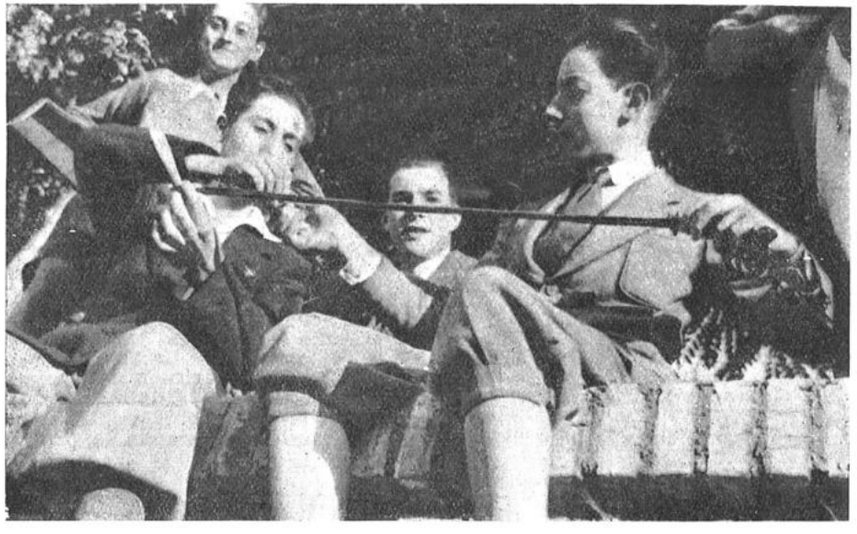
Il numero di giri massimo di carica varia a seconda della lunghezza e della sezione della matassa. Ma ha grande importanza la pratica e l'abilità con cui l'aeromodellista eseguisce il lavoro.

Si può caricare il modello con la matassa allungata, come è dimostrato nella fotografia a pagina 147, e si può caricare con la matassa in

istato naturale. Ma è da preferire il primo sistema, riservando il secondo alle piccole cariche necessarie per eseguire prove di centraggio del modello. La carica con mezzi meccanici, e cioè con l'aiuto del trapano, di una matassa allungata si esegue, come abbiamo scritto sotto alle fotografie dimostrative a pagina 146 e a pagina 147, tendendo l'elastico dalle due alle tre volte la sua lunghezza naturale. Se si capisce che la gomma può resistere ad una maggiore tensione, si tenda ancora di più: si potrà così praticare un maggior numero di giri.

Mentre il trapano gira, sulla matassa che si accorcia continuamente si vanno formando via via dei nodi fino a ricoprirla da un capo all'altro. A questo punto si seguiterà a girare il trapano lentamente fino a che la matassa sarà diventata della lunghezza normale.

Con questo sistema, sempre tenendo conto della lunghezza della matassa e della sua sezione, è possibile, con elastico di buona qualità che sia stato prima convenientemente snervato, raggiungere un numero di giri di carica elevatissimo.



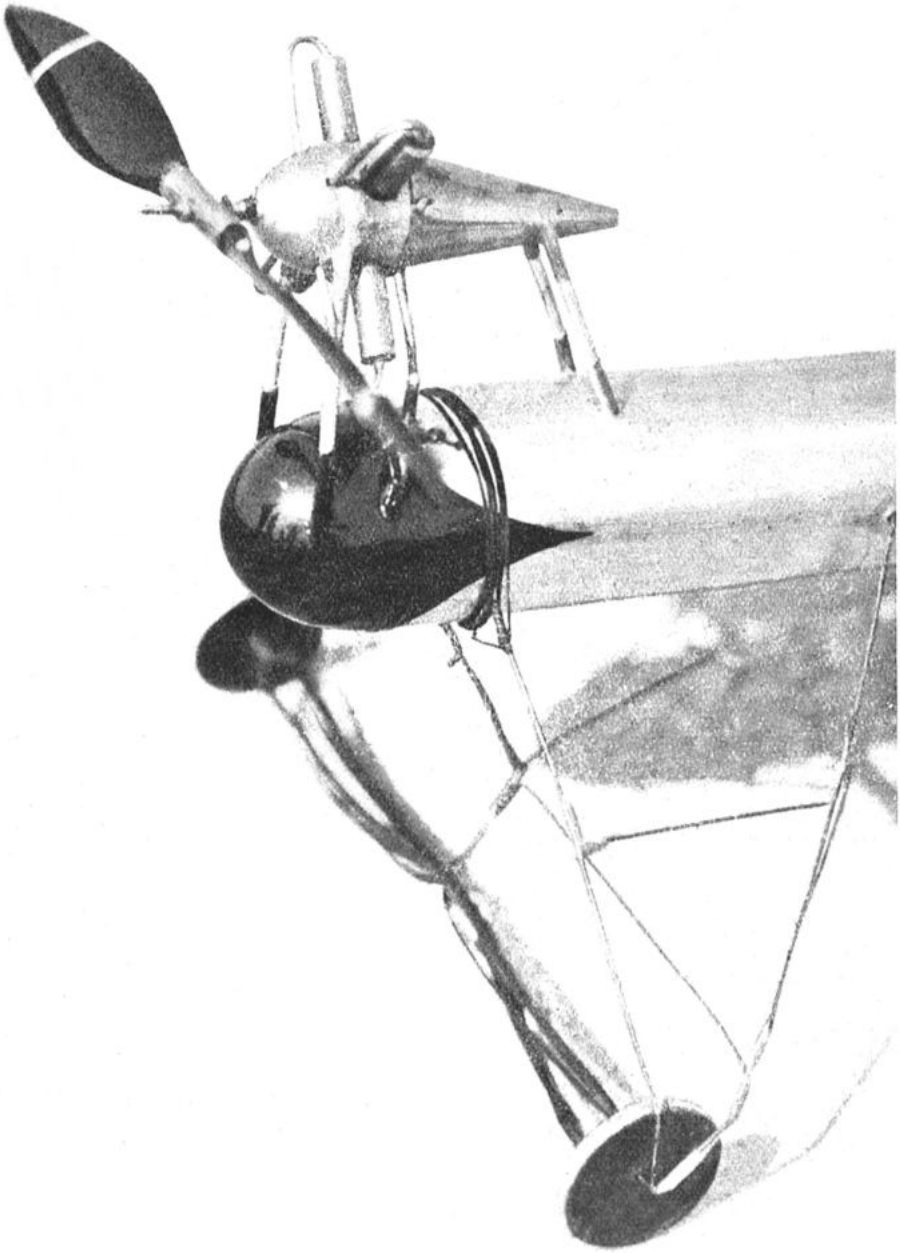
Prima di applicare la matassa elastica all'apparecchio gli aeromodellisti si assicurano che tutti i fili abbiano la medesima tensione.

Per « caricare » un aeromodello con motore ad elastico bisogna essere in due.

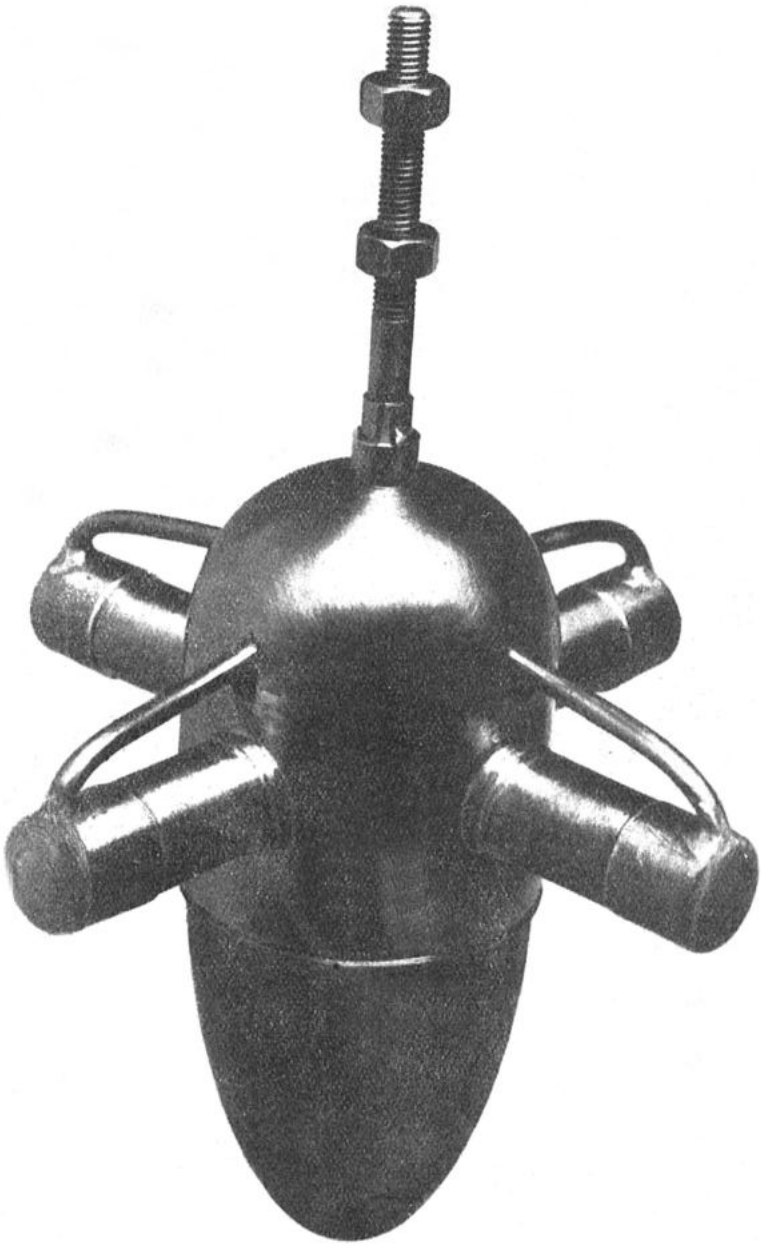
Lo snervamento dell'elastico deve essere fatto per gradi, progressivamente. Preparata una matassa, la si sottopone prima ad un piccolo sforzo e via via a sforzi maggiori. Naturalmente, sarà soltanto con matasse scrupolosamente preparate e accuratamente snervate, che si potranno raggiungere alti limiti di carica e che si otterranno, quindi, i migliori risultati.

Concludendo, è da escludere che il motore ad elastico restituisca l'energia immagazzinata in modo irregolare, come si crede comunemente. Se la matassa è stata sapientemente preparata, seguendo cioè le indicazioni che vi abbiamo date, lo sviluppo del diagramma dell'energia restituita sarà in salita in un primo tempo, per divenire poi quasi rettilineo per un lunghissimo tratto. Diminuirà, quindi, progressivamente verso la fine della carica, esaurita la quale l'apparecchio sfrutterà le proprie qualità aerodinamiche per la discesa in volo planato.

Per poter misurare e calcolare l'energia immagazzinata dalla matassa elastica e restituita dal lavoro dell'elica si potrebbero usare speciali formule, di cui, però, riteniamo inutile parlare in questo manuale.



IL MOTORE AD ARIA COMPRESSA



Motorino ad aria compressa a quattro cilindri.

IL MOTORE AD ARIA COMPRESSA

Tra i motori meccanici per aeromodelli uno dei più usati è quello ad aria compressa, che può essere a cilindri verticali fissi e a cilindri disposti a stella, fissi o rotativi. Naturalmente, questi tipi di motore richiedono un serbatoio nel quale si possa comprimere l'aria. Il tipo di motore ad aria compressa più usato, e che dà i migliori risultati, è quello a cilindri fissi a stella.

Il tipo più semplice di questi motori è a tre cilindri, rappresentato con la fig. 77 nella sezione longitudinale, e con la fig. 78 nelle due sezioni trasversali: una, sull'asse dei cilindri, l'altra, sull'asse dei tubi di distribuzione, che nella figura sono sovrapposte. Questo motore è costruito interamente in ottone per quanto riguarda tutto ciò che è fisso (carter, cilindri, boccola dell'albero motore, che serve anche per la distribuzione, tubi); interamente in acciaio per quanto riguarda tutte le parti mobili (pistoni, bielle, alberi e perni). Il carter, o corpo, *a*, di costruzione leggera, porta i cilindri, *b*, la boccola dell'albero motore, *c*, i tubi *d*, che collegano questa con i cilindri, ed il tubo *e*, che serve per la presa d'aria dal serbatoio. Tutte queste parti sono saldate a stagno l'una con l'altra e formano un blocco unico.

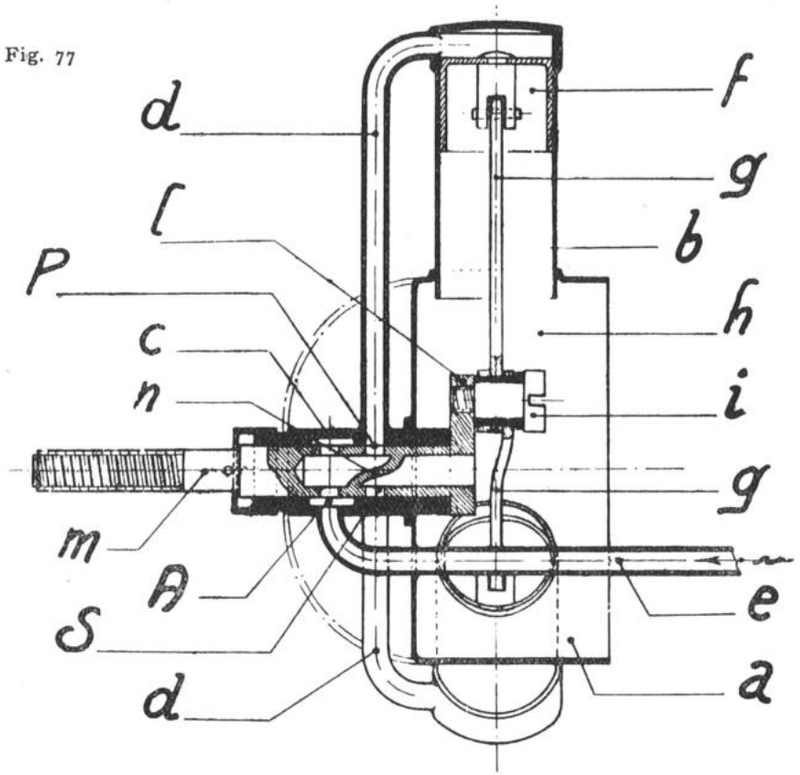
In ogni cilindro scorre un pistone, *f*, collegato, a mezzo della biella *g*, con una boccola *h* girevole attorno al perno *i*, solidale attraverso all'eccentrico *l* con l'albero motore *m*.

Il carter viene stampato in lamiera sottile. I cilindri, ricavati da tubo trafilato con parete sottile, debbono essere rettificati nella parte

interna: un coperchietto costruito al tornio od in lamiera stampata, saldato all'estremità superiore dei cilindri, ne chiude la cavità.

La boccola dell'albero motore è tornita: internamente deve avere una scanalatura circolare A, nella quale sbocca il tubo di presa d'aria

Fig. 77



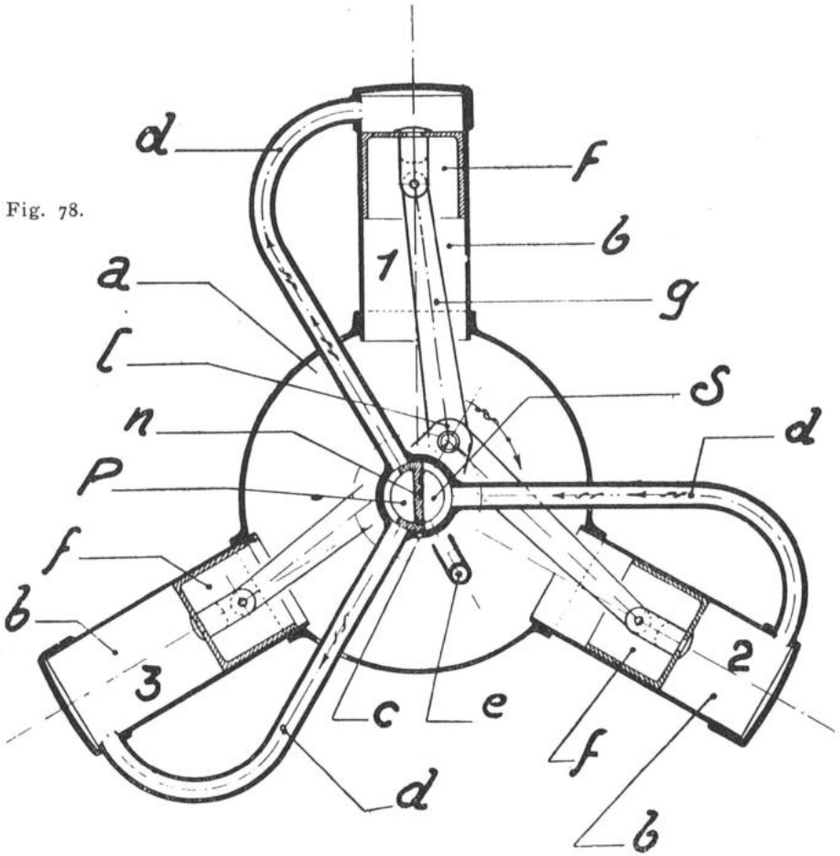
dal serbatoio. Su un altro circolo spostato rispetto a quello della scanalatura A vi sono dei fori (quanti sono i cilindri) esattamente ripartiti sulla circonferenza della boccola. Per il motore a tre cilindri i fori sono a 120° l'uno dall'altro. Se, invece, i cilindri fossero quattro, l'angolo tra un foro e l'altro sarebbe di 90°. Questi fori sono in comunicazione, mediante i tubi *d* saldati, con l'interno dei cilindri.

La scanalatura A riceve l'aria del serbatoio, che deve essere distribuita ai cilindri; i tubi *d* servono ad immettere l'aria nei cilindri

durante la fase di pressione e a lasciarla uscire durante la fase di scarico.

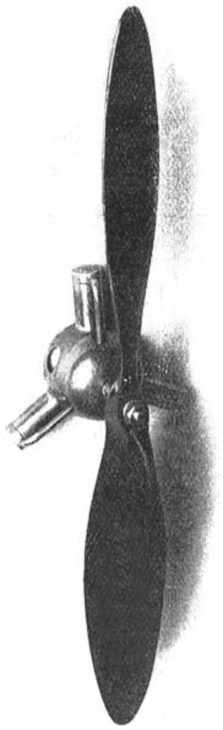
I pistoni, come abbiamo detto, sono in acciaio, e ciò per evitare il pericolo di grippamento, che può verificarsi quando due pezzi dello stesso materiale lavorano assieme per sfregamento. Sono torniti e alleggeriti il più possibile, perfettamente rettificati all'esterno perchè de-

Fig. 78.



vono alloggiare con esattezza e scorrere entro i rispettivi cilindri, a tenuta d'aria.

In ogni pistone è fissata una forcella a due occhielli, sulla quale è imperniata la biella. Le bielle, in lamierina di acciaio, sono forate



Motore ad aria compressa a tre cilindri con elica montata.

all'estremità opposta del pistone, per poter alloggiare con minimo giuoco nella boccola scorrevole attorno al perno solidale con l'eccentrico dell'albero motore. Siccome le bielle non possono stare sullo stesso piano, sono appositamente curvate, in modo che i pistoni lavorino tutti sullo stesso asse dei cilindri, senza forzare lateralmente nell'interno di questi.

L'albero motore è anch'esso in acciaio, rettificato, e deve alloggiare perfettamente entro la sua boccola di distribuzione. L'albero, che è, forse, in questo tipo di motore, il pezzo più complicato e delicato da costruire, deve essere fatto con la massima precisione. Anche l'alloggio deve essere perfetto per impedire qualsiasi fuga d'aria.

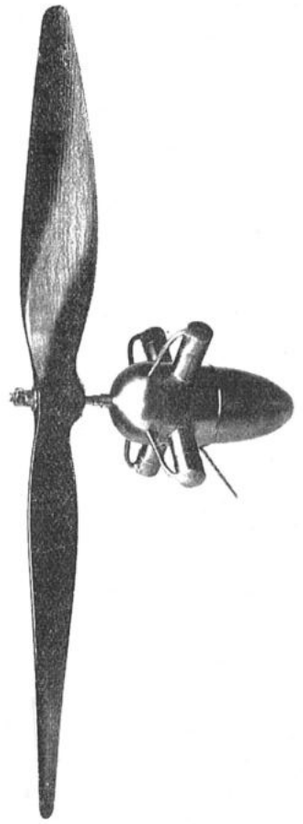
Nella prima parte dell'albero, esterna al motore, vi è la filettatura, per mezzo della quale si monterà l'elica. La seconda parte dell'albero interna al motore, è cava. Vi sono uno o due fori, che al montaggio devono trovarsi entro alla scanalatura A della boccola di distribuzione. Gli altri due fori corrispondono all'asse dei tubi *d*. La terza parte dell'albero è formata dall'eccentrico *l* il cui raggio corrisponde alla metà della corsa del pistone.

La cavità interna dell'albero motore sbocca liberamente nell'interno del carter, che è aperto posteriormente. Questa cavità è divisa da un diaframma, *n*, riportato e saldato, in due camere: una anteriore di pressione, l'altra, posteriore, di scarico. Quella di pressione si trova in comunicazione con la scanalatura A, per mezzo della prima serie di fori. Inoltre è in comunicazione con la fessura P dell'albero. La camera di scarico ha, invece, libera comunicazione con l'esterno, ed ha comunicazione con la fessura S dell'albero. Le lunghezze delle fessure P e S devono essere della massima precisione, per ottenere, al tempo esatto, la distribuzione dell'aria di pressione nei cilindri, e ricevere, pure a tempo esatto, l'aria di scarico. L'eccentrico che porta il perno e la boccola, su cui lavorano le bielle, può essere fatto a parte e poi saldato all'albero. La sua posizione, rispetto all'albero, è stabilita in relazione all'asse della fessura di pressione P. L'angolo che l'asse dell'eccentrico forma con quello della fessura P si stabilisce, e si fissa in pratica nel montaggio, a seconda che si vuol far ruotare l'albero motore in un senso o nell'altro, tenendo però conto che non bisogna creare punti morti. Otterremo così d'avere il motore sempre pronto a mettersi in moto, qualsisia la posizione dei pistoni.

Le dimensioni del motore variano a seconda della potenza e del numero di giri che si richiedono.

Naturalmente, oltre alla leggerezza occorre curare molto l'esattezza della costruzione, specialmente per quelle parti (albero, boccola di distribuzione, pistoni e cilindri) che devono avere una perfetta tenuta.

Sconsigliamo assolutamente a coloro che non hanno attitudini speciali e



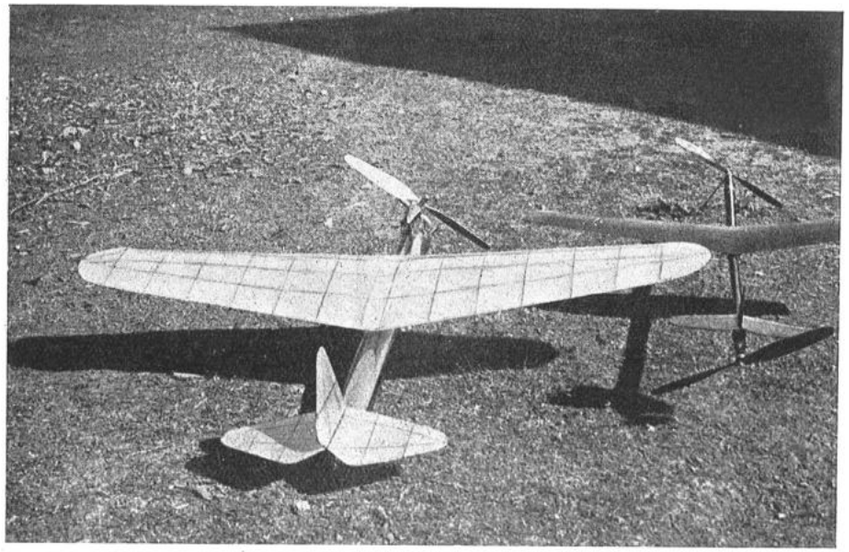
Motorino ad aria compressa a quattro cilindri con elica montata.

che non hanno pratica delle costruzioni meccaniche, di costruire da sè questi motori. Per riuscirvi occorre essere provetti meccanici. La tenuta perfetta dei pistoni, dell'albero e l'assenza di qualsiasi giuoco fra le varie parti che debbono lavorare assieme, sono possibili soltanto in un lavoro eseguito da un abile operaio di precisione.

Il funzionamento di un motore di questo tipo avviene in questo modo: il tubo, *e*, in comunicazione con la fonte dell'aria compressa (serbatoio), porta un rubinetto per aprire od interrompere il passaggio dell'aria compressa. L'aria passa in direzione della freccia (vedi fig. 77), con una velocità più o meno grande, a seconda del diametro interno del tubo *e* e della pressione dell'aria nel serbatoio. Dal tubo *e* l'aria passa per la fessura A, entra, attraverso i fori, nella camera di pressione dell'albero per uscirne dalla fessura P, che è sempre in comunicazione con almeno uno dei tubi *d*.

Si consideri ora la posizione delle singole parti sulla fig. 78.

Questo aeromodello con motore stellare ad aria compressa è stato presentato da un costruttore triestino al Concorso Nazionale del 1936.



Un aeromodello con motore ad aria compressa accanto ad un modello a tubo con motore ad elastico.

Osserviamo anzitutto che la camera di pressione P dell'albero motore è in comunicazione, per mezzo di due tubi, *d*, con l'interno del cilindro 1), superiore, e del cilindro 3), inferiore sinistro. La camera di scarico S dell'albero motore, è in comunicazione con l'interno del cilindro 2), inferiore destro, per mezzo del relativo tubo *d*. Nei cilindri 1) e 3) si esercita, perciò, una pressione sul pistone, mentre il pistone del cilindro 2) è in comunicazione con l'esterno. I pistoni 1) e 3) si muoveranno, spinti dall'aria compressa, verso l'albero motore, che subirà, per effetto delle bielle, un movimento di rotazione, indicato dalla freccia. Questo movimento dell'albero motore viene trasmesso a mezzo della biella al pistone 2), che si muoverà verso la testa del cilindro. L'aria perciò si muove, nei tubi *d*, come indicano le freccie: nei tubi *d* dei cilindri 1) e 3), dal serbatoio, attraverso la camera di pressione P, verso i cilindri (fase di pressione); nel tubo *d* del cilindro 2), attraverso la camera di scarico S, dall'interno del cilindro verso

Un modello con motore ad aria compressa presentato al concorso Nazionale 1934.

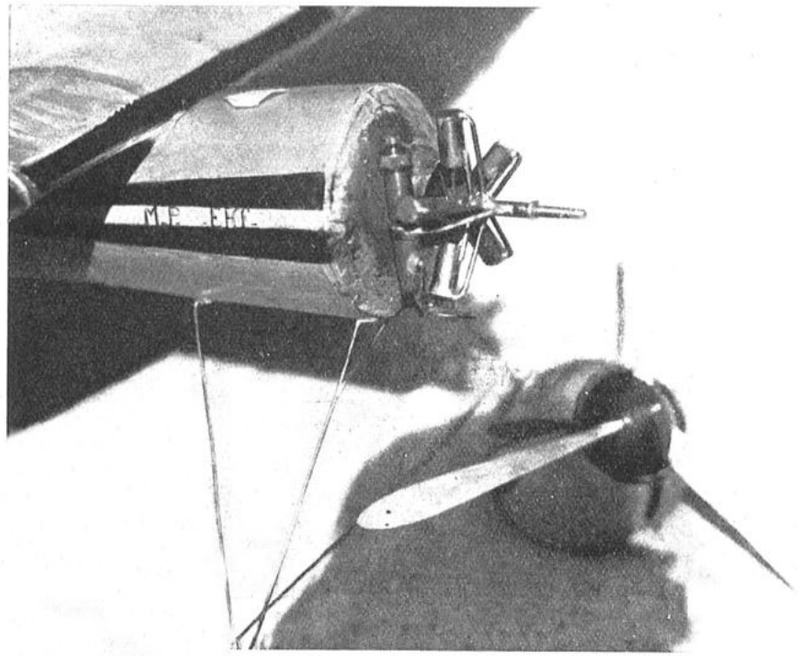
l'esterno. Osserviamo ora che l'albero motore, nel movimento di rotazione, chiude la comunicazione dal serbatoio al cilindro 3), che è giunto all'estremità inferiore della propria corsa, apre completamente la comunicazione del serbatoio al cilindro 1), che è in fase discendente, lascia aperta la comunicazione dal cilindro 2) all'esterno, finchè il pistone di questo cilindro non è giunto all'estremo superiore della propria corsa. Prima che il pistone 1) sia giunto al punto estremo inferiore, si apre la comunicazione dalla camera di pressione P al cilindro 2), che entra in fase di pressione, spingendo sulla biella e facendo ruotare ancora l'albero motore. Il cilindro 3), intanto, è entrato in fase di scarico, attraverso la camera S, che è venuta a disporsi di fronte al tubo *d* di questo cilindro. Così il ciclo continua, poichè la rotazione dell'albero motore distribuisce l'aria compressa successivamente ai cilindri, e libera l'aria contenuta nei cilindri che già hanno lavorato.

Questo tipo di motore ha ottime caratteristiche, e, in proporzione

al minuscolo volume e al piccolo peso, sviluppa una notevole potenza e un numero elevato di giri.

Come in tutte le macchine, anche in questa occorre la lubrificazione. Naturalmente, si tratta di modestissima lubrificazione. Difatti, considerando che la durata di funzionamento è quasi sempre di pochi minuti, basterà far penetrare nei cilindri qualche goccia di olio, non troppo denso e nemmeno troppo fluido; e ciò contribuirà anche a ridurre al minimo le eventuali piccole fughe d'aria.

Con motori di questo tipo si possono costruire dei grandi e bellissimi aeromodelli, assomiglianti magari ad apparecchi veri, senza la preoccupazione di eccedere nel peso totale, poichè con eliche ben fatte ed accuratamente studiate si possono far volare modelli persino di 1500 grammi. Per progettare uno di questi motorini ad aria compressa è



Motore ad aria compressa a cinque cilindri con regolatore automatico.

necessario seguire il procedimento di calcolo con le seguenti formule, dove:

CV = potenza resa;

P = pressione costante di lavoro, in chilogrammi;

C = corsa di un pistone, in metri;

S = superficie della sezione di un cilindro, in centimetri quadrati;

V = volume di ogni cilindro, o cilindrata, in centimetri cubi;

Q = quantità d'aria, trasmessa dal serbatoio al motore al minuto secondo, in centimetri cubi;

N = numero dei cilindri del motore;

n = numero dei giri dell'albero motore, per minuto primo;

i = 0.25-0.30, che sarebbe il coefficiente approssimativo delle perdite di carico dovute alla resistenza dell'aria attraverso tubi ed albero di distribuzione, ed alla resistenza opposta dall'aria al movimento dell'elica.

Il numero di giri al minuto primo è dato dalla formula:

$$n = \frac{60 \times Q \times i}{V \times N}.$$

La potenza resa è data dalla formula:

$$CV = \frac{P \times C \times S \times N \times n}{4500}.$$

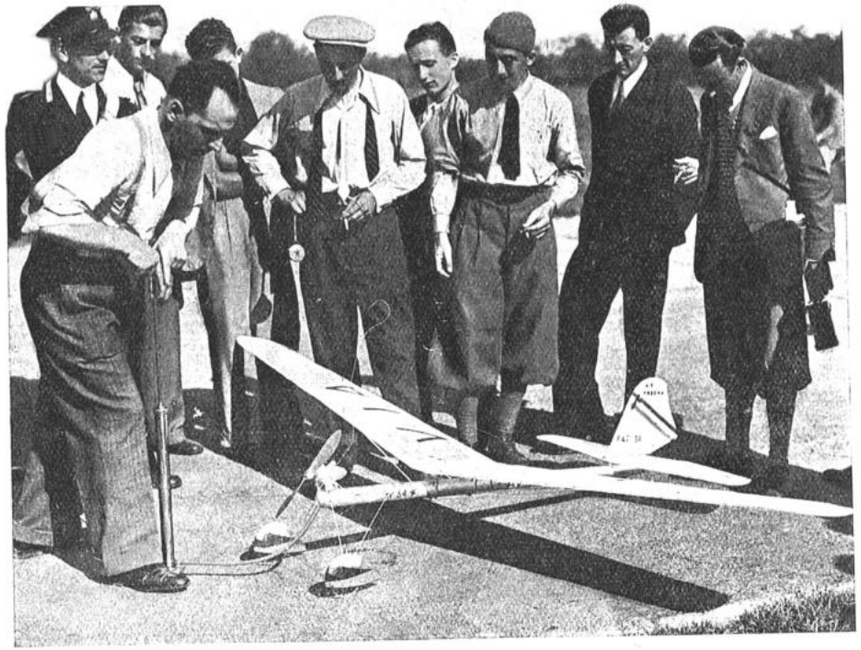
Il valore di Q, nelle normali costruzioni, è generalmente di cm^3 500 circa, supponendo di avere un tubo di presa d'aria con diametro interno di millimetri due ed una pressione costante di cinque atmosfere.

Il coefficiente *i* è inversamente proporzionale alla resistenza opposta dall'aria alla rotazione dell'elica. Per conseguenza si dovrà adottare un piccolo valore quando l'elica ha diametro o passo notevole. Grande invece in condizioni opposte.

Per la buona manutenzione di questi motori è bene evitare di farli funzionare senza elica, dati gli attriti che si genererebbero alle alte velocità di rotazione.

SERBATOI E REGOLATORI DI PRESSIONE

Un aeromodello ad aria compressa presentato al Concorso Nazionale del 1934.



Si sta « caricando » il serbatoio di un aeromodello ad aria compressa.

SERBATOI E REGOLATORI DI PRESSIONE

Come abbiamo visto nel capitolo precedente, il serbatoio è la sorgente dalla quale l'aria compressa affluisce al motore.

I serbatoi devono essere costruiti in modo che la loro sezione trasversale sia, in ogni punto, di forma circolare. E' bene che gli aeromodellisti non pensino, assolutamente, di fare serbatoi sagomati secondo la forma delle comuni fusoliere: siffatti serbatoi, non resistendo che a debolissime pressioni interne, si deformano presto, o, addirittura, si spezzano dopo i primi esperimenti. Quindi noi potremo fare serbatoi di forma cilindrica, o di tronco di cono.

Il materiale più adatto per queste costruzioni è la lamiera di *ottone crudo*, comunemente chiamata lamiera di *ottone navale*.

Lo spessore della lamiera da adoperare dipende dal diametro del serbatoio e dalla pressione a cui si progetta di sottoporlo. Può essere calcolato con la seguente formula:

$$s = \frac{H \times D}{2 \times K},$$

nella quale

s = spessore della lamiera, in millimetri;

H = pressione di carico, in metri (10 metri per ogni atmosfera di pressione);

D = diametro del serbatoio, in metri;

K = coefficiente del carico limite di elasticità per l'ottone laminato, di valore 12.

Nel caso del serbatoio a forma di tronco di cono, per D si assumerà il diametro della sezione maggiore.

I serbatoi devono essere chiusi alle estremità con fondelli della stessa lamiera e dello stesso spessore, aventi forma semisferica o comunque convessa verso l'esterno. Le saldature devono essere fatte ad arte e con stagno di ottima qualità. E' meglio evitare le giunzioni con aggraffature delle parti che si saldano perchè, essendo la lamiera di spessore molto sottile, la struttura risulterebbe fragile proprio nel punto che, invece, deve essere più resistente. Essendo il lamierino sottile di ferro e la latta più leggeri dell'ottone e con coefficiente di resistenza più alto, si potrebbero adoperare per costruire serbatoi, ma con questi materiali la saldatura a stagno, che è la sola che si possa fare, non aderisce così perfettamente come sull'ottone, ed inoltre, in breve tempo, il materiale verrebbe intaccato dalla ruggine, che indebolirebbe la parete del serbatoio.

Modello ad aria compressa con elica a tre pale costruito nel 1929.

La " carica " dell'apparecchio ad aria compressa si effettuerà a traverso una comune valvola da pneumatici per bicicletta che applicheremo, saldandola a stagno, su una parte qualsiasi del serbatoio, badando, però, di non riscaldarla eccessivamente durante il lavoro di saldatura, e ciò per evitare che la guarnizione interna, cioè la gomma che funziona da valvola, si bruci. Oltre alla valvola occorre applicare sul serbatoio un tubo che, interrotto in un punto il meno ingombrante possibile da un piccolissimo rubinetto a maschio, deve portare l'aria direttamente al motore, o al regolatore di pressione, del quale parleremo qui appresso.

Il serbatoio può formare da solo la fusoliera dell'apparecchio, e in questo caso si montano direttamente su di esso le ali ed i piani di coda; ma intorno al serbatoio di metallo si può anche costruire una normale fusoliera.

Costruendo una fusoliera destinata a contenere il serbatoio per l'aria compressa, si devono montare, attorno a questo, i diaframmi che dovranno dare la forma alla fusoliera. I diaframmi non devono aderire strettamente al serbatoio, perchè questo, sotto pressione, tende ad aumentare di diametro e potrebbe deformare o, addirittura, spezzare la fusoliera. Occorre quindi lasciare, fra i diaframmi ed il serbatoio, uno spazio sufficiente per l'applicazione di piccoli cuscinetti di spugna di gomma. Costruito il serbatoio, prima di metterlo in uso occorre, con le dovute precauzioni, provarlo con una carica un po' superiore alla normale. Però non si deve mai provare i serbatoi riempiendoli prima di acqua e facendo, quindi, salire la pressione immettendovi dell'aria. Ciò è pericolosissimo.

Con questo modello Piero Masnaghetti di Sesto Calende ha partecipato al concorso nazionale 1929.

La pressione di carico deve sempre essere controllata a mezzo di un manometro. La prova dei serbatoi si deve fare soltanto con aria, e in ogni caso con molta precauzione. La carica generalmente si fa a mezzo di una pompa per pneumatici da automobile od anche con bombole d'aria compressa.

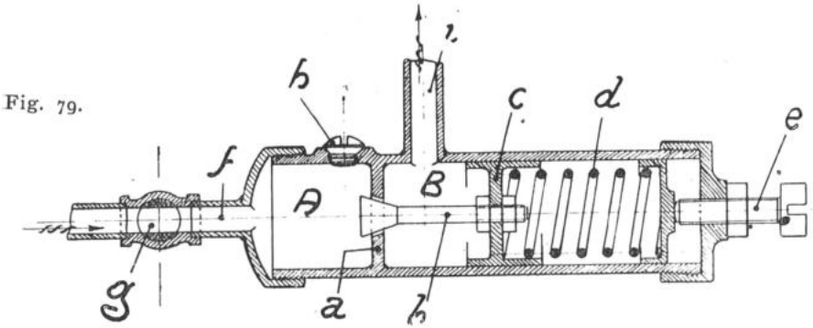
Con una pompa a mano per pneumatici da automobile si possono accumulare, con la forza di una sola persona, circa 6 atmosfere di pressione. Per raggiungere una pressione superiore, occorre farsi aiutare da altre persone, o servirsi di una pompa con pistone molto ridotto. Esistono, di fatti, pompe con pistone a diametro variabile, con l'aiuto delle quali si possono raggiungere alte pressioni.

Immettendo direttamente l'aria compressa nel motore, la potenza sviluppata diminuisce rapidamente perchè, durante il funzionamento, scende la pressione nell'interno del serbatoio. Per ritardare questo rapido abbassamento della pressione, (cioè questa specie di immediato sgonfiamento) si usa il *regolatore di pressione*, dispositivo che permette l'uscita dell'aria a pressione inferiore di quella del serbatoio. In tal modo il motore funziona a pressione costante, con potenza costante, fino a che la pressione del serbatoio non è scesa fino a quella di afflusso al motore. Quindi la potenza diminuisce fino all'esaurimento della quantità d'aria compressa nel serbatoio.

Come si vede, l'uso del regolatore di pressione è assolutamente necessario, poichè rende la marcia regolare, ed aumenta la durata di funzionamento del motore.

Illustreremo un tipo di regolatore molto semplice e di funzionamento sicuro e perfetto (vedi fig. 79). Esso è costituito da un tubo cilindrico diviso internamente in due camere A e B. La camera A si chiama camera *di pressione*, la camera B *di decompressione*. Le due camere sono divise da un diaframma *a*, forato nel centro. In questo foro si adatta una valvola conica, *b*, che è unita all'estremità del gambo con un pistone, *c*, a tenuta perfetta, scorrevole entro la camera B. Il pistone *c* è premuto da una molla a spirale, *d*, la cui pressione è regolabile per mezzo del perno a vite, *e*. La camera di pressione A è in diretta comunicazione con il serbatoio mediante il tubo *f*, tubo di presa d'aria, sul quale è applicato il piccolo rubinetto a maschio, *g*. La camera A può servire anche per mandare olio lubrificante al motore, immettendone ogni tanto, a rubinetto chiuso, attraverso il foro chiuso dal tappo a vite *h*. La

Fig. 79.



camera di decompressione B è in comunicazione diretta con il motore, a mezzo del tubo *i*, il cui orifizio è posto anteriormente al pistone *c*, cioè tra il diaframma *a* ed il pistone.

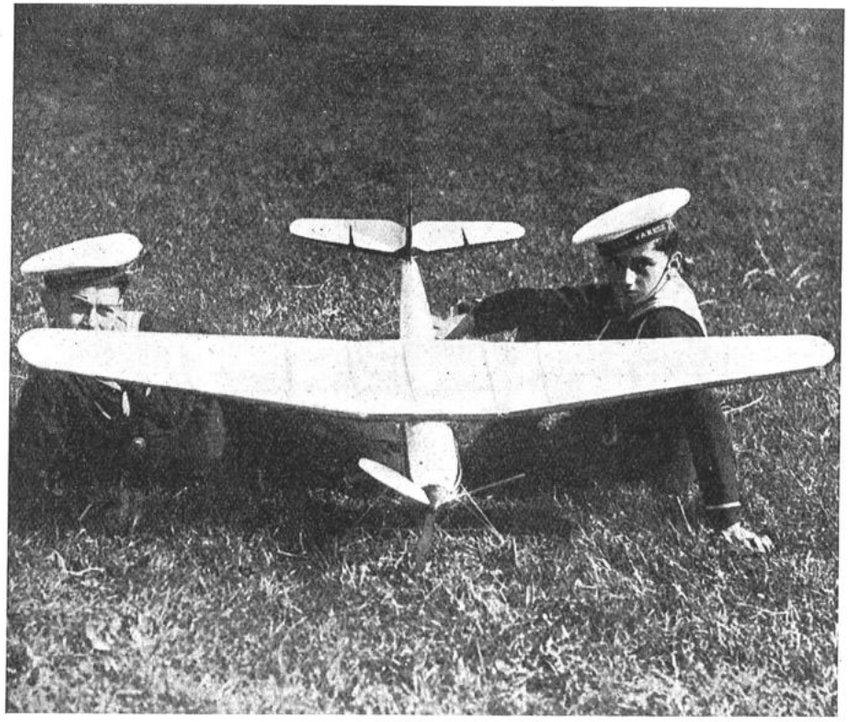
Il materiale da usare per la costruzione del regolatore di pressione deve essere leggero e resistente. L'ottone è il più indicato, ad eccezione della molla che deve essere di filo d'acciaio, e che deve poter equilibrare la pressione esercitata sul pistone dall'aria del serbatoio con l'energia assorbita dal motore. Per esempio, se si vuol far funzionare il motore con una pressione costante di tre atmosfere, la molla dovrà essere tarata per tre atmosfere, ossia dovrà equilibrare il peso equivalente che agisce sulla superfice del pistone *c*.

Non crediamo che sia il caso di riportare le formule per il calcolo delle molle, dato che non sarà difficile, dopo alcuni tentativi, trovare la molla adatta, tanto più che la sua pressione può essere facilmente regolata e variata mediante la vite di regolazione *e*.

Supponiamo di avere nel serbatoio, all'inizio del funzionamento, una pressione di 10 atmosfere, e di voler far funzionare il motore a tre atmosfere. Aperto il rubinetto *g*, l'aria affluirà, con pressione di 10

atmosfere, nella camera A e passerà nella camera B, attraverso allo spazio lasciato aperto dalla valvola conica *b*, che è tenuta aperta dalla molla. L'aria agirà contemporaneamente sui pistoni del motore, mettendolo in moto, e sul pistone *c* del regolatore. Su questo, quindi, da un lato agirà la molla, regolata per resistere alla pressione di 3 atmosfere, dall'altro lato agirà la pressione del serbatoio, di 10 atmosfere. Perciò il pistone *c* si sposterà, comprimendo la molla e strozzando il passaggio dell'aria attraverso la sede della valvola. Quando attraverso alla valvola può passare soltanto una quantità d'aria tale che, espandendosi nella

Aeromodello ad aria compressa con serbatoio-fusoliera cilindrico.



Un altro aeromodello ad aria compressa con elica tripale costruito da Piero Masnaghetti nel 1934. (Confrontarlo con quello del 1929 riprodotto a pag. 169).

camera B, venga ridotta alla pressione di 3 atmosfere, il pistone si arresta, poichè si ha l'equilibrio fra la molla e la pressione esercitata dall'aria. Dato che la valvola collegata al pistone è libera, la riduzione di pressione avviene in modo costante e senza arresti o sbalzi. Quando la pressione del serbatoio si ridurrà al valore della pressione di 3 atmosfere, la valvola, per effetto della molla, si aprirà tempre più per lasciar passare il maggior volume di aria possibile.

Altri tipi ancora di regolatori possono essere studiati: con sfere oscillanti in luogo di una valvola a sede conica, o con membrane a vibrazione, o con spine fisse di strozzamento, che però hanno lo svantaggio di non regolare la marcia del motore nell'ultima fase del volo, e cioè quando si sarà formato l'equilibrio di pressione fra motore e serbatoio.

Ad ogni modo crediamo che il costruttore di aeromodelli, che intenda servirsi dell'aria compressa come energia motrice, si sia convinto dell'utilità di questo accessorio, non solo perchè può permettere un lun-

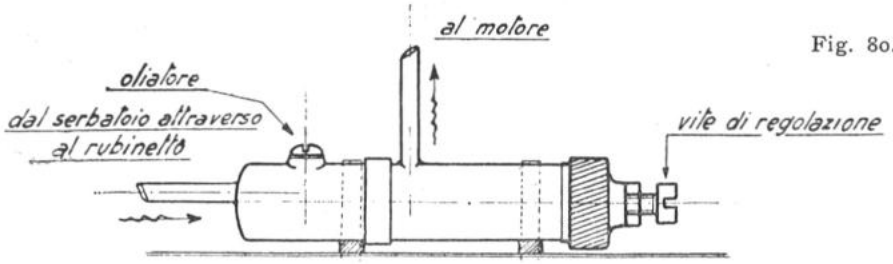
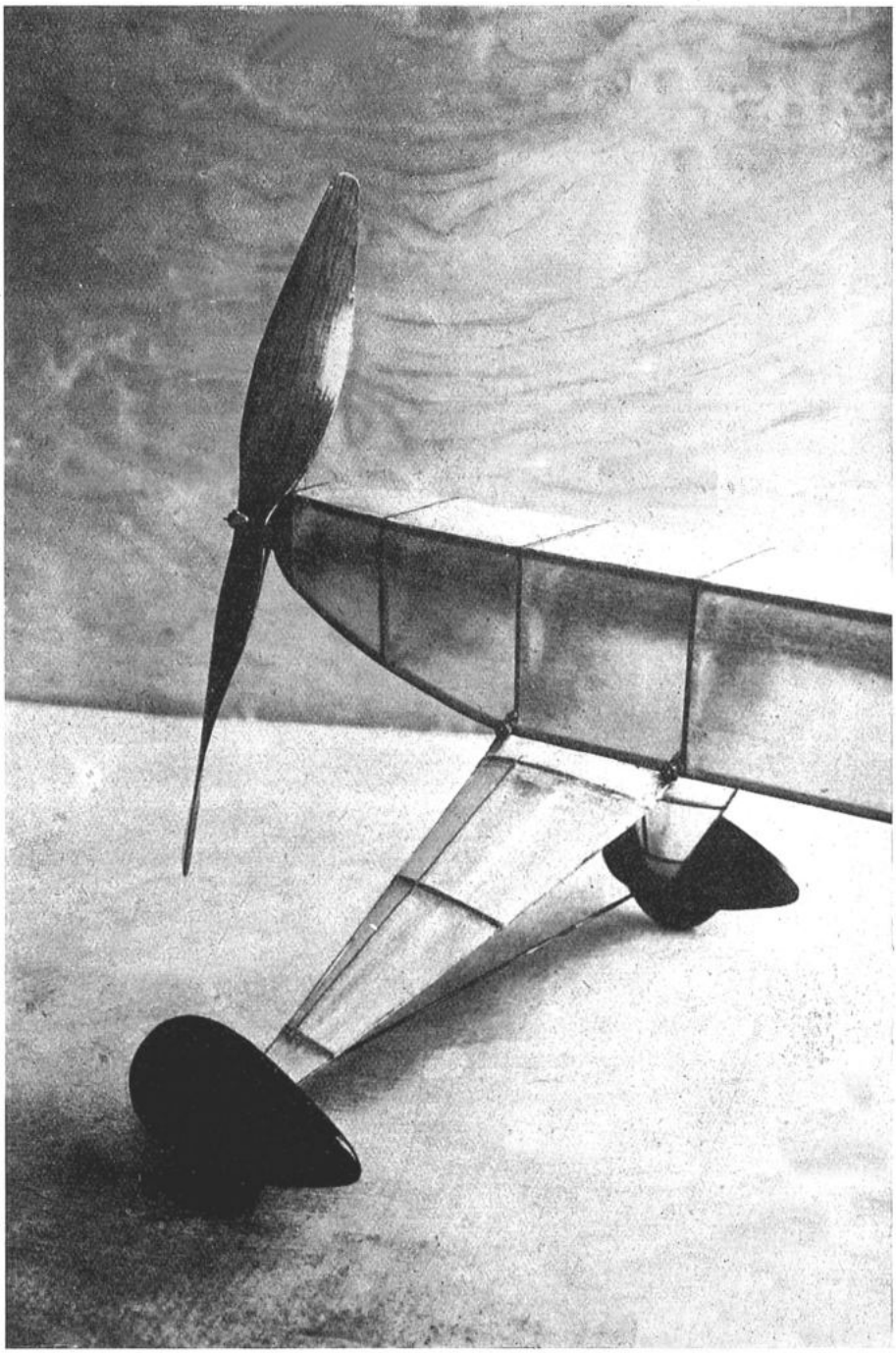
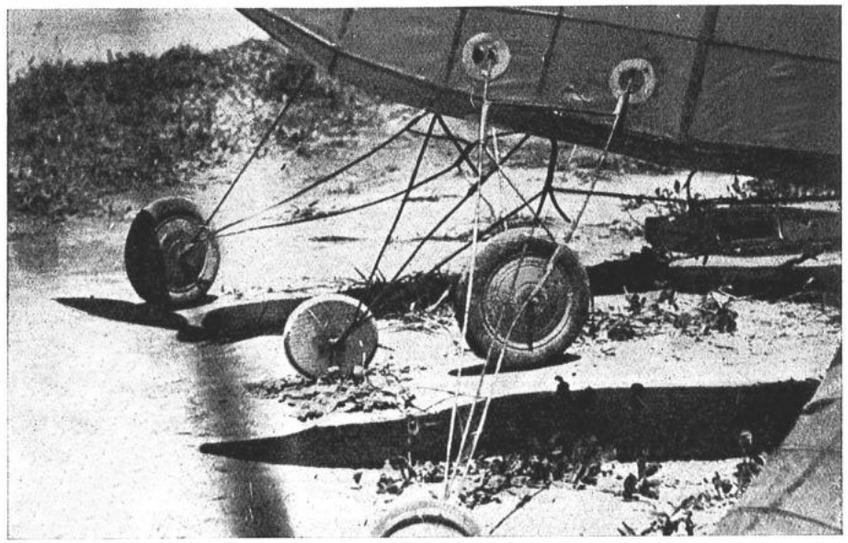


Fig. 80.

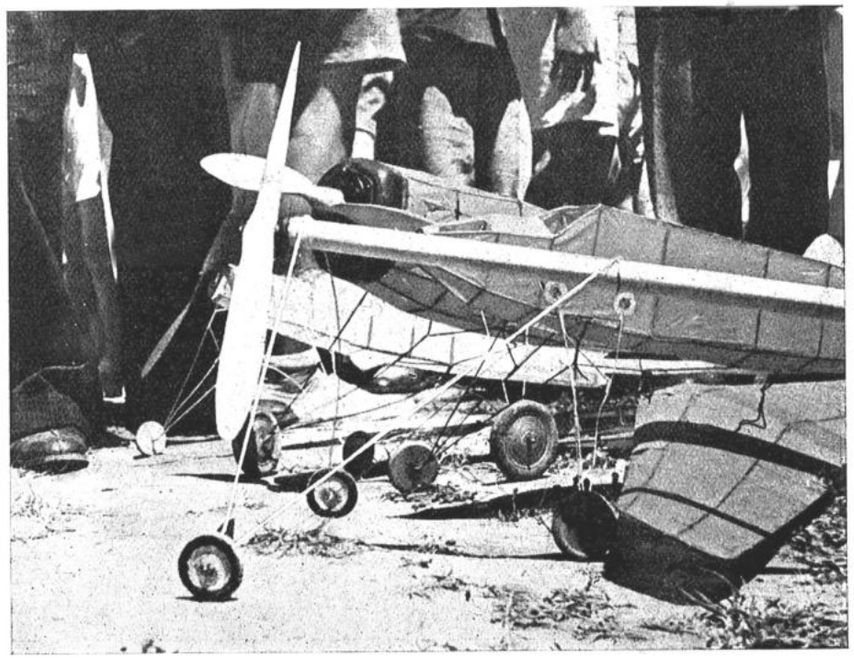
go volo all'apparecchio, ma anche perchè favorisce il buon funzionamento ed una lunga conservazione dei tanto delicati motorini ad aria compressa. Di fatti, con il regolatore di pressione, che riproduciamo nella sua forma esterna nella fig. 80, il motore non viene sottoposto a sforzi eccessivi e il volo dei modelli si svolge con regolarità. Sopra tutto si ottengono voli di lunga durata, perchè l'aria del serbatoio viene gradatamente ed equamente utilizzata fino all'ultimo soffio.



CARRELLO E PATTINO DI CODA



Carrelli non troppo eleganti di aeromodelli costruiti in fretta.



Quattro carrelli costruiti con semplici fili di acciaio e muniti di ruote di vario tipo.

IL CARRELLO ED IL PATTINO DI CODA

Il carrello e il pàttino di coda sono gli organi di contatto con il suolo: permettono cioè al modello volante di distaccarsi dalla terra e di ritornarvi.

Nel caso del lancio a mano questi organi servono soltanto per il ritorno al suolo dell'apparecchio, servono cioè a smorzare l'urto che inevitabilmente si produce al contatto con il terreno alla fine del volo.

In un modello volante è necessario che il carrello sia robusto perchè deve reggere agli urti dell'atterraggio, urti che qualche volta possono essere anche violenti. Il carrello deve sempre essere collocato molto avanti, in modo da proteggere l'elica anche in atterraggi picchiati, e deve essere abbastanza largo (vale a dire avere ampia carreggiata), onde poter proteggere l'ala in eventuali sbandamenti in prossimità del suolo.

In volo, tanto il carrello che il pàttino di coda diventano elementi passivi, poichè non hanno nessuna funzione, offrono una resistenza all'avanzamento e appesantiscono l'apparecchio.

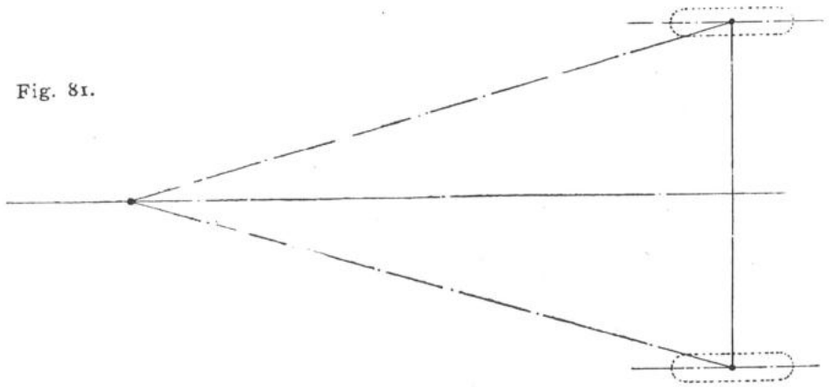
Ciò non ostante, questi organi sono necessari, e solo nel caso di alcuni modelli del tipo " canard ", o di aeroveleggiatori, possono essere completamente, o in parte, eliminati.

Poichè gli organi di contatto con il suolo devono mantenere in equilibrio l'apparecchio fermo a terra o nella sua corsa durante la fase del decollo o di atterraggio, i punti di appoggio non devono, logicamente, essere mai meno di tre, ed entro al poligono risultante dall'u-

nione dei detti punti d'appoggio deve cadere l'asse perpendicolare che passa per il centro di gravità.

Generalmente, il poligono è costituito da un triangolo isoscele che

Fig. 81.



viene denominato *poligono d'appoggio* (fig. 81), i cui vertici corrispondono alle ruote ed al pàttino di coda.

Fra i varî tipi di carrello, il costruttore sceglierà quello che è più adatto al proprio apparecchio, e preferirà sempre i più semplici, tenen-

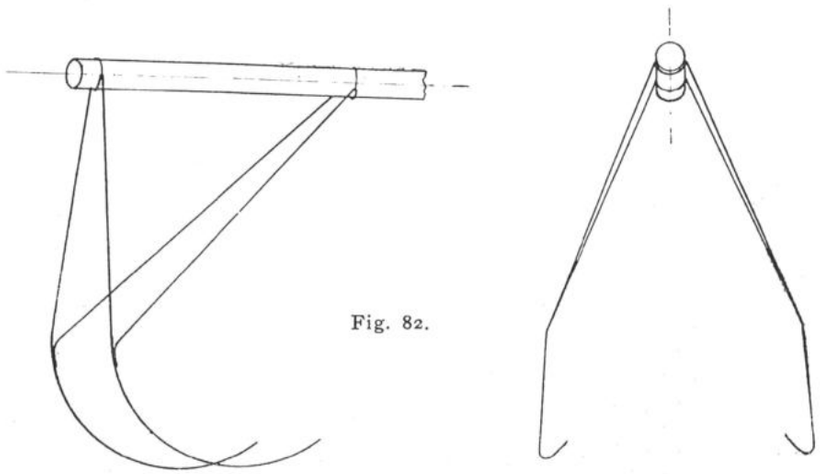


Fig. 82.

do naturalmente conto delle necessità e delle accortezze suggerite dal tipo di apparecchio che vuol costruire.

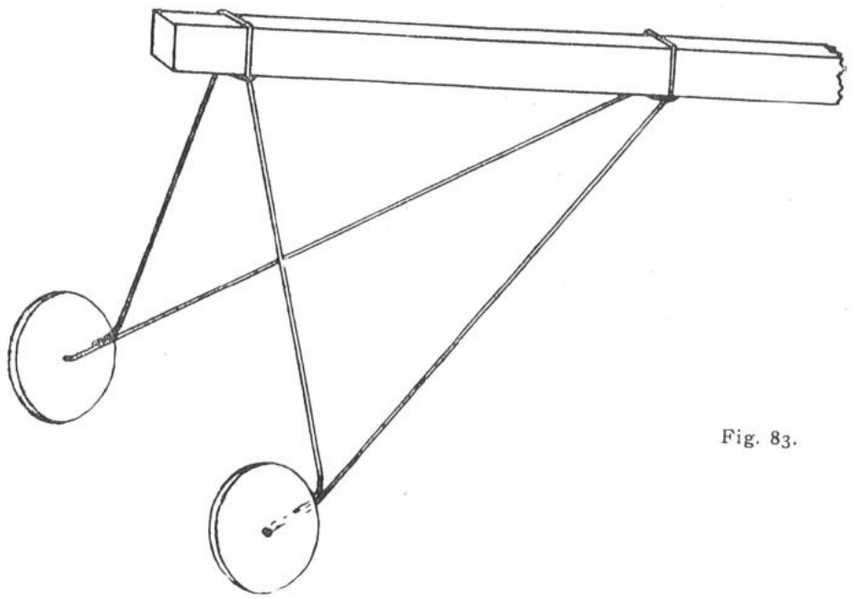


Fig. 83.

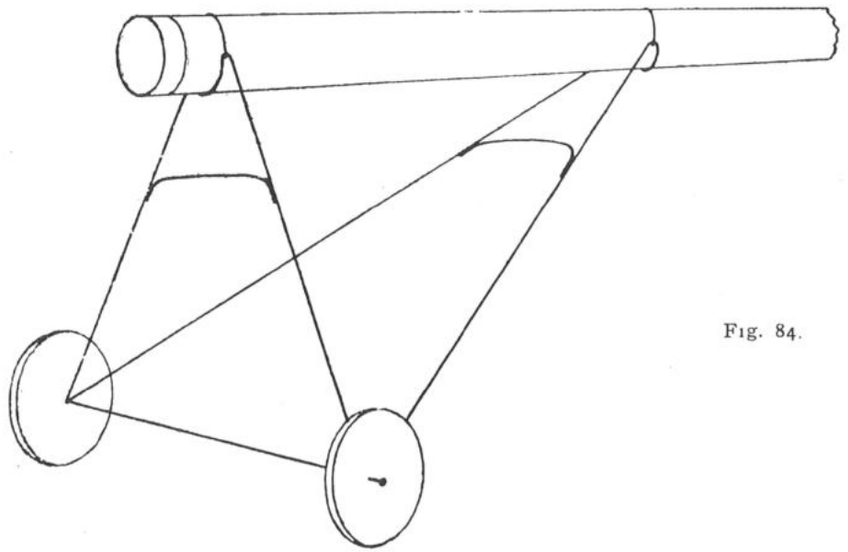


Fig. 84.

Il carrello (vedi fig. 82), quando si tratti di un apparecchio semplice con fusoliera costituita da un'asta o da un tubo e destinato esclusivamente al lancio a mano, può essere ridotto a due soli montanti a forma

di V, con le estremità prolungate e ricurve a mo' di pattini, che escludono, così, le ruote.

Se invece un uguale tipo di modello deve potersi distaccare da terra con i propri mezzi ed atterrare regolarmente, allora sono necessarie le ruote.

In modelli con fusoliera composta di una trave semplice o di un tubo, il carrello può essere costruito nella sua più semplice forma

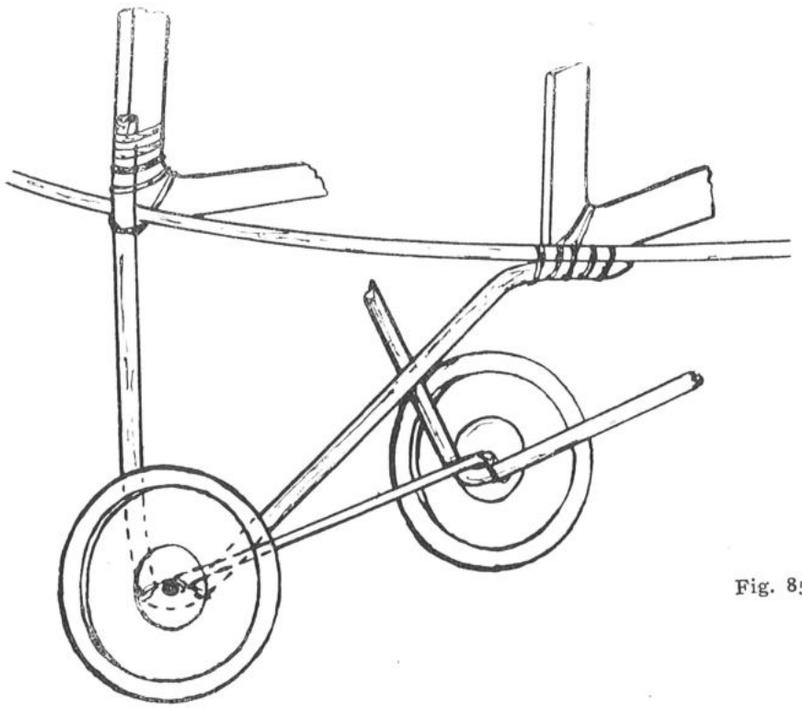


Fig. 85.

(figg. 83 e 84) con un sottile filo d'acciaio armonico raddrizzato, da uno a due millimetri di diametro, e con giunture legate con sottile filo di ferro o di rame cotto, e saldate a stagno.

I montanti a V possono essere o non essere collegati fra loro da un assale, alle cui estremità si dovranno imperniare le ruote.

L'assale lega l'assieme del carrello e perciò lo rende più rigido. Volendo farne a meno occorre applicare, alle estremità dei montanti, dei perni sui quali poter poi infilare le ruote.

Anche su aeromodelli a fusoliera si possono applicare simili tipi di carrello con attacco sulla fusoliera stessa. Però un carrello di forma

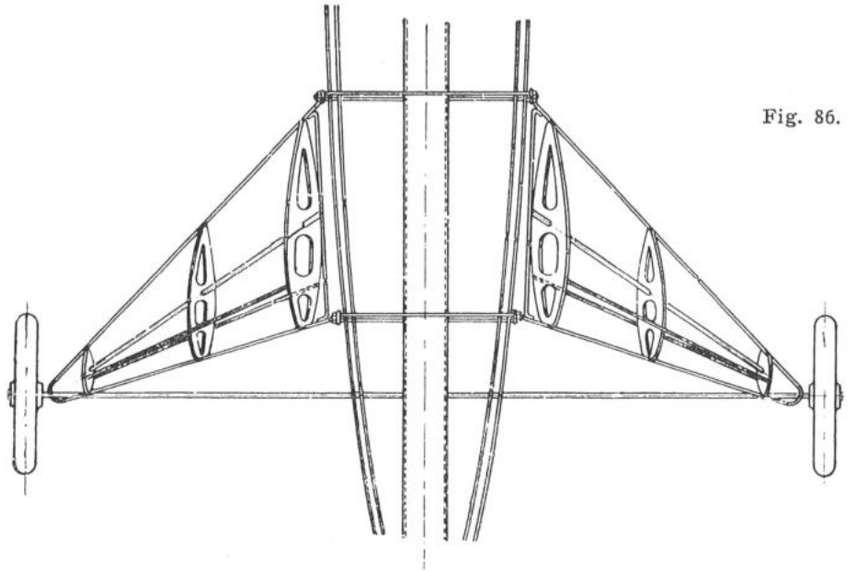


Fig. 86.

così elementare è quasi sempre antiestetico su un apparecchio a fusoliera, specialmente se tale apparecchio è stato costruito a somiglianza di qualche aeroplano vero.

Dunque il costruttore dovrà progettare il suo carrello scegliendo il tipo più adatto fra quelli di costruzione mista (metallo e legno), o esclusivamente di legno, e darà al carrello, esteticamente, la miglior forma, curando di profilare le sezioni dei montanti al fine di ottenere la minore resistenza all'avanzamento.

I legni da adoperare sono il bambù e la canna d'India.

Il costruttore non si deve preoccupare troppo dell'elasticità del carrello. Non sono necessarî, negli aeromodelli, gli ammortizzatori che costituirebbero soltanto un peso superfluo e quindi dannoso.

L'elasticità naturale di un carrello ben concepito è sufficiente ad ammortizzare, senz'altri congegni speciali, gli urti anche forti, contro il suolo, dell'apparecchio che pesa pochi ettogrammi.

Con due pezzi di canna d'India si può costruire un semplice ed ottimo carrello sufficientemente elastico per un aeromodello a fusoliera

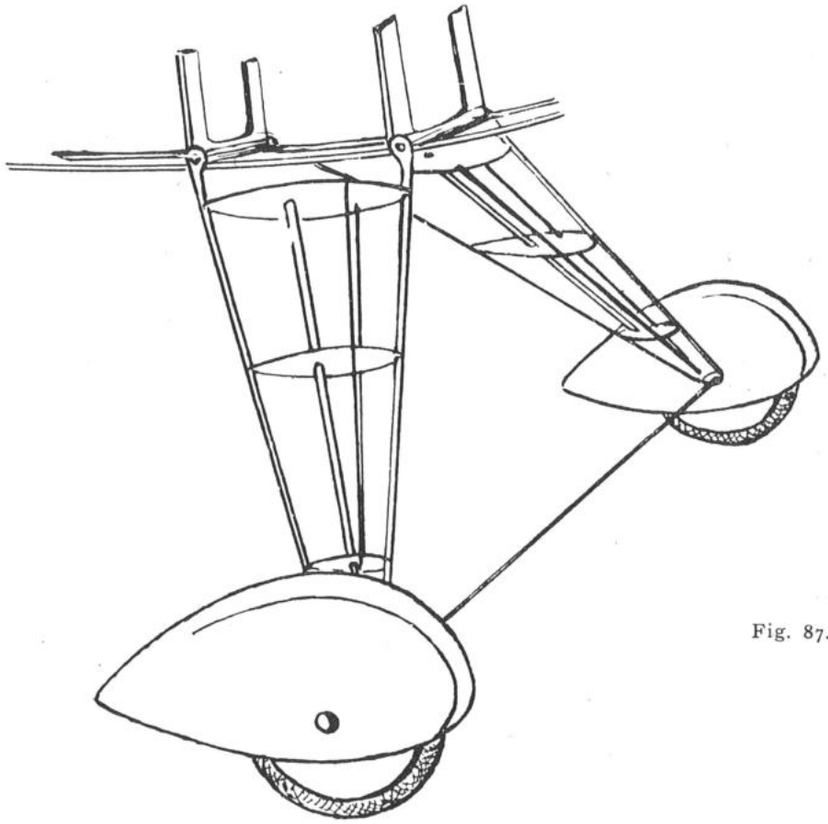


Fig. 87.

(fig. 85), mentre con materiali misti, metallo e legno, si può costruire un estetico tipo di carrello completamente profilato (figg. 85 e 87) ponendo fra i montanti una centinatura, come se si trattasse di un'ala.

Naturalmente, questo tipo di carrello deve essere interamente ricoperto in seta od in tela, e non in carta, che sarebbe troppo soggetta ad urti e conseguenti strappi.

La grandezza delle ruote del carrello dipende dalle proporzioni di tutto l'assieme dell'apparecchio.

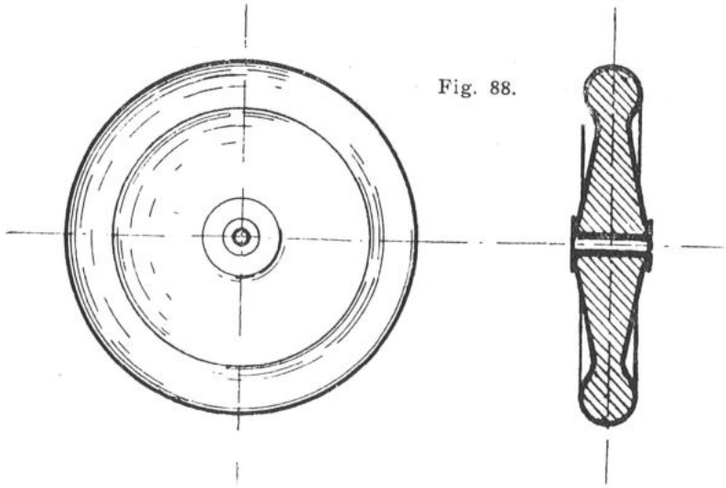


Fig. 88.

Si possono acquistare, o costruire, diversi tipi di ruote. Le più sem-

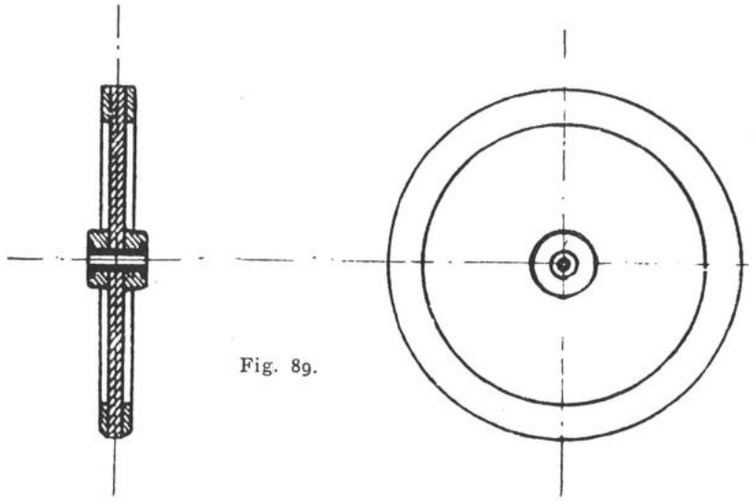


Fig. 89.

plici ed economiche sono quelle a disco (fig. 88) ricavate col tornio da legno di faggio, di cirmolo, di ontano, ecc. (balsa esclusa).

Dal legno compensato si possono ricavare eleganti ruote a forma di disco, rinforzate con due anelli laterali nel contorno, e con dischetti pure in compensato, che ne formino il mozzo (fig. 89).

Anche con sughero si possono costruire ruote a disco, o del tipo detto *a bassa pressione* (fig. 90); però, per costruire ruote in sughero, occorre trovare del pannello di sughero ben compatto e quindi occorre lavorarlo al tornio con utensili ben arrotati. Le ruote in sughero sono

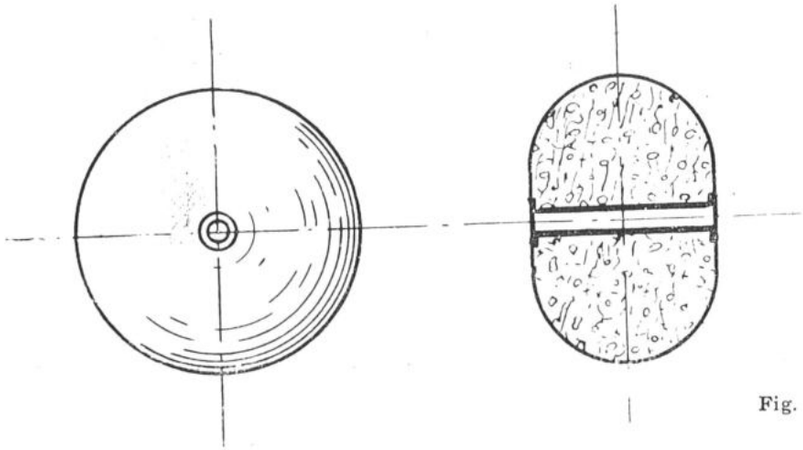
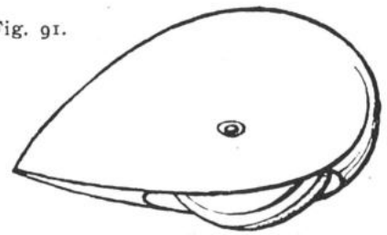


Fig. 90.

molto leggere, ma troppo delicate. Sarà perciò opportuno, per renderle meno fragili, ricoprirle con leggera seta gommata.

Sempre al tornio si possono costruire in legno delle ruote ben sagomate e con scanalatura sul contorno per adattarvi un anello di gomma. Si ottengono, così, robuste ed eleganti ruote gommate, simili a quelle degli aeroplani veri.

Fig. 91.



In tutti questi tipi di ruote sarà necessario applicare nel mozzo una boccola metallica, generalmente costituita da un sottile tubo che servirà a proteggere il legno dal rapido logorio dovuto all'attrito prodotto dalla rotazione della ruota attorno al perno metallico.

In commercio si trovano altri tipi di ruote, di latta o di alluminio, che, se sono molto leggere, possono servire ottimamente allo scopo. Le ruote montate sui carrelli devono avere la massima scorrevolezza onde favorire la regolarità dei decolli e degli atterraggi.

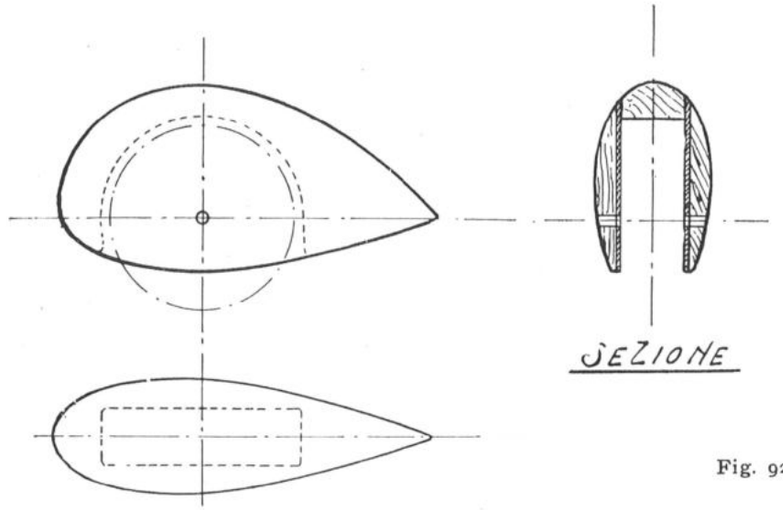


Fig. 92.

Generalmente, le ruote vengono montate così come sono, libere, cioè scoperte; ma molti costruttori, che amano ispirarsi dal vero, le nascondono volentieri sotto una speciale carenatura che, tuttavia, negli aeromodelli crediamo inutile, perchè, data la modesta velocità di volo, non dà vantaggi aerodinamici apprezzabili, mentre rappresenta sempre una notevole e dannosa aggiunta di peso.

Non vogliamo, per questo, disapprovare il lavoro di quei costruttori che intendono costruire con serî intendimenti di estetica aerodinamica; anzi lodiamo questi aeromodellisti, e per loro, e per chi vorrà imitarli, spiegheremo qui un tipo elegante e nello stesso tempo semplice di carenatura per ruote, adattabile a moltissimi modelli (fig. 91).

Stabilito il diametro e la larghezza della ruota, sarà facile disegnare un tipo di carenatura a forma aerodinamica. Il disegno (fig. 92) verrà

fatto nella sua vista di fianco, di sopra e nella sua sezione attraverso l'asse della ruota.

Eseguito il disegno, si potrà iniziare il lavoro, che è semplice, poi che si tratta di costruire una parte centrale sagomata con incollate sopra le due parti laterali.

La parte centrale sarà fatta in legno dolce e leggero (balsa compreso) ed avrà la sagoma laterale ricavata dal disegno, compresa la svuotatura per l'alloggio della ruota; mentre le parti laterali verranno fatte in legno compensato su cui si potranno incollare dei ringrossi di legno dolce e leggero, che si rifiniranno fino ad ottenere la sagomatura aerodinamica ed estetica stabilita.

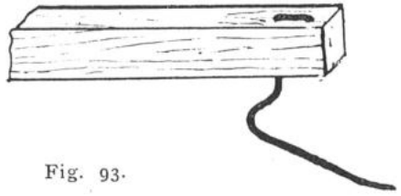


Fig. 93.

Le parti laterali saranno incollate alla parte centrale con buona colla a freddo, ed infine con una lama ben tagliente e con carta vetrata si curerà la rifinitura esterna. Infine si praticheranno i fori per il passaggio dell'asse delle ruote. Per attaccare le carenature al carrello si eseguirà il sistema più pratico e più adatto al tipo di costruzione.

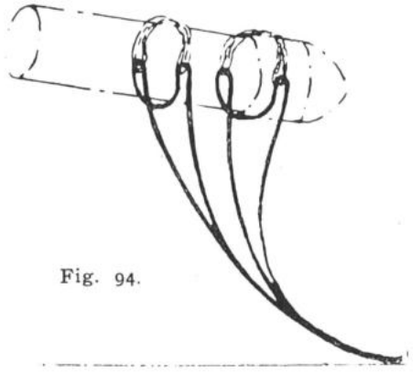


Fig. 94.

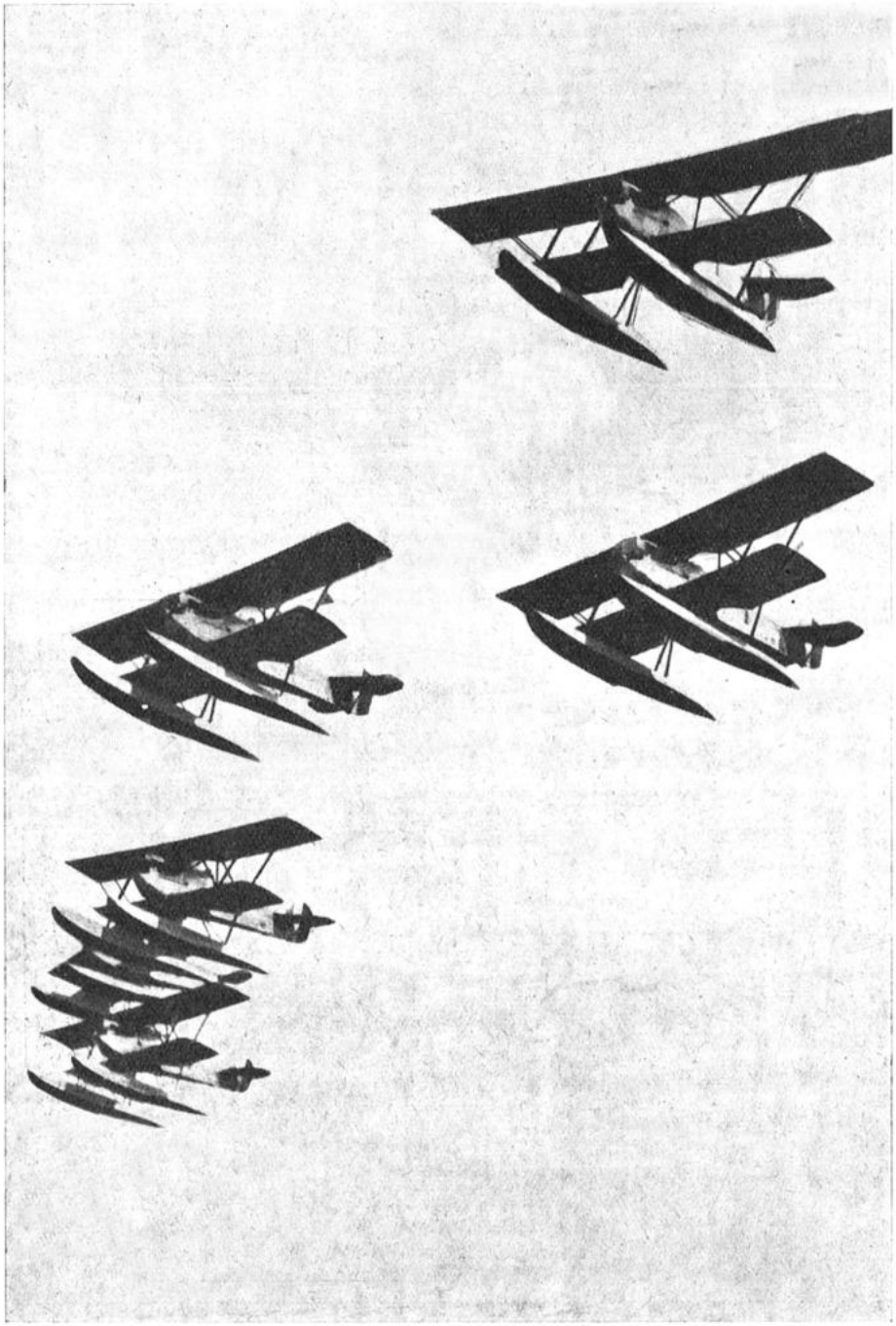
Il pàttino di coda è costituito da una semplice gruccia in filo di acciaio, ricurvo ed elastico.

Per i modelli con fusoliera costituita da un semplice regolo o da un tubo può servire da pàttino il prolungamento del gancio per l'elastico (fig. 93). Ma nei modelli a tubo se ne può anche costruire un tipo più adatto al montaggio, in filo sottile di acciaio con giunture legate e saldate (figura 94).

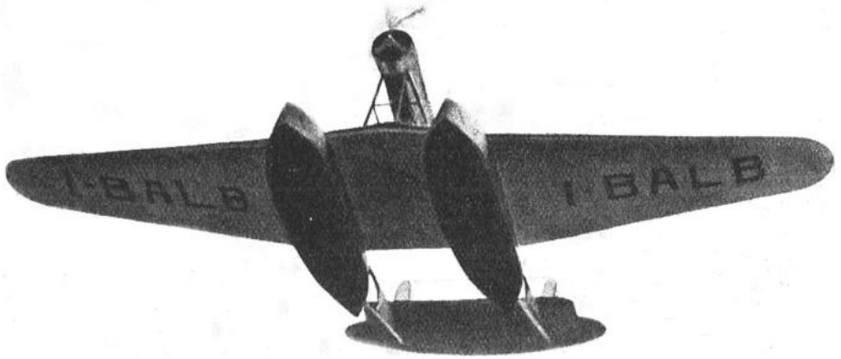
Per modelli a fusoliera il pàttino può essere costruito sia con filo

che con piattina d'acciaio, od anche in canna d'India o bambù, nella sua forma più semplice di una gruccia elastica fissata alla fusoliera, od anche al tappo posteriore che porta il gancio fisso per l'elastico.

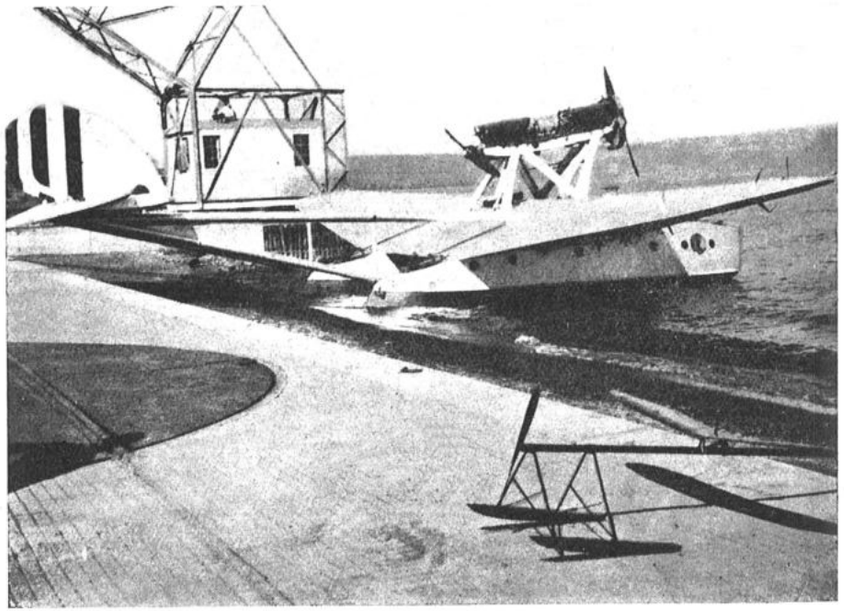
Per facilitare il decollo in ispeciali condizioni, il pàttino di coda può essere sostituito da una ruota imperniata in una forcella. Però i vantaggi che se ne ottengono sono quasi sempre trascurabili.



I GALLEGGIANTI



Gli scafi del glorioso « S. 55 X » della Crociera del Decennale.



Un « S. 55 X » agli ormeggi e, in primo piano, un idromodello a tubo.

I GALLEGGIANTI

I galleggianti costituiscono il mezzo in virtù del quale gli idromodelli possono sollevarsi dall'acqua, e ritornare sull'acqua alla fine del volo. Gli idromodelli, come gli idrovolanti veri, possono essere divisi in due categorie: *a scafo centrale*, oppure *a galleggianti*, chiamati anche *scarponi* (fig. 95).

Nei primi è la fusoliera che appoggia direttamente sull'acqua, e per questa ragione viene costruita con una forma appropriata, sopratutto nella parte anteriore ed inferiore, che è simile allo scafo di una imbarcazione. Deve quindi essere stagna, e per portare l'ala il motore ed i piani di coda ad altezza sufficiente dal pelo dell'acqua, l'ala viene sopraelevata ed il motore sostenuto da un *castello*, mentre gli impennaggi sono situati all'estremità posteriore, rialzata notevolmente. L'equilibrio laterale, sull'acqua, può essere ottenuto dando allo scafo una larghezza sufficiente, od aggiungendo sotto alle estremità dell'ala, due galleggianti più piccoli, che proteggono l'ala dal contatto con l'acqua.

Negli idromodelli a scarponi, invece, la fusoliera è come quella di un comune velivolo. Però, al posto delle ruote del carrello sono applicati i due galleggianti, i quali, potendo essere collocati a notevole distanza l'uno dall'altro, daranno un migliore equilibrio laterale, permettendo, così, l'abolizione dei galleggiantini alle estremità dell'ala.

In contrapposto, è insufficiente, generalmente, l'equilibrio longitudinale; quindi è necessario collocare un piccolo galleggiante sotto all'estremità della coda, galleggiante che ha la funzione del pàttino.

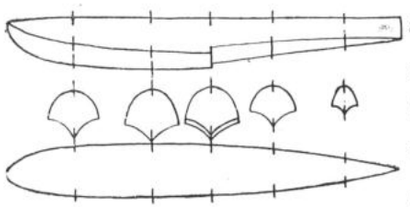
E' consigliabile munire gli idromodelli di galleggianti a scarponi che sono facilmente costruibili e assicurano una ottima stabilità; inoltre, la loro posizione permettendo di collocare la fusoliera sufficientemente alta, l'elica può funzionare senza urtare contro l'acqua nelle delicate manovre della partenza e dell'ammaraggio.

La caratteristica comune a tutti i galleggianti, siano essi a scafo centrale o scarponi, è il *gradino*, comunemente chiamato *rèdan*.

La funzione del gradino è quella di facilitare il distacco del galleggiante dall'acqua. Il liquido tende a rimanere aderente alla superfice immersa. Difatti, affinchè l'apparecchio possa acquistare una velocità sufficiente al sostentamento, occorre liberarlo dall'aderenza dell'acqua. Si formano, con la velocità, dei filetti liquidi che vengono troncati dallo spigolo del gradino. Il cuscinetto d'aria che si forma dietro a questo permette il distacco della parte posteriore del galleggiante. La parte anteriore viene, invece, spinta verso l'alto dalla resistenza che l'acqua oppone al moto degli scafi.

Fig. 95.

Per contribuire ancora al distacco dell'acqua dal gradino, si può costruire la parte anteriore del galleggiante leggermente concava, in maniera da incanalare l'aria fra il galleggiante e l'acqua.



In molti galleggianti, inoltre, il gradino non è rettilineo, ma ad angolo, col vertice rivolto in basso nel centro, in modo che l'ultimo contatto si riduce infine su questa sporgenza della superfice dello scafo.

Anche adottando questa sporgenza, i due tratti laterali del gradino possono essere concavi, in modo da ottenere l'incanalamento dell'aria e quindi una maggiore facilità di distacco dall'acqua.

La fig. 96 rappresenta due tipi di galleggianti a scafo centrale. Nel primo l'equilibrio laterale, nell'acqua, è stato ottenuto con i due piccoli galleggianti posti alle estremità dell'ala; nel secondo l'equilibrio laterale è stato ottenuto dai due galleggianti sporgenti dalla base dello scafo.

La figura 97 rappresenta il tipo di galleggianti a scarponi, i quali, essendo molto lunghi, permettono l'eliminazione del galleggiante di coda.

Da un punto di vista della costruzione i galleggianti non offrono difficoltà, le loro strutture essendo simili a quelle delle fusoliere, cioè, con diaframmi interni, di compensato, e con una rivestitura di compensato sottilissimo, o con più strati di carta (meglio stoffa) bene verniciata con una vernice impermeabile.

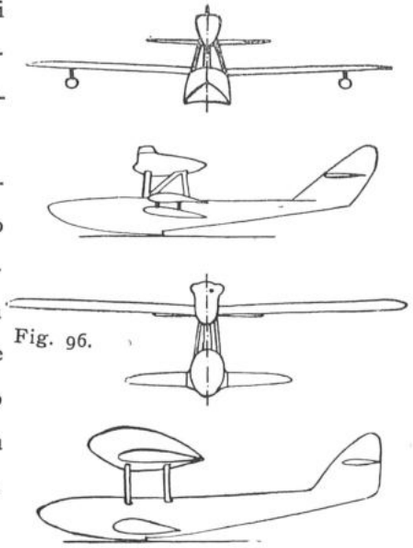


Fig. 96.

Il volume della parte immersa dovrà essere tale da poter sostenere il peso dell'intero apparecchio: dovrà cioè essere di tanti centimetri cubi quanti sono i grammi di peso del modello, galleggianti compresi.

In quanto alla posizione dei galleggianti rispetto alla fusoliera, occorre che siano collocati col gradino leggermente più avanti del centro di pressione e del centro di gravità, in modo che, durante il flottaggio l'apparecchio possa mettersi facilmente in linea di volo, sfiorando l'acqua con lo spigolo del gradino.

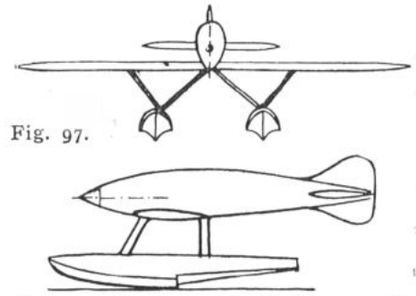
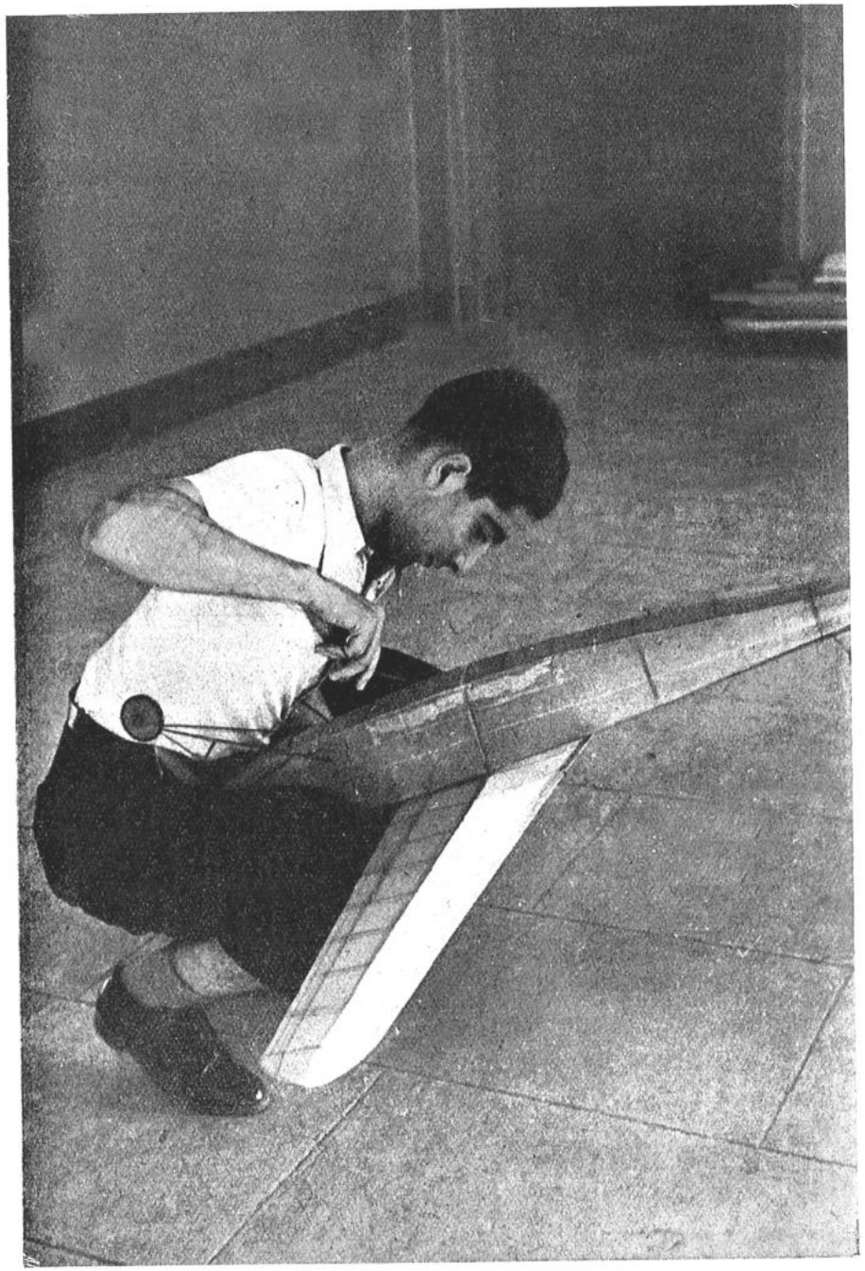


Fig. 97.

Infine, perchè il gradino abbia un'azione efficace, è necessario che sia alto almeno 5 m/m, che è la misura giusta per scafi di un modello di normali proporzioni. Ma non deve essere, però, più alto, per non correre il rischio di avere, dietro di esso, un risucchio troppo forte prima

del sollevamento sul pelo dell'acqua, cosa che impedirebbe all'apparecchio di acquistare la velocità necessaria a mettersi *sul rèdan,* cioè sul gradino, per poter quindi raggiungere quella necessaria al distacco e al volo.

MONTAGGIO E PRIME PROVE



Il primo elastico per unire l'ala alla fusoliera è stato applicato. L'aeromodellista, ora, sta fissando il secondo elastico agli altri due ganci dei quattro attaccati ai longheroni.

MONTAGGIO E PRIME PROVE

Dopo aver costruito le ali, la fusoliera, gli impennaggi, gli organi di contatto col suolo e, salvo che non si tratti di veleggiatori, l'elica e il motore, l'aeromodellista deve procedere al montaggio di tutte queste parti.

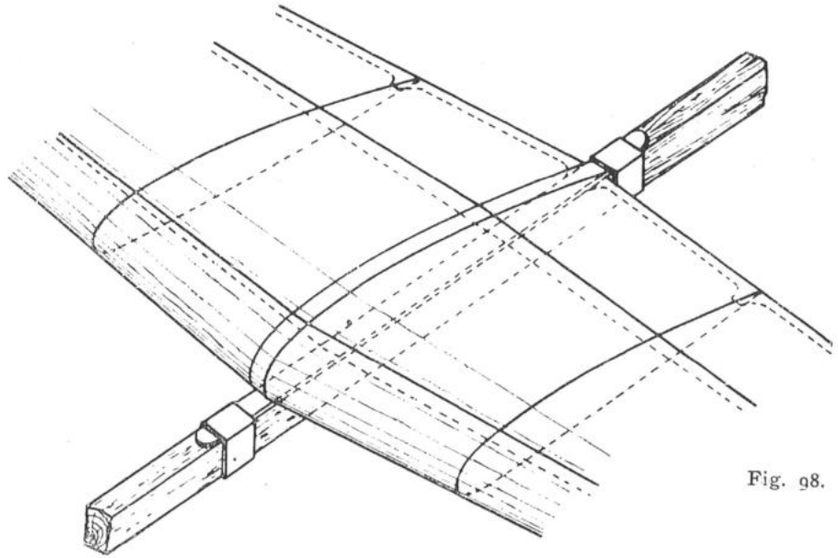


Fig. 98.

Ci occuperemo, prima di tutto, del montaggio delle ali costruite in un sol pezzo. In un modello semplice, con fusoliera composta da un regolo a sezione rettangolare, il montaggio dell'ala può essere eseguito con l'applicazione di un listello che attaccheremo ai diaframmi dell'unione delle due mezze ali, o alla cèntina centrale (o alle cèntine centrali se l'ala ha due cèntine centrali). Questo listello dovrà sporgere

dall'ala tanto anteriormente che posteriormente, per poter essere fissato, mediante legature o fascette metalliche, al regolo-fusoliera (figura 98).

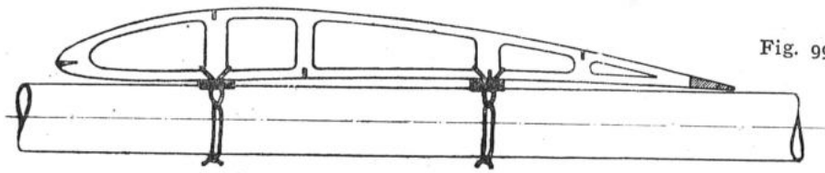


Fig. 99.

Anche per montare ali su fusoliera a tubo può essere seguito questo sistema, per quanto ve ne siano altri ugualmente pratici e semplici. Uno consiste, per esempio, nel porre due piccoli cuscinetti di sughero sotto il centro dell'ala, in corrispondenza dei longheroni. Alla cèntina (o alle cèntine), sempre nei medesimi punti in corrispondenza dei longheroni, applicheremo due legature di spago sottile e robusto con le quali fisseremo l'elastico che serve a tenere stretto il tubo-fusoliera all'ala (vedi fig. 99). Il sistema migliore, però, è quello di applicare ai diaframmi che tengono unite le due mezze ali, due supporti di lamiera di alluminio (fig. 100), con un incavo a collare che abbracci circa metà del tubo. L'applicazione di questi supporti ai diaframmi dell'ala si fa con l'ausilio di piccoli bulloncini. L'ala si fissa al tubo con un filo d'elastico che abbraccia il tubo ed il collare dei supporti (fig. 101). Un altro si-

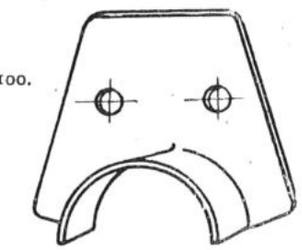


Fig. 100.

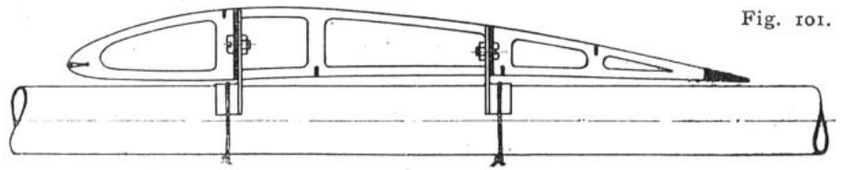


Fig. 101.

stema consiste nell'applicazione di gancetti metallici ai diaframmi: un filo d'elastico, che passa intorno al tubo avvolto ai ganci, serve al fissaggio dell'ala.

Questi sistemi descritti possono essere seguiti anche per fissare ali su modelli a fusoliera, quando l'ala possa appoggiare e combaciare

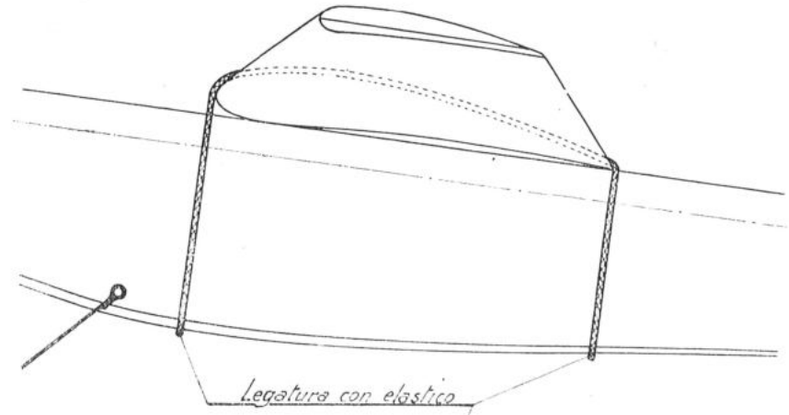
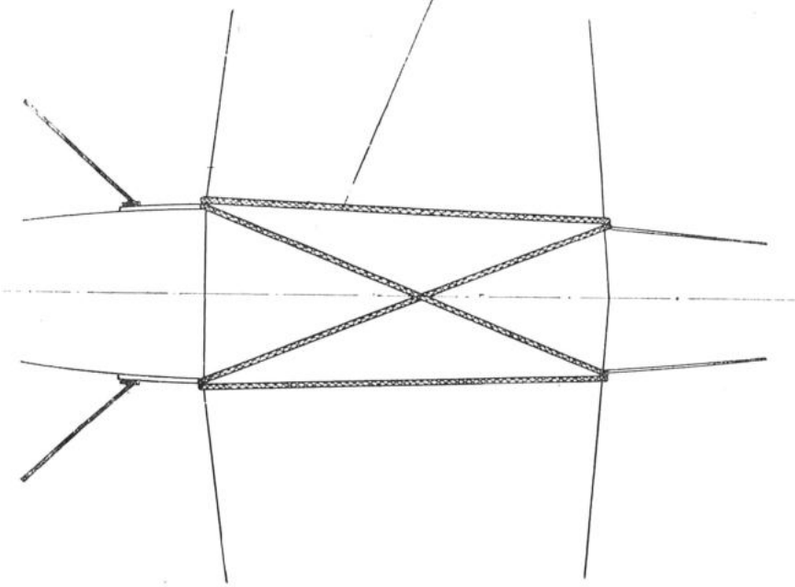


Fig. 102.



esattamente su questa. Ma in tal caso si può fare uso di un filo d'elastico che potrà stringere la fusoliera incrociandosi sopra l'ala sulla sua parte centrale (v. fig. 102). Un altro sistema ancora è questo: pas-

sare il filo di elastico intorno a quattro piccoli perni che avremo avuto cura di fissare precedentemente sulla fusoliera. Si veda il procedimento sulla figura 103.

Naturalmente, i metodi e i sistemi di cui ci siamo occupati non sono i migliori per attaccare le ali alla fusoliera. L'aeromodellista, ad ogni modo, potrà scegliere fra questi che abbiamo descritti e quelli che illustreremo qui appresso.

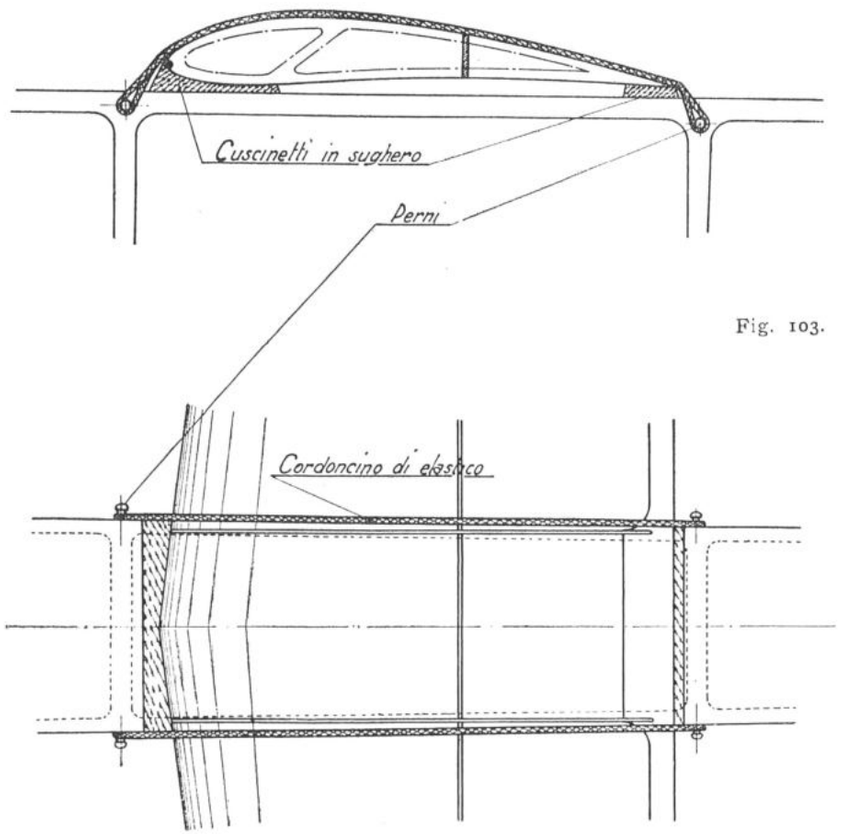


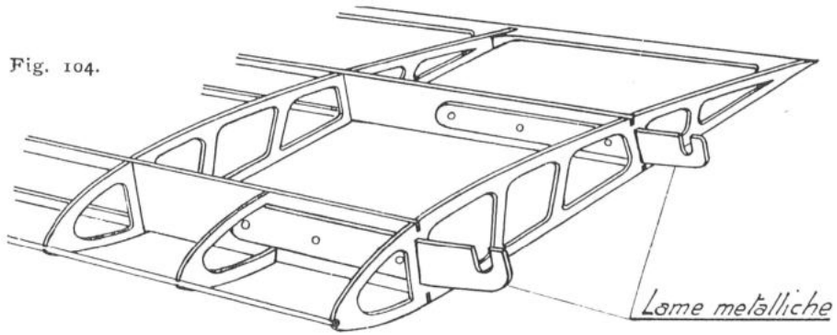
Fig. 103.

Per comodità di costruzione, e perchè si possono smontare con facilità, si costruiscono ali in più parti. Comunemente, come abbiamo insegnato nel capitolo dedicato all'ala, si costruiscono due semiali, ma si possono costruire anche ali in tre parti, e cioè due mezze ali e una

parte centrale. Di questo genere noi descriveremo il tipo più comune, con innesto detto a *baionetta*.

Il primo tratto dei longheroni di una delle mezze ali deve essere costruito a parete doppia, con un vano interno nel quale alloggi una lama metallica, la *baionetta*, che sarà generalmente di lamiera di allu-

Fig. 104.



minio di spessore più o meno grosso a seconda delle dimensioni delle mezze ali (figg. 104 e 105). La baionetta viene fissata, quindi, ai longheroni dell'altra semi ala. Se si tratta di ali in tre pezzi, le lamiere di alluminio verranno applicate a tutt'e due le semiali e poscia infilate e fissate nella parte centrale. E' ovvio che usando questo sistema di innesto a baionetta si dovrà fissare le lamiere con piccoli catenacci.

I piani di coda si fanno generalmente solidali l'uno con l'altro, e l'insieme viene fissato alla fusoliera con sistemi quasi identici a quelli delle ali.

In molti casi, però, occorre prevedere la necessità di variare l'incidenza del piano orizzontale. Per questa ragione si applica alla parte posteriore del piano orizzontale un leggero cuneo di sughero, od anche di legno, il quale cuneo, spostato in avanti, o indietro, darà al piano l'incidenza necessaria per una buona stabilità di volo (fig. 106).

L'incidenza giusta si troverà facilmente durante le prove di volo, dopo di che si fisserà stabilmente il cuneo agli impennaggi.

Una delle sistemazioni più importanti è quella del motore. Trattandosi di motore ad elastico, il sistema più semplice è quello di usare un'unica matassa, attaccata a due ganci di cui uno sia fisso e l'altro sia formato dal prolungamento, opportunamente ritorto, dell'albero dell'elica. La matassa può essere posta internamente ad un tubo, oppure può

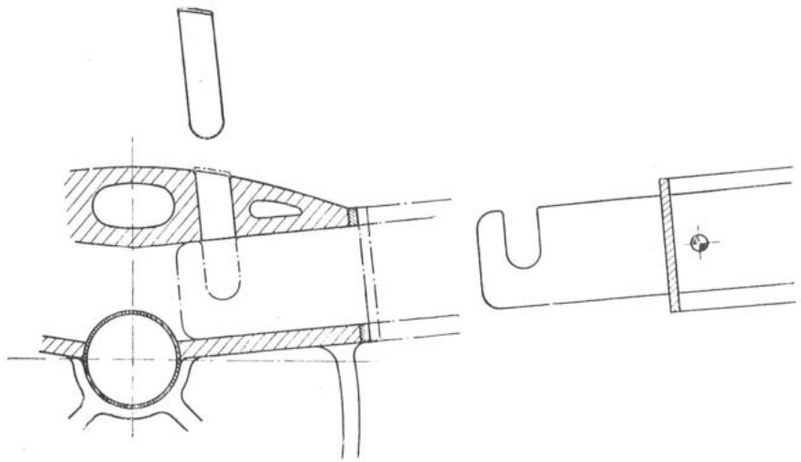
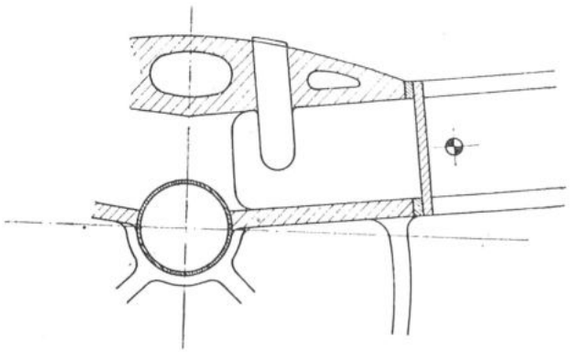


Fig. 105.



rimanere completamente libera, se si tratta di elastico da mettere su un semplice regolo di legno, o su una fusoliera priva di tubo.

Montare una matassa su una fusoliera-tubo, o, comunque, su una fusoliera munita di tubo, è facile. Basta applicare ad una estremità un

tappo con un gancio fisso (fig. 107) e all'altra il supporto dell'elica. Al gancio del primo tappo e al gancio dell'albero dell'elica che passa e scorre nell'altro tappo (fig. 108), ossia nel supporto, vengono fissati i due capi della matassa. Il tubo, come abbiamo detto altrove, favorisce

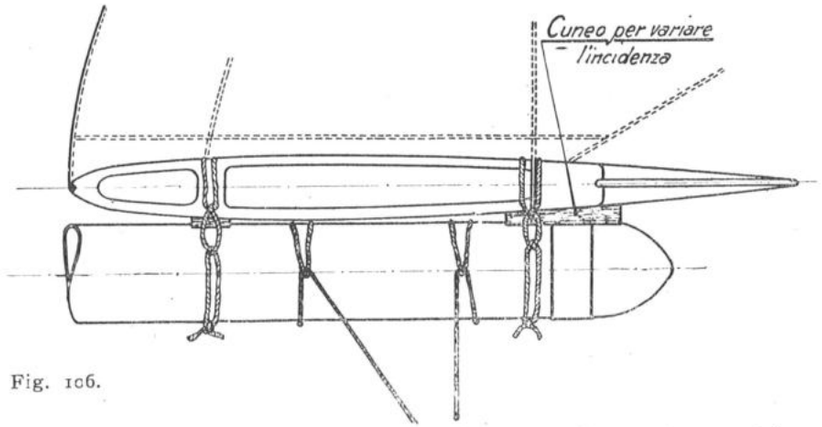


Fig. 106.

il buon rendimento della matassa motrice e impedisce, nel caso dei modelli a fusoliera, che spruzzi di glicerina, o di altro lubrificante di cui si spalma la gomma, imbrattino il rivestimento, o la struttura, appesantendola e indebolendola.

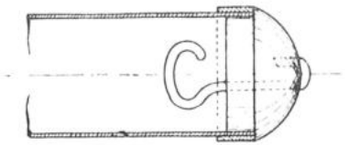


Fig. 107.

Nel caso, invece, che il modello non sia dotato di tubo, il gancio fisso potrà essere applicato ad un tappo che trovi alloggio nell'ultimo diaframma, oppure potrà essere fissato ad uno dei diaframmi. L'altro capo della matassa verrà, naturalmente, fissato al gancio dell'albero dell'elica.

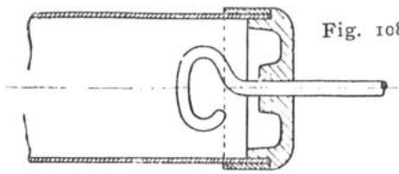


Fig. 108.

La sistemazione dell'elica è generalmente eseguita nella maniera già illustrata dalla figura 74 a pag. 139. Però la forma e le dimensioni del supporto possono variare, sopratutto, a seconda del tipo della fusoliera.

In alcuni casi la matassa motore può essere doppia, formata cioè da due matasse, una delle quali, praticamente, forma il prolungamento dell'altra, con l'interposizione fra le due matasse di una coppia di ingranaggi (fig. 109) situati nella parte opposta all'elica. Con questo si-

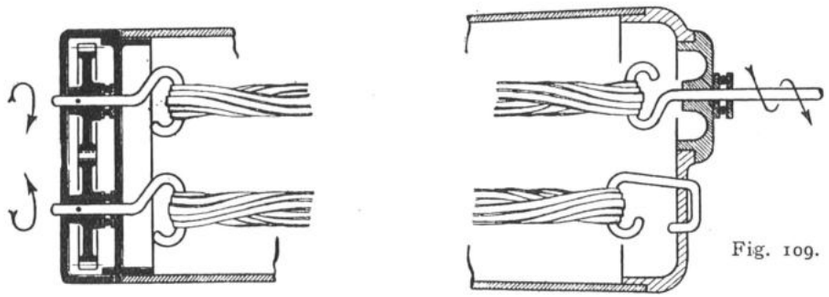


Fig. 109.

stema si aumentano i giri della matassa e si ottiene un tempo maggiore di scarica. Però si tenga presente che il rendimento generale sarà inferiore, perchè si avrà un aumento non indifferente di peso.

Un sistema, invece, che dà ottimi risultati, è quello di servirsi di due o più matasse le quali, a mezzo di un gruppo di ingranaggi (fig. 110), si scaricano contemporaneamente azionando un'unica elica. A parità di

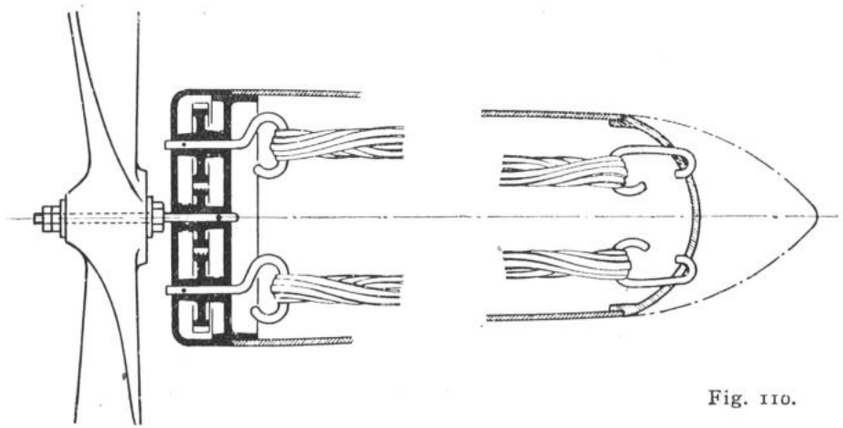


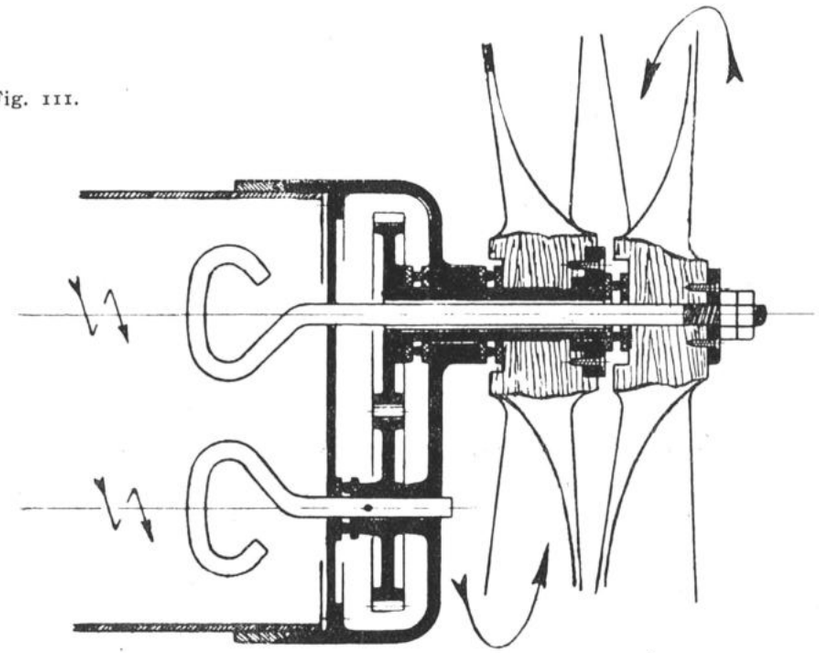
Fig. 110.

sezione di matassa d'elastico si può dare un numero assai maggiore di giri di carica, ottenendo la stessa potenza ed una durata molto maggiore. Montando, invece, matasse che abbiano ciascuna una sezione ugua-

le a quella di una sola matassa, si ottiene la medesima durata di scarica, ma una potenza molto maggiore.

Infine, per i costruttori più esigenti illustriamo un sistema di ingranaggi (fig. 111) che azionano contemporaneamente due eliche coassiali, comandate ciascuna da una matassa di elastico. Come vedete, un'elica è in presa diretta, mentre l'altra riceve il moto attraverso un siste-

Fig. 111.



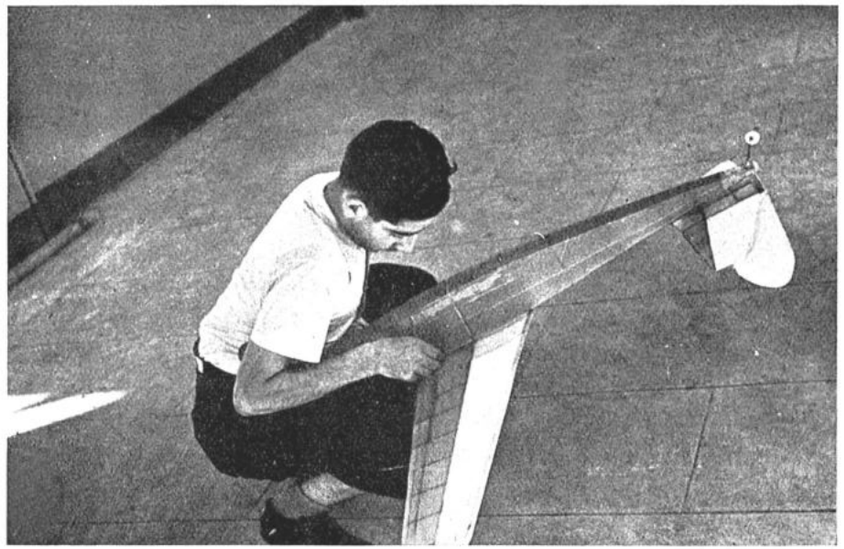
ma di ingranaggi. Le eliche funzionano ruotando ciascuna in senso opposto, cosicchè il valore della coppia di rotazione si elimina automaticamente diventando nullo.

L'applicazione di ingranaggi porta un aumento di peso, nonchè perdite di rendimento meccanico dovute agli attriti, perdite che non sempre vengono compensate dal miglior rendimento che si ottiene, soprattutto se gli ingranaggi non sono perfetti e montati con estrema cura.

Quando un apparecchio è stato montato completamente, si deve pensare a regolarlo per dargli il necessario equilibrio che deve avere per potersi mantenere in volo. In quasi tutti gli aeromodelli, specialmente se di costruzione semplice e con fusoliera a tubo, le ali non hanno una posizione fissa calcolata, e perciò l'aeromodellista deve, con tentativi, determinare la giusta posizione. Un modo pratico per fare ciò è quello di cercare il punto d'equilibrio mettendo la fusoliera con tutte le altre parti dell'apparecchio montate (esclusa l'ala, si intende) in bilico su un filo teso, oppure sul taglio di una lama di coltello.

Ottenuto l'equilibrio, sia laterale che longitudinale, sarà facile determinare il centro di gravità, che si trova perpendicolarmente al disopra del punto d'appoggio. Quindi si potranno fissare le ali badando che l'equilibrio prima ottenuto non venga variato.

Questo per quanto riguarda modelli nei quali la posizione dell'ala può essere determinata sperimentalmente; in quelli, invece, nei quali, per ragioni estetiche, o costruttive, la posizione dell'ala è fissa, il cen-



L'aeromodellista ha già fissato gli elastici ai ganci...

... ed ora verifica la solidità dell'attacco dell'ala con la fusoliera.

tramento si ottiene con l'aggiunta di pesi di compensazione. E allora converrà stabilire in primo luogo la posizione del centro di gravità. Qualche volta può accadere che l'apparecchio, costruito da un aeromodellista provetto e di seria esperienza, non abbia bisogno, o in maniera quasi trascurabile, di pesi di compensazione, perchè è già equilibrato.

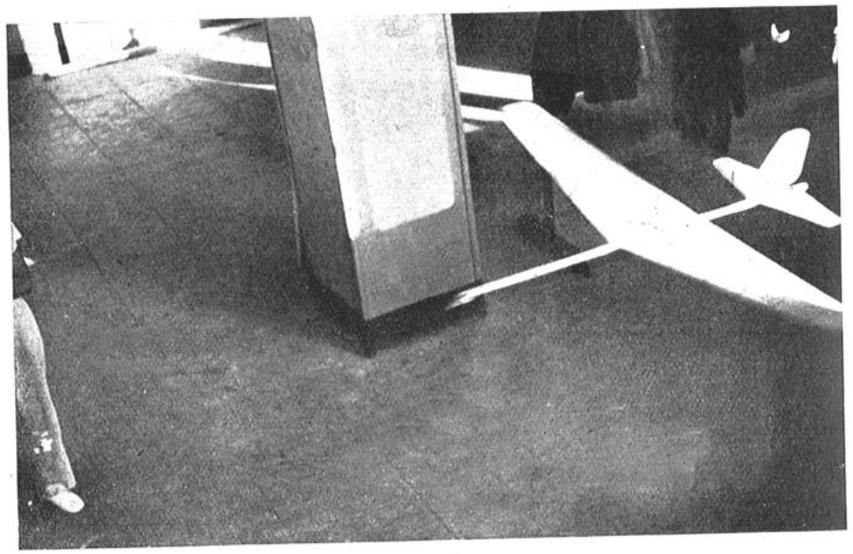
Molto spesso, in questi apparecchi con l'ala fissa, per stabilire l'equilibrio basta sostituire, per esempio, le ruote con altre più leggere, o più pesanti, di qualche grammo. In ogni caso servirà allo scopo l'aggiunta di un poco di filo di piombo che verrà fissato in una parte interna della fusoliera.

In linea di massima il montaggio dell'ala si fa con incidenza di zero gradi rispetto alla linea normale di volo, a meno che l'aeromodellista non sia in grado di determinare l'incidenza più favorevole, dati il profilo e gli scopi da raggiungere. In ogni modo, disponendo del diagramma del profilo adottato, è opportuno dare all'ala l'incidenza della massima efficienza. Il montaggio dei piani di coda, invece, si fa con

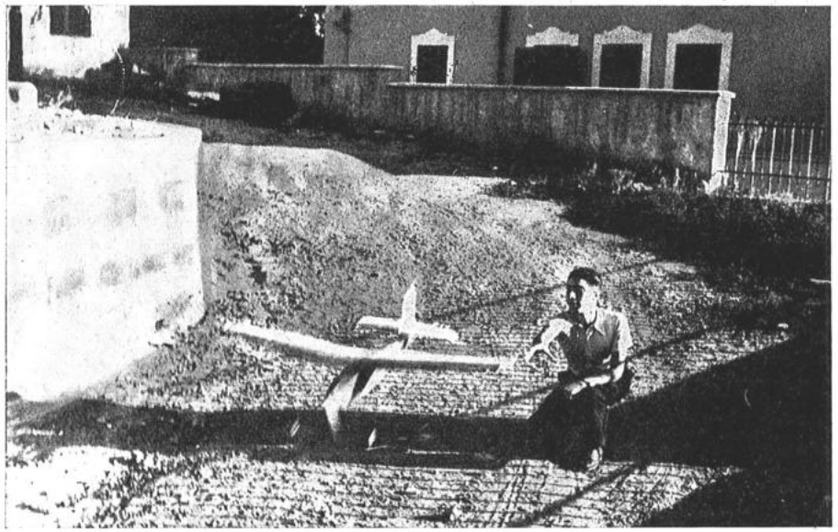
leggera incidenza negativa. I piani si devono fissare in modo solido, affinchè la loro posizione non abbia a variare durante il volo.

E' sconsigliabile provare i modelli in una sala, o in qualsiasi recinto chiuso. Per le prove occorrerà recarsi in un luogo spazioso, possibilmente privo di alberi e di altri ostacoli.

Scegliendo un momento di perfetta tranquillità atmosferica, si metterà il modello a terra, possibilmente su un tratto liscio e, senza che l'elica sia stata caricata, si alzerà la coda sino a porre l'aeromodello in linea di volo e gli si darà una leggera spinta. Il modello, dopo aver rullato per circa un paio di metri, dovrà alzarsi, descrivere un piccolo volo all'altezza di pochi centimetri, e atterrare dolcemente. Questa prova deve essere ripetuta alcune volte. Se il modello tende ad impennarsi, ossia ad alzarsi troppo, occorre aumentare l'incidenza del piano di coda, oppure diminuire quella dell'ala. Se il modello non si alza nemmeno aumentando la spinta (attenzione che questa non deve mai essere violenta) occorre



Un aeromodello a tubo in volo di prova. Naturalmente, siccome l'impaziente costruttore ha voluto lanciarlo in luogo chiuso, vedrà il suo apparecchio danneggiarsi contro una colonna, o contro una parete.



Un lancio di prova di un aeromodello caricato con un centinaio di giri.

fare le correzioni in senso inverso. Un modello bene equilibrato, se lanciato a mano e senza carica da una altezza di poco più di un metro, dovrà eseguire un volo librato. Da questa prova si potrà determinare la *finezza* del modello, che sarà tanto maggiore quanto più sarà stato lungo il volo librato.

La finezza è data dal rapporto L/H, indicando con H l'altezza, e con L la distanza che il modello percorre (fig. 112).

Le prove con carica è assolutamente necessario eseguirle in luoghi aperti. Le prime prove si faranno con lanci a mano e con carica limitata a pochi giri (100-150) dell'elastico. Durante le prove bisogna avere calma e pochissima fretta. Ad ogni lancio occorre osservare con la massima attenzione il comportamento dell'apparecchio in volo, per capirne i difetti, e studiare il modo di eliminarli. Nel lancio a mano non occorre dare una forte spinta: basta accompagnare un poco con la mano il modello.

Se il volo si svolge regolare, senza sbandamenti, e la discesa, a

carica ultimata, sarà dolce con l'atterraggio sulle ruote e in linea di volo, si potrà considerare l'apparecchio già a punto e in grado di poter eseguire prove superiori, con il massimo cioè della carica ed anche con decollo da terra con i propri mezzi.

Invece, se l'apparecchio ha difficoltà a sostenersi, e tende a planare con leggera picchiata, vuol dire che l'elica non ha forza di trazione sufficiente: gira troppo adagio perchè l'elastico è poco, o perchè il passo dell'elica non è appropriato, o perchè il diametro è troppo grande.

Se l'apparecchio tende a cabrare, è segno che l'elica gira troppo forte a causa di esuberanza d'elastico, o per passo grande, oppure perchè il diametro è piccolo.

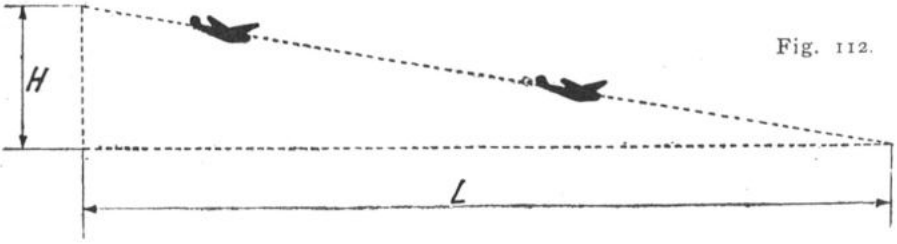
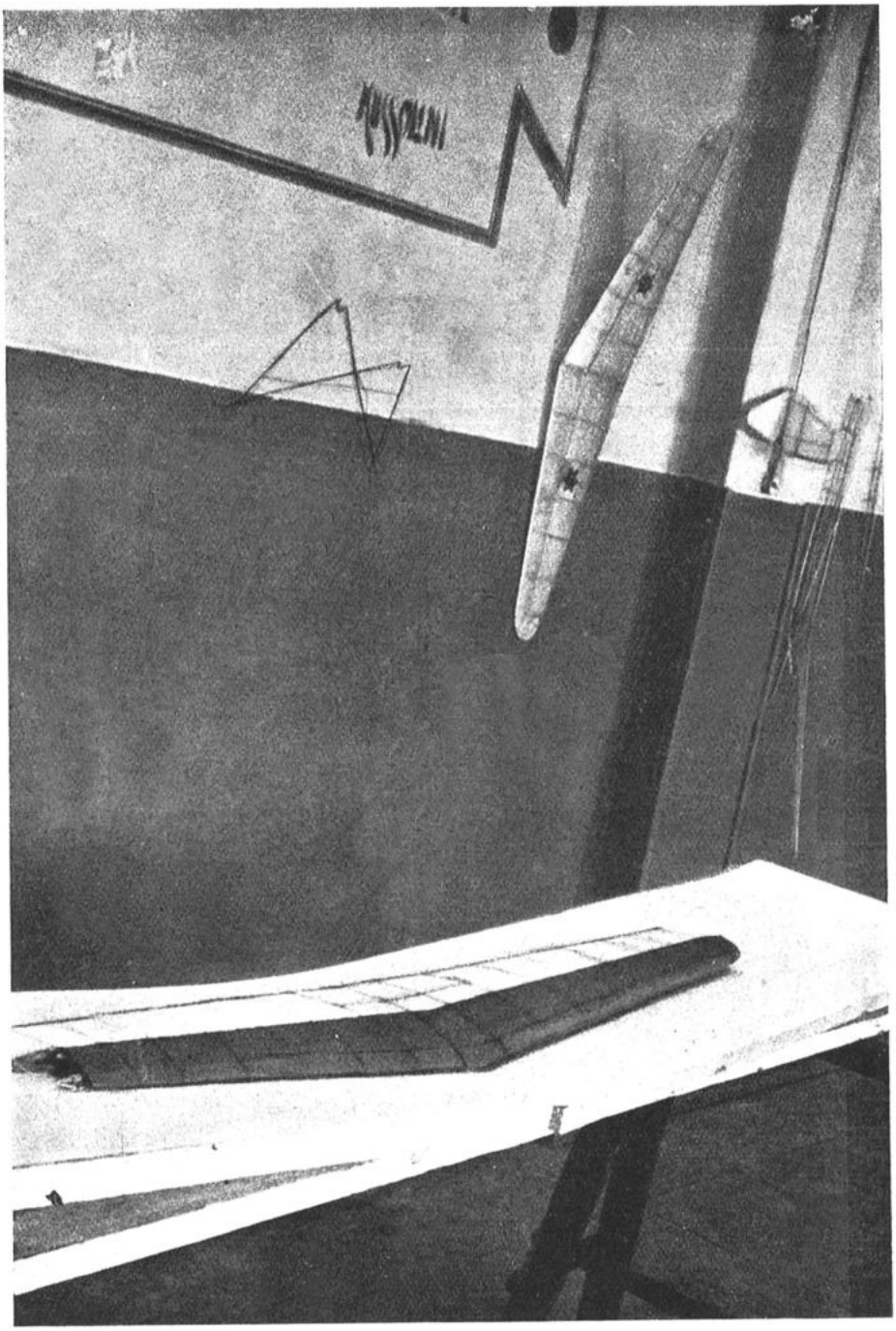


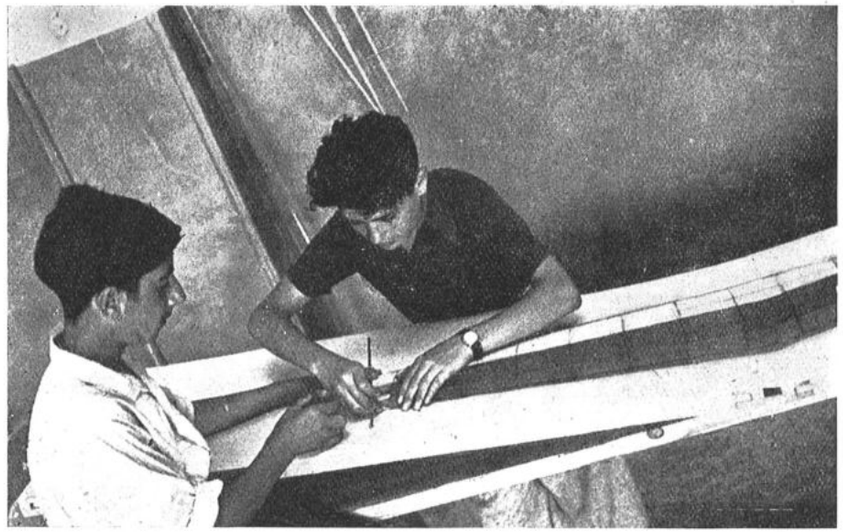
Fig. 112.

Se l'apparecchio tende ad inclinarsi da una parte con tendenza, anche, a scivolare d'ala, vuol dire che si ha una diversa incidenza delle semiali *(svergolatura)*, oppure, molto più spesso, che l'elica provoca un momento di rotazione troppo grande. Nel primo caso si può correggere il difetto dell'ala; nel secondo caso occorre diminuire la sezione dell'elastico, o sostituire l'elica con altra di passo più piccolo.

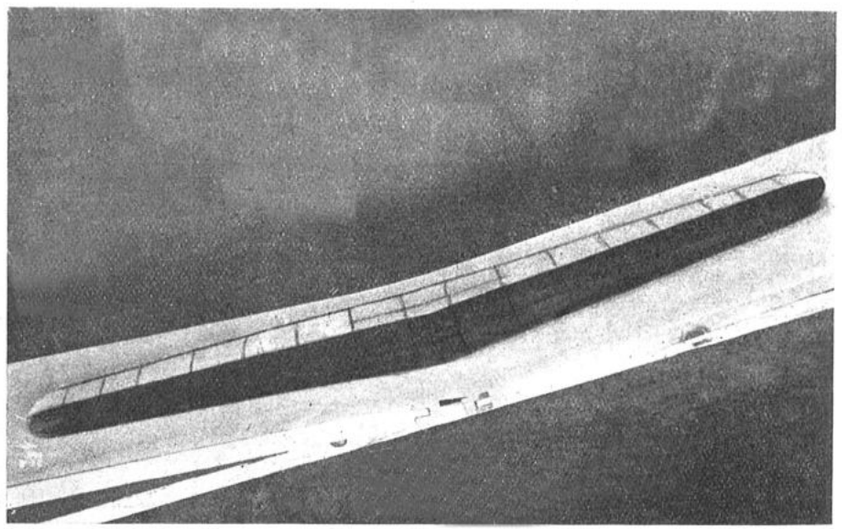
Si potrebbero elencare una lunga serie di difetti e di cause con relativi rimedi; ma è meglio lasciar che ogni aeromodellista si formi, a grado a grado, la propria esperienza, ad assicurarsi la quale basta la pazienza e la buona volontà.



PIANI DI MONTAGGIO E PROFILI ALARI



Le ultime operazioni per il rivestimento di un'ala...



... sul piano di montaggio preventivamente disposto con l'inclinazione necessaria.

PIANI DI MONTAGGIO E PROFILI ALARI

L'aeromodellista che desidera costruire con diligenza, deve essere provvisto di tutti gli attrezzi indispensabili, che gli permettano di lavorare bene, con facilità, e con esattezza.

Uno di questi attrezzi è il piano di montaggio degli scheletri delle ali, ed ognuno può costruirlo da sè, o provvedersene con poca spesa.

Tale piano, in legno di abete, è costituito da due piani inclinati, delle dimensioni di m/m. 800 × 400, con inclinazione del 10 %. Le estremità esterne risulteranno quindi sopraelevate di m/m. 80. Tra i due piani inclinati va posto un piano orizzontale di m/m. 400 × 400. L'insieme dei

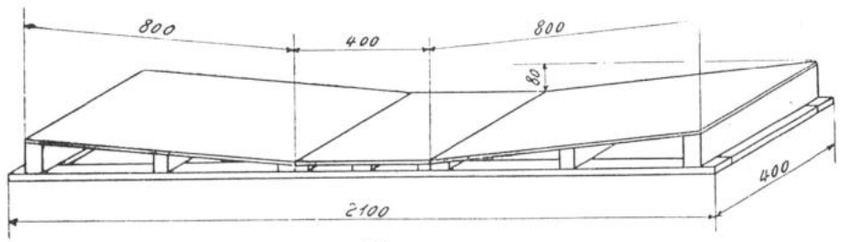


Fig. 113.

piani è fissato con delle viti ad una intelaiatura delle dimensioni di m/m. 2100 × 400 (vedi fig. 113).

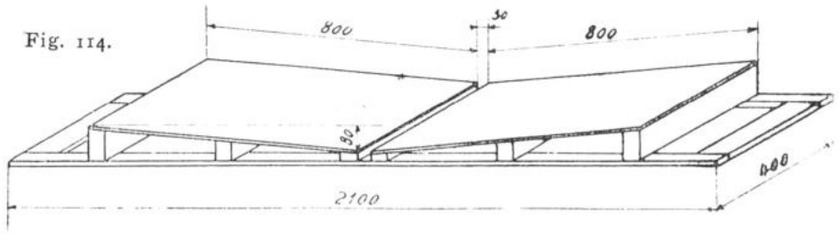
Su un piano così preparato si possono costruire scheletri d'ala di qualunque forma e dimensione, fino ad un'apertura alare di metri 2, con una parte centrale piana e le parti laterali rialzate.

Ali così formate servono per aeromodelli " Canard " tipo bimotore, nei quali la parte centrale piana deve appoggiare sui due tubi della fusoliera. Se la parte centrale piana è più stretta, possono servire per modelli con fusoliera, nei quali, per esigenze di montaggio, la parte centrale debba essere piana.

Per ottenere una parte centrale minore di m/m. 400 occorrerà costruire un altro piano centrale, delle dimensioni che si desiderano, per sostituirlo a quello esistente, spostando, naturalmente, i piani laterali.

Per costruire ali per aeromodelli a tubo unico e semplice, basterà togliere la parte centrale e spostare le parti laterali, avvicinandole come nella figura 114, lasciando fra i due piani uno spazio sufficiente per l'unione delle due semiali.

Fig. 114.



I piani di montaggio separati dall'intelaiatura possono servire per la costruzione di mezze ali, piani di coda e timoni.

Questo attrezzo deve essere fatto con legno bene stagionato e deve essere costruito con esattezza, affinchè non dia false svergolature ai pezzi che vi si costruiscono sopra. Per poter ottenere l'identità assoluta delle parti del modello, è necessario che i piani di montaggio siano simmetrici. Poichè gli agenti atmosferici possono produrre delle incurvature del legno, anche il più stagionato, è bene tenere sempre i piani di montaggio in luoghi asciutti e, possibilmente, in posizione verticale.

Per la buona conservazione è opportuno evitare, per quanto possibile, di sporcarli di colla durante il montaggio delle ali o dei piani

di coda. La goccia di colla, asciugandosi, forma degli spessori che potrebbero essere causa di false posizioni dei pezzi durante i montaggi seguenti. In tal modo si eviterà di dovere spianare nuovamente i piani, il che li ridurrebbe, a lungo andare, troppo sottili.

Sul piano di montaggio, infine, si possono mantenere in forma, appoggiandovele, con sopra alcuni pesi, le ali del modello quando questo non è usato.

P R O F I L I

Diamo i disegni, con relative tabelle delle quote del dorso e del ventre, di alcuni profili che si sono dimostrati più adatti per i modelli volanti.

Per ogni profilo è indicata la posizione del centro di pressione corrispondente all'incidenza di 0°. Questo elemento può essere utile per la determinazione approssimativa della posizione dell'ala, o per il centramento. Occorre tuttavia ricordare, come si è detto nel capitolo " Un po' di aerodinamica ", che la posizione del centro di pressione subisce degli spostamenti secondo le variazioni dell'incidenza. Ne segue che per ogni incidenza occorre variare il centramento.

I profili sono in ordine secondo il numero della raccolta italiana, e l'aeromodellista si regolerà, nella scelta, secondo i criteri che indichiamo.

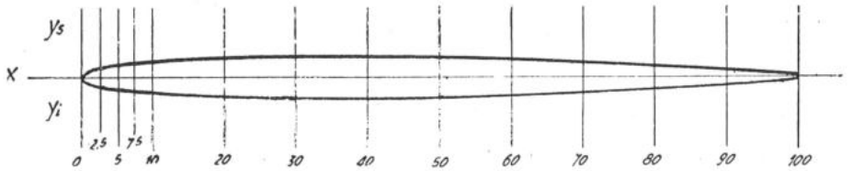
I profili biconvessi simmetrici servono, si può dire esclusivamente, per i piani di coda, sia orizzontali che verticali. Con piccola incidenza possono servire per apparecchi destinati ad alte velocità.

I profili sottili servono per apparecchi veloci, quelli più spessi per apparecchi lenti. Si può dire che lo spessore del profilo è inversamente proporzionale alla velocità che si vuole ottenere.

I profili piano-convessi sono più adatti per apparecchi a motore veloci, mentre quelli spessi concavo-convessi, specialmente con forte concavità del ventre, sono indicati per i veleggiatori.

Per quanto riguarda la stabilità del profilo, l'aeromodellista deve considerare, nella scelta, che i più stabili sono i biconvessi, che tuttavia non sono utilizzabili per l'ala, salvo casi particolarissimi, come è stato detto. Passando ai profili piano-convessi ed a quelli concavo-convessi aumenta l'instabilità, la tendenza cioè ad aumentare le variazioni d'incidenza, tanto più quanto maggiore è la concavità del ventre. Adottando tali profili è necessario, quindi, porre i piani di coda più lontani, od assegnare loro una superfice maggiore.

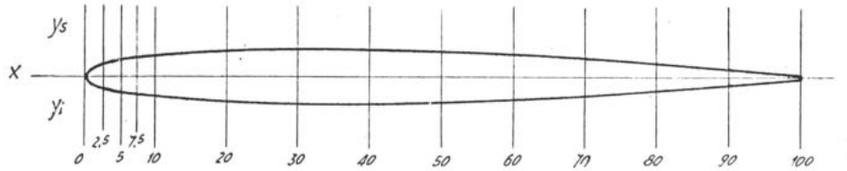
PROFILO 158 **GOTTINGA 444**



CP = 28 % i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	0.00	1.00	1.50	1.70	1.90	2.50	2.60	2.90	2.60	2.40	2.00	1.50	0.90	0.10
yi	0.00	-1.00	-1.50	-1.70	-1.90	-2.50	-2.60	-2.90	-2.60	-2.40	-2.00	-1.50	-0.90	-0.10

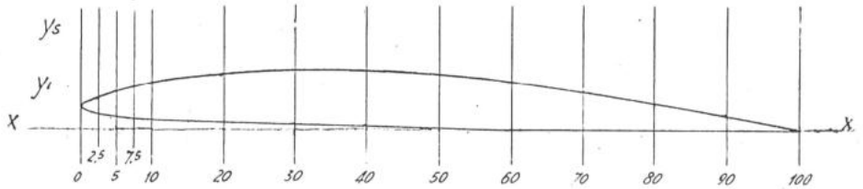
PROFILO 343 **SAINT-CYR 58**



CP = 35 % i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	0.00	1.37	1.76	2.10	2.31	3.13	3.50	3.41	3.20	2.83	2.33	1.76	1.09	0.00
yi	0.00	-1.37	-1.76	-2.10	-2.31	-3.13	-3.50	-3.41	-3.20	-2.83	-2.33	-1.76	-1.09	0.00

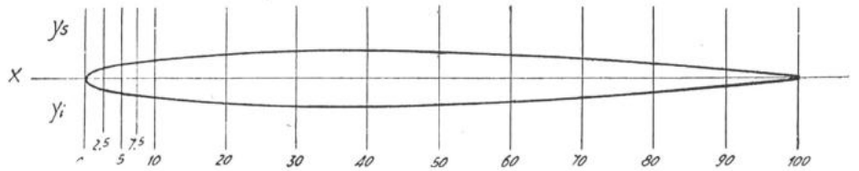
PROFILO 444 **EIFFEL 389**



CP = 42 % i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	3.20	4.37	5.20	5.80	6.34	7.73	8.40	8.40	7.70	6.73	5.40	3.47	2.00	0.00
yi	3.20	2.13	1.87	1.60	1.45	1.00	0.67	0.47	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

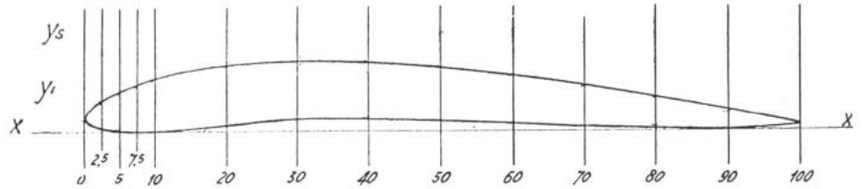
PROFILO 464 **EIFFEL 338**



CP = 19 % i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	0.00	1.27	1.84	2.24	2.61	3.32	3.62	4.02	3.45	3.15	2.45	1.84	1.00	0.00
yi	0.00	-1.27	-1.84	-2.24	-2.61	-3.32	-3.62	-4.02	-3.45	-3.15	-2.45	-1.84	-1.00	0.00

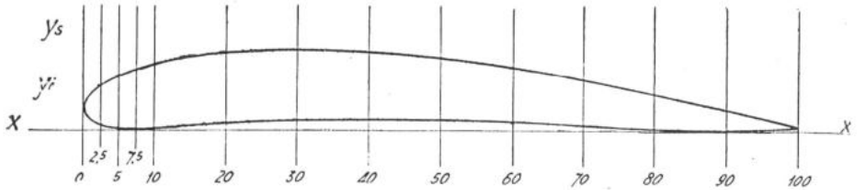
PROFILO 469 **GOTTINGA 310**



CP = 45 % i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	1.50	4.00	5.20	6.30	7.00	8.93	9.70	9.60	9.00	7.70	6.30	4.50	2.50	0.65
yi	1.50	0.50	0.18	0.00	0.00	0.88	1.60	2.00	1.70	1.00	0.40	0.05	0.00	0.65

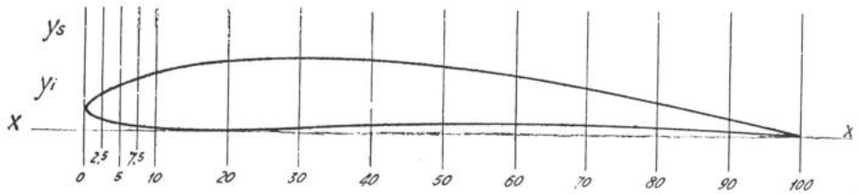
PROFILO 559 — EIFFEL 430



CP= 37% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	2,70	6,05	7,47	8,35	9,10	10,60	11.20	11	10,20	8,60	7	5,10	2,80	0.50
yi	2.70	0,65	0.15	0,00	0,10	1.20	1,60	1,60	1,40	1,10	0,60	0,30	0.00	0,50

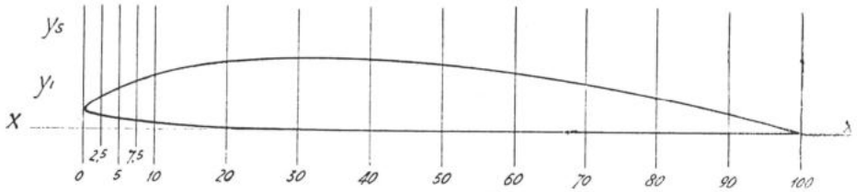
PROFILO 571 — GOTTINGA 115



CP= 57% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	3.18	5.08	6.05	6.90	7.63	9.54	10.25	10.25	9.35	7.91	6.21	4.24	2.19	0.00
yi	3.18	1.83	1.23	0.80	0.42	0.00	0.56	1.06	1.27	1.34	1.20	0.90	0.50	0.00

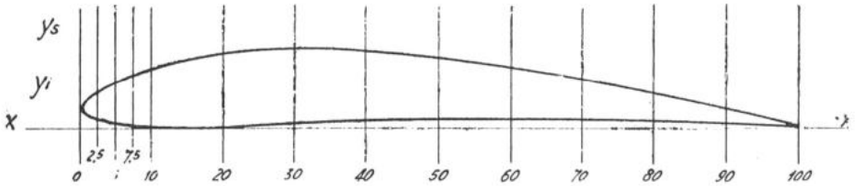
PROFILO 589 — SAINT-CYR 52



CP= 48% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	2.50	4.24	5.50	6.47	6.80	9.10	10	9.80	8.80	7.30	5.50	3.90	2.10	0.00
yi	2.50	1.66	1.30	0.87	0.80	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

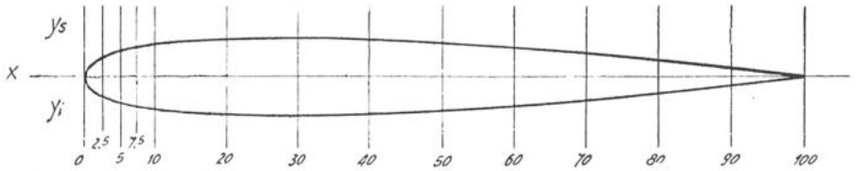
PROFILO 608 — GOTTINGA 389



CP= 45% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	2.12	4.87	6.24	7.30	8.04	10.05	10.58	10.16	9.31	8.15	6.46	4.66	2.54	0.21
yi	2.12	0.53	0.22	0.11	0.00	0.00	0.26	0.42	0.53	0.63	0.53	0.35	0.21	0.00

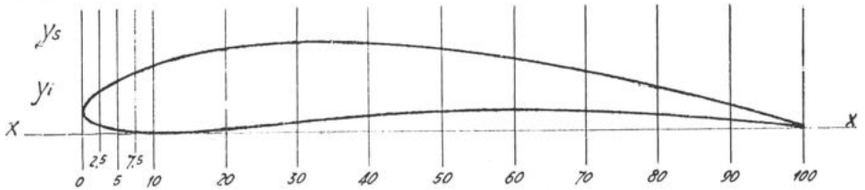
PROFILO 616 — SAINT-CYR 171



CP= 34% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	0.00	2.50	3.60	4.27	4.57	5.20	5.30	5.10	4.50	3.85	3	2	1	0.00
yi	0.00	-2.50	-3.60	-4.27	-4.57	-5.20	-5.30	-5.10	-4.50	-3.85	-3	-2	-1	0.00

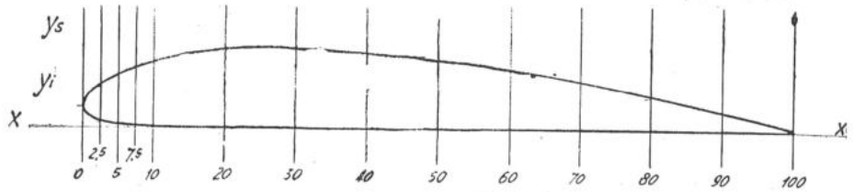
PROFILO 631 — GOTTINGA 239



CP= 50% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	2.03	5.49	6.98	8.22	9.18	11.54	12.47	12.29	11.23	9.89	8.16	5.88	3.30	0.42
yi	2.03	0.38	0.08	0.00	0.00	0.44	1.43	2.37	2.75	2.82	2.58	1.84	1.10	0.00

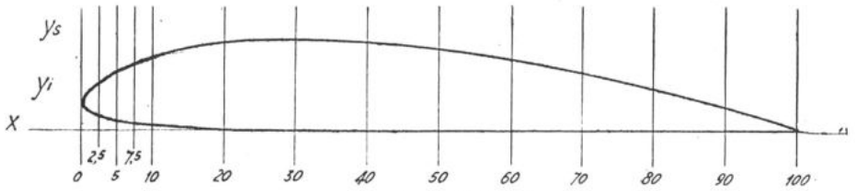
PROFILO 632 — GOTTINGA 436



CP= 43% · i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	2,85	5,54	6,86	8,02	8,92	10,82	11,08	10,55	9,60	8,28	6,60	4,70	2,59	0,26
yi	2,85	0,69	0,37	0,21	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

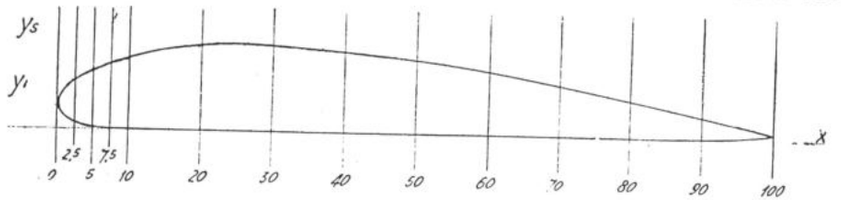
PROFILO 654 — CLARK X



CP= 43% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	4	6,66	7,95	8,92	9,68	11,28	11,70	11,40	10,51	9,15	7,35	5,22	2,80	0,12
yi	4	1,48	1,14	0,88	0,50	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

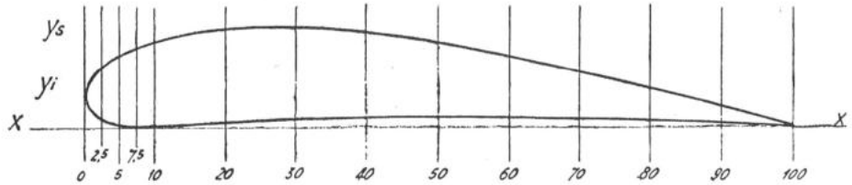
PROFILO 670 — SAINT-CYR 117



CP= 45% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	3,27	6,85	8,25	9,20	9,86	11,65	12,05	11,50	10,20	8,86	7,05	5,16	3,06	0,83
yi	3,27	0,77	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83

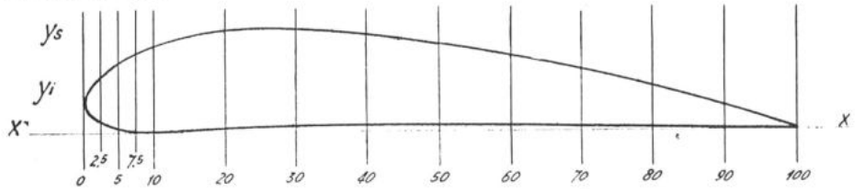
PROFILO 692 — GOTTINGA 418



CP= 43% · i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	4,50	8,36	10	11,01	11,64	13,60	13,76	13,23	11,78	10,05	7,94	5,55	2,96	0,21
yi	4,50	1,01	0,21	0,00	0,11	0,79	1,16	1,38	1,43	1,32	1,06	0,79	0,42	0,00

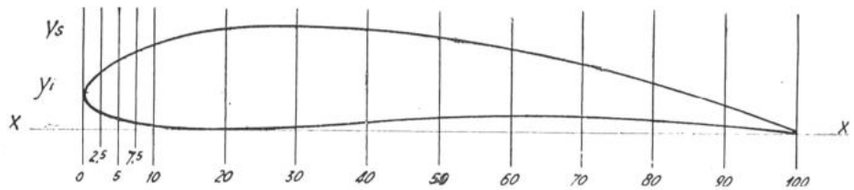
PROFILO 712 — GOTTINGA 404



CP= 42% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	3,19	7,71	9,41	10,69	11,60	13,56	13,84	13,03	11,70	9,84	7,71	5,43	2,82	0,16
yi	3,19	0,53	0,05	0,00	0,11	0,53	0,64	0,64	0,53	0,43	0,43	0,27	0,05	0,00

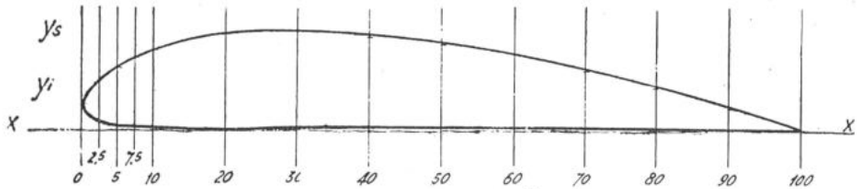
PROFILO 722 — SAINT-CYR 56



CP= 49% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	5,33	8,66	10	11,33	11,90	13,81	14,08	13,87	12,86	11	9,06	6,60	3,87	0,40
yi	5,33	2,54	1,53	0,93	0,53	0,00	0,53	1,33	2	2,27	2,20	1,60	1,13	0,00

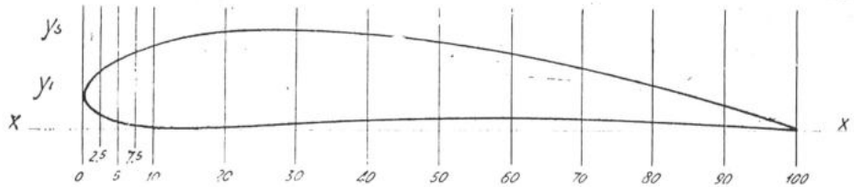
PROFILO 726 — GOTTINGA 398



CP= 43% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	3,74	7.40	8.86	10.25	11.25	13,54	13,77	13.34	12.32	10.56	8.45	6.08	3.32	0.43
yi	3.74	1.28	0.69	0.35	0.27	0,00	0,05	0.25	0.27	0.29	0,28	0.27	0.16	0.00

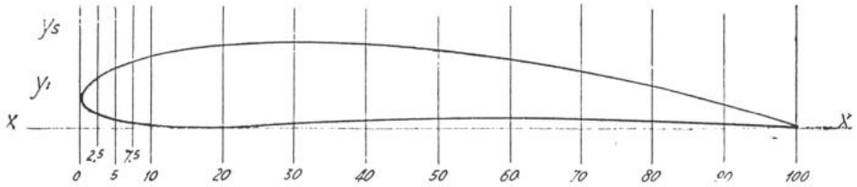
PROFILO 946 — EIFFEL 385



CP= 31% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	5	8	9.33	10.35	11.20	13,13	13,45	13	11,80	10	8	5.66	3	0.00
yi	5	2.13	1.33	0,66	0.47	0,27	0,80	1.47	1,67	1.67	1.53	1.20	0.66	0.00

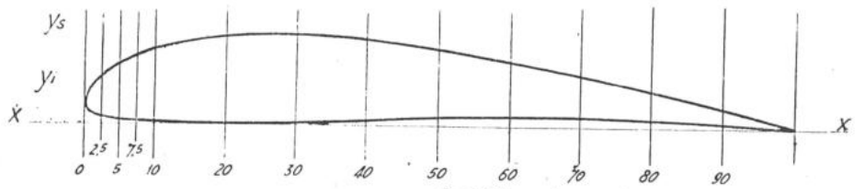
PROFILO 980 — EIFFEL 437



CP= 48% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	4,33	6,90	8	9	10	11.33	11.37	11,33	10.50	9.17	7.30	5.16	2.85	0.00
yi	4.33	2.10	0.95	0.60	0.50	0.10	0.66	1.15	1.33	1.50	1.40	1.10	0.70	0.00

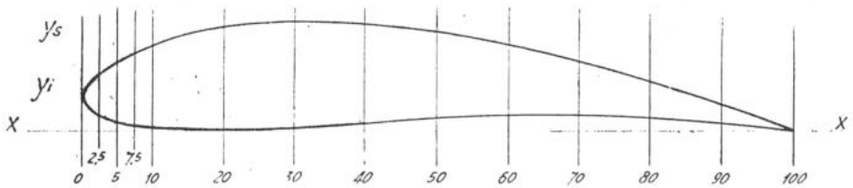
PROFILO 1033 — GOTTINGA 532



CP= 43% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	2.45	7.05	8,55	9,65	10,55	12.25	12,75	12,05	10,70	9.–	7.10	4,90	2,60	0,10
yi	2,45	0,80	0,50	0,30	0,15	0,00	0,25	0,65	1.05	1.35	1.50	1.35	0.80	0,10

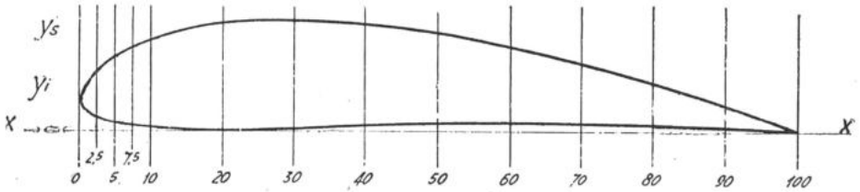
PROFILO 1053 — GOTTINGA 567



CP= 33% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	4,60	8.05	9.50	10.75	11.60	14.05	15.–	14.75	13,55	11,65	9.15	6.40	3.40	0.00
yi	4.60	2.00	1.15	0,75	0,45	0,00	0.25	0,90	1,65	2.20	2.30	1.90	1.15	0,00

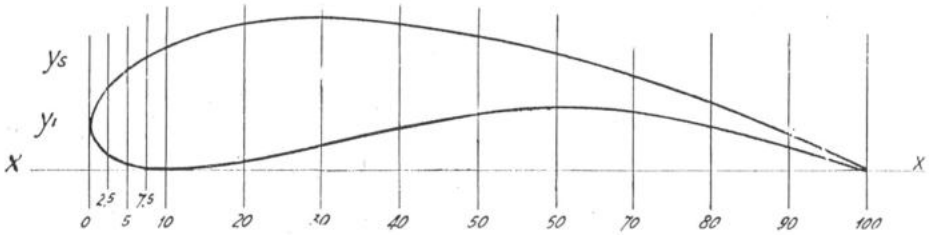
PROFILO 1056 — GOTTINGA 621



CP= 44% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	4.55	8.50	10.45	11.80	12.75	14.80	15.20	14.85	13.75	11.85	9.40	6.60	3.30	0.00
yi	4.55	1.80	1.10	0.65	0.40	0.00	0.20	0.60	0.90	0.95	0.80	0.60	0.30	0.00

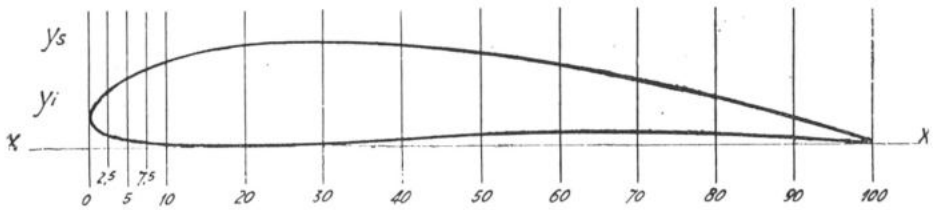
PROFILO 1069 GOTTINGA 652



CP= 31% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	5.80	11.–	13.05	14.50	15.65	18.25	18.85	18.45	17.05	14.85	11.90	8.35	4.45	0.00
yi	5.80	1.50	0.50	0.10	0.00	1.20	3.45	5.70	7.25	7.95	7.70	6.30	3.70	0.00

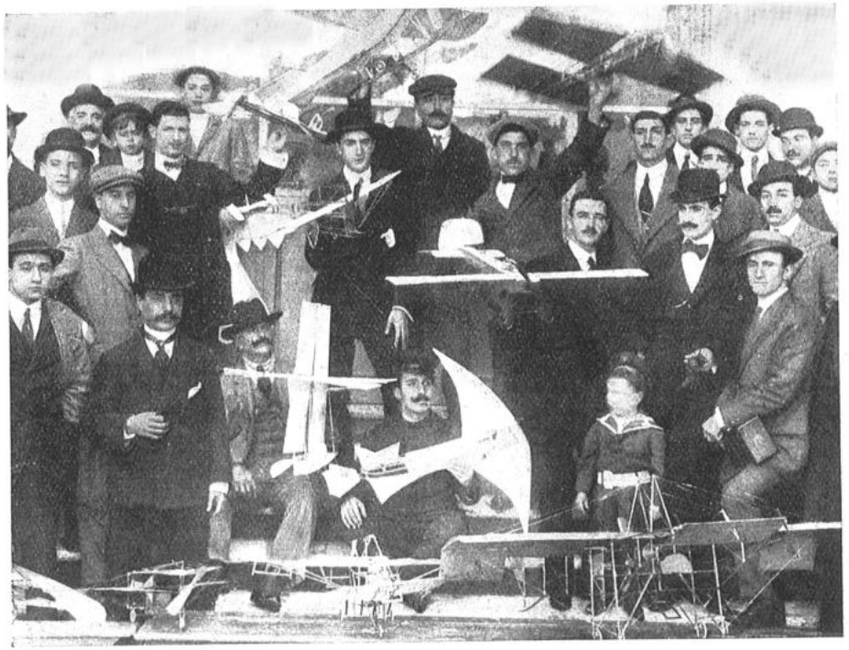
PROFILO S L 1



CP= 31% i = 0°

X	0	2.5	5	7.5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ys	3.5	7.–	8.5	9.5	10.5	12.75	13.25	12.7	11.5	9.75	7.8	5.75	3.12	0.7
yi	3.5	1.5	1.–	0.6	0.4	0.00	0.3	1.–	1.5	1.75	1.8	1.6	0.8	0.00

U N P O' D I S T O R I A



Pionieri 1911 — I costruttori romani di modelli volanti dei più disparati tipi presentati al primo concorso aeromodellistico italiano organizzato dalla rivista « Aria e moto ».

Venticinque anni dopo: sono scomparsi i cappelli a « bombetta » e i modelli di... mulini a vento. Anche le fanciulle si occupano di aeromodellismo e i modelli sembrano autentici aeroplani.

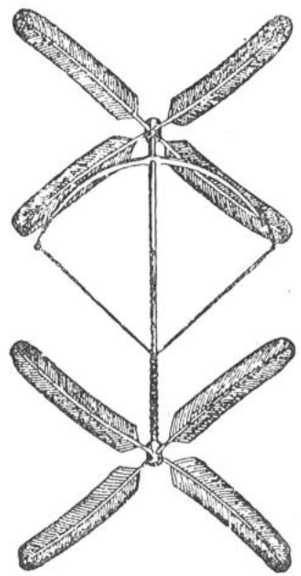
UN PO' DI STORIA

Aviazione e aeromodellismo (l'aeromodellismo come lo intendiamo noi) sono oggi due attività ben distinte che hanno avuto, però, le medesime origini: i modelli (e non sempre volanti) di grandi macchine aeree che l'uomo sognava e ardentemente desiderava costruire.

Gli uomini antichi ci raccontano che un filosofo pitagorico vissuto nel quarto secolo avanti Cristo avrebbe costruito una colomba volante. Si tratta, come sapete, di Archita da Taranto, del quale Tomaso Guazzoni da Bagnacavallo (1580-1650) scrisse che " lavorò di legno una colomba con tanta maestria temperata e gonfiata che da sè volava per l'aria come se fosse una colomba vera ". Ma esistono, se pure limitate al fatto esteriore di cronaca, numerose testimonianze di scrittori greci. Trascriviamo qui, per semplicità, un brano dello scrittore latino del secondo secolo, Aulo Gellio, nella traduzione di Bernardino Baldi, pubblicata nelle sue *Vite inedite di matematici italiani* e riprodotta da padre Boffito nel volume " Il volo in Italia ". Scrive, dunque, il Baldi:

" Dal testimonio di cotanti autori (Plutarco, Vitruvio, Diogene Laerzio, ecc.) può argomentarsi quanto Archita in questa facoltà (della macchinativa o meccanica) fosse eccellente e quante opere egli facesse degne di maraviglia; nondimeno abbiamo da dolerci del tempo e dell'invidia degli scrittori che l'hanno lasciate perdere. Aulo Gellio, diligente e con molto giudizio curioso, nelle sue *Notti attiche* (1. 9, c. 12) racconta, d'autorità di Favorino e della maggior parte dei più nobili scrittori greci, il fatto di quella colomba di legno che volava: " Non

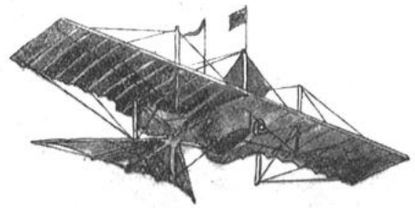
deve — dice egli — parere meno meraviglioso nè vano quello che si dice aver ritrovato Architа pitagorico, perciocchè la maggior parte dei più nobili Greci e Favorino filosofo diligentissimo nelle memorie antiche scrissero affermatissimamente da Architа essere stato fatto un simulacro d'una colomba di legno con una certa ragione ed arte macchinativa di tal sorte che volava, tanto bene era librata e mossa dall'aura dello spirito che v'era occultato e rinchiuso ". Così scrive Gellio; indi segue: " Piacemi sopra una cosa cotanto ripugnante al credersi aggiungere le parole di Favorino che sono tali: " Architа Tarentino, filosofo e insieme macchinatore, fece una colomba di legno che volava e fermandosi non risorgeva, poichè non più che tanto aveva potuto l'arte ". Possiamo dunque da questo vestigio conoscere quanto egli fosse eccellente in queste professioni ".



Ecco la prima macchina volante costruita da Launoy e Bienvenu. Si tratta di una specie di elicottero azionato da un arco metallico.

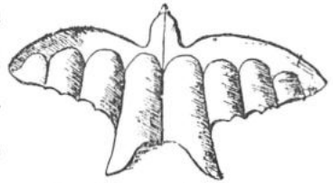
Padre Boffito, del quale riproduciamo alcune pagine di intelligente discussione sul *caso Architа,* si chiede: " Come volava questa lignea colomba? Il passo di Aulo Gellio non è, a vero dire, troppo chiaro ed esplicito, cioè chiara ed evidente è l'affermazione ch'egli fa del volo — *plerique nobilium graecorum et Favorinus philosophus... affirmatissime scripserunt simulacrum columbae ex ligno ab Architа ratione quadam disciplinaque mechanica factum volasse* —, ma non è altrettanto chiara la spiegazione che ci fornisce del meccanismo del volo — *ita erat scilicet libramentis suspensum et aura spiritus inclusa atque occulta concitum.* — E' difficile farsi un'idea di quanto queste frasi un po' sibilline adoperate da Aulo Gellio abbiano fatto arzigogolare e anche talora utilmente congetturare

e, chissà, esperimentare, gl'interpreti medievali e moderni e in genere tutti gli studiosi del problema del volo. Risibile oggi a noi sembra, ma tale non pareva certo, mezzo secolo o un secolo fa, l'opinione che si trattasse di vero e proprio idrogeno, opinione che vediamo espressa e calorosamente sostenuta dal Garibbo in certi *Cenni storici sull'aeronautica* usciti a Firenze nel 1838 (a p. 134) e oggi ancora, nella penuria letteraria di scritti sull'argomento, assai pregiati, e prima del Garibbo dal sullodato Henrion che nei suoi citati *Fondamenti* aeronautici a p. 36 così conclude: " Sembra adunque dimostrato che tal colomba fosse poco meno che uno dei moderni globi formati dall'enunciata pelle (di battiloro) ripiena dell'arie istesse infiammabili o di altra simil natura, arricchita poi d'ali e ordigni di leggerissimo legno per viaggiare orizzontalmente " Ma non così risibili, anzi degne di considerazione e di studio appaiono anche oggi le interpretazioni datene dal Cardano, dallo Scaligero, dal Porta, dal Laureto Lauro — uno scienziato gesuita nato a Spoleto nel 1610 e morto a Firenze nel 1658, ingiustamente oggi dimenticato —, dal Kircher, dal Lana e da altri, i quali tutti si proposero e variamente risolsero il problema medesimo di Architа. Ma io non voglio precorrere i tempi: al nostro Cinquecento, al Seicento, al Settecento appartengono gli scrittori dianzi ricordati e noi ci troviamo appena al Quattrocento avanti Cristo. C'è che ire! Fortunatamente con l'ali della fantasia infinitamente più agili e preste, si fa presto a trascorrere da un secolo all'altro, da un'età all'altra. Basti per ora ritenere, a tanto ci autorizza il passo gelliano — quando non si voglia dare, a che sembra propendere ad esempio Tiberio Cavallo, un'interpretazione metaforica

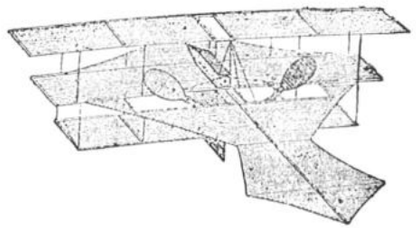


L'apparecchio dell'inglese W. S. Henson, considerato l'antenato degli aeroplani. E' stato costruito nel 1843, ma non ha mai volato.

alle parole *spiritus* e *aura*, la quale peraltro contrasta con tutto il contesto e con l'intenzione più evidente degli autori —, che Archita si valse d'un interno meccanismo prevalentemente ad aria, fosse poi compressa o fosse rarefatta Gellio non dice, e noi non abbiamo modo sicuro di accertarlo. La soluzione che sembra più probabile è certo la prima, che meglio si connette col cosidetto metodo del *più pesante* dell'aria, specialmente se si tengano presenti i prodigi compiuti da Erone qualche tempo dopo con la pressione dell'aria (*fucile a vento*, ad esempio, attribuito a Ctesibio) e da Archimede e forse da altri; ma non si può risolutamente escludere che Archita adottasse l'altro metodo del più leggero dell'aria, specialmente se la materia di cui era formata la colomba non fosse stata di legno compatto ma leggerissimo, o altra di cui forse più tardi si perdette il segreto. E' vero che in questo caso la colomba avrebbe dovuto avere delle dimensioni non comuni e rassomigliare ben più a un gallinaccio o a uno struzzo che a una colomba. Quello che non riusciamo a comprendere è come si sia potuto scambiare, come fa Ludovico Darmstaedner, la colomba architea col cervo volante, o immaginare, come fa Guglielmo Schmidt, a quanto il Diels riferisce, che essa si " alzasse a volo di ramo in ramo in virtù di un contrappeso (libramentum) nascosto nel tronco ", cioè, come sèguita a spiegare più diffusamente, nel corpo della colomba vi fosse sì dell'aria compressa *(aura spiritus inclusa)* entro un otre, ma all'aprirsi di una valvola sfuggendo l'aria e diventando più leggiera la colomba, potesse il contrappeso a cui era essa collegata portarla in alto da un ramo all'altro: perciò, conclude, giunta in alto la



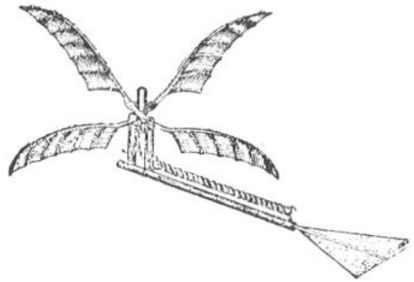
Il « planeur » del francese Giuseppe Pline.



1868 — L'apparecchio a piani sovrapposti (triplano) costruito dall'inglese Stringfellow.

colomba restava ferma e come a sedere, senza alzarsi più oltre a volo. E questo, si noti, scriveva lo Schmidt nel 1903, cioè una ventina d'anni dopo che Hureau de Villeneuve aveva ricostruita, rifatta viva e liberamente volante la colomba architea!

Ma anche il testo gelliano mal si presta a codesta interpretazione, giacchè esso tace dell'albero, e se del simulacro della colomba dice che era *libramentis suspensum*, non è punto necessario, prendendo la frase alla lettera, che stonerebbe col resto, intendere che fosse sospesa o collegata a contrappesi, ma basta interpretare, come già fece il Baldi nella versione riferita, e fanno altri, che essa era bene e mirabilmente equilibrata.



1869 — L'ornitottero di Jobert munito di quattro ali ruotanti azionate da una matassa di gomma.

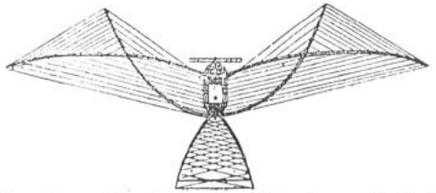
Ma lasciamo andare ciò. Domandiamoci piuttosto se l'attività aviatoria di Archita si limitò a questo o non si esplicò in altri tentativi. I versi di Orazio farebbero propendere verso la seconda ipotesi:

Te maris et terrae numeroque carentis arenae
mensorem cohibent, Archyta
pulveris exigui prope litus parva Matinum
munera, nec quicquam tibi prodest
aetherias temptasse domos animoque rotundum
percurrisse polum morituro.

(Carm., I, 28).

Scarsa pietà di esigua polvere copriva presso il lido pugliese di Matino (Gargàno) il misuratore della terra, del mare e delle innumerevoli arene, e a nulla gli giovava ormai in sul morire aver scrutato le sfere celesti e spaziato per il rotondo cielo: così spiegano i più, ma quel *temptasse aeterias domos* potrebbe avere altro significato, un si-

gnificato più letterale e meno alto. Conveniamo tuttavia che non ci sono documenti di sorta che confermino questa nuova interpretazione, di cui le parole oraziane sarebbero pur suscettibili ".

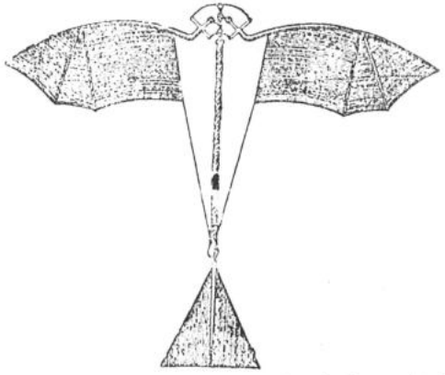


Ecco il modello dell'apparecchio che costò dieci anni di lavoro ai francesi fratelli Luigi e Felice du Temple.

Ci siamo soffermati alquanto a discorrere attorno alla colomba di Archita perchè stimiamo che questo sia veramente il primo esempio noto e documentato di modello di macchina volante. Insistiamo sulla definizione " modello ", poichè l'uomo ha sempre desiderato di costruire grandi macchine alate, su cui sollevarsi dalla terra, e quindi le piccole, che Egli ha inventate e costruite, altro non erano — come dicevamo dianzi — che i modelli delle vere macchine volanti che, in fatti, ha incominciato a fabbricare agli albori del prodigioso secolo ventesimo.

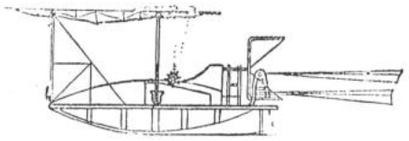
Il primo modello ad elastico di Pénaud.

Non abbiamo scritto di Icaro e di Dedalo, di Simone di Gitton, detto Simon Mago, chè i primi appartengono alla leggenda, che è quanto dire alla fiaba, e il secondo non si è sollevato da terra su una macchina volante, ma si è gettato da una rupe (o dal Campidoglio?) affidandosi forse ad una specie di paracadute rudimentale. E non ripeteremo le solite note intorno agli studi e alle esperienza (se è vero, come afferma Girolamo Cardano, che vi furono esperienze pratiche) del



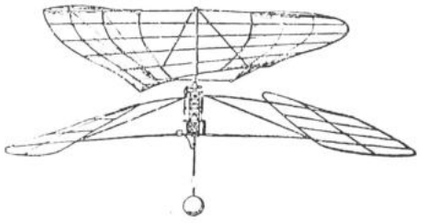
1872 — L'apparecchio ad ali battenti di de Villeneuve di cui si parla a pagg. 231 e 241.

grande Leonardo. All'argomento, non note bisognerebbe dedicare, ma una trattazione ampia e dotta. Rinunciamo, quindi, e dalla colomba di Archita filosofo pitagorico, che fu contemporaneo di Pitagora (569-470 a. C.?), passeremo alle esperienze di Pénaud, che sono le uniche esperienze serie che hanno dato risultati positivi. Prima, però, per dovere che chiameremo di cronisti, più che di storici, ricorderemo le seguenti esperienze.

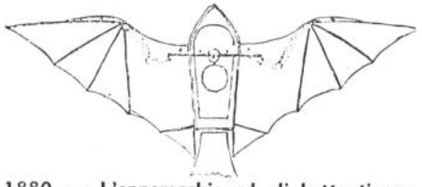


1877 — « L'aérovéloce » di William Kress.

Il matematico Giovanni Müller, detto Regiomontanus, nato nel 1436 a Koënigshofen in Baviera, avrebbe fabbricato un'aquila in ferro e una mosca di metallo che, si dice, volarono al cospetto dell'Imperatore Federico IV. L'esperimento si sarebbe svolto nelle vicinanze di Nüremberg e i due uccelli meccanici avrebbero percorso una distanza di oltre 500 passi. Ma non siamo in possesso di serie documentazioni su questo fatto. Sopra tutto non sono giunte a noi descrizioni sufficienti per farci un'idea della forma e dei meccanismi di tali apparecchi. Moreri, nel suo *Dizionario storico* scrive che tale Padre Kaircher, un gesuita, fisico vissuto nel XVII secolo,, avrebbe ricostruito uno dei modelli. E' però ormai stabilito che il Kaircher non aveva nel suo laboratorio che un uccello di carta nel cui becco un piccolo morso era collegato a un'asta di ferro collegata a sua volta ad un meccanismo di orologeria fissato su



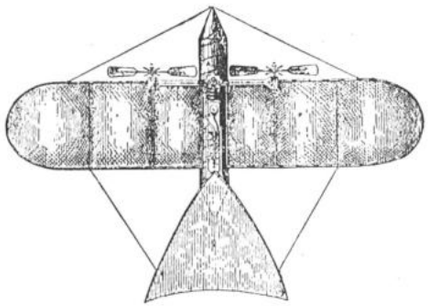
1877 — L'elicottero di Enrico Forlanini. Questo apparecchio si sollevò ad oltre dieci metri dal suolo e volò per ben 20 secondi.



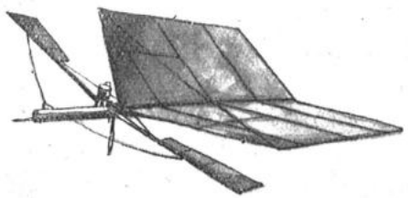
1880 — L'apparecchio ad ali battenti costruito dall'aeronauta lionese Pompeien Piraud. Questa macchina non si è, però, mai sollevata da terra.

un tavolo. Facendo azionare il movimento di orologeria, l'uccello di carta si muoveva...

Pare che — a detta, anche, di Henri ed Etienne Dollfuss, autori di un interessante volumetto intitolato *Petits modèles d'aéroplanes* — il primo effettivo antenato degli aeroplani sia stato la *vettura volante* dell'inglese W. S. Henson, del quale abbiamo parlato anche nella prefazione di questo manuale. Ma prima di lui avevano costruito (nel 1784) un elicottero a due eliche i francesi Launoy e Bienvenu (vedi ill. a pag. 228) e nel 1796 un elicottero simile a quello dei francesi, l'inglese Cayley, il quale — si afferma — non conosceva affatto la macchina inventata dai suoi predecessori d'oltre Manica. Nel 1843, dunque, W. S. Henson costruì un modello che aveva in sè tutto il necessario per il funzionamento, e tuttavia non volava (vedi ill. a pag. 229). Partito Henson per l'America, il suo collaboratore J. Stringfellow riprese lo studio della macchina riuscendo a farle compiere, nel 1848, una specie di salto, che non si poteva certamente chiamare un volo. I Dollfuss, che hanno veduto il modello di questo apparecchio al South Kensington Museum di Londra, dicono che questa macchina ricorda in modo straordinario i nostri apparecchi d'oggi. Il piano principale ha 7 metri di lunghezza



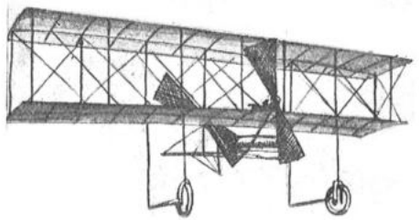
Modello con due motori ad aria compressa costruito dal francese Victor Tatin.



Il curioso modello con motore ad aria compressa a due ali fisse portanti e due mobili remiganti costruito nel 1893 dall'inglese Lawrence Hargrave.

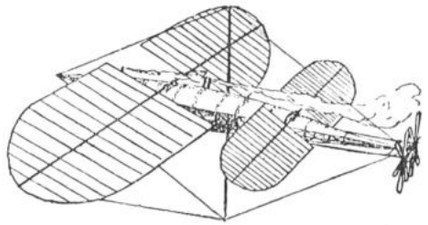
e uno di larghezza. E' costruito in bambù e ossa di balena ed ha la sagoma dell'"*Antoinette*" (vedi ill. a pag. 241).

Stringfellow costruì pure altri due apparecchi: un monoplano e un triplano. Quest'ultimo, che sembra essere il primo apparecchio a piani sovrapposti, fu esposto al Cristal Palace di Londra (vedi ill. a pag. 230). Aveva una superficie di decimetri quadrati 46,46 e un piccolo motore a vapore del peso di 6 Kg. e della forza di un C. V. I due pistoni del motore azionavano ciascuno direttamente un'elica. Il modello era indubbiamente molto interessante, ma non presentava però alcuna caratteristica speciale. L'aeroplano avanzava sospeso ad un filo di acciaio inclinato verso il punto di arrivo. Ottenne tuttavia il premio di 2.500 franchi all'Esposizione della Società Aeronautica della Gran Bretagna nel 1868. Attualmente si trova al Museo di Washington negli Stati Uniti.



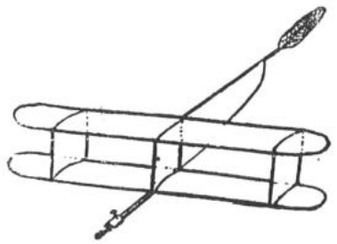
Un modello con motore a vapore costruito da Herring nel 1891.

In quel tempo sollevò grande scalpore un modello di Kaufmann che doveva correre a terra, volare in aria e navigare nell'acqua. Il modello non riuscì però a fare alcuna di queste cose, mentre dieci anni prima l'aeronauta Julien, dopo avere costruito un piccolo modello che anticipava le forme del dirigibile (così affermano alcuni scrittori francesi) aveva fabbricato un modellino ad ali battenti azionato da una matassa di gomma. Pare che questo apparecchio, che misurava quasi un metro e che tuttavia pesava soli 36



Un aeroplano a vapore con due eliche piazzate sulla coda. Costruz. del prof. Langley.

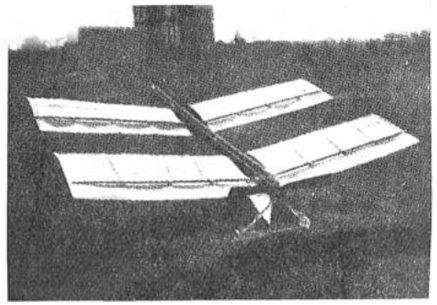
grammi, abbia realizzato qualche breve volo. La propulsione era data da due eliche a pale diritte; il motore era composto di una semplice matassa di caucciù che si tendeva su due fuselli sui quali era avvolta per ottenere così un rendimento costante. Il modello volò per 12 metri in 5 secondi e la forza consumata fu di 72 grammi-metro al secondo. L'inventore si propose di costruire un altro modello che pesasse 200 grammi e potesse volare per 20 secondi.



Il biplano del tedesco Otto Lilienthal.

Sempre in quel tempo Joseph Pline, che aveva progettato un apparecchio misto (a propulsione e ad ali battenti), sperimentò i suoi leggeri uccelli di carta stirata con un ferro caldo (v. fig. a pag. 230). Si trattava, come avete capito, di *planeurs* simili a quelli che fabbricano oggi tutti i ragazzi del mondo per trastullarsi in casa e nei pubblici giardini o sui prati.

Nel 1868 Felice e Luigi Du Temple finirono di costruire il modello di una macchina volante a vapore (v. fig. a pag. 232). Questo apparecchio, che era costato quasi dieci anni di lavoro, pesava circa 700 grammi ed era grande un decimo del reale, cioè dell'apparecchio che avrebbe dovuto portare in volo i suoi costruttori. Ma eccovi le caratteristiche che vi interessano. Una macchina ad aria calda azionava l'albero di una elica a grandi pale. Lo spazio della carcassa nel quale era fissata la macchina portava nella parte inferiore, da ciascuna parte dell'elica propulsiva, due ali fisse inclinate di 10° rispetto al piano orizzontale. Nella parte posteriore erano fissate



L'apparecchio del francese Paulhan con ali monoplane in tandem.

due alette, una orizzontale e l'altra verticale, che avevano la funzione dei governali. Il tutto era montato su tre grandi pattini a *roulettes* disposti in modo che l'inclinazione dell'apparecchio fosse al momento della partenza assai superiore a 14°. Spiega lo stesso Luigi du Temple: " Se l'aria mette in movimento l'elica, ben presto la sua velocità è tale che la componente verticale dell'aria sulla quale si appuntano le ali ha più potenza del peso dell'apparecchio, che, di conseguenza, si stacca dal suolo dopo una breve corsa. I governali permettono di mantenere l'apparecchio al di sotto di una data quota e di mantenerlo in una data direzione. La macchina è stata costruita per una velocità di 8 metri al secondo, che corrisponde a quella di un fresco venticello ".

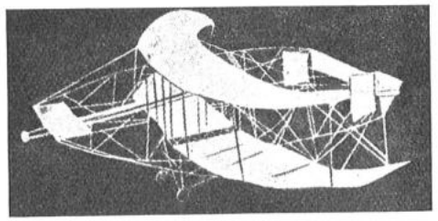
E' facile comprendere da questa descrizione — commenta la rivista *L'Aéronaute* del gennaio 1872, dalla quale è stato tolto il brano — che i fratelli du Temple non avevano le idee molto chiare ed esatte sulle questioni relative all'aviazione. In sèguito essi costruirono degli altri modelli di dimensioni ridotte servendosi di caucciù teso, nella stessa guisa che Jobert nel 1869 aveva costruito una specie di ornitottero munito di due paia di ali ruotanti azionate da una matassa di gomma (v. ill. pag. 231).

Un apparecchio di Pénaud in volo.

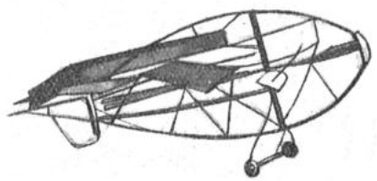
Il caucciù, ossia il motore ad elastico: ecco la soluzione del problema. Da Icaro a Pénaud si è perso molto tempo... Perchè l'uomo doveva scoprire la gomma ed il petrolio. Di fatti: nessun modello aveva

potuto mantenersi nell'aria in volo autonomo prima che si adottasse l'elastico quale motore per fare funzionare l'elica.

Dicevamo, dunque, che nel 1872 Alfonso Pénaud ha offerto all'ammirazione dei francesi un piccolo aeroplano che risolveva, finalmente, il problema del *più pesante dell'aria* (v. ill. a pag. 232). Ne *L'Aéronaute* del gennaio 1872 il Pénaud stesso così scrive del motore del suo apparecchio: " Una molla di un Kg. non può immagazzinare più di 10 chilogrammetri. Lo stesso peso di caucciù teso 6 volte la sua lunghezza naturale, fornisce durante il suo raccorciamento 500 chilogrammetri, ovverosia 50 volte di più. Ma la tensione domanda, per essere utilizzata, un meccanismo complicato di grande precisione e di difficile costruzione, e che sia nello stesso tempo solido e leggero. Così, cercando di utilizzare la forza veramente straordinaria del caucciù e di ottenere il meccanismo solido e leggero, io ho avuto l'idea di impiegare la sua elasticità di torsione che può fornire 30 kilogrammetri per chilogrammo. Questa cifra è in effetti molto inferiore alla precedente, ma questa inferiorità è largamente compensata dalla meravigliosa facilità con la quale la torsione si applica alla rotazione dell'elica. Tutte le trasformazioni di movimento sono evitate, il sostegno diviene semplice e leggero, l'attrito quasi nullo, e, infine, la proprietà di non variare il ritmo dei giri assicurano un rendimento favorevole ".



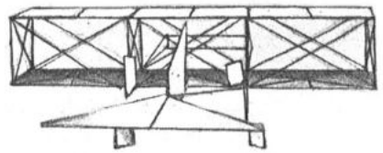
Il modello dei giovanissimi fratelli Henri ed Etienne Dollfus.



L'apparecchio di Leuillieux e Fardel.

Prima di applicare il suo motore all'aeroplano, Pénaud fu fer-

mato dal problema della stabilità, problema che egli, però, risolse. " Essendo tutto disposto nel modo migliore — egli scrive — l'elica doveva essere caricata di 60 giri perchè il modello potesse rimanere un momento in aria, senza precipitare o rinculare, con un vento contrario di metri 2,70 al secondo. L'apparecchio volava quindi per la propria stessa forza. La velocità di rotazione dell'elica era di 18 giri, il momento di rotazione dell'elica risultava:



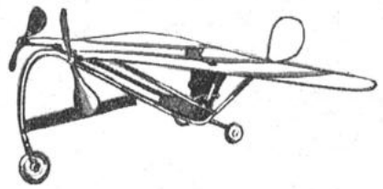
Il modello biplano del francese Delizy.

$$\text{gr. } 2{,}9 \times 18 \times 2\,\pi \text{ cm.} = \text{gr. } 32{,}8$$

ossia il lavoro necessario per sollevare il peso totale di 16 gr. a m. 2,05, cosa che corrisponde alla forza di un cavallo per 37 Kg. Ma io ho pensato che sarebbe egualmente interessante vedere quanto la traslazione, la sospensione e il moto dell'elica assorbono rispettivamente di potenza. Si può arrivare a delle approssimative conclusioni nella seguente maniera:

1) Il lavoro assorbito dalla sostentazione è il lavoro della reazione dell'aria sul piano sostentatore; la componente verticale di questa resistenza è conosciuta, è il peso: i 16 gr. dell'apparecchio.

La componente orizzontale è uguale alla pressione moltiplicata per la tangente dell'angolo di attacco che il piano forma con l'orizzonte. Ora quest'angolo è precisamente quello formato dal governale e dai piani sostentatori. Siccome il centro di gravità è posto giusto sotto il centro di pressione, ed essendo quest'angolo di 8°, il lavoro cercato prodotto nel

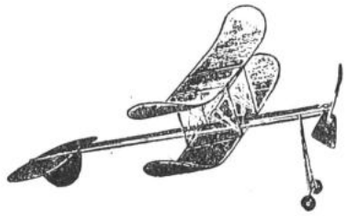


Il curioso apparecchio del francese Audiguey presentato alla seconda gara parigina di aeromodellismo: anno 1908.

cammino percorso, cioè la velocità del vento, è dunque:

$$\text{gr. } 16 \times \text{tg } 8^\circ \times \text{m. } 2{,}70 = \text{gr. } 6{,}1$$

Dove 16 gr. sono sopportati dai 490 cmq. di superficie, dopo di che un mq., inclinato di 8°, alla velocità di un metro, sopporta una resistenza di 45 grammi, cifra troppo lieve, è vero, dato che non può agire in tutta la sua efficacia, ma ancora 15 volte più alta di quella supposta in principio.



Il modellino « Olympia » del 1909.

2) Le perdite dell'elica provengono da due cause: il regresso e l'attrito. Per calcolare l'attrito dell'elica nell'aria io pongo le ali dell'elica in un piano perpendicolare all'asse e le faccio ruotare alla stessa velocità con la quale ruotano nell'aria durante un volo reale: la forza consumata in queste condizioni è di 5 grammi, assai approssimativa a quella da noi cercata.

Dato il diametro dell'elica di 18 cm., il passo di 32 cm. e la velocità al secondo dell'apparecchio necessaria a far girare l'elica

$$\text{regresso} = \frac{18 \times 32 - \text{m. } 2.70}{19 \times 32} = 0{,}59$$

Il lavoro assorbito dal regresso corrisponde al 0,53 del lavoro totale meno l'attrito dell'elica, ossia grammi 14,7.

Ma lavoro di traslazione = lavoro totale — lavori nocivi, ossia 7 grammetri.

Il lavoro assorbito dal regresso è il 0,53 del lavoro totale, meno l'attrito, ossia gr. 14,7.

Ognuno può dunque constatare come questo modello, sebbene leggerissimo, abbia offerto possibilità di interessanti esperienze ".

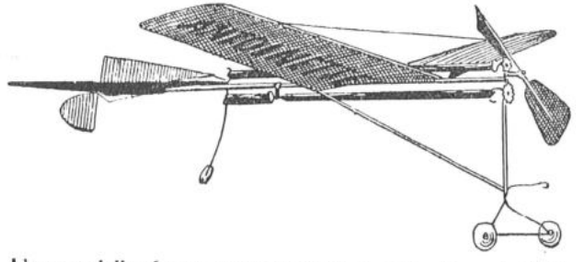
Ecco le caratteristiche del *Planophore:*

Superfice 490 cmq.; corda alare m. 0,11; giri dell'elica 240; lunghezza 0,50; peso gr. 16; massima distanza percorsa m. 60; apertura m. 0,45; caucciù gr. 5; tempo sec. 13.

Oltre al *Planophore* Pénaud costruì diversi apparecchi ad ali battenti che diedero buoni risultati.

Il francese A. Rebouil, l'autore di una storia dell'aeromodellismo incominciata a puntate sulla " Revue des Modéles Réduits " che si pubblicava a Parigi sotto gli auspici della *Ligue Aeronautique de France,* scrive che nel 1872, oltre al Jobert, che costruì l'ornitottero azionato da una matassa di gomma, anche Hureau de Villeneuve riuscì a costruire un apparecchio ad ali battenti, in tutto simile a quello di Pénaud (vedi illustrazione a pag. 232).

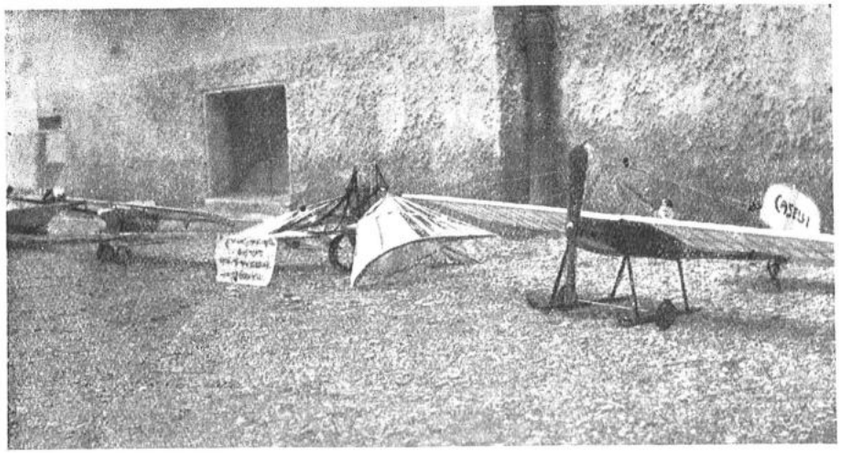
William Kress costruì verso il 1877 degli aeroplani che partivano dal suolo scivolando su pattini. Erano mossi da due eliche azionate da caucciù ritorto e poste nella parte posteriore del piano principale. Uno di questi modelli, che pesava 600 grammi ed aveva un'apertura alare di m. 1,50, realizzò numerosi voli. Un altro, l'*Aérovéloce,* era munito di un dispositivo che gli permetteva di partire dall'acqua (vedi ill. a pag. 233). Evidentemente, tale modello è il progenitore dei nostri idrovolanti a scafo centrale.



L'aeromodello francese « Antoinette » costruito nel 1910.

Enrico Forlanini, riprendendo gli studi di Ponton d'Amecourt, costruì un elicottero mosso da un motore a vapore che faceva funzionare una grande elica ad asse verticale (vedi ill. a pag. 233). Il 26 dicembre 1877 questo apparecchio si innalzò ad oltre 10 metri e volò per ben 20 secondi.

Intorno al 1880, epoca in cui Edison tentava anche lui esperimenze nel campo aeronautico, il lionese Pompeien Piraud, che aveva per lun-



Modelli ammessi al concorso organizzato dalla rivista « Aria e moto » nel 1911.

go tempo studiato il volo degli uccelli, costruì alcuni apparecchi ad ali battenti, i quali, però, non diedero buoni risultati (v. fig. a pag. 233).

Victor Tatin costruì un aeroplano bimotore ad aria compressa. Le prove effettuate su di una pista circolare degli stabilimenti militari di Chalais-Meudon furono soddisfacenti (vedi ill. a pag. 234). Per più volte l'apparecchio decollò volando al di sopra degli spettatori. La sua velocità era di circa 8 metri al secondo.

In Inghilterra Lawrence Hargrave, notissimo per i suoi studi sui cervi volanti, costruì un aeroplano il cui motore funzionava pure ad aria compressa. L'elica era però sostituita da due ali battenti (vedi figura a pag. 234). L'*Engeneering* di Londra nel suo numero del 10 marzo 1893 ne fece la seguente descrizione: " Una spina dorsale porta due ali fisse aperte che scivolano sull'aria, mentre che nella parte anteriore vi sono due ali battenti che compiono i movimenti necessari per l'avanzamento. Queste ali sono azionate da una macchina che ha come motore l'aria compressa contenuta nella spina dorsale ". (Cioè, come si direbbe oggi, *contenuta nella fusoliera*, che era formata da un tuboserbatoio di metallo). Questo apparecchio, che pesava 1.670 grammi, effettuò numerosi voli, fra i quali uno di 156 metri.

Nel 1891, un collaboratore di Chanute, Herring, costruì un biplano del peso di 2.265 grammi che aveva una superfice di cmq. 131 ed era munito di un motore a vapore che azionava due eliche in tandem (vedi fig. a pag. 235). Dopo numerosi voli la caldaia esplose e l'apparecchio andò distrutto.

Sempre A. Rebouil ci informa che anche l'americano prof. Langley costruì aeroplani a vapore (vedi fig. a pag. 235). Pare che uno di questi apparecchi abbia effettuato dei buoni voli.

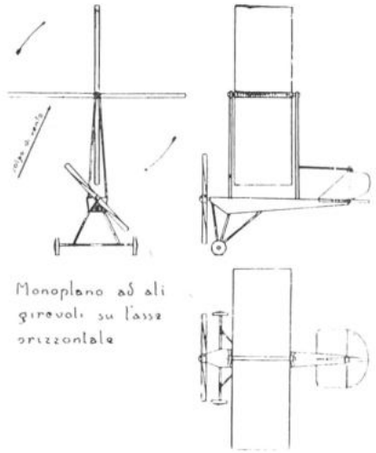
Anche Victor Tatin ha costruito, assieme ad un prof. Richet, un aeroplano a vapore. Si trattava di un monoplano di m. 6,60 di apertura alare e del peso di Kg. 33. Era munito di due eliche di cm. 85, azionate da un motore a vapore della forza di 2 c. v. E', come si vede, un modello un po' grande: certamente il più grande che sia mai stato costruito.

Prima dei veleggiatori, Otto Lilienthal aveva costruito numerosi modelli volanti. Uno di questi apparecchi era un biplano munito di tre superfici verticali e che poteva essere regolato per mezzo di un peso mobile fissato nella parte anteriore (vedi fig.a pag. 236).

Nel 1897 J. Hofmann, consigliere del Governo a Berlino, compì una serie di interessanti ricerche dopo di cui potè costruire un mo-

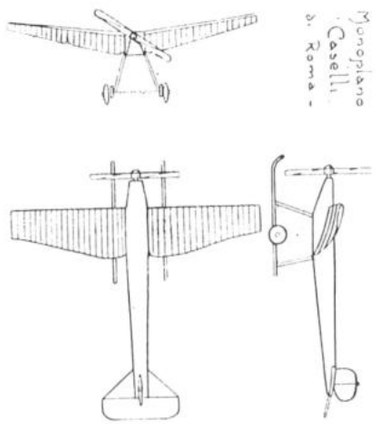
Tre modelli presentati al primo concorso romano nel 1911.

dello volante di cm. 90 di apertura alare. Questo modello, che era azionato da un piccolo motore alimentato da acido carbonico liquido, ha compiuto alcuni voli entro un salone a Francoforte sul Meno. L'Hofmann costruì anche dei modelli più grandi, che pesavano da 3 a 4 chilogrammi. Anche questi modelli diedero soddisfacenti risultati.



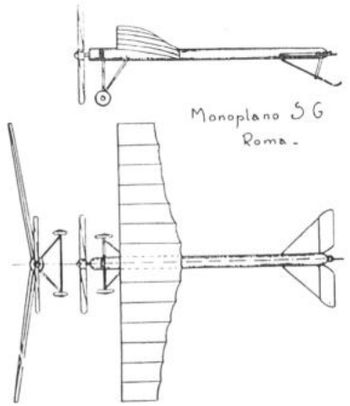
Riproduciamo dai numeri 3 e 4 della *Revue des Modèles Réduits* le seguenti notizie relative all'aeromodellismo francese e inglese dei primi anni del nuovo secolo.

Al principio del 1904 Lavavasseur, l'inventore del motore leggero *Antoinette*, costruì e fece volare dei piccoli aeroplani mossi dal caucciù. Robert Gastembide, in *L'envol* narra che fu per merito di questi modelli che Santos-Dumont, il quale aveva studiato un progetto di elicottero, rinunciò a tale idea costruendo invece un aeroplano, il *14 bis*, che fu quello che che compì il primo volo in Francia.



Prima di mettere in cantiere il loro monoplano *Antoinette* i signori Ferber e Lavavasseur costruirono un modello pure monoplano, ad ala concava, azionato dal caucciù. Il modello permise loro di compiere una serie di proficui esperimenti sui profili delle ali. In sèguito, con nuovi modelli di dimensioni maggiori, Ferber e Lavavasseur realizzarono altre esperienze

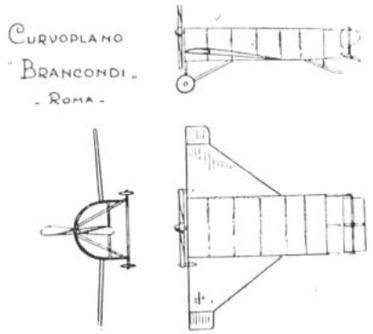
che permisero loro di determinare la legge della proporzionalità. Naturalmente, tutti i modelli erano azionati da matasse elastiche.



Nel 1905, la Commissione di Aviazione dell'Aero Club di Francia organizzò nei giorni 11, 12 e 13 febbraio un concorso per modelli volanti. Gli apparecchi presentati erano in maggioranza veleggiatori. Il lancio veniva effettuato dall'alto di un pilone di 41 metri. La classifica dei concorrenti si fece dopo le prove in base alla seguente formula del capitano Ferber.

$$\text{Caratteristica del modello} = \frac{P}{S} \times \frac{t^2}{H^2 \times K}$$

(P = peso; S = superficie; t^2 = tempo di caduta al quadrato; H^2 = altezza di caduta al quadrato; K = coefficiente della resistenza dell'aria).



Due anni dopo, in aprile, il giornale *Daily Mail* organizzò un concorso nel parco Alessandra di Londra. Il primo premio di 3.000 franchi non venne però aggiudicato. Un certo A. V. Roe fu classificato secondo con un biplano del tipo Wright che percorse una trentina di metri e il signor Howard 3° con un monoplano azionato da una piccola molla. Questo apparecchio pesava circa 500 grammi e aveva una superfice di due metri quadrati.

La figlia del prof. Seganti — pioniere dell'aeromodellismo — con un modello del tempo della traversata della Manica.

A quella gara londinese fu presentato anche un grande veleggiatore di m. 2,10 di apertura e del peso di kg. 2,800 con una superfice di dm². 77. Lanciato con un vento di 10 metri al secondo, questo apparecchio riuscì a compiere una traiettoria ascendente.

Il 9 giugno 1907 l'Aeronautique-Club de France organizzò il suo primo concorso di modelli volanti. Ci furono 21 iscrizioni e 16 concorrenti. I signori Budin e Paulhan, classificati primi ex-aequo, si divisero il primo e il secondo premio (vedi illustrazione a pag. 236). I loro apparecchi, assolutamente identici, erano monoplani ad ali in tandem del tipo Langley con un'apertura di m. 1,75, un peso di chilogrammi 2,500 con una superfice portante di 1 metro quadrato. Duecentocinquanta grammi di caucciù azionavano un'elica di 45 centimetri con un passo di 33 centimetri. Questi modelli percorsero una distanza di circa 25 metri.

In sèguito al brillante successo del concorso, un altro ne fu organizzato il 21 giugno dell'anno seguente. Questa volta erano previste due categorie: al di sopra e al di sotto dei 2 chilogrammi. Furono presentati 46 apparecchi.

Affinchè abbiate un'idea delle prime gare aeromodellistiche e che possiate conoscere i migliori tipi di modelli presentati a tali gare, eccovi parte del resoconto pubblicato dal cap. Ferber nel numero del luglio 1908 della rivista francese *Aéronautique*. Scrive dunque, il Ferber:

" Dobbiamo nominare particolarmente i sei modelli Rebut e Sarazin, che sono quelli meglio rifiniti. Disgraziatamente nessuno era ben centrato, e quindi nessuno potè compiere voli. Essi ottennero, però, come premi di costruzione, una medaglia di bronzo del Consiglio generale.

" L'aeroplano Mercier era munito di un adorabile minuscolo motore a petrolio di 3 cm. di alesaggio e di 4 cm. corsa: esso ottenne una medaglia di bronzo dell'A. C. D. F.

" I concorrenti potevano compiere tre lanci. Il giurì giudicava il migliore. Gli aeroplani senza motore venivano lanciati dalla galleria, quelli a motore con ruote da una pedana appositamente costruita e quelli a motore senza ruote dalle mani del costruttore. Tutti i modelli erano, inoltre, divisi in due categorie: superiori ai 2 chilogrammi e inferiori ai 2 chilogrammi.

" Nella categoria più pesante fu ancora, come l'anno precedente, Paulhan, il meccanico de *La Ville de Paris*, ad ottenere, con un aeroplano del suo tipo preferito " Langley " il premio del Ministero della Guerra.

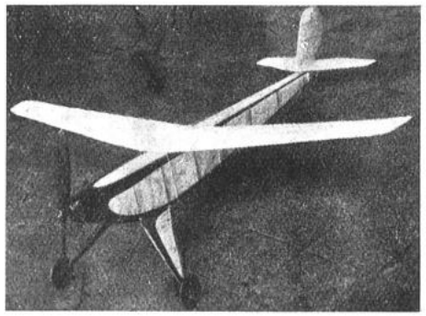
" L'apparecchio percorse 25 metri (peso: kg. 2,600), come nell'anno precedente. Di conseguenza nessun sensibile progresso.

" Nella categoria pesante dei senza motore Janin ottenne la medaglia vermeille del T. C. F. L'apparecchio pesava 2 kg. e percorse, con una buona stabilità, m. 26,50.

" Jourdain si guadagnò la medaglia d'argento del Consiglio Municipale per un suo aeroplano del

Un minuscolo aeromodello a fusoliera con motore ad elastico costruito nel 1931.

peso di 6 kg. e di 8 metri di superfice. Si trattava di un aeroplano a piani successivi elastici che percorse 20 metri.



Un aeromodello a fusoliera del 1930.

" D'Andrè ricevette la medaglia d'argento dell'Auto Club di Francia per un suo aeroplano del peso di kg. 2,750 che percorse m. 15,20.

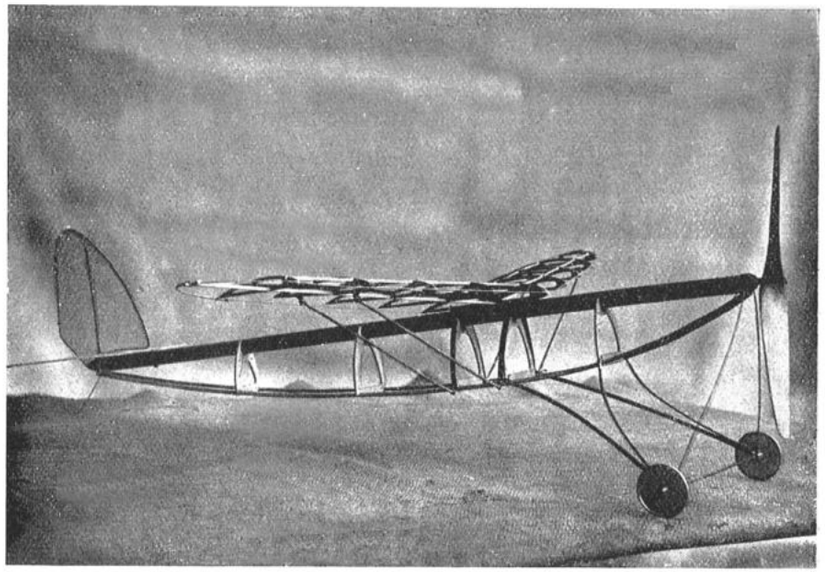
" Della categoria dei modelli di peso inferiore ai due chilogrammi con motore, il primo premio di 100 franchi e la medaglia vermeil del Consiglio Generale furono guadagnati dai signori Leuillieux e Fardel che presentarono un aeroplano del peso di 520 gr. e che percorse m. 29,80 (v. illustr. a pag. 238). Questo apparecchio era ben sagomato, di forma arrotondata con un motore energico e ben costruito, e costituiva una vera novità per la semplice camera d'aria da bicicletta sottoposta a forte tensione. Questo tipo farà certamente scuola *(sic)*. Il secondo premio di 50 franchi e la medaglia d'argento dell'*Auto* è stato guadagnato dal biplano dei fratelli Dollfuss, il più giovine dei quali non ha che quindici anni (v. fig. a pag. 138. I fratelli Dollfuss di cui parla con tanta simpatia il cap. Ferber sono Henri ed Etienne Dollfuss, autori del citato volume *Petits modèles d'aéroplanes* stampato a Parigi nel 1912). Fu il più giovine che presentò e lanciò il modello durante le prove del concorso. E' un esperto in materia e conosce a fondo la teoria di questi oggetti. L'aeroplano, partito dal suolo, ha volato per metri 16.

" Della categoria dei senza motore ha dato ammirevoli prove il modello di carta di Mouren. Un volo si è protratto per 35 metri e 80 centimetri. L'apparecchio in volo aveva movimenti molto graziosi. Mouren ha dedicato tutta la vita a questi studi ed eccolo finalmente a trent'anni perfetto conoscitore della stabilizzazione degli aeroplani.

" Delizy con un piccolo biplano mosso da due eliche a moto invertito ha guadagnato la medaglia di bronzo del Consiglio Generale con un volo di 20 metri (v. fig. a pag. 239). Avrebbe certamente ottenuto di più se avesse potuto regolare i timoni di direzione dell'apparecchio ".

E da noi, che si faceva? Pare che all'inizio del secolo XX parecchi fossero gli italiani che si dedicavano alla costruzione di modelli volanti; ma una prima gara ufficiale, con tanto di medaglie e interventi di lucide tube, non si organizzò che nel 1911, quando già l'aviazione (gloriosa aviazione dei pionieri!) era oramai una realtà. Prese l'iniziativa la rivista romana " Aria e moto ", il cui direttore (l'ottimo prof. Giuseppe Seganti, ancora tanto amico degli aeromodellisti), era riuscito a radunare intorno a sè alcune diecine di geniali costruttori.

Se voi osservate la fotografia dei modelli di quei tempo riprodotta a pag. 226 e quelle riprodotte a pagg. 242 e 243, noterete che tutte le tendenze e tutti i capricci erano stati assecondati. Accanto a modelli



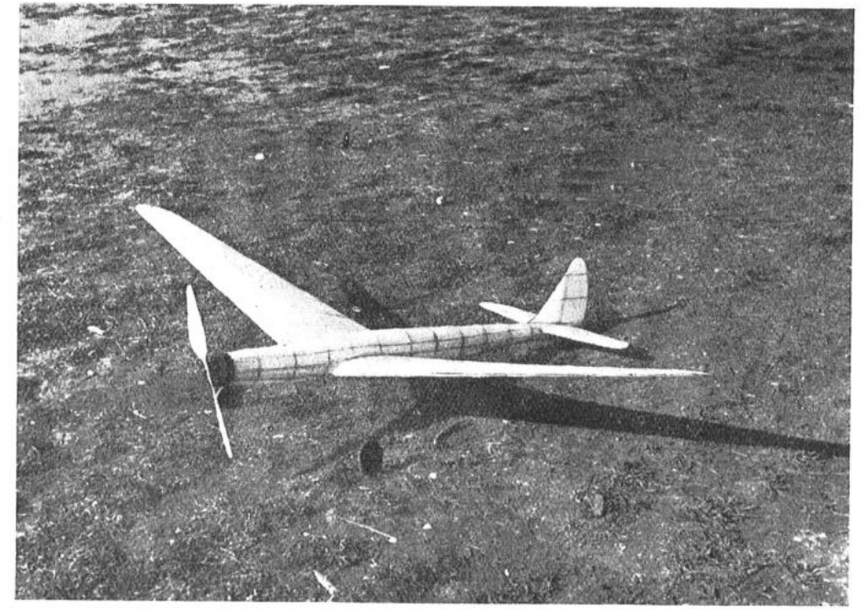
Ossatura di un aeromodello italiano a fusoliera costruito nel 1924.

che addirittura anticipavano le forme di buona penetrazione adottate più tardi dai costruttori di veri aeroplani, potete vedere strani trabiccoli e macchinosi trespoli che dimostrano ancora una volta quanto sia generosa la fantasia umana e, supponendo che tali ordigni si siano soltanto sollevati da terra per un attimo, quali miracoli possono fare la fede e la costanza.

I disegni che riproduciamo nelle pagine 244 e 245 sono stati eseguiti per questo manuale dal prof. Giuseppe Seganti. Si tratta, come vedete, di quattro apparecchi, di cui due normali, come diremmo oggi, e cioè il monoplano " S. G. " e il monoplano " Caselli ", uno rappresentato da una specie di *amenità* molto simile ad un mulino a vento e un originale modello che anticipava l'invenzione dell'aeroplano tubolare del nostro Stipa. I primi due modelli sono stati presentati al concorso romano bandito dalla rivista *Aria e moto* nel 1911. Il " Caselli " era un modellino di monoplano con motore ad elastico. Il costruttore, Caselli, partecipò anche ad un concorso con un apparecchio montato su una bicicletta e più tardi eseguì voli sperimentali sul campo di Centocelle con un monoplano di sua costruzione. Durante la guerra europea fu capo reparto in una fabbrica francese di aeroplani militari.

Il monoplano " S. G. " era un piccolo modello con motore ad elastico contenuto in un corpo tubolare di carta pesta. Era un apparecchio bene equilibrato e leggero che fece voli di 50 e 60 metri. Costruttore il direttore della rivista *Aria e moto*.

Il " monoplano ad ali girevoli su l'asse orizzontale " (v. fig. a pag. 244), era una specie di mulino a vento. L'inventore pretendeva che il suo apparecchio meritava un premio per la sicurezza di volo che offriva. L'illuso diceva che l'*ala in croce girevole* avrebbe finalmente risolto il grave problema dell'autostabilità, poi che l'ala, ricevendo un colpo di vento laterale, si disponeva sempre con due braccia della croce orizzontali. Naturalmente nessuno, a quel tempo, riuscì a farlo desistere dalla sua bizzarra idea...



Un modello a fusoliera costruito da un aeromodellista romano nel 1935.

Un giovine orologiaio romano, un certo Brancardi, intelligente e di fervida inventiva, ha costruito, sempre in quel tempo, un *curvoplano*. Lanciato con una specie di catapulta, questo apparecchio ha compiuto un volo in linea retta di circa 40 metri. Il Brancardi è morto di mal sottile giovanissimo.

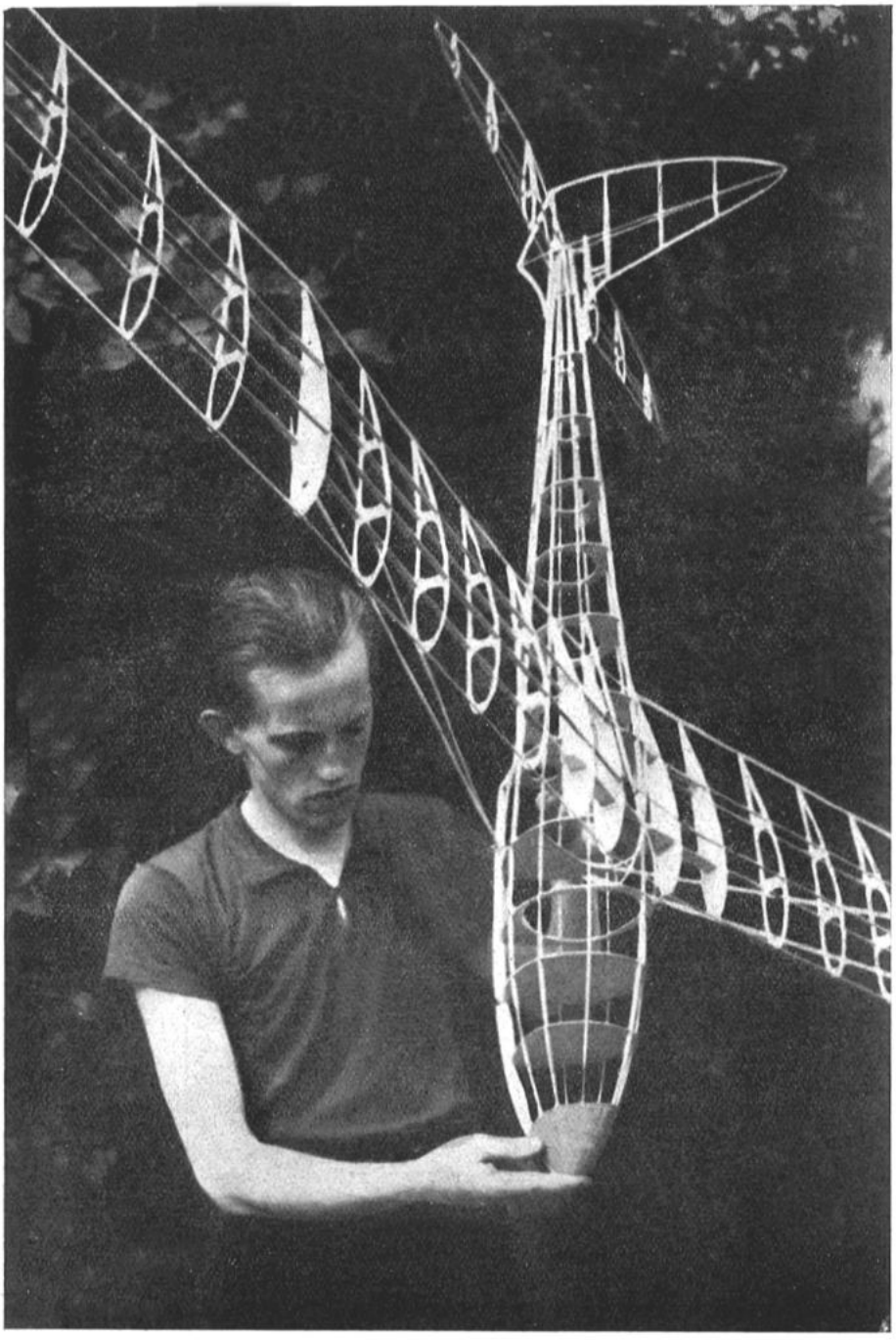
L'aeromodellismo italiano si è sviluppato dal 1910 al 1914, dopo di cui ogni attività di questo genere, come in tutti i paesi d'Europa, fu interrotta dalla guerra mondiale.

Ed ecco nel 1920 e nel 1921 rinascere in varii centri dell'Italia settentrionale la passione per l'aeromodellismo. Le costruzioni di questo tempo si ispiravano, però, a vecchi esempi, quali sono il modello francese biplano *Olimpia*, progettato nel 1909, e il modello francese monoplano *Antoinette*, messo in commercio, assieme all'*Olimpia*, intorno al 1910 (v. illustrazioni a pagg. 240 e 241).

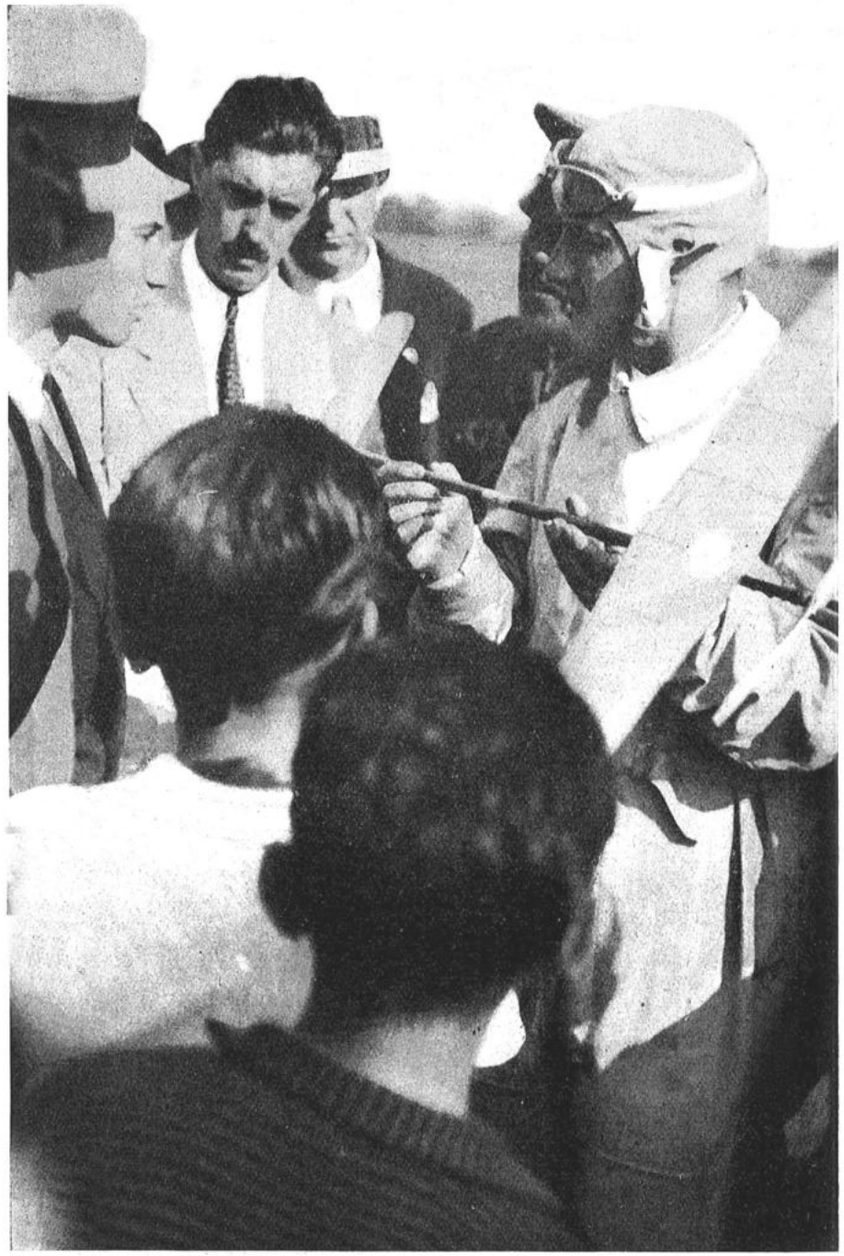
Dal 1920-22 al 1930-32 la costruzione dei modelli volanti si indirizza verso il tipo *canard* (vedi dizionario), poichè, per la maggiore facilità del centramento, e per l'aumento di superfice dovuto ai piani anteriori portanti, i risultati erano apparentemente migliori. Apparentemente, però, soltanto, perchè questi apparecchi erano costruiti in maniera da essere quanto più possibile leggeri, quindi il volo era troppo soggetto ai venti ed alle condizioni atmosferiche.

In questi ultimi anni, invece, l'aeromodellista non si è più accontentato del modello a tubo: ha voluto costruire un vero e proprio aeroplano. E' stato allora che la costruzione dei modelli a fusoliera ha preso grande sviluppo. Ma, in compenso, il costruttore italiano, approfondite le proprie cognizioni tecniche, ha avuto la soddisfazione di creare, da un punto di vista dell'aerodinamica e dell'estetica, i migliori aeromodelli. Confrontate, consultando i capitoli che illustrano con numerose fotografie l'attività italiana e quella degli altri Paesi, gli apparecchi nostri con quelli stranieri. Vi renderete subito conto della *qualità* del gusto, per cui è tanto facile definire se un oggetto, o una macchina, o un'opera d'arte, sono stati creati da italiani, o da francesi, o da tedeschi, o da anglosassoni, eccetera. Naturalmente, l'apparecchio che offre maggiori possibilità al costruttore di buon gusto è il veleggiatore, il tipo di aeromodello che, per le sue caratteristiche e per le sue qualità di volo, rispondenti al vero veleggiatore, dà anche le maggiori soddisfazioni progettandolo, costruendolo e lanciandolo in volo.

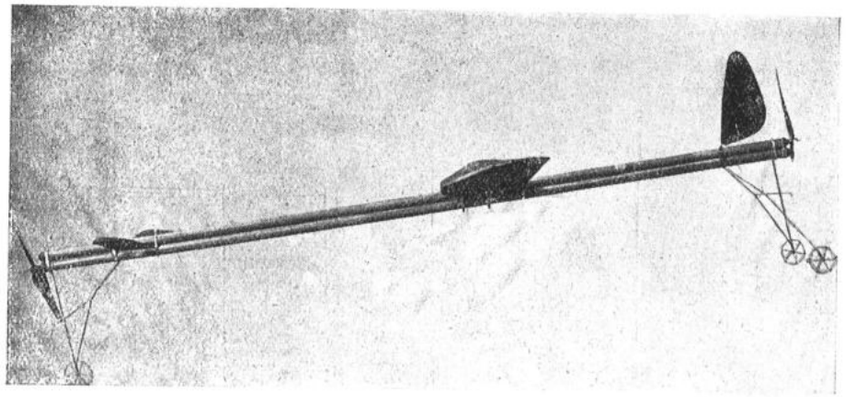
Dal 1935 l'utilità di un aeromodellismo non empirico è stata riconosciuta dalla Reale Unione Nazionale Aeronautica, che ha istituito in Roma un Centro Sperimentale e, in gran numero di città del regno, scuole che soci di ogni età possono frequentare senza nessuna spesa.



AEROMODELLISMO ITALIANO

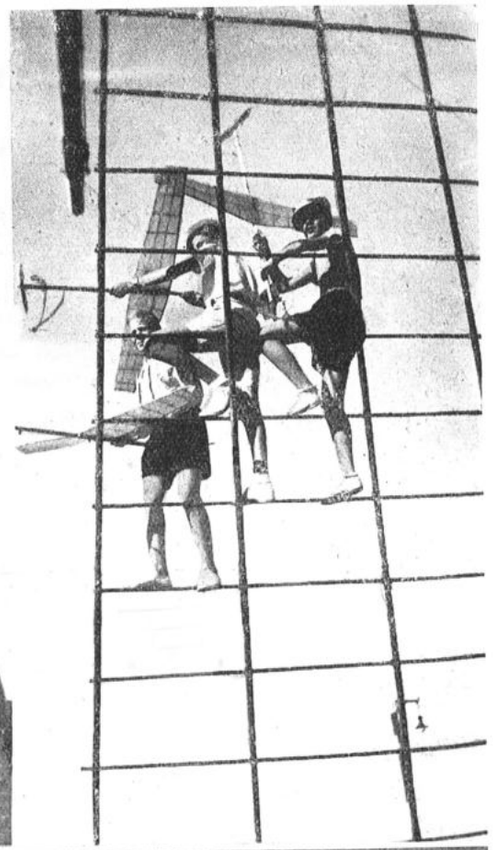


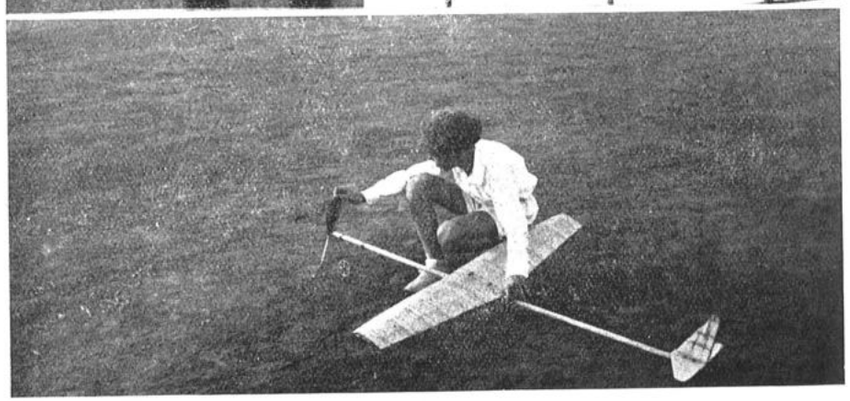
S. E. Galeazzo Ciano si interessa di un aeromodello a tubo presentato al concorso nazionale del 1934.



Un « canard » bimotore con cliche in tandem costruito nel 1932.

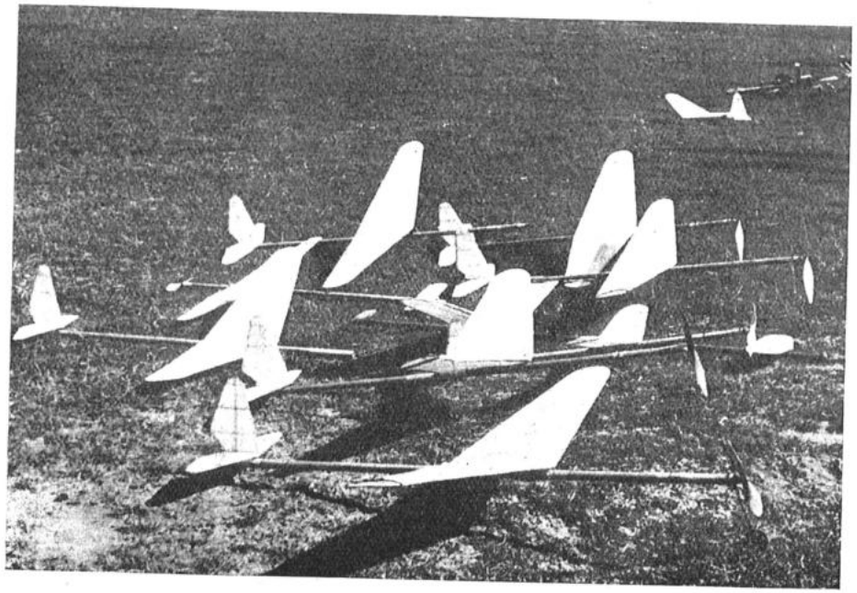
Il lancio di un aeromodello « canard » costruito a Torino nel 1932





Sopra, a sinistra: il lancio di un « canard » sul campo del Littorio a Roma nel 1933. A destra, sopra: acromodellisti di La Spezia si accingono a lanciare i loro modelli a tubo dalle sartie d'un veliero. Sotto: uno spezzino lancia da terra il suo modello a tubo.

Concorso nazionale 1933: canards in grandissima maggioranza.

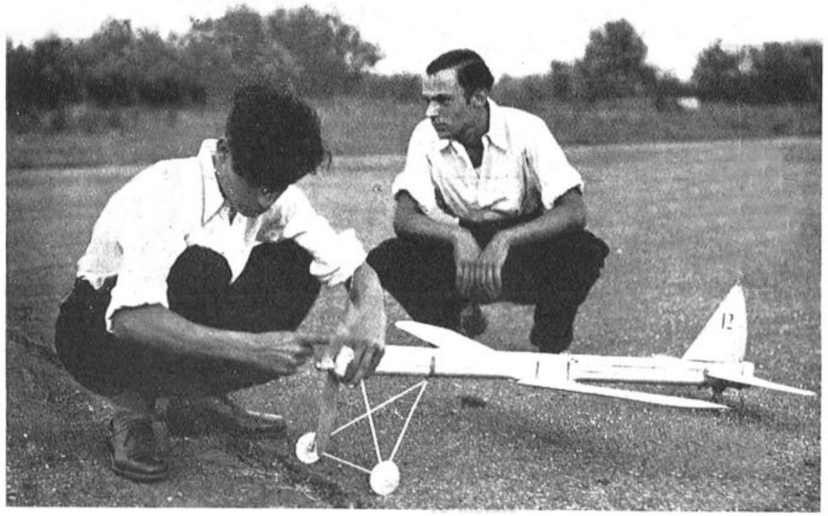


Una squadriglia di modelli a tubo costruiti nella scuola della R.U.N.A. di Livorno.

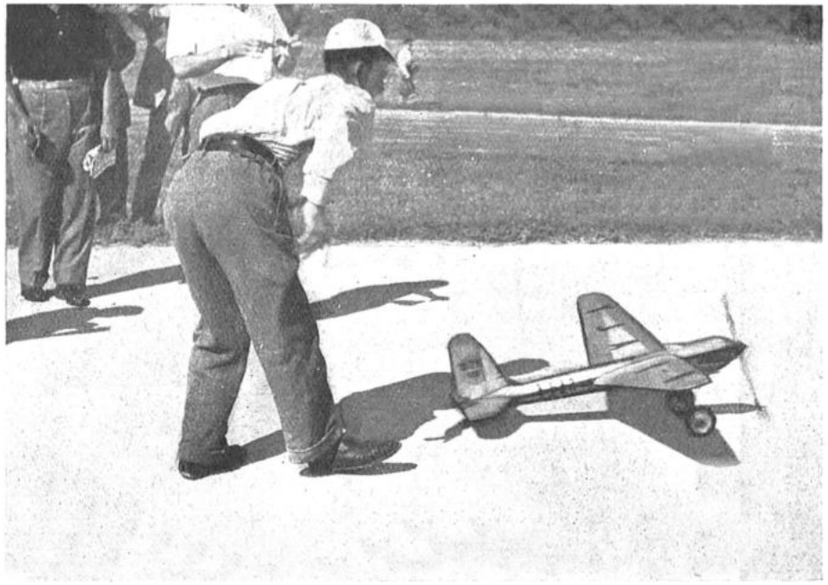
Un modello volante ad ali rientrabili costruito nel 1933. Diede una mediocre prova.

Aeromodelli a fusoliera e a tubo presentati al Concorso Nazionale del 1935.

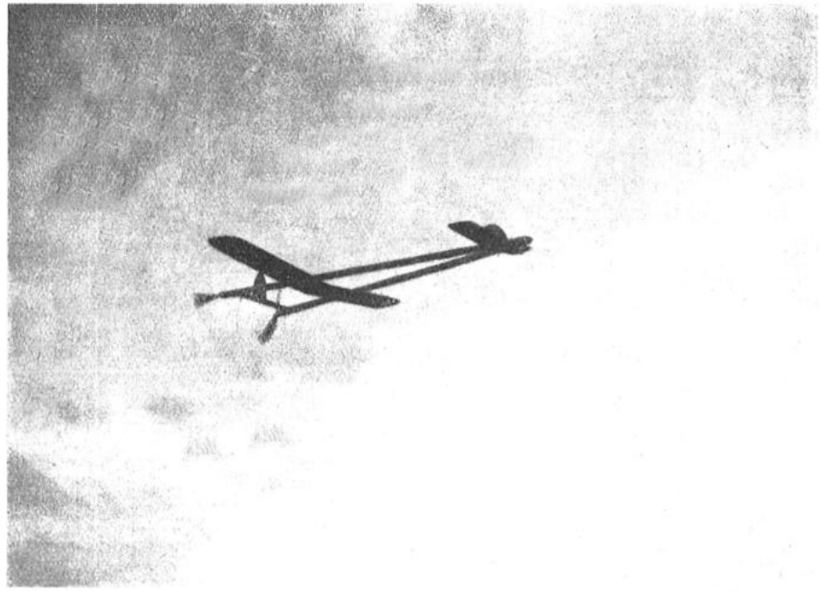
Un aeromodello con due matasse di elastico — in due tubi — e due eliche coassiali. Con questo apparecchio è stato vinto a Roma il primo premio delle gare di velocità al Concorso Nazionale 1933.



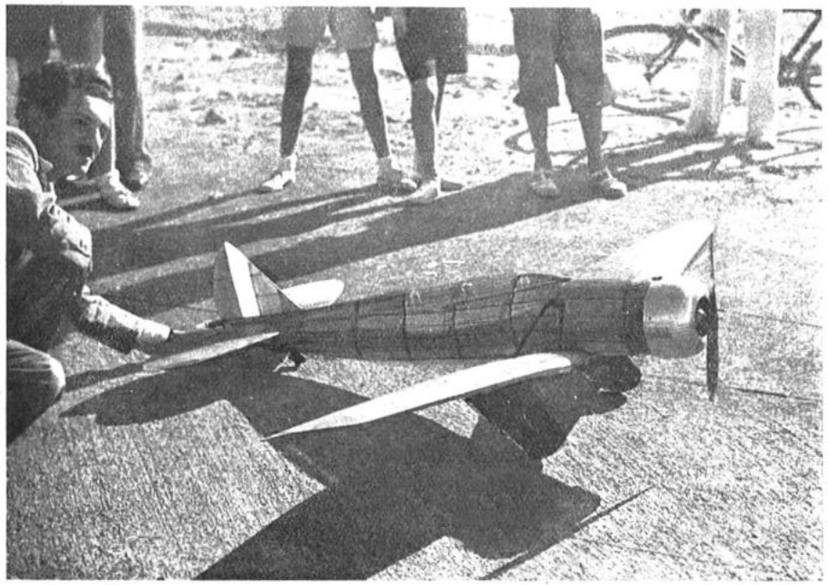
Un modello con due eliche coassiali mosse da tre matasse in tre tubi savrapposti (1934).



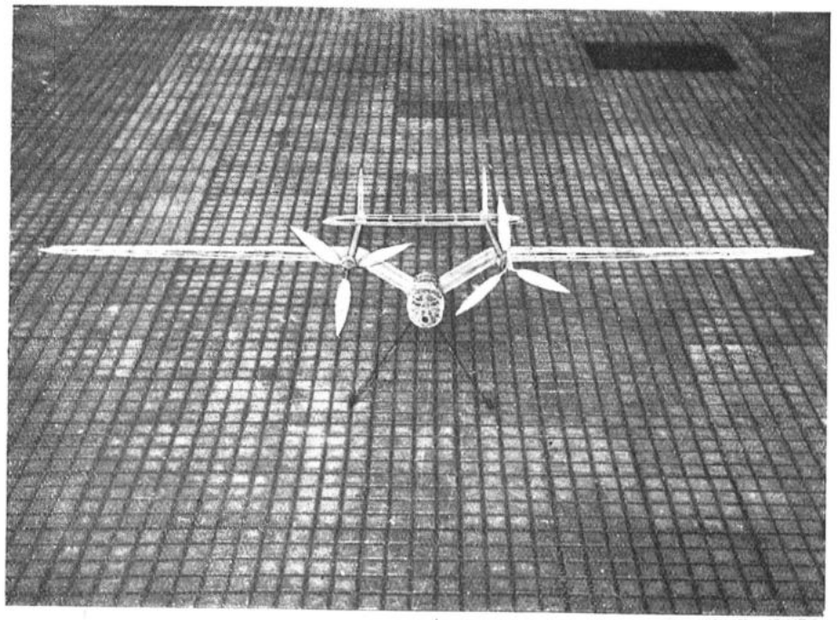
Un aeromodello ad aria compressa presentato al Concorso Nazionale del 1935.



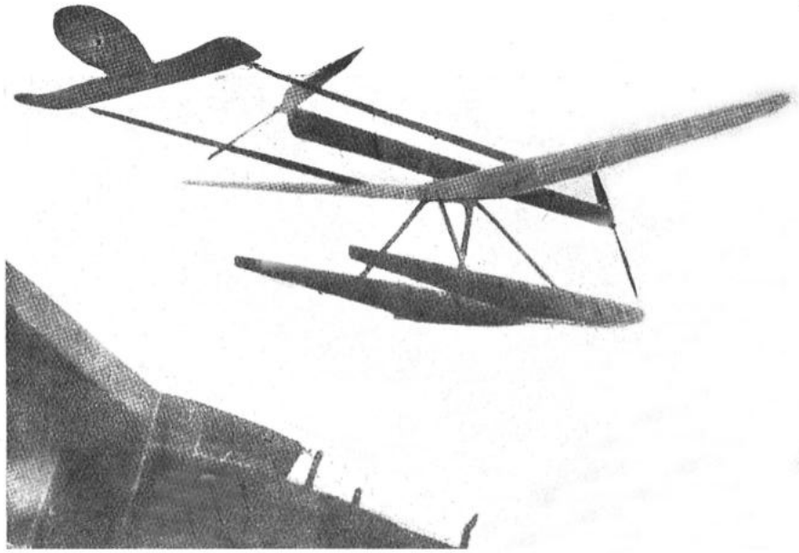
1934 — Un aeromodello « canard » bimotore in volo sul Campo del Littorio.



Il modello del monoplano ad ala bassa « Breda 42 » costruito nel 1935.

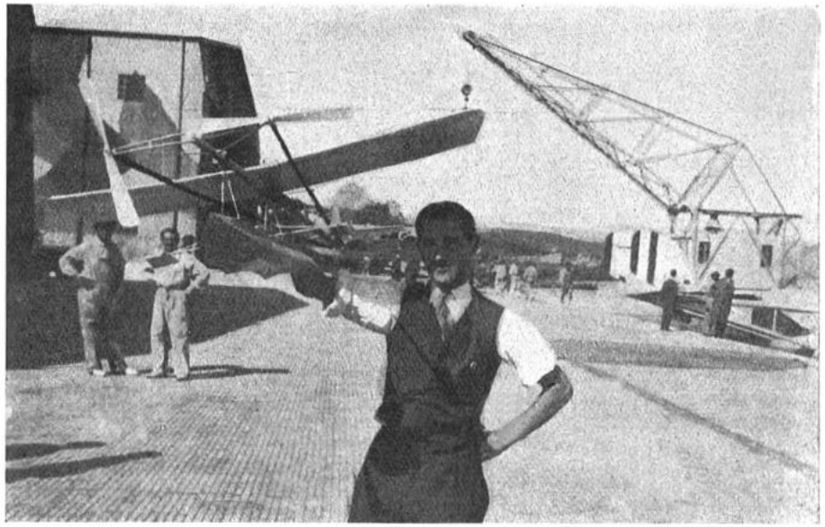


L'ossatura (sopra) e il modello del bimotore inglese « Short » realizzato dal noto aeromodellista romano Elvio Tosaroni.



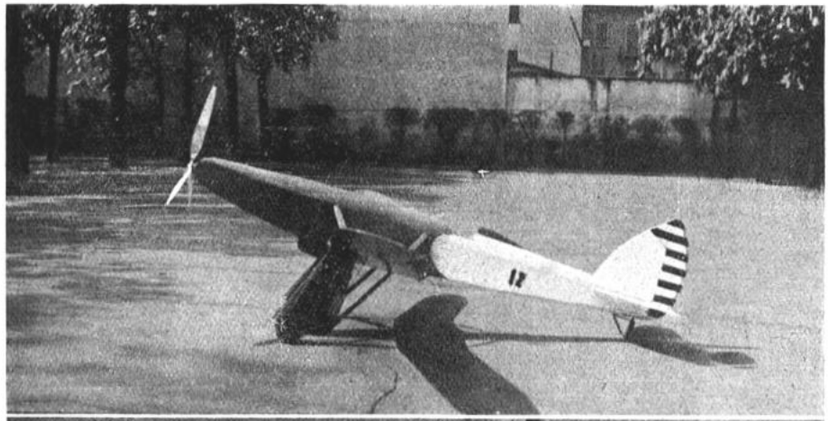
Un idromodello bimotore costruito a somiglianza dell'idrocorsa « Savoia 65 ».

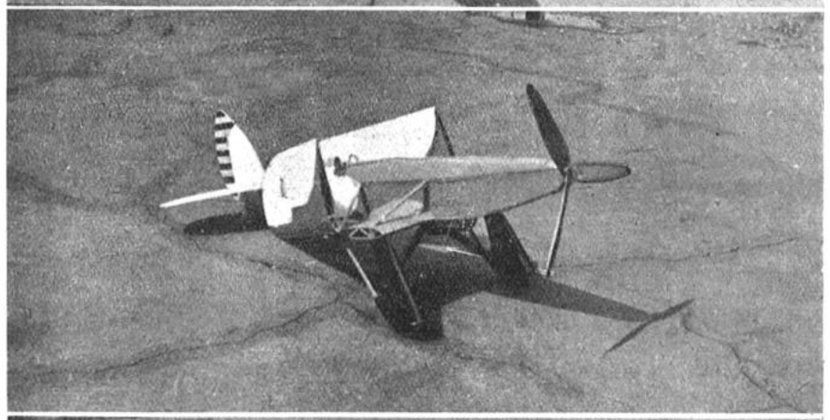
Un « Canard » bimotore costruito da un aeromodellista bolognese nel 1929.



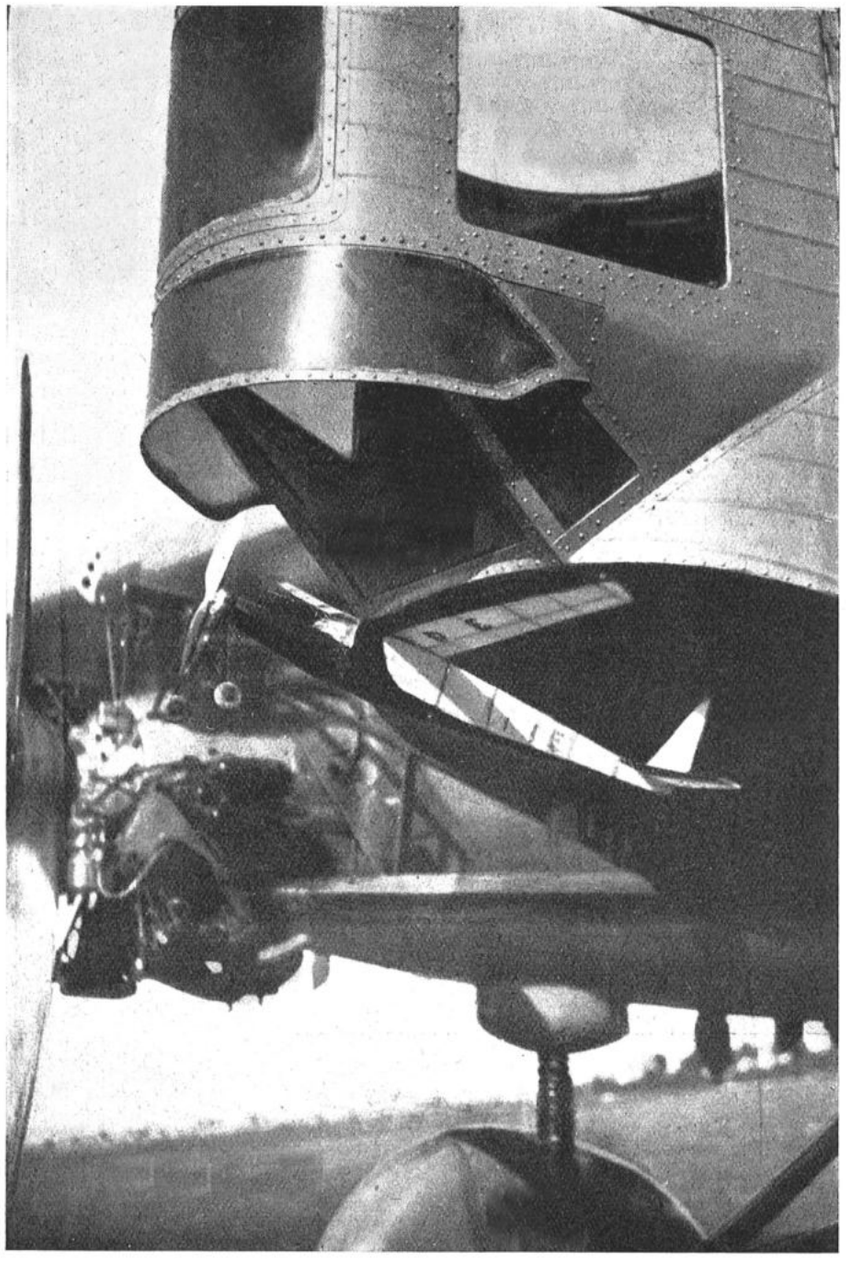
Un idromodello bimotore a scafo centrale con galleggianti fissati allo scafo stesso.

Questo modello è stato presentato alle gare nazionali svoltesi a Vigna di Valle nel 1931.

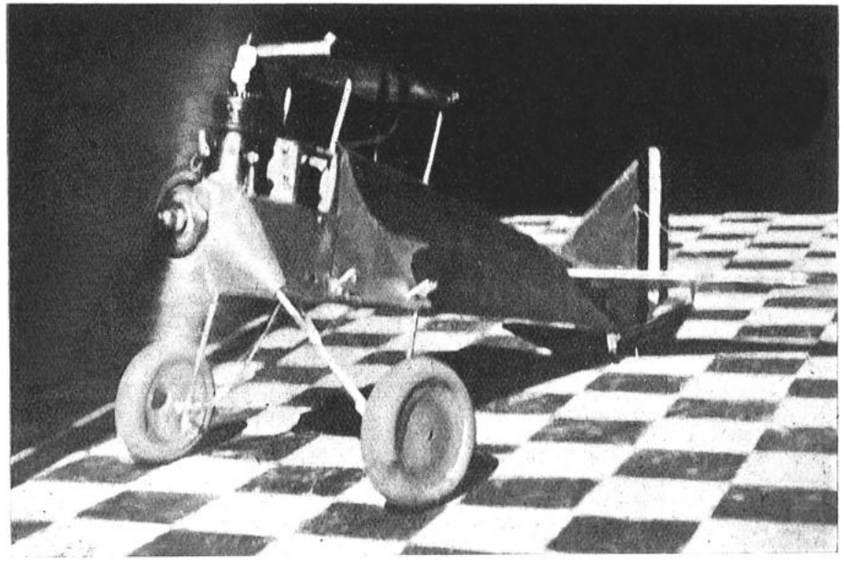




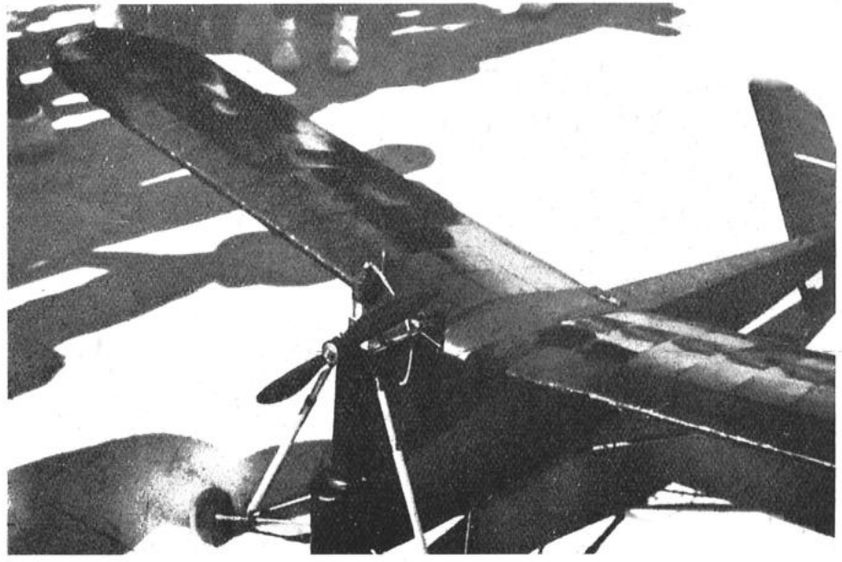
Una riproduzione del monoplano « Breda 39 » ad ali ripiegabili. Il modello, costruito nel 1935 da un aeromodellista milanese, decollava da sè e volava per oltre un minuto.



Un aeromodello e l'aeroplano di Armando Pagliani, giunto al pilotaggio militare a traverso le preziose esperienze dell'aeromodellismo e del volo a vela (brevetti A, B e C).



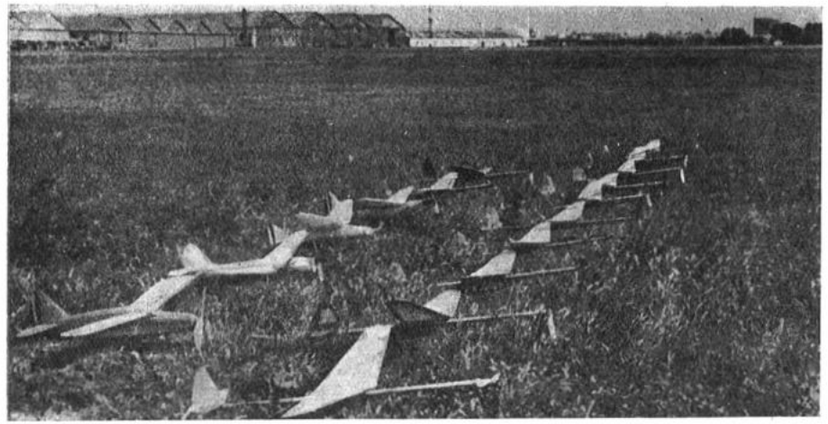
Il perfetto funzionamento di un motorino a scoppio di un aeromodello monoplano ad ali smontabili.



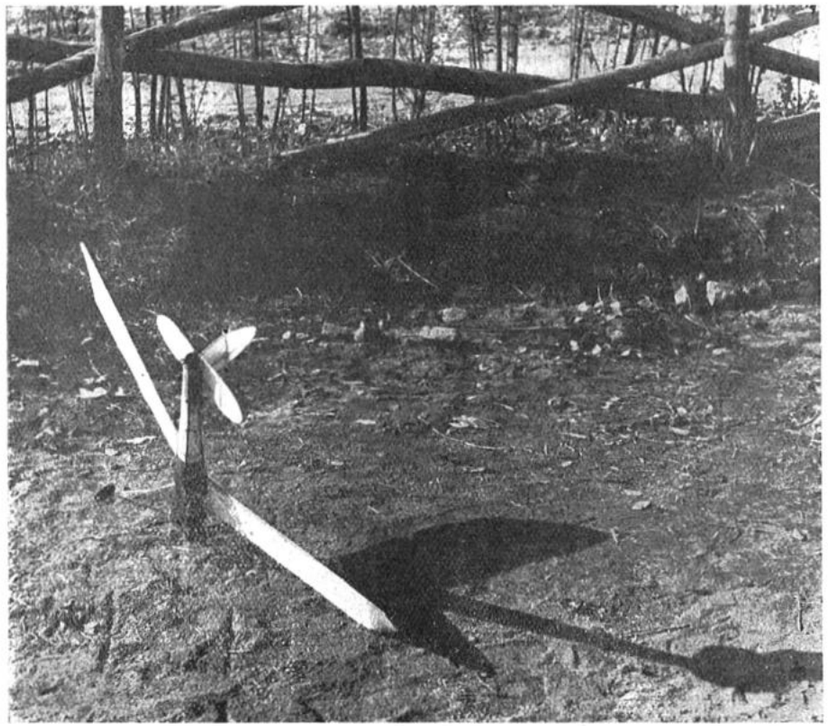
Un aeromodello con motore a scoppio costruito dal fiorentino Ciampolini nel 1936.

Eccovi un aeromodello a fusoliera con cabina costruito dal romano Armando Pagliani, il quale, come tanti altri aeromodellisti nostri, è diventato aviatore dopo avere fatto seriamente dell'aeromodellismo e del volo a vela. Un giorno egli pilotava un apparecchio a meno di mille metri di quota quando uno dei quattro motori saltò via. Voi sapete che cosa significa ciò. Ebbene, il Pagliani è riuscito a riportare sul campo la pellaccia e l'apparecchio intatti. A chi gli ha chiesto come avesse fatto a intuire che il motore stava per staccarsi, ha risposto che in quel momento s'è verificato sul velivolo che lo portava lo stesso fenomeno che più volte aveva osservato sui modelli volanti quando stanno per perdere l'elica. Il Pagliani è stato decorato con medaglia di bronzo al valore aeronautico.

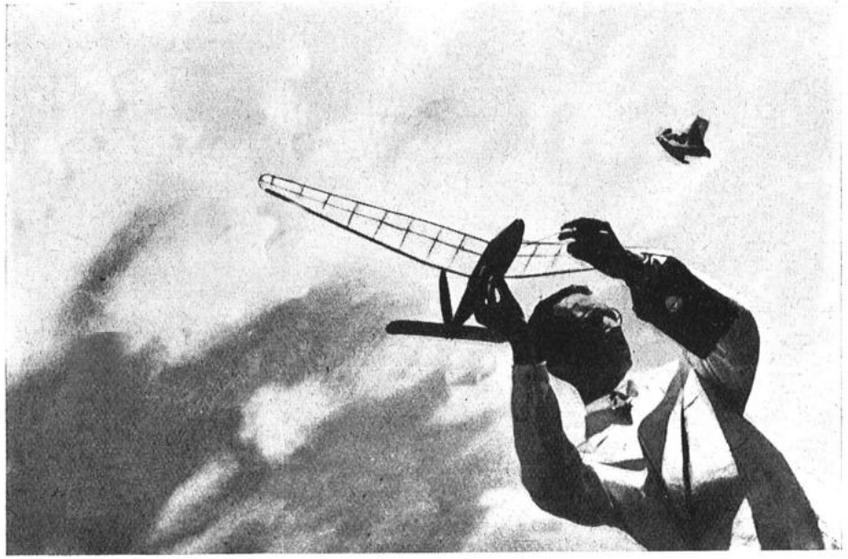
Il bell'aeromodello di Armando Pagliani (v. sopra) fotografato in volo.



Modelli costruiti nel 1936 dagli allievi della Scuola della R.U.N.A. di Milano.

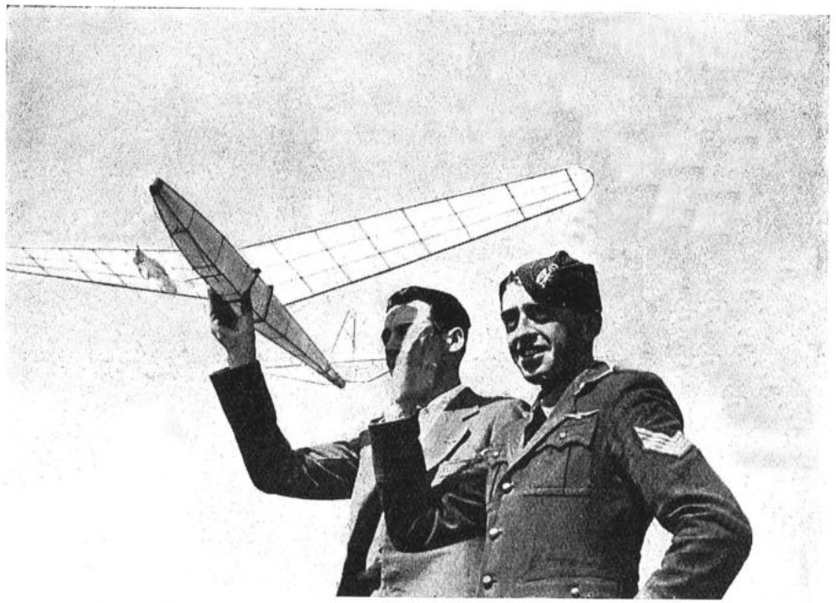


Una capottata in piena regola presso una stecconata del galoppatoio di Villa Borghese.

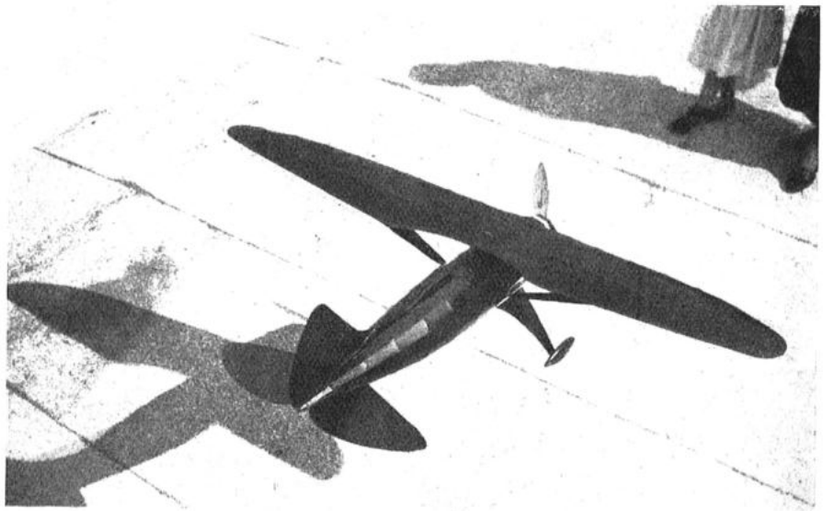


Un appassionato aeromodellista romano con un veleggiatore costruito nel 1936.

Gli aeromodellisti romani sono i più accaniti e convinti costruttori di aeromodelli veleggiatori. Eccone qui quattro insieme, con i loro begli apparecchi.

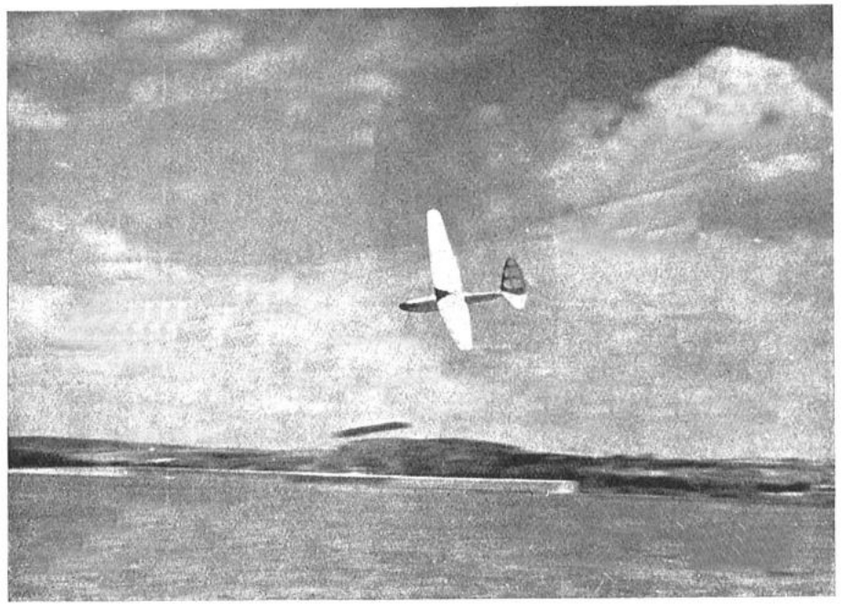


Libero Biasin è un altro pilota che proviene dall'aeromodellismo. Eccolo qui, vestito da aviere scelto, accanto ad un suo adepto che ha costruito un buon veleggiatore.

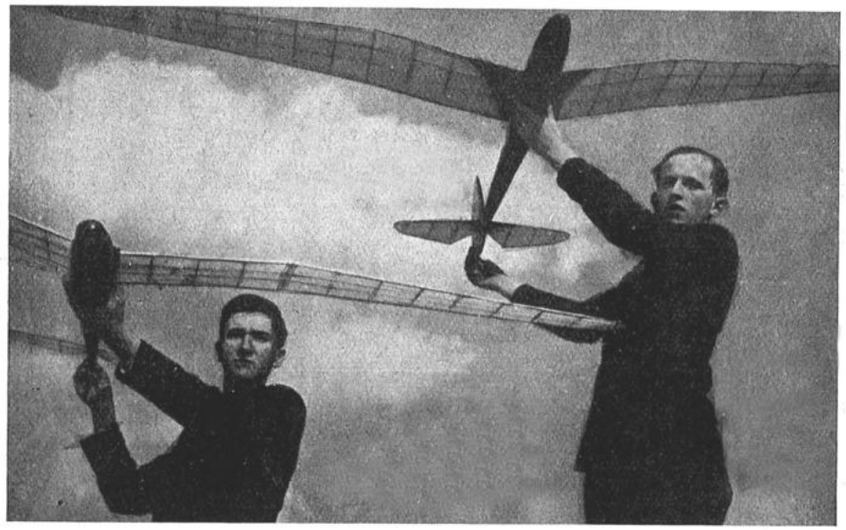


Riproduzione del « Magni Vale » con piani di coda modificati. Il modello volante ha un'apertura alare di metri 1,60.

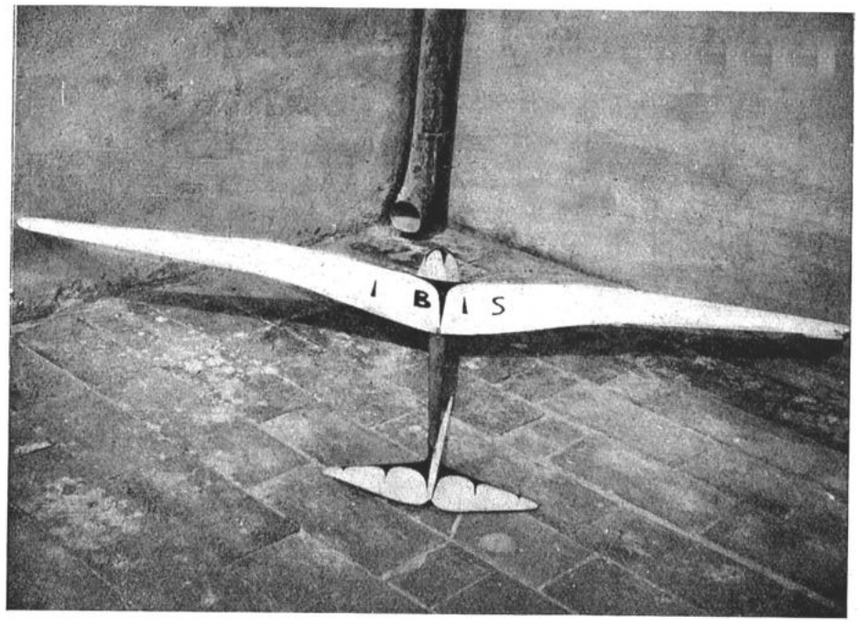
Modello volante del « Fiat A. S. 1 » con motore ad elastico.



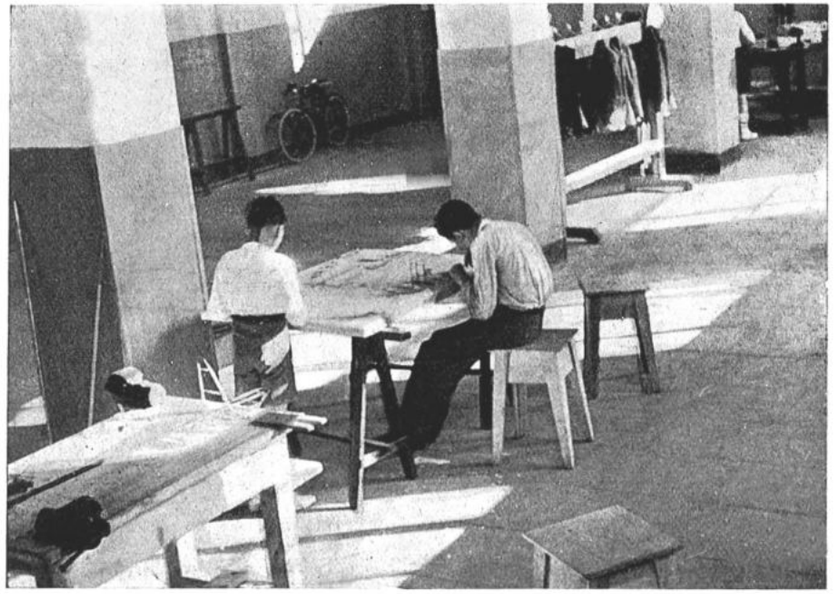
Una virata di un aeroveleggiatore sul campo del Littorio a Roma.



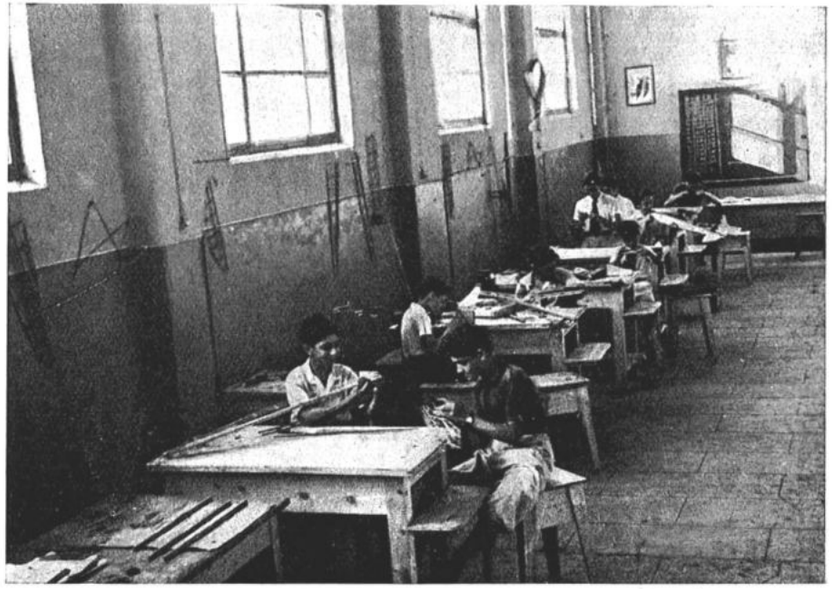
Aeromodelli veleggiatori costruiti da due allievi della scuola della R.U.N.A. di Udine.



L'artistica fotografia di un aeromodello veleggiatore costruito nel 1935.

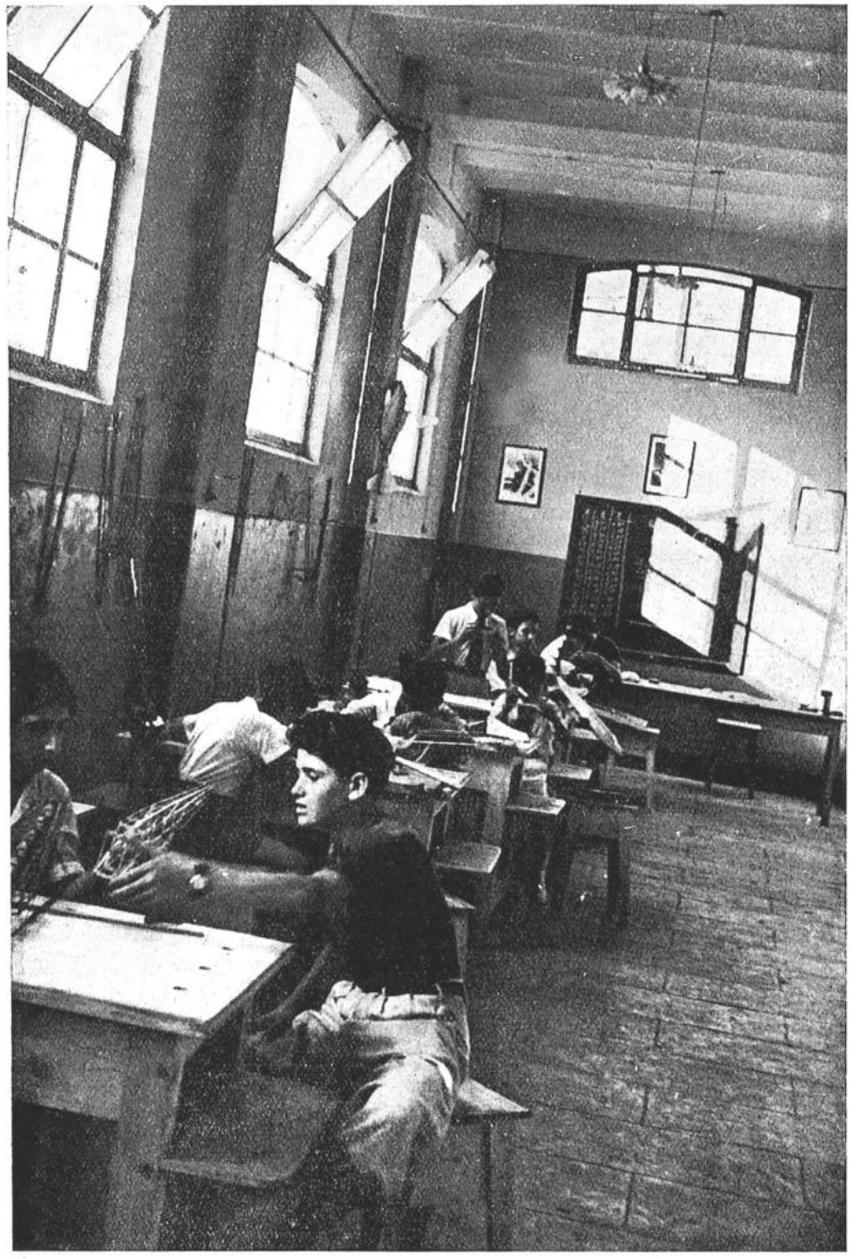


Due costruttori della scuola di Roma lavorano attorno agli impennaggi.

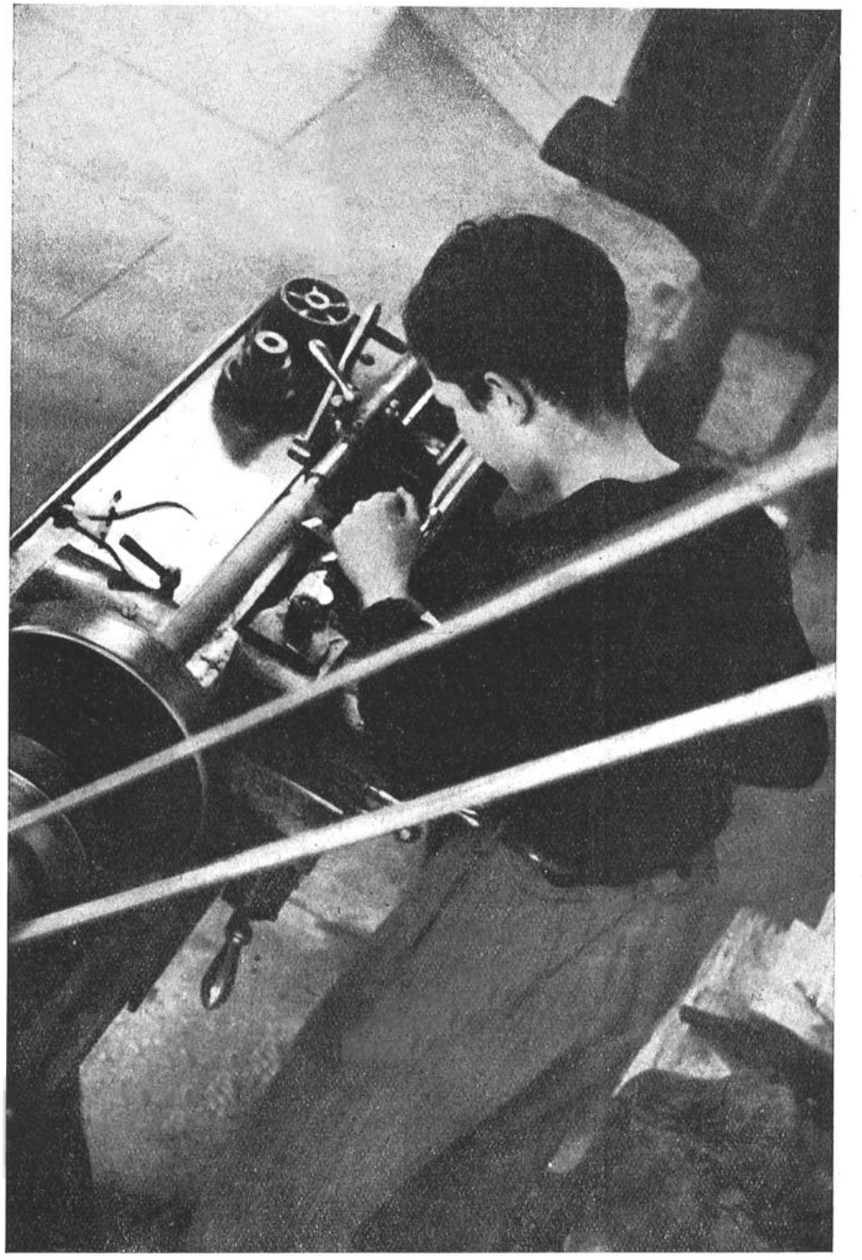


Allievi della Scuola d'aeromodellismo del Centro Sperimentale della R.U.N.A.

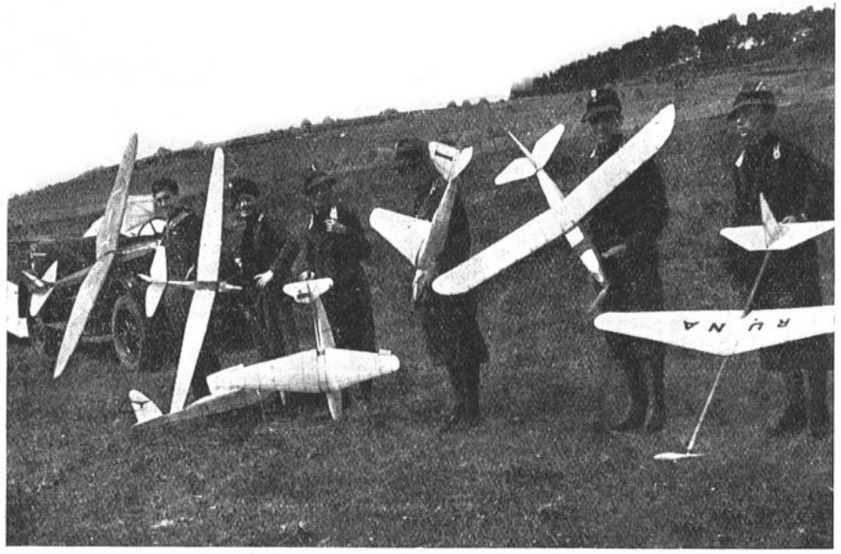
Allievi della scuola del Centro Sperimentale d'Aeromodellismo della R.U.N.A.



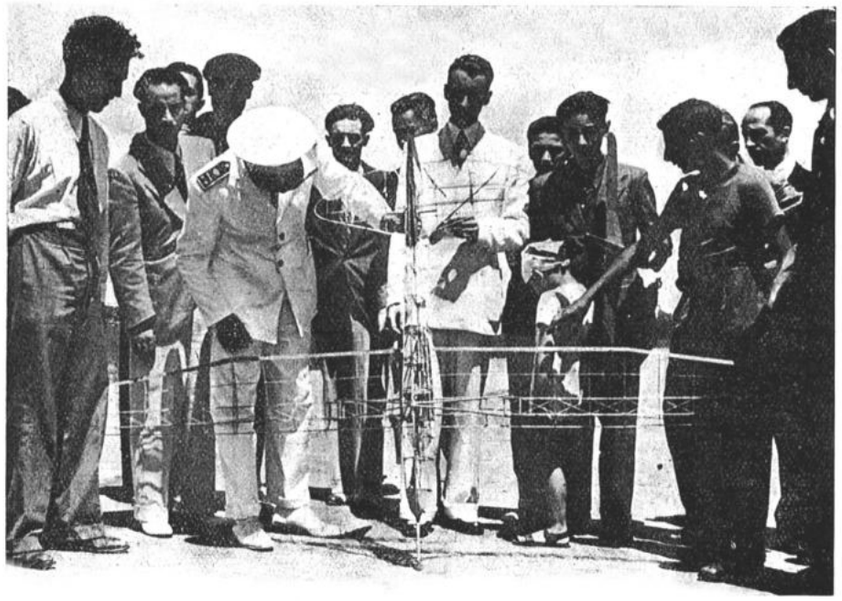
Un angolo della scuola del Centro Sperimentale d'Aeromodellismo.



Lavori al tornio nella scuola del Centro Sperimentale d'Aeromodellismo.



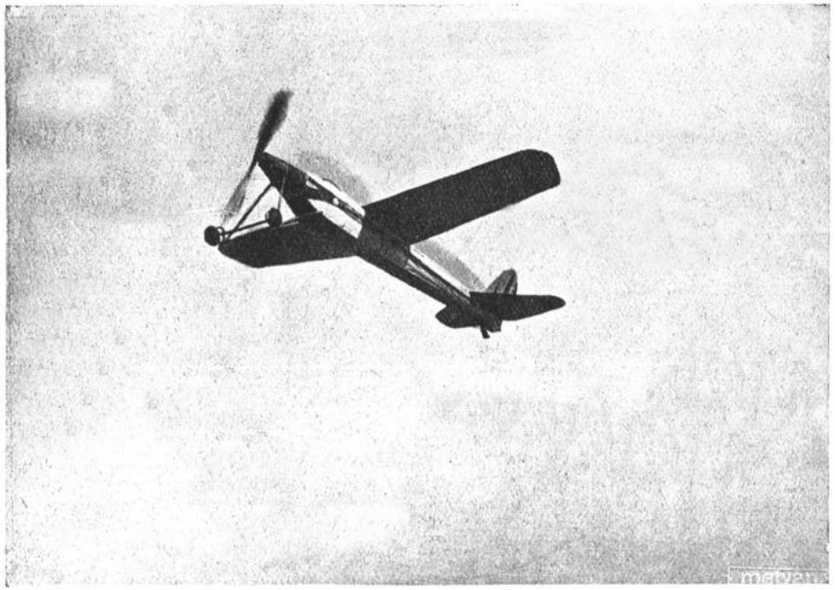
Una parte degli aeromodellisti romani che sono stati passati in rassegna dal Duce assieme alle altre forze giovanili durante il saggio premilitare della primavera 1936.



Di un aeromodello veleggiatore caduto nel Tevere durante una gara disputatasi a Roma nel 1936 è rimasto soltanto l'elegantissimo scheletro.

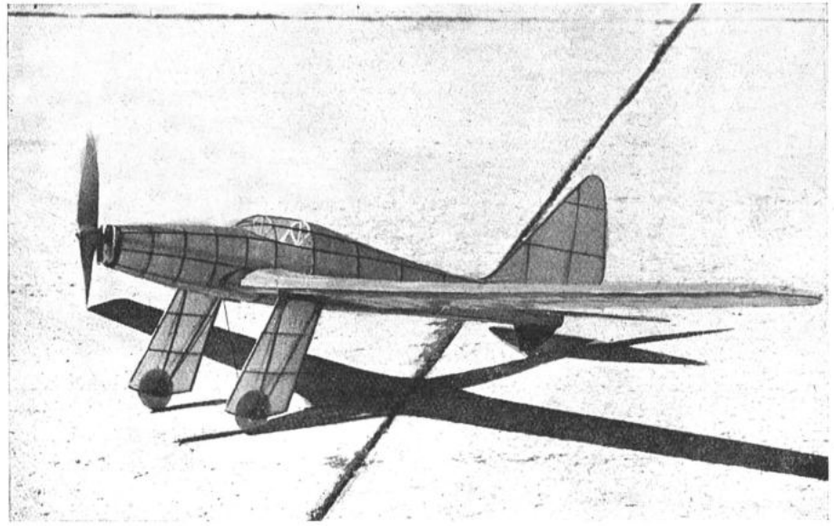
Un gruppo di partecipanti al Concorso Aeromodellistico Nazionale 1935.

Duecento aeromodellisti per le vie di Fiume durante la festa dello Statuto del 1936.



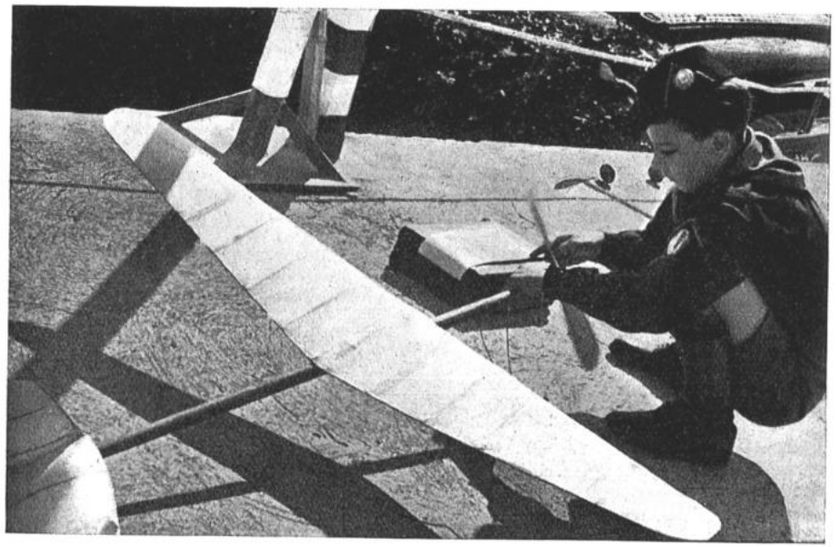
Il bel volo di un aeromodello a fusoliera costruito a Genova nel 1936.

Italo Vaccaro, costruttore genovese, insegue un suo modello che discende planando.



Aeromodello ad ala bassa e capottature al carrello presentato al Conc. Naz. 1936.

Il lancio di un aeromodello veleggiatore costruito nel 1936.



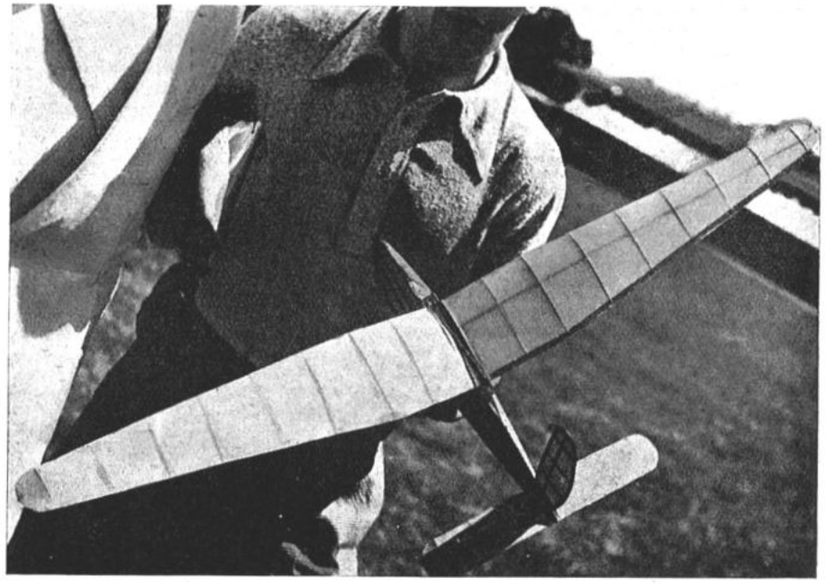
Un balilla sta preparandosi per il lancio del suo modello a tubo al Conc. Naz. 1936.

Le amorose cure di tre aeromodellisti per ricoprire in fretta uno strappo.

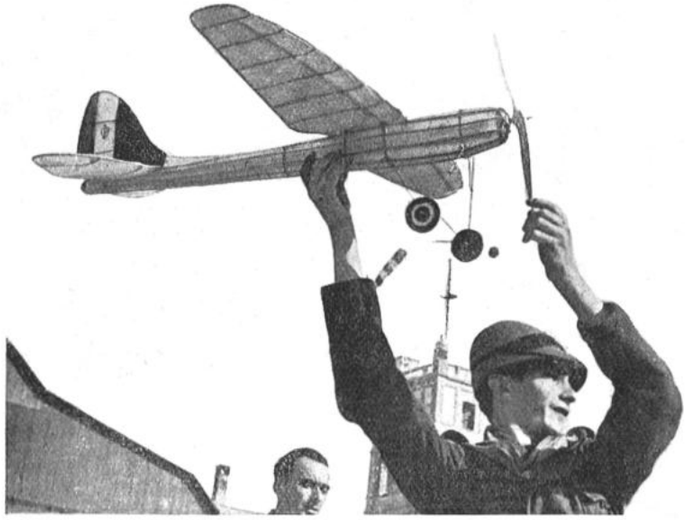
Questo aeromodellista aspetta il « via » della giuria del Concorso Naz. 1936.

Il lancio di un bel veleggiatore sul campo del Littorio a Roma.

Si « gonfia » un aeromodello con motore ad aria compressa costruito nel 1936.

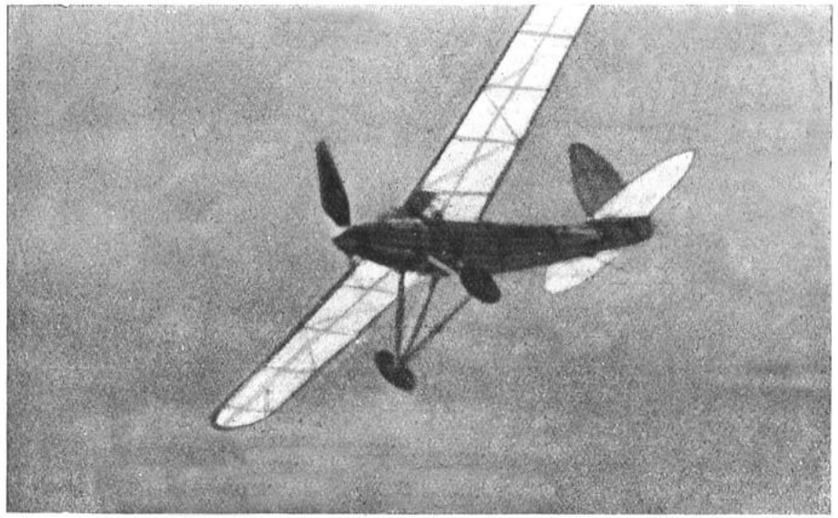


Un aeromodello veleggiatore di medie dimensioni costruito a Roma nel 1936.

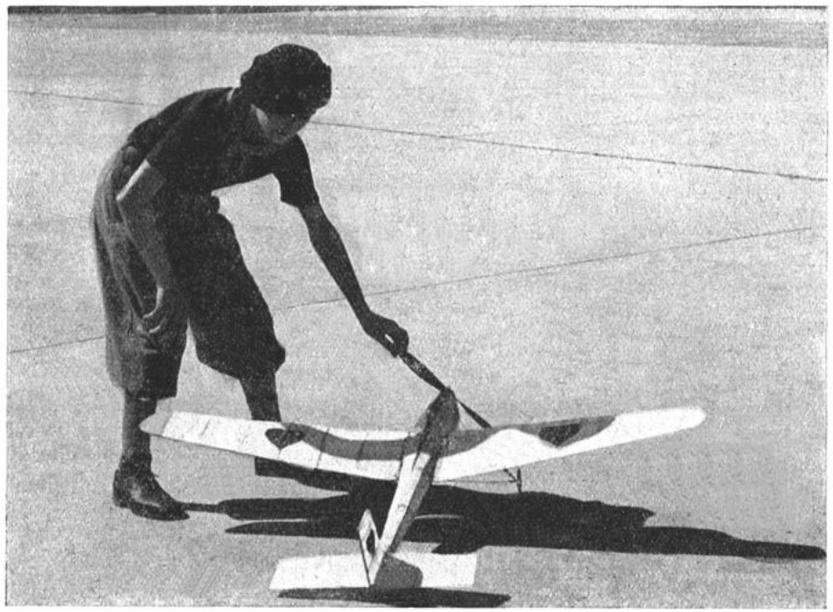


Il lancio di un aeromodello a fusoliera sul Campo del Littorio a Roma.

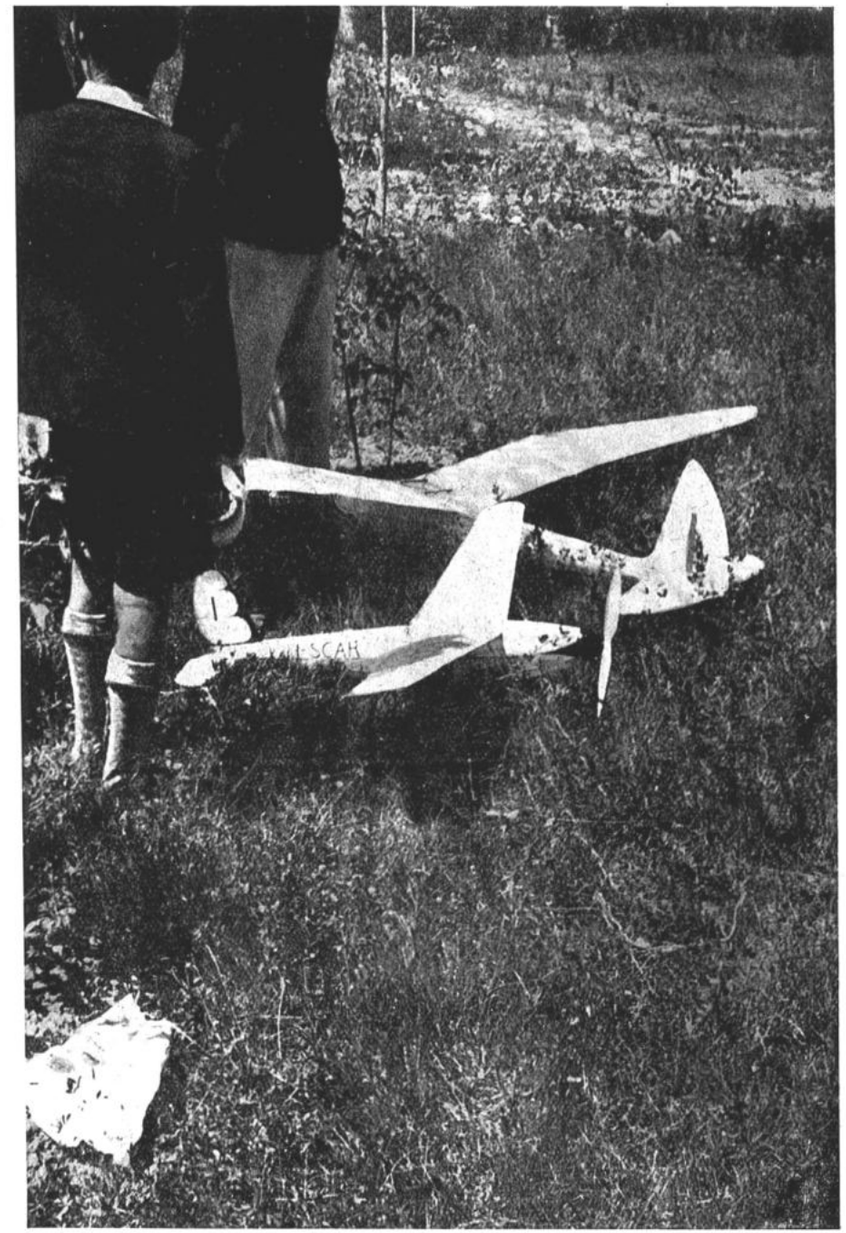
Si sta « caricando » un aeromodello del Concorso Nazionale 1936.



Un aeromodello del Concorso Nazionale 1936 in pieno volo.



Un altro aeromodello a fusoliera presentato al Concorso Nazionale 1936.



Un aeromodello a fusoliera e uno veleggiatore costruiti nel 1936.

L'ossatura di un aeromodello veleggiatore costruito a Udine nel 1936.

Il medesimo veleggiatore della pagina precedente completamente rivestito e riverniciato.

Un leggerissimo modello di aeroveleggiatore costruito a Roma nel 1936.

Un bel veleggiatore costruito da un aeromodellista friulano nel 1936.

Aeromodelli e aeromodellisti di Fiume al Concorso Nazionale 1936.

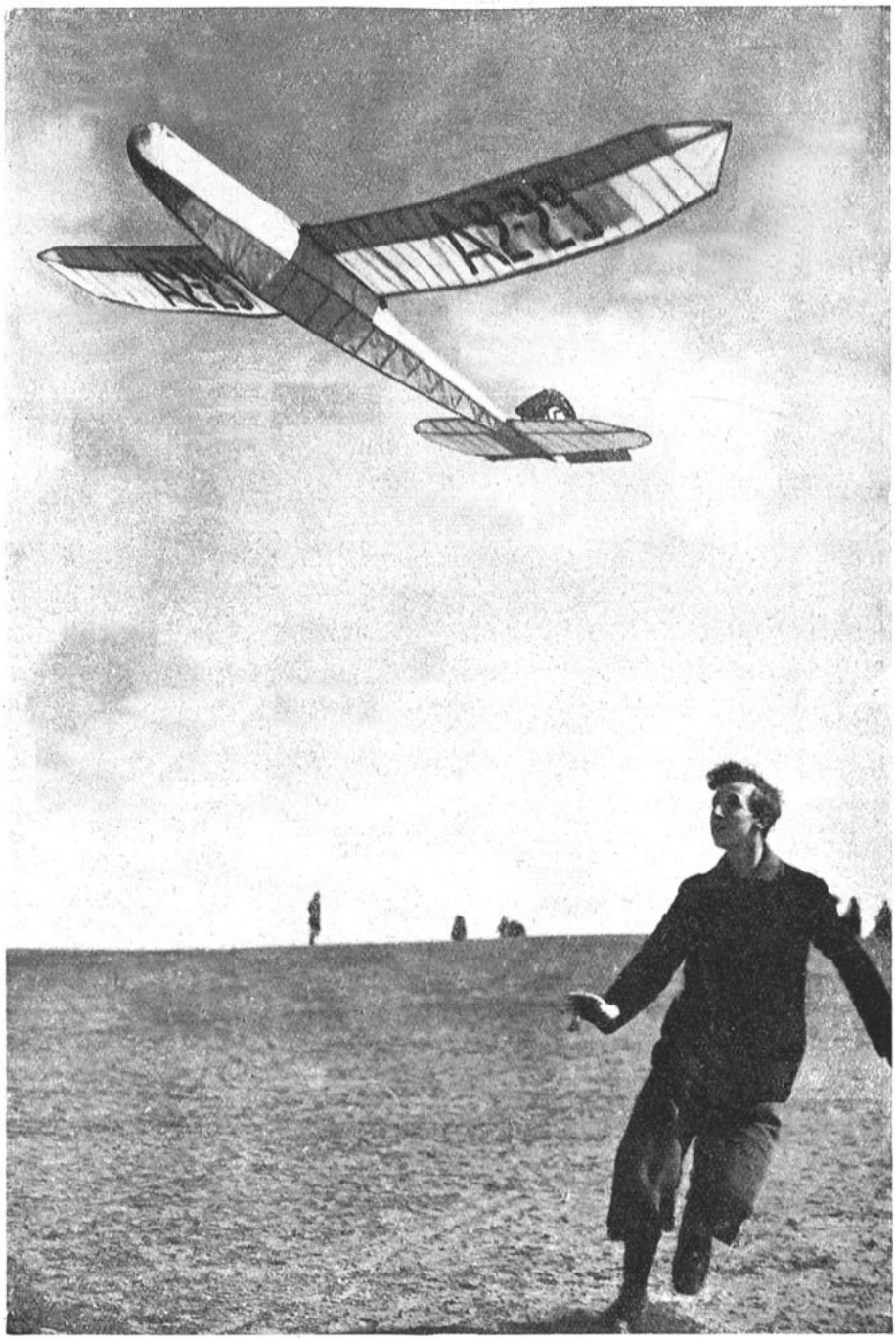
Dopo un paziente lavoro ecco il momento ansiosamente atteso (costruz. 1936).

Un aeromodello veleggiatore munito di pattini (costruzione 1936).

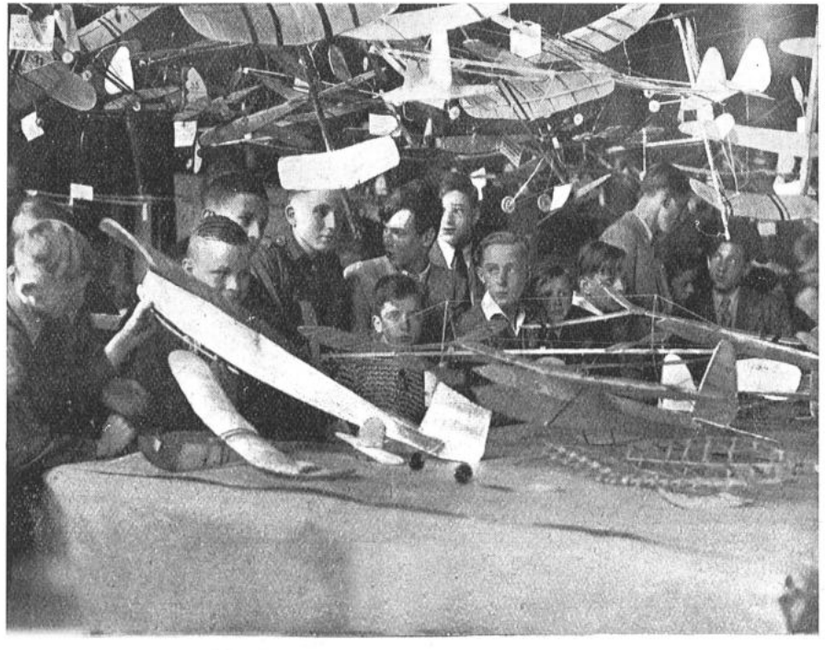
Le snelle grandi eleganti ali di un aeromodello veleggiatore costruito nel 1936.

Pronto per il lancio contro il vento, nel bel cielo pieno di sole.

La gioia di lanciare finalmente l'aeromodello che è costato tante ansie.

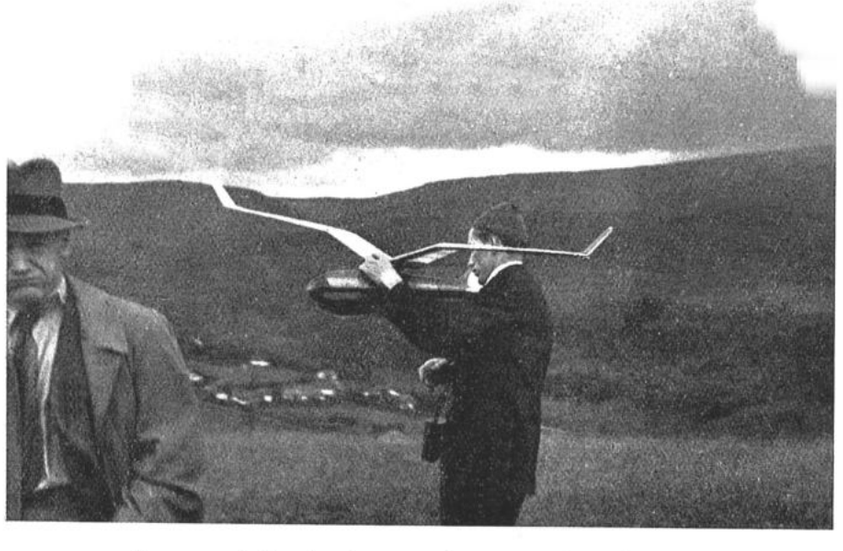


L'AEROMODELLISMO ALL'ESTERO



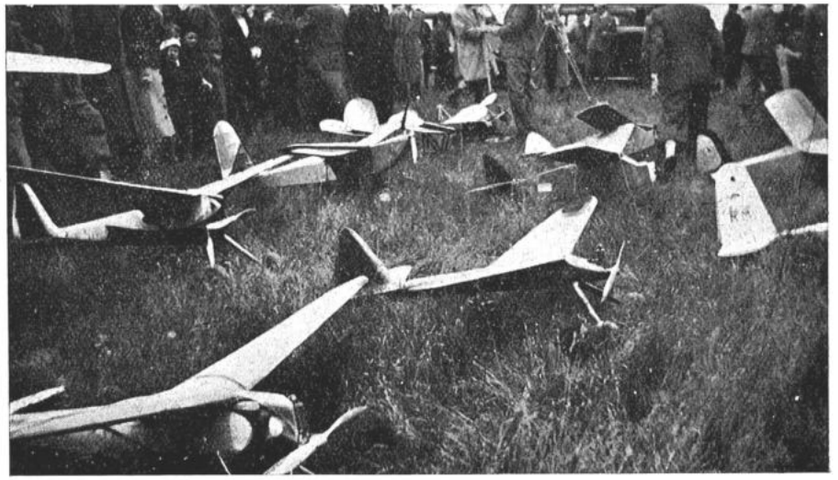
Sopra: una mostra di aeromodelli costruiti dagli allievi di una scuola media di Berlino.
Sotto: un lancio contemporaneo a mano di alcuni aeromodelli veleggiatori.

Un aeromodello a fusoliera costruito in Francia nel 1935.



Un aeromodello veleggiatore ungherese costruito nel 1935.

Idromodelli francesi presentati ad un concorso nazionale del 1935.



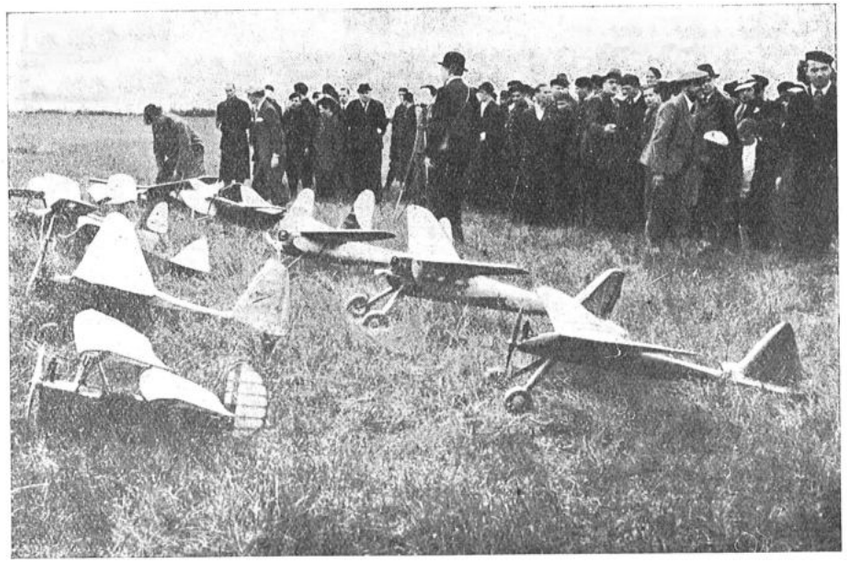
Modelli con motore a scoppio presentati al concorso 1936 per la Coppa di Francia.

Aeromodellismo e volo a vela in Germania.

Un aeromodello veleggiatore costruito in Francia nel 1936.

L'attore cinematografico americano Reginal Denny s'è messo a vendere modelli volanti. Eccolo qui mentre decanta le doti aerodinamiche di apparecchi in balsa.

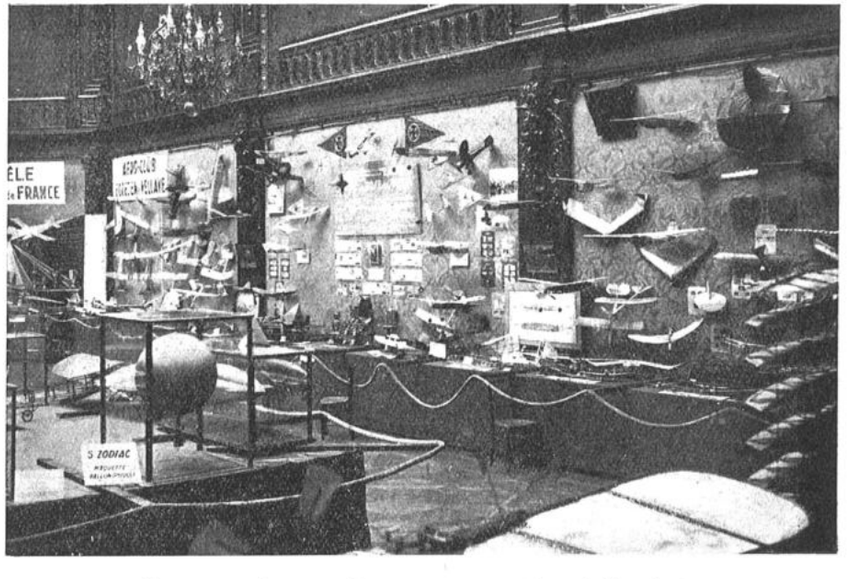
Alcuni tipi di aeromodelli francesi a fusoliera. Si tratta di costruzioni quasi sempre interamente in balsa e con eliche a grande passo.



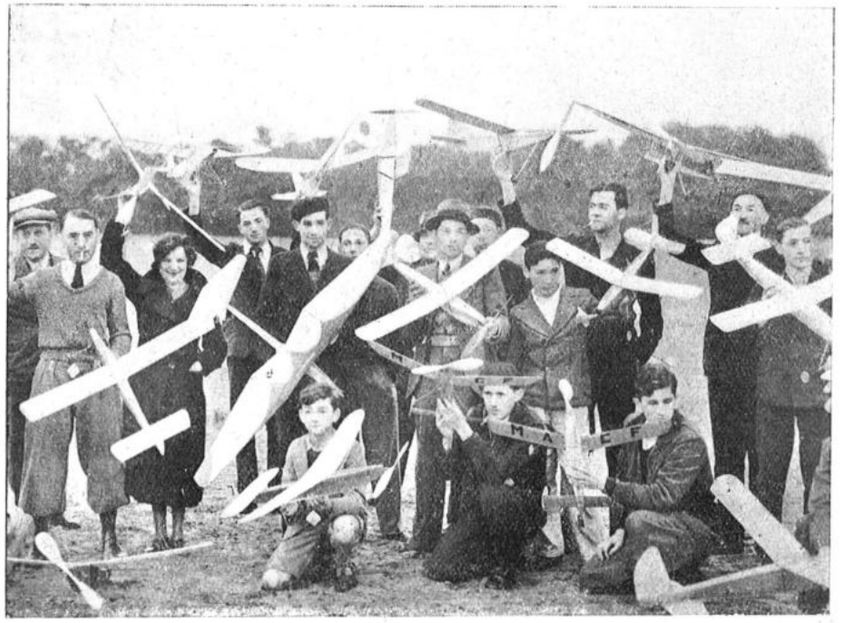
Al concorso per la Coppa di Francia 1936 è stato presentato un modellino con motore a scoppio della « Pulce del cielo ». (Il primo a sinistra in basso).

Da questa fotografia potete farvi una certa idea dell'aeromodellismo francese.

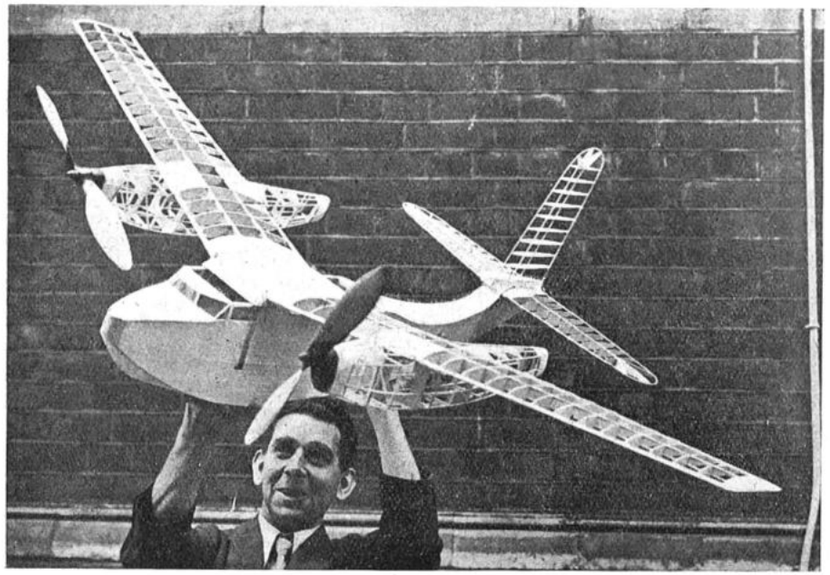
Questo modello volante quadrimotore è stato costruito da un francese.



Una mostra francese di « maquettes » e di modelli volanti.



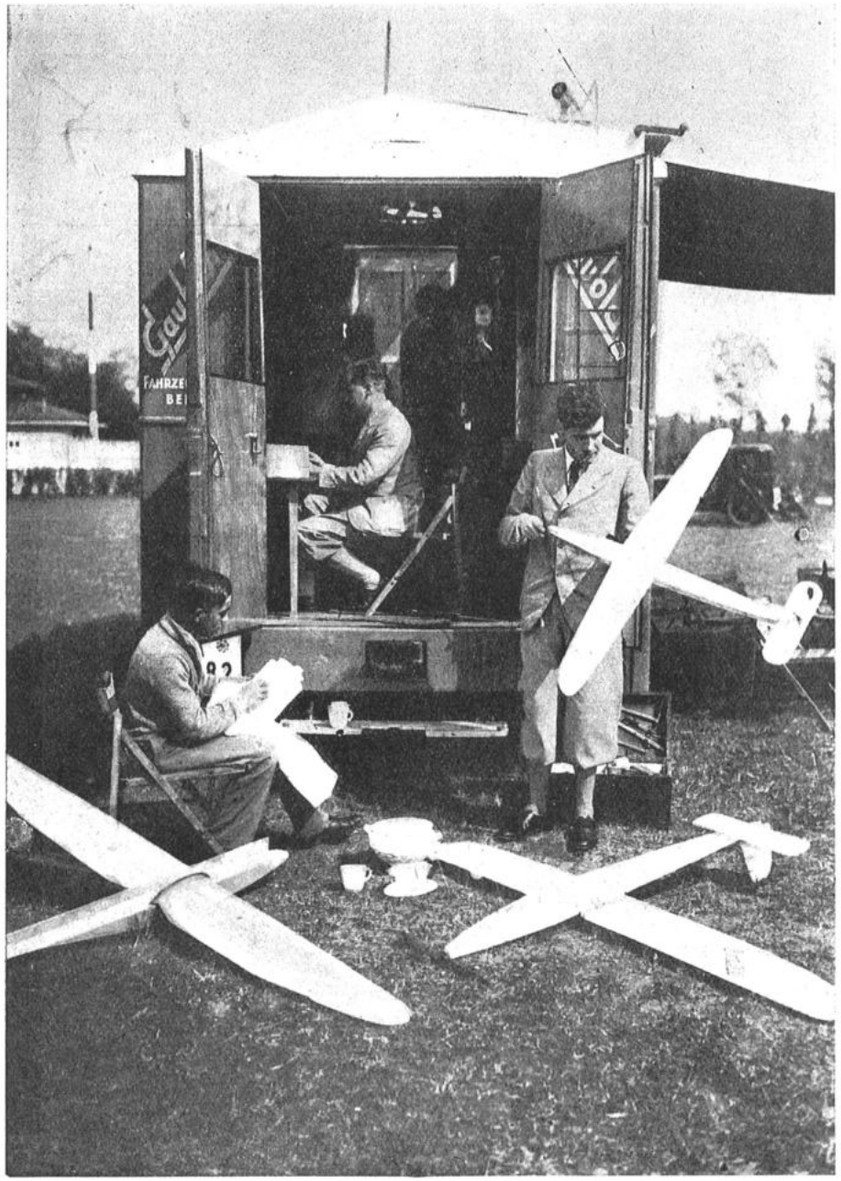
Modelli volanti a fusoliera e veleggiatori costruiti in Francia nel 1936.



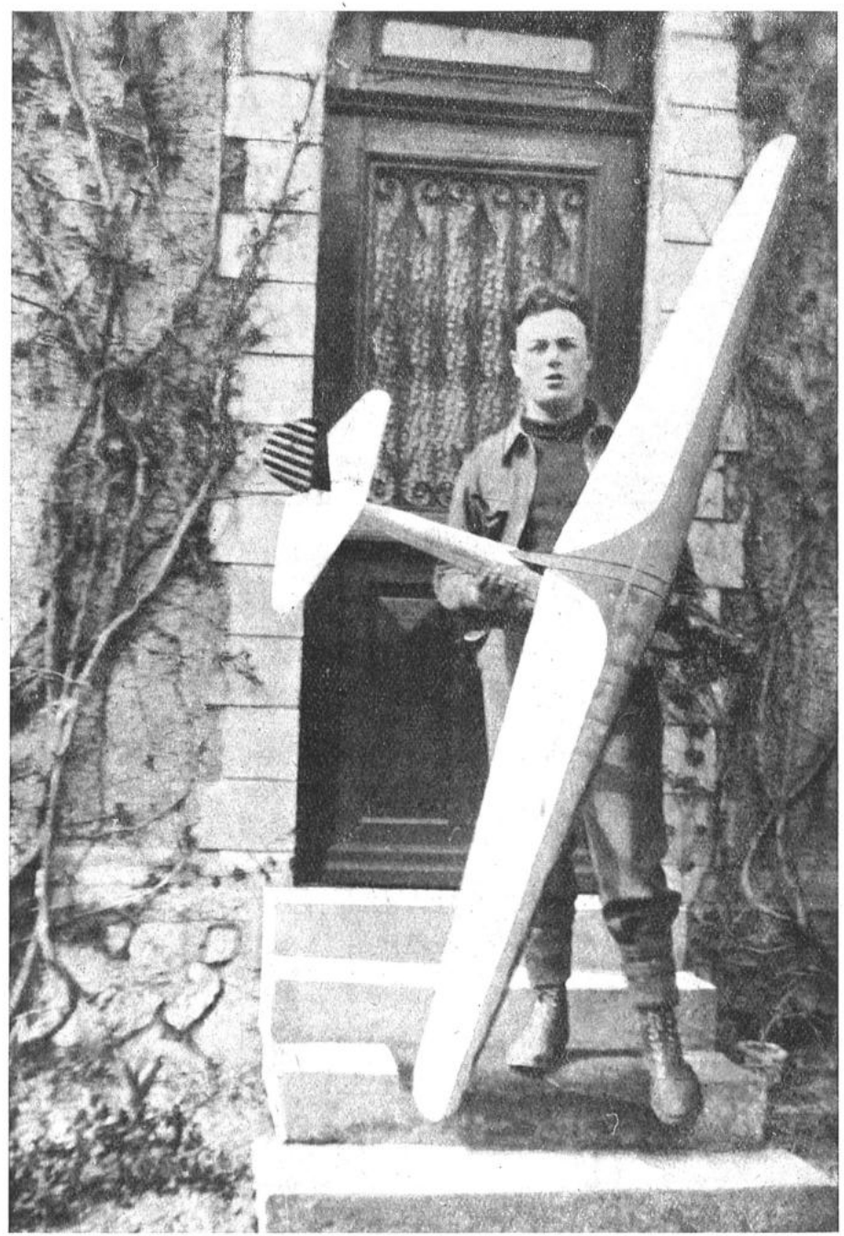
Un ingegnere inglese ha costruito in balsa il modello di un idrovolante.

Una singolare fotografia di alcuni tipi di aeromodelli inglesi in volo.

Tipi di aeromodelli veleggiatori costruiti in Germania nel 1935.



Ecco come si fa seriamente e con intelligenza dell'aeromodellismo in Germania. Un'officina su un autotrasporto: e i costruttori vanno a fare le loro esperienze in campagna, nei luoghi nei quali particolari condizioni meteorologiche permettono lo studio delle correnti termiche e delle doti degli aeromodelli.



Un aeromodello veleggiatore costruito da un giovine francese.

D I Z I O N A R I O

AERODINAMICA — La scienza che studia le forze che agiscono sui corpi in movimento nell'aria.

AEROMOBILE — Macchina aerea di qualsiasi tipo.

ALA — L'intera superfice portante disposta sul medesimo piano orizzontale.

ALA A FRECCIA — Ala che ha le estremità dietro dalla parte centrale. Questa disposizione conferisce all'aeroplano stabilità di rotta, o di direzione.

ALA ALTA (velivolo ad —) — Monoplano nel quale la fusoliera è applicata sotto l'ala o fa corpo con essa senza sporgerne superiormente.

ALA A SBALZO — Ala di monoplano, o di biplano, nella quale lo sforzo è sopportato esclusivamente dai longheroni, senza collegamenti esterni (saettoni o montanti, v. *montante)* con le rimanenti parti dell'apparecchio.

ALA A SEMISBALZO — Ala di monoplano, o di biplano, nella quale lo sforzo è ripartito fra i longheroni ed i montanti, o i saettoni.

ALA BASSA (velivolo ad —) — Monoplano in cui la fusoliera è applicata sopra l'ala o fa corpo con essa senza sporgerne inferiormente.

ALBERO MOTORE (o albero a gomiti) — E' uno degli organi del motore che serve a trasformare il moto alterno dei pistoni in moto rotativo. Esso può avere svariate forme, a seconda del tipo di motore.

ALETTONE — Porzioni di piani alari ricavati presso le estremità e manovrabili per regolare l'assetto laterale dell'apparecchio. (Vedi *svergolamento).*

ALIANTE — Termine generico per indicare gli apparecchi per il volo senza motore.

ALTIGRAFO — (Vedi *barografo).*

ASSALE — Asse terminale coi perni su cui s'innestano le ruote del velivolo.

ASSETTO — Posizione dell'aeroplano rispetto alla linea percorsa dal centro di gravità. Con *assetto di regime* si intende quello con il quale il volo è rettilineo e orizzontale.

BAROGRAFO — Strumento che misura e registra la pressione atmosferica. Se esso segna una cartina graduata altimetricamente, si chiama più propriamente altigrafo.

BAROGRAMMA — Diagramma tracciato dal barografo.

BASAMENTO *(di un motore)* — Il basamento, o *carter*, racchiude l'albero a gomiti e parte degli organi del motore. Ad esso sono applicati, esternamente, i cilindri e le rimanenti parti, e gli attacchi per il castello motore.

BILANCIA AERODINAMICA — Speciale bilancia che serve a misurare le forze aerodinamiche e i loro momenti su modelli o parti di aeromobili, sottoposti a prove nelle gallerie del vento.

BECCO DELL'ALA — Parte anteriore dell'ala avanti al primo longherone.

BORDO D'ATTACCO — Bordo anteriore dell'ala nel senso del moto. Teoricamente è la linea che unisce le estremità anteriori del profilo alare.

BORDO D'ENTRATA — (Vedi *bordo d'attacco).*

BORDO DI USCITA — Bordo posteriore dell'ala nel senso del moto. Teoricamente, è la linea che unisce le estremità anteriori del profilo alare.

CABRATA — Gallicismo (da *cabrer*) per indicare la rotazione verso l'alto di un aeromobile intorno al suo asse trasversale (Vedi *impennata).*

CANARD — Tipo di aeroplano caratterizzato dall'impennaggio posto anteriormente all'ala principale. Con lo stesso nome si distinguono gli aeromodelli che hanno gli impennaggi posti anteriormente all'ala.

CAPOTTARE — Locuzione oramai di uso comune, che indica l'arrovesciarsi in avanti dell'aeroplano sul terreno, durante il decollo o l'atterraggio.

CARATTERISTICHE *(di un aeromobile)* — Cifre indicanti la velocità massima, la velocità minima e di crociera, la quota di tangenza, i tempi di salita, l'autonomia di distanza e di durata, il carico utile, il fattore di robustezza, ecc. Di un'ala, o di un profilo: i coefficienti indicanti la portanza, la resistenza ed il momento (v.) in rapporto all'angolo di attacco.

CARICO ALARE — Rapporto fra il peso complessivo dell'apparecchio e la sua superfice portante.

CARTER — (Vedi *basamento).*

CASTELLO MOTORE — Armatura che sostiene il motore.

CELLULA — Il complesso alare di un aeroplano, sia monoplano che multiplano (cellula monoplana, biplana, multiplana).

CENTINA *(dell'ala)* — Elemento della struttura interna dell'ala nel senso della sua profondità che determina ed assicura la forma del profilo alare e trasmette le azioni aerodinamiche dal rivestimento ai longheroni.

CENTRAMENTO — Le operazioni sia di calcolo che pratiche, che servono a determinare le condizioni nelle quali l'aeroplano è in equilibrio, sopratutto in senso longitudinale, secondo l'assetto.

COMPENSATO (legno) — Legname composto da varî fogli sottili di legno sovrapposti alternamente a fibre incrociate.

DECOLLO — La manovra per la quale un aeromobile (o un aeromodello) in partenza si stacca dal suolo o dall'acqua. Dicesi anche *distacco.* Decollo, nel gergo aeronautico, significa anche il *primo volo* senza istruttore a bordo, volo che gli allievi piloti effettuano dopo le lezioni a doppio comando.

DIEDRO — L'angolo formato dalle semi-ali fra loro, o dal piano alare con il piano degli impennaggi orizzontali. Il primo conferisce stabilità laterale (vedi *V trasversale*), il secondo conferisce stabilità longitudinale.

DORSO — La parte dell'apparecchio, e più particolarmente dell'ala, rivolta verso l'alto e come tale opposta al suo ventre (Vedi *superfice dorsale).*

EFFICIENZA AERODINAMICA — Rapporto tra la portanza e la resistenza di un corpo in moto in un fluido.

ELICA — Organo di propulsione costituito da due o più braccia dette *pale* contrapposte su di un asse comune, uguali, equidistanti ed equilibrate fra di loro e foggiate a superficie elicoidale di modo che, ruotando, penetra nell'aria e avanza come una vite.

ELICA DESTRORSA — Elica la cui rotazione, per chi la guardi dal lato del motore, è nel senso della lancetta dell'orologio.

ELICA PROPULSIVA — Elica che, nel suo normale funzionamento, genera una spinta diretta verso il motore sul cui albero è montata.

ELICA SINISTRORSA — Il contrario di *destrorsa* (Vedi *elica destrorsa).*

ELICA TRATTIVA — Elica che, nel suo normale funzionamento, genera una spinta diretta dalla parte opposta a quella del motore sul cui albero è montata.

GALLERIA DEL VENTO — Le gallerie aerodinamiche (dette anche *tunnels aerodinamici,* o camere del vento) si basano sul principio della relatività e sulla legge delle similitudini delle azioni aerodinamiche. Costituiscono un preziosissimo mezzo d'indagine al quale essenzialmente sono dovuti gli sviluppi teorico-sperimentali e pratici dell'aviazione. Sono tubi nei quali un ventilatore provoca una corrente d'aria cui si espone il corpo in esame (modellini o parti di aeroplani) sostenuto da speciali apparecchi di misura (bilance aerodinamiche), che consentono il calcolo delle forze e dei momenti provocate dal modello in esperimento.

GRIPPARE — Termine tecnico derivato dal francese e che esprime il fatto che in un motore due superfici a contatto si vengono a bloccare per difetto di lubrificazione od altra causa (eccessivo calore, ecc.) in modo da impedire o compromettere il funzionamento del motore. Si sentirà, quindi, parlare di *grippaggio* di pistoni, di cuscinetti, di piedi di biella, di valvole, ecc., inten-

dendosi con ciò che l'organo indicato ha perso la normale scorrevolezza e presenta una notevole resistenza al funzionamento, se pure non si è bloccato del tutto.

IMPENNATA — Inclinazione verso l'alto dell'apparecchio. Per impennata si intende più specialmente: un repentino balzo verso l'alto eseguito *impennando* fortemente l'apparecchio (vedi *cabrata*).

LIBRATORE — Aeroplano senza motore, capace di eseguire soltanto il volo librato.

H.P. — Unità di misura della *potenza*. In italiano *cavallo-vapore* (C.V.). La sigla HP proviene dal nome inglese: *horse-power*, potenza di un cavallo, poichè per la misura della potenza fu preso in origine, per le macchine a vapore, quella sviluppata da un cavallo, paragonando il lavoro compiuto da questo e da quella. Meccanicamente corrisponde alla potenza di 75 chilogrammi-metri al secondo, cioè alla potenza capace di sollevare, in un minuto-secondo, 75 chilogrammi all'altezza di 1 metro.

MOMENTO *(di una forza)* — Si dice *momento di una forza* applicata ad un sistema ruotante il prodotto della forza stessa per la distanza dal centro di rotazione. (Se la forza misurata in chilogrammi e la distanza in metri il *momento* si esprime in chilogrammetri).

MONTANTE — Asta rigida che nei biplani è disposta fra le ali e serve come sostegno od appoggio per il loro collegamento.

MOTOALIANTE — Aliante munito di motore ausiliario di piccola potenza.

OSSATURA — Lo stesso che *scheletro* (v.).

PALA DELL'ELICA — Ognuna delle braccia dell'elica (vedi *elica*) o, più propriamente, la loro parte di forma elicoidale, che effettivamente serve alla propulsione.

PASSO — Caratteristica meccanica delle viti e delle eliche rappresentata dall'avanzamento effettivo (per le viti) o virtuale (per le eliche) ottenuto con un giro completo (Vedi *elica*).

PASSO VARIABILE *(elica a —)* — Elica della quale è possibile variare il passo variando il calettamento delle pale rispetto al mozzo.

PASSO VARIABILE IN VOLO *(elica a —)* — Elica a passo variabile mediante opportuni meccanismi a disposizione del pilota durante il volo.

PASSO VARIO *(elica a —)* — Elica nella quale le sezioni delle pale hanno passo geometrico diverso.

PATTINO — Parte accessoria del carrello di certi apparecchi che ha forma di pattino ricurvo verso l'alto. Serve a facilitare la presa di contatto col suolo ed è costruito con materiale atto a consentire una certa flessione agli urti. Gli aeroplani moderni per lo più non portano pattini se non quando sono attrezzati per partire ed atterrare sulla neve.

PATTINO DI CODA — Organo elastico dell'aeroplano, destinato a impedire che la coda tocchi terra e a smorzare la forza d'urto nell'atterramento.

PATTINO DI CODA A CUCCHIAIO — Pattino di coda terminante con un rigonfiamento a forma di cucchiaio.

PATTINO DI CODA ORIENTABILE — Pattino di coda girevole intorno ad un asse verticale.

PENETRAZIONE — Attitudine di un corpo aereo dinamico, o di un velivolo, ad incontrare poca resistenza nel fendere l'aria (es. *buona* o *cattiva penetrazione*).

PLANEUR — (vedi *libratore*).

POPPA — Parte posteriore di uno scafo.

PORTANZA — Misura della forza diretta verticalmente verso l'alto, che si sviluppa sull'ala per effetto della velocità. Per *portanza dell'apparecchio* si intende la sua capacità di carico.

PRESA DIRETTA — L'elica è in *presa diretta* quando è montata direttamente sull'albero motore senza l'interposizione del demoltiplicatore.

PROFILATO — Barra, di legno o di metallo, la cui sezione trasversale è sagomata in modo da opporre la minima resistenza all'aria.

QUOTA — Altezza di un punto riferita al livello del mare. Così *alta quota* significa grande altezza.

RENDIMENTO (*meccanico*, od *organico*, del motore) — Rapporto fra la potenza sviluppata e la potenza indicata.

RESISTENZA (o *resistenza all'avanzamento*) — E' quella che oppone l'aria all'avanzarsi di un corpo, causa l'inerzia delle molecole che compongono il fluido atmosferico.

RULLARE — Il correre dell'apparecchio sul terreno per prendere lo slancio e per atterrare, o, comunque, il suo spostarsi a terra, quando questo avvenga con mezzi propri. Rullare è anche l'esercitazione dell'allievo pilota che corre sul campo con l'apparecchio per imparare a dirigerlo.

SCHELETRO — Ossatura degli aeroplani, sulla quale viene applicato il rivestimento.

STABILITA' *(di un velivolo)* — Qualità per la quale un velivolo, perturbato nel suo moto da azioni esterne, ritorna nell'assetto prescelto, indipendentemente dalle manovre del pilota.

STABILITA' AUTOMATICA — Stabilità dipendente da congegni automatici.

STRUTTURA — Per struttura di un velivolo si intende ogni parte che contribuisca alla sua solidità. Vi sono varii tipi di strutture. La più usata è quella mista legno, acciaio, alluminio, ecc. (vedi *ossatura*).

SUPERFICIE (o *superfice*) PORTANTE — La superfice cui viene riferita la portanza di un velivolo.

SVERGOLAMENTO — Manovra con la quale si inclina o si raddrizza lateralmente l'apparecchio. Si ottiene lo *svergolamento* variando in senso reciprocamente inverso l'incidenza degli alettoni.

TERMICO — (vedi *volo termico*).

TIRANTE — Elemento della struttura dell'aeroplano, destinato a sopportare sforzi di trazione. Generalmente è costituito da filo, o barra d'acciaio.

TUNNEL AERODINAMICO — (Vedi *galleria del vento*).

VELATURA — Il complesso di tutti i piani dell'apparecchio che si trovano esposti alla corrente.

VELEGGIATORE — Aliante che per la sua finezza ed altre caratteristiche è atto ad eseguire il volo senza motore.

VENTRE — La parte dell'aeromobile che è rivolta verso terra, quando l'apparecchio si trova in posizione normale.

VERRICELLO — Strumento destinato al lancio degli alianti. Generalmente consta di un cilindro applicato sul telaio di un'automobile e mosso dal motore di questa. Sul cilindro viene avvolto il cavo, all'estremità del quale è agganciato il velivolo.

VOLANO — Parte del motore che serve a sorpassare i punti morti nel moto rotatorio dell'albero motore, e a equilibrare le differenze di velocità durante il ciclo (massima nella fase di scoppio, minima nella fase di compressione), rendendo il movimento rotatorio del motore più uniforme.

VOLO A VELA — Il volo eseguito da particolari apparecchi (veleggiatori) sprovvisti del gruppo moto-propulsore, e realizzato con lo sfruttamento delle correnti ascendenti e di tutte le condizioni atmosferiche favorevoli.

VOLO MUSCOLARE — Volo effettuato per mezzo delle sole forze dell'uomo.

VOLO TERMICO — Volo eseguito sfruttando le correnti ascendenti termiche.

VOLO UMANO — Locuzione equivalente a volo muscolare (vedi *volo muscolare*).

V TRASVERSALE — L'angolo formato dalle due semi-ali, nella vista di fronte. Aumenta, particolarmente negli aeromodelli, l'equilibrio trasversale dell'apparecchio.

I N D I C E

Prefazione . . . . . *Pag.* 5
Un po' di aerodinamica . . . . . „ 11
Attrezzi e materiali . . . . . „ 23
Come si lavora . . . . . „ 39
Il progetto . . . . . „ 45
Costruzione dell'ala . . . . . „ 51
Costruzione della fusoliera . . . . . „ 89
Gli impennaggi . . . . . „ 105
L'elica . . . . . „ 117
Il motore ad elastico . . . . . „ 143
Il motore ad aria compressa . . . . . „ 153
Serbatoi e regolatori di pressione . . . . . „ 165
Carrello e pattino di coda . . . . . „ 175
I galleggianti . . . . . „ 189
Montaggio e prime prove . . . . . „ 195
Piani di montaggio e profili alari . . . . . „ 211
Un po' di storia . . . . . „ 225
Aeromodellismo italiano . . . . . „ 253
L'aeromodellismo all'estero . . . . . „ 299
Dizionario. . . . . „ 313

Per la compilazione della parte tecnica di questo manuale sono stati consultati Giorgio Bacchelli e Aldo Mariotti.

Le fotografie sono di Aldo Mariotti e Gastone Martini.