Prezzo L. 15.—

IL VOLO A VELA

VITTORIO BONOMI CAMILLO SILVA

IL VOLO A VELA



MILANO
1932-X°

IL VOLO A VELA

VITTORIO BONOMI - ING. CAMILLO SILVA

IL VOLO A VELA

TEORIA, PRATICA DEL VOLO E DELLA COSTRUZIONE
DEGLI APPARECCHI, ILLUSTRATA DA TAVOLE
CONTENENTI I DISEGNI COSTRUTTIVI DI UN
APPARECCHIO SCUOLA

MILANO
1932

PROPRIETÀ RISERVATA

Officine Grafiche della Federazione Italiana Biblioteche Popolari - Milano

A

S. E. ITALO BALBO

QUADRUMVIRO E MINISTRO

CHE

GLI AUDACI STORMI D'ITALIA

PRIMI CONDUSSE

DI LA' DAL VASTO OCEANO

PREFAZIONE

Fu il caso che, nel 1930, *venne a metterci sulla stessa strada e ad abbinare i nostri spiriti e le nostre speranze: un comune amico ci presentò simpaticamente l'un l'altro, e questo bastò perchè, come quasi sempre accade fra due appassionati d'una stessa idea (specie se quest'idea ha le ali e spazia nei cieli) entrassimo subito nell'argomento che ci stava a cuore. Ci scambiammo, seduta stante, idee e progetti, quasi che il nostro incontro, anzichè improvviso e fortuito, fosse stato da tempo predisposto come per la stipulazione di un accordo.*

E l'accordo, appunto perchè spontaneo e frutto più di fede e di entusiasmo che non di meditato studio, nacque subito dopo, senza troppe difficoltà.

Non già, però, che la fede e l'entusiasmo ci illudessero al punto da farci pensare che difficoltà non ne avremmo incontrate. Ne prevedemmo, invece, e ne incontrammo, infatti, non poche: non per l'incomprensione altrui (chè, anzi, in grazia di questa nuova atmosfera di idealità fattive che respiriamo, i consensi o gli incitamenti non ci mancarono), ma per la poco adatta natura del terreno dove ci era giocoforza operare, e per altri ostacoli materiali di

varia indole che si opponevano, ad ogni piè sospinto, alla nostra ferma volontà di riuscire.

— Ma riuscire in che cosa? — ci chiederà finalmente il lettore. Niente altro che in questo: metterci sulle orme di Cattaneo e di Segrè, pionieri del volo senza motore in Italia, e propagandare il volo a vela col costruire degli apparecchi e col fondare una scuola di pilotaggio.

In Germania, in America, in Inghilterra, in Francia, le scuole di volo senza motore si moltiplicano: perchè da noi si dovrebbe dormire?

Risolvemmo dunque di inoltrarci animosamente e contemporaneamente per la duplice strada della costruzione dei velivoli e della propaganda.

E mentre, nel campo costruttivo, abbiamo in breve prodotta tutta una serie di apparecchi senza motore, che vanno dal tipo « allievo » al tipo « record », nel campo propagandistico abbiamo provveduto alla compilazione e pubblicazione di questo libro, col quale ci illudiamo di essere riusciti a dare alla gioventù italiana, sia pure alla meno peggio, ma in modo chiaro e completo, la nozione dei primi elementi del volo senza motore e delle regole che lo governano ed alle quali è d'uopo attenersi per ben riuscire.

Naturalmente la parte che costituisce la ragione essenziale del libro è preceduta da alcune nozioni generali sopra l'aviazione e da alcune elementari notizie sui vari rami scientifici che al problema dell'aviazione sono connessi.

Nè manca (e sarebbe stata una imperdonabile dimenticanza) l'accenno doveroso alle benemerenze della vecchia Scuola di Pavullo, dovuta alla bravura ed alla tenace volontà del Capitano Umberto Nannini e del costruttore Teichfuss, validamente sorretti dall'appoggio morale e materiale di S. E. Balbo: accenno doveroso, poichè è a questa scuola che dobbiamo i primi esperimenti di volo a vela in

Italia, e ad essa il merito, specie dopo le giornate di Asiago, di aver propagato fra i giovani l'entusiasmo per tal genere di sport; entusiasmo che ha reso a noi più agevole il cammino testè intrapreso sulla stessa via.

Il libro, dunque, doveva necessariamente contenere, come esordio, qualche elemento di storia, di aerodinamica, di meteorologia e di meccanica costruttiva; ma è stata nostra massima cura che così questa parte generica, come tutta la teoria del volo a vela, fossero svolte nel modo più semplice e piano; fossero cioè alla portata anche dei giovanissimi, per modo che il libro divenisse il vero vademecum *dei pre-avieri e degli allievi piloti.*

Manchevolezze, certo, e siamo i primi a riconoscerlo, ce ne saranno e non poche, perchè nulla è perfetto quaggiù e tanto meno ci sentiamo di essere perfetti noi; ci lusinga però la speranza di aver fatto, nel complesso, opera utile, nonchè tempestiva in questo periodo in cui le scuole di volo senza motore accennano a propagarsi, e di aver così modestamente contribuito alla divulgazione di questo sport che è studio geniale, o di questo studio che è sport genialissimo e preparatorio di più audaci imprese.

Possa la prossima stagione di volo farci ammirare la prime performances *dei piloti veleggiatori italiani!*

GLI AUTORI.

Capitolo I.

ORIGINI E SVILUPPO DEL VOLO A VELA

UN PO' DI STORIA

Fin dai più remoti tempi l'uomo ha desiderato e sognato di librarsi a volo gareggiando con gli uccelli, e molte antiche leggende parlano di tentativi di volo: la più nota è quella di Dedalo ed Icaro, il secondo dei quali è anche il primo martire del volo.

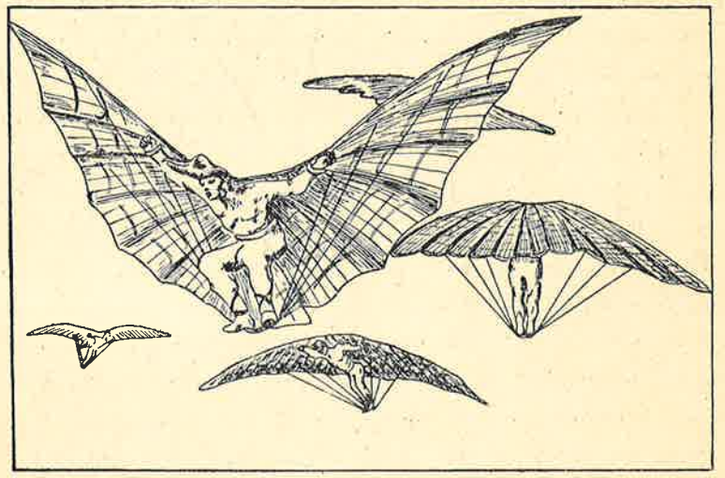


Fig. 1. - *Gli uomini volanti* (da una stampa di Goya).

Dato che nei tempi antichi i motori non esistevano, si potrebbe fare la lapalissiana constatazione che tutti questi leggendarî pionieri sono i precursori del volo a vela, e veramente,

fino alla scoperta del più leggero dell'aria, tutti i tentativi di volo, leggendarî o veri, tendevano all'utilizzazione della forza muscolare dell'uomo ed alla imitazione del volo degli uccelli.

Il nostro grande Leonardo da Vinci, fra le sue universali opere, ha lasciato anche un completissimo studio sul volo degli uccelli e vari progetti di macchine per volare assai simili ai *planeurs* realizzati parecchi secoli più tardi.

Dobbiamo però venire a tempi più moderni per trovare dei tentativi seguiti da risultati positivi di volo librato senza motore; furono anzi queste esperienze quelle che misero a punto il moderno aeroplano, poichè, creato finalmente il motore della necessaria leggerezza, esso potè sollevarsi e volare con i suoi mezzi. L'aeroplano, infatti, non è che un *planeur* munito di motore e le esperienze preliminari senza di questo sono valse a risolvere i problemi della stabilità in volo ed a istruire i piloti che dovevano in seguito fare i primi voli a motore.

Fu l'inglese Sir George Cayley a porre le basi della navigazione aerea a mezzo di aeroplani; nel 1809 egli pubblicava scritti che trattavano dei piani portanti, dell'equilibrio, della propulsione ecc.

Nel 1867 il francese Capitano Le Bris riusciva a compiere alcuni voli librati.

Però doveva toccare ai fratelli Lilienthal, tedeschi, il merito di avere eseguite ripetute e serie esperienze che ponevano le basi del volo librato e veleggiato. Dal 1891 al '96 essi eseguirono migliaia di voli con diversi apparecchi da loro costruiti; questi erano del tipo cosidetto a sospensione, nei quali il pilota era sospeso sotto le ali e governava l'apparecchio con gli spostamenti del peso del proprio corpo. I primi loro velivoli erano monoplani (fig. 2) sui 13 mq. di superficie e del peso di 12 kg.; in seguito le dimensioni ed anche il numero delle ali furono aumentati, passando a biplani (fig. 3) che raggiunsero anche i 25 mq. di superficie. Questi apparecchi erano molto

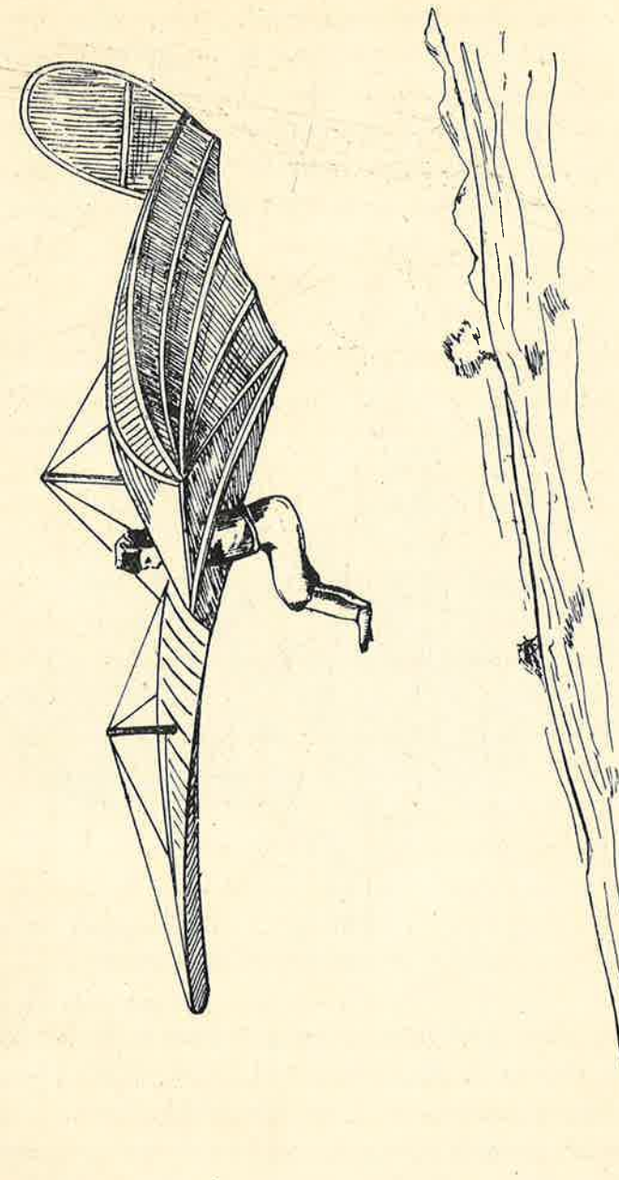


Fig. 2. - *Un monoplano di Lilienthal.*

semplicemente costituiti da una leggerissima armatura in legno su cui era tesa una tela verniciata; nella parte posteriore vi era un impennaggio fisso composto di un piano orizzontale e di uno verticale; i piani avevano un profilo ad arco di cerchio ed erano semplici cioè con una tela sola e non con due come nei moderni apparecchi. Il pilota si faceva passare due armature sotto le ascelle e poteva così orientare le ali secondo l'angolo voluto.

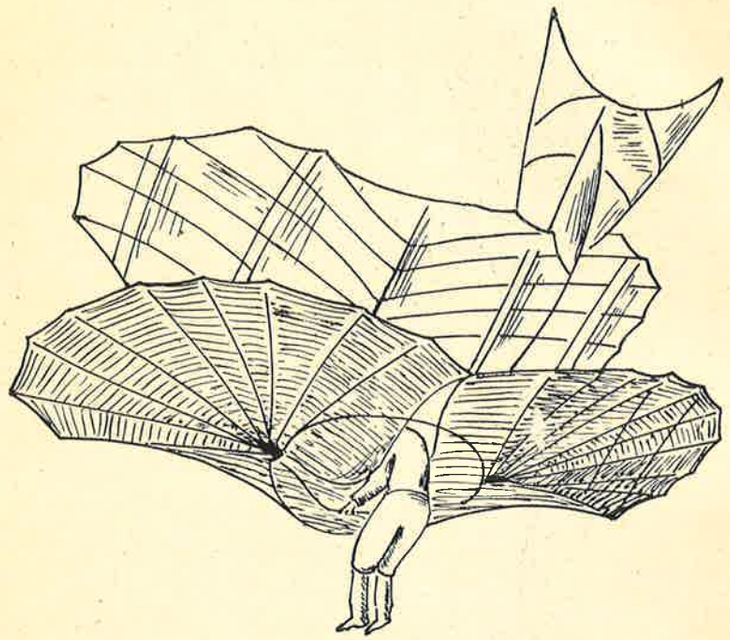


Fig. 3. - *Un biplano di Lilienthal* (da una fotografia).

A questo punto dobbiamo chiedere scusa ai nostri lettori se siamo costretti ad anticipare concetti e termini aviatorii che saranno esaurientemente trattati nei successivi capitoli: ci troviamo nella necessità di spiegare e seguire lo sviluppo tecnico del volo senza motore dai suoi albori ai nostri giorni.

Il procedimento usato dai Lilienthal nelle loro esperienze era semplicissimo: l'aviatore si preparava, ritto, sul pendio di una collina, con l'apparecchio assicurato sotto le ascelle, orientandosi contro il vento, poi si metteva a correre fino a che l'aria non gli desse l'appoggio necessario alla sostentazione; gli sperimentatori avevano persino fatta elevare una piccola collinetta artificiale per avere un regime regolare del vento e Otto Lilienthal, prima della sua morte (avvenuta in un accidente di volo nel 1896), aveva eseguiti migliaia di voli, alcuni anche di lunghezze superiori ai 400 metri. Gli apparecchi di Lilienthal, come quelli successivi di Chanute, avevano scarsissimo rendimento aerodinamico per la cattiva qualità del loro profilo ad arco di cerchio e senza spessore e per il loro piccolo allunga-

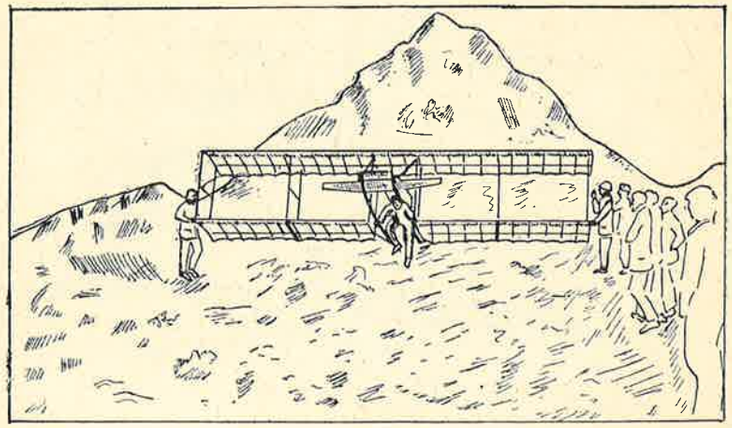


Fig. 4. - *Le esperienze di Ferber e Archdeacon a Berck-sur-mer* (da una fot.)

mento (rapporto fra l'apertura e la profondità delle ali): quindi il percorso che essi potevano fare, se lanciati da una certa altezza, era forzatamente piccolo.

Gli sforzi dei Lilienthal furono misconosciuti e derisi e pochissimi furono i loro continuatori.

Uno di questi fu Pilcher, un ingegnere della marina inglese, che introdusse un nuovo metodo di lancio: egli si faceva

trainare da uno o più cavalli stando in piedi su di un carrello: raggiunta la velocità di sostentazione, si innalzava nell'aria come un cervo volante, dopo di che lasciava andare la corda e scendeva a volo librato. In una di queste esperienze, nel 1899, egli trovava la morte.

E' curioso il fatto che anche ora nel volo a vela moderno si è avuta analoga divergenza di metodi di lancio fra Tedeschi ed Inglesi od Americani: mentre i primi prediligono il lancio a forza umana su terreno in pendenza, gli altri preferiscono il lancio in piano con mezzi di rimorchio meccanici.

Verso la fine del secolo scorso ed al principio di questo il movimento aviatorio si accentuò per merito principalmente di Ferber ed Archdeacon in Francia e di Chanute in America.

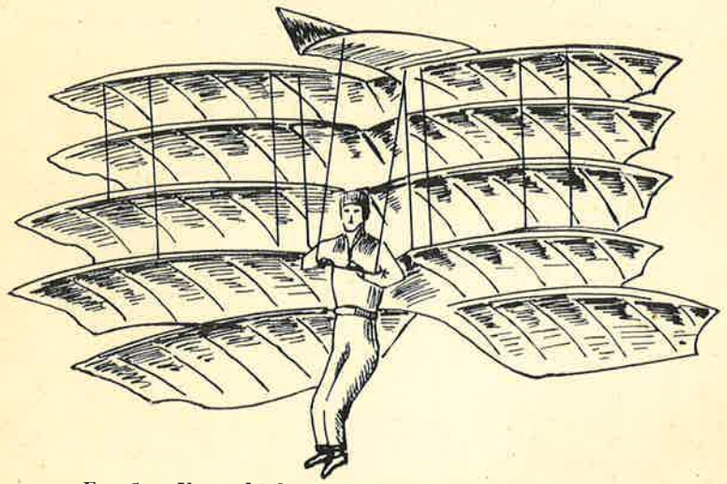


Fig. 5. - *Un multiplano di Chanute* (da una fotografia).

Il Capitano Ferber, uno studioso che scrisse uno dei primi completi trattati sulla teoria del volo e sull'equilibrio degli aeroplani, fece, dal 1898 al 1901, esperienze con varî tipi di *planeurs;* unitosi poi con Archdeacon eseguì, nel 1904, alcune altre esperienze fra le dune di Berck sur Mer (fig. 4).

Ottavio Chanute, un francese naturalizzato americano, fu

un ingegnere celebre in America per le sue costruzioni ferroviarie; si occupò teoricamente di aviazione fra il 1874 ed il 1896, poi costruì diversi apparecchi assai simili a quelli Lilienthal ma più perfezionati, qualcuno anche multiplano (fig. 5). La sua età non gli permetteva di fare personalmente esperienze: queste furono eseguite da varî suoi assistenti, Herring, Avery ed il Prof. Montgomery, l'ultimo dei quali si lanciò anche con un *planeur* da un pallone libero.

Chanute fece con i suoi scritti molta propaganda per il volo senza motore, ma i suoi seguaci non furono da principio molti.

Nel 1900 i fratelli Orville e Wilbur Wright, costruttori

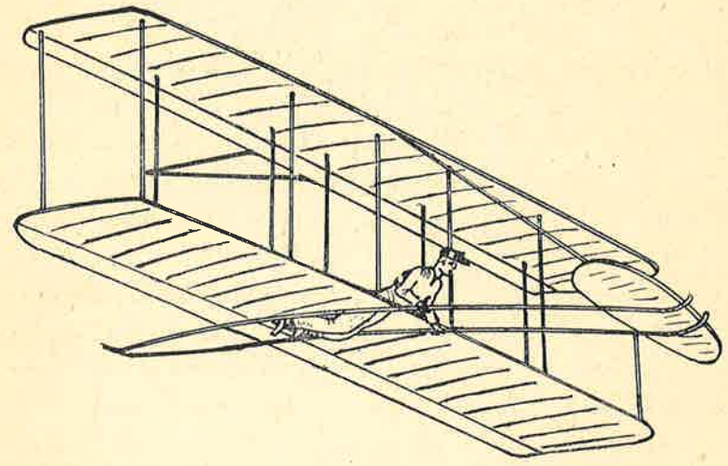


Fig. 6. - *Il planeur dei Fratelli Wright nel 1902* (da una fotografia).

di biciclette ed appassionati dell'aviazione, ricevevano da Chanute i primi schiarimenti per la costruzione d'un *planeur*: aveva così inizio la serie delle loro celebri esperienze che doveva, nel 1903, portare ai primi voli nel mondo con un aeroplano montato da un uomo.

Gli apparecchi Wright erano biplani (fig. 6) con ali di note-

vole allungamento e di rendimento aerodinamico di gran lunga superiore a quelli dei loro predecessori; le loro dimensioni erano notevoli: fino a 27 mq. di superficie con un allungamento 6; e, perfezionamento notevolissimo, il pilota era disteso a ventre in basso (riducendo così di molto la resistenza all'avanzamento) ed aveva a sua disposizione dei veri comandi pei timoni di direzione e profondità e per lo svergolamento; anzi, tale siste-

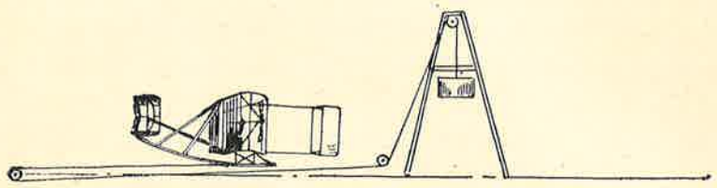


FIG. 7. - *Il sistema di lancio degli aeroplani Wright.*

ma di stabilizzazione laterale si deve alle esperienze di questi geniali pionieri.

L'apparecchio veniva trascinato da due persone e fatto correre fino a che non potesse staccarsi da terra, l'atterraggio veniva fatto su due pattini disposti sotto al velivolo; questi pattini furono conservati nel loro apparecchio a motore ed il lancio di questo veniva fatto per mezzo di una specie di catapulta, come segue (fig. 7): l'apparecchio scorreva con i suoi pattini su d'una rotaia, trascinato da una corda che si avvolgeva su di una carrucola, ritornava indietro e faceva poi capo ad un peso il quale veniva issato in precedenza in cima ad una torre a traliccio in legno: la caduta del peso provocava una veloce corsa del velivolo ed il suo distacco dal suolo.

Prima di procedere alle esperienze con motore, i fratelli Wright eseguirono centinaia di voli sulle dune sabbiose di Kitty Hawk ed inaugurarono la pratica del vero e proprio volo a vela con correnti ascendenti provocate dalle dune stesse. Parecchio dopo, quando già i loro apparecchi a motore avevano ottenuti molti grandi successi, i Wright riprendevano le espe-

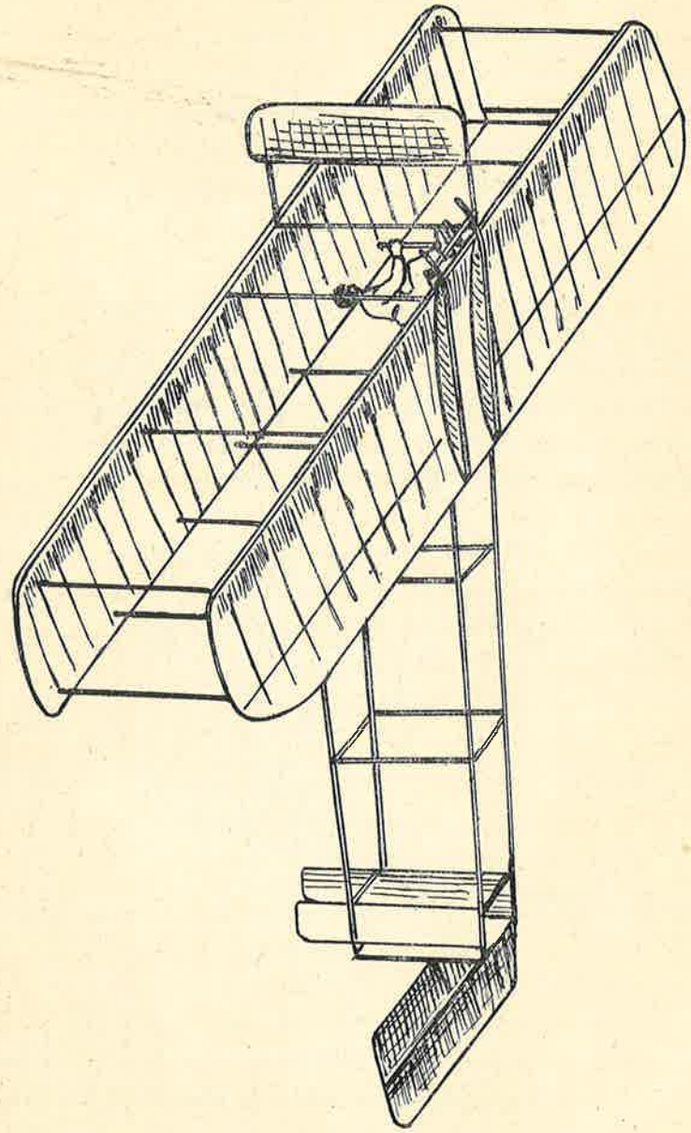


FIG. 8. - *Il planeur di Orville Wright nel 1911* (da una fotografia).

rienze di volo a vela e nel 1911 Orville compiva un volo di 9 minuti e 45 secondi per esperimentare dei dispositivi di stabilità automatica (fig. 8): questo volo restava fino al 1928 il record americano di volo a vela.

Dai primi voli a motore dei fratelli Wright ha inizio il vertiginoso periodo dello sviluppo dell'aeroplano a motore, sviluppo che è ancora oggi in pieno « crescendo ».

IL VOLO SENZA MOTORE

DOPO L'AVVENTO DEGLI AEROPLANI A MOTORE

Per un certo tempo tutta l'attenzione del mondo fu portata verso l'aviazione a motore ed i suoi straordinarî sviluppi. Solo pochi appassionati, in prevalenza austriaci e tedeschi, continuavano le esperienze di volo senza motore.

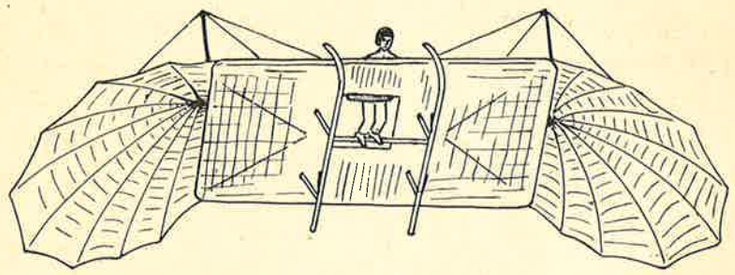


Fig. 9. - *Il planeur di Etrich e Wels.*

Gli austriaci Etrich e Wels si dedicavano ad esperienze con un *planeur* ad ali della forma di quelle dei piccioni (fig. 9), da cui derivarono poi i famosi « *Tauben* » in Germania.

Euler, Hardt, Messerschmidt ed altri, iniziavano le loro esperienze in montagna in quella Rhôn che doveva diventare il centro di tutti i grandi voli a vela e la Mecca degli entusiasti di questo sport.

Le esperienze non erano sospese neppure durante la guerra

ed è appunto nel 1916 che Hardt (fig. 10) riusciva a volare per 3 ore e ½ senza perdere quota.

Il trattato di Versailles, che interdiceva alla Germania di tenere una aviazione militare, di istruire nuovi piloti e comminava altre limitazioni, portava in questo paese un nuovo inte-

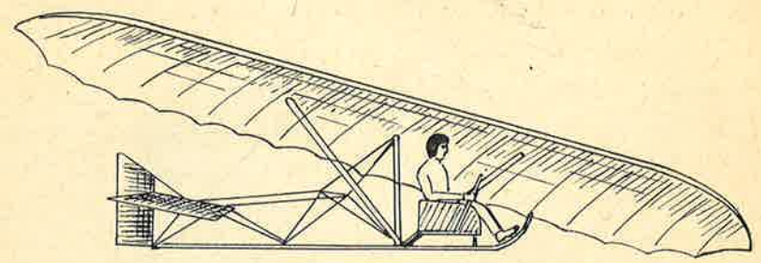


Fig. 10. - *Il planeur di Hardt e Messerschmidt* (da una fotografia).

resse per il volo a vela che permetteva una istruzione economica e non interdetta di migliaia di allievi e dava inoltre modo di sperimentare in volo nuovi profili di ala e nuovi particolari

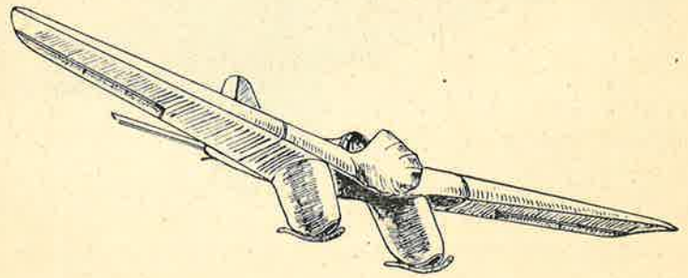


Fig. 11. - *Il planeur Aachen di Klemperer* (da una fotografia)

costruttivi, oltre a costituire un meraviglioso ed appassionante sport. Il centro, stabilito fin dal 1912 alla Wasserkuppe nella Rhôn, iniziava nel 1920 le sue gare annuali che dovevano portare così grande progresso nel volo a vela in Germania.

In questi concorsi cominciavano a distinguersi i grandi piloti di velieri, Martens, Botsch, Klemperer, Hirth, seguiti poi da Kronfeld, Groenhoff, ecc.

Fin da quei primi tempi comparivano, insieme a buffe macchine e ridicoli tentativi empirici, i progenitori degli odierni apparecchi di alte caratteristiche, prodotti da studi di scienziati e dal lavoro di società scientifiche fra studenti di Ingegneria.

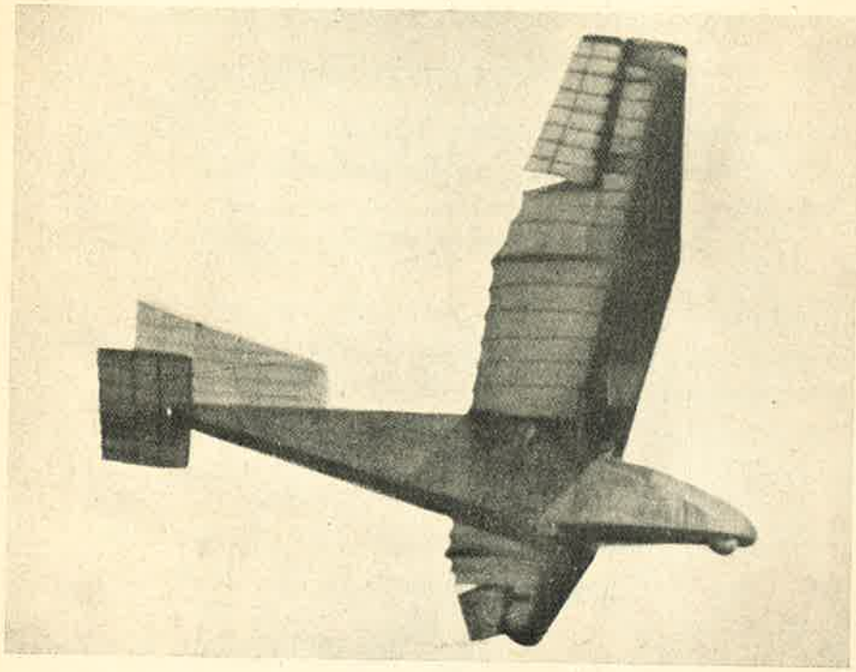


Fig. 12. - *Il planeur « Vampyr » di Martens* (da Flugsport).

Citeremo il tipo « *Aachen* » di Klemperer (fig. 11), la serie dei « *Vampyr* » (fig. 12), « *Greif* » e « *Pelikan* » di Martens, Hentzen e Blume (studenti di Hannover operanti sotto la guida di loro professori), il tipo «*Edith*» e seguenti costruiti dal gruppo del Politecnico di Darmstadt ed il tipo « *Konsul* » pure di Darm-

stadt, di Botsch e Spiess, con il quale Botsch stesso batteva nel 1923 un record mondiale di 19 km. di distanza.

CIO' CHE SI E' FATTO E SI FA IN GERMANIA

In questo paese si è dedicata la massima attenzione al volo a vela ed è appunto qui che se ne sono ottenuti i risultati più notevoli.

Oltre a moltissime associazioni regionali che fanno del volo a vela, esiste in Germania un ente nazionale che presiede allo sviluppo ed all'incoraggiamento di tutte le iniziative: la «Rhôn-Rossitten», società sovvenzionata dal Governo, che agisce su due terreni particolarmente adatti allo scopo, la Wasserkuppe nelle montagne della Rhôn, e Rossitten, una costiera elevata sul Baltico. Alla Wasserkuppe si tiene ogni anno il già ricordato grande concorso di volo a vela, dove si sono avuti dei risultati sempre crescenti, dovuti principalmente alla nuova pratica dei voli nelle nubi: basti dire che nell'ultimo concorso (1931) Groenhoff ha potuto compiere un volo di 220 km. in linea retta (in confronto dei 164 di Kronfeld dell'anno precedente che parevano già un prodigio) e che si sono effettuate delle salite di più di 1000 metri al disopra del punto di partenza. Però il record di durata resta quello battuto dal Tenente Dinort a Rossitten con più di 14 ore passate veleggiando sulle correnti termiche provocate dalla differenza di temperatura fra le sabbie colpite dal sole e le fredde acque del Baltico (1).

Altro importante centro di istruzione e pratica del volo a vela in Germania è Grunau, dove insegna il celebre pilota Wolf Hirt.

Ultimamente in Germania hanno destato interesse i voli di apparecchi rimorchiati sia a mezzo di auto che di aerei, a somiglianza di quanto si fa nei paesi anglo-sassoni, allo scopo di non

(1) Questo record è stato portato ultimamente, ad Honolulu, a 21 ore e 34 minuti dal Tenente americano Cook.

essere schiavi della particolare conformazione del terreno, rendendo il volo a vela praticabile su qualunque aerodromo in pianura. Questa tendenza è stata portata da quello che è stato detto il « terzo periodo del volo a vela »: il primo sarebbe quello dei voli in correnti ascendenti formate dalle montagne, il secondo quello dei voli in correnti ascendenti delle nubi e dei temporali, il terzo quello sopra alla campagna anche pianeggiante con l'aiuto delle correnti termiche, purchè l'apparecchio venga, con mezzi meccanici, rimorchiato ad una certa altezza.

Magnifico, in questo ordine di idee, è stato il volo compiuto da Groenhoff che nel 1931 percorse 264 km. in linea retta dopo di essere stato rimorchiato a conveniente altezza da un aeroplano al disopra del campo di Monaco; citeremo pure i voli di Kronfeld in occasione della doppia traversata della Manica.

CIO' CHE SI E' FATTO E SI FA NEGLI ALTRI PAESI

A questi spettacolosi risultati dei Tedeschi, gli altri paesi non hanno certo molto da opporre.

In Francia ad un primo forte interessamento alla fine della guerra, che portò alla Settimana di Vauville ed alle esperienze di Thoret che eseguì voli di parecchie ore con un apparecchio a motore (tenendo questo spento e utilizzando correnti ascendenti di collina in Francia e termiche in Africa) successe un lungo periodo di disinteressamento. In questi ultimi tempi si è verificata una ripresa per merito specialmente dell'« Avia », Ente permanente di propaganda tecnica e sportiva del volo a vela, che ha promossa, diretta ed aiutata l'organizzazione di Clubs e gruppi giovanili, ed ha anche indette delle riunioni.

Si sta progettando in Francia di impiantare un campo sperimentale del genere della Wasserkuppe, ma si incontrano gravi difficoltà nella ricerca del terreno: le esperienze finora fatte a Combegrasse ed alla Barre d'Ordanche non hanno dati risultati del tutto soddisfacenti, per cui il delicato problema è ancora lontano dalla soluzione.

In Belgio si è formata una scuola centrale su terreno collinoso particolarmente adatto allo scopo, con apparecchi di tipo tedesco.

In Inghilterra solo da poco è incominciato l'interesse per il volo a vela, ma, con lo spirito sportivo che li contraddistingue, gli inglesi vi si sono dedicati con molto entusiasmo, tanto che in poco tempo si sono costituiti più di 100 Clubs, mentre si sono fatti molti studi originali di nuovi tipi di apparecchi, si sono chiamati dalla Germania alcuni degli « assi » tedeschi del volo a vela per esibizioni ed istruzioni, in modo che l'Inghilterra si trova ora bene avviata a riprendere il tempo perduto.

Anche gli Stati Uniti d'America si erano per molti anni tenuti lontani da questa attività; però colà in questi ultimi tempi si è risvegliato molto interesse pel volo senza motore, manifestatosi con la fondazione di numerosissimi Clubs e scuole, con la costruzione di nuovi tipi di apparecchi e con la chiamata di piloti germanici per esibizioni.

Qui, come d'altra parte in Inghilterra, per supplire alla mancanza di adatte alture, che naturalmente non possono trovarsi sempre in prossimità dei centri abitati, si è dato molto sviluppo al volo rimorchiato con automobili (*auto towing*) che permette voli di notevole altezza e lunghezza sui campi di aviazione in pianura.

Molti altri paesi minori europei, come la Romania, la Grecia, la Bulgaria, la Czeco Slovacchia, ecc., si stanno ora interessando vivamente della diffusione e dello sviluppo del volo a vela.

CIO' CHE SI E' FATTO E SI FA IN ITALIA

In Italia il volo a vela fu propugnato dal 1921 da Bergonzi. Nel 1923 si costituiva il gruppo degli studenti di Pavia che costruiva due apparecchi: il « *Febo Paglierini* » a Cameri presso le Officine Gabardini, e « *Goliardia* » presso i F.lli Visco a Somma Lombarda, su progetto dell'Ing. Cambilargiu.

Contemporaneamente Teichfuss a Bologna costruiva il « *Condor* ». Tutti questi apparecchi presero parte al concorso internazionale indetto dalla Lega Aerea Nazionale nell'Ottobre 1924. Qui i nostri piloti Dott. Ettore Cattaneo, Dott. Franco Segrè e Maresciallo Canavesi, si misuravano con gli agguerriti piloti tedeschi e Segrè, con il « *Febo Paglierini* », stabiliva il primo record italiano.

Nel 1924, auspice sempre il gruppo Pavese, veniva costruito presso i F.lli Visco a Somma Lombarda e su progetto dell'Ing. Ugo Abate, il « G P I », magnifico apparecchio, specie per i suoi tempi, che fece le prime prove nel 1925 pilotato dal Dott. Cattaneo e dal Maresciallo Pasta; con esso Ettore Cattaneo si lanciava dal Campo dei Fiori, battendo il record italiano.

Sorgevano intanto nuovi propagandisti del volo a vela: fra questi il Prof. Mazzaron, che scrisse numerosi articoli su riviste e giornali.

Nel 1927, per volere di S. E. Balbo, veniva fondata la scuola di Pavullo nel Frignano, diretta dal Cap. Nannini, ai cui corsi partecipano, annualmente, moltissimi Avanguardisti, Allievi dell'Accademia Aeronautica, soci dell'Aero Club ed anche piloti della Regia Aeronautica a scopo di allenamento.

In seguito il Cap. Vittorio Bonomi, che appartiene alla serie dei primissimi cultori dell'aeronautica e che fu tra i primi piloti italiani, allo scopo di incoraggiare il progresso del volo a vela in Italia, metteva in palio 6 trofei dei quali due furono assegnati per i loro voli a Cattaneo e Segrè.

Per iniziativa di Aero Clubs, di gruppi di Avanguardisti e di Giovani Fascisti si formavano i seguenti gruppi: a Genova, con il Cap. Cartosio; il GUF di Roma con Bartocci ed altri; l'O.N.B. con l'Aero Club di Belluno con il compianto Dottor Sperti; l'Aero Club di Como sul campo di Erba con Vittorio Bonomi; l'Aero Club di Firenze con l'Ing. Digerini-Nuti e Guido Antoni; il Gruppo Dal Molin di Varese con Rovesti; gli Aero

Clubs di Pescara, di Bergamo, di Gorizia, di Trieste ed altri.

E' stata ultimamente formata una « Commissione centrale di Volo a vela » che si incarica del coordinamento degli sforzi, del disciplinamento delle attività, della rappresentanza presso la Commissione Internazionale ecc.

Non vogliamo, in ultimo, passare sotto silenzio il pilota Gianni Ponti, primo Italiano detentore di brevetto « C » di volo veleggiato, preso alla Wasserkuppe.

E' insomma tutto un fervore di opere e di iniziative che ci fanno ben sperare che l'Italia, terra del sole e quindi... delle correnti ascendenti, non tarderà a prendere, anche in questo campo, quel posto di prima fila che ha ormai conquistato negli altri campi del volo.

SCOPI DEL VOLO A VELA

Ci si può domandare quale grande interesse abbia il volo a vela.

Uno dei suoi aspetti, e dei più importanti, è la propaganda fra i giovani i quali, con questo mezzo, possono, con minimo pericolo e con bassissima spesa, famigliarizzarsi con le leggi aeronautiche ed esercitarsi al volo, preparandosi efficacemente al pilotaggio degli apparecchi a motore; è stato detto giustamente da uno scrittore americano che il volo senza motore è il logico proseguimento dell'attività aeronautica dei giovani dopo i modelli volanti, quando cioè sono ancor troppo giovani per il pilotaggio di apparecchi a motore e troppo vecchi per divertirsi ancora con i modellini.

Scientificamente esso permette lo studio pratico in vera grandezza ed in volo dei nuovi profili e forme aerodinamiche e dei nuovi procedimenti costruttivi: è ad esso che la Germania deve la sua superiorità sugli altri paesi in fatto di apparecchi da turismo specialmente leggerissimi e di piccolissima potenza.

Sportivamente costituisce un mezzo di primo ordine per go-

dere l'ebbrezza del volo senza il rumore e le vibrazioni del motore e con spesa limitatissima. Il trovarsi librati nel vuoto senza la spinta del motore, dà veramente la sensazione piena e completa del volo.

Per l'addestramento preliminare ed economico, il volo senza motore è della massima utilità: infatti è il mezzo migliore per dare all'allievo la massima fiducia e disinvoltura nel pilotaggio. Tutti i voli sono « a solo » fin dal principio, essi sono cortissimi; sembrerebbe a prima vista che l'allievo non avesse il tempo di capire niente, ma si pensi che in cinque minuti di istruzione un allievo può avere compiute da venti a trenta partenze ed altrettanti atterraggi (che sono appunto le fasi più delicate del volo), e si vedrà quale prezioso metodo di istruzioue esso sia; il volo a vela propriamente detto è poi anche di grandissima utilità per il perfezionamento dei piloti di apparecchi a motore, in quanto li rende più sensibili nel volo librato, nella salita, nell'apprezzamento dell'angolo pericoloso di perdita di velocità e nel volo in atmosfera agitata.

Crediamo quindi di essere facili profeti prevedendo nel futuro i cieli delle stazioni climatiche sia di mare che di montagna, percorsi da bianche ali silenziose, come lo sono attualmente le acque dei centri balneari da vele e scafi per motori fuori bordo.

Non è poi, infine, impossibile trovare degli impieghi commerciali per il volo a vela: il recente sviluppo dei voli su correnti ascendenti termiche in piatta pianura ha fatto pensare che, in zone tropicali, questi voli potrebbero essere eseguiti con tale regolarità da permettere di utilizzarli per il trasporto della posta; all'ultima riunione del Comitato internazionale per il volo a vela, tenuta alla fine del 1931, si è proposto di fare in India esperienze in questo senso.

E possiamo anche citare la profezia di un grande asso tede-

sco del volo a vela, che prevede un originale uso di questi apparecchi da parte degli abitanti delle montagne, i quali potranno con essi recarsi al piano per le loro faccende, ritornando poi indietro sempre veleggiando dopo di essersi fatti rimorchiare dal piano a conveniente quota da un apparecchio a motore da turismo che potrebbe, sui campi, essere adibito a questo servizio di rimorchiatore con modica spesa.

Sarebbe proprio il caso di chiamare questa aviazione utilitaria: le possibilità esistono fin d'ora; l'avvenire ne vedrà indubbiamente la diffusione.

Per ora possiamo dire che i piloti tedeschi, chiamati in Inghilterra per esibizioni di volo a vela, hanno sovente compiuto lo spostamento a rimorchio di un aeroplano a motore, che il Capitano Hawks, l'uomo dei voli a grande velocità, ha realizzata la traversata dell'America dal Pacifico all'Atlantico a rimorchio di un aeroplano, e che è stata persino tentata quella dell'Atlantico a rimorchio di un piroscafo.

Un ultimo ed importantissimo impiego dell'apparecchio da volo a vela è quello di fungere da osservatorio meteorologico, per quanto specialmente riguarda le correnti ascendenti alle varie quote.

Attualmente in molti campi d'aviazione fanno quotidiane ascensioni aeroplani a motore muniti di strumenti meteorologici registratori di precisione, ed eseguiscono l'esplorazione scientifica dell'atmosfera fino alla massima quota che possono raggiungere: viene ora proposto, ed in qualche luogo è già stato anche realizzato, che a rimorchio di essi parta un apparecchio veleggiatore che, staccandosi alla massima altezza raggiunta, compia per suo conto l'esplorazione con la possibilità, data la sua forte finezza, di registrare e studiare anche le più deboli correnti ascendenti. In questo modo il volo a vela viene in aiuto alla scienza la quale lo rimunererà con utili studi e consigli per il suo pratico impiego.



Le montagne della Rhôn

(Fot. H. Eckert)

CAPITOLO II.

NOZIONI ELEMENTARI DI AERODINAMICA

E METEOROLOGIA.

UN PO' DI AERODINAMICA

Se si prende un cartoncino imperniato sul suo lato superiore e vi si soffia sopra (fig. 13), lo si vede assumere una posizione obliqua che si avvicina alla orizzontale quanto più è forte l'intensità del soffio; provando a correre velocemente tenendo esposto il cartoncino nello stesso modo, si verifica il medesimo fe-

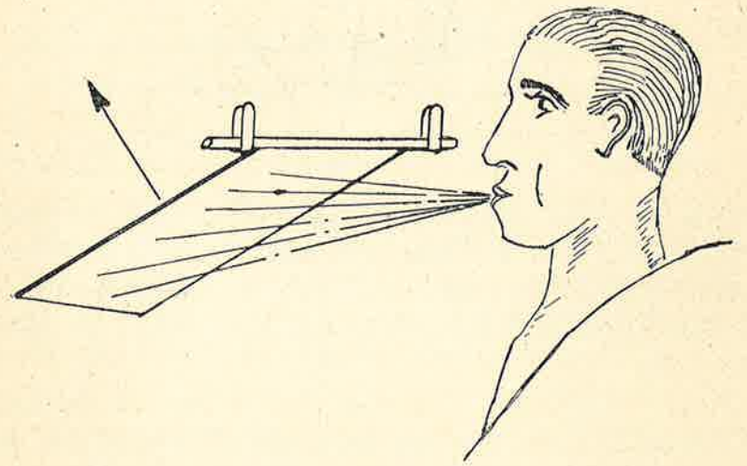


FIG. 13. - *Soffiando su di un cartoncino si genera una pressione...*

nomeno che possiamo enunziare come segue: un piano tenuto fermo superiormente e colpito da una corrente d'aria, oppure messo in moto in aria calma, tende a sollevarsi; il comune aqui-

lone o cervo volante utilizza questo principio, sollevandosi tanto se lo si trascina tirando la corda ad una certa velocità, quanto se lo si lascia ancorato alla corda ed esposto ad un vento di sufficiente intensità.

Esaminiamo ora più da vicino il fenomeno (fig. 14): una corrente d'aria in movimento si può materializzare in un fascio di cosidetti *filetti fluidi* formati ciascuno dalla traettoria d'una particella di aria in movimento; finchè non incontrano ostacoli, tali filetti fluidi corrono parallelamente fra di loro e si presentano come una successione di tante rette parallele ed orizzontali; ma, se incontrano un ostacolo, per esempio il piano inclinato di cui abbiamo parlato prima, vengono deviati: una

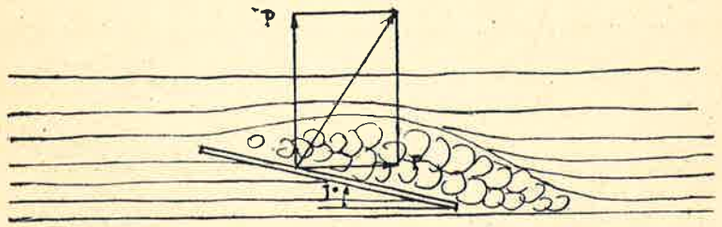


Fig. 14. - *Il piano inclinato in una corrente d'aria.*

parte di essi va ad urtare la faccia inferiore (ventre) del piano, l'altra devia e viene a formare una zona turbinosa sulla parte superiore (dorso) del piano stesso; ad una certa distanza dopo l'ostacolo i filetti si dispongono di nuovo parallelamente fra di loro.

Poichè, come è ben noto, l'aria ha un peso, le particelle che urtano la parte inferiore del piano gli trasmettono una pressione derivante dal continuo bombardamento, per così dire, delle particelle in moto; d'altra parte la zona turbinosa che si manifesta nella parte superiore genera una depressione: pressione e depressione sommate insieme danno luogo ad infinite forze dirette verso l'alto, la cui risultante si può rappresentare

con un vettore, così come di solito si rappresentano graficamente le forze.

Questa forza è diretta verso l'alto ed è inclinata in senso contrario alla direzione di marcia o nel senso della corrente di aria: essa si chiama *resistenza dell'aria;* scomponendola, secondo la nota legge del parallelogrammo, in due forze, una parallela alla corrente d'aria ed una normale ad essa, si hanno le due componenti che si chiamano la prima R resistenza, la seconda

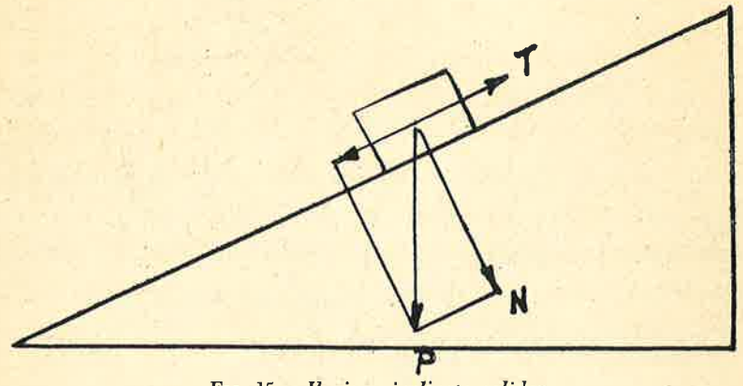


Fig. 15. - *Il piano inclinato solido.*

P portanza. Infatti la resistenza è quella che si oppone al movimento e deve essere vinta da una forza esterna (la trazione sul filo nel caso dell'aquilone), la portanza è quella che spinge il piano verso l'alto; la prima è nociva, la seconda utile. In certo qual modo il piano inclinato che si sposta nell'aria può venire assimilato ad un corpo che si sposta lungo un piano inclinato (fig. 15); lo sforzo di trazione esercitato sul corpo ne provoca il sollevamento; solo che qui il piano inclinato è invisibile essendo di aria e per formarlo occorre la velocità. Il Capitano Ferber nel suo trattato di aviazione così si esprimeva poeticamente enunziando il postulato fondamentale della nuova scienza: « la sostentazione è un fiore che nasce dalla velocità ».

La grandezza della resistenza dell'aria ed i rapporti fra

le sue due componenti dipendono da vari fattori: primo di questi è la sezione o *profilo* del piano che si considera: se, invece di una superficie sottile piana, se ne avesse una curva (fig. 16) si avrebbe una maggiore pressione sul ventre del pro-

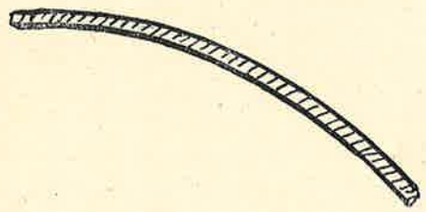


Fig. 16. - *Ala a profilo curvilineo sottile.*

filo; se poi il profilo fosse sagomato in modo da risultare più spesso nella sua parte anteriore, più sottile nella posteriore e con il dorso più incurvato che il ventre (fig. 17), è evidente che i filetti fluidi verrebbero più energicamente deviati verso

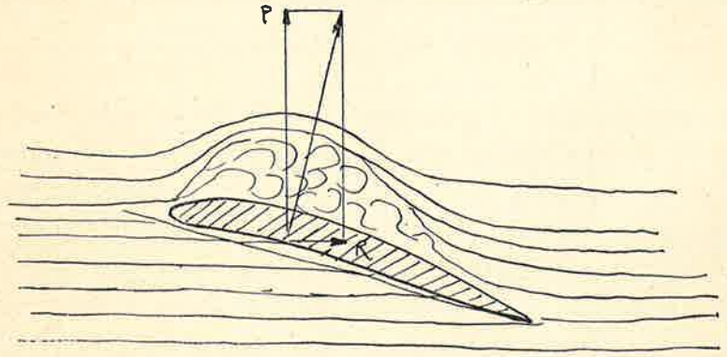


Fig. 17. - *Azioni dell'aria su di un'ala profilata.*

l'alto, generando una depressione assai più grande che nel caso del piano sottile; ed infatti, contrariamente a quanto comunemente può credersi e credevano anche i primi sperimentatori, nella resistenza dell'aria interviene in più grande misura la de-

pressione sul piano che non la pressione sotto di esso. Gli aeroplani dei primordi, come ad es., quelli di Lilienthal, Chanute ecc. erano semplici, cioè con una sola tela ed incurvati; solo più tardi si comprese l'importanza della profilatura e della

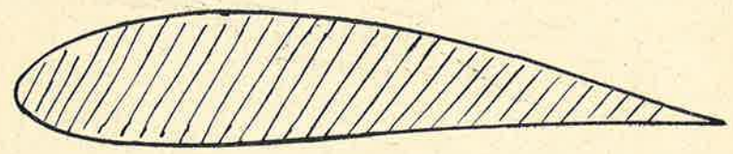


Fig. 18. - *Profilo alare spesso.*

copertura di tela doppia in modo da racchiudere tutte le armature dell'ala: tutte le ali dei moderni apparecchi sono appunto così costruite.

A seconda delle caratteristiche che si richiedono all'apparecchio, ed a seconda delle necessità costruttive, il profilo sarà

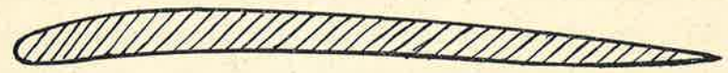


Fig. 19. - *Profilo alare sottile curvo.*

più o meno spesso o più o meno incurvato. Infatti, un profilo spesso e fortemente incurvato (fig. 18) darà luogo ad una forte portanza unita ad una notevole resistenza e sarà adatto per un apparecchio da carico di non grande velocità, specie se monoplano ad ali in sbalzo, nel qual caso il forte spessore viene uti-

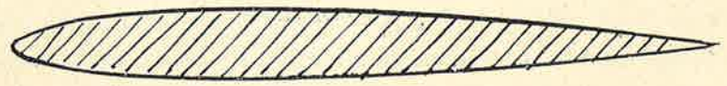


Fig. 20. - *Profilo biconvesso.*

lizzato per contenere le strutture resistenti dell'ala; invece un altro profilo più sottile e meno incurvato (fig. 19) presenterà poca resistenza con portanza non molto forte e sarà adatto per

un apparecchio leggero e veloce, biplano o monoplano ad ali controventate esternamente; negli apparecchi da corsa si impiegano addirittura profili biconvessi (fig. 20). Lo spessore poi, come abbiamo detto, dipende da considerazioni costruttive: i profili spessi sono preferiti per i monoplani specie se a sbalzo, quelli sottili per i biplani o monoplani controventati. Nelle raccolte di caratteristiche di profili, si trovano anche profili sottili e di notevole portanza e profili spessi o semispessi di poca resistenza all'avanzamento, in modo che il costruttore ha una larga messe di esperienze da applicare praticamente.

Secondo fattore della resistenza è l'*incidenza i*, cioè l'angolo che il piano o la sua corda fanno con la direzione della corrente di filetti fluidi. Per *corda* di un profilo si intende una retta che sia tangente in due punti alla parte inferiore di esso. È evidente che, per uno stesso profilo, la resistenza dell' aria varia con l'incidenza nel senso che la prima cresce con l'aumentare di questa. Infatti, se l'incidenza è 0° il piano deve, come è intuitivo, opporre pochissima resistenza all'aria: con l'aumentare dell'incidenza questa dovrà aumentare.

Nella formula che dà il valore della resistenza dell'aria, l'influenza della forma del profilo e dell'incidenza compaiono con un coefficiente che si indica con K o con C a seconda delle unità di misura adoperate.

Il valore del coefficiente, sempre a parità di incidenza e di profilo, è poi ancora influenzato da varie cause: le più importanti, agli effetti degli apparecchi che ci interessano, sono l'*allungamento* e la forma in pianta dell'ala: l'allungamento è il rapporto fra l'apertura dell'ala e la sua profondità o *corda;* se l'ala non è rettangolore è espresso dal rapporto fra il quadrato dell'apertura dell'ala e la sua superficie. Con l'aumentare dell'allungamento, aumenta anche la qualità dell'ala, cresce cioè la portanza e diminuisce la resistenza: vedremo in seguito quale grande interesse ciò abbia in principal modo per gli apparecchi da volo a vela.

Per convincerci del buon effetto dell'aumento dell'allungamento, consideriamo (fig. 21) un quadrato di data superficie (allungamento 1): tagliamolo in due parti che disponiamo affiancate ottenendone un rettangolo di allungamento 4. Facciamo ora avanzare le due figure dello stesso spazio: vedremo che il quadrato coprirà un'area metà di quella coperta dal rettangolo; l'effetto utile di questo è quindi raddoppiato. Nel fenomeno intervengono anche delle deviazioni dei filetti fluidi alle

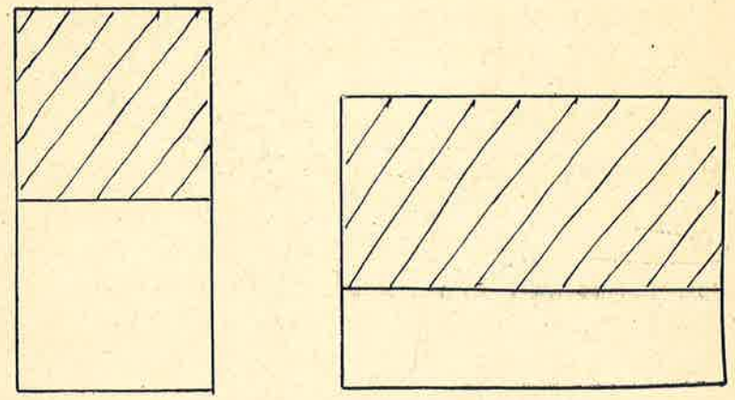


Fig. 21. - *Influenze dell'allungamento.*

estremità delle ali, deviazioni che si dicono *perdite marginali* e che fanno sì che le ali portino meno. Per diminuirle è evidentemente vantaggioso diminuire la profondità delle ali stesse, aumentando l'allungamento.

Contribuisce efficacemente a diminuire queste perdite marginali una forma trapezoidale arrotondata che ha anche, come vedremo meglio in seguito, buoni vantaggi dal punto di vista costruttivo.

Altre cause secondarie, o per noi meno interessanti, che influenzano il valore del coefficiente di resistenza sono: la liscia-

tura della superficie, l'effetto della biplanizzazione e l'effetto della disposizione in tandem dei piani.

Siccome una parte della resistenza dell'aria è anche dovuta all'attrito delle particelle di essa nel lambire la superficie, così risulta evidente che una buona lisciatura delle superfici in parola, ne farà diminuire la resistenza, mentre una superfi-

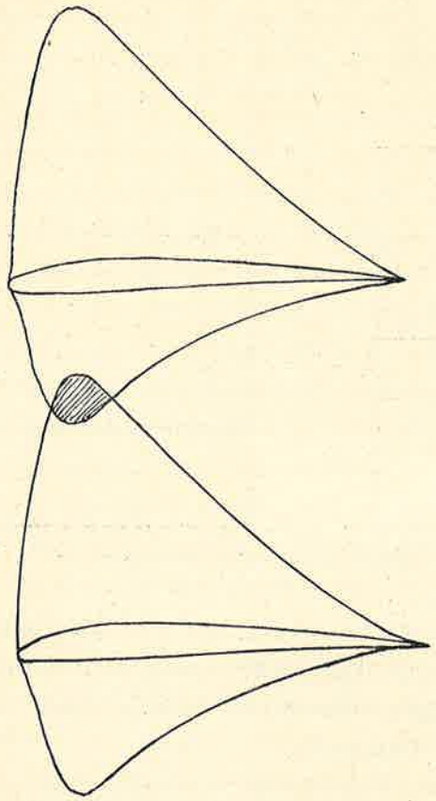


Fig. 22. - *Effetto della biplanizzazione.*

cie rugosa la farà aumentare: di ciò si tien conto nella scelta delle vernici destinate alle ali.

Per diminuire l'ingombro di un apparecchio diminuendone

anche il peso, e per altre considerazioni costruttive, ci si trova spesso nel caso di dovere moltiplicare il numero dei piani sovrapponendoli: si hanno così biplani, triplani e multiplani. Queste combinazioni non sono però esenti da influenze mutue fra le ali: consideriamo infatti (fig. 22) due ali sovrapposte ed i campi ideali entro cui si manifestano le pressioni e le depressioni. Vediamo chiaramente che la pressione dell'ala superiore va a confondersi con la depressione dell'ala inferiore; le due ali vengono quindi ad esserne influenzate, in modo speciale la inferiore dato che, come già abbiamo visto, la depressione

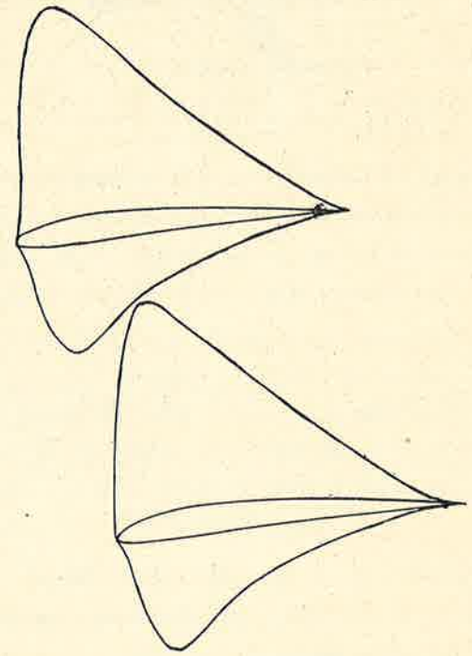


Fig. 23. - *Ali scalate.*

ha maggiore importanza che la pressione: la portanza delle due ali diminuisce. Se più di due ali sono sovrapposte, quelle intermedie vengono influenzate tanto nella loro zona di pressione che in quella di depressione: questi dispositivi multiplani sono

perciò stati abbandonati, mentre i biplani vanno diminuendo di interesse ed anzi, negli apparecchi da volo a vela, sono completamente abbandonati. Per diminuire un poco l'effetto della biplanizzazione si può ricorrere all'allontanamento delle ali fra di loro, entro limiti però contenuti in una ragionevole lunghezza dei montanti che le riuniscono, ed al loro *scalamento* o *décalage* che consiste nel portare avanti l'ala superiore (fig. 23), in

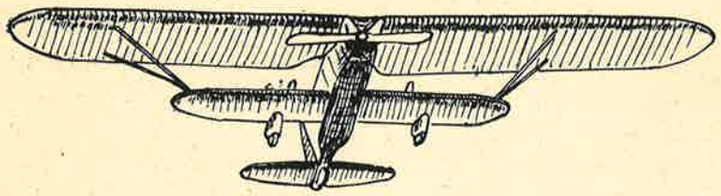


Fig. 24. - *Sesquiplano* (da una fotografia).

modo da diminuire l'interferenza fra le zone di pressione e depressione. Un altro modo, piuttosto in uso fra gli apparecchi a motore, è la costituzione di *sesquiplani* (dal greco: un piano e mezzo) che consistono (fig. 24) nella combinazione di una

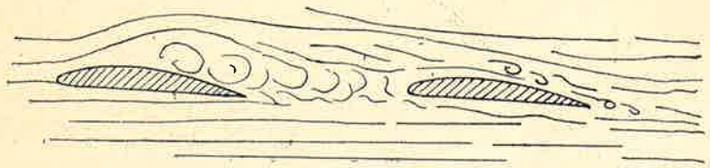


Fig. 25. - *Ali in tendem.*

grande ala superiore e di una piccola inferiore: si ottengono così i vantaggi costruttivi dei biplani, diminuendone molto gli inconvenienti aerodinamici.

L'effetto della disposizione dei piani in tandem (fig. 25) è di diminuire notevolmente l'effetto del piano posteriore che si muove in una atmosfera perturbata dalla scia di quello anteriore; gli apparecchi ad ali in tandem, tentati nei primordi dell'aviazione, sono ora abbandonati; restano solo gli impennaggi

che formano tandem con i piani principali: della loro influenza si tiene conto nei calcoli.

Terzo fattore della resistenza è la superficie; anche quì è evidente che, quanto più il piano è esteso, tanto più grande sarà la resistenza che esso offre.

Abbiamo visto, a proposito del cartoncino su cui si soffia, che esso si alza sempre più con l'aumentare della intensità del soffio, cioè con la velocità della corrente di aria: questo è il quarto fattore della resistenza dell'aria ed interviene con legge quadratica cioè nella formula compare il quadrato della velocità.

Ultimo fattore della resistenza dell'aria è la densità di questa: è noto che, salendo in quota, si trova un'atmosfera sempre più rarefatta. Ora, se il piano si muove in un'atmosfera rarefatta, è evidente che la sua resistenza dovrà diminuire.

In definitiva potremo scrivere la formula che ci dà la resistenza dell'aria:

$$R = K\ S\ V^2\ \gamma$$

dove K è il coefficiente dipendente dal profilo, dall'incidenza, dall'allungamento ecc., S è la superficie in mq., V la velocità in metri al sec. e γ il rapporto fra la densità dell'aria alla quota che si considera e la densità dell'aria a terra; R è espresso in Kg. Le due componenti verticale ed orizzontale di fig. 14 avranno i valori rispettivamente:

$$\text{la portanza}: R_y = K_y\ S\ V^2\ \gamma$$
$$\text{la resistenza}: R_x = K_x\ S\ V^2\ \gamma$$

K_y e K_x si dicono rispettivamente coefficiente di portanza e coefficiente di resistenza.

A parità di profilo, allungamento, pianta di ala, ecc., il coefficiente K_y cresce col crescere dell'incidenza fino ad un certo valore che non supera i 18° a 20°, poi diminuisce; il coefficiente K_x cresce sempre col crescere dell'incidenza. Il fenomeno

si spiega col fatto che la risultante della resistenza dell'aria aumenta bensì col crescere dell'incidenza, ma contemporaneamente si inclina sempre più all'indietro, in modo che la sua componente verticale, superato un certo angolo, diminuisce invece di crescere. La componente orizzontale cresce invece sempre fino a diventare massima, ed uguale a tutta la resistenza, quando l'incidenza è di 90°, cioè quando il piano si è disposto verticalmente.

Il variare dei valori di K_y e K_x con l'incidenza, si può registrare in tabelle e rappresentare graficamente con curve caratteristiche o con curve cosidette *polari* che vengono ricavate sperimentalmente nei laboratori aerodinamici nei quali si espongono a correnti d'aria, di velocità costante e nota, dei modelli di ali ed anche di apparecchi completi, e se ne misurano gli sforzi derivanti, da cui si possono ricavare i coefficienti. Siccome queste correnti di aria vengono prodotte in grandi tubi per mezzo di ventilatori ad elica, questi laboratori vengono anche detti Tunnels aerodinamici o, più italianamente, *gallerie del vento*.

Le curve caratteristiche di un profilo si tracciano in un diagramma cartesiano che porta in ascisse (orizzontali) una graduazione in gradi di incidenza, ed in ordinate tre graduazioni: quella dei K_y, quella dei K_x e quella delle *efficienze* o *rendimenti* E, che sono i rapporti fra i due primi; vedremo in seguito l'importanza di questo rapporto. Sul diagramma vi saranno quindi tre curve che avranno i seguenti andamenti generali: la curva delle portanze parte da 0 in un punto corrispondente ad una incidenza inferiore a quella nulla, poichè anche ad incidenza 0° e meno, il profilo curvo continua a portare dato che si forma sempre una depressione sul suo dorso, dovuta alla curvatura del bordo di attacco: dal valore 0, la portanza sale rapidamente con un andamento quasi rettilineo fino ad una certa incidenza, poi comincia a salire meno rapidamente fin-

chè raggiunge un massimo e ridiscende; la curva della resistenza non ammette naturalmente un valore 0, ma ha un minimo ad una incidenza prossima a quella di portanza nulla: dalle due parti, tanto se l'incidenza aumenta come se diminuisce, la resistenza cresce rapidamente; l'ultima curva, quella dell'efficienza, parte dallo 0 della portanza, sale rapidamente fino ad un valore massimo che corrisponde ad una incidenza non ele-

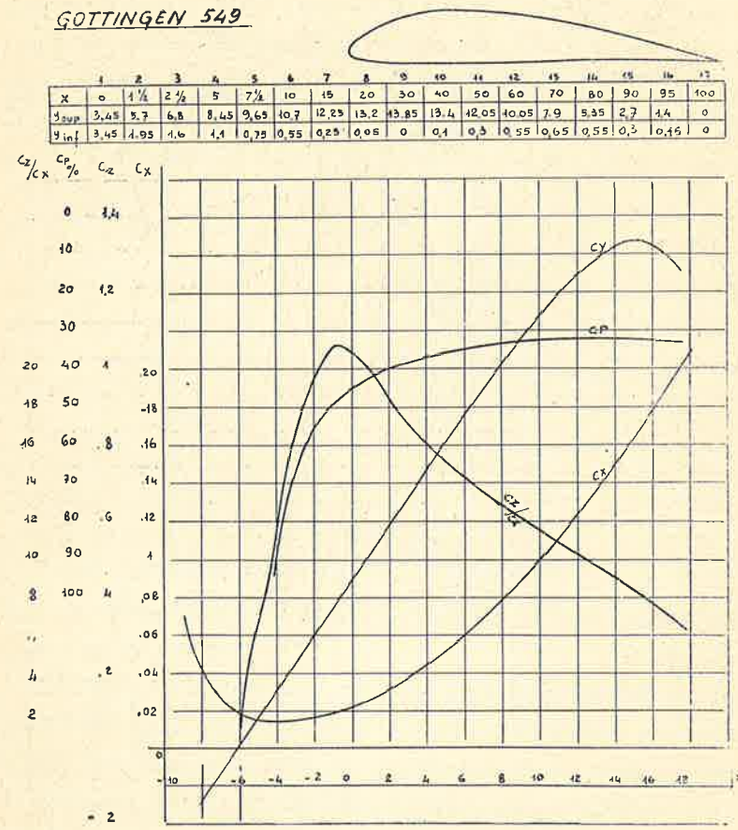


FIG. 26. - *Esempio di diagramma di caratteristiche.*

vata, intorno ai 0°, poi ricomincia a discendere con rapidità minore di quella della salita. Su questo diagramma viene poi an-

che disegnata la curva che rappresenta gli spostamenti del *centro di pressione* che è il punto di applicazione della risultante, rispetto alla corda dell'ala.

A titolo di esempio riportiamo, in fig. 26, le caratteristiche del profilo *Gottingen* 549 (Gottingen è sede di una delle più celebri Università tedesche e di uno dei migliori laboratori aerodinamici del mondo), profilo molto usato nei moderni ap-



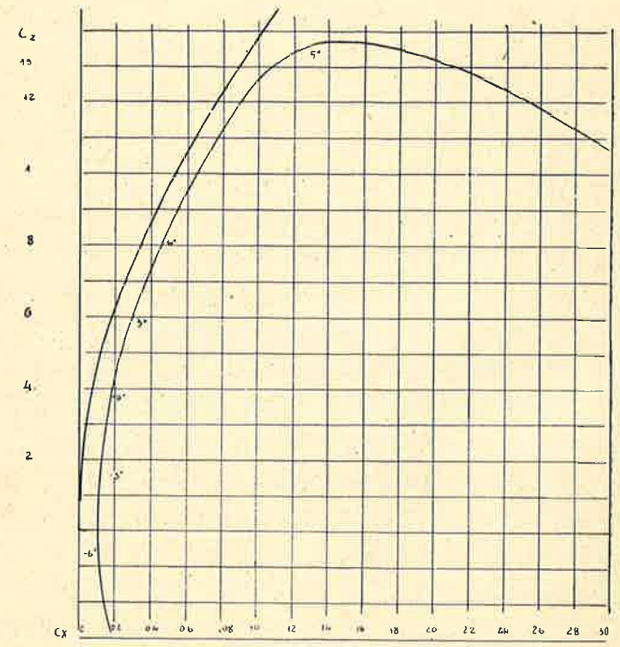


FIG. 27. - *Esempio di polare di ala.*

parecchi a vela da record; le caratteristiche riportate in esso sono riferite ad un modello di allungamento 6, come di solito si rappresentano i risultati dei laboratori; il rendimento è dei più

buoni: 21,2. Per dare un'idea dell'effetto dell'allungamento, diremo che lo stesso profilo, con allungamento 18, ha rendimento 42. Nella figura è anche rappresentato il profilo e sono riportati i valori delle ordinate in funzione della corda che permettono di disegnarlo con precisione.

La curva polare, a differenza delle precedenti (fig. 27), è una sola, disegnata in un diagramma cartesiano che ha per ascisse le resistenze e per ordinate le portanze, disposte cioè come lo sono effettivamente, di modo che una retta che parta dall'origine e raggiunga la curva, rappresenta il coefficiente della risultante: di qui il nome di *polare*, nome che assumono appunto i diagrammi in cui le grandezze sono misurate su raggi

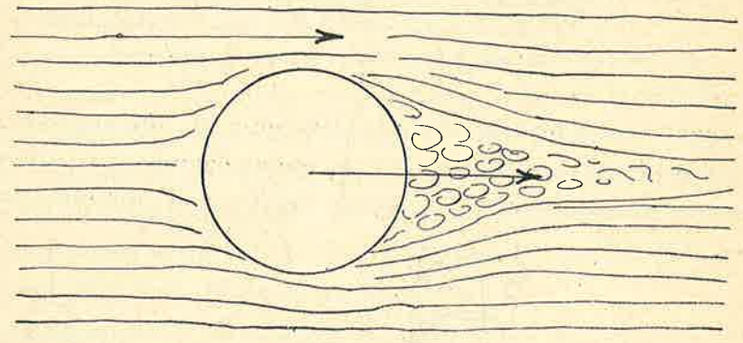


FIG. 28. - *Resistenza dell'aria su di una sfera.*

uscenti da un centro o *polo;* le incidenze sono scritte direttamente sulla curva.

Ma non solo un piano inclinato esposto al vento oppone una certa resistenza, bensì anche un corpo qualunque, con la differenza che, in questo caso, la resistenza non ha componenti utili di portanza, o queste sono trascurabili: essa prende perciò il nome di *resistenza passiva.*

Esaminiamo il comportamento di un corpo qualunque, per esempio una sfera (fig. 28), immersa in una corrente di aria in movimento: i filetti fluidi che colpiscono la parte anteriore

di essa generano una pressione che è una parte della resistenza; un'altra e più grande parte di essa è data dalla depressione che si crea posteriormente alla sfera per causa della zona conica turbinosa che vi formano i filetti fluidi non potendosi subito riunire a monte dell'ostacolo.

Ovviamente, quindi, il valore della resistenza diminuirà no-

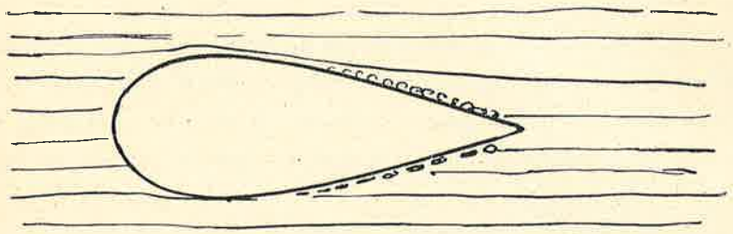


Fig. 29. - *Resistenza dell'aria su di un corpo affusolato.*

tevolmente se si farà seguire alla sfera un cono, ottenendone un corpo profilato come in fig. 29: con questa aggiunta i filetti vengono avviati dolcemente a monte dell'ostacolo diminuendo i

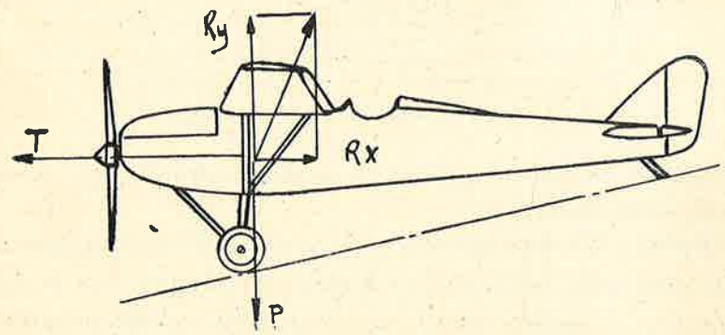


Fig. 30. - *Forze agenti su di un aeroplano in volo.*

turbini, causa principale della resistenza stessa, che resterà composta della pressione a monte dell'ostacolo, dell'attrito superficiale e di una ridottissima aliquota di depressione a monte data da piccoli turbini ancora lambenti il cono posteriore.

Questo è il caso di tutte le parti componenti gli aeroplani (escluse le ali), come navicelle, fusoliere, carrelli, montanti, tiranti, ecc., alle quali, appunto per diminuirne la resistenza, si dà la forma affusolata ed appuntita all'indietro.

Siamo ora in grado di vedere come si sostenta un aeroplano in volo rettilineo ed orizzontale: in fig. 30 è rappresentato schematicamente un apparecchio: sulle sue ali, per effetto del movimento, si genera una portanza R_y; sempre a causa del movimento, e sulle ali stesse, e sulle altre parti accessorie, si genera una resistenza R_x: a queste due forze fanno contrasto rispettivamente, una forza verticale P che è il peso dell'apparecchio ed una orizzontale T che è la trazione dell'elica.

Quando queste quattro forze sono in equilibrio, il velivolo procede orizzontalmente, cioè senza salire nè scendere.

Se invece, ad esempio, cresce la forza T, cresce la velocità e, per conseguenza, anche la portanza R_y; che fa salire l'apparecchio vincendo il peso; se invece la forza T diminuisce, l'apparecchio è forzato a mettersi in posizione di discesa perchè diversamente si verifica la cosidetta perdita di velocità, con conseguente scivolata di ala ed avvitamento.

Esaminiamo il caso limite in cui la forza T scompare, cioè che il motore sia fermo, oppure non esista, come nel caso degli apparecchi senza motore che ci interessano. Il velivolo deve allora cercare una forza che lo trascini e questa forza è appunto il suo peso stesso; nella fig. 31 è ancora rappresentato schematicamente un apparecchio, ma senza la trazione T, in tal caso esso non può più mantenersi alla stessa altezza e navigare orizzontalmente, ma si inclina verso il basso fino a che la componente del peso secondo la direzione dell'asse dell'apparecchio **non sia eguale e contraria alla R_x, mentre la componente secondo la direzione normale alla prima fa equilibrio alla R_y.** Dalla figura si vede che l'aeroplano discenderà lungo una traiet-

toria che fa un certo angolo con la orizzontale, angolo la cui tangente è uguale al rapporto fra resistenza e portanza, che è l'inverso della efficienza precedentemente definita e che prende il nome di *finezza*: questo rapporto dà un'idea di quanti kg. di peso si possono sollevare in volo rettilineo per ogni kg. di trazione dell'elica.

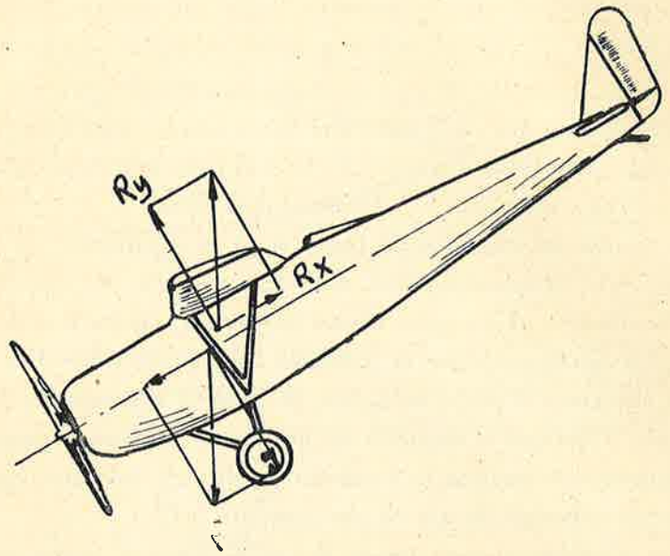


Fig. 31. - *Volo librato.*

Nel volo in discesa che si dice *volo librato* o *plané*, questo rapporto indica quante volte l'altezza a cui ci si trova si può percorrere: ad esempio se il rendimento ottimo dell'aeroplano è 10, esso, trovandosi a 1000 metri, può discendere entro un raggio di 10 km. Tornando a pensare a quel piano inclinato ideale di cui abbiamo già parlato, vediamo che l'apparecchio discende lungo la sua pendenza come un veicolo lungo una strada in discesa, senza consumo di energia meccanica; dati il rendimento ed il carico per mq. (che è il rapporto fra il peso totale e la superficie alare) si può calcolare la velocità di discesa, cioè

quanti metri di quota perde l'apparecchio per ogni minuto secondo; mentre in media gli apparecchi a motore non superano il rendimento di 10, i buoni apparecchi a vela da record hanno rendimenti che raggiungono 22 e superano anche questa cifra, con una discesa intorno ai 60 cm. al secondo.

Riprendiamo ancora in esame la fig. 30: in essa vediamo le forze che si debbono fare equilibrio fra di loro perchè si abbia il volo orizzontale rettilineo; di esse la T, trazione dell'elica, è applicata all'asse del motore, la P, peso dell'apparecchio, è applicata al suo centro di gravità che è quel punto in cui si può supporre concentrata tutta la sua massa; la resistenza e la portanza dell'ala, cioè la loro risultante, sono applicate al centro di pressione; la resistenza passiva dell'apparecchio è applicata ad un altro punto che si dice centro di resistenza. Perchè l'apparecchio stia in equilibrio, bisogna non solo che le forze si equilibrino come intensità, siano cioè uguali fra di loro a due a due, ma anche come posizione del punto di applicazione; ora, mentre naturalmente il punto di applicazione della T è immobile e quello della P, centro di gravità, di poco spostabile perchè si cerca di piazzare i carichi variabili (benzina, bombe, ecc.) in modo che ne alterino di pochissimo la posizione, come pure è immobile il centro di resistenza; il centro di pressione, invece, varia di posizione col variare dell'incidenza. Nelle comuni ali a profilo curvo, esso si sposta nel senso di far aumentare la variazione di incidenza e cioè, con il crescere del valore di questa, il centro di pressione e con esso la risultante, si spostano in avanti in modo di fare ancora aumentare l'incidenza: l'apparecchio *cabra*. Il contrario avviene quando l'incidenza diminuisce: l'apparecchio *picchia*. L'ala curva è quindi intrinsecamente instabile; il piano sottile invece, che non è possibile usare per altre ragioni, si comporta in modo inverso e sarebbe quindi stabile.

Da queste considerazioni deriva che un apparecchio for-

mato da una sola ala curva oltre agli organi accessori, non sarebbe stabile; cioè, qualora si trovasse in volo rettilineo, una qualsiasi perturbazione ne farebbe variare l'assetto in modo irrimediabile; perciò è necessaria la presenza di un organo stabilizzatore, che è l'impennaggio di coda. Esso consiste in una superficie orizzontale fissata posteriormente alle ali. se l'apparecchio tende a picchiare (fig. 32), la coda si innalza, il piano di coda riceve la corrente di aria sul dorso il che genera una spinta verso il basso che ristabilisce l'equilibrio; nel caso della cabrata, si genera invece una spinta verso l'alto che

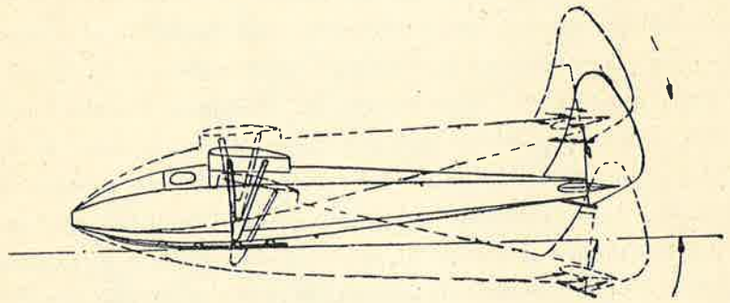


Fig. 32. - *Dimostrazione della stabilità longitudinale.*

riporta l'apparecchio nella sua normale posizione. La stabilità di cui finora ci siamo occupati si dice longitudinale.

Siccome il velivolo è librato nello spazio che è a tre dimensioni, così si debbono avere tre specie di stabilità e tre tipi di organi stabilizzatori. E poichè, d'altra parte, il pilota deve poter modificare a volontà l'assetto di equilibrio del suo apparecchio, così esistono anche tre tipi di organi di manovra. Per la stabilità longitudinale, di cui abbiamo già parlato, si ha l'impennaggio orizzontale che è composto di due parti, una fissa detta *piano fisso* od anche *piano di coda* ed una mobile o *timone di profondità* che, con il suo movimento, comanda l'ascesa e la discesa dell'apparecchio.

Il secondo tipo di stabilità è quella trasversale, dipendente dalla forma dell'apparecchio e dalla distribuzione dei pesi su di esso: per effetto di questa stabilità il velivolo si mantie-

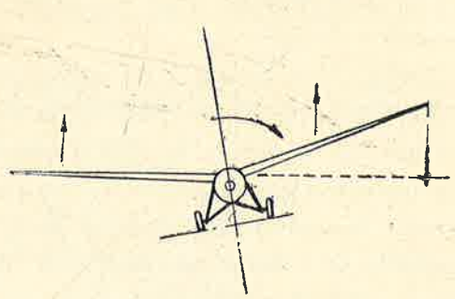


Fig. 33. - *Ali a V.*

ne in piano senza inclinarsi a destra od a sinistra; molto favorevole alla stabilità trasversale è la forma a V delle ali (fig. 33) che si ha quando, viste di fronte, queste sono disposte ad an-

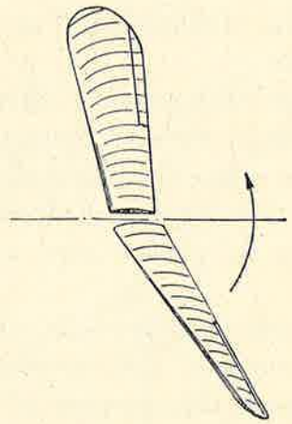


Fig. 34. - *Svergolamento delle ali.*

golo molto aperto verso l'alto. La loro azione si spiega così: finchè l'apparecchio sta orizzontale, le ali portano egualmente perchè la loro proiezione su di un piano orizzontale è uguale,

ma se per esempio esso si inclina verso sinistra, l'ala destra si proietta sul piano orizzontale con una superficie più piccola che non quella della proiezione della sinistra: tale differenza porta ad una differenza proporzionale delle rispettive portanze, che tende a far ristabilire l'equilibrio.

Organi di comando trasversali sono quelli che aumentano l'incidenza di una delle ali mentre l'incidenza dell'altra diminuisce, allora l'ala con maggiore incidenza porta di più e si innalza facendo inclinare l'apparecchio. Ciò si può ottenere in due modi: il primo, non più molto usato, consiste nel torcere le ali (fig. 34) facendo ad esempio discendere il lungherone posteriore di una di esse ed innalzare l'altro: questo si chiama *gauchissement* o *svergolamento*; l'altro sistema, oramai universalmente adottato, consiste in piani detti aleroni (v. fig. 62) imperniati parallelamente al bordo di uscita delle ali e formanti le parti estreme posteriori delle ali stesse: quando uno di essi si innalza, l'altro si abbassa, l'ala che ha l'alerone abbassato porta di più dell'altra, la differenza di portanza provoca la inclinazione del velivolo.

Vi è infine la stabilità di rotta, per effetto della quale, l'apparecchio si mantiene in direzione rettilinea nel suo volo (figura 35). Suoi organi sono i piani verticali che prendono il nome di *deriva* (quello fisso) e *timone di direzione* (quello mobile); l'ultimo è comandato dal pilota e serve a far variare la direzione di marcia.

Ma il solo timone di direzione non è sufficiente per eseguire curve di raggio piuttosto piccolo, perchè la forza centrifuga che si sviluppa farebbe scivolare in fuori, *dérapare* l'apparecchio come un'automobile che abbia presa una curva troppo stretta su strada bagnata. Per evitare questo inconveniente si ricorre al rimedio delle curve rialzate, che si adottano nelle piste da biciclette, moto, od automobili; solo che qui, come il solito, è il velivolo stesso che, con la sua velocità, si crea la

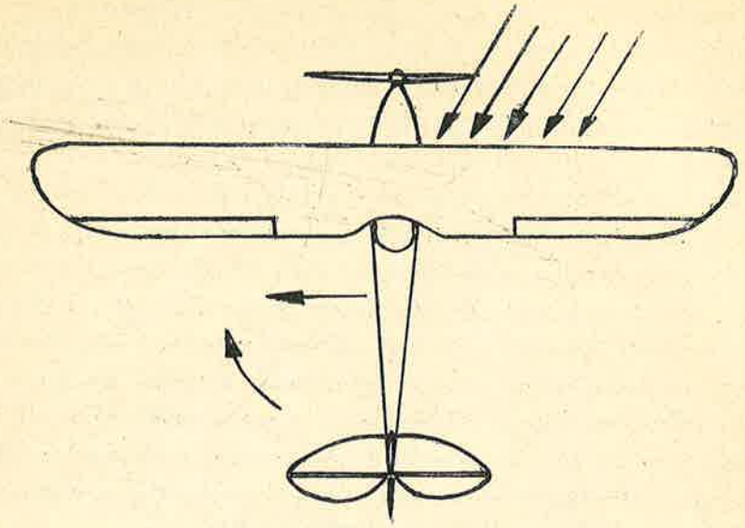


Fig. 35. - *Dimostrazione della stabilità di rotta.*

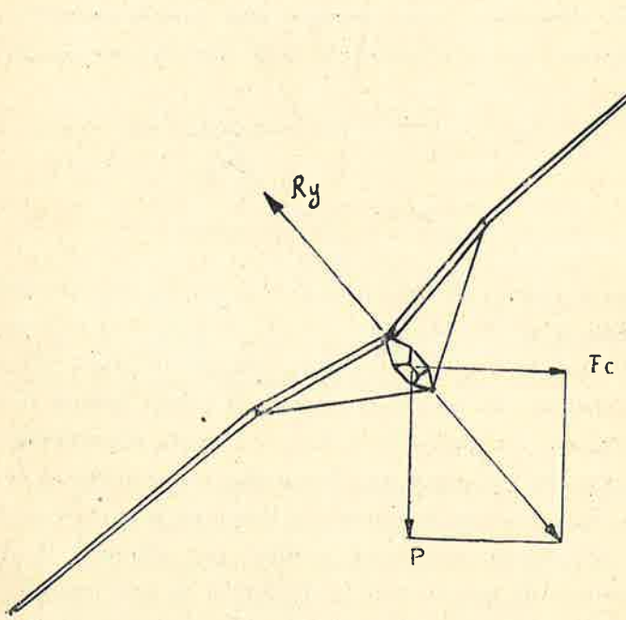


Fig. 36. - *Volo in curva.*

strada (in questo caso, con curve rialzate), inclinandosi verso l'interno della curva fino a che, come si vede chiaramente nella fig. 36, la forza centrifuga si componga con il peso dell'apparecchio, in modo che la risultante faccia equilibrio alla portanza che si mantiene naturalmente normale alle ali.

Questa inclinazione deve essere regolata dal pilota con l'ausilio della propria sensibilità o di appositi strumenti: se è troppa l'apparecchio ha tendenza a scivolare di ala verso l'interno della curva, se è troppo poca, tende, come già visto, a dérapare in fuori. Quando l'inclinazione cresce molto e con essa la strettezza della curva, i piani orizzontali vengono un poco a fare l'effetto di timoni di direzione, mentre quelli verticali si comportano un poco da timoni di profondità; nella voltata alla verticale i due timoni si scambiano la loro funzione: per questo le si dà il nome di *voltata a comandi invertiti*.

Ma in un apparecchio ben centrato, ad una piccola azione del timone di direzione, deve seguire una proporzionale inclinazione laterale; ciò si ottiene con una conveniente posizio-



Fig. 37. - *Centro di deriva e sue azioni.*

ne del cosidetto *centro di deriva* che è il centro di pressione che risulterebbe se il velivolo fosse colpito di fianco da una corrente di aria: questo centro deve essere situato in alto e dietro al centro di gravità. In tal caso, quando il pilota aziona il timone di direzione, l'apparecchio (fig. 37) ruota e presenta al vento un fianco che sviluppa una forza che è applicata al centro di deriva. La posizione di questo dà luogo ad una coppia che fa inclinare il velivolo nel senso voluto; per ottenere la desiderata posizione di questo centro di deriva si aggiungono all'aeroplano, che diversamente non avrebbe stabilità di rotta,

i piani verticali che sono indietro ed in alto. Un buon aiuto alla stabilità stessa è dato dalle ali a freccia come in fig. 38: quando un apparecchio munito di tali ali tende a ruotare, una di queste presenta al vento una superficie maggiore dell'altra e

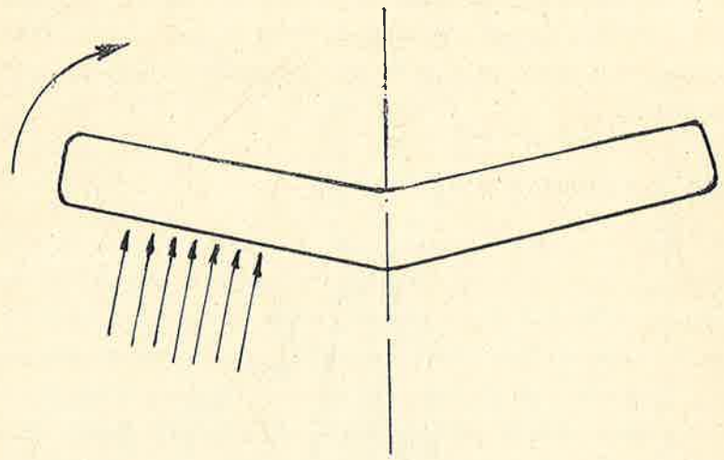


Fig. 38. - *Ali a freccia*

tende a far ruotare il velivolo fino a fargli tenere testa al vento stesso. Gli apparecchi senza coda di cui parleremo in seguito, hanno la stabilità assicurata dalle ali a freccia e sono sempre muniti di derive alle estremità delle ali.

ATMOSFERA

L'aria che forma l'atmosfera terrestre è composta prevalentemente, al livello del mare, di 4/5 di azoto ed 1/5 di ossigeno, più tracce di gas rari e quantità variabili di vapore acqueo, che è la causa delle cosidette meteore, nebbie, nubi, piogge, neve, temporali, grandine, brina, rugiada, ecc.

TROPOSFERA E STRATOSFERA

Le caratteristiche dell'atmosfera: pressione, densità, temperatura e composizione, variano con l'altezza. Intorno alla terra vi sono due strati di atmosfera: la *troposfera* che è quello strato di una certa altezza in cui la temperatura decresce regolarmente con l'altezza; al di là vi è la *stratosfera* in cui la temperatura si mantiene costante; l'altezza dello troposfera alla nostra latitudine è di circa 10.000 metri, mentre è di 4000 ai poli e di 17.000 all'equatore: si tratta quindi di uno sferoide fortemente schiacciato ai poli.

CAUSE E STRUTTURA DEL VENTO

E' nella troposfera che si verificano tutti i fenomeni meteorologici; in essa l'aria è in continuo movimento per effetto delle variazioni di temperatura e di pressione, che sono la principale causa dei venti. Infatti l'aria, riscaldata al contatto di un terreno caldo, diminuisce di densità, diventa più leggera e tende a salire, lasciando così il posto a masse di aria più fredde che si mettono, perciò, in movimento. Misurando con un barometro la pressione dell'atmosfera in quel punto, si riscontrerà una diminuzione di pressione, mentre le zone circostanti saranno a pressione più elevata; disponendo di una rete di osservatorî, su tutta una zona, ad es. l'Europa, gli Uffici meteorologici centrali possono tracciare le linee sulle quali si è verificata la stessa pressione, che perciò si dicono *isobare;* queste linee presentano di solito forme chiuse con un centro di massima o di minima pressione, che si dice nel primo caso anticiclone, nel secondo ciclone. L'osservazione dell'andamento dei cicloni ed anticicloni è di grande ausilio per la navigazione aerea perchè serve alla previsione del tempo ed è della massima importanza per la grande navigazione a vela (come nel caso dei voli di centinaia di chilometri senza motore compiuti dai piloti tedeschi). Per effet-

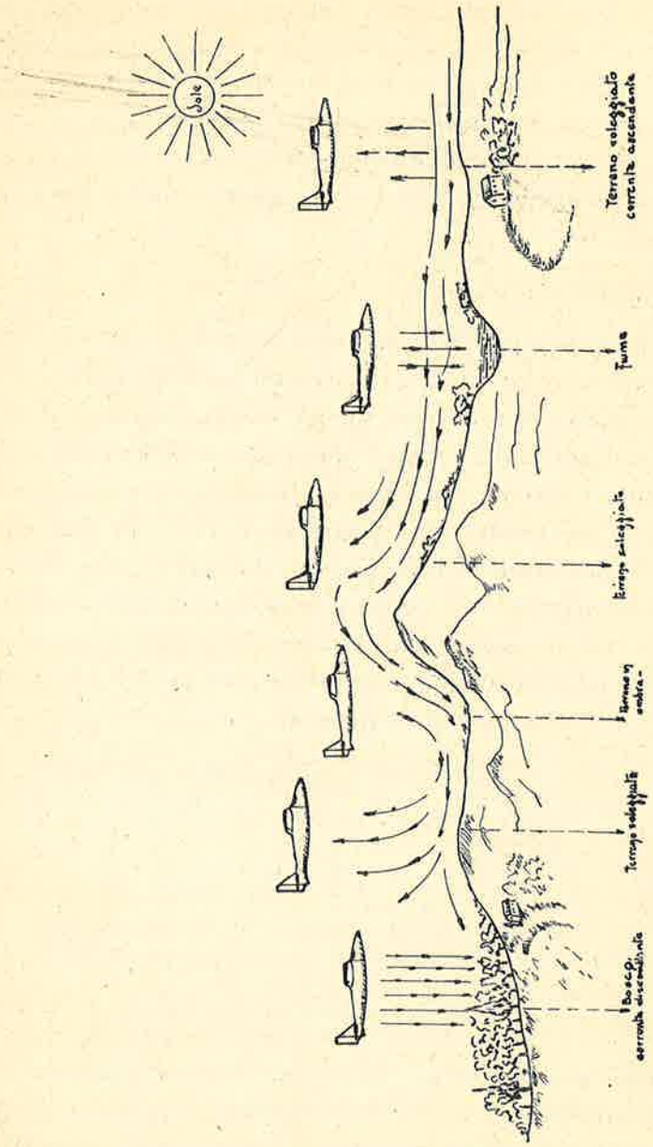


FIG. 39. - *Formazione delle correnti ascendenti termiche.*

to delle variazioni locali di temperatura si producono anche venti e brezze periodiche, come per esempio quelli di mare o di lago, che spirano in determinate direzioni a seconda delle ore del giorno: infatti, l'acqua al mattino assorbe calore e la terra si riscalda di più: si verificherà quindi un vento verso terra; alla sera invece la terra si raffredda mentre l'acqua rende il calore immagazzinato durante il giorno, provocando così il vento di terra.

LE CORRENTI ASCENDENTI

In una pianura (fig. 39), a superficie di sabbia, o di terra arida, o di pietrame, il sole scalda il terreno molto di più che nel caso d'una foresta, o di terreni coperti da vegetazione o da acquitrini o di laghi; sulla sabbia, sulle rocce o sul terreno nudo l'aria riscaldata diventa più leggera e tende a salire formando delle correnti ascendenti che prendono il nome di *termiche*, mentre se ne formeranno di discendenti al disopra delle acque o delle masse di vegetazione: questa è la ragione della formazione dei cosidetti *rémous*, salti e vuoti bruschi che si verificano spesso e che fanno ondeggiare l'apparecchio che navighi a bassa quota su terreno vario ed in una giornata calda.

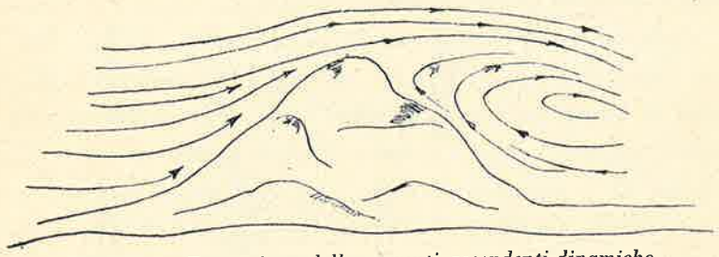


Fig. 40. — *Formazione delle correnti ascendenti dinamiche.*

Questo fenomeno, che per l'aviazione a motore non è altro che un inconveniente, è invece della massima importanza per la aviazione a vela che, specialmente in questi ultimi tempi, ha imparato a servirsene per lunghi voli attraverso la campagna.

Quando una corrente di vento, naturalmente orizzontale, viene a lambire un'altura (fig. 40), ne segue il profilo, generando così una corrente ascendente a monte ed una discendente a valle: queste correnti si dicono *dinamiche*.

Vi è poi un'ultima categoria di correnti ascendenti, quella delle correnti che dànno luogo alle nubi, che sono dette, appunto, di correnti ascendenti (fig. 41); esse determinano la formazione dei cumuli che sono quelle nubi bianche e di forma molto arrotondata a cupola, frequentissime in primavera ed estate; anche le nubi temporalesche (fig. 72), sono sede di violentissime correnti ascendenti. Il fronte del temporale si presenta sempre come un enorme cilindro ad asse orizzontale in movimento di rotazione, sormontato sovente da una altissima nube a forma di torre. Le correnti che provocano questi fenomeni sono dovute a concambi di masse di aria che si trovano ad altezze diverse ed a temperature differenti fra loro, in modo che una

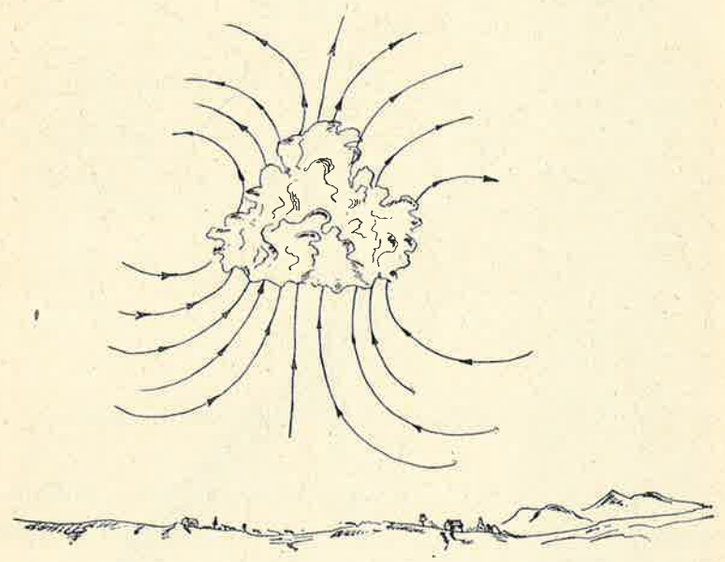


Fig. 41. - *Formazione delle correnti in un cumulo.*

massa fredda superiore tende a discendere, mentre quella calda inferiore tende a salire.

In una corrente ascendente, comunque provocata (fig. 42),

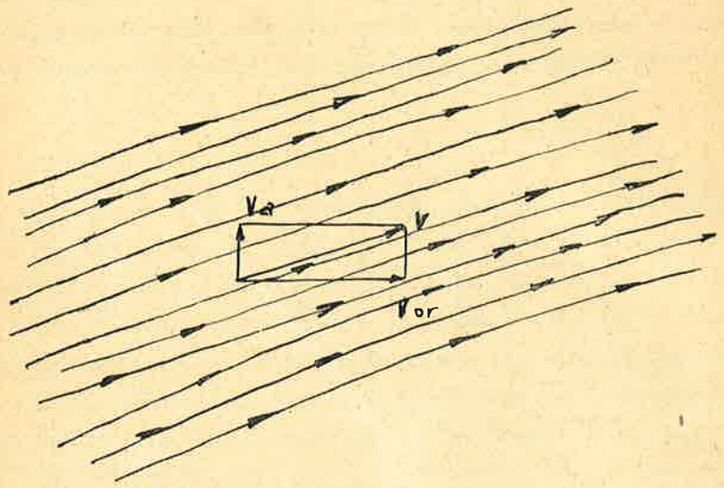
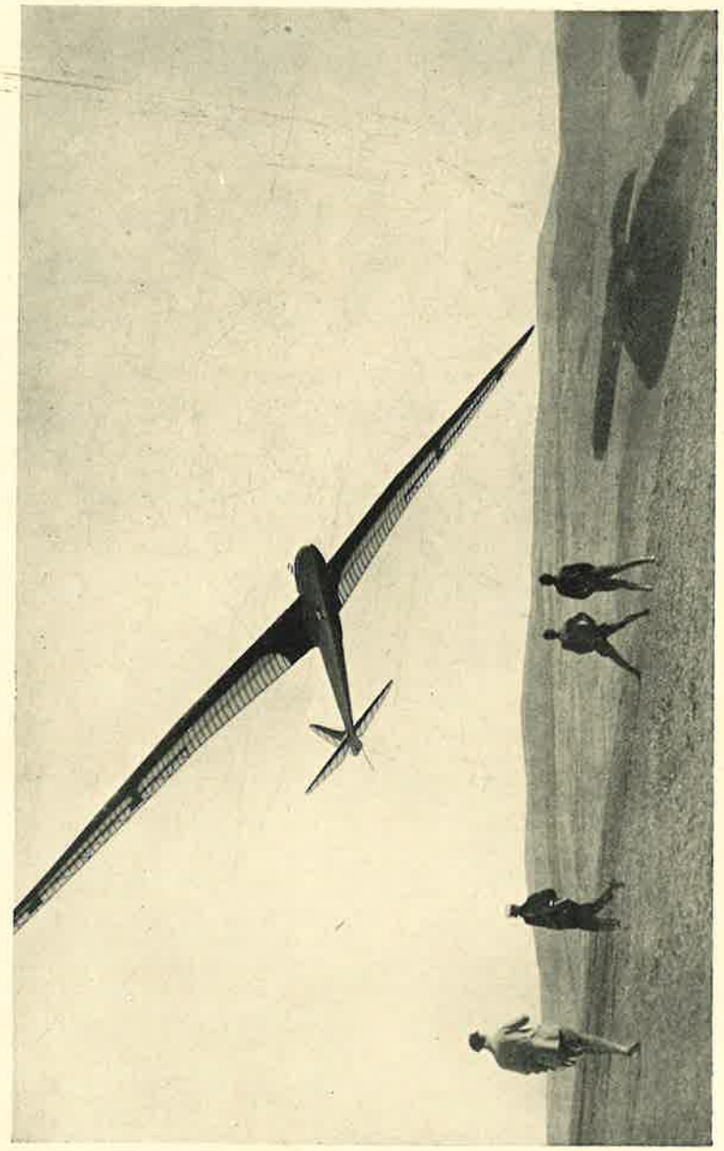


Fig. 42. - *Scomposizione della velocità del vento ascendente.*

noi potremo scomporre la velocità del vento, che è obliqua, in due componenti: una orizzontale ed una verticale, secondo la nota regola del parallelogrammo.



(Fot. H. Eckert)

Il "Fafnir"

Capitolo III.

PRINCIPII FONDAMENTALI DEL VOLO A VELA

E SENZA MOTORE.

PRINCIPII FONDAMENTALI DEL VOLO SENZA MOTORE

Supponiamo ora un apparecchio senza motore in volo al disopra di una zona su cui si manifestino delle correnti ascendenti: se la componente verticale della velocità del vento è uguale alla velocità di discesa propria del velivolo, questo si potrà sostentare senza perdere quota, anzi, se la velocità verticale del vento sarà superiore alla sua velocità di discesa, l'apparecchio stesso potrà anche salire.

Questo speciale genere di volo prende il nome di *volo a vela* ed è quello stesso che si può osservare in molti uccelli, specialmente rapaci (aquile, falchi, ecc.), che si librano a volo per un tempo lunghissimo senza assolutamente battere le ali. Questo volo deve essere effettuato dall'uomo con speciali apparecchi di molta finezza e da piloti sperimentati ed accuratamente allenati perchè abbiano la sensibilità necessaria per poter sfruttare tutte le correnti ascendenti. I voli a vela di grandissima durata e distanza sono stati compiuti da piloti di eccezionale sensibilità e dotati inoltre di ottime conoscenze meteorologiche.

Perchè l'apparecchio possa veleggiare in correnti ascendenti quali si possono comunemente trovare, occorre che la sua velocità di discesa sia molto piccola, cosa che si ottiene facendolo molto leggero rispetto alla sua superficie (facendo cioè molto piccolo il suo carico per mq.) e costruendolo di forme aerodinamiche molto fini. Uno dei mezzi più usati è di dare alle ali un

grande allungamento e forma trapezoidale molto rastremata alle estremità, il che contribuisce anche a diminuire il peso distribuendo razionalmente gli sforzi; l'altro è di diminuire al massimo le resistenze passive, facendo l'apparecchio monoplano a sbalzo o controventato con montanti molto carenati, e di dare le migliori forme alla fusoliera di cui si cerca anche di ridurre al massimo la sezione maestra: i carrelli vengono aboliti sostituendoli con un semplice pattino centrale. L'apparecchio assume così, per quanto possibile, le forme dei grandi uccelli veleggiatori.

PLANEURS E VELEGGIATORI

Riferendoci ai nostri apparecchi da volo a vela di elevate caratteristiche, vediamo che essi riescono generalmente di notevole costo per la finezza ed accuratezza della loro costruzione: sono di non facile maneggio e trasporto per le loro dimensioni, ed inoltre sono di pilotaggio piuttosto delicato; invece per la scuola si esigono apparecchi facili, semplici, robusti ed economici nella costruzione, manutenzione e riparazione; da questi, naturalmente, non si possono pretendere le alte caratteristiche dei primi. Tali apparecchi più semplici si possono più propriamente chiamare apparecchi senza motore, in quanto che essi, per la loro scarsa finezza, non possono fare del vero e proprio volo a vela, ma solamente compiere dei brevi voli librati di istruzione. In essi quasi sempre non vi è una vera e propria fusoliera (come vedremo meglio in seguito), ma un corpo centrale che porta il pilota seduto all'aperto senza chiusura o protezioni, il che gli permette di meglio imparare i movimenti. Le ali sono di basso allungamento e controventate da fili di acciaio come la coda; i comandi sono però del tutto eguali a quelli degli aeroplani a motore e dei veleggiatori, a differenza degli apparecchi dei pionieri di cui si è parlato al capitolo primo (Lilienthal, Pilcher, Chanute, ecc.), in cui il pilota stava sospeso al velivolo e lo governava con lo spostamento del peso del corpo. Questo tipo di apparecchio, conosciuto sotto il nome di tipo Chanute od a sospensione ed ancora recentemente usato da pochi per la sua leggerezza e poco costo, è però ora completamente abbandonato perchè discretamente pericoloso e di scarso rendimento per l'insegnamento.

In Italiano non esistono ancora nell'uso comune le parole appropriate per indicare i due differenti tipi di aeroplano, il senza motore semplice e quello da volo a vela; in Francia essi si dicono rispettivamente *Planeur* ed *Avion voilier*, in Inghilterra ed America *Glider* e *Sailplane*, in Germania *Gleiter* e *Segelflugzeug*.

Una formula convenzionale tedesca permette di calcolare approssimativamente la minima velocità di discesa di un apparecchio: essa è

$$\frac{\sqrt{G}}{1.315\,l}$$

dove G è il peso totale del velivolo ed l la sua apertura alare.

Si è convenuto di classificare come veleggiatori quegli apparecchi la cui velocità di discesa non superi 1 metro al secondo, gli altri sono semplici *planeurs* da scuola.

GLI STUDII SUL VOLO DEGLI UCCELLI

Lo studio del volo degli uccelli è stato di grande aiuto per lo sviluppo dell'aviazione in genere ed in special modo per quello del volo a vela.

Fra i più noti studiosi di esso possiamo citare, oltre al nostro grande Leonardo da Vinci, i fratelli Lilienthal, i francesi Mouillard e Magnan, e, in tempi più recenti, gli italiani fratelli Antoni.

Molte specie di uccelli praticano il volo a vela vero e proprio utilizzando le correnti ascendenti naturali, sia termiche che di pendio: perciò prendono il nome di uccelli veleggiatori. Fra di essi sono tutti i rapaci, e molti uccelli marini. Questo volo a vela

sulle correnti ascendenti, tanto degli uccelli che dell'uomo, ha preso il nome di volo a vela *statico* e si divide in sottospecie a seconda delle correnti ascendenti che utilizza (termiche, dinamiche e delle nubi). Da esso si distingue nettamente il volo a vela *dinamico*, da non confondersi assolutamente con quello su correnti ascendenti dinamiche. Esso non utilizza le correnti ascendenti, ma l'energia interna del vento contenuta nelle sue pulsazioni o raffiche: questo volo è stato riscontrato effettuarsi da uccelli che si sono visti volare ad ali ferme nella assenza più assoluta di ogni possibilità di formazione di correnti ascendenti; varie sono le spiegazioni del fenomeno che è stato anche studiato sperimentalmente al tunnel aerodinamico, ma finora l'uomo non è ancora riuscito a realizzarlo.

Negli uccelli si riscontrano le finissime forme aerodinamiche di cui abbiamo parlato a proposito degli apparecchi da volo a vela, forme che furono di grande aiuto nel progetto di questi apparecchi.

Però l'uccello possiede una flessibilità delle membra ed una completa controllabilità di tutti i suoi organi che purtroppo è impossibile raggiungere con una macchina, quindi gli apparecchi costruiti dall'uomo sono ben lontani dal poter raggiungere i risultati della natura. Però, con il continuo affinamento delle forme e con il sempre crescente allenamento ed addestramento dei piloti, si sono già raggiunti dei risultati veramente lusinghieri di cui abbiamo già parlato; e ci auguriamo che, con un più completo studio del volo degli uccelli, delle correnti aeree e con il crescente miglioramento delle costruzioni, l'uomo riesca ben presto a volare nel vero senso della parola, e ad effettuare lunghi viaggi in determinate favorevoli condizioni di terreno e di atmosfera, senza l'aiuto del motore.

Capitolo IV.

LA PRATICA DEL VOLO A VELA

E SENZA MOTORE.

I VARII BREVETTI

Con un recente decreto il nostro Ministero dell'Aeronautica ha sistemati i brevetti di volo a vela dando loro riconoscimento giuridico sotto il nome di « Brevetto di pilota di aeromobile senza motore » che si distingue nelle tre categorie « A », « B » e « C ».

Per conseguire il brevetto « A » il candidato deve effettuare un volo della durata di 30 secondi, seguito da un atterraggio regolare.

Per conseguire il brevetto « B » il candidato deve effettuare:

1) due voli della durata di 45 secondi ciascuno, seguiti da atterraggi regolari;

2) un volo della durata di un minuto primo con una virata a sinistra ed una a destra, seguito da un atterraggio regolare.

Per conseguire il brevetto « C » il candidato dovrà effettuare un volo della durata di almeno cinque minuti primi, durante il quale deve sorvolare il punto di lancio.

Per conseguire il brevetto di qualunque categoria egli deve inoltre dar prova di conoscere le seguenti materie:

Cognizioni teoriche. — Nozioni teoriche delle leggi sulla resistenza dell'aria, relativamente all'effetto di queste sulle superfici principali, sui piani di coda, sui timoni di direzione e di

profondità. Funzioni delle varie parti del velivolo e dei loro comandi. Prove pratiche di regolazione.

Cognizioni speciali. — Conoscenza del regolamento per la Navigazione Aerea ed in special modo delle norme sui fanali e sulle segnalazioni e delle norme di circolazione aerea sugli aeroporti e nelle loro vicinanze. Nozioni elementari di diritto aeronautico.

LA SCELTA DEL TERRENO

La prima istruzione di pilotaggio di apparecchi senza motore si può svolgere anche in pianura su di un comune campo di aviazione. In terreno pianeggiante però i lanci, con i comuni apparecchi da scuola ed il normale sistema ad elastico, permettono di superare solo brevi distanze; si può essere tentati di aumentare la lunghezza dando tensioni molto forti all'elastico stesso, ma un tale espediente può portare a disgrazie e non è quindi consigliabile; si può migliorare la finezza dell'apparecchio scuola e accrescer lo spazio che può percorrere, munendolo di una carenatura della trave centrale (fig. 76), senza però racchiudere il pilota. Ma si tratta di palliativi: meglio è iniziare fin quasi dal principio l'istruzione degli allievi con terreno in pendenza, facendo solo pochissime lezioni preliminari (le così dette strisciate) in terreno pianeggiante.

Un buon campo di istruzione per voli senza motore dovrebbe comportare varie linee di lancio di varia lunghezza per i diversi stadi di istruzione ed essere completamente sgombro di alberi ed altri ostacoli. Ogni linea di lancio dovrebbe essere formata di un tratto in alto pianeggiante per il lancio, un tratto di pendenza dolce e regolare, ed un altro tratto in basso, pianeggiante, per l'atterraggio. Su una linea simile si potranno svolgere le prime lezioni. La pendenza ideale è intorno ad 1/10, ciò che corrisponde all'incirca alla pendenza di discesa degli apparecchi scuola. In tal modo l'allievo compirà tutto il suo volo



Fig. 43. - *Una bella vista delle montagne della Rhôn durante una giornata di gara* (da Flugsport)

librato a pochissima distanza dal suolo e quindi nelle migliori condizioni di sicurezza: un lancio debolissimo, e quindi poco pericoloso, gli permette di eseguire voli di una certa durata e distanza.

Tutte queste considerazioni valgono per il caso che l'istruzione si svolga, come è d'uso fra di noi, con sistema di lancio manuale elastico; per sottrarsi alla schiavitù dello speciale terreno, sono stati escogitati varî sistemi di istruzione da poter svolgere in terreno piano.

Per il volo a vela propriamente detto, poi, si esige un terreno con venti dominanti e pendenze tali che questi venti vi generino correnti ascendenti: questo terreno può essere situato in montagna oppure può essere anche sulla riva del mare, nel qual caso si possono anche sfruttare le correnti ascendenti termiche che ne derivano.

Abbiamo già parlato della società tedesca Rhôn-Rossitten e dei suoi due terreni che rappresentano ottimi esempi delle due suddette categorie: la Rhôn, il primo (fig. 43 e 44), che ha per centro la Wasserkuppe, è un gruppo montagnoso con pochi alberi e quasi tutto a pascoli, a pendenze dolci e senza scoscendimenti od altri ostacoli; le sue favorevoli condizioni orografiche e meteorologiche hanno permesso di ottenervi le prove eccezionali già citate.

Il secondo terreno è Rossitten (fig. 45), sulla costa a scarpata del Baltico e con molte dune sabbiose; qui pure si sono ottenuti ottimi risultati specialmente dal punto di vista delle grandi durate intorno al punto di lancio, utilizzando le correnti ascendenti di origine termica provocate dalle differenze di temperatura fra acque e coste riscaldate dal sole. L'attenzione su questi due centri è anche richiamata dal fatto che, per il loro potente attrezzamento e per l'interesse che destano i concorsi annuali che vi si tengono, sono diventati il teatro delle gesta dei migliori apparecchi e piloti che si possono attualmente annove-

rare. Ma non è da pensare che siano i soli campi scuola, nè che sia difficile trovarne di simili in qualunque paese: nella Germania stessa vi sono altri luoghi ottimi per il volo a vela, come pure in Inghilterra, Francia, Belgio, America ecc.

In Italia si sono dimostrati adatti allo scopo l'Altipiano di Asiago ed i dintorni di Pavullo nel Frignano, nell'Appennino Modenese; d'altra parte la nostra Patria, così ricca di mon-



Fig. 44. - *Effetto di nubi sulla Wasserkuppe* (Fot. H. Eckert)

tagne, deve avere moltissime località favorevoli a questo bellissimo sport.

Persino le grandi città si sono dimostrate ottime località per il volo a vela, per le correnti ascendenti termiche provocate dal forte riscaldamento dei fabbricati. Si sono eseguiti voli su Berlino e su New-York: su quest'ultima metropoli un pilota Tedesco

in esibizione rimase tanto tempo in aria da provocare l'arresto della circolazione nelle vie per la gran folla che si fermava a guardarlo, così che occorse l'intervento degli aeroplani della polizia che andarono ad invitarlo a... circolare.



Fig. 45. - *La costa di Rossitten* (da Flugsport)

La tecnica moderna del volo a vela tende in ogni modo ad emanciparsi dalla necessità di una speciale zona, bastando ad essa le correnti ascendenti termiche e quelle delle nubi che si pos-

sono trovare anche in pianura: prova ne siano i voli già citati di Groenhoff di 264 km., quelli su Berlino, su New-York e su altre città, nonchè le varie traversate della Manica compiute dai piloti tedeschi.

Per effettuare il primo distacco da terra, è necessario un certo impulso che trasmetta all'apparecchio l'indispensabile velocità di sostentazione. Il metodo più usato per ottenere questo impulso è a mezzo di un cavo elastico simile a quello usato per i carrelli di aeroplano, ma con rivestitura rinforzata, del diame-

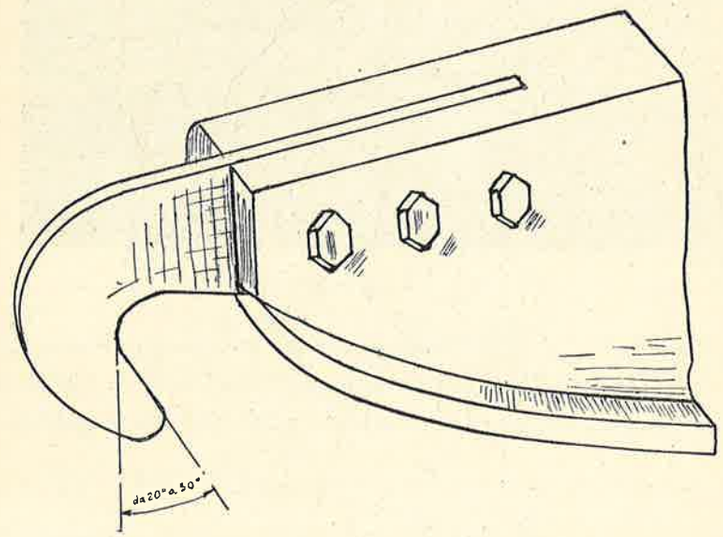


Fig. 46. - *Gancio anteriore per l'attacco dell'elastico*

tro di 14 a 16 mm. e della lunghezza di 50 a 100 metri, fissato nel suo punto medio, fasciato di stoffa e guarnito d'un robusto anello metallico, all'estremità anteriore dell'apparecchio con apposito gancio (fig. 46). I due rami vengono tesi ciascuno da una squadra di tre a sei uomini (fig. 47 e 52) che camminano mentre l'apparecchio è tenuto fermo sia da altre persone che lo trattengono per una corda, sia da un meccanismo di sganciamento fissato ad un picchetto piantato in terra.

Ad un dato momento, a comando del pilota o dell'istruttore, i tiratori si mettono a passo di corsa e l'apparecchio viene lasciato libero: allora la forza viva immagazzinata dall'elastico



Fig. 47. - *Un lancio ad elastico*

viene trasmessa al velivolo, mettendolo in veloce movimento, il che ne provoca il distacco dal suolo. I tiratori devono continuare a correre mentre l'elastico si allenta gradualmente e cade da sè

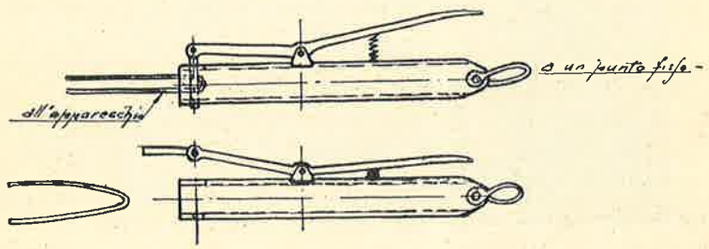


Fig. 48. - *La « pistola » per lo sgancio della coda*

dal gancio dell'apparecchio, che è sagomato convenientemente ed aperto verso il basso; se si trascurasse questa precauzione, ed i tiratori si fermassero, ci sarebbe pericolo che l'elastico si sganciasse prima di essere del tutto allentato ed andasse a sferzare in modo piuttosto doloroso i lanciatori.

Il meccanismo di sganciamento della coda (fig. 48) consiste in un tubo entro il quale si fa entrare il cavo che è attaccato alla coda dell'apparecchio e forma occhiello; un dente che è imperniato ad una leva e si incastra in una finestra aperta nel tubo, trattiene questo cavo: al momento del rilascio l'uomo addetto alla pistola (è questo il nome che si dà comunemente al congegno), aziona la leva e lascia libero l'apparecchio.

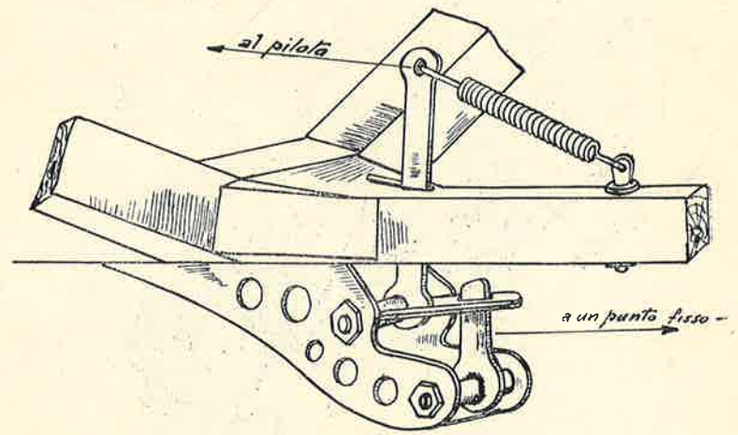


Fig. 49. - *Meccanismo di sgancio comandato dal pilota*

Per economizzare personale ci sono anche meccanismi di sgancio fissati all'apparecchio stesso e manovrati sia dal pilota, (fig. 49) sia, mediante una cordicella (fig. 50), dalla persona che tiene un'ala dell'apparecchio per mantenerlo in equilibrio sul pattino centrale prima che abbia preso velocità.

Vi è pure un tipo di meccanismo di sgancio automatico (fig. 51) che consiste in una scatola prismatica in legno duro entro la quale è contenuto un cilindro scorrevole a pompa in un altro, e munito di una legatura di cavo elastico; alla parte mobile si aggancia un anello cui è attaccato il cavo di coda dell'apparec-

chio, mentre la scatola è trattenuta da un cavo fissato ad un picchetto; questo anello è tenuto prigioniero dal coperchio della scatola che può scorrere ed essere fissato in diverse posizioni; sotto la trazione dell'elastico di lancio, quello del meccanismo

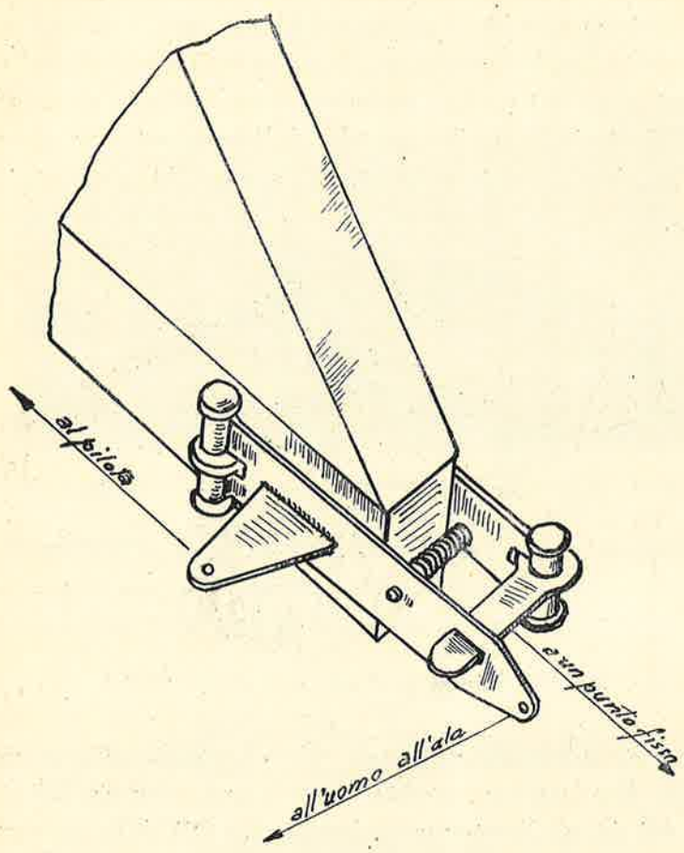


Fig. 50. - *Meccanismo di sgancio comandato sia dal pilota che dall'uomo all'ala*

si allunga, fino a che, raggiunto che abbia l'anello già citato, la fine del coperchio si libera lasciando andare l'apparecchio, mentre la pompa ammortizza il ritorno della parte mobile. Con questo meccanismo, oltre ad economizzare una persona, si ha anche il vantaggio di poter regolare in precedenza la intensità

del lancio, mentre con gli altri sistemi bisogna affidarsi alla pratica ed alla sensibilità di chi dirige l'operazione.

Il sistema dell'elastico tirato da persone è quello più in uso, il suo unico inconveniente è di esigere molti uomini, ma, in terreno montagnoso ed anche solamente accidentato, è l'unico praticabile perchè non esige impianti fissi a terra (altro che un semplice picchetto), mentre gli uomini possono correre su un ter-

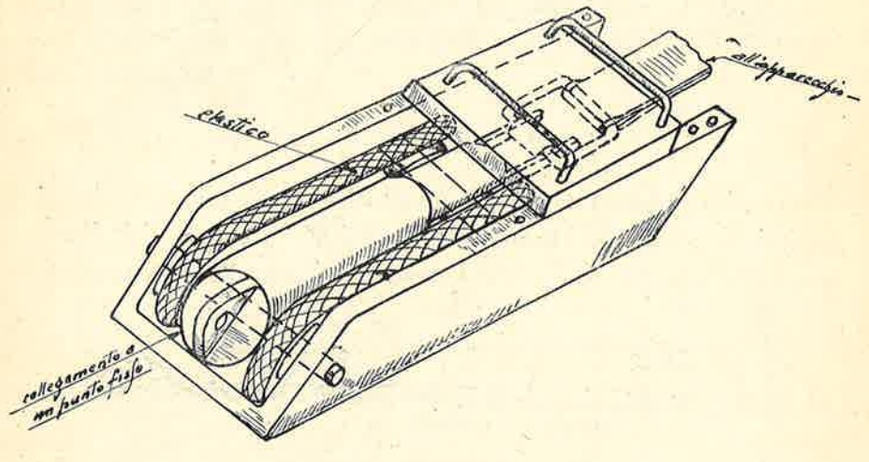


Fig. 51. - *Meccanismo di sgancio automatico*

reno dove una macchina sarebbe immobilizzata. Permette quindi lanci dove meglio si crede, a seconda del vento e del pendio favorevole.

In piano ed in terreno che lo permetta, si possono sostituire i tiratori con una automobile od una o due motociclette (figure 53 e 54); è in questo caso che lo sgancio automatico rende i più grandi servigi perchè assicura lo sganciamento alla tensione voluta, che non è più tanto facile valutare ad occhio.

Per evitare inconvenienti è bene interporre fra l'elastico e

l'apparecchio almeno 90 metri di cavo di acciaio che abbia una resistenza di almeno 500 kg., ed attaccare l'elastico stesso il più possibile in basso all'automobile. Infatti, il complesso può

Fig. 3. Manovra per il lancio –

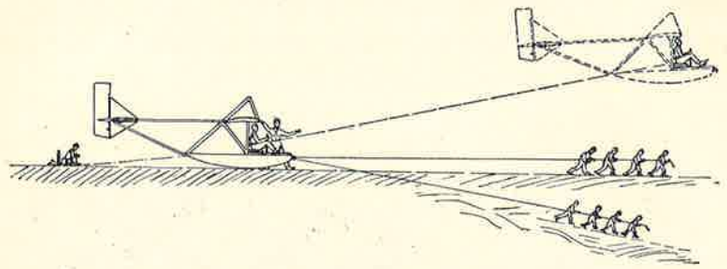


FIG. 52. - *Manovra per il lancio*

rompersi all'unione fra cavo ed elastico ed in tal caso non vi è pericolo per chi monta l'automobile, a causa del basso punto di attacco; se invece l'elastico fosse unito direttamente

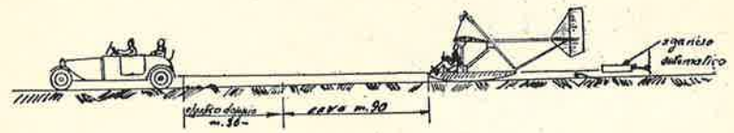


FIG. 53 - *Lancio con l'automobile*

all'apparecchio, la rottura dell'attacco al lato opposto metterebbe in serio pericolo il pilota dandogli una sferzata e compromettendo il volo. Altro vantaggio è che il cavo di acciaio è più

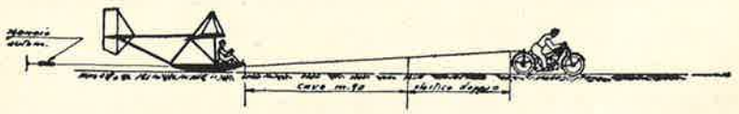


FIG. 54. - *Lancio con motociclette*

leggero da portare in aria dell'elastico, ed oppone minor resistenza all'avanzamento.

Con questo sistema bastano due o tre persone oltre al pilota,

mentre col precedente ne occorrono sempre almeno 8. Si può pure ricorrere ad un'automobile, ma in modo diverso, fissando cioè i due capi dell'elastico a dei picchetti ed unendo la pistola all'automobile che si muoverà lentamente facendo indietreggiare l'apparecchio e tendere l'elastico: raggiunta la voluta tensione, si sgancia la pistola ed il velivolo parte; si ha un poco meno di impulso perchè i capi dell'elastico rimangono fermi mentre negli altri casi vengono ancora tenuti in moto, ma il metodo è applicabile anche se il terreno pianeggiante per la marcia dell'automobile è di piccola lunghezza e quello davanti all'apparecchio molto accidentato: è quindi talvolta praticabile in montagna.

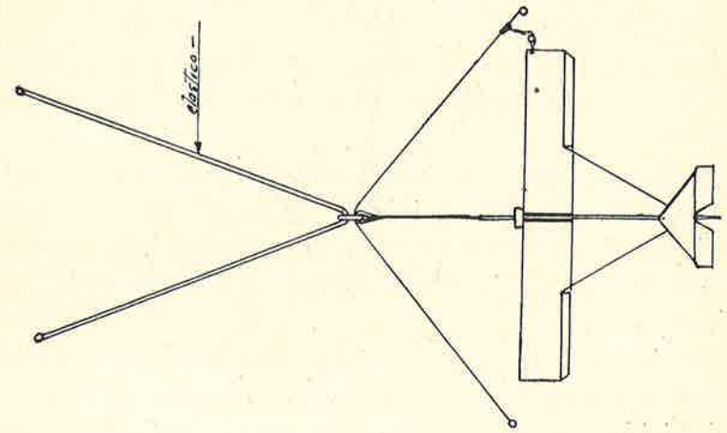


FIG. 55. - *Lancio con punti fissi ed elastico teso in precedenza*

Analogo ed ancora più pratico è il seguente metodo, che non esige neppur l'impiego di un'automobile (fig. 55): si piantano in terra due picchetti davanti all'apparecchio che è nella posizione di partenza; ad uno di essi si fissa una corda che passa nell'anello che forma l'attacco dell'elastico e va dall'altra parte ad unirsi alla pistola che è attaccata all'altro picchetto ed è alla portata della mano dell'uomo che sostiene l'ala; poi si piantano

altri due picchetti a notevole distanza in avanti, cui successivamente due o tre uomini vanno ad agganciare i capi dell'elastico portandolo alla voluta tensione; all'anello centrale dell'elastico si attacca una fune da traino, che si aggancia al naso dell'apparecchio. Finita l'operazione più nessuno sta davanti al velivolo, il che aumenta anche la sicurezza. All'ordine del pilota l'uomo che tiene l'ala sgancia la pistola e libera l'apparecchio; per facilitare la corsa di lancio di questo, è bene, sia con questo che con gli altri metodi, farne correre il pattino centrale su di un tavolato spalmato di grasso o di sapone. Nel sistema di lancio ora citato, l'uomo che tiene l'ala può trattenere lui stesso la corda di ritenuta invece di agganciarla ad una pistola; oppure si potrebbe facilmente immaginare un meccanismo di sgancio da attaccarsi all'anello dell'elastico.

Si può anche adoperare un sistema di lancio analogo a quello usato dai Fratelli Wright per i loro primi voli a motore e rappresentato in fig. 7.

Tutti i sistemi finora citati non servono che ad imprimere al velivolo un breve impulso iniziale che lo può far salire solo di pochissimi metri. Se esso si trova in montagna, può continuare il volo; in pianura invece potrà percorrere solo poche centinaia di metri.

Per far prendere maggiore quota all'apparecchio si deve prolungare la durata della trazione; si ricorre allora al traino con corda rigida di buona lunghezza, da 100 a 200 metri ed anche più (fig. 56), per mezzo di automobile o di motoscafo, nel qual caso l'apparecchio è munito di galleggianti.

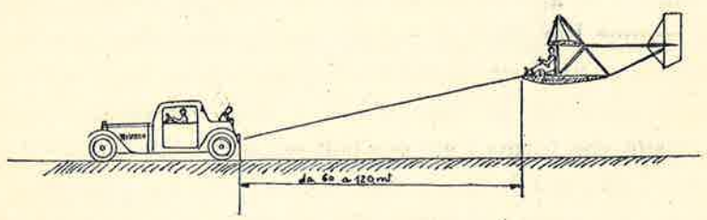


FIG. 56. - *Auto traino*

Anche con gli aeroplani si possono fare rimorchi (fig. 57), ma naturalmente è cosa che va fatta da piloti sperimentati, con apparecchio da rimorchio specialmente attrezzato, in modo che il cavo di rimorchio non si impigli nella sua coda, e con un meccanismo che permetta di lasciarlo cadere dopo che l'apparecchio rimorchiato si è sganciato. In Germania è stato eseguito (fig. 58) un traino simultaneo di tre apparecchi.

L'auto traino (*auto towing* in inglese) è invece un buon mezzo anche per svolgere istruzioni in pianura. Per questo è consigliabile munire l'apparecchio di ruote dato che la rincorsa è più lunga che non con il catapultamento ad elastico, od almeno

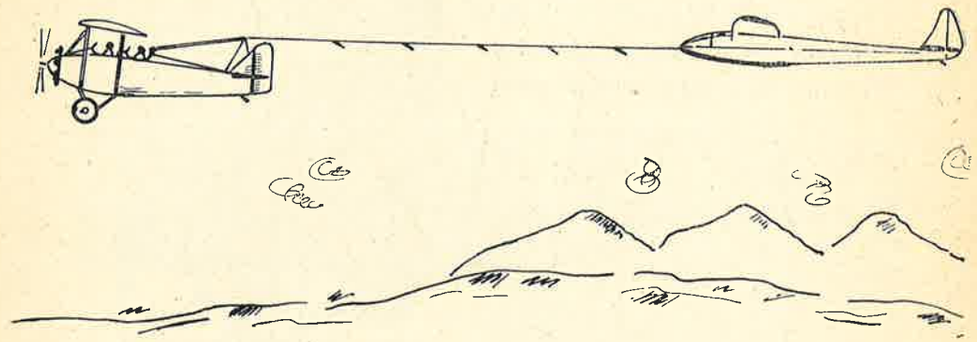


FIG. 57. - *Aero traino*

mettere delle grucce alle estremità delle ali che possano tenere l'apparecchio in equilibrio, dato che tale operazione non è più tanto agevole da fare a mano. Questo vale per i velivoli da scuola; per quelli di alte caratteristiche, da lanciare anche a rimorchio di un aeroplano, si può, con un po' di cura, effettuare la partenza con il solo pattino centrale per evitare l'aumento di peso e la diminuzione di finezza derivanti da organi accessori.

Per ogni tipo di traino occorre sostituire al comune gancio

aperto, dal quale l'anello cade solo quando la corda si allenta, un gancio apribile a comando del pilota: la fig. 59 ne rappresenta un tipo applicato dagli autori ad un apparecchio da record.

Attualmente ha preso grande voga in Germania il rimorchio eseguito (fig. 60) con un cavo molto lungo che si avvolge su di un tamburo applicato alla ruota di un'automobile, sollevandone la parte posteriore. La corda, avvolgendosi su questo verricello improvvisato e di facile trasporto, trascina in volo l'apparecchio ed è capace di innalzarlo ad altezze abbastanza rilevanti in confronto degli altri

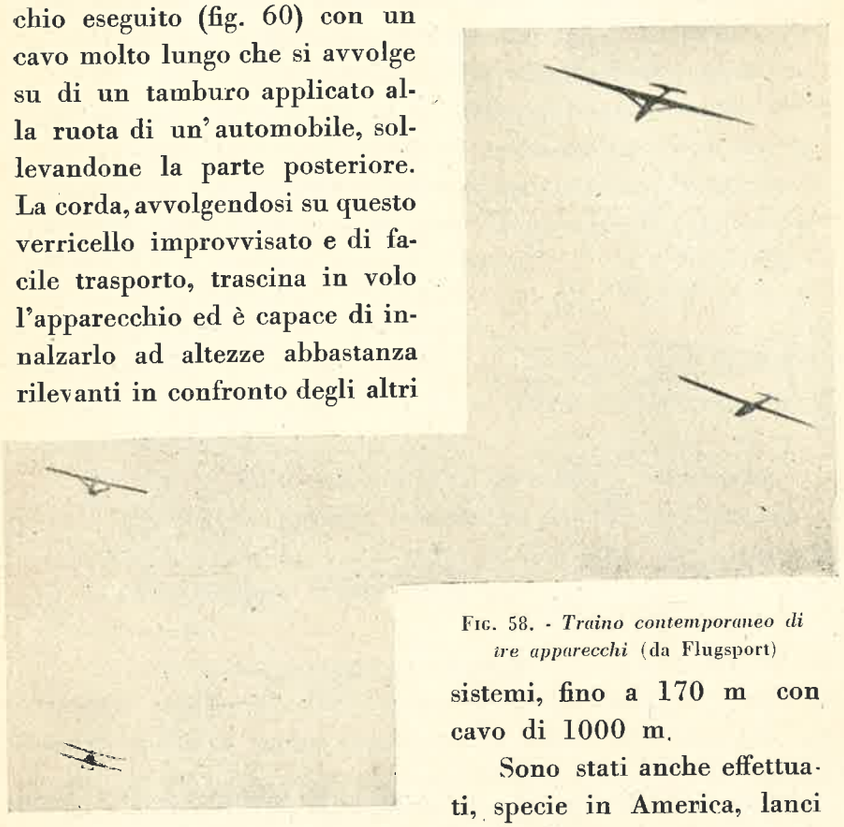


Fig. 58. - *Traino contemporaneo di tre apparecchi* (da Flugsport)

sistemi, fino a 170 m con cavo di 1000 m.

Sono stati anche effettuati, specie in America, lanci da palloni liberi e da dirigibili, ma si tratta di prove eccezionali.

LA SCUOLA PRELIMINARE

Questo periodo di istruzione è destinato agli allievi completamente digiuni di pilotaggio e presenta il grandissimo vantaggio, anche se non proseguito fino al volo a vela, di permettere una

economica, pochissimo pericolosa ed efficace preparazione alla istruzione di volo con motore. E' stato infatti dimostrato dalla pratica che un allievo pilota licenziato da una scuola di volo senza motore, può essere istruito nel volo con motore in molto minor tempo d'un altro che non abbia seguito alcun corso; con l'apparecchio senza motore, infatti, l'allievo impara a conoscere tutti i comandi del velivolo ed il loro impiego, supera

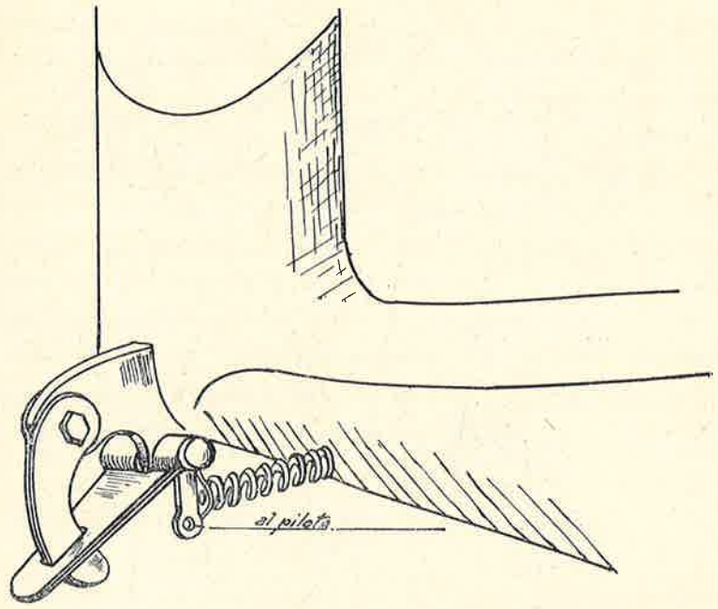


Fig. 59. - *Gancio anteriore per aero traino*

la prima impressione del vuoto e si istruisce nel volo librato e nell'atterraggio: di questa buona preparazione si comincia a tener conto nelle tariffe delle scuole di pilotaggio, parecchie delle quali praticano forti sconti agli allievi già così preparati.

Queste istruzioni costituiscono poi un salutare esercizio fisico per i giovani, poichè, naturalmente, tutte le operazioni vengono eseguite dagli allievi (tiraggio sugli elastici e ricupero del-

l'apparecchio) i quali compiono così una buona ginnastica cui si aggiunge molto spesso l'effetto salutare dell'aria di montagna.

L'allievo non deve subito essere lanciato in volo, ma deve cominciare la sua istruzione su terreno pianeggiante (basta anche un corto tratto) con le cosidette *strisciate*, che consistono in lanci di poca intensità, regolati in modo che l'apparecchio corra strisciando per terra per un tratto da 30 a 50 metri al massi-

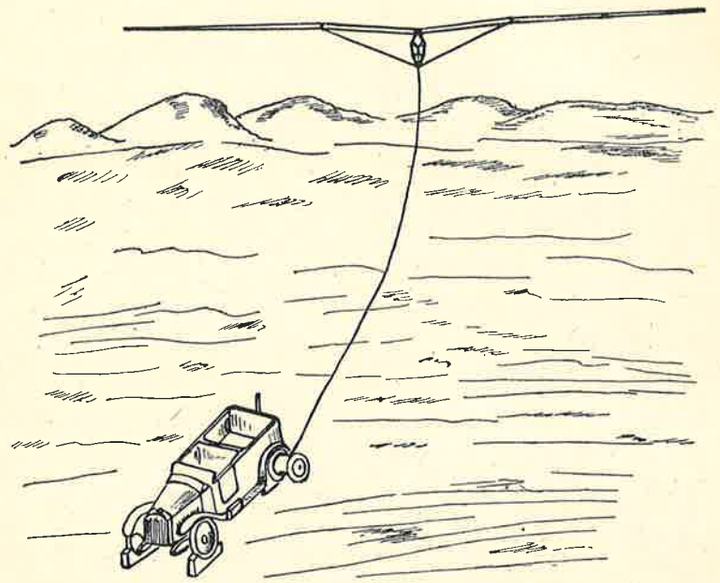


Fig. 60. - *Traino ad auto verricello.*

mo, senza sollevarsi. Durante queste strisciate, l'allievo impara a mantenere l'apparecchio in linea retta curando la stabilità laterale e di rotta; non si deve preoccupare troppo, pel momento, della linea di volo: è sufficiente che tenga la leva piuttosto in avanti per impedire all'apparecchio di sollevarsi intempestivamente.

Eseguito un numero di strisciate che può andare da 5 a 10,

a seconda della facilità con cui riuscirà ad eseguire correttamente l'esercizio, l'allievo potrà staccarsi da terra grazie ad una trazione leggermente più forte, in modo da compiere dei brevi *voletti* di una cinquantina di metri, sollevandosi di pochi centimetri.

Durante questi esercizi dovrà anche imparare la cosidetta *linea di volo* che consiste nel mantenere l'apparecchio sulla sua traiettoria senza oscillazioni longitudinali in alto ed in basso (montagne russe) che abbreviano la distanza percorribile; imparerà inoltre le manovre del decollo e dell'atterraggio.

Giunti che si sia a questo punto dell'istruzione che si è svolta tutta su terreno pianeggiante, si potranno iniziare i voli veri e proprii di lunghezza crescente, sia in pianura che in pendenza, a seconda del terreno di cui si dispone. Naturalmente, durante l'istruzione, l'allievo deve essere fatto ritornare ogni tanto agli esercizi elementari, strisciate e voletti, specie quando abbia commesso qualche errore di manovra.

In questi voli, di lunghezza ed altezza sempre crescenti, egli dovrà essere esercitato ad eseguire dei cambiamenti di direzione, quali quelli che comporta il brevetto B.

L'ISTRUZIONE CON AUTO-RIMORCHIO

Abbiamo già visto come questo tipo di istruzione sia molto in auge in Inghilterra e in America, ed assai poco da noi. In mancanza di esperienza diretta riportiamo quanto dicono i migliori autori americani:

La popolarità di questo sistema, oltre che nella facilità di trovare località adatte, si deve cercare nella sua attuabilità con personale ridottissimo e nella maggiore durata dei voli che permette. Non ci si nasconde però che il sistema non è del tutto esente da pericoli, si raccomanda quindi la prudenza e la osservanza di alcune norme dettate dalla pratica.

Corrispondentemente alle strisciate ed ai voletti si possono fare delle corse a rimorchio, sul terreno, a velocità leggermente al disotto di quella di volo, intorno ai 20 km. all'ora; per questo l'ideale è di avere una ruota sola posta approssimativamente sotto al centro di gravità dell'apparecchio: in tal modo esso si può orientare correndo sul suolo e l'allievo s'istruisce nel mantenimento dell'equilibrio nei diversi sensi.

Gli attacchi della corda devono essere fatti in modo che essa possa venire prontamente sganciata sia dall'automobile che dall'apparecchio. Per questo sull'automobile deve stare, oltre al guidatore, anche l'istruttore con un megafono con il quale può dare ordini all'allievo; l'istruttore può tenere in mano un capo della corda dopo che questa è stata fatta girare due volte intorno al fermo: in tal modo la corda può essere con sicurezza rilasciata al minimo pericolo e trattenuta senza grande sforzo; si possono anche facilmente costruire dispositivi di sgancio analoghi a quelli per la coda nell'altro sistema.

Se l'apparecchio ha solo una ruota al centro od un comune pattino, bisogna guidare l'ala fino a che l'apparecchio non stia in equilibrio da sè; ora, mentre con il lancio ad elastico lo strappo è istantaneo e quindi l'uomo addetto all'ala non ha che da accompagnarla con la mano senza quasi muoversi, qui il velivolo prende velocità più lentamente (il che è un buon vantaggio, evitandosi lo strappo iniziale) e l'uomo all'ala deve correrglì a lato fino a che non abbia raggiunta una velocità di almeno 12 Km. orari.

Quando l'allievo si sia dimostrato sufficientemente impratichito nelle manovre, si può accelerare la velocità dell'automobile fino ad un massimo di 30 o 40 Km. orari, facendo bene attenzione alla velocità del vento che si viene a sommare con quella propria; a questa andatura basta una leggera *tirata* sulla leva per provocare il decollo. Il volo si prosegue così per una

certa lunghezza e ad una altezza non superiore ad un metro. Durante questi voli, l'allievo deve imparare a tenere rigorosamente la linea di volo senza salire a quota più elevata, nè discendere; l'atterraggio si fa sempre con il cavo attaccato, rallentando la velocità dell'automobile.

In successivi voli si possono raggiungere altezze maggiori, sempre però atterrando senza sganciarsi; quando poi l'allievo sia sufficientemente pratico in tutte le manovre, lo si può far salire a rimorchio ad altezze intorno ai 10 metri, per poi sganciarsi e finire il suo volo in *plané;* egli deve, a questo proposito, far bene attenzione di sganciarsi quando l'apparecchio è già posto sulla traiettoria di discesa, per non correre il rischio gravissimo di trovarsi in perdita di velocità.

LA SCUOLA DI VOLO A VELA

L'allievo che si sia bene impratichito nel volo con gli apparecchi da scuola, od il pilota a motore dopo pochi voli sui detti apparecchi, possono passare all'allenamento per il volo a vela, che porta alla non facile conquista del brevetto C, su apparecchi del tipo così detto di transizione e di allenamento.

Questo corso si deve svolgere in terreno montagnoso adatto allo scopo e comprende voli nei venti ascendenti di diversa intensità, fino a che l'allievo non sia riuscito a compiere dei veri e proprii voli veleggiati, raggiungendo una quota superiore a quella del punto di partenza e restandovi un certo tempo, dopo di che potrà essere in grado di affrontare i voli di quota, nelle nubi, ecc.

Per facilitare l'istruzione in questo periodo, sono stati costruiti anche dei biposti a doppio comando, ma si ritiene che il miglior metodo sia sempre quello « a solo », che, d'altra parte, è sempre seguito per il primo periodo. Il sistema a doppio comando avrebbe il solo vantaggio di assicurare un minor rischio per il materiale che naturalmente qui è più costoso.

IL PILOTAGGIO DELL'APPARECCHIO SENZA MOTORE ED A VELA

Il pilotaggio di questi apparecchi non è sostanzialmente differente da quello degli aeroplani a motore. Infatti, vi sono gli stessi organi di comando ed i movimenti necessari sono identici, se si eccettua in genere una minore velocità di risposta dei comandi, dovuta alla bassa velocità dell'apparecchio. Anche per l'atterraggio le manovre sono le stesse, per quanto più facili,

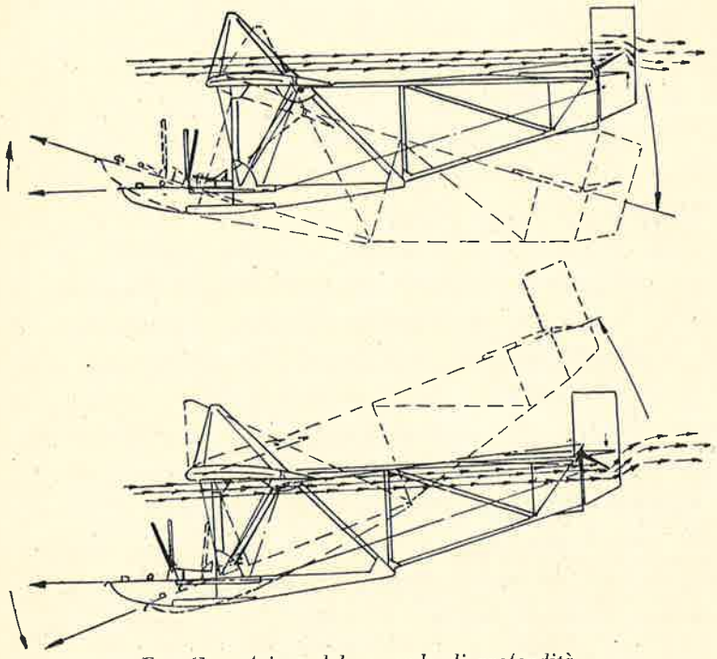
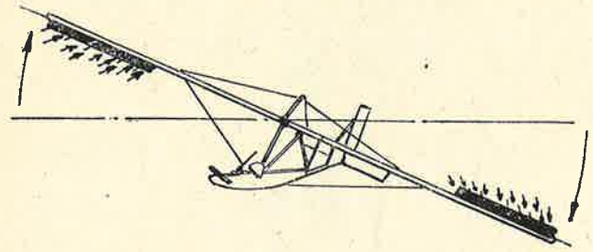


FIG. 61. - *Azione del comando di profondità.*

sempre per l'uguale ragione della bassa velocità. Le grosse dimensioni degli apparecchi di alte caratteristiche esigono certamente da parte del pilota una certa attenzione negli atterraggi fuori campo ed in terreni con ostacoli.

Riassumiamo brevemente i comandi dell'apparecchio: siccome esso si muove nello spazio che è a tre dimensioni, si hanno

i tre comandi fondamentali di cui già abbiamo parlato, azionati da una leva che ha due movimenti liberi, avanti-indietro e laterale, e da un pedale: per far salire e scendere il velivolo si fa sulla leva il movimento istintivo di tirare per salire e di spingere per scendere. Nel primo caso (fig. 61) il timone di profondità si innalza presentando il dorso al vento e provocando la formazione di uno sforzo verso il basso che fa abbassare la coda e mettere l'apparecchio in posizione di salita; nel secondo caso il timone si abbassa, facendo alzare la coda ed orientare l'aeroplano in posizione di discesa.



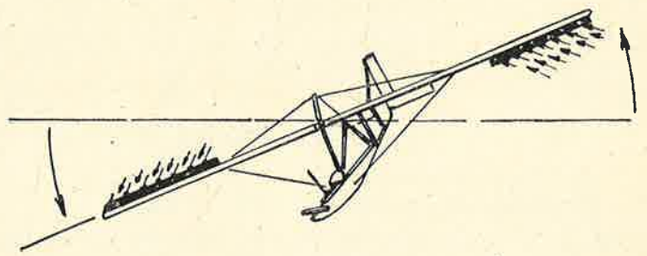


FIG. 62. - *Azione degli aleroni*

Pure istintivo è il comando dell'inclinazione laterale (fig. 62). Per inclinarsi verso destra o per raddrizzare l'apparecchio che fosse inclinato verso sinistra, il pilota porta con movimento istintivo la leva verso destra o fa girare da quella parte il volante, nel caso che il comando fosse di quel tipo; per effetto di questa manovra l'alettone sinistro si abbassa e contemporaneamente

quello destro si innalza, quindi l'ala sinistra è aumentata di portanza e quella di destra diminuita: l' apparecchio si inclina quindi nel senso voluto. L'inverso avviene per la inclinazione verso sinistra. Per girare verso destra (fig. 63) il pilota deve spingere avanti il piede destro: il timone di direzione allora gira verso destra e viene colpito dall'aria in modo da generare una forza che costringe la coda a spostarsi verso sinistra, facendo girare il velivolo nel senso desiderato.

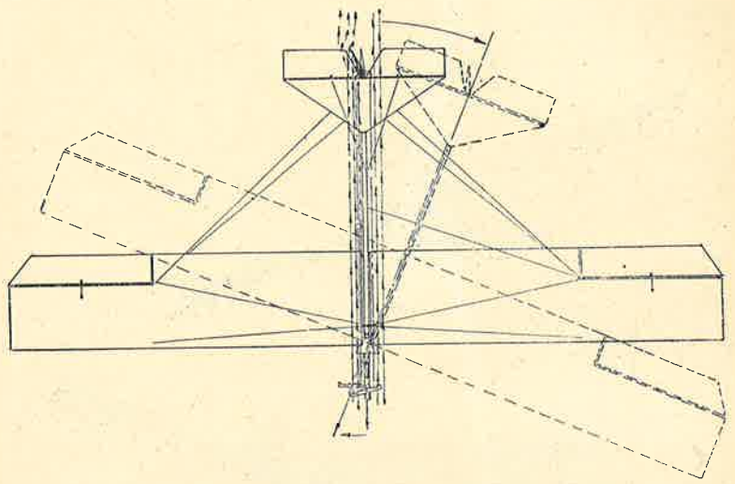


Fig. 63. - *Azione del timone di direzione.*

A proposito di questo comando, notiamo che si esplica al contrario del manubrio di una bicicletta, la cui impugnatura destra indietreggia per girare verso destra; ma fino dai primi apparecchi il pedale è stato montato in questo senso per evitare di incrociare i relativi cavi di comando e quindi, ora che tutti i piloti sono istruiti in quel modo, sarebbe un grave problema il dover cambiare sistema. D'altra parte si può osservare che questo comando è a piede e non a mano e può quindi venire benissimo istintivo di spingere avanti il piede destro per girare a destra.



Il « Fafnir » in partenza (Fot. H. Eckert)

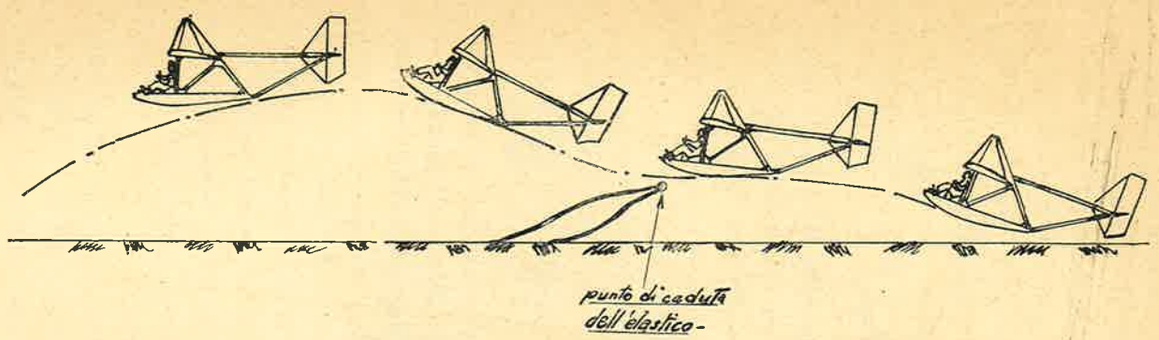


FIG. 64. - *Manovra regolare di partenza con lancio ad elastico*



FIG. 65. - *Manovra errata di partenza e suoi effetti.*

Notiamo anche, come abbiamo già spiegato, che per girare non basta agire sul timone di direzione, ma bisogna anche manovrare gli alettoni, a meno che non si tratti di un semplice cambiamento di direzione; anzi, nelle curve molto inclinate e strette, bisogna aver cura di riportare ad un certo punto il pedale di direzione al centro e talvolta anche muoverlo in senso contrario per evitare che, agendo nell'inversione di comandi come timone di profondità, faccia picchiare il velivolo, facendolo *andar giù di testa;* in pari tempo si deve tirare a sè la leva per stringere la curva.

Il distacco da terra con apparecchio lanciato ad elastico esige qualche attenzione, per evitare che esso venga fatto cabrare eccessivamente dal tiro dell'elastico stesso. Per combattere questa tendenza ed evitare che l'apparecchio parta troppo cabrato ed in posizione pericolosa di perdita di velocità, il pilota deve spingere in avanti la leva del timone di profondità fino a che non sia cessata la trazione del cavo e questo non sia caduto, dopo di che si può riportare la leva in posizione normale e pilotare come con un normale apparecchio a motore in volo librato.

Costante preoccupazione del pilota durante tale volo deve essere quella di mantenere un buon angolo di discesa senza perdere quota, ed in pari tempo evitare di diminuire quella preziosa velocità che qui non si può riacquistare con una provvidenziale *spuntatina* di motore e che, una volta persa, farebbe subito discendere l'apparecchio di piatto o, come si dice in gergo aviatorio, *di pancia*: non parliamo qui delle vere e proprie perdite di velocità che portano a scivolare di ala ed all'avvitamento, che sono più difficili da verificarsi con gli apparecchi che ci interessano, in quanto essi sono pochissimo caricati.

Per essere più chiari illustriamo graficamente con schizzi dimostrativi alcuni consigli pratici per l'allievo pilota: la fig. 64 fa vedere le fasi di una buona partenza con elastico: il velivolo si stacca dal suolo, poi corre parallelamente ad esso ed a bas-

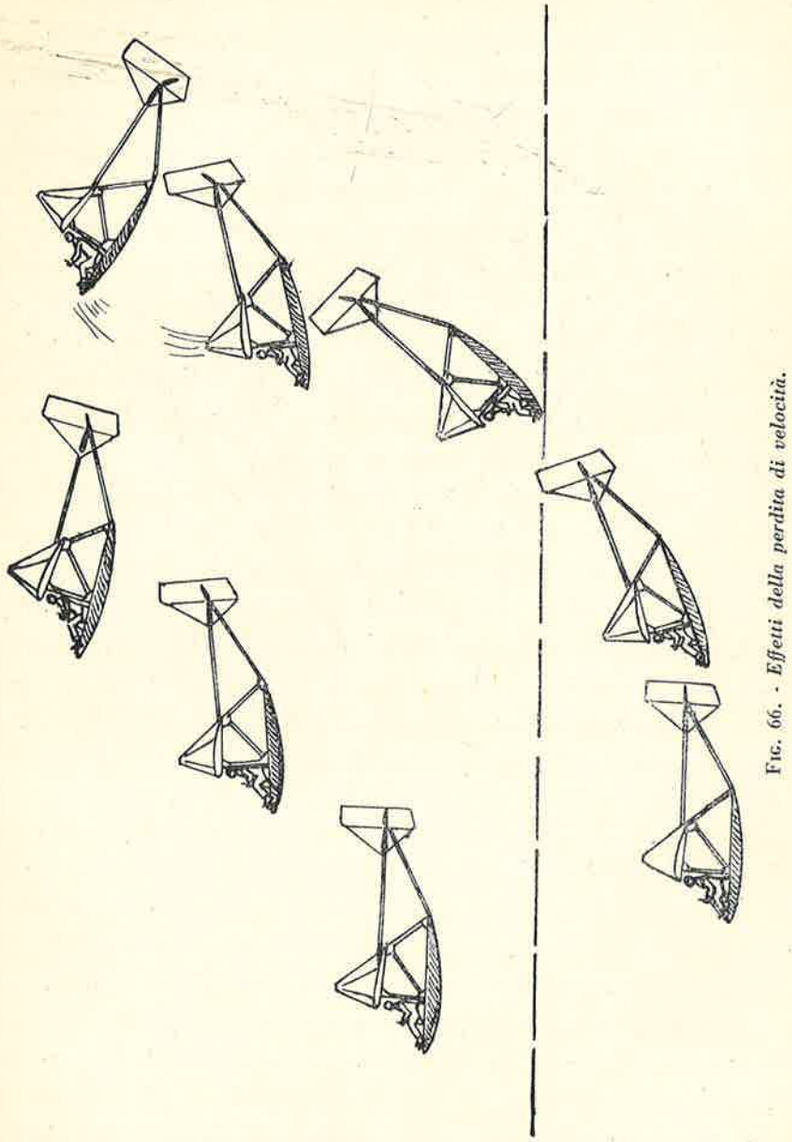


Fig. 66. - *Effetti della perdita di velocità.*

sa quota, fino all'allentamento dell'elastico e sua caduta. A questo punto l'apparecchio ha una buona velocità che può sfruttare per prender quota, dopo di che si svolge il normale volo librato. La fig. 65 mostra i pericoli del lasciare cabrare troppo l'aeroplano in partenza, di guisa che l'elastico si stacchi ancora in tensione e vada ad investire i tiratori. La fig. 66 illustra gli altri pericoli della soverchia cabrata; nella parte sinistra si vede una manovra corretta dopo una cabrata: il pilota non ha lasciato all'apparecchio il tempo di perdere velocità, ma lo ha spinto tempestivamente in linea di discesa, compiendo poi un corretto atterraggio; nella parte di destra invece, il pilota ha atteso troppo tempo, l'apparecchio non risponde più ai comandi ed inizia una brusca picchiata di testa: se la quota è sufficiente e l'aeroplano, come di solito, ben centrato, questo si rimette, dopo una certa discesa, in posizione normale, ma se l'apparecchio si trova a troppo bassa quota, esso incontra il terreno in piena picchiata, come vedesi in figura, con risultati facili a prevedersi.

La fig. 67 mostra un'applicazione di quanto abbiamo ora detto. Supponiamo che il velivolo stia scendendo una pendenza a piccola distanza dal terreno e si pari davanti agli occhi del pilota un ostacolo qualsiasi, ad esempio un albero: per evitarlo il pilota inesperto ha l'idea di far cabrare l'apparecchio con il cattivo risultato che si può vedere in figura: questo perde velocità e va proprio ad urtare contro quell' ostacolo che il suo conduttore voleva fargli evitare. Se invece si pensa a quanto detto prima, si vede che la manovra corretta consiste nel far picchiare l'apparecchio facendogli prendere velocità prima dell'ostacolo, e poi nel superare questo con una subitanea ripresa; si tratta di una manovra che può sembrare impressionante al pilota giovane, ma bisogna ch'egli, con il ragionamento, vinca il primo impulso istintivo.

Vediamo infine in fig. 68 la manovra corretta di atterraggio; in essa il pilota *richiama* gradualmente l'apparecchio tirando

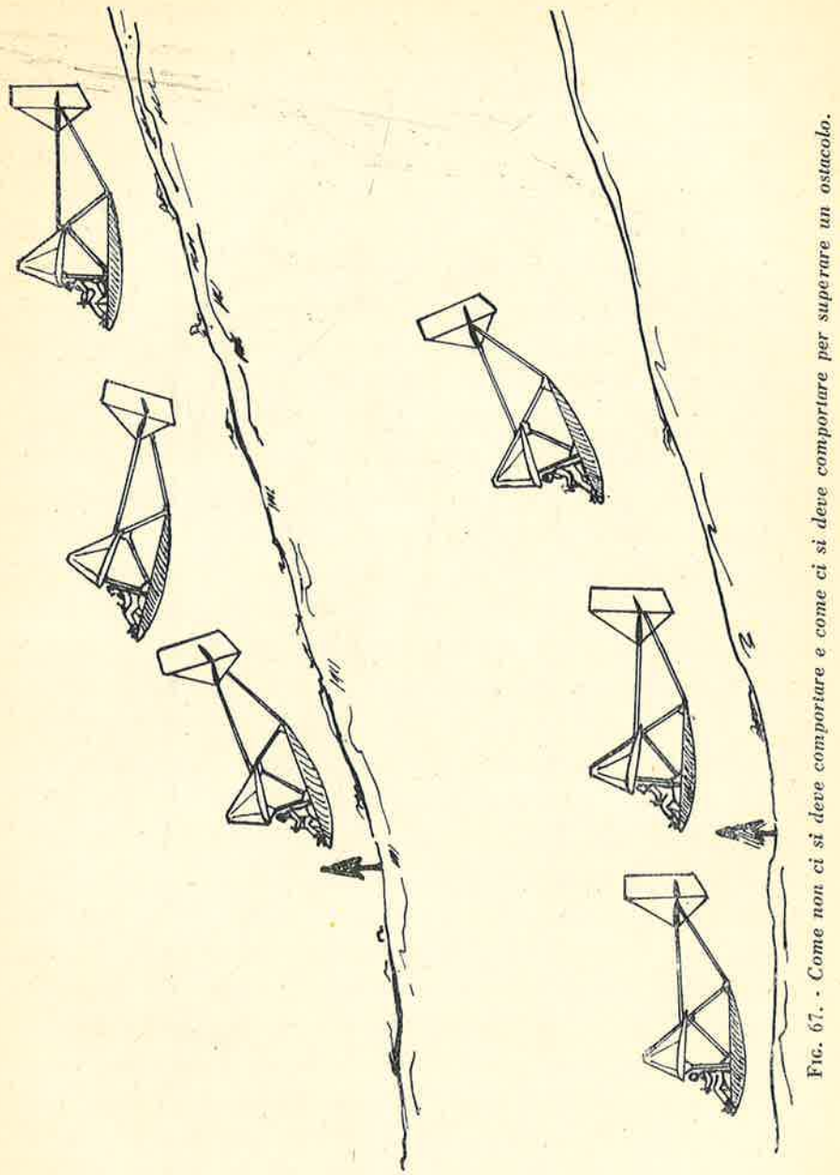


Fig. 67. - *Come non ci si deve comportare e come ci si deve comportare per superare un ostacolo.*

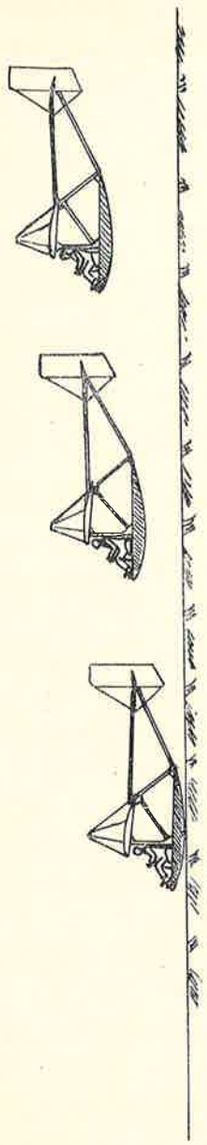


Fig. 68. - *Atterraggio corretto.*



Fig. 69. - *Cattivo atterraggio.*

a sè la leva fino a che esso non si posi al suolo privo di velocità: l'altezza di questa richiamata deve essere ben regolata, perchè diversamente, richiamando troppo alto si corre il rischio di perdere velocità e di prendere, come si dice nel solito gergo, un *bum* insaccandosi di piatto a terra od infilandovisi addirittura di punta; se si richiama troppo basso come in fig. 69, il pilota si trova a sfiorare terra con eccessiva velocità e talvolta anche a toccarla; corre allora il pericolo di fare una tirata ed una picchiata successive ed intempestive che portano ad un forte urto della punta dell'apparecchio sul suolo. Per evitare ciò, se ci si trova in un caso simile, il miglior partito è quello di tener ben ferma la leva nella posizione di linea di volo, fino a che la velocità si sia smorzata.

Dopo atterrato, se c'è vento e se l'apparecchio si è fermato in pendenza, non è consigliabile lasciarlo, prima dell'arrivo di qualcuno che lo trattenga per le ali, perchè appena alleggerito del pilota, potrebbe facilmente venire rovesciato da una raffica anche di modesta intensità.

Per essere ben sicuri che l'elastico si sganci correttamente, bisogna verificare che il gancio posto anteriormente abbia un angolo di 20° o 30° come indicato in fig. 46.

L'apparecchio deve poi essere munito di una cinghia di sicurezza che è conveniente sia alquanto larga, da 10 a 15 centimetri, e sia attaccata all'apparecchio per mezzo di pezzi di corda elastica in modo da rendere meno pericolosi gli effetti di una eventuale caduta.

E' pure buona regola di prudenza attaccare alla parte alta del corpo centrale una cinghietta (come in figura 70) cui il pilota si afferra con la mano sinistra rimasta libera dalla leva: ciò serve ad abituare l'allievo a servirsi della sola mano destra per il pilotaggio e ad aiutarlo a tener diritto il corpo ed a non cadere sulla leva nel caso di sfuggita dei piedi dal pedale.

Infatti uno dei più gravi inconvenienti che possano succede-

re con i velivoli da scuola a posto di pilotaggio aperto, è che i piedi sfuggano dal pedale ed il pilota si trovi squilibrato e cada sulla leva mandando l'apparecchio a picchiare di punta sul suolo. E' consigliabile, trovandosi a perdere i piedi dal pedale, di non cercare di rimetterli a posto ma occuparsi di tenere l'ae-

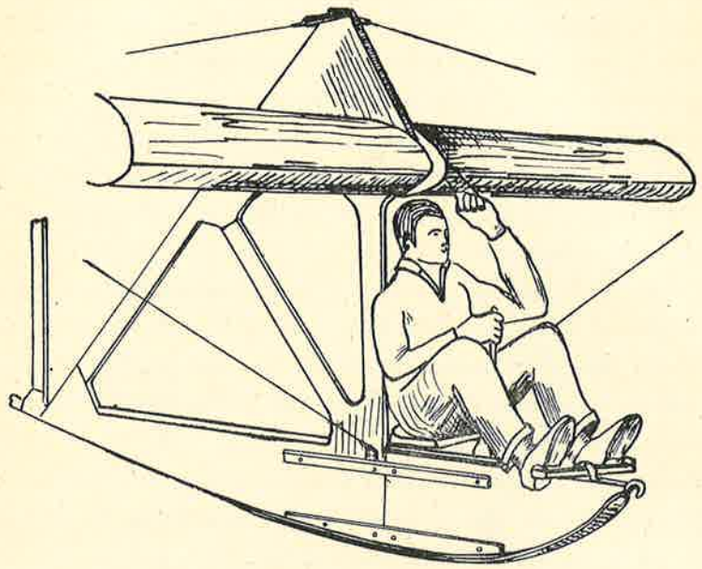


Fig. 70. - *Posizione del pilota durante il volo.*

roplano in linea di volo, dato che esso va da sè in linea retta anche senza il comando del timone di direzione.

Un buon rimedio all'inconveniente è la cinghietta già citata; un altro può essere di munire i pedali di due reggitacco che non lascino scivolare via il piede (fig. 71) dato che non è conveniente munire un apparecchio di tale tipo di un vero e proprio pavimento di scorrimento dei piedi.

Per sfruttare bene le correnti ascendenti il pilota deve imparare ad indovinarle, dato che non sono visibili, dalla forma del terreno sottostante, e dalla sua illuminazione solare e natura.

Nel volo a vela in correnti dinamiche si deve osservare che queste sono più favorevoli lungo una costiera di pendenza regolare che sia colpita da un vento di direzione perpendicolare. Il pilota deve pensare all'aria intorno a questa costiera come ad una cascata di aria con direzione contraria ad una di acqua, cioè ascendente nella parte sopravento mentre sarà discendente nella parte sottovento: avrà quindi cura di incrociare sempre sulla prima, evitando accuratamente la seconda. Si deve inoltre

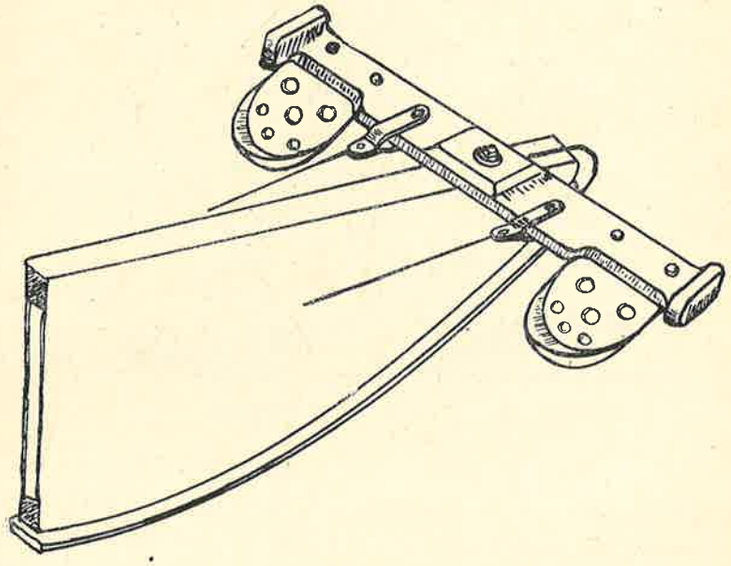


Fig. 71. - *Pedaliera con reggitacchi di sicurezza.*

osservare che se il terreno è nudo (come pascoli e terreno coltivato), l'aria scorre meglio senza essere rallentata, mentre la corrente resta meno regolare se il terreno è boscoso od accidentato.

Ritornando alla corrente ascendente lungo una pendenza

vediamo in fig. 72 che la zona più favorevole per il veleggiamento sarà quella circoscritta dalla linea punteggiata, dove è più forte la inclinazione dei filetti della massa di aria in movimento e quindi maggiore la componente verticale della velocità del vento; l'apparecchio dovrà cercare di mantenersi in questa zona quasi come se bordeggiasse andando su e giù lungo il tratto di monte dove si forma la corrente. Si concepisce come questo ge-

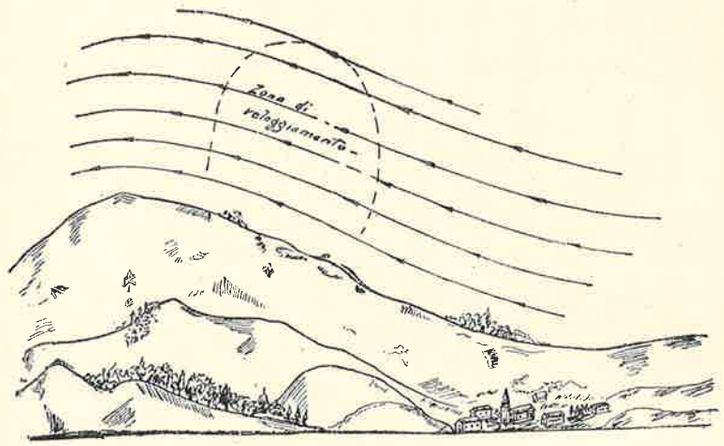


Fig. 72. - *Zona di veleggiamento.*

nere di volo sia interessante solo per delle prove di durata e per istruzione, ma esso non può essere fine a se stesso perchè obbliga ad incrociare sempre sullo stesso luogo mentre il volo su correnti termiche e di nubi presenta maggiore interesse, poichè permette di percorrere lunghe distanze e di compiere veri e proprii viaggi.

Per utilizzare le correnti ascendenti termiche il pilota deve osservare la natura del terreno e la sua illuminazione da parte del sole per prevedere dove queste correnti si formeranno e portarvisi sopra: è una specie di appassionante caccia che dà grandi

soddisfazioni sportive al pilota il quale riesce, con questo mezzo. a compiere notevoli tragitti.

Per i voli nelle nubi bisogna raggiungere un cumulo ed utilizzare quelle correnti che sono schematicamente indicate in figura 41; passando di nube in nube si possono così fare lunghi

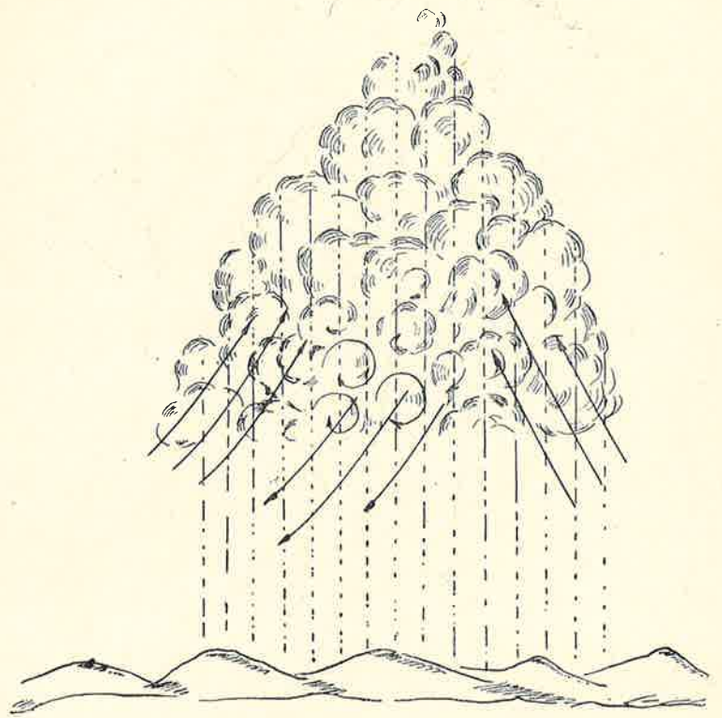


Fig. 73. - *Nube temporalesca (cumulo-nembo).*

viaggi. Nel 1929 Kronfeld riuscì a salire in una nube fino a 2000 metri sopra al punto di partenza, nel suo lungo volo di 165 Km. che segnò l'inizio della pratica di tali voli.

Nelle nubi temporalesche (fig. 73) poi si sono trovate delle correnti ascendenti di velocità sorprendente che hanno anche messo a mal partito i piloti che vi si sono avventurati.

Capitolo V.

ALCUNI TIPI DI APPARECCHIO

LO ZÖGLING

Al capitolo III s'è spiegata la differenza fra *planeurs* e veleggiatori, esclusi, perchè non più usati, i vecchi *planeurs* del tipo a sospensione. La prima categoria è oggi rappresentata da un solo tipo con pochissime varianti, lo *Zögling* (fig. 74 e 75), detto così dal nome che ha assunto in Germania, e che significa scolaro, perchè è appunto questo tipo che dappertutto serve per l'istruzione degli allievi piloti al volo senza motore.

La costruzione di questo apparecchio si ispira al fondamentale concetto della realizzazione di una macchina semplice, robusta ed economica di costruzione ed esercizio e facile di pilotaggio. In esso si hanno tutti i comandi di un comune aeroplano, ma il pilota è completamente scoperto in modo che la sua visibilità è totale; la corrente di aria su tutto il corpo gli consente di rendersi conto della velocità ed infine esso può essere seguito nel suo volo dall'istruttore che, da terra, può gridargli suggerimenti ed ordini.

In questo tipo di apparecchio le ali e la coda sono sostenuti da una trave o corpo centrale, di forma triangolare, che porta il posto del pilota e, inferiormente, un cassone in compensato con unito, direttamente o con l'intermediario di ammortizzatori, il pattino per la partenza e l'atterraggio. La parte anteriore del cassone inferiore è di solito smontabile ed è unita al resto per mezzo di quattro correnti di legno bullonati che consentono lo smontaggio in caso di guasti, dato che questa è la

parte più soggetta agli urti dei cattivi atterraggi. Le ali sono controventate al corpo per mezzo di un sistema di fili di acciaio, sovente i fili superiori sono attaccati al vertice del corpo con l'intermediario di un gruppo di elastici per evitare i danni

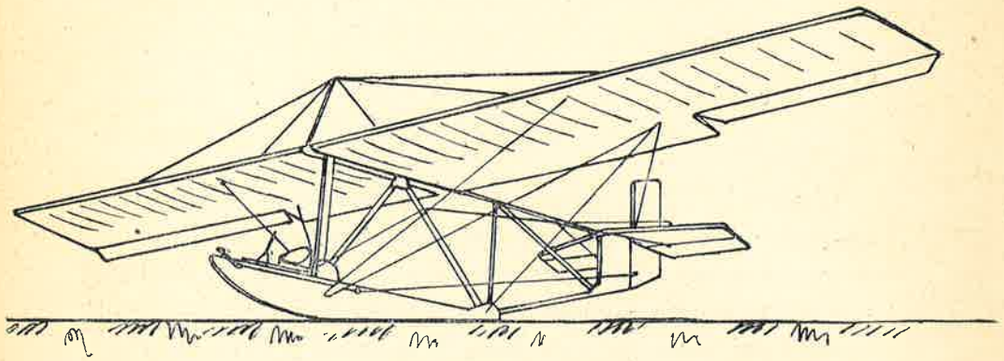


FIG. 74. - *Zögling a coda in legno.*

FIG. 75. - *Zögling a coda in tubi di acciaio.*

alle ali dovuti ai bruschi atterramenti pel colpo di frusta che ricevono per la loro inerzia, dato che rappresentano una cospicua parte del peso totale. Nei tipi più moderni come il *Kassel* 12, il *Poppenhausen Anfhanger* ed altri, i fili sono sostituiti da

4 montanti per facilitare il montaggio e smontaggio e conseguentemente nella trave centrale viene abolita la parte superiore del triangolo.

Una trave di coda, fissata alla parte posteriore del corpo centrale e controventata alle ali da fili d'acciaio, sostiene gl'impennaggi che comportano: il piano fisso orizzontale con timone di profondità e la deriva con timone di direzione. Il corpo centrale è di solito costruito in legno a pezzi incollati fra di loro e tenuti

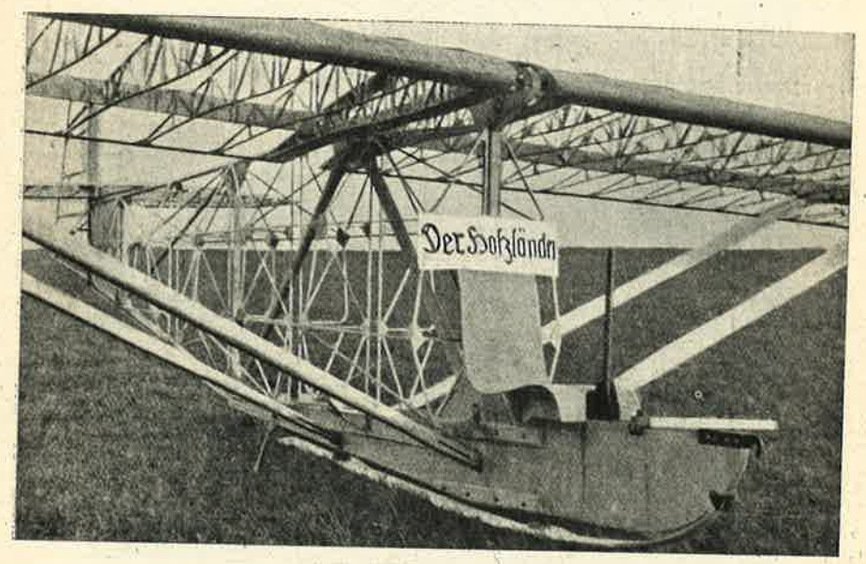


FIG. 76. - *Zögling con profilatura posteriormente al pilota* (da Flugsport).

insieme da lastre di legno compensato. In America, dove il tubo di acciaio è molto in uso, si costruisce la trave in tale materiale con saldature autogene, pur mantenendo la solita forma triangolare od al massimo trapezoidale.

Le ali si costruiscono in ogni caso in legno ricoprendole di tela, i lungheroni sono formati da semplici tavole di legno senza alleggerimenti, le centine sono costruite a traliccio in listelli di legno riuniti da fazzoletti di compensato e colla. I piani di coda

sono realizzati secondo lo stesso sistema. Per la trave di coda vi sono due sistemi di costruzione: o la si fa a traliccio piano in legno (fig. 74) o con quattro tubi di acciaio a tetraedro (fig. 75). Mentre nel primo caso sono necessari per la coda almeno 6 fili di acciaio di controventamento alle ali, per il secondo tipo ne occorrono solo due, semplificando così il montaggio e la regolazione; però il tipo di coda in legno è di più semplice costruzione ed è meno costoso; perciò l'abbiamo prescelto per darne i completi disegni costruttivi.

Per aumentarne la finezza e rendere l'apparecchio più adatto all'istruzione in pianura, aumentando lo spazio che esso può

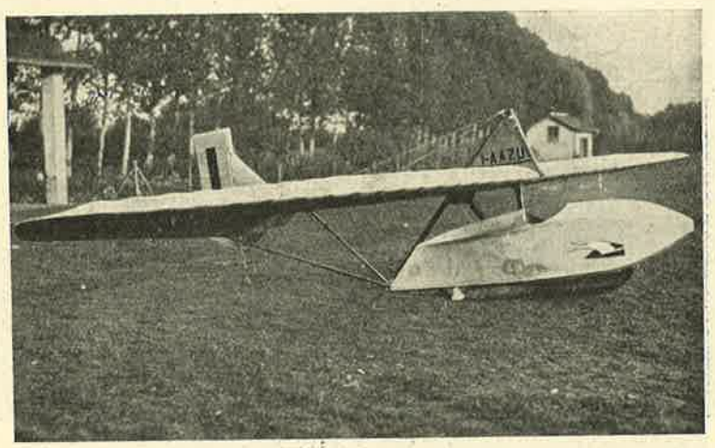


Fig. 77. - *Apparecchio Bonomi B. S. 4 « Basettino ».*

percorrere, si può munire la trave di una leggera carenatura in stecche e listelli di legno coperta di tela (fig. 76) che le conferisce una forma più penetrante pur conservandole la sua caratteristica di lasciare il pilota allo scoperto.

Applicando invece una carenatura a forma di carlinga racchiudente il pilota, e sostituendo le ali con altre dello stesso tipo di costruzione, ma di maggiore allungamento e di profilo più

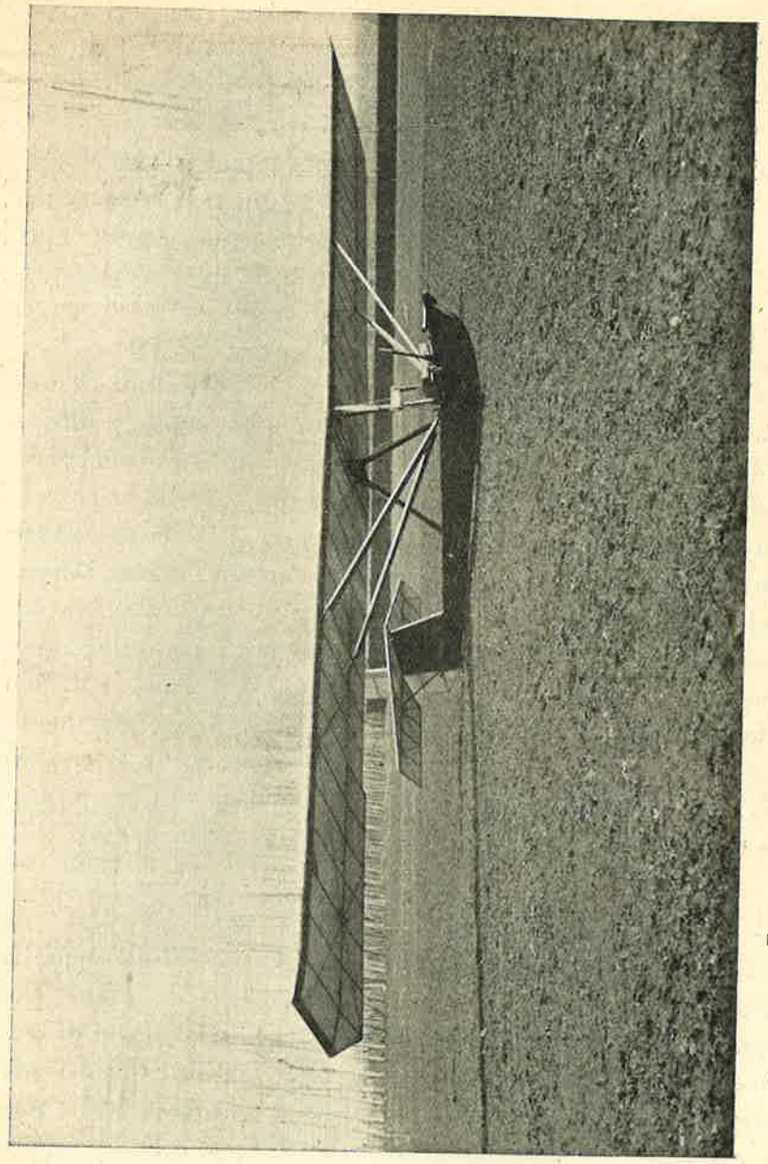


Fig. 78. - *Apparecchio Bonomi B. S. 7 « Allievo Italia » ad ali spiegate*

efficiente, si può trasformare lo *Zögling* in velivolo economico da secondo periodo di istruzione, senza dover ricorrere a speciali e più costosi apparecchi.

La fig. 77 mostra un tipo costruito dagli autori, il *Bonomi B S 4* « *Basettino* », che ha dati ottimi risultati.

Il tipo *Zögling* ha il difetto di essere sostenuto da fili, e perciò di esigere un certo tempo per il montaggio e la regolazione; per di più richiede sempre un carrello, sia pur semplice, per il suo trasporto sul luogo di lancio. Gli stessi apparecchi già citati, con ali controventate a montanti, conservano i fili per la coda e devono sempre essere trasportati su carrello.

Gli autori, per ovviare a tutti questi inconvenienti, hanno costruito un tipo di apparecchio che hanno battezzato « *Allievo Italia* » (fig. 78). In esso, oltre alla controventatura a montanti, si ha anche una trave triangolare che prolunga il corpo centrale e sostiene l'impennaggio; la presenza della trave esclude ogni filo di controventamento anche da questo organo; l'apparecchio, infine, è ad ali ripiegabili in pochi istanti (fig. 79), dopo di che lo si può collocare su di un apposito assale a due ruote gommate e trasportare a rimorchio di una automobile o di una motocicletta senza bisogno di altri accessori. Anche per questo sono state costruite le ali di allungamento più alto e la carenatura racchiudente il pilota: se ne è ottenuto un tipo molto pratico, cui si è dato il nome di *Bonomi B S 8* « *Biancone* ».

GLI APPARECCHI DI TRANSIZIONE

Dal poco che si è detto, si comprende facilmente come si tratti di apparecchi che, senza pretendere di avere elevatissime caratteristiche aerodinamiche, sono già capaci di eseguire voli a vela sfruttando le correnti ascendenti, pur essendo costruiti in modo relativamente semplice e poco costoso; in questa categoria possiamo far rientrare i *Bonomi* « *Basettino* » e « *Biancone* » or ora citati.

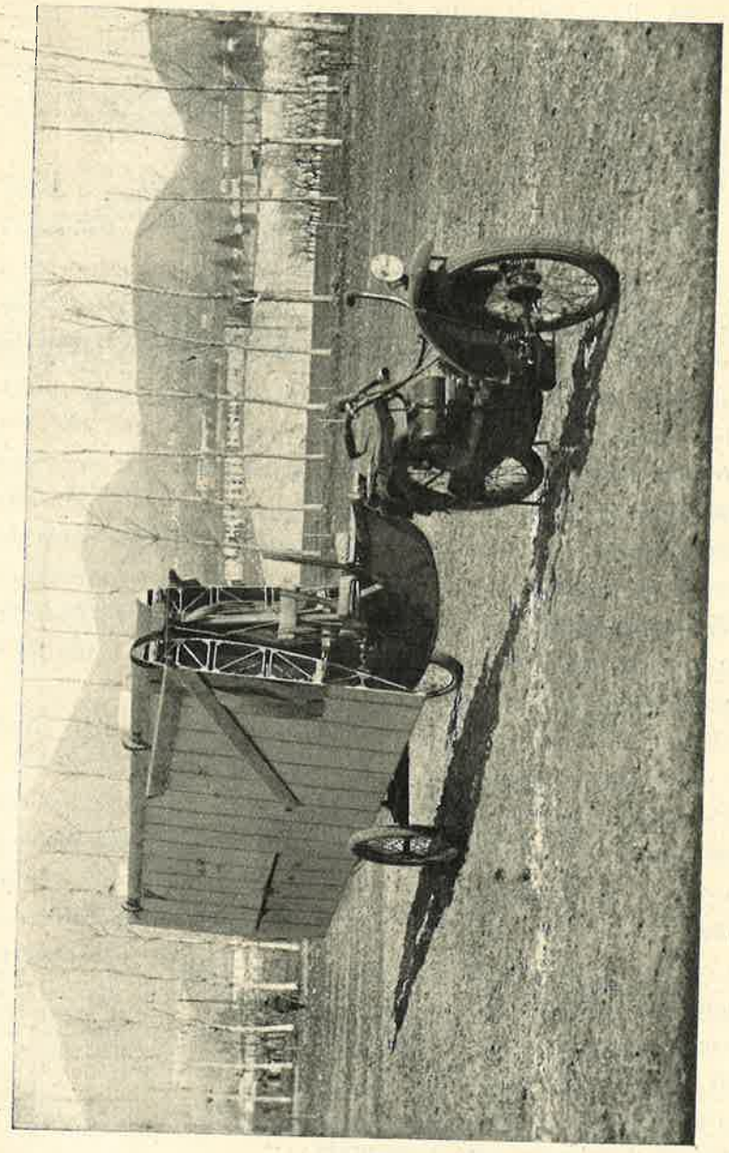


Fig. 79. - *Apparecchio Bonomi B. S. 7 « Allievo Italia » ad ali ripiegate.*

Più comunemente questi apparecchi sono costruiti apposta con criteri che maggiormente si avvicinano a quelli degli apparecchi di elevate caratteristiche. Essi sono cioè a fusoliera, con il pilota racchiuso in essa; la controventatura delle ali è di solito a montanti rigidi, raramente a fili che oppongono maggiore resistenza all'avanzamento.

Possiamo annoverare in questa categoria il *Prufling*, l'*Hangwind*, il *Falke* ed i *Kassel* 17 e 20 in Germania; in America il *Cadet II* costruito con fusoliera in tubi di acciaio saldato ed il *Bowlus* trasformabile, che, usando la stessa fusoliera, può servire per la prima e la seconda istruzione del volo a vela.

Gli A.A. hanno costruito un tipo che, con un solo complesso fusoliera-impennaggi, e conservando in comune anche altri elementi, può servire come apparecchio da esercitazione con il nome di *Bonomi B S 6* « *Bigiarella* », come apparecchio da allenamento con il nome di *B S 5* « *Ballerina* » ed infine come apparecchio da record con il nome di *B S 2* « *Balestruccio* ».

Veramente il tipo «*Ballerina*» si potrebbe già classificare fra gli apparecchi da allenamento di alte caratteristiche come ad esempio il tedesco *Professor*.

Diamo ora una breve descrizione delle caratteristiche di alcuni degli apparecchi citati:

Prufling (Fig. 80). - Il suo nome vuol dire « prova », perchè questo tipo è usato in Germania per l'esecuzione delle prove di brevetto; è un monoplano ad ala alta in legno, controventata da due montanti per parte ed unita alla fusoliera per mezzo di una *cabane*, fusoliera in legno a sezione esagonale con copertura parte in compensato e parte in tela, pattino centrale per l'atterraggio ammortizzato a blocchi di gomma. Ha un'apertura alare di m. 9.97, una lunghezza di m. 5.40, una superficie di metri 15,30 peso a vuoto di Kg. 105, allungamento ali 6, velocità teorica di discesa m. 1.05 al secondo.

Hangwind (Fig. 81). - Monoplano ad ala alta in legno con

una trave centrale simile a quella degli *Zögling*, ma in tubi di duralluminio; trave di coda in tubi; ala controventata da fili, a pianta rettangolare con arrotondamenti. Il pilota è rinchiuso in una carenatura a sezione esagonale coperta in tela. Pattino centrale di atterraggio. Apertura alare m. 11,95. Lunghezza metri 4,60. Superficie alare mq. 18,5. Peso a vuoto Kg. 85. Allungamento 7,7: rapporto di planamento circa 13. Velocità teorica di

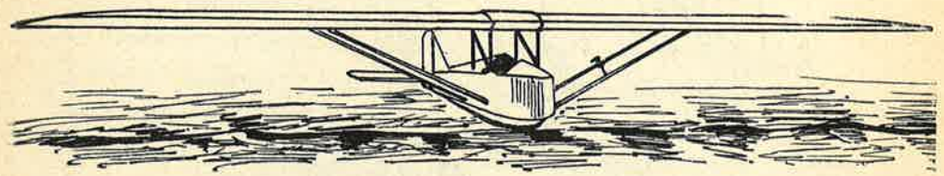


Fig. 80. - *Monoplano da allenamento « Prufling »* (da una fotografia).

discesa m. 0,82 al secondo. La sua leggerezza lo rende particolarmente adatto al volo a vela con venti deboli e correnti termiche come si verificano a Rossitten, dove questo tipo ha avuto il suo massimo impiego.

Falke (Fig. 82). - Si tratta di un apparecchio recentemente

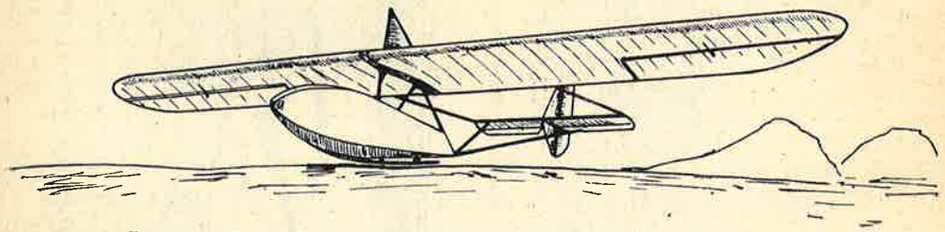


Fig. 81. - *Monoplano da allenamento « Hangwind »* (da una fotografia).

studiato dalla Rhôn-Rossitten Gesellschaft, la Società di cui già abbiamo parlato, per l'istruzione del volo a vela. Ha la originale caratteristica di avere le ali con una pianta a freccia molto pronunziata e con profilo che nelle parti più vicine alla fusoliera è curvo con concavità tutta verso il basso, ed alle estremità ha la parte posteriore in corrispondenza dell'alettone rilevata e

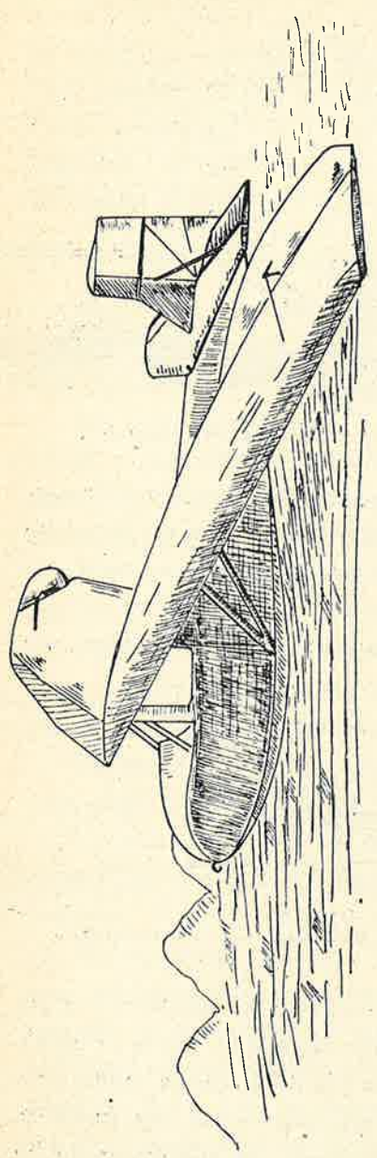


Fig. 82. - *Monoplano da allenamento « Falke »* (da una fotografia).

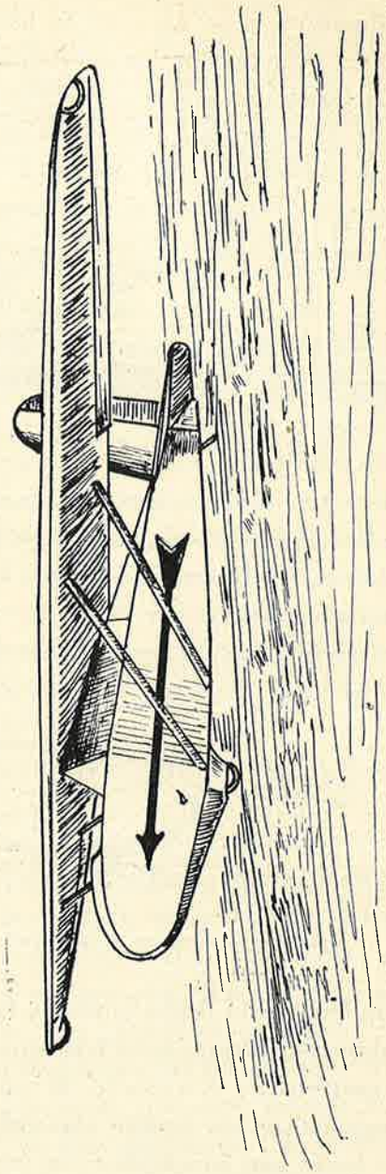


Fig. 83. - *Monoplano americano da allenamento « Cadet II »* (da una fotografia)

presentante la concavità verso l'alto. Queste due disposizioni conferiscono al velivolo una fortissima stabilità intrinseca tanto longitudinale che di rotta rendendolo, così, adattissimo alla istruzione degli allievi. Del resto l'apparecchio, come costruzione e disposizione delle altre parti, è molto simile al *Prufling* che ha sostituito.

Apertura alare m. 12,60. Lunghezza m. 5,25. Superficie mq. 17. Allungamento 9,4.

Cadet II. (Fig. 83). - Monoplano ad ala alta montata sul dorso della fusoliera, in legno, a pianta trapezoidale e controventata da quattro montanti. Fusoliera in tubi d'acciaio saldati autogenicamente, ricoperta in tela. Organo di atterraggio: una ruota a

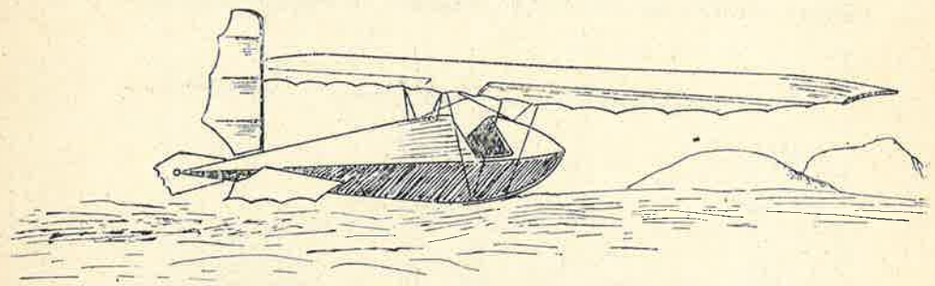


Fig. 84. - *Monoplano inglese da allenamento « Scud ».*

ballon con freno, montata al centro della fusoliera e sotto al sedile del pilota, dato che l'apparecchio è anche destinato all'autotraino. Apertura alare m. 11. Lunghezza m. 5,75. Superficie mq. 17,4. Peso a vuoto Kg. 105. Allungamento 6,9. Rapporto di planamento circa 15. Peso per mq. Kg. 10,3. Velocità teorica di discesa m. 0,94 al secondo.

Scud (Fig. 84). - E' un interessantissimo velivolo, frutto di studi che mirano alla costruzione di un apparecchio a vela di buone qualità aerodinamiche; è leggerissimo e di piccole dimensioni, tanto da potersi dire l'aeroplano per il privato.

E' composto di una fusoliera in tubi di acciaio a sezione di un quadrato disposto con una diagonale verticale, una *cabane* a doppio triangolo sostiene l'ala che è rettangolare con le estremità rastremate a trapezio; l'ala è a sbalzo e costruita in legno; l'impennaggio non ha parti fisse, ma solo i timoni di profondità e direzione; pattino centrale montato su blocchi di gomma. Apertura m. 7,60. Lunghezza m. 4. Superficie mq. 7,9. Peso a vuoto Kg. 46. Allungamento 7,9 peso per mq. Kg. 18. Rapporto di planamento (dato dal costruttore), 15.

Kassel 17. - Monoplano ad ala alta a pianta rettangolare, controventata da quattro montanti, costruzione in legno. Fusoliera in legno ricoperta in compensato, di sezione esagonale; pattino centrale di atterraggio montato su blocco di gomma. A-

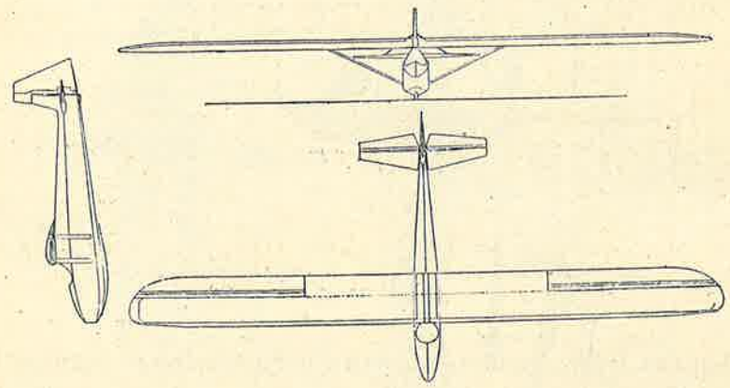


Fig. 85. - *Tre viste del monoplano da allenamento* « *Kassel* 20 » (da Flugsport).

pertura ali m. 12,84. Lunghezza m. 6,42. Superficie mq. 18. Peso a vuoto kg. 109. Allungamento 9,2. Rapporto di planamento 17. Peso per mq. kg. 9,9. Velocità teorica di discesa m. 0,80 al secondo.

Kassel 20 (Fig. 85). - Utilizza la stessa fusoliera e gli stessi impennaggi del precedente, ma il cambiamento dell'ala lo rende molto più fino di esso ed è atto a tutti i tipi di volo a ve-

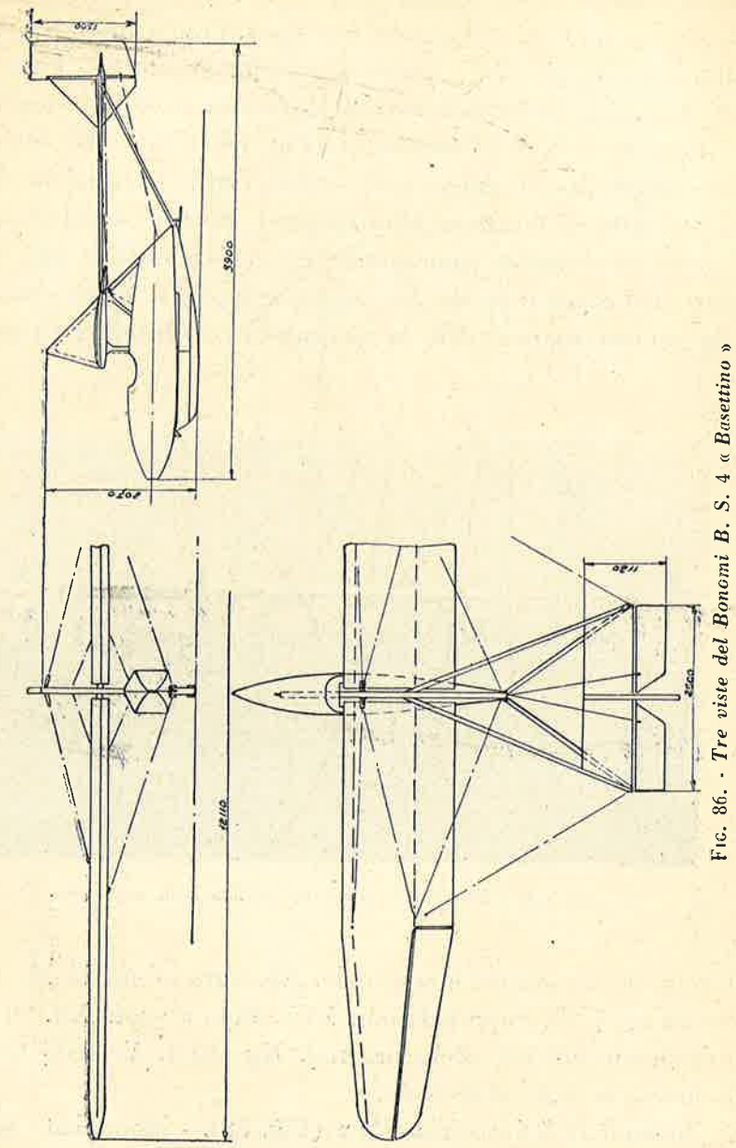


Fig. 86. - *Tre viste del Bonomi B. S. 4 « Busettino »*

la. Le ali sono ancora a pianta rettangolare con le estremità arrotondate, il resto è uguale al Kassel 17. Apertura ali m. 14,08. Lunghezza m. 6,42. Superficie mq. 15,4. Peso a vuoto Kg. 118. Allungamento ali 12,9. Rapporto di planamento 20. Peso per mq. Kg. 12,2. Velocità teorica di discesa m. 0,69 al secondo.

Bonomi B S 4 « Basettino » (Fig. 86 e 87) - E' derivato dal comune tipo di apparecchio scuola con la sostituzione delle ali con altre di maggiore allungamento, profilo di grande rendimento ed estremità trapezoidali, e con l'aggiunta di una carenatura del corpo centrale che racchiude il pilota. Le ali sono ancora controventate da fili, la carenatura è in listelli e ricoperta

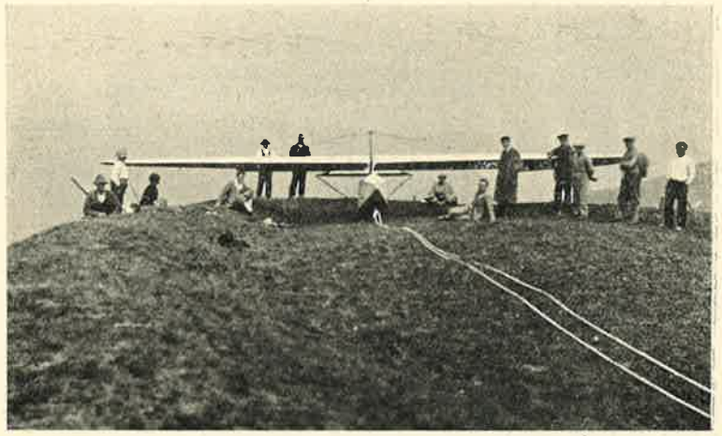


Fig. 87. - *Il « Basettino » prima di un lancio in montagna.*

in tela, la sua sezione è esagonale. Apertura ali m. 12,11. Lunghezza m. 5,90. Superficie mq. 15,5. Peso a vuoto Kg. 90. Allungamento ali 9,5. Peso per mq. Kg. 10,3. Velocità teorica di discesa m. 0,87 al secondo.

Bonomi B S 6 « Bigiarella » (Fig. 88). - Monoplano ad ala alta controventata da due V di montanti in tubi di acciaio con

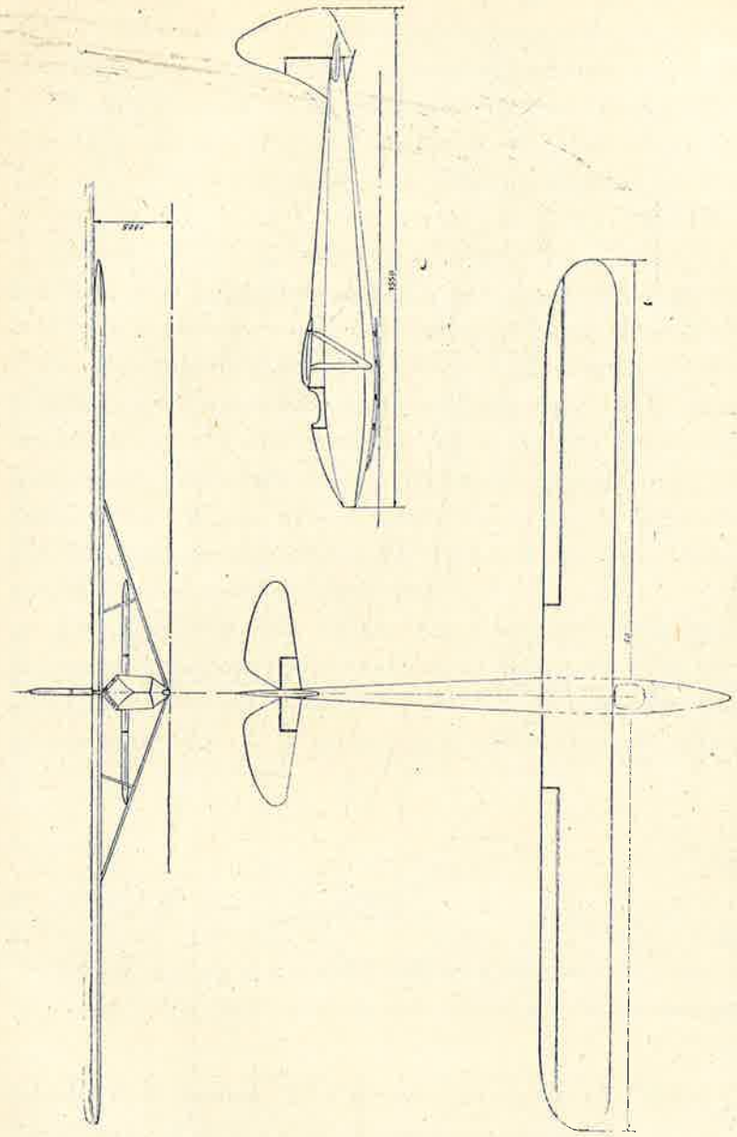


Fig. 88. - *Tre viste del monoplano da allenamento Bonomi B. S. 6 « Bigiarella ».*

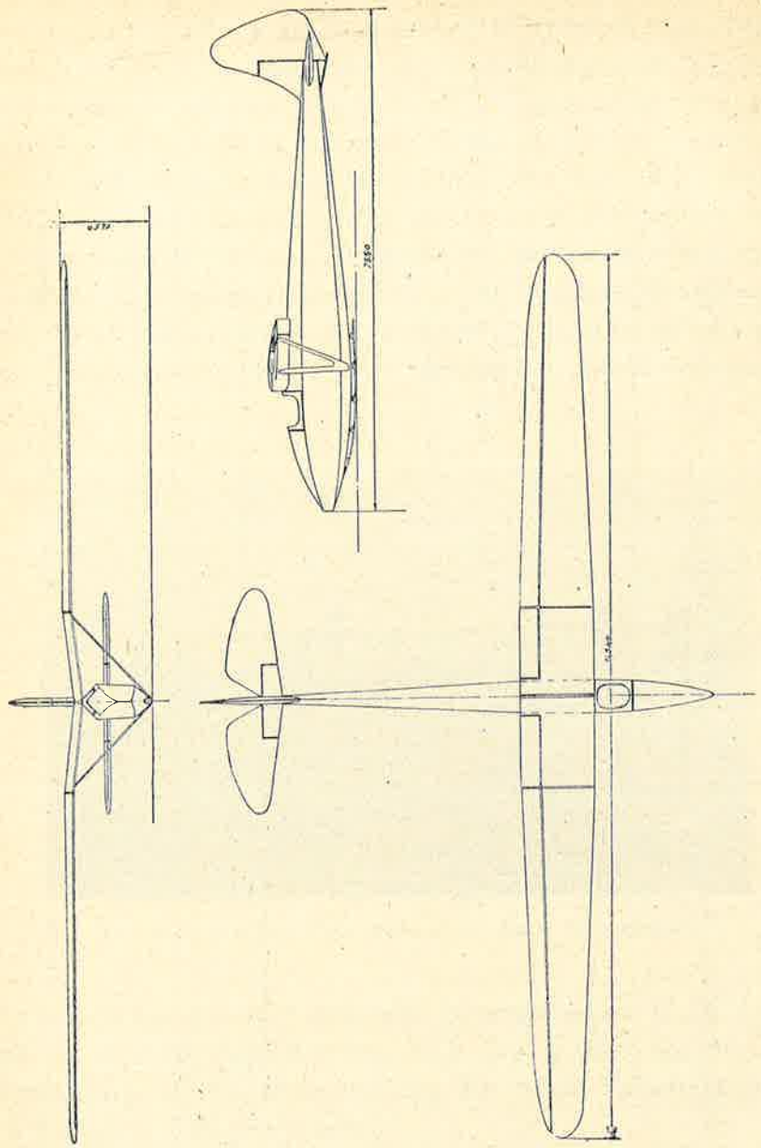


Fig. 89. - *Tre viste del monoplano da allenamento Bonomi B. S. 5 « Ballerina »;*

rompitratta; ala in due pezzi a pianta rettangolare arrotondata alle estremità, costruita in legno e ricoperta parte in compensato e parte in tela; fusoliera profilatissima in legno a sezione esagonale, coperta essa pure parte in compensato e parte in tela.

Pattino centrale di atterraggio montato su blocchi di gomma. Apertura ali m. 14,35. Lunghezza m. 7,55. Superficie ali mq. 16,1. Peso a vuoto Kg. 105. Allungamento ali m. 12,8. Peso per mq. Kg. 11,2. Velocità teorica di discesa m. 0,71 al sec.

Bonomi B S 5 « Ballerina » (Fig. 89). - Utilizza la stessa fusoliera e lo stesso impennaggio dell'apparecchio precedente, solo l'ala è variata: essa è costruita in 4 pezzi, due rettangolari e due trapezoidali molto appuntiti, la sua forma vista di fronte è ad M molto aperta come quella delle ali degli uccelli velieri. La controventatura è assicurata da due V in tubi di acciaio senza rompitratta. Apertura ali m. 14,94. Lunghezza m. 7,55. Superficie mq. 13,12. Peso a vuoto Kg. 105. Allungamento ali 14. Rapporto di planamento 21. Peso per mq. Kg. 14,3. Velocità di discesa m. 0,75 al secondo.

Professor (Fig. 90). - Fusoliera a sezione esagonale coperta in compensato, sopra alla quale viene fissato un piano centrale rettangolare con due sbalzi trapezoidali, il tutto controventato da due montanti a V. Pattino centrale di atterraggio montato su

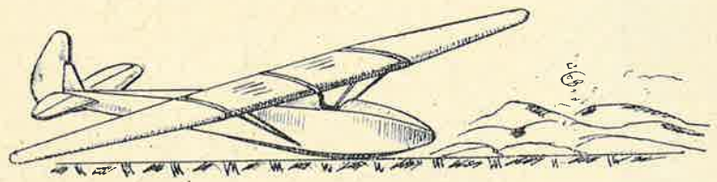


Fig. 90. - *Monoplano da allenamento « Professor »* (da una fotografia)

blocchetti di gomma. E' l'apparecchio usato alla Rhôn per gli allenamenti al volo a vela ed i brevetti superiori.

Apertura ali m. 16. Lunghezza m. 7. Superficie mq. 18,5.

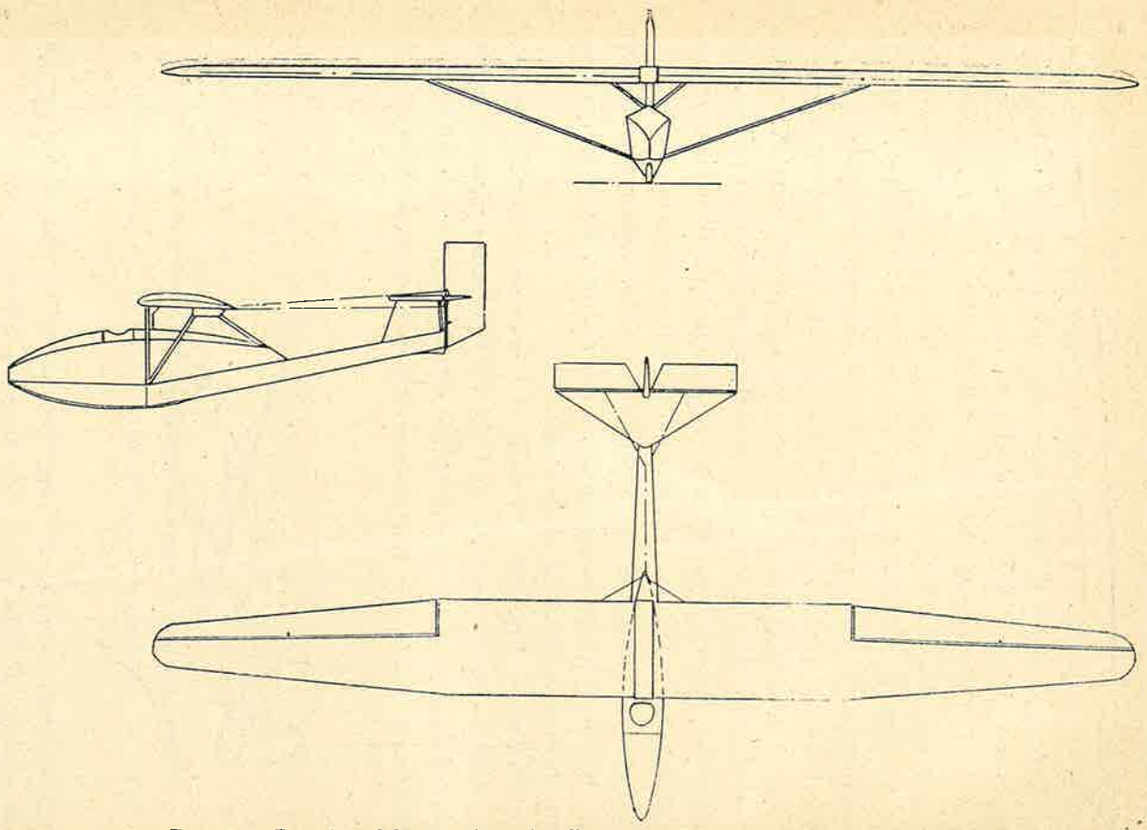
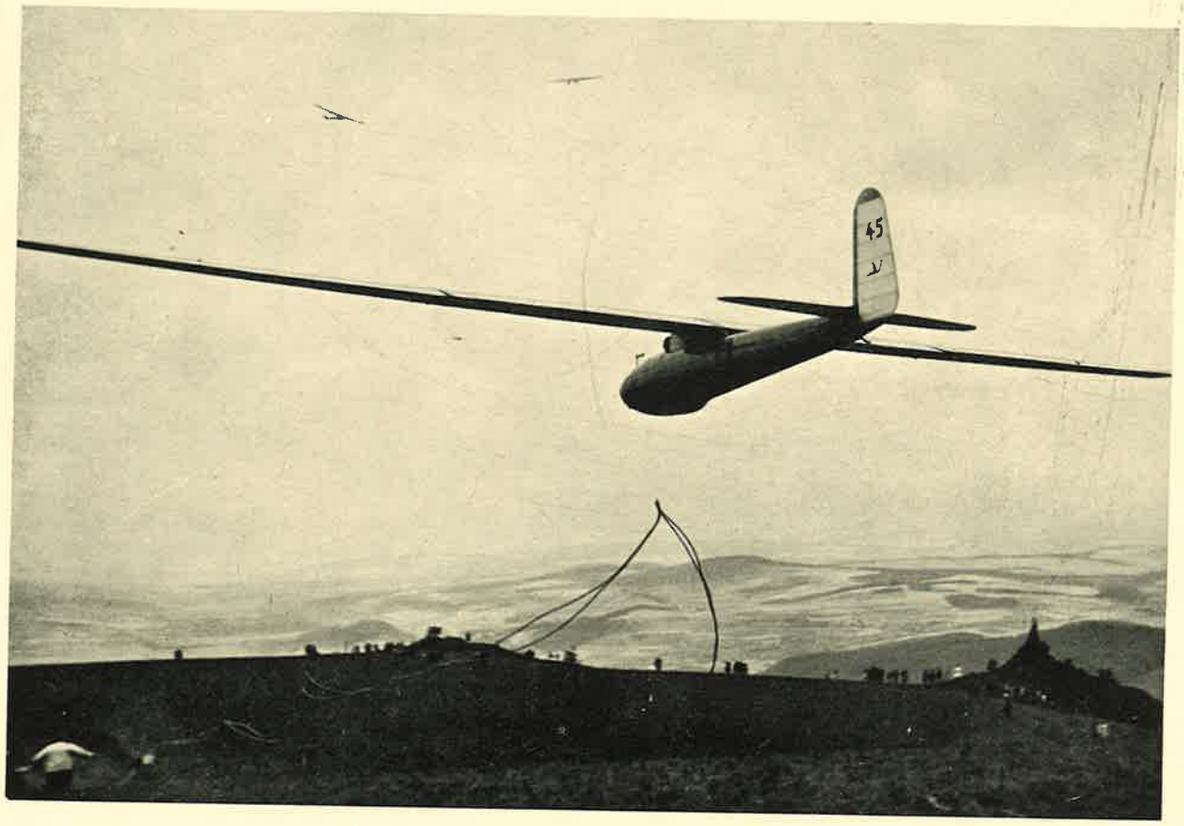


FIG. 91. - *Tre viste del monoplano da allenamento Bonomi B. S. 8 « Biancone »*



Un bel volo sulla Wasserkuppe

(Fot. H. Eckert)

Peso a vuoto Kg. 154. Allungamento ali 13,8. Rapporto di planamento 21. Peso per mq. Kg. 12,4. Velocità teorica di discesa m. 0,66 al secondo.

Bonomi B S 8 « *Biancone* » (Fig. 91). - E' derivato dal tipo « *Allievo Italia* » ed è costituito da un corpo centrale che si prolunga inferiormente con una trave triangolare e porta una carenatura racchiudente il pilota, ben profilata, a sezione esagonale e coperta parte in compensato e parte in tela; la trave triangolare porta posteriormente una deriva trapezoidale coperta in compensato che sostiene il piano fisso a cui è imperniato il timone di direzione. L'ala è in due pezzi, di costruzione in legno, a pianta trapezoidale e controventata da montanti a V. Apertura ali m. 13,40. Lunghezza m. 6,40. Superficie mq. 14,50. Peso a vuoto Kg. 94. Allungamento ali 12,4. Peso per mq. Kg. 11,6. Velocità teorica di discesa m. 0,74 al secondo.

GLI APPARECCHI DI ALTE CARATTERISTICHE

Rientrano in questa categoria gli apparecchi da volo a vela costruiti per lo più in vista di tentativi di records o per partecipazione a concorsi. Essi sono molto sovente ad ali completamente a sbalzo, e, in ogni caso, di grande allungamento. Le fusoliere sono spesso a sezione ovale, di costruzione *monococque* in compensato; la loro sezione maestra è ridottissima; talora anche la testa del pilota è rinchiusa nella fusoliera (fig. 93), il tutto per aumentare al massimo le caratteristiche aerodinamiche dell'apparecchio.

Naturalmente, dato che in essi, oltre che la grande finezza, si cerca di ottenere la massima leggerezza, la loro lavorazione è necessariamente molto complicata e quindi discretamente costosa: si parla di uno speciale tipo di apparecchio che è costato circa 200.000 lire.

In questi ultimi tempi, per ridurre un poco il prezzo di questi apparecchi e per semplificarne la costruzione a vantaggio anche

del peso, si tende a farli a fusoliera di sezione esagonale invece che ovale e ad ali controventate da montanti anzichè a sbalzo; la resistenza all'avanzamento in più viene bilanciata dal minor peso che hanno tali tipi di ali in confronto di quelle interamente a sbalzo.

Citiamo alcuni fra i più interessanti apparecchi di questa categoria, che si potrebbe definire l'aristocrazia del volo a vela, descrivendo i più moderni e trascurando quelli di soli 3 o 4 anni fa, che sono ormai sorpassati.

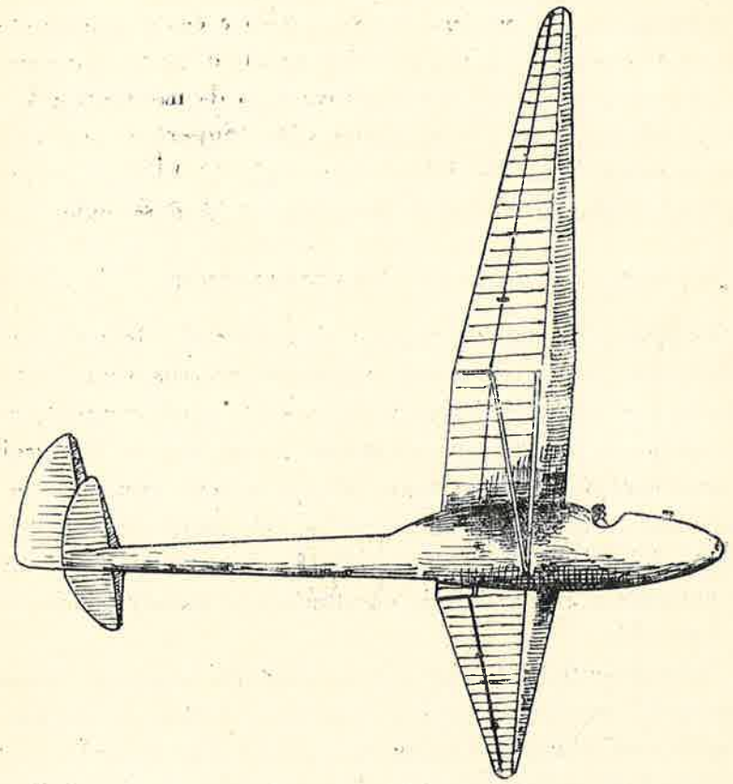


Fig 92. - *Il Monoplano « Wien » di Kronfeld* (da una fotografia).

Wien (Fig. 92). - Monoplano ad ala controventata da due montanti a V. La fusoliera è a sezione ovale, ricoperta in com-

pensato, l'ala è sostenuta da una specie di pinna dorsale profilata che sorge dietro al posto del pilota.

L'ala è diritta e smontabile in tre pezzi, uno rettangolare al centro e due sbalzi laterali trapezoidali; essa è a lungherone unico con un altro lungherone ausiliario di imperniamento degli alettoni, la copertura è in compensato fino al lungherone principale, il resto è ricoperto in tela.

I timoni sono dello stesso tipo di costruzione. Organo di atterraggio: un pattino centrale montato su blocchi di gomma.

Con questo apparecchio Kronfeld percorse, nel 1930, 164 Km. in linea retta; nel 1931, 174 e compì la doppia traversata della Manica.

Apertura ali m. 19. Superficie mq. 18. Peso a vuoto chilogrammi 154. Peso per mq. Kg. 12,7. Allungamento ali 20. Velocità teorica di discesa m. 0,60 al secondo.

Fafnir (Fig. 93 e 94). - Monoplano ad ala alta a sbalzo con

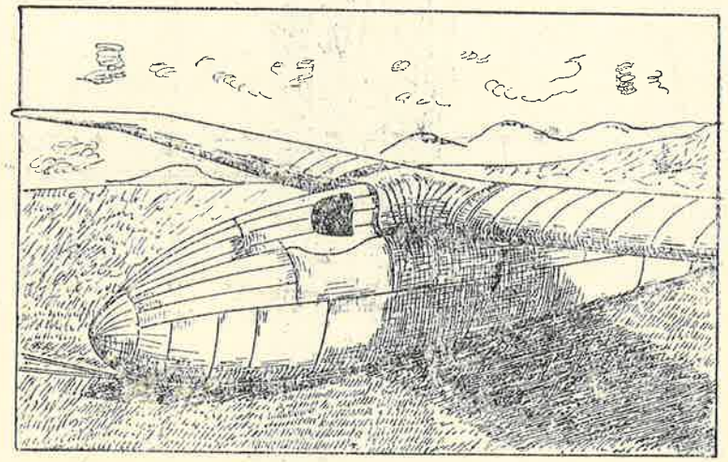


Fig. 93. - *Il posto di pilotaggio chiuso del « Fafnir »* (da una fotografia).

fusoliera a sezione ovale, profilatissima, per diminuire le resistenze passive; il pilota è rinchiuso nella fusoliera e guarda fuori attraverso a due finestrini laterali.

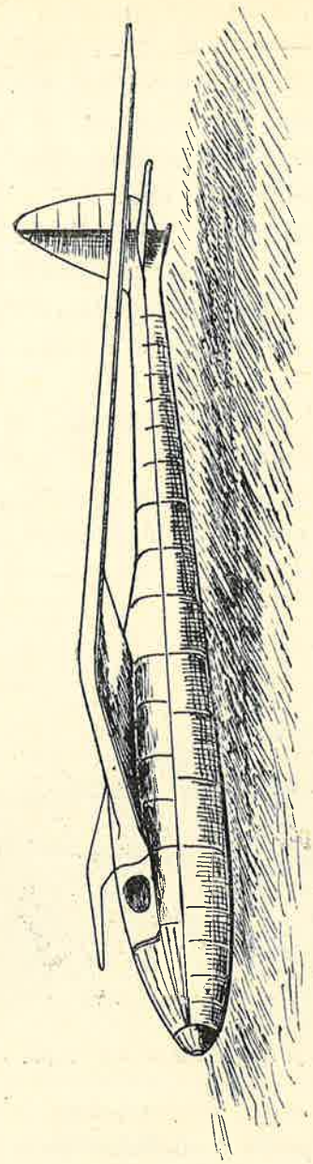


Fig. 94. - *Monoplano da record « Fafnir » di Groenhoff* (da una fotografia)

L'ala è posata direttamente sul dorso della fusoliera ed è in quattro pezzi: due rettangolari che formano V in modo da sollevarne l'estremità e due trapezoidali che si dispongono invece orizzontalmente; la forma generale delle ali risulta ad M aperto. simile a quella di un albatro. Questo apparecchio, pilotato da Groenhoff, ha eseguito, nel 1931, dei voli lunghissimi superando il Wien con ben 265 Km. in linea retta.

Apertura ali m. 19. Superficie mq. 18,5. Peso a vuoto Kg. 190. Peso per mq. Kg. 14,3. Allungamento ali 19,5. Velocità teorica di discesa m. 0,64 al secondo.

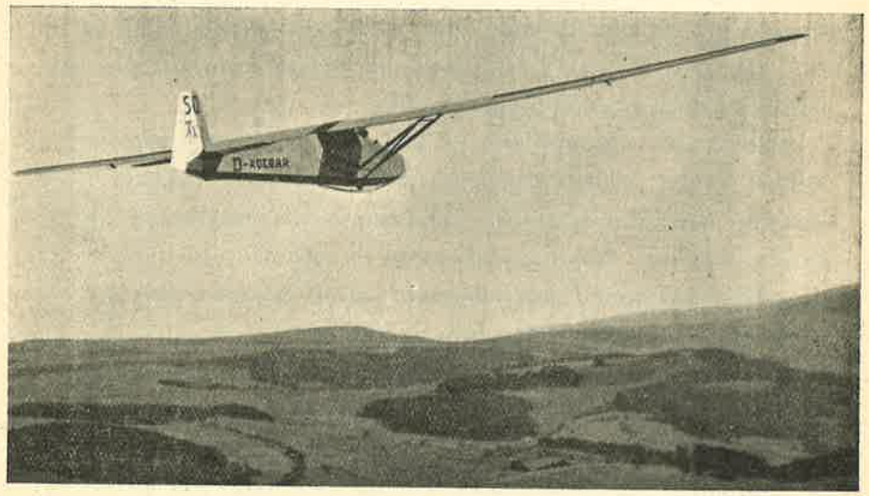


Fig. 95. - *Monoplano di alte caratteristiche « Kassel* 25 » (fot. Hermann-Eckert).

Kassel 25 (Fig. 95). - Monoplano ad ala alta. controventata da 4 montanti, in due pezzi e ad estremità trapezoidali, in legno e tela. Fusoliera esagonale coperta in compensato. Il comando degli alettoni è differenziale, nel senso che l' alettone che si abbassa ruota di un piccolo angolo, mentre quello che si innalza ruota di un angolo più grande: questo evita che, con l'apparecchio volante a forte angolo di attacco, l'ala con alet-

tone basso si trovi ad avere una incidenza complessiva cui corrisponda una portanza diminuita, e venga a portare meno dell'altra, provocando un inizio d'avvitamento; negli apparecchi da volo a vela, questo dispositivo ha interesse notevole perchè assicura una controllabilità laterale perfetta anche molto vicino a terra e con apparecchio molto cabrato.

Questo aeroplano rispecchia la moderna tendenza degli apparecchi di alto rendimento economici, è costruito in serie dal celebre acrobata aereo Fieseler nella sua fabbrica di Kassel e venduto a prezzo convenientissimo.

Apertura ali m. 18. Lunghezza m. 6,42. Superficie metri quadrati 15,5. Peso a vuoto Kg. 128. Allungamento ali 20,9. Peso per mq. Kg. 12,8. Rapporto di planamento 25. Velocità teorica di discesa m. 0,60 al secondo.

Munsterle. - Monoplano ad ala alta, a sbalzo e fusoliera a sezione ovale, molto profilata, posto del pilota chiuso comportante una completa serie di strumenti (contatore della distanza percorsa, bussola, indicatore di virata, altimetro, orologio, due variometri, un barografo ed un piccolo apparecchio radio ricevente che lavora fino a 500 Km.). Con questo aeroplano Hirth compì il suo volo su New York, e, al concorso della Rhôn 1931, fece ottime prove percorrendo una volta 180 ed un'altra 192 Km.

Bonomi B S 2 «Balestruccio» (Fig. 96 e 97). - Per questo apparecchio si utilizzano varie parti dei due velivoli « *Bigiarella* » e « *Ballerina* »: precisamente la fusoliera e gli impennaggi sono comuni a tutti e tre i tipi; si usano per questo i montanti del «*Bigiarella*» e gli sbalzi delle ali del «*Ballerina*»; le parti centrali sono più lunghe e ne risulta un velivolo ad ala controventata in quattro parti a forma di M aperto, le quattro parti sono munite di aleroni che così corrono per tutta l'apertura alare, ma solo quelli degli sbalzi hanno l'ufficio di stabilizzazione laterale con comando differenziale: quelli delle parti centrali so-

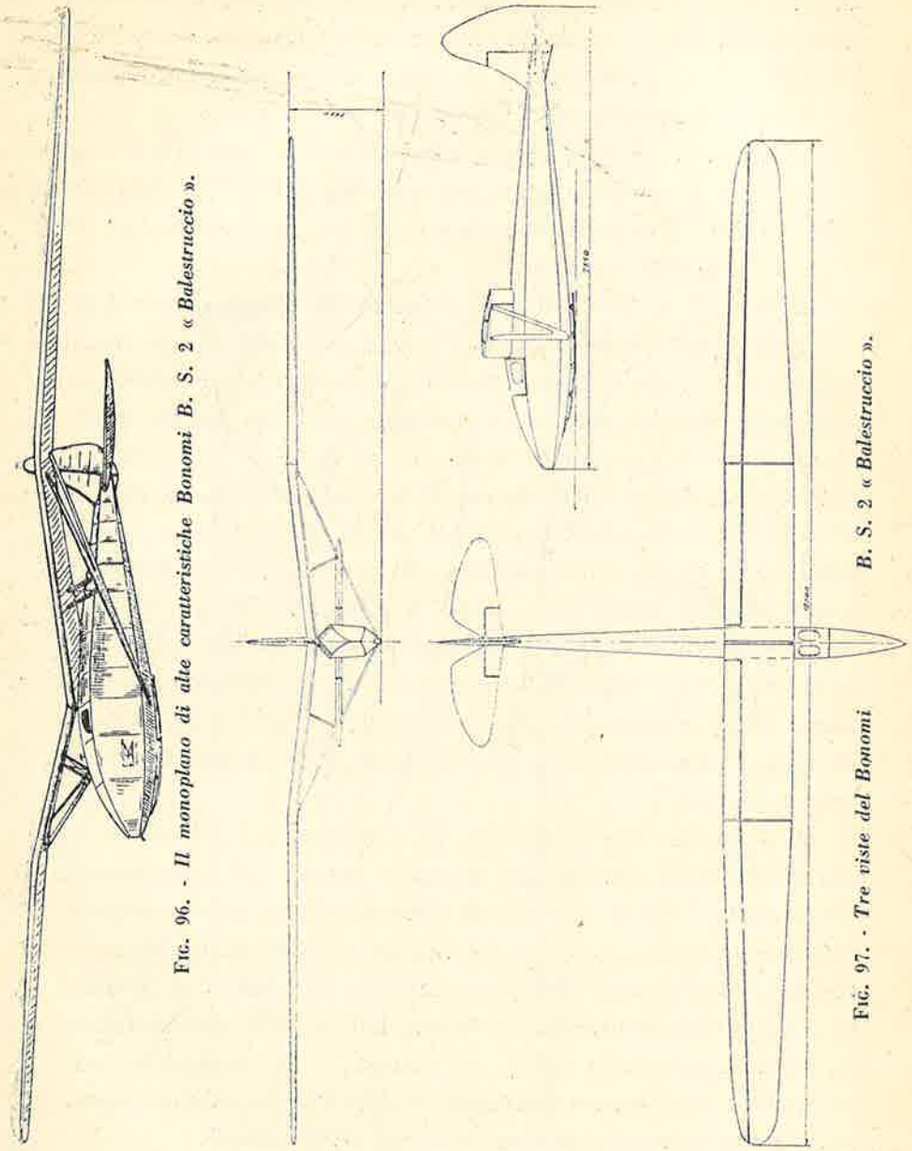


Fig. 96. - *Il monoplano di alte caratteristiche Bonomi B. S. 2 « Balestruccio ».*

Fig. 97. - *Tre viste del Bonomi B. S. 2 « Balestruccio ».*

no degli alettoni cosidetti di curvatura perchè possono essere, da un comando a parte e a portata di mano del pilota, abbassati simultaneamente in modo da aumentare la curvatura del profilo e contemporaneamente la sua portanza, allo scopo di permettere un migliore sfruttamento delle correnti ascendenti.

Apertura ali m. 18. Lunghezza m. 7,55. Superficie mq. 17,14. Peso a vuoto Kg. 140. Peso per mq. Kg. 12,5. Allungamento ali 18. Rapporto di planamento 24. Velocità teorica di discesa m. 0,62 al secondo.

Austria (Fig. 98). - Fatto costruire da Kronfeld con l'intenzione di realizzare il più fino apparecchio del mondo, è un velivolo che si stacca completamente dalle forme generali quasi standardizzate che abbiamo viste negli altri; ha un'ala di allungamento rilevantissimo, 25,6 e di 30 metri di apertura, interamente a sbalzo: per tenerne l'estremità abbastanza alta da terra la si è fatta ad M appiattito, per la stessa ragione la si è montata su di una corta carlinga che ha una curiosa forma di scarpa e nella quale trova posto il pilota. La coda è portata da una specie di tubo in compensato attaccato dietro all'ala; essa porta due timoni di direzione indipendenti che possono anche essere orientati in senso contrario per fare da freno aerodinamico, dispositivo utile per facilitare l'atterraggio di un simile apparecchio.

Vi è inoltre un dispositivo di cambiamento di curvatura per mezzo degli alettoni che occupano tutta l'ala e che hanno, oltre al loro comune movimento alternativo, un altro movimento contemporaneo a quello del timone di profondità, di modo che quando l'apparecchio picchia anche gli aleroni si innalzano, facendo diminuire la curvatura dell'ala e la sua portanza; se invece l'aeroplano cabra, gli alettoni si abbassano facendo aumentare curvatura e portanza: è il principio adottato anche nel « *Balestruccio* », ma con comandi indipendenti.

Benchè la finezza di questo apparecchio si debba presuppor-



Fig. 98. - *Il monoplano « Austria » di Kronfeld* (da una fotografia).

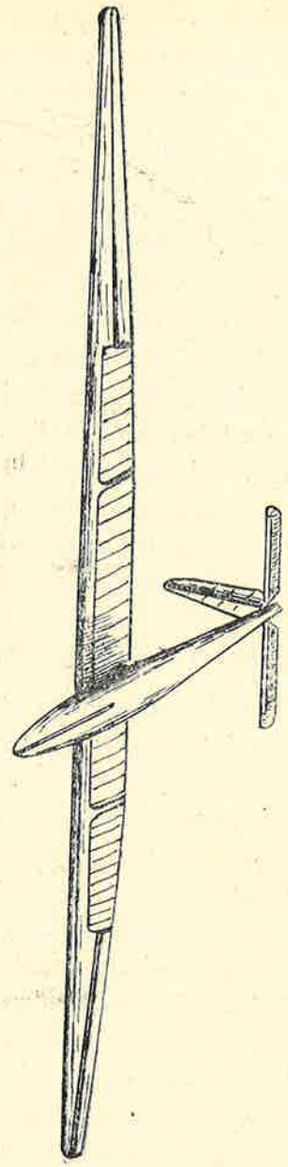


Fig. 99. - *Il monoplano di alte caratteristiche « Mœuingen »* (da una fotogr.).

re altissima, esso per ora non ha compiuti grandi voli, pare per causa di vibrazioni torsionali piuttosto inquietanti manifestatesi nella coda e, certo, per la difficoltà da parte del pilota di *prendere alla mano* un velivolo di tipo così nuovo; ma sicuramente, non appena a punto, e nelle mani di un pilota come Kronfeld, non mancherà di fare meraviglie.

Superficie ali mq. 35. Peso a vuoto Kg. 330. Peso per mq. Kg. 11,4. Rapporto di planamento circa 30. Velocità teorica di discesa m. 0,40 al secondo.

Fra gli apparecchi Tedeschi, possiamo ancora citare lo *Schliesen-in-not*, lo *Stuttgart*, il *Luftikus*, i *Mayer M* 1 ed *M* 2, il *Darmstadt*, il *Meiningen* (fig. 99), il *Kakadu*, il *Kakatoes* ecc. ecc.; ed in America il *Bowlus* che ha eseguiti magnifici voli di durata, tutti apparecchi poco dissimili fra loro per aspetto generale, monoplani ad ala alta a sbalzo o controventata da montanti, pianta di ala ad estremità trapezoidali, di grande allungamento e finezza.

GLI IDROVOLANTI SENZA MOTORE

Per il volo rimorchiato e per i dilettanti di motonautica, può essere interessante un apparecchio senza motore con galleggianti, dato anche che uno specchio di acqua vasto è sempre più facile da trovare che un grande campo od una adatta collina, senza contare le difficoltà che si incontrano con i proprietari dei terreni.

Sono stati così applicati dei gruppi di galleggianti, leggerissimi e semplici ad apparecchi da scuola o da allenamento con discreti risultati per voli rimorchiati; si deve però notare che il velivolo ne resta appesantito e diminuito nelle qualità di penetrazione, e che il volo si riduce, salvo poco tempo dopo il distacco della corda, ad un lungo volo a rimorchio che, se è di grande interesse sportivo e di istruzione, ne ha poco dal punto di vista del volo a vela.

Molto meglio ci si può trovare progettando dall'inizio l'apparecchio come idrovolante. In questo ordine di idee in Italia, a Trieste, è stato costruito un velivolo denominato « *Idroala Borghese Negretto* » (fig. 100), che è un monoplano biposto formato da un'ala rettangolare ad estremità arrotondate controventate ad un'incastellatura che sostiene due galleggianti ed una corta carlinga per l'equipaggio. La coda è portata da una trave reticolare piana controventata da cavi. Apertura ali metri 20. Lunghezza m. 8,80. Superficie ali mq. 35,6. Peso a vuoto Kg. 250. Allungamento 11,2. Peso per mq. Kg. 11,2 (9,1 come monoposto).

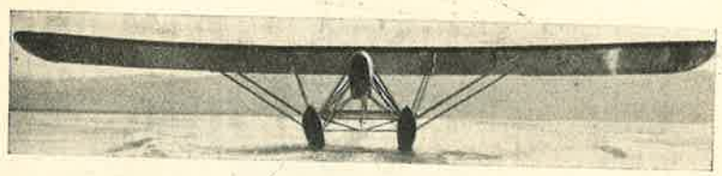


Fig. 100. - *Idroala Borghese Negretto* (da « Aeronautica »).

GLI APPARECCHI SENZA CODA

Questo tipo di apparecchio è molto interessante per l'alleggerimento intrinseco che porta e principalmente perchè in esso si trova il germe della preconizzata soluzione dei grandi velivoli futuri tutt'ala. Se ne sono costruiti in Inghilterra, in Russia, in Germania, ecc. In quest'ultimo paese le esperienze su questo tipo di aereo si sono svolte naturalmente su apparecchi senza motore; alla Rhôn-Rossitten ne sono stati costruiti diversi su progetto del Direttore Tecnico Ing. Lippisch, grande autorità in materia.

Questi apparecchi consistono generalmente in un'ala spessa, a pianta a forma di freccia e profilo di solito autostabile fatto cioè come quello, già descritto, dell'ala del *Falke*, in modo che

può volare senza bisogno di un impennaggio e conseguente trave o fusoliera.

Una corta navicella o carlinga porta il pilota. La direzione e la stabilità di rotta sono assicurate, oltre che dalla forma delle

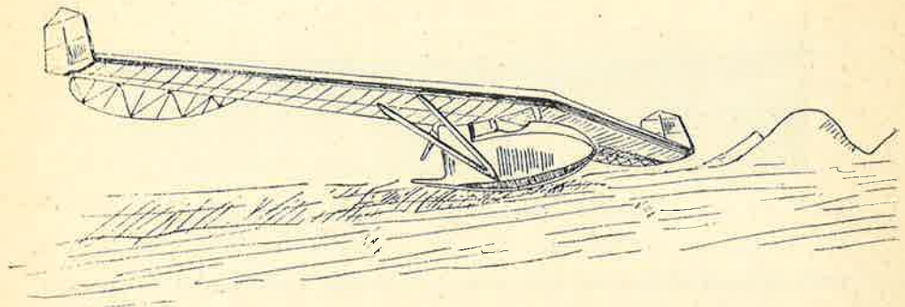


Fig. 101. - *Il monoplano senza coda « Storch » col motore* (da una fotografia).

ali, da piani verticali posti alle estremità; gli aleroni assicurano anche il comando dei movimenti longitudinali, sostituendo il timone di profondità: di questo genere sono l'*Uhu* e lo *Storch*, costruiti appunto dalla Rhôn-Rossitten.

GLI APPARECCHI DA VOLO A VELA CON MOTORE

Date le elevatissime caratteristiche aerodinamiche ottenute con gli apparecchi da volo a vela, viene naturale di pensare che ciò che vola così bene senza motore, si potrebbe sostenere con un motore di piccola potenza. Infatti esperienze di questo genere sono state coronate da discreto successo specie in Germania, dove diversi aeroplani hanno volato con motorini da motocicletta, di pochi cavalli di forza.

Tale applicazione non ha però grande interesse per il turismo perchè l'apparecchio, sovraccaricato del peso di un gruppo motopropulsore, perde le sue buone qualità di veleggiatore, mentre non è ancora un pratico aeroplano da turismo a piccola potenza; invece la cosa si è dimostrata pratica per scopi

di istruzione economica, poichè, portando in volo con un motore l'allievo già istruito od in corso di istruzione senza motore, si ottiene di farlo uscire pilota completo con spesa limitata.

Ciò è stato sperimentato con successo, appunto alla Rhôn-Rossitten, con un motorino DKW a due cilindri da 15 HP, raf-

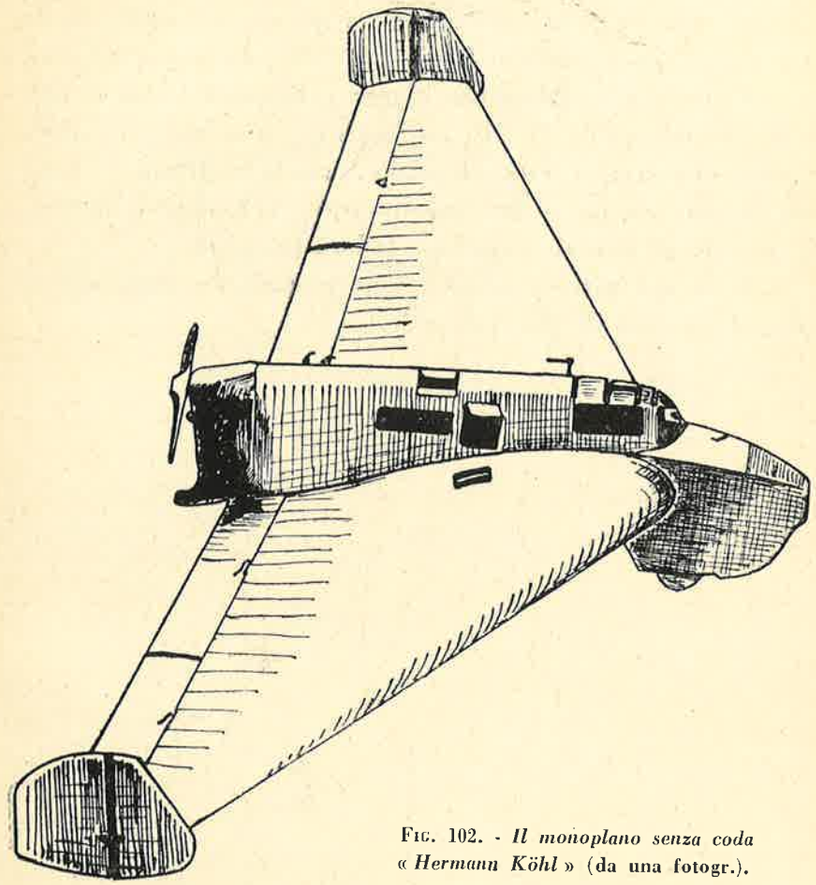


Fig. 102. - *Il monoplano senza coda « Hermann Köhl »* (da una fotogr.).

freddato ad acqua e montato su un apparecchio derivato dal *Prufling*. L'ora di volo è risultata di costo enormemente inferiore a quella delle scuole di aeroplani a motore.

Queste esperienze acquistano grande interesse negli apparecchi senza coda, che permettono l'impiego di eliche propulsive senza ostacoli nella loro scia e quindi di ottimo rendimento. La *Storch* (fig. 101), fu appunto munito di motore da 8 HP con il quale raggiunse la velocità di 125 Km. all'ora. Sull'esperienza fatta fu costruito il *Delta* (fig. 102), biposto a cabina, di Lippisch, che fu prima provato senza motore con ottimi risultati, e poi, con il titolo di *Hermann Köhl* (dal nome del noto trasvolatore dell'Atlantico che suggerì a Lippisch l'idea di tale tipo), con motore da 30 HP; esso consiste in un'ala autostabile a bordo di entrata a freccia e bordo di uscita rettilineo, vi sono due alettoni per ala, di cui l'interno serve da timone di direzione, mentre gli esterni conservano la loro funzione.

Con la sua piccola potenza l'apparecchio ha raggiunta la velocità massima di 155 Km. all'ora.

Capitolo VI

I MATERIALI PER LA COSTRUZIONE

I MATERIALI PER LA COSTRUZIONE

Benchè il metallo, ed in special modo le leghe leggere e gli acciai speciali, acquistino sempre maggiore voga nelle costruzioni aeronautiche, in quella degli apparecchi senza motore il legno continua ad avere il sopravvento pel suo prezzo, per la facilità di costruzione, modifica e riparazione ch'esso permette, salvo qualche caso già citato di fusoliere o corpi in tubi di acciaio. Una ragione fondamentale si oppone poi alla costruzione metallica di questi apparecchi ed è che, data la loro estrema leggerezza ed i piccolissimi sforzi che vi si manifestano, il metallo dovrebbe assumere spessori così piccoli da rendere irrealizzabile la costruzione stessa. Sono pure queste le ragioni per cui esistono così pochi apparecchi leggeri da turismo costruiti in metallo.

Il legno usato per le costruzioni aeronautiche deve avere le fondamentali qualità di essere assolutamente privo di nodi od altre imperfezioni, di possedere fibre diritte e fini, di avere la massima leggerezza unita alla massima resistenza ed infine di essere elastico e compatto.

Uno dei legni che maggiormente risponde a questi requisiti è il *Silver Spruce*, essenza resinosa americana a lento accrescimento e quindi a fibre finissime e diritte, con assenza quasi assoluta di nodi od altre imperfezioni come inclusioni di resina, spaccature, ecc.. Esso si riconosce, oltre che dalla finezza delle sue fibre, dal colore rossiccio. Disgraziatamente il suo

prezzo è molto elevato e, per gli apparecchi scuola che debbono costar poco, questo è un gravissimo difetto; in questi quindi si cerca di sostituirlo (limitandone, al massimo, l'impiego ai lungheroni principali delle ali), con altre essenze meno co-

Negli apparecchi di maggior pregio, invece, esso viene usato anche per tutti gli organi essenziali (lungheroni, montanti, stose per le altre parti.

e traverse delle fusoliere) e per le strutture resistenti degli impennaggi. Il suo peso specifico medio è 0,432.

Altra essenza resinosa è il *Douglas Fir* od *Oregon Pine*, più pesante e poco più resistente dello *spruce;* del resto la si può trovare a fibre diritte e fini ed esente da ogni difetto, il suo costo è notevolmente più basso di quello dello *spruce*. Può venire utilmente impiegato per parti soggette a sforzi notevoli, specie locali, come introduzione di viti e bulloni, essendo più duro dello *spruce*. Lo si impiega ad esempio per il montante centrale principale del corpo degli *Zögling* e nella parte inferiore degli stessi, nei punti ove si deve avvitare il pattino e nei montantini che ricevono i bulloni dei pezzi di unione fra la parte anteriore che porta il pilota e la principale; il suo peso specifico è circa 0,550.

Per le parti di minore importanza si può sostituire lo *spruce* con dell'abete di primissima scelta, la cui fibra però, meno fina e compatta, non ha le caratteristiche ideali; lo si usa per i lungheroni degli alettoni e degli impennaggi e per i montanti secondari del corpo negli *Zögling*; se ben scelto, lo si può a rigore, in mancanza di *spruce*, adoperare anche pei lungheroni di tali apparecchi che hanno dimensioni sovrabbondanti. Il suo peso specifico medio è 0,460.

Per la costruzione degli apparecchi da scuola vengono molto usati in Germania il pino silvestre ed il pinastro; in Italia non è facile trovarli e ci si deve perciò accontentare dei legni già citati.

Per i listelli delle centine, sia delle ali che dei piani di coda, viene molto usato il pioppo, che si può trovare di fibra finissima e ben diritta, molto compatto e difficile a spaccarsi, elastico e di facile curvatura; non lo si può però adoperare nelle parti principali perchè molto facile a deformarsi per l'azione dell'atmosfera ed è difficile da trovare i pezzi lunghi; il suo peso specifico è 0,450.

In talune parti, poi, si ha bisogno delle cosidette essenze forti: per i pattini che devono subire l'urto dell'atterraggio e lo sfregamento con il terreno, si esige un legno duro ed elastico; ideale per questo è il frassino, il cui peso specifico è 0,650; ma si può impiegare anche la robinia.

Altro materiale che viene moltissimo usato nelle costruzioni aeronautiche è il legno compensato: esso può essere composto di essenze di qualunque qualità, la più adoperata in aeronautica è la betulla.

Il compensato consta di lastre composte di un numero dispari, 3, 5 e talvolta 7 strati sottili di legno incollati fra di loro a fibre incrociate in modo che si può utilmente far lavorare il legno in sottilissimi spessori, mentre esso, se non compensato, non ha che minima resistenza nel senso normale alle fibre; si raggiunge nel compensato lo spessore di 3/4 di mm. in tre strati, ed anche di mezzo millimetro!

I fogli di legno vengono prodotti per mezzo di speciali macchine in cui il tronco viene fatto girare su se stesso in presenza di una lama affilatissima che ne stacca i fogli dello spessore voluto.

La colla usata nei compensati per aeronautica deve assolutamente essere inalterabile dall'umidità: si esige che una provetta di compensato resti sei ore nell'acqua bollente senza scollarsi.

Il metallo, trattandosi qui in generale di apparecchi prevalentemente in legno, viene usato per le parti accessorie e di col-

legamento (attacchi, montanti, travi di coda, comandi, ecc.) oltre che pei fili, cavi e tenditori. In genere esso è acciaio che presenta i vantaggi della facile lavorazione senza esigere trattamenti termici speciali come le leghe leggere, ed è di facile saldatura e di basso costo.

Le leghe leggere, quindi, sono poco impiegate negli apparecchi senza motore. Per gli attacchi si usano lamiere di acciaio dolce che sono saldabili autogenicamente. La loro resistenza va dai 45 ai 55 kg./mmq. ed il loro allungamento percentuale da 22 a 26 % (si dice allungamento la quantità di cui un dato materiale si allunga prima di strapparsi sollecitandolo a trazione: essa viene riferita in percento della lunghezza primitiva e serve a dare una misura della dolcezza e malleabilità del materiale).

I tubi di acciaio per aviazione sono trafilati a freddo senza saldatura e devono avere resistenza di non meno di 50 kg./mmq. ed allungamento minimo del 10%.

I bulloni che vengono usati per il collegamento degli organi fra di loro sono in acciaio al nickel da 60 kg./mmq. di resistenza e da 18 a 20% di allungamento.

Per controventare fra di loro le varie parti degli apparecchi si impiegano sia sbarre rigide in legno o tubo di acciaio, sia fili, cavi o tiranti profilati in acciaio. I fili sono trafilati in acciaio speciale d'alta resistenza, da kg. 180 a 200 per mmq. fino al diametro di 2 mm. e da 170 a 190 kg. dal diametro di 2 a 3,5 mm., ma la loro resistenza si calcola all'occhio confezionato su di un tenditore e munito di un passafilo (fig. 103 a): in queste condizioni la resistenza si abbassa di circa 40 kg. sulle cifre precedenti.

I cavi sono composti di fili di acciaio zincati o piombati avvolti in trefoli; i cavi alla loro volta sono composti di non meno di sei trefoli e di un'anima di canapa molto dura, piccola e paraffinata. Il filo elementare ha un diametro massimo di millimetri 0,6; la resistenza del cavo è di almeno 180 kg/mmq.

di sezione metallica, provato alla macchina su ceppi; all'occhio intrecciato su redancia (fig. 103 c), la resistenza diminuisce e non deve essere inferiore a 160 kg./mmq. per i cavi di forza ed a 140 per i cavi di comando che devono avere formazione molto flessibile.

La tensione tanto dei fili come dei cavi viene regolata a mezzo dei tenditori (fig. 103 a, b, c): essi sono composti di due gambi di acciaio da 65 kg./mmq. a filettatura destrorsa uno e

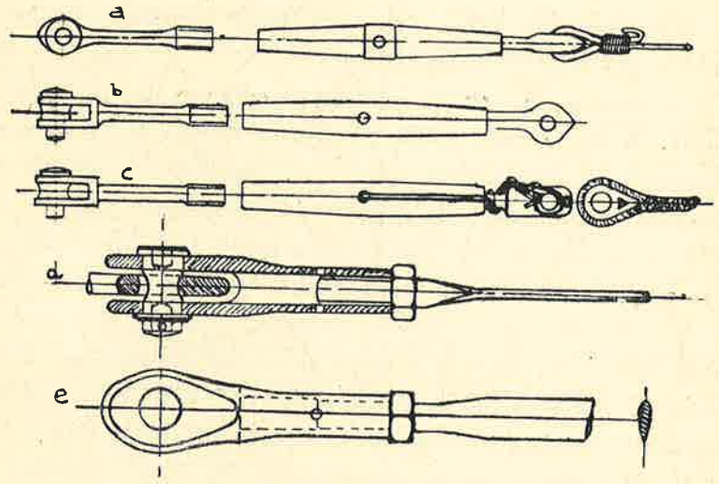


Fig. 103. - *Vari tipi di tenditori ed attacchi di tiranti.*

sinistrorsa l'altro, che si avvitano dentro un manicotto detto *chape* che porta le due filettature corrispondenti, manicotto che può essere in acciaio o, più di frequente, in bronzo speciale ad alta resistenza (metallo Biak). I gambi finiscono ad occhio se devono ricevere un filo, a forcella con uno spinottino se devono ricevere la redancia di un cavo intrecciato od attaccarsi ad una orecchia di un attacco. Si hanno quindi tre tipi di tenditore: a due occhi ed a occhio e forcella, che si adoperano per i fili (fig. 103, a, b) e vanno dal N. 3 al 7 con resistenze da 300 a 1730 kg.; tenditori a doppia forcella (fig. 103 c) che si impie-

gano per i cavi e vanno dal N. 5 al 12 con resistenze da 840 a 4650 kg.

I fili ed i cavi, per la loro sezione circolare, se esposti al vento, hanno il difetto di opporre una grande resistenza all'avanzamento; essi vengono perciò talvolta avviati con una carenatura in legno od alluminio in modo che il tutto assuma una buona forma di penetrazione od addirittura sostituiti con speciali tiranti profilati che sono lame di acciaio di alta resistenza a sezione lenticolare, che però trovano scarso impiego negli apparecchi da volo a vela: tali tiranti profilati ed i loro attacchi sono illustrati in fig. 103 d, e.

Passando ai materiali accessori, vediamo che uno dei più importanti per le costruzioni che ci interessano e che sono prevalentemente in legno, è la colla: in aviazione è assolutamente proscritta la comune colla a caldo da falegname, perchè soffre troppo l'umidità mentre qui è necessaria e prescritta una completa impermeabilità ed inalterabilità agli agenti atmosferici. Fra le colle che hanno queste proprietà, la più comunemente usata per le costruzioni è la colla a caseina, mentre per il compensato è molto in uso quella alla fibrina, a base di sangue di animali; la caseina o colla bianca si presenta come una polvere bianca ed è composta da sottoprodotti del latte mescolati con varie sostanze conservanti; si usa a freddo mescolata con acqua e deve fare presa per un determinato tempo sotto pressione, dato che la sua presa è un fenomeno di reazione chimica. Per provarla si preparano dei pezzi di legno duro incollati e si rompono per scorrimento: il più delle volte si verifica la rottura del legno fuori della parte incollata.

Le tele usate per la copertura dei vari organi possono essere di lino o di cotone *makò* di buona qualità, assai più raramente di seta: la loro resistenza è prescritta in base al carico per mq. del velivolo. Le tele per gli apparecchi da volo a vela sono perciò piuttosto sottili e quindi leggerissime; ci si contenta di

una resistenza di 450 kg. al ml. che consente un peso di 62 gr. al mq. mentre quella per apparecchi a motore ha resistenza da 1400 a 2500 kg., con peso in proporzione. In ogni caso si esige dal tessuto una buona omogeneità che si verifica osservando che fra la resistenza in trama e quella in ordito non si verifichi uno scarto superiore al 10%.

Le vernici usate per la tela e destinate a darle la tensione voluta si dicono vernici tenditela e sono comunemente conosciute sotto il nome di *émaillite;* si tratta di prodotti a base di acetato di cellulosa in solventi volatili non clorurati: esse rendono la tela, oltre che ben tesa, anche impermeabile e più resistente.

Come finitura sia sulla tela che sul legno si può usare la vernice trasparente detta *flatting* oppure delle vernici a corpo o smalti; molto usate attualmente sono le vernici alla nitrocellulosa che si applicano sia a pennello che con le cosidette pistole ad aria compressa che polverizzano la vernice e danno una superficie perfettamente lucida ed unita.

Per le parti metalliche esistono pure vernici antiruggine, si possono anche ricoprire con le citate vernici a corpo.

PROVE SUI MATERIALI

Come tutti gli aeroplani, anche quelli senza motore, sono soggetti, durante la loro costruzione e durante il servizio, ad una rigorosa sorveglianza, quando non si tratti di apparecchi appartenenti all' Amministrazione Militare, da parte del Registro Italiano Navale ed Aeronautico, ente parastatale che ha la sorveglianza su tutti gli aeromobili e natanti civili.

Tale sorveglianza si esplica durante la costruzione con l'esame di tutte le parti che debbono servire all'allestimento.

Dalle parti metalliche vengono prelevati dei provini consistenti in barrette tornite se si tratta di metallo in barra, ed in liste se si tratta di lamiere o di tubi; tutte queste provette (figu-

ra 104) si fanno munite di teste per afferrarle in speciali ganasce di una macchina che le sollecita a trazione misurandone la resistenza e l'allungamento. Quando i tubi sono di diametro piuttosto piccolo, vengono provati intieri e muniti di tappi metallici alle due estremità per impedire lo schiacciamento sotto la stretta delle ganasce della macchina.

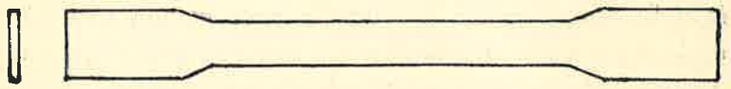


Fig. 104. - *Provetta per materiali metallici.*

Le tele vengono pure provate a trazione su strisce, come pure vengono provati a trazione i fili ed i cavi; per i metalli esistono anche altre prove secondarie di durezza, di resistenza ad urto od a sollecitazioni ripetute, ecc.

I legnami invece, data la impossibilità di afferrarli convenientemente per provarli a trazione, vengono sollecitati a flessione. Per far questo si prende una barretta di date dimensioni, la si appoggia (fig. 105) su due punti e la si sollecita nel mezzo

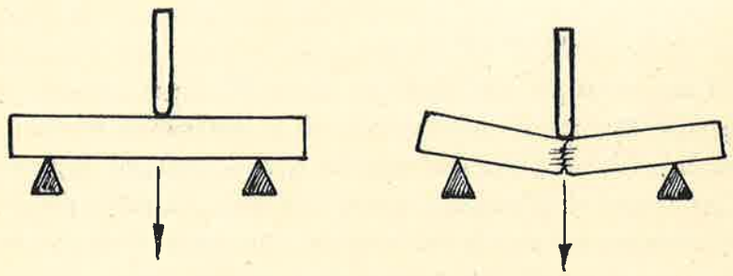


Fig. 105. - *Prova a flessione del legno.*

con degli sforzi noti, misurando quello che ne provoca la rottura; sui legnami sono anche in uso le prove ad urto e su di essi si determina rigorosamente lo stato di umidità che ha una notevole influenza sulle qualità meccaniche.

PROVE STATICHE

Finita la costruzione, l'aeroplano viene sottoposto a prove statiche che consistono nel sollecitare l'apparecchio per mezzo di pesi in modo che si manifestino in esso sforzi corrispondenti a quelli cui potrà essere sottoposto durante il suo servizio, sia in volo che a terra, per la partenza e l'atterraggio.

Tali prove si distinguono in prove di rottura e di elasticità; le prime vengono spinte fino alla rottura della parte che si prova per determinare il rapporto fra il carico che ha portato alla rottura e quello sopportato normalmente dell'apparecchio. Questo rapporto si dice coefficente di rottura o, meno propriamente, di sicurezza.

A seconda dei vari tipi di sollecitazione ed a seconda dell'impiego cui sono destinati gli apparecchi, sono prescritti, per l'accettazione del tipo, vari coefficienti di rottura.

La prova di rottura è però discretamente costosa e non viene di solito eseguita che per il primo esemplare di un tipo di velivolo destinato alla costruzione in serie.

Diversamente, ci si contenta della prova di elasticità, che consiste nel caricare l'apparecchio con un peso corrispondente ad una frazione del carico di rottura prescritto, da 1/3 a 1/2: per mezzo di asticciole graduate si misurano i cedimenti nei vari punti della struttura tanto sotto l'effetto del carico che dopo scaricati i pesi. Questi cedimenti debbono restare in certi determinati rapporti fra di loro.

Le prove si possono eseguire su qualunque organo dell'apparecchio ma di solito vengono circostritte agli organi essenziali, ali e fusoliera con impennaggio. Le ali vengono di solito provate in tre principali condizioni: una a carico diretto, cioè sul ventre dell'ala, rappresentante il caso del volo a forte incidenza nella ripresa dopo una forte picchiata, con un coefficiente di rottura prescritto che va da 5 a 7 passando dagli apparecchi scuola a quelli da record; una a torsione per il caso del

volo alla massima velocità ed a piccola incidenza: per questo si applicano alle ali dei momenti torcenti proporzionali alla corda media dell'ala ed al peso dell'apparecchio; una terza infine a carico rovescio che, negli apparecchi del tipo che ci interessa corrisponde a sei volte il peso dell'ala, per tener conto dell'inerzia di questa nell'atterraggio (negli apparecchi a motore capaci di voli acrobatici si considera invece il caso del volo rovesciato).

La fusoliera viene provata unitamente all'impennaggio orizzontale, caricandola di un peso che è uguale al momento torcente applicato alle ali diviso per la distanza fra il baricentro del velivolo e la cerniera del timone di profondità, per tener conto del caso di volo a massima velocità, in cui l'impennaggio equilibra lo sforzo di torsione delle ali; vi sono poi altre prescrizioni circa altri casi secondarî di sollecitazione.

Naturalmente questi carichi prescritti servono di base per i calcoli degli apparecchi e sono quindi di grande importanza.

PROVE DI VOLO E SORVEGLIANZA IN SERVIZIO

Dopo le prove statiche si passa alle prove di volo sempre sotto il controllo dei funzionari del Registro. Per gli aeroplani senza motore, queste consistono in uno o più lanci, anche di breve lunghezza, che dimostrino il buon equilibrio dell'apparecchio e la buona efficacia dei suoi comandi, dopo di che viene rilasciato un certificato di navigabilità ed un certificato di classe che devono essere in seguito vidimati ad intervalli prescritti in visite all'apparecchio da parte di funzionari del Registro, che verificano se esso è ancora in grado di navigare senza pericolo; così pure il certificato deve essere nuovamente vidimato, previa visita all'apparecchio, dopo eventuali riparazioni o sostituzioni di parti di una certa importanza.

Il certificato di classe indica la classe cui appartiene l'aeromobile: commerciale, turismo, scuola, normale, acrobatica ecc.

Vi è infine un ultimo documento, il certificato di immatricolazione, rilasciato dall'Ufficio Traffico Aereo del Ministero dell'Aeronautica, che certifica l'avvenuta iscrizione dell'apparecchio nel Pubblico Registro Aeronautico.

Tutti questi certificati portano la fotografia dell'apparecchio sulla quale si debbono vedere chiaramente le cosidette marche di nazionalità ed immatricolazione, che consistono in 5 lettere che denotano la prima la nazionalità e le altre quattro l'identità dell'apparecchio; un aeroplano italiano avrà un I seguito da 4 lettere, per esempio: I-AAZU; gli inglesi G come prima lettera, i francesi F e così via.

Le suddette marche vengono dipinte sui fianchi dell'apparecchio e sopra e sotto alle ali in modo ben visibile, la prima lettera separata dalle altre con una lineetta. Il loro gruppo costituisce il nominativo del velivolo, che viene, fra l'altro, usato per tutte le comunicazioni radio che lo riguardano.

Capitolo VII

PARTICOLARI COSTRUTTIVI DEGLI APPARECCHI DA VOLO A VELA

LE ALI

Negli apparecchi scuola si usa generalmente il tipo di struttura così detto classico, a due lungheroni e copertura in tela, simile a quello adoperato negli aeroplani a motore (fig. 106); mentre nei tipi ad alte caratteristiche si usano in genere strutture speciali che vedremo in seguito.

La struttura di tipo classico consta di due lungheroni pressa poco di eguale altezza, di un certo numero di centine infilate su di essi, di un bordo di attacco e di un bordo di uscita, ed infine di alettoni che possono essere imperniati sia sul lungherone posteriore che su di un terzo lungherone ausiliario: la prima soluzione, la più semplice, è quella adottata negli apparecchi da scuola.

I lungheroni sono di solito, in questo tipo dove si esige economia di costruzione e facilità di riparazione, formati da semplici tavolette con il lato maggiore disposto verticalmente; più raramente vengono costruiti nelle forme usate per gli apparecchi a motore, a doppio T, a scatola in due pezzi con solette di legno ed anime di compensato (fig. 107): l'alleggerimento che si otterrebbe con questi tipi di lungherone non compenserebbe il maggior costo, ed essi vengono quindi riservati per gli altri apparecchi, da allenamento o da record.

Le centine sono fatte a traliccio di listelli di pioppo, riuniti da fazzoletti in compensato incollati (fig. 106 e 127) e vengono

montate infilandole sui lungheroni e fissandovele a mezzo di listellini incollati nell'angolo fra lungherone e centina.

Il bordo di attacco può essere un listello opportunamente sagomato che riunisca fra di loro i nasi delle centine, ma in questi tipi di ali in cui i nasi sono cortissimi, consiste più semplice-

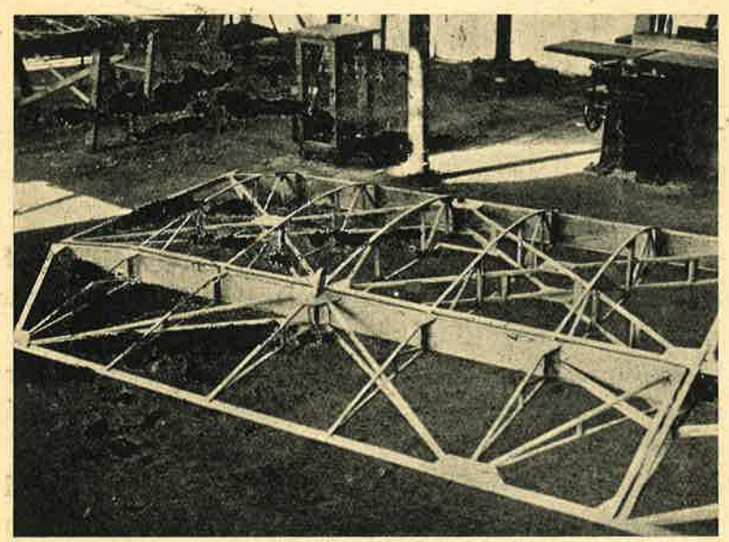


Fig. 106. - *Particolari costruttivi di un'ala di Zögling.*

mente in una doccia di compensato incollata sulle centine e sul lungherone anteriore.

Il bordo di uscita può essere formato da un sottile filo di acciaio fissato alle code delle centine e che prende la forma di una successione di catenarie sotto la tensione della tela, oppure da un listello di legno che si rinforza opportunamente con una striscia di compensato incollato in una fessura praticata longitudinalmente nel listello stesso. In questo modo, facendo un taglio di sega anche nella coda delle centine ed introducendovi con un po' di colla la striscia di compensato, si ha un metodo semplice di fissaggio del bordo di uscita alle centine.



Il "Balestruccio" visto di fronte



Il "Balestruccio" visto di dietro

Intervallate fra le centine ve ne sono alcune rinforzate, dello stesso tipo, ma fatte con listelli di maggiori dimensioni; queste centine, dette rinforzate o centine puntone, limitano i riquadri che vengono controventati per irrigidire il piano delle ali. Gli irrigidimenti vengono fatti sia con crocere di filo di acciaio fissa-

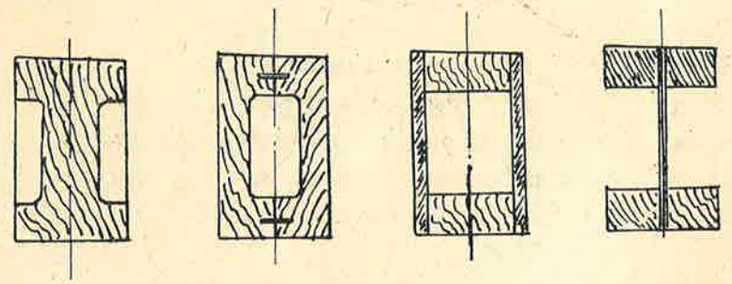


Fig. 107. - *Tipi di sezione di lungherone*

te ai lungheroni per mezzo di piastrine bullonate agli stessi, sia con listelli incollati; un buon irrigidimento è dato da specie di travi composte da due listelli riuniti da puntellini e rettangoli di compensato (fig. 106 e 127), travi che vengono disposte incrociate fra di loro, due per ogni riquadro da irrigidire. Tale sistema conferisce all'ala una forte resistenza alla torsione e viene principalmente usato nelle parti a sbalzo.

Gli aleroni sono costruiti analogamente alle ali con un lungherone, delle centine ed un bordo di uscita con qualche puntoncino di irrigidimento.

Le ali di questo tipo sono di solito in due pezzi che vengono imperniati al corpo centrale dell'apparecchio ed assicurate ad esso sia mediante tiranti in filo di acciaio sopra e sotto, sia da montanti rigidi disposti inferiormente ad essi. La loro pianta è quasi sempre rettangolare, il che semplifica molto la costruzione, essendo le centine tutte eguali fra di loro ed i lungheroni paralleli. In qualche caso si sono fatti gli sbalzi a pianta trapezoi-

dale, complicando un poco la costruzione per migliorare le caratteristiche aerodinamiche.

Negli apparecchi di elevate caratteristiche, il forte allungamento che si dà alle ali ne rende forzatamente piccola la profondità: si usano quindi, di solito, strutture speciali ad un solo lungherone con copertura parte in tela e parte in compensato, a sbalzo o controventate da montanti.

I profili usati sono necessariamente piuttosto spessi ed il lungherone principale è disposto nella parte più alta in modo da avere la massima altezza possibile e quindi la più grande leggerezza unita alla massima resistenza. La struttura di questo lungherone è normalmente caratterizzata da solette ed anime in legno incollate fra di loro.

Le centine sono divise in più parti, sempre della solita struttura a traliccio, e sono incollate ai lungheroni; la parte anteriore porta anche dei falsi nasi di centina intercalati fra le centine intiere, ed è solitamente ricoperta in compensato in modo da formare un cassone di ottima resistenza alla torsione, il resto viene ricoperto in tela (fig. 110). Nel tratto dove vi sono gli alettoni, si mettono inoltre dei lungheroni per l'imperniamento di essi: tali lungheroni possono estendersi anche a tutta la lunghezza dell'ala come lungheroni ausiliari ed essere controventati al primo a mezzo di centine rinforzate e crocere in filo o di travi composte, in legno, analoghe a quelle di cui già abbiamo parlato. Data l'altezza dei lungheroni, le crocere in filo possono essere due per ogni riquadro, incrociate fra di loro. Tali dispositivi conferiscono ai lunghissimi sbalzi di questi apparecchi una forte rigidità alla torsione. Tutti i lungheroni sono nelle sezioni che permettono la massima leggerezza.

Data la loro forte apertura, e per ragioni di ingombro e facilità di trasporto, le ali si fanno di solito in tre o quattro pezzi, riuniti fra di loro da robusti attacchi di facile smontabilità, essendo questi apparecchi destinati ad essere portati in

montagna e ad esservi montati in poco tempo. La pianta di queste ali è di solito con le parti centrali rettangolari e gli sbalzi trapezoidali.

Quando queste ali sono a sbalzo, le strutture principali sono fortemente sollecitate e quindi risultano di rilevante peso per le dimensioni che debbono forzatamente assumere: notevoli vantaggi si ottengono facendo le ali controventate; queste controventature possono essere a due montanti paralleli fra di loro, uno per parte, o a due montanti a V, oppure, infine, anche a montante unico che regge il lungherone principale.

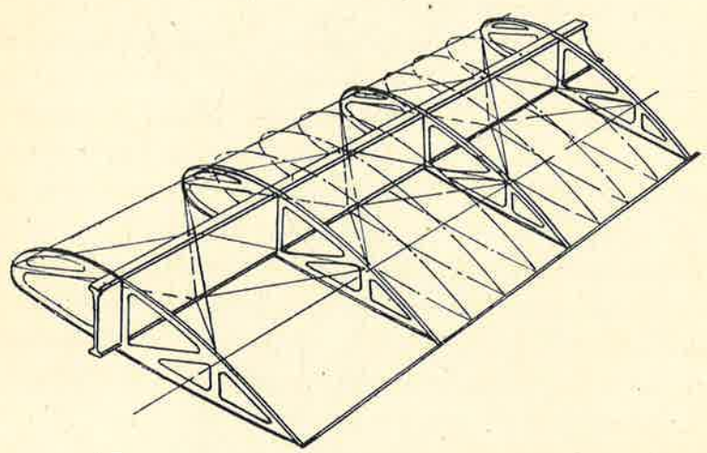


Fig. 108. - *Ala « Monospar »* (da « Aeronautica »).

Uno speciale sistema costruttivo fra i più interessanti, finora applicato ad apparecchi a motore, ma che dovrebbe essere di grande utilità per quelli da volo a vela, è quello del *Monospar* (fig. 109), che consiste in un solo lungherone calcolato per resistere agli sforzi di flessione, mentre quelli di torsione sono assorbiti da una serie di puntoni controventati da tiranti, il che assicura alla costruzione una estrema rigidità unita ad una notevolissima leggerezza.

Negli apparecchi scuola, per semplicità e leggerezza di costruzione, non vi è una vera e propria fusoliera: il pilota siede direttamente sulla parte inferiore di un corpo centrale di forma triangolare, costituito da montanti di legno profilati e lastre di compensato, che sostiene le ali e la trave di coda.

Il pilota resta allo scoperto, come è necessario per il primo periodo di istruzione per le ragioni già spiegate. Le profilature di cui abbiamo pure parlato nel cap. V, sono in listelli di legno incollati fra di loro e con fazzoletti in compensato pure incollati ai giunti (fig. 76); la loro copertura viene fatta in tela o, più raramente, in compensato.

La trave di coda destinata a portare l'impennaggio può essere di due tipi: il primo, in legno (fig. 74 e tavole fuori testo) consta di due correnti e di un traliccio di aste di *spruce* od abete, collegato ai nodi con i soliti fazzoletti di compensato incollati; dato che la trave è piana, la si deve controventare con almeno sei fili di acciaio che fanno capo alle ali.

Il secondo tipo è composto di due V in tubi di acciaio i cui vertici vengono bullonati in alto ed in basso alla trave (fig. 75) ed i due altri vertici al piano fisso orizzontale: il tutto assume la forma del solido detto in geometria *tetraedro* che ha quattro faccie, quattro lati e quattro vertici. I due vertici del piano di coda si collegano alle ali a mezzo di due fili: si hanno quindi quattro tenditori in meno da riunire e regolare rispetto al tipo precedente, il che semplifica il montaggio.

La parte inferiore del corpo centrale è una scatola con le fiancate in compensato, che porta superiormente il posto di pilotaggio con i comandi ed il seggiolino ed inferiormente il pattino per l'atterraggio. Viene di solito costruita in due parti con l'unione in corrispondenza del montante principale verticale; le due parti sono riunite fra di loro da quattro correnti di legno bullonati in modo da facilitarne la sostituzione o la ripara-

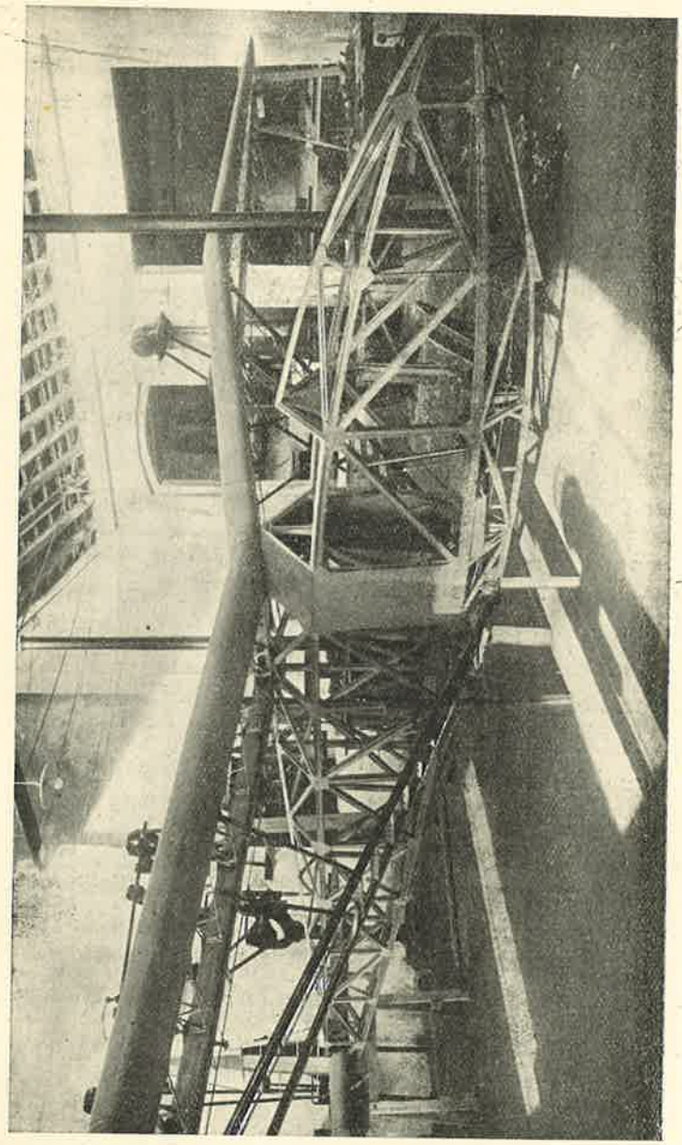


FIG. 109. - *Scheletro del « Balestruccio »*

zione in caso di danni provocati da bruschi atterraggi. I quattro correnti costituiscono inoltre una specie di punto di rottura prestabilita in modo da evitare danni più gravi alle altre parti.

Come già abbiamo detto, corpo e coda in America vengono molto sovente costruiti in tubi saldati autogenicamente, dato che, in quel paese, tale materiale ha acquistato grandissima diffusione.

Negli apparecchi per il secondo periodo di istruzione o per il volo a vela, si riscontra invece sempre la presenza di un corpo centrale, o fusoliera, accuratamente profilato, entro il quale il pilota rimane ben racchiuso con la sola testa fuori; in alcuni tipi anch'essa viene racchiusa (fig. 93) interamente con una specie di coperchio munito di finestrini e che, in ogni caso, permette l'entrata ed uscita del pilota ed anche il lancio eventuale con paracadute.

La sezione della fusoliera è ovale o ad esagono allungato, fatta cioè come un rettangolo od un trapezio con sopra e sotto un triangolo, la sua sezione maestra si fa più piccola che sia possibile per diminuire le resistenze passive.

I tipi di costruzione sono varî; molto comune, per fusoliera a sezione ovale, il tipo cosidetto *monococque* che è formato da tante sezioni trasversali, dette *ordinate*, riunite fra di loro da qualche listello di legno e dalla copertura che è tutta sagomata e composta di tante striscie di impiallacciatura incollate in più strati su apposite forme della sagoma voluta; tolti i pezzi dalle forme, si incollano fra di loro e sull'armatura. In altri tipi le sezioni sono riunite fra di loro da tre lungheroni principali.

Queste fusoliere risultano di costruzione complicata e costosa benchè notevolmente penetranti; più economiche sono invece le fusoliere a sezione esagonale (fig. 109) in cui si trovano sei lungheroni, diverse ordinate (fig. 111) di forma semplice, in listelli riuniti da fazzoletti in compensato, e delle diagonali in

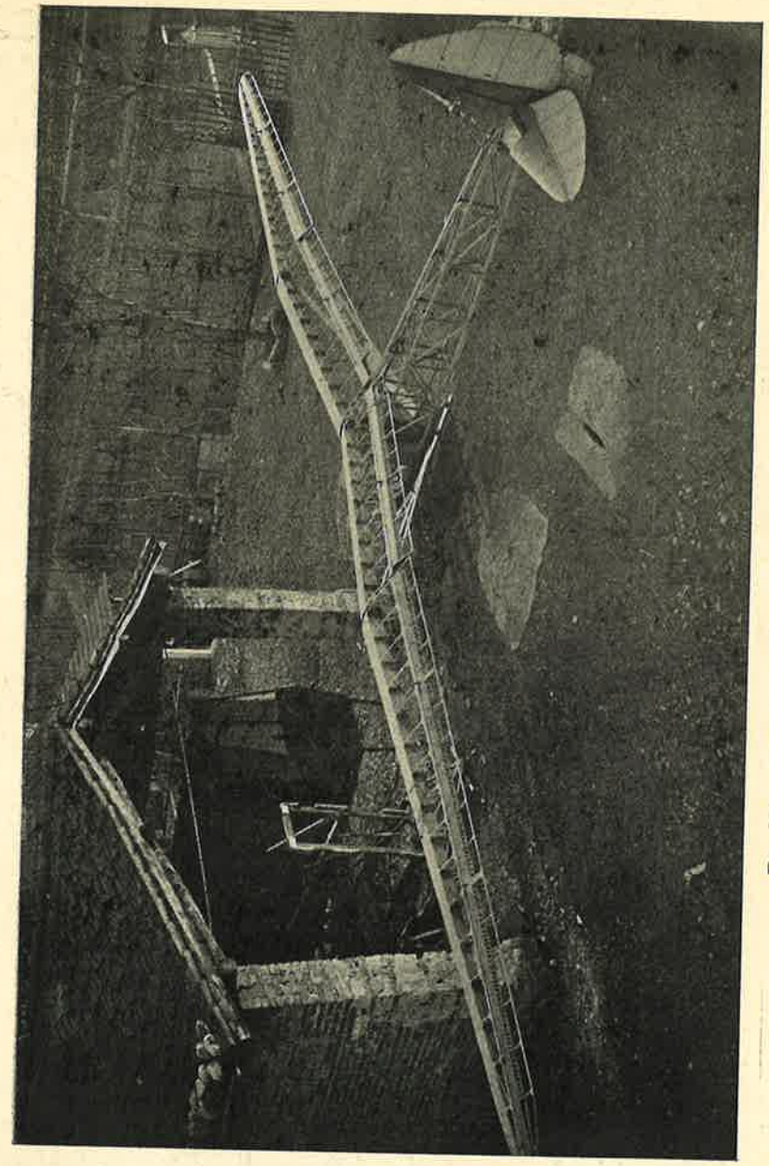


Fig. 110. - *Altra vista dello scheletro del « Balestruccio ».*

legno od in fili di acciaio. La copertura può essere sia in tela che in compensato, nel qual caso tutte le superfici sono a generatrici rettilinee e permettono quindi l'impiego del compensato in fogli, accrescendo la facilità di lavorazione e diminuendo, quindi, il costo. Dei due triangoli della sezione, il superiore porta al suo vertice l'ala e l'altro il pattino di atterraggio.

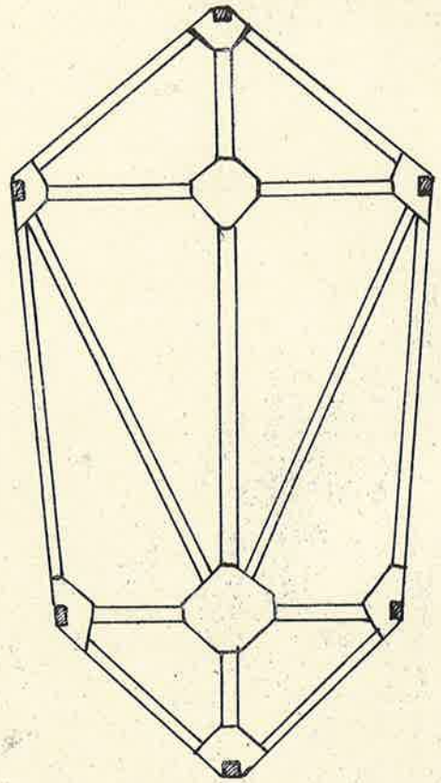


Fig. 111. - *Ordinata di fusoliera esagonale.*

Citiamo infine i tipi di fusoliera in tubi di acciaio saldati, del tipo a traliccio rigido od a crocere in filo e copertura in tela, assai frequenti in America e che si fanno di solito a sezione rettangolare. Curiosa è la forma della fusoliera dell'apparecchio

Scud (fig. 84) che è a sezione quadrata disposta con una diagonale verticale in modo che il lungherone inferiore regge direttamente il pattino.

GLI ORGANI DI ATTERRAGGIO

Dato il loro bassissimo carico per mq., gli apparecchi da volo a vela partono ed atterrano a velocità bassissime e l'urto con il terreno non può quindi essere molto forte.

Il carrello non ha qui le esigenze che può avere quello di un velivolo a motore; di solito non vi sono ruote, tranne che in qualche apparecchio da traino dove si possono montare leggerissimi carrelli a ruote simili a quelli dei soliti aeroplani; nel tipo Americano « *Cadet* 11 » (fig. 83) si ha una sola ruota a ballon con freno, posta al centro della fusoliera e seminascosta

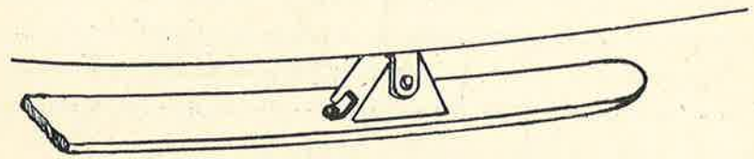


Fig. 112. - *Tipo di ammortizzatore per pattino.*

in essa. Questa posizione, come già abbiamo notato, è molto vantaggiosa per la prima istruzione ad auto-traino. Siccome però i carrelli pesano ed oppongono resistenza all'avanzamento senza dare sensibili vantaggi, sono sempre meno usati; l'esperienza ha dimostrato che si può benissimo far partire a rimorchio un apparecchio con il solo pattino centrale.

Nei primi aeroplani da volo a vela tedeschi, *Pelikan*, *Vampyr*, *Greif*, ecc. (fig. 12) del 1921-22, furono montati come organi di atterraggio due palloni da *foot-ball* messi in tandem e seminascosti nella parte inferiore della fusoliera in modo che potessero girare.

Negli apparecchi più recenti il tipo di organi di atterraggio più in uso è il pattino centrale in legno duro ed elastico: frassino, robinia od *hickory*. Nei velivoli da scuola, per maggior facilità ed economia di costruzione, si avvita direttamente il pattino sotto al corpo centrale; negli altri tipi di apparecchio, il

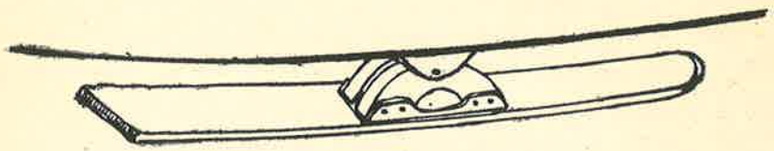


Fig. 113. - *Altro tipo di ammortizzatore per pattino.*

pattino viene fissato alla sua estremità anteriore e sostenuto da ammortizzatori in uno o più punti: questi ammortizzatori consistono in blocchi di gomma a forma di tronco di piramide o di semi-anelli (fig. 112 e 113) fissati, da un lato, al pattino e, dall'altro, alla parte inferiore della fusoliera; si adoperano pure delle grucce legate per mezzo di cordoni elastici di trazione.

Siccome poi, essendoci un solo pattino centrale, l'apparecchio a fermo deve poggiare sulla estremità di una delle ali, così, specie negli aeroplani scuola, queste si muniscono spesso di leggeri pattini per evitare di rovinare la tela, oppure si guarniscono le estremità delle ali di compensato o di alluminio. Anche la coda è di solito sostenuta da un leggero pattino.

GLI IMPENNAGGI ED I COMANDI

Negli apparecchi scuola, sempre per le solite considerazioni economiche e pratiche, gli impennaggi sono costruiti con sistema semplificato e molto simile a quello usato per le ali, cioè centine preparate in precedenza ed infilate e fermate a colla su lungheroni massicci, il tutto ricoperto in tela.

Le forme di questi piani sono regolari a contorni rettilinei, rettangolari, triangolari o trapezoidali; la superficie dei piani è

divisa quasi in parti eguali fra porzione fissa e mobile, il che dà all'apparecchio una notevole stabilità intrinseca a detrimento della maneggevolezza, complesso di qualità appunto adatte per gli apparecchi da scuola.

Nel tipo a coda in legno a traliccio, la deriva è formata dalla estremità della trave di coda stessa, che è ricoperta in compensato; il timone di direzione è di forma trapezoidale, il piano fisso orizzontale di forma triangolare; il timone di profondità è a due trapezi; il piano fisso verticale è bullonato sulla trave centrale cui è controventato da due fili di acciaio.

Nel tipo a coda in tubi di acciaio, vi è un piano fisso orizzontale a forma trapezoidale, fissato al V dei due tubi superiori; al suo centro si bullonano due semiderive triangolari con quattro fili di controvento; alla croce così ottenuta si imperniano i timoni di profondità e di direzione che sono a forma di trapezi.

Negli apparecchi da volo a vela in cui si richiedono ottime qualità aerodinamiche e notevole maneggevolezza, gli impennaggi si fanno di solito di forme ellittiche molto arrotondate con superfici mobili molto grandi rispetto a quelle fisse: in molti apparecchi, anzi, queste ultime mancano addirittura.

Anche la loro costruzione, per la loro forma complessa e la leggerezza che si esige, è molto più costosa e difficile che nel caso precedente; i piani hanno profili di forte spessore in modo da poter evitare ogni controventatura esterna, i lungheroni sono composti a C con listelli in legno ed anime in compensato, alleggeriti con ogni cura; i bordi curvi sono ottenuti, come per le ali, incollando parecchie striscie di legno su forme della curvatura voluta, le centine sono del solito tipo a traliccio incollate ai lungheroni; la copertura si fa di solito parte in compensato, in modo da formare scatola, e parte in tela.

Quanto agli organi di comando, negli apparecchi tipo scuola si adopera il solito sistema, molto in uso negli aeroplani a motore di medie e piccole dimensioni, della leva per il comando del

timone di profondità e degli aleroni, e della pedaliera per il timone di direzione. La leva di comando consiste in un tubo di acciaio imperniato cardanicamente, in modo cioè da essere libero di andare a destra e sinistra ed avanti e indietro (fig. 114). Il movimento laterale fa girare su se stesso un tubo di torsione cui è attaccata una levetta dai cui bracci partono i cavi degli

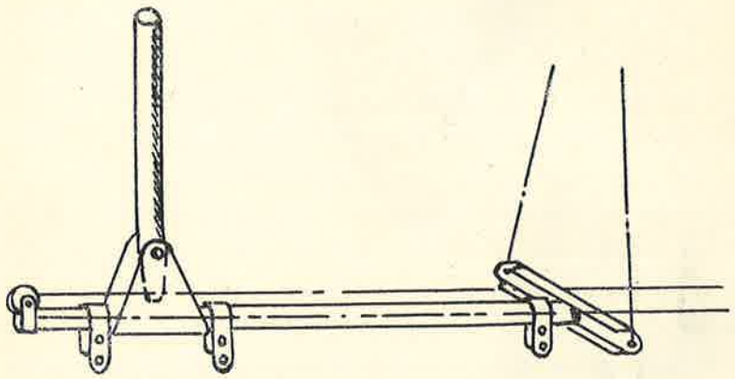


Fig. 114. - *Organi di comando di un apparecchio scuola.*

alettoni. Il movimento longitudinale aziona due cavi che vanno alla leva del timone di profondità, uno direttamente e l'altro dopo di essere passato sopra una carrucola. La pedaliera consiste in una sbarra di legno od in un tubo di acciaio imperniato nella sua parte centrale ed ai cui estremi poggiano i piedi; da essa partono i due cavi che vanno alla leva del timone di direzione. La fig. 115 fa vedere l'andamento dei cavi di comando di un apparecchio scuola.

Negli aeroplani da volo a vela, i comandi possono essere del tipo ora descritto, ma più sovente debbono assumere forme e disposizioni speciali dato il limitatissimo spazio di cui si dispone per la piccolissima sezione maestra che si cerca di dare alla fusoliera. Per esempio la pedaliera viene sostituita da un paio di pedali oscillanti alternativamente (fig. 116) costruiti in forma di tavolette imperniate alla parte inferiore, od in forma

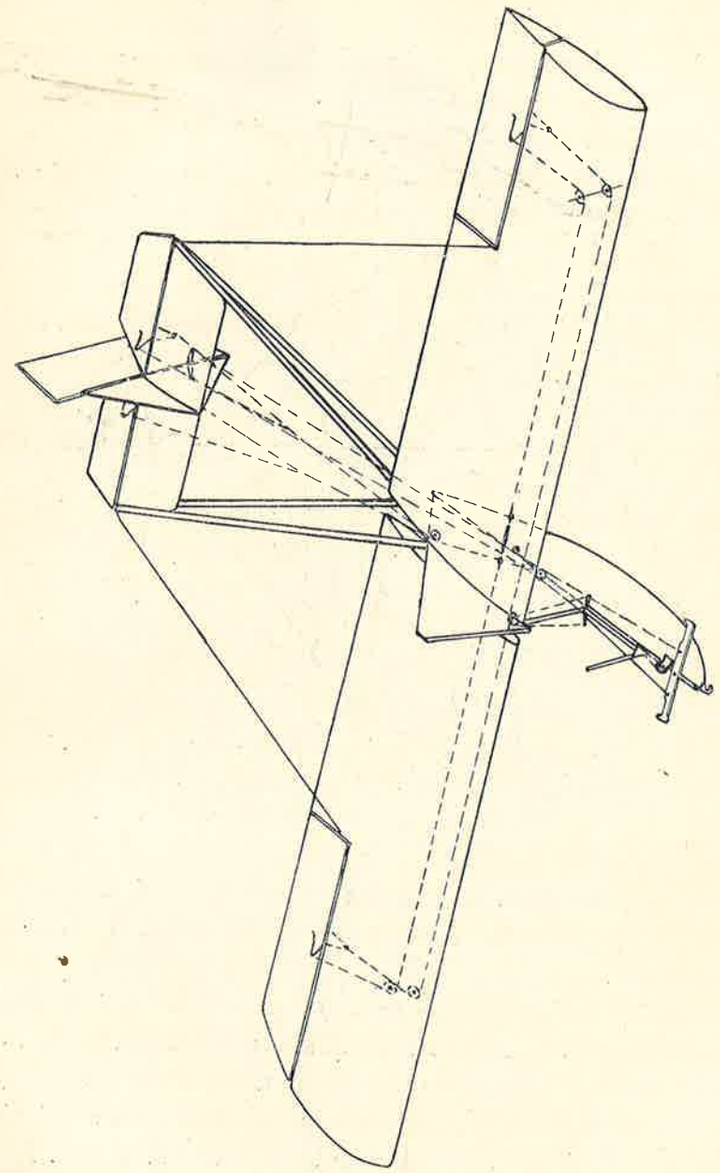


Fig. 115. - *Schema dei comandi di uno Zögling.*

di staffe imperniate alla parte superiore; a ciascuna di esse si attacca un cavo che va alla leva del timone di direzione, mentre il movimento alternativo è assicurato da un altro cavo rinviato su di una carrucola, oppure da molle.

Quando la fusoliera lascia poco spazio per la manovra laterale della leva, si può usare, per il comando degli alettoni, un volante che gira all'estremità della leva, la quale è sempre do-

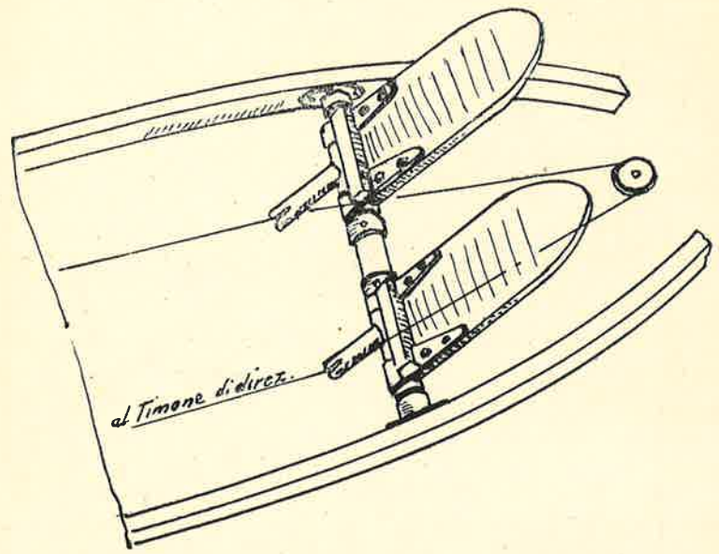


Fig. 116. - *Pedaliera per apparecchio di alte caratteristiche.*

tata del movimento avanti-indietro per il comando del timone di profondità; il volante è sovente sostituito da una leva con due impugnature.

In qualche apparecchio i cavi di trasmissione sono sostituiti da barre di tubo di acciaio o duralluminio, si hanno così i *comandi rigidi* che assicurano una maggior morbidezza delle leve di comando ed una più rapida risposta dei comandi stessi. Abbiamo già parlato dei comandi differenziali degli alettoni: i loro organi di trasmissione sono sovente rigidi.

Mentre negli apparecchi scuola si fa quasi sempre a meno di strumenti di bordo, contentandosi al massimo di un indicatore di velocità di tipo rudimentale, gli aeroplani di alte caratteristiche sono sempre muniti di un buon numero di apparecchi indicatori e registratori di grande precisione: indicatori di velocità, altimetri e barografi, inclinometri, indicatori di virata, variometri, bussole, orologi, ecc.

L'indicatore di velocità è uno strumento che serve a precisare la velocità dell'apparecchio *relativa* all'aria che lo circonda e non relativa al suolo; se infatti un velivolo si sposta a 50 km. all'ora in una corrente di 25, ne farà, rispetto al suolo, 75 con vento in coda e 25 con vento in faccia; ma la velocità che ci interessa è quella relativa all'aria ambiente perchè ci dà la misura della sicurezza del volo. Se infatti la velocità diminuisce troppo, si ha la già citata perdita di velocità, se cresce troppo diventa per altro verso pericolosa perchè può sollecitare le strutture al disopra del carico per cui sono calcolate; tale aumento di velocità può avvenire per una picchiata prolungata senza che il pilota, se l'apparecchio è nelle nubi, se ne accorga. Gli indicatori di velocità utilizzano due principî fondamentali: la resistenza dell'aria oppure la depressione che si forma nei tubi di Venturi o di Pitot.

La resistenza dell'aria che, come sappiamo, è proporzionale alla velocità, anzi al suo quadrato, viene utilizzata in un tipo di indicatore rudimentale più adatto ad apparecchi scuola: esso consiste schematicamente (fig. 117) in un piccolo piano fissato ad un braccio, esposto al vento e richiamato da una molla. E' evidente che, crescendo la velocità, cresce lo sforzo sul piano e, vincendo la resistenza della molla, questo si sposta davanti ad un settore graduato. Altri tipi si compongono di un mulinello a semisfere cave che gira con velocità corrispondente a quella dell'aria ed è collegato ad un contagiri graduato in velocità.

Le proprietà dei tubi di Venturi o di Pitot si utilizzano invece in indicatori di maggior precisione che si adoperano per i velivoli di alte caratteristiche. Il tubo di Venturi (fig. 118) consiste in due tronchi di cono cavi ed uniti per la loro parte più

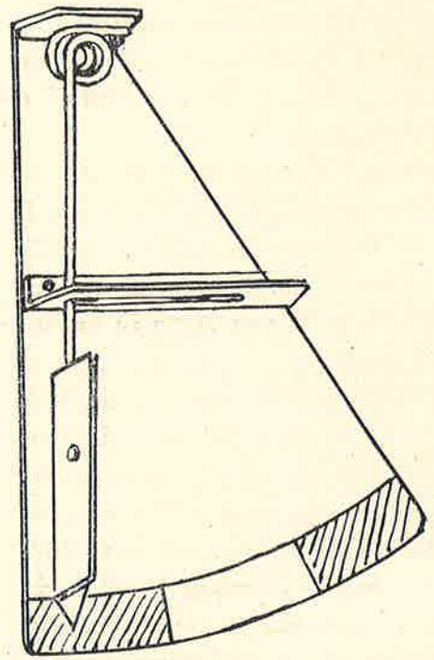


FIG. 117. - *Indicatore di velocità semplificato.*

piccola: se vi si fa passare una corrente di aria, in questa sezione ristretta si manifesta una depressione che è proporzionale alla velocità e che può quindi servire, se misurata da un comune manometro, a misurare la suddetta velocità. Con il tubo di Pitot invece (fig. 119), si ha un tubo aperto nella sua estremità esposta al vento e con una serie di forellini lungo una sezione della sua superficie cilindrica; per un fenomeno analogo a quello già visto per la sfera, in questo tubo si manifesterà una pressione sull'estremità ed una depressione sui fianchi: misurando

a mezzo di un manometro differenziale la differenza di pressione fra i due punti, che è proporzionale alla velocità, si ha que-

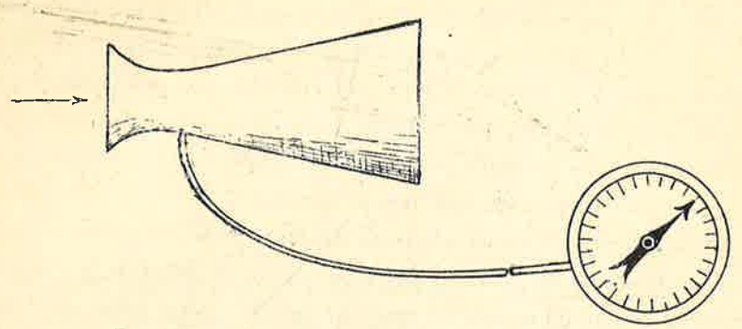


FIG. 118. - *Indicatore di velocità a tubo di Venturi.*

sta. In tutti e due i dispositivi, il tubo sta fuori ed anche distante dal pilota, dei tubicini portano le pressioni e depressioni

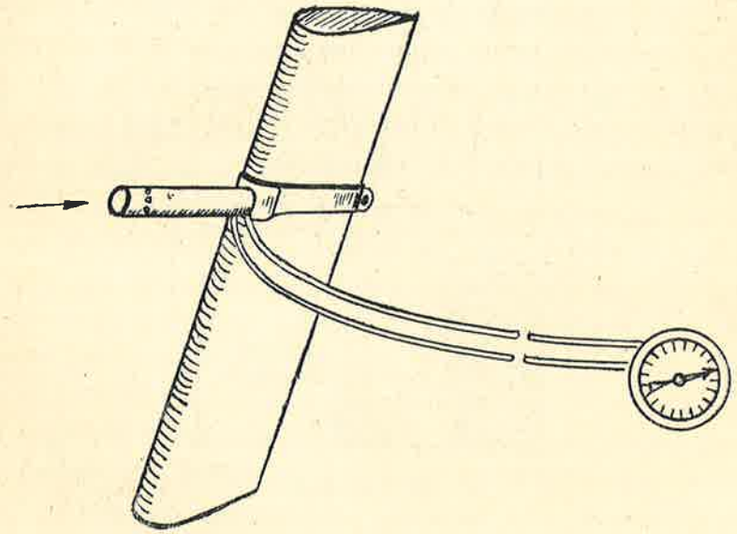


FIG. 119. - *Indicatore di velocità a tubo di Pitot.*

all'indicatore che è di forma circolare e sta davanti al pilota. Per graduare i quadranti in velocità, si deve procedere alla *ta-*

ratura che viene fatta entro un piccolo tunnel aerodinamico di cui si possono conoscere esattamente le velocità dell'aria nel suo interno: esposto lo strumento, si può rilevare la graduazione. Di solito gli indicatori a tubi di Venturi o Pitot sono graduati in km./ora, mentre quelli più rudimentali per apparecchi scuola, sono graduati, per ciascun tipo di apparecchio, in velocità normale e in velocità pericolosa (troppo forte o troppo lenta): sono così di più agevole consultazione.

Gli altimetri e i barografi sono dei barometri metallici o aneroidi il cui corpo sensibile consiste in una scatoletta di lastra sottile ondulata nella quale è stato fatto un vuoto parziale. Siccome salendo in quota la pressione atmosferica diminuisce, la scatoletta si dilaterà; il movimento delle sue pareti, convenientemente amplificato, segna l'altezza cui si è giunti. Se il meccanismo di amplificazione aziona una lancetta che si muove davanti ad un quadrante, lo strumento si dice *altimetro* perchè indica l'altezza, se invece aziona una penna scrivente su di un tamburo girevole con un meccanismo di orologeria (fig. 120), lo strumento prende il nome di *barografo* il quale segna, oltre alle altezze, i tempi impiegati a raggiungerle.

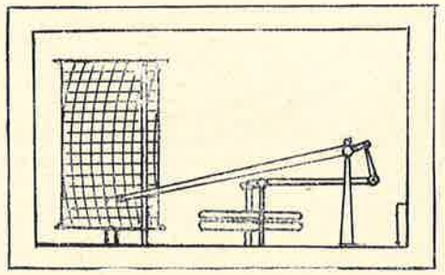


Fig. 120. - *Barografo.*

Gli inclinometri sono semplicissimi ed utili strumenti che, basandosi sul principio dei livelli a bolla d'aria, indicano al pilota se l'apparecchio è orizzontale e possono montarsi sia nel senso longitudinale che trasversale. Una forma di esecuzione

fra le più usate è appunto del tutto simile alla comune livella a bolla d'aria (fig. 121) con la differenza che il tubo di vetro è parecchio incurvato in modo che lo strumento può indicare degli sbandamenti fino a 20° ed anche 25°.

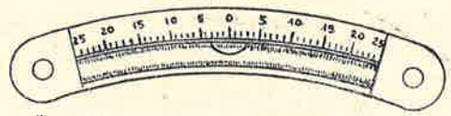


Fig. 121. - *Inclinometro a bolla d'aria.*

Si costruiscono pure inclinometri a tubo di vetro curvo, ma con la concavità verso il basso nei quali l'indicazione è data da una pallina metallica i cui movimenti sono smorzati da un liquido contenuto nel tubo. Poichè questi strumenti sono basati sulla gravità, cessano di funzionare correttamente sotto l'azione della forza centrifuga durante le evoluzioni dell'apparecchio, quando cioè le loro indicazioni presenterebbero il massimo interesse. Per avere un orizzonte artificiale indipendente dalla forza centrifuga, si ricorre al giroscopio che è una massa pesante tenuta in movimento di rotazione e che tende a rimanere sempre nella sua posizione qualunque siano i movimenti del suo supporto; per tenere in moto questi giroscopi si usano sia piccoli motori elettrici cui viene fornita la corrente da una dinamo mossa da un'elica-mulinello che gira per la velocità dell'apparecchio, sia piccole turbine messe in moto dalla depressione generata da tubi di Venturi. Sono combinati con un inclinometro a bolla d'aria e prendono il nome di *giroclinometri* se l'asse del giroscopio è verticale. Altri strumenti hanno invece l'asse del giroscopio orizzontale ed indicano le variazioni di direzione dell'apparecchio, prendono il nome di indicatori di virata e sono, come i giroclinometri, specialmente utili, per non dire indispensabili, per i voli nelle nubi in cui anche il più sensibile pilota non riesce a mantenere l'apparecchio in posizione corretta senza l'uso di strumenti ausiliari.

I variometri sono strumenti che indicano le velocità di discesa o di salita dell'apparecchio e sono molto utili per il volo a vela. Il principio del loro funzionamento consiste nella differenza di pressione che si genera fra l'esterno ed una scatola a thermos che è in comunicazione con l'esterno per mezzo di un tubo capillare in modo che, se l'apparecchio non sale nè scende, si forma l'equilibrio fra esterno ed interno, equilibrio che si rompe durante la variazione di quota. Il thermos serve a rendere l'apparecchio indipendente dalle variazioni di temperatura.

La bussola non è utile che per quegli apparecchi che sono destinati a compiere viaggi; si sceglierà naturalmente una bussola piccola e leggera, facilitati in ciò dal buon funzionamento che può assicurarsi alle bussole su apparecchi che non hanno motore, il quale è il più grande perturbatore delle forze magnetiche che si possa trovare a bordo. Sarà utile costruire la leva di comando in materiale non magnetico (duralluminio) in modo da eliminare ogni perturbazione.

I CARRELLI DI TRASPORTO PER GLI APPARECCHI

Benchè non facciano parte integrante dell'aeroplano, questi carrelli meritano un cenno perchè sono indispensabili per la pratica del volo a vela, la quale rende necessario il trasporto degli apparecchi sui luoghi di lancio che non sono veri e proprii aerodromi organizzati.

Per il trasporto dei velivoli da scuola o da allenamento, di non grande peso nè ingombro, si impiegano leggeri carrelli aperti consistenti in telai di legno montati su ruote da motocicli e trainabili sia da un'automobile che da una motocicletta. Sulle armature di tali carrelli si legano i vari organi dell'apparecchio coprendo eventualmente il tutto con un telone impermeabile (fig. 122).

Per il trasporto degli aeroplani da record, che sono di dimensioni piuttosto rilevanti ed anche di notevole pregio e de-

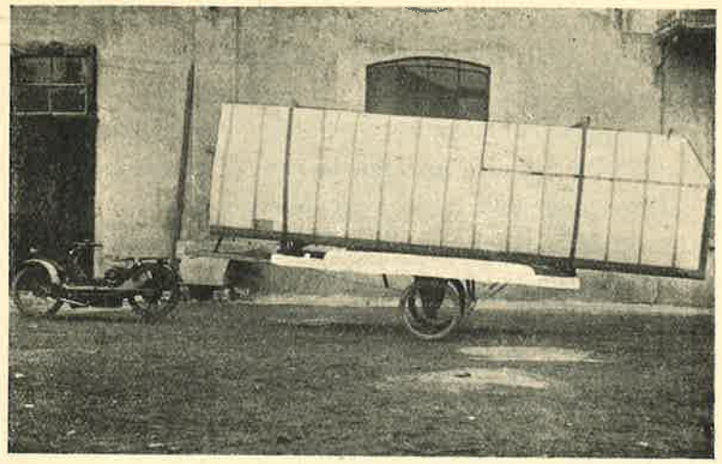


Fig. 122. - *Carrello rimorchio per apparecchi da scuola.*

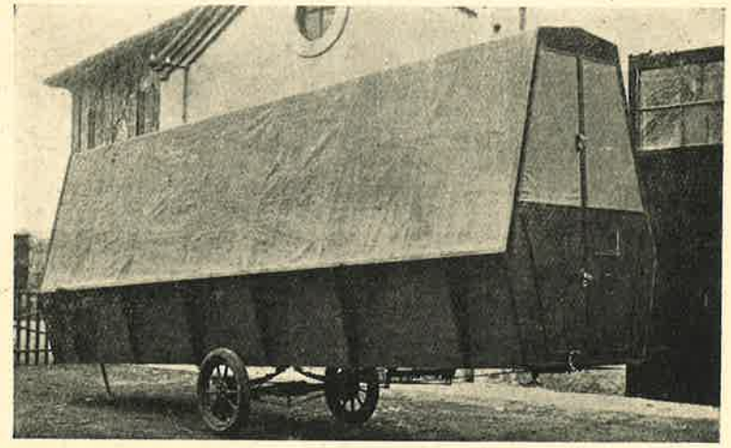


Fig. 123. - *Carrello-hangar rimorchio chiuso.*

licatezza, sono più adatti invece dei veri e proprii furgoni costruiti in legno con la maggiore leggerezza compatibile con la solidità, ricoperti in tela impermeabile e montati su ruote da autoveicoli (fig. 123); essi devono naturalmente essere rimorchiati da un'automobile, non bastando più una semplice motocicletta. Servono in pari tempo anche da hangar per l'apparecchio, da officina di riparazioni e persino, in caso di campeggio, da ricovero pel personale addetto al velivolo stesso.

Esistono infine dei carrellini formati semplicemente da un assale con due ruote, un timone ed un sostegno adatto al pattino dell'aeroplano che si presentano come i carrelli che si adoperano sui campi di aviazione per la coda degli apparecchi a motore, e che qui servono al facile trasporto sul campo del velivolo pronto per il volo, per evitare di dover trascinare l'apparecchio strisciando sul suo pattino.

Capitolo VIII

COME SI COSTRUISCE UN APPARECCHIO DA SCUOLA

NORME GENERALI

Le unite tavole fuori testo danno tutte le indicazioni necessarie per la costruzione di un « *planeur* » da scuola del tipo « *Zögling* » o, più italianamente, « *Allievo* » con coda a traliccio in legno.

Diamo qui alcune istruzioni pratiche per la costruzione ed il montaggio delle parti.

Cominciamo dalla scelta dei materiali: di essi si è diffusamente parlato al capitolo VI; qui trattiamo, ricordando quanto già detto, dell'impiego e della scelta di detti materiali per l'apparecchio in questione.

I legni da impiegarsi sono: *spruce*, abete, pioppo, pino, frassino, *Douglas Fir* ecc.: lo *spruce*, dato il suo alto costo, sarà riservato alle parti più essenziali dell'aeroplano: i lungheroni delle ali; in mancanza si potrà usare anche dell' abete o meglio del pino purchè di primissima scelta e previa autorizzazione del funzionario del Registro Italiano che dovrà essere informato dell'inizio della costruzione perchè disponga per la sorveglianza. L'abete si potrà adoperare per tutti i lungheroni dei piani di coda e degli alettoni, per tutti gli organi della trave, esclusi pochi pezzi, per tutti i listelli di irrigidimento dei bordi di uscita delle ali ed impennaggi, come pure per i listelli delle travi diagonali di irrigidimento del piano alare. Il pioppo si userà per tutti i listelli delle centine; il frassino, invece, esclusi-

vamente per il pattino di atterraggio e per la pedaliera. Il *Douglas Fir*, infine, per le sue qualità di resistenza e durezza, trova impiego nel montante centrale della trave, nei montantini dove si introducono i bulloni delle tavolette di unione fra le due parti della scatola inferiore del corpo, e nelle ultime striscie della curva cui dovrà essere avvitato il pattino.

In ogni caso il legno dovrà essere esente da ogni difetto, da nodi, fenditure, inclusioni di resina, muffe, ecc.; la sua scelta si fa prima sulla tavola greggia, osservando, specie per le parti più importanti, che le fibre siano ben diritte e parallele fra di loro ed il più sottili possibile; qualunque difetto che venisse a manifestarsi, sia durante la lavorazione che a pezzo finito, deve portare a scartarlo; speciale cura deve essere posta in questo esame preventivo dei legnami e nel loro vaglio, per evitare inutili sprechi di materiale.

Le lamiere, i tubi, i bulloni, ecc. devono corrispondere alle vigenti prescrizioni ed essere approvati dal personale addetto alla sorveglianza.

La colla a caseina dovrà essere di primissima qualità, tipo per aviazione; la si preparerà mettendo un poco di acqua in un barattolo ben pulito e versandovi dentro la colla a poco a poco, agitando con un bastoncino o con un agitatore come se si dovesse preparare una crema: quando sono scomparsi i grumi, si deve lasciare riposare per 10 minuti poi tornare ad agitare fino a che la colla sia, da pastosa che era, diventata semiliquida e di aspetto cremoso e completamente omogeneo. Le proporzioni sono di uno di colla per uno e ½ di acqua per incollaggi che diano la massima resistenza; se si dispone di un trapano, vi si potrà attaccare un frullino di filo di ferro che faciliterà molto la preparazione della colla. Dopo preparata, la colla deve essere adoperata entro quattro ore od al massimo in giornata, distesa in strato sottile sulle due superfici da incollare; si attende qualche minuto poi si fanno combaciare le superfici stringendole poi

fra di loro il massimo possibile. Non necessita una speciale temperatura dell' ambiente dove si lavora, purchè, naturalmente, non si sia sotto 0°. I piccoli pezzi si possono lavorare anche due ore dopo, i grandi incollaggi conviene stiano sotto pressa almeno 24 ore. Molte volte le superfici che sono state bagnate dalla colla restano macchiate: se devono restare in vista con vernice trasparente come ad esempio il compensato del corpo centrale, si possono smacchiare con le solite acque da bucato (conigrina o candeggina).

Le giunte nei legni, quando non si disponga della voluta lunghezza ed in caso di riparazioni, sono permesse purchè naturalmente si scelga un punto non troppo sollecitato. Ad esempio, dovendo giuntare un lungherone di ala, si dovrà evitare di farlo in corrispondenza della radice dello sbalzo, ma si dovrà scegliere per l'operazione o un punto della campata più vicino che sia possibile all'attacco al corpo, od un punto dello sbalzo più lontano che sia possibile dall'incastro, meglio però in ogni caso evitare le giunte negli sbalzi a meno che non si tratti di una lunghezza inferiore ai 50 centimetri.

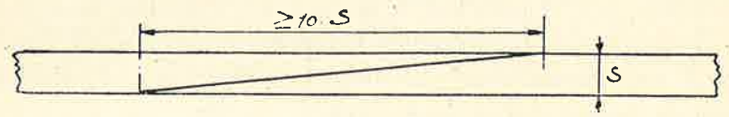


Fig. 124. - *Giunto incollato nel legno.*

La giunta va fatta a bisello (fig. 124), tenendone la lunghezza da 10 a 12 volte lo spessore del pezzo da incollare; le parti che debbono andare a contatto devono essere accuratamente piallate ed aggiustate, in modo che si corrispondano esattamente fra di loro; vi si passa poi il pialletto a denti che riga la superficie per aumentare la adesione della colla, poi si incollano le due parti stringendole bene fra i morsetti per espellere il soprappiù di colla.

Il compensato deve essere di betulla di qualità scelta per

aviazione, con facce lisce e senza nodi o giunte; la sua incollatura deve risultare a prova di umidità.

La tela dovrà essere del tipo già menzionato, *makò* leggerissimo; la sua verniciatura può essere fatta con tre mani di *émaillite* per la tensione, seguite da una o due mani di vernice trasparente a finire (*flatting*). Si ha così un bell'aspetto ed una buona lisciatura, ma l'operazione è difficile e va fatta da un verniciatore provetto ed in ambiente privo di polvere; per di più, in caso di pezze alla tela, la riparazione rimane sempre molto visibile. Più conveniente, per gli apparecchi scuola è la verniciatura fatta con una mano di *émaillite* naturale trasparente e due mani di *émaillite* mescolata con polvere di alluminio: la tela risulta meno lucida che nel caso precedente, ma le riparazioni di essa sono facili e poco visibili ed il costo globale della verniciatura è molto inferiore.

Il legno, tanto nelle parti esterne che nelle interne sarà verniciato a *flatting* di qualità andante, per preservarlo dagli agenti atmosferici, meno nelle parti che andranno a contatto con la tela che vi deve essere incollata sopra, poichè il *flatting* impedirebbe la presa della colla.

Vi sono anche in commercio preparati che, oltre a preservare bene il legno, permettono di attaccarvi sopra la tela senza pericolo di macchie ed in modo ottimo: utilizzandoli si può fare a meno del *flatting*.

PREPARAZIONE DELLE PARTI IN LEGNO

Per tali operazioni occorrono alcune macchine: sega circolare ed a nastro, pialla a filo e pialla a spessore; anche una fresatrice (*toupie*) potrà essere utile per la profilatura dei montanti del corpo.

Se non si dispone di macchine, e considerato che risulterebbe troppo lungo e costoso preparare tutti i pezzi a mano, sarà conveniente farsi tagliare e piallare tutte le parti, su misura, da una segheria o da un'officina di falegnameria meccanica.

Disponendo poi di tutte le parti preparate, si potrà procedere, con l'aiuto di un comune banco da falegname e relativi attrezzi, di un trapano a motore od a manovella da banco, e di un buon numero di morsetti, alla preparazione di tutte le parti in un locale anche di piccole dimensioni: bastano 8 metri per 5, dato che il montaggio finale dell'apparecchio si può fare anche all'aperto in un cortile.

Oltre ai morsetti, che si adoperano solo per le incollature di pezzi di notevoli dimensioni, bisogna prepararsi un certo numero di mollette fatte in forma di anello tagliato, fra le cui punte si stringono le parti da incollare di piccole dimensioni.

Uno dei lavori più lunghi da eseguire è la costruzione delle centine: sarà quindi il primo a venire iniziato.

Queste centine (v. Tav. IV) sono di due disegni, uno per le rinforzate che sono in listelli di mm. 15 per 5 ed uno per le semplici che sono in listelli da 10 per 5; a sua volta ogni disegno porta due varianti, centine intiere e centine tagliate in corrispondenza dell'alettone. Bastano quindi due stampi che verranno modificati in corso di lavorazione, come meglio spiegheremo in seguito.

Lo stampo è costituito semplicemente da una tavola, per es.: di compensato di qualità andante fissato su di un telaio di legno, su cui è disegnata la centina; i contorni del profilo e gli elementi del traliccio possono essere determinati da chiodi infissi nella tavola: meglio però delimitare il contorno con un listello inchiodato ed incollato, e gli elementi del traliccio per mezzo di altri pezzetti di listello. La sezione dei lungheroni viene materializzata da due pezzi pieni, della stessa dimensione: questo per le centine intiere. Finite queste, si modifica lo stampo per passare alla costruzione delle centine di alettone, semplicemente con l'aggiunta di un terzo pezzo che materializza il lungherone

dell'alettone stesso e con lo spostamento dell'elemento diagonale corrispondente.

La centina viene costruita ponendo prima nello stampo i listelli di contorno che ne devono seguire la forma, incurvandosi; la curva della parte anteriore (per circa 8 centimetri) è più difficile da ottenersi con il listello intiero: viene quindi preparata in precedenza segando il listello parallelamente alle fibre per la lunghezza voluta, introducendovi e incollandovi poi una

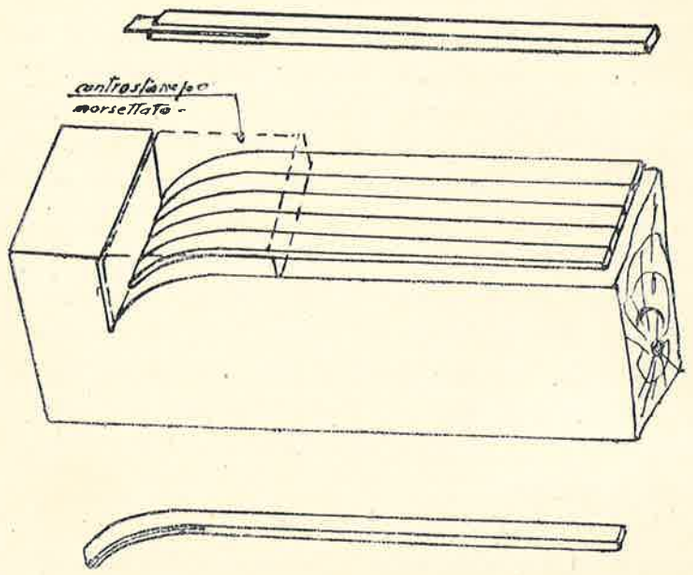


Fig. 125. - *Modo di piegare i listelli delle centine.*

lista di legno e serrando il tutto su apposito stampo (fig. 125). E' bene preparare la sera i listelli curvati ed incollati in quantità sufficiente per il lavoro del giorno dopo, così si troveranno pronti al mattino.

Messi dunque a posto i listelli del contorno e preparato un certo numero di fazzoletti in compensato, si tagliano i pezzi di listello del traliccio o a scalpello od a sega a dorso, e si incollano ai listelli del contorno; sui nodi si incollano infine i fazzoletti,

fissandoli con 4 o 5 chiodini (della così detta semenza da calzolai N. 6). Preparata in tal modo una parte, la centina viene tolta dallo stampo e rovesciata per incollare sull'altra faccia tutti i fazzoletti come sulla prima, se si tratta di una centina rinforzata; se invece si tratta di una centina semplice, ci si limita ad incollare dall'altra parte i fazzoletti lunghi di delimitazione delle cavità di passaggio dei lungheroni. Le centine finite vengono appese a dei pioli infissi nel muro o meglio, se si deve attendere un po' di tempo per il loro montaggio, introdotte in un cassone di legno fatto a gabbia che abbia internamente il contorno esterno della centina stessa. Le centine dei piani di coda, molto più semplici, si tracciano su tavole e si costruiscono in modo analogo.

Si passa in seguito alla preparazione dei lungheroni delle ali, degli alettoni e dei piani di coda: per questi organi il legname deve essere scelto con la massima cura e le misure osservate rigorosamente.

Si procede poi alla preparazione del corpo centrale e della trave di coda; i legni sono tagliati e preparati secondo il disegno: se si dispone della *toupie*, la sagomatura, in forma di buona penetrazione, può essere tracciata ed eseguita in precedenza, se no la si dovrà eseguire a mano dopo finita la trave. Tutti i pezzi sono prismatici e possono quindi essere segati dai tavoloni e poi piallati, salvo il corrente anteriore inferiore del cassone che presenta una curva piuttosto accentuata. Il modo più semplice per ottenere tale curva, dato che il legno dolce non è curvabile a vapore o in altro modo, è di incollare insieme tante sottili lame di legno su uno stampo della sagoma voluta; si approfitterà di questo per fare di essenza un po' dura le lamelle inferiori destinate a ricevere le viti di fissaggio del pattino: può servire benissimo allo scopo il *Douglas Fir* che si è già usato per il montante verticale o maestro del corpo e per i montantini del cassone destinati a ricevere i bulloni delle traverse di unione fra i pezzi.

Anche per il corpo centrale e la trave di coda conviene fare

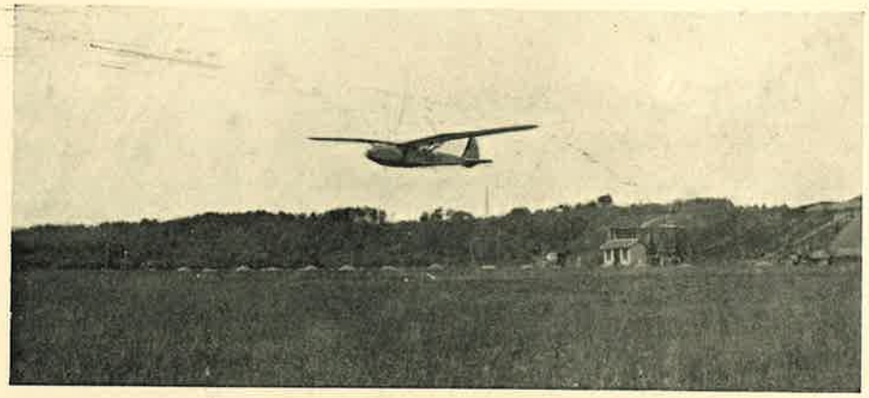
il disegno su di uno stampo o sul pavimento se questo è di legno: pochi pezzetti di legno inchiodati lungo il contorno bastano a delinearlo.

I pezzi vengono poi intestati con esattezza in modo che vadano a perfetto contatto fra di loro e vengono incollati nello stampo stesso, come pure vengono incollati i pezzetti di rinforzo dei giunti. A questo punto, dopo che la colla abbia fatto buona presa, il corpo e la trave di coda possono essere tolti dallo stampo per incollarvi le guance di compensato del triangolo superiore, del cassone inferiore e della deriva. Prima di tutto le parti da incollare devono essere tirate in piano a pialla e poi passate al pialletto a denti. Le guance di compensato vengono poi preparate ritagliandole dal foglio in modo da avere il minimo spreco possibile; le fibre esterne del compensato è bene siano disposte a 45° circa con la verticale per il triangolo superiore; per il cassone inferiore conviene che esse siano verticali onde aumentare la resistenza all'urto in caso di brusco atterraggio, mentre nella deriva è bene che le fibre siano disposte orizzontalmente. Qualora i fogli disponibili fossero di dimensioni troppo piccole per permettere di fare le guance di un pezzo solo, queste si possono giuntare a smusso, avendo cura che tale smusso sia il più lungo possibile, almeno 10 volte lo spessore, come del resto in tutte le altre giunte: per il compensato da 3 mm. la giunta deve essere di 30 mm.

Queste guance si incollano sullo scheletro stringendole con dei morsetti ed interponendo delle tavole per ripartire bene la pressione.

La parte anteriore del cassone inferiore che, come già abbiamo detto, è separata dal resto, viene costruita a parte e sarà, in seguito, riunita al resto per mezzo di quattro liste di legno bullonate; così pure dicasi della trave di coda che si unirà al corpo per mezzo di apposite piastre in lamiera di acciaio.

A parte, infine, si preparerà il pattino di atterraggio, metten-



Il "Balestruccio" in volo



Il "Balestruccio" in attesa di spiccare il volo

dolo a bagno in acqua, preferibilmente calda, poi forzandolo a curvarsi serrandolo con dei morsetti su di un apposito stampo; se si dispone di un autoclave, si può anche curvare il pattino a vapore.

Si dovranno anche preparare in precedenza le leve degli organi di comando (timoni ed alettoni), che saranno costruite in legno con due guance di compensato; e così pure si prepareranno i bordi di uscita delle ali, degli alettoni e dei timoni, formati da un listello di abete da mm. 10 per 10 in cui viene praticato alla sega circolare un intaglio che riceve, fissata con colla, una striscia di compensato da 1 mm.

Le ferramenta saranno preparate secondo le comuni regole di aggiustaggio, finite a lima e non a mola smeriglio per non fare perdere al metallo la sua dolcezza. Esse sono disegnate in modo da non essere troppo complesse di costruzione e tracciamento, predominano le piastre piane solo ritagliate e forate, i cui contorni possono essere tagliati a trancia od a scalpello per essere poi finiti a lima. Se il pezzo dovrà essere piegato, nei disegni ne sarà dato lo sviluppo con l'indicazione delle linee secondo cui dovrà essere piegato. Le saldature sono pochissime, tutte autogene, ridotte al puro indispensabile; esse devono essere eseguite da un saldatore abile e specializzato in lavori su pezzi di piccolo spessore, dove bisogna stare ben attenti di non bruciare il metallo.

MONTAGGIO DELLE ALI E DEGLI IMPENNAGGI

Si può ora procedere al montaggio e finitura delle parti così preparate, incominciando dalle ali; i lungheroni vengono prima forati per ricevere le piastrine di attacco delle crocere e quelle di attacco al corpo; le piastrine, però, non vengono montate, mentre invece vengono in precedenza montati gli attacchi dei fili di controventamento. A proposito di questi attacchi, si osservi bene il disegno di montaggio: si vedrà che gli attacchi dei tiranti

delle ali (pezzi 3 e 5) sono chiusi fra le piastrine 4 e 6; sarà bene anche interporre fra queste piastrine degli spessori di compensato per evitare che la piastra esterna 6 si deformi sotto il tiro dei bulloni.

Per montare correttamente una parte metallica su una di legno, la si fissa prima con un morsetto nella posizione voluta, procedendo poi a praticare i fori destinati a ricevere i bulloni, a mezzo di un trapano a mano, avendo cura che la direzione del trapano stesso sia normale alla superficie dell'attacco. A tale scopo conviene che chi tiene il trapano sia assistito da un aiutante che, traguardando il filo di una squadra ad angolo retto, segnali e corregga le eventuali deviazioni della punta. Se l'attacco è doppio, conviene praticare il foro metà per parte per dividere a metà le probabilità di errore. Se vi sono poi dei fori poco o punto accessibili al comune trapano, bisogna ricorrere a trapani ad albero flessibile mossi da motore, od addirittura a speciali trapani elettrici o pneumatici di piccole dimensioni, utensili tutti molto costosi che possono vantaggiosamente ed economicamente essere sostituiti da un albero flessibile di fortuna, facilmente costruibile (fig. 126) con un pezzo di spirale interna (di quella usata per la trasmissione del moto a contagiri, contachilometri o tassametri), lungo circa 30 cm., cui si salda ad ottone un tubetto munito di ghiera che porta dall'altra parte saldata la punta da trapano della misura voluta; vi è poi un manico con una ghiera che serve a dirigere ed a dare la pressione alla punta, mentre l'altra estremità della spirale viene chiusa nel mandrino del trapano: in tal modo due persone, una che fa girare il trapano e l'altra che dirige la punta, possono praticare fori dove un trapano comune non passerebbe. Occorre un pezzo di albero flessibile per ogni diametro di punta; per la costruzione di un apparecchio come quello che si sta descrivendo, basteranno una punta da mm. 5 ed una da 8.

Prima di montarle sulle ali, le centine debbono venire pre-

parate troncandole in coda alla lunghezza voluta e praticandovi un taglio destinato a ricevere il compensato del bordo di uscita.

Disposti poi i due lungheroni su cavalletti, vi si infilano le centine e si portano nella loro posizione facendone passare una parte da un lato e l'altra dall'altro degli attacchi dei fili, già montati in precedenza ed in corrispondenza dei quali il lungherone porta due guance di rinforzo in compensato incollate, che non lascerebbero passare le centine; invece le guance incollate

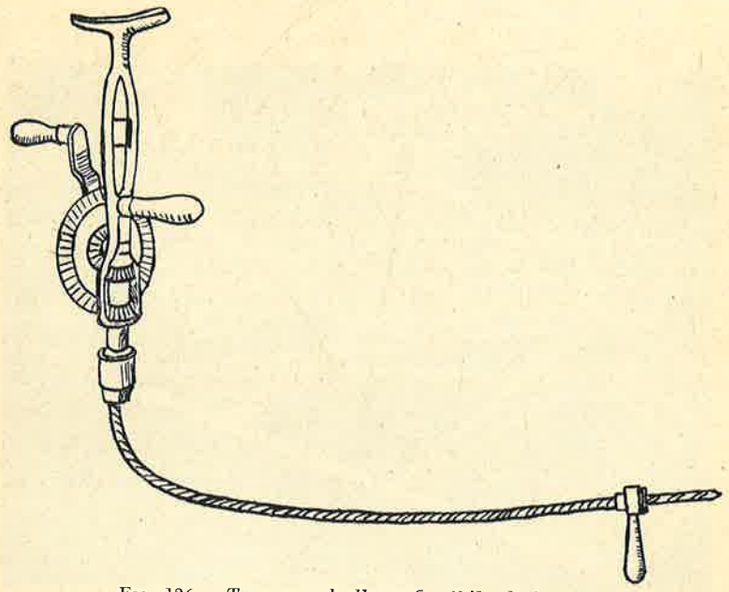


Fig. 126. - *Trapano ad albero flessibile di fortuna.*

alla estremità del lungherone dove verranno gli attacchi al corpo, devono essere incassate appunto per lasciar passare le centine.

Queste vengono fissate ai lungheroni per mezzo di listelli a sezione triangolare incollati nell'angolo retto formato dalla parete del lungherone e dal fazzoletto della centina: quattro di tali listelli per ogni centina sono sufficienti.

Anche il lungherone dell'alettone sarà messo a posto e le sue

centine fissate nello stesso modo; vi si fisserà anche la leva, incollandola addossata ad una centina e rinforzandone l'unione con un pezzo di pioppo a prisma triangolare incollato dall'altra parte. Le figure 106 e 127, rappresentano un'ala stelata e ne fanno chiaramente vedere i particolari di montaggio.

Si montano in seguito le piastrine destinate a ricevere le crocere e gli attacchi al corpo centrale, preparando le crocere e regolandole in modo che le centine siano tutte normali ai lunghéroni e che questi siano perfettamente rettilinei.

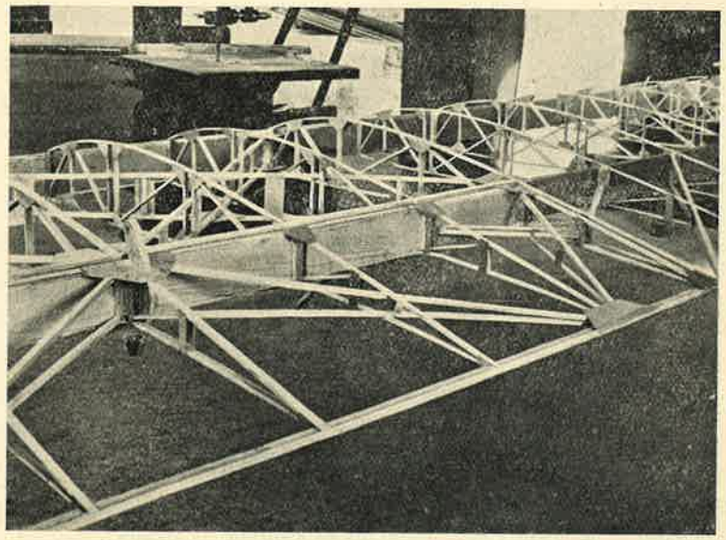


Fig. 127. - *Particolari costruttivi di un'ala di Zögling.*

Per preparare le crocere, si taglia il filo alla lunghezza voluta (che è quella fra gli occhi che si debbono riunire, più 10 cm. circa), vi si infila un passafilo (pezzo di spirale di filo di acciaio di 5 o 6 spire schiacciato) e, con l'aiuto di una pinza tonda (la pinza quadra farebbe pieghe a spigolo rovinando il filo), si comincia a piegare un tratto di circa 4 a 6 cm. di filo. All'estremità

dell'occhiello così formato (fig. 128), si fanno due pieghe in modo che i due tratti di filo risultino paralleli fra di loro ed accostati; in tale posizione si fissano, facendovi scorrere il passafilo dopo di avere infilato l'occhio nell'occhiello corrispondente della piastrina o del tenditore, infine si ripiega il capo del filo rimasto libero troncandolo all'altezza del passafilo con un tronchesino. L'operazione si ripete per l'altra estremità del filo e per il tenditore. Gli occhi dei tenditori sono sempre arrotondati

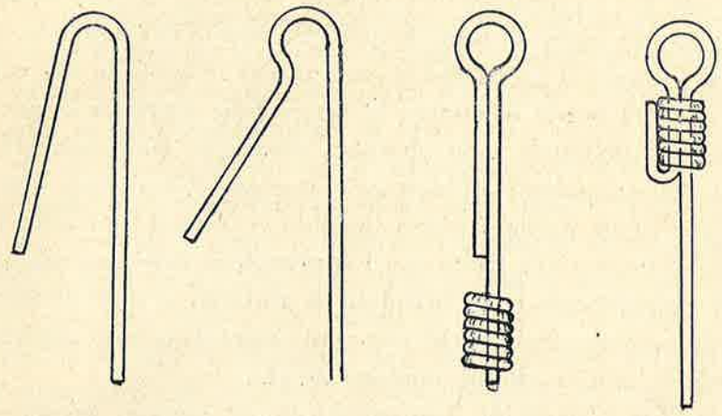


Fig. 128. - *Come si confeziona l'occhio di un filo di acciaio.*

per non danneggiare il filo; per la stessa ragione le piastrine che debbono ricevere un filo si guerniscono di un occhiello in rame od in ferro dolce. Per regolare e tendere il filo si fa girare il manicotto del tenditore con l'aiuto di un pezzo di filo di acciaio che si introduce nell'apposito buco praticato a metà del manicotto stesso.

Ad impedire infine che il tenditore si allenti girando all'indietro, lo si munisce di un freno che consiste (fig. 103 c) in un filo di ottone o ferro ricotto, che passa nel buco del manicotto e si avvolge intorno ai due gambi del tenditore stesso.

A questo punto si prendono i bordi di uscita in precedenza preparati e si infilano nelle apposite fessure delle code delle

centine fissandoveli con un po' di colla. Si procede in seguito alla costruzione delle diagonali per lo sbalzo, di cui già abbiamo parlato, che consistono in listelli di abete da mm. 10 x 10 messi in diagonale fra le centine maestre e fermati agli angoli per mezzo di blocchetti di legno e fazzoletti di compensato. I due listelli sovrapposti si riuniscono fra di loro per mezzo di puntalini disposti verticalmente e striscie di compensato; quelli che si incrociano si uniscono con fazzoletti quadrati di compensato. Si procede poi ad incollare il listello di estremità laterale ai lungheroni ed i listelli di legno di qualità corrente che hanno lo scopo di formare il piano fra le centine per il fissaggio del compensato del bordo di attacco al lungherone anteriore e per la continuità della tela al lungherone posteriore limitatamente al tratto corrispondente all'alettone, come pure all'alettone stesso. Questi listelli possono essere incollati e fermati con mollette.

L'alettone viene finito con l'applicazione delle sue diagonali di irrigidimento e dei fazzoletti di rinforzo ai nodi di queste con le centine, dopo di che esso può essere distaccato segando i listelli di centina che lo uniscono all'ala.

Piallati i listelli di riempimento fra le centine, avendo cura di incavarli un poco fra le centine stesse per evitare che segnino sotto la tela, si procede all'applicazione dei diversi tratti di compensato di finitura, cominciando dalla striscia che sta fra le due prime centine verso il corpo centrale: tale striscia viene chiodata ed incollata su di esse. La striscia di copertura si prepara in precedenza giuntandola, dato che è impossibile trovare delle lastre di compensato di quella lunghezza: la sua fibra dovrà essere parallela ai lungheroni. Si continua poi il fissaggio del compensato sul bordo di attacco, tagliandone tante striscie della larghezza voluta e di lunghezza tale che le giunte vadano a finire su centine, sempre con le fibre parallele ai lungheroni per facilitare la piegatura; per evitare poi di rompere il compensato nel piegarlo, lo si può anche bagnare un poco.

Si incolla il primo pezzo chiodandolo sul lungherone e sulle centine, se ne assottiglia il bordo laterale e su di esso si sovrappone per circa 2 cm. il pezzo successivo che si è preventivamente assottigliato e lo si incolla nello stesso modo, e così via fino all'estremità dell'ala, dove il compensato va tagliato e tirato nel fissarlo per fargli assumere la forma rastremata della estremità dell'ala. Su questa vi sono poi ancora due striscie di compensato fissate ai due lungheroni ed al listello di estremità laterale.

Prima di intelare le ali, bisogna ancora montare i porta-carrucole sull'apposito blocchetto di legno di comando degli alettoni ed anche dare una passata a lima ed a carta vetrata sulle superfici su cui dovrà poggiare la tela.

Le carrucole possono essere fatte d'alluminio o di fibra, tornite dalla barra: nel secondo caso è bene munire il disco della carrucola di tre o quattro ribattini di rame per tenere bene insieme i fogli della fibra. Parleremo in seguito delle unioni dei cavi, per ora notiano che, quando si costruisce il primo esemplare di un tipo di apparecchio, è buona norma montarlo in scheletro prima di ricoprirlo di tela per prendere bene tutte le misure dei cavi di comando ed assicurarsi che tutte le parti corrispondenti si uniscano senza sforzare. Messe a posto le carrucole ed i cavi degli alettoni, si incolleranno alle centine dei listelli destinati a formare i riquadri degli sportelli di ispezione delle carrucole (uno per ala) e di accesso al tenditore del cavo di ritorno degli alettoni (nell'ala sinistra).

Completamente analogo è il montaggio dei piani di coda, benchè più semplice: i disegni ne indicano chiaramente i particolari, anche qui osserviamo che è bene montare in scheletro i piani prima di intelarli.

INTELAGGIO E VERNICIATURA

Montate le ali e gli impennaggi, si procede al loro intelaggio, previa verniciatura a *flatting* o preparati speciali di tutte le par-

ti in legno; nel caso del *flatting* bisogna aver cura di non darne alle superfici su cui dovrà far presa la colla.

Mentre negli apparecchi a motore la tela viene fissata sullo scheletro mediante cucitura, in quelli senza motore si usa fissarla semplicemente con colla; si può usare all'uopo la comune colla a caseina o, meglio, speciali prodotti alla cellulosa.

La tela va prima preparata tagliandola secondo la forma del pezzo da ricoprire, facendola in più pezzi cuciti fra di loro se occorre; i fili della tela si dispongono nel modo che consente il minor spreco della stessa senza preoccuparsi, come negli apparecchi a motore, che la tela sia disposta con i fili a 45° dai longheroni.

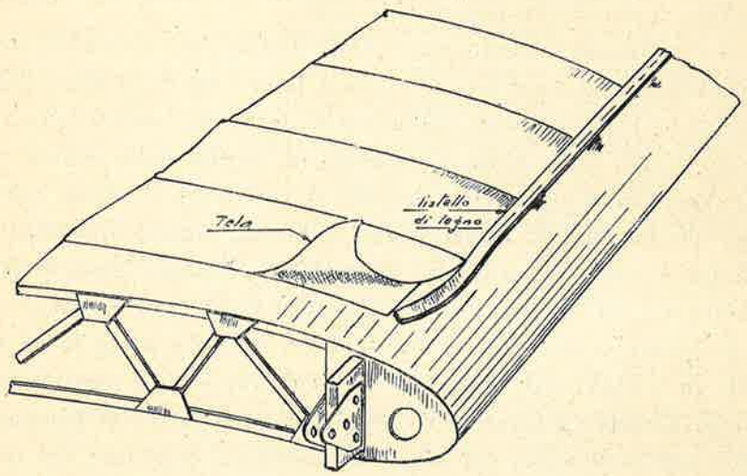


Fig. 129. - *Come si intelano le ali.*

I pezzi di tela si preparano di misura tale da bastare per ricoprire una sola delle facce di ciascun elemento, dato che queste si ricoprono separatamente una dall'altra, lasciando scoperte le parti in compensato, bordo di attacco e bordo laterale lato corpo.

Si incolla prima la tela al bordo di attacco per un tratto di un paio di centimetri e la si assicura (fig. 129), finchè non abbia

fatto presa, a mezzo di listelli di legno che si chiodano sopra alla parte incollata; quando la colla sia secca, tali listelli si tolgono con i relativi chiodi e possono essere di nuovo impiegati altrove. Quando la parte anteriore è ben fissata, si può procedere ad incollare e tendere il resto: per far ciò si spalmano di colla le solette delle centine, il bordo di attacco ed i bordi laterali; si tende la tela contemporaneamente in senso longitudinale e trasversale fissandola ai lati per mezzo delle solite striscie di legno. Nella faccia dorsale le centine non hanno bisogno di essere pressate perchè la tensione della tela agisce su di esse, nella parte inferiore, invece, verso il bordo di uscita, vi è nel profilo una controcurva nella quale la tensione della tela fa sì che questa non aderisca naturalmente alle centine: bisogna perciò farvela aderire per mezzo dello solite striscie.

Quando la colla sia completamente secca si può incominciare a dare la prima mano di vernice tenditela (*émaillite*) con una pennellessa un po' dura e cercando di stendere la vernice molto rapidamente ed in strato sottile perchè non raggrumi e non faccia spessore; dopo di ciò si stendono dei nastri di tela della larghezza da 30 a 35 mm. sulle giunture della tela, e delle pezze di adeguate dimensioni in corrispondenza dei punti in cui gli attacchi dei tiranti escono dalla tela; si aprono gli sportelli contornandoli con altri nastri, il tutto attaccato con *émaillite* che ha un ottimo potere adesivo.

La verniciatura si può poi finire, come già detto in precedenza, in due modi: o passando due altre mani di *émaillite* naturale trasparente (avendo cura di lisciare con un po' di carta vetrata finissima fra una mano e l'altra per togliere ogni asperità), il tutto ricoperto con una o due mani di *flatting* trasparente che rende le tele molto liscie e di bellissimo aspetto; oppure dando due altre mani di *émaillite* mescolata con polvere di alluminio.

Le tele assumono un simpatico colore argenteo ma la superficie è un poco ruvida, per quanto molto resistente agli agenti

atmosferici. Dei due metodi, il secondo ha anche il vantaggio di portare ad una grande economia di materiale e di mano d'opera e di permettere, in caso di riparazioni, di mascherare molto bene le pezze, le quali vengono attaccate alla tela con la stessa *émaillite* all'alluminio che serve per la verniciatura; è quindi il più consigliabile per un apparecchio scuola. Il primo metodo è più adatto per apparecchi più fini, dato che la lisciatura delle superfici aumenta le qualità aerodinamiche; ha l'inconveniente che, per applicare una pezza, è necessario raschiare con ogni cura la vernice esistente, mettere la pezza con l'*émaillite* e poi riverniciare con cura, con il pericolo di macchie irreparabili che rendono la pezza visibilissima. Anche per questa ragione il metodo è più adatto ad apparecchi che sono dati in mano a piloti sperimentati.

Si tenga conto che l'*émaillite* deve essere data a temperatura ambiente piuttosto elevata, non meno di 15°, altrimenti si raggruma e lascia sulla tela una specie di fioritura di cristalli bianchi; buonissimo sistema, nella stagione calda, è di verniciare all'aperto al sole perchè i gas sviluppati da tali vernici in ambienti chiusi possono dare dei disturbi alle persone non abituate: si faccia però bene attenzione che non ci sia ventilazione perchè questa produce lo stesso effetto che il freddo.

In ogni caso però si abbia ben cura di non verniciare mai in presenza di una fiamma libera perchè questa vernice è infiammabilissima, quasi esplosiva (perchè a base di cellulosa, con acetone e benzolo come solventi).

Le parti in legno che non vengono intelate vanno esse pure verniciate all'alluminio se si preferisce di avere lo stesso colore della tela: ciò si ottiene mescolando la stessa polvere di alluminio con il *flatting*.

MONTAGGIO DELL'APPARECCHIO

Il corpo va prima riunito: vanno cioè connesse le due parti del cassone centrale, come già si è spiegato; sotto al cassone così

composto, si fissa, con forti viti a legno, il pattino che si era in precedenza già preparato curvato.

Si passa poi al montaggio di tutte le parti metalliche: comandi, carrucole, attacchi dei cavi e delle ali, avendo cura di osservare scrupolosamente le quote dei disegni e di attenersi alle avvertenze generali già date. Agli appositi attacchi si collega con il corpo la trave di coda e si procede al montaggio del seggiolino e dello schienale.

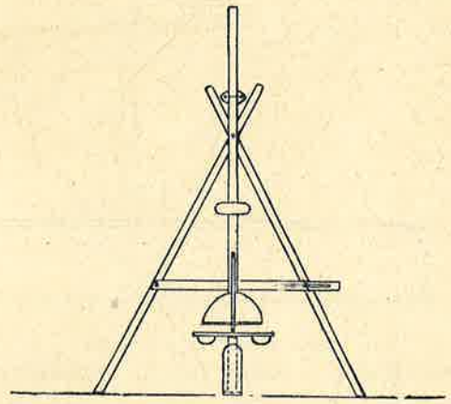


Fig. 130. - *Cavalletto per sostegno del corpo centrale.*

Finite tutte le parti essenziali, si procede ad un montaggio definitivo dell'apparecchio. Disposto verticalmente il corpo centrale (ve lo si può tenere con un compasso in legno come rappresentato in fig. 130) e puntellata pure provvisoriamente la trave di coda perchè non si torca, si infilano le ali nei loro attacchi e se ne sostengono le estremità per mezzo di cavalletti che le mantengano in posizione orizzontale o leggermente a V verso l'alto. Per questo scopo possono essere utili due cavalletti, come rappresentati in fig. 131, che servono anche benissimo per sostenere le ali durante le operazioni di verniciatura. Si montano poi i piani di coda, osservando che è conveniente mettere insieme in precedenza il piano fisso orizzontale con il timone di profondità.

Durante queste operazioni si cura che l'apparecchio sia messo completamente a posto, cioè si deve, traguardando con un filo a piombo, osservare che la trave sia verticale tanto di faccia che di profilo: per questo basta che si trovi verticale il montante principale del corpo. Si deve poi osservare che la trave di coda sia nello stesso piano del corpo; in seguito, con l'aiuto di una

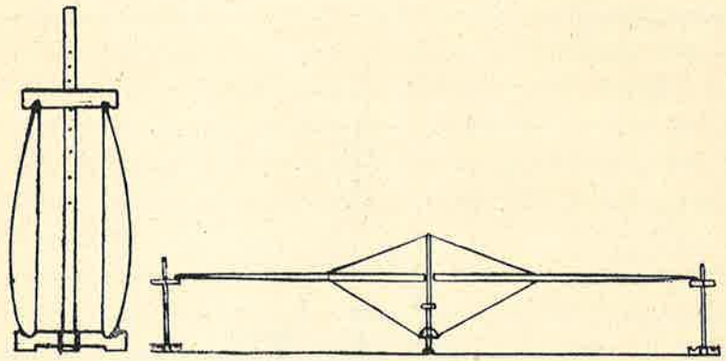


Fig. 131. - *Cavalletti per le ali.*

livella a bolla d'aria del comune tipo montato in legno, da muratori, si verifica che tanto il piano fisso di coda quanto i lunghe-roni delle ali siano orizzontali. Se si preferisce invece montare le ali con un poco di V per accrescere la stabilità, basterà interporre fra lungherone e livella una squadra come in fig. 132 i cui lati opposti facciano fra di loro l'angolo voluto. Per verificare anche la incidenza delle ali, sarà bene costruire una squadra (come in fig. 133), la quale permette, con l'aiuto della livella, tale operazione che dovrà essere eseguita poggiando gli appositi tacchetti sui lungheroni nel punto di attacco delle ali al corpo, all'attacco dei tiranti ed all'estremità.

Messo che sia completamente a posto l'apparecchio, si possono preparare in esatta misura i fili superiori ed inferiori delle ali ed i sei fili che dalle ali vanno a diversi punti della trave

di coda per tenerla a posto. Si possono pure prendere le esatte misure dei cavi di comando per poter fare le relative piombature. A proposito dei fili superiori delle ali, si dovrà tener conto del dispositivo elastico e tenerli 5 o 6 cm più corti; in generale si osservi, nel prendere le misure, che è conveniente lasciare il tenditore relativo allentato in modo che il primo filetto esca

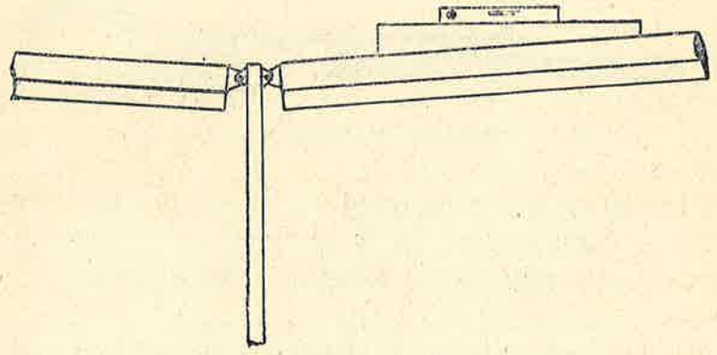


Fig. 132. - *Squadre per il V delle ali.*

appena dal manicotto; in tal guisa, per l'inevitabile allungamento di assestamento del filo e del cavo, più forte nel secondo che nel primo, ci si troverà ad avere il tenditore in posizione

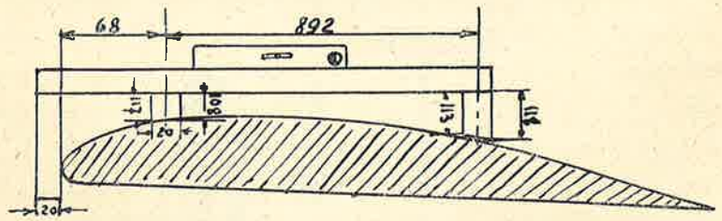


Fig. 133. - *Squadra di incidenza delle ali.*

media che consente ogni regolazione. Abbiamo già spiegato come si preparano i fili; quanto alle impiombature dei cavi intrecciati, sarà bene farle fare da persona pratica: si può anche, conservando un'ottima resistenza, fare degli occhielli ai cavi (come

indicato in fig. 134), ripiegando il cavo intorno alla redancia, legandolo in tre punti con filo di ottone o ferro dolce, stagnando poi il giunto con ogni cura: l'occhiello dà la resistenza del 100%, ma è un po' lungo e non servirebbe per il caso che il cavo dovesse passare subito su di una carrucola. Bisogna, a questo proposito, osservare che, in tutte le saldature a stagno negli aeropla-

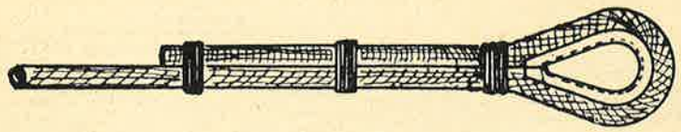


Fig. 134. - *Occhiello per cavi.*

ni, non può essere usato il solito sistema ad acido dei lattonieri, perchè porterebbe a pericolose corrosioni: si debbono invece usare le paste anticorrosive preparate, che si trovano in commercio.

Per facilitare in seguito il montaggio bisogna aver cura che nei fili di controvento delle ali e della coda, i tenditori ad occhio e forcella abbiano la forcella che va ad attaccarsi alla ap-

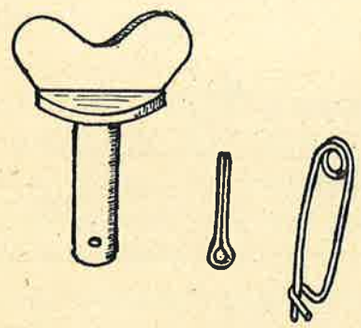


Fig. 135. - *Spinotto per i fili, coppiglia e spilla di sicurezza.*

posita piastrina nell'ala; il relativo spinotto sarà reso più maneggevole saldandogli una aletta in lamiera come in fig. 135 e fermandolo, dopo averlo montato, con una coppiglia o, meglio,

con una spilla di sicurezza che è facilissimo fare con del filo di acciaio comune da 1 mm.

Eseguite poi le ultime finiture, la scrittura delle matricole sulle ali e sul corpo, l'applicazione della cinghia di sicurezza, della cinghietta per la mano sinistra e dell'eventuale indicatore di velocità. l'apparecchio sarà completamente finito.

Se il montaggio è stato fatto in un hangar sul campo di volo, non resterà che da procedere al collaudo, se invece l'apparecchio va portato altrove, lo si smonterà. Per lo smontaggio delle ali il dispositivo elastico di attacco dei cavi superiori è molto pratico per evitare di sregolare i tiranti; una volta ben regolati e frenati i tenditori delle ali, si forzano queste verso il basso allentando così i fili inferiori e tendendo l'elastico: questa operazione permette di togliere gli spinotti dei tenditori dei fili inferiori senza sfrenarli e lasciando, come si desiderava, intatta la regolazione. Sollevando poi le ali si possono smontare i tenditori dei fili superiori. Per i fili di sostegno della coda, ci si potrà limitare ad allentare i tenditori di una parte, dopo di che quelli dell'altra parte potranno essere liberati solo togliendo gli spinotti dei tenditori. I cavi di comando saranno smontati allentando i tenditori.

Per rimontare l'apparecchio si procede inversamente e cioè: si attaccano le ali al corpo e, tenendole sollevate, si agganciano i tiranti superiori, si forzano poi verso il basso e si agganciano i cavi inferiori; si agganciano successivamente i tre fili della coda, di cui non si era toccata la regolazione, e poi si tirano gli altri; anche i comandi si devono agganciare, e regolarne i tenditori. Si faccia bene attenzione, a questo proposito, che i fili o cavi non siano troppo tesi per evitare di sollecitare troppo gli organi cui sono attaccati.

Capitolo IX

CENNI SUL REGOLAMENTO SULLA NAVIGAZIONE AEREA

CENNI SUL REGOLAMENTO SULLA NAVIGAZIONE AEREA

Riportiamo qui per sommi capi quei punti del Regolamento suddetto che debbono essere conosciuti per gli esami teorici per ottenere il Brevetto di pilota di aeromobile senza motore.

ART. 71. — Su tutto il territorio dello Stato e sulle rispettive acque territoriali è proibito a chiunque di portare a bordo degli aeromobili apparecchi fotografici o cinematografici di presa (si possono avere, eccezionalmente, permessi speciali dal Ministero dell'Aeronautica).

ART. 78. — Durante la navigazione deve evitarsi qualsiasi pericolo di collisione. Il rischio di collisione con altro aeromobile può essere previsto, quando lo permettano le circostanze, traguardando accuratamente per un certo tempo l'aeromobile che si avvicina e leggendone il rilevamento. Se il rilevamento non cambia in modo apprezzabile, esiste rischio di collisione.

ART. 79. — Salvo quanto è disposto dal successivo art. 99, gli aeromobili più pesanti dell'aria devono cedere la via ai più leggeri. I dirigibili devono cedere la via agli aerostati e cervi volanti.

Un dirigibile che non sia più in grado di manovrare è considerato a questi effetti come un aerostato.

Un dirigibile è considerato « in rotta » agli effetti del regolamento, quando non è ormeggiato a terra o ad alcun oggetto sulla terra e sull'acqua.

Art. 80. — Un dirigibile rimorchiato, che per qualsiasi ragione non possa manovrare, deve mostrare distintamente due palloni o due oggetti neri, ciascuno di cm. 60 di diametro, posti uno sopra l'altro, distanti fra di loro non meno di 2 metri.

Un dirigibile ormeggiato, oppure in rotta, ma che abbia fermato volontariamente i motori deve mostrare distintamente, di giorno, un pallone nero di cm. 60 di diametro, e sarà considerato dagli altri aeromobili come se non potesse manovrare.

Un aerostato frenato o un cervo volante devono portare, attaccate al cavo di ormeggio e ad intervalli di almeno 100 metri a partire dalla navicella, maniche a vento di non meno di cm. 20 di diametro, lunghe due metri e striate con fascie bianche e rosse larghe cm. 50.

Art. 81. — Gli aeromobili a motore devono sempre manovrare secondo le norme contenute nel presente capo, appena si accorgano che, proseguendo nella loro rotta, passerebbero ad una distanza minore di duecento metri da qualsiasi parte di altro aeromobile.

Art. 82. — Quando due aeromobili a motore si incontrano con rotte opposte, di fronte o quasi, ciascuno deve spostarsi sulla propria destra.

Art. 83. — Ogni aeromobile che debba portarsi fuori della rotta di un altro aeromobile, deve evitare, per quanto possibile, di passargli di prora.

Art. 84. — Quando due aeromobili a motore percorrono rotte che si incrociano, l'aeromobile che scorge l'altro alla sua diritta deve manovrare per cedergli la via.

Art. 85. — Un aeromobile che ne raggiunga un altro deve, per oltrepassarlo, allontanarsene facendo deviare la propria rotta verso destra e non abbassarsi.

Ogni aeromobile che si diriga verso un altro aeromobile seguendo una rotta che formi un angolo inferiore a 70° con quella

del secondo, e perciò in posizione tale che, di notte, non potrebbe vedere nè l'uno nè l'altro dei fanalini laterali di quell'aeromobile, è considerato come aeromobile che oltrepassa e nessuna modifica ulteriore della rotta seguita dai due aeromobili può fare considerare il primo come un aeromobile che incrocia, agli effetti delle presenti norme, od esimerlo dal mantenere la dovuta distanza dal secondo aeromobile fino a che questo non sia ampiamente oltrepassato.

Di giorno, l'aeromobile che si trovi nelle condizioni suddette, deve, se è in dubbio, considerarsi come aeromobile che oltrepassi, e portarsi fuori della rotta del secondo aeromobile.

Art. 86. — Quando le presenti norme prescrivono ad uno dei due aeromobili di cedere la rotta libera all'altro, questo deve continuare la propria rotta con la stessa velocità. Tuttavia quando, per nebbia od altre cause, l'aeromobile che ha diritto alla rotta venga a trovarsi così vicino al secondo, che qualsiasi manovra di questo non possa evitare una collisione, il primo aeromobile deve, di sua iniziativa, manovrare nel modo più efficace per evitare la collisione.

Art. 87. — Prescrive in generale di tenere la destra ad una distanza di almeno 300 metri sulle rotte abituali di traffico aereo.

Art. 88. — Nessun aeromobile pronto a partire deve farlo fino a che vi sia rischio di collisione con un altro aeromobile in procinto di scendere.

Art. 88 bis. — Ogni aeromobile che si trovi nelle nuvole, nella nebbia o in altre condizioni di cattiva visibilità, deve manovrare con precauzione, avuto accurato riguardo delle circostante di fatto nelle quali si trova.

Ogni aeromobile che voli al disotto delle nuvole, deve mantenersi, in quanto ciò sia possibile e senza pericolo, sufficientemente al disotto delle nuvole, per potere facilmente vedere ed essere veduto.

ART. 89. — E' proibito gettare dagli aeromobili altra zavorra che non sia sabbia fina od acqua, salvo in caso di pericolo o di forza maggiore.

ART. 90. — Ogni aeromobile deve, volando sopra centri abitati o sopra località dove siano agglomerazioni di persone, mantenere una quota che renda l'atterraggio sempre possibile, anche in caso di arresto del motore, al di fuori del centro abitato o dell'agglomerazione, ovvero su un aeroporto.

ART. 91. — E' vietato eseguire qualsiasi volo acrobatico, il quale comporti evoluzioni pericolose ed inutili per il buon funzionamento dell'apparecchio al disopra di qualsiasi aeroporto aperto al traffico civile, dei centri abitati e di altre località ove siano agglomerazioni di persone nonchè in prossimità delle rotte di traffico aereo ufficialmente riconosciute.

ART. 92. — In ogni aeroporto, qualunque aeromobile che, in partenza od in arrivo, ritenga necessario di fare un giro od una parte di giro, deve, salvo caso di pericolo, effettuarlo a sinistra cioè in senso contrario alla marcia delle lancette di un orologio.

ART. 93. — Un aeromobile che parte da un aeroporto non deve iniziare il giro prima di arrivare a cinquecento metri di distanza dal punto più vicino del perimetro dell'aeroporto, girando naturalmente a sinistra.

ART. 94. — Tutti gli aeromobili che volano ad una distanza fra cinquecento e tremilacinquecento metri dal punto più vicino di un aeroporto, devono conformarsi alle regole predette, salvo che volino ad una altezza superiore ai 2000 metri.

ART. 95. — Gli atterraggi acrobatici sono proibiti negli aeroporti aperti al traffico civile. E' vietato agli aeromobili di eseguire acrobazie a distanza minore di 4000 metri dal punto più vicino al perimetro di detti aeroporti, salvo che volino ad una altezza superiore ai 2000 metri.

ART. 96. — In ogni aeroporto la direzione normale di atterraggio è indicata con un T e la direzione del vento con uno o più dei metodi conosciuti.

ART. 97. — Ogni aeromobile in partenza od in arrivo ad un aeroporto deve partire o arrivare contro vento eccettuati i casi nei quali le condizioni naturali dell'aeroporto non lo permettono e salvo il caso che non ci sia vento. In tal caso ogni velivolo deve partire od atterrare nel senso che sarà indicato dal T di atterraggio. (La direzione di atterraggio è quella in cui il T si legge nella sua normale posizione).

ART. 98. — Se due aeromobili si avvicinano contemporaneamente ad un aeroporto per atterrarvi, l'aeromobile di maggior quota deve manovrare per evitare quello di quota inferiore, e, per atterrare, deve osservare le regole dell'art. 85.

ART. 99. — Deve essere lasciata via libera a qualunque aeromobile in procinto di atterrare su un aeroporto.

ART. 100. — Nessun aeromobile può cominciare a sollevarsi prima che l'aeromobile che si è sollevato prima di esso, abbia completamente lasciato l'aeroporto.

ART. 100-*bis* e 100-*ter*. — Prescrivono che negli aeroporti sia lasciata una zona neutra a terra per le manovre al suolo degli aeromobili, lasciando la massima estensione all'area destinata alle partenze ed agli atterraggi. Gli aeromobili che devono partire od atterrare devono lasciare decisamente a sinistra ogni altro aeromobile che sia a terra. Ogni aeromobile a terra deve, salvo speciali autorizzazioni, spostarsi nel senso dell'atterraggio.

Si permette, per qualche aeroporto, la suddivisione in due parti, una per le partenze e l'altra per gli atterraggi.

ART. 101. — Le regole precedenti si applicano agli atterraggi notturni. Vi sono allora a terra dei fuochi come segue: delimitazione del perimetro dell'aeroporto e degli ostacoli per mezzo di fanali rossi; T luminoso o tre fanali bianchi a triangolo isoscele. Si atterra dalla base verso il fanale di vertice.

Art. 102. — Prescrive che non si possano tenere aerostati frenati od ormeggiati a distanza inferiore a 15 volte l'altezza dal perimetro di un aeroporto.

Art. 103. — Prescrive che ogni ostacolo sopraelevato entro un raggio di 500 metri da un aeroporto, sia segnalato di giorno e di notte.

Art. 103-*bis*. — Avverte che tutte le prescrizioni precedenti possono essere sospese su di un determinato aeroporto e la sospensione è segnalata da una tela quadrata rossa posta accanto al segnale della direzione del vento.

Art. 104. — Ogni aeromobile che manovra nell'acqua coi propri mezzi deve conformarsi, per quanto possibile, ai regolamenti marittimi, fluviali o lacustri per evitare le collisioni, e, a questo scopo, è considerato come un bastimento a vapore, ma porta soltanto i fanali indicati nel presente regolamento, e non quelli previsti per i bastimenti a vapore nei regolamenti marittimi, e non usa, salvo i casi di cui ai successivi Art. 122 e 125, le segnalazioni sonore indicate nei detti regolamenti nè può essere tenuto a riceverle. Se le condizioni meteorologiche

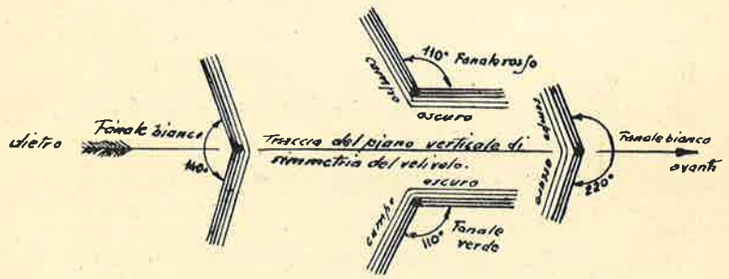


Fig. 136. - *Fanali di prescrizione per aeromobili.*

rendono impossibile di dirigere la rotta, l'aeromobile, per quanto è possibile, deve issare i segnali di cui all'art. 110.

Art. 105. — La parola visibile, in questo regolamento, applicata ai fanali, significa visibile a notte oscura e con atmo-

sfera limpida. Gli angoli di visibilità indicati nello schizzo si riferiscono all'aeromobile nella sua linea normale di volo rettilineo ed orizzontale.

Art. 106. — I regolamenti relativi ai fanali sono applicati in qualsiasi condizione di tempo dal tramonto al levar del sole e durante tale periodo nessun altro fanale, che possa essere scambiato erroneamente per i fanali prescritti, deve essere visibile. I fanali prescritti per la navigazione non devono essere abbaglianti.

Art. 107. — *a*) Ogni velivolo nell'aria, o quando manovra sulla terra coi proprii mezzi, deve portare i seguenti fanali:

1) A destra un fanale verde costruito e sistemato in modo da far vedere verso l'avanti una luce ininterrotta fra due piani verticali formanti angolo diedro di 110°, uno dei quali parallelo al piano diametrale dell'aeromobile e di intensità tale da essere visibile ad una distanza non minore di otto chilometri.

2) A sinistra un fanale rosso costruito nello stesso modo.

3) I detti fanali rosso e verde devono essere montati in maniera che la luce verde non possa essere veduta dalla sinistra nè quella rossa dalla destra.

4) Di dietro, e il più lontano possibile, un fanale bianco che proietti la sua luce verso poppa in un angolo diedro di 140°, bisecato dal piano diametrale dell'apparecchio e di intensità tale da essere visibile ad una distanza non minore di 5 Km.

b) Ogni velivolo che manovra sull'acqua con i propri mezzi deve portare inoltre il seguente fanale:

Davanti, un fanale bianco visibile in un angolo diedro di 220° bisecato dal piano verticale di simmetria dell'aeromobile e di intensità tale da essere visibile a distanza non minore di 8 Km.

c) Se, per adempiere alle suddette condizioni, uno dei fanali deve essere sostituito da più fanali, il campo di visibilità di ognuno di questi deve essere limitato in modo che se ne possa vedere soltanto uno per volta.

ART. 108. — Prescrive che nei dirigibili i fanali siano gli stessi ma raddoppiati.

ART. 109. — Un dirigibile rimorchiato deve portare i fanali anzidetti più quelli dell'art. 111.

ART. 110. — *a)* Un idrovolante od un dirigibile galleggiante sull'acqua, che non sia in grado di manovrare, come è prescritto dal regolamento per evitare le collisioni in mare, deve portare due fanali rossi uno sopra l'altro, distanti fra loro non meno di 2 metri, di intensità tale da essere visibili in tutte le direzioni, ad una distanza non minore di tre chilometri.

b) L'aeromobile di cui alla lettera precedente, non deve mostrare i fanali di via laterali, ma deve accenderli quando è in moto.

ART. 111. — Un dirigibile che non possa manovrare deve, oltre ai suoi fanali, mostrare altri due fanali rossi distanti verticalmente non meno di m. 2.

ART. 112 e 113. — Prescrivono i fanali per gli aerostati liberi e frenati.

ART. 114. — Indica i fanali per un dirigibile ormeggiato.

ART. 115. — Un velivolo fermo al suolo o sull'acqua, ma non ancorato od ormeggiato, deve portare i fanali indicati nell'art. 107.

ART. 116. — Indica i fanali da applicare ai grossi idrovolanti per evitare collisioni con le navi.

ART. 117. — Se uno qualunque dei fanali indicati in questo regolamento viene a spegnersi durante il volo notturno dell'aeromobile, questo deve atterrare appena può farlo senza pericolo.

ART. 118. — Le regole contenute nel presente capo si applicano sia agli aeromobili privati che a quelli di Stato, compresi i militari. Tuttavia per gli aeromobili militari o per quelli volanti in formazione, possono essere altresì prescritti fanali addizionali di posizione e di segnalazione.

Detti fanali devono, in ogni caso, essere visibili ad una distanza inferiore a quella dei fanali regolamentari prescritti negli articoli precedenti.

ART. 119. — Prescrive che un aeromobile prima di atterrare di notte in un aeroporto deve chiedere autorizzazione per mezzo di segnali ottici, il permesso gli viene dato con segnali fatti con fanale verde.

ART. 120. — Un razzo rosso a terra o segnali fatti con un fanale rosso, significano che l'aeromobile non deve atterrare.

ART. 121. — Un aeromobile che è obbligato ad atterrare di notte dovrà, prima di atterrare, effettuare una serie di segnali brevi ed intermittenti con i fanali di navigazione.

ART. 122. — Fissa i segnali di soccorso per aeromobili in pericolo che sono: S.O.S. per mezzo di segnali ottici o radiotelegrafici; *May Day* (pron. « *mè dè* ») per mezzo di radiotelefonia; segnale di soccorso per mezzo di bandiere; segnale di lontananza (una bandiera quadrata con sotto o sopra un pallone); un suono continuo con apparecchio acustico; una serie di razzi bianchi a brevi intervalli.

ART. 122-*bis*. — Fissa i segnali di allarme nel caso l'aeromobile si trovi in condizioni difficili senza che sia necessario il segnale di soccorso: segnale internazionale P.A.N. per mezzo di radiotelegrafia o radiotelefonia.

ART. 123. — Per avvisare un aeromobile che trovasi nella vicinanza di una zona vietata e che deve cambiare rotta, si impiegano i seguenti segnali:

a) di giorno, tre proiettili lanciati ad intervalli di die-

ci secondi, che producano allo scoppio tre nuvolette di fumo bianco indicanti la direzione che deve essere seguita dall'aeromobile.

b) di notte, tre proiettili lanciati ad intervalli di dieci secondi che producano allo scoppio tre stelle bianche indicanti la direzione che deve essere seguita dall'aeromobile.

ART. 124. — Per dare ad un aeromobile l'ordine di atterrare, si impiegano i seguenti segnali:

a) di giorno, tre proiettili lanciati ad intervalli di dieci secondi che producano allo scoppio una nuvoletta di fumo nero o giallo.

b) di notte, tre proiettili lanciati ad intervalli di dieci secondi che producano allo scoppio tre fuochi o stelle verdi.

Inoltre se si vuole impedire che atterrino altri aeromobili oltre quello cui è diretto l'ordine, sarà mantenuto su di questo, per mezzo di un proiettore, un fascio di luce intermittente.

ART. 125. — Nel caso che la nebbia renda invisibile un aeroporto, la sua presenza può essere indicata per mezzo di un pallone impiegato quale boa aerea o con altri mezzi e con le modalità che saranno indicate dal Ministero dell'Aeronautica.

Nella nebbia, nella foschia, durante le nevicate e nelle forti pioggie, sia di giorno che di notte, ogni aeromobile sull'acqua deve fare i seguenti segnali acustici con un apparato qualsiasi:

1) Se non è ormeggiato nè ancorato, un segnale ad intervalli di due minuti al massimo, consistente in due suoni della durata di circa 5 sec. separati da un intervallo di circa 1 sec.

2) Se è all'ancora od ormeggiato, un segnale ad intervalli di un minuto al massimo, consistente nel suono della durata di circa 5 sec. a rapidi rintocchi di una campana o di un gong di potenza sufficiente.

Con decreto Ministeriale del 2 Maggio 1928 è stato fatto divieto di sorvolo per le seguenti zone: Frontiera alpina, salvo

che nei punti di passaggio che sono: Moncenisio, Iselle, Chiasso, Brennero, Tarvisio, Longatico. Golfo della Spezia. Isola d'Elba e canale di Piombino. Stretto di Messina con percorsi obbligati per la traversata. Augusta. Siracusa con rotta obbligata per l'aeroscalo ed idroscalo. Trapani. Marsala. Paraggi della Maddalena con rotta obbligata per l'idroscalo. Cagliari, pure con rotta obbligata per aeroporto e idroscalo. Taranto. Brindisi, con rotte obbligate per l'idroscalo e l'aeroporto. Venezia, pure con rotte obbligate. Pola, sempre con rotte obbligate. Isola di Lero. Portolago.

Ogni aeromobile, sia straniero che italiano, proveniente dall'estero o all'estero diretto, deve discendere e partire dall'aeroporto più prossimo al punto di transito del confine terrestre o marittimo che esso ha attraversato o deve attraversare.

BIBLIOGRAFIA

Nella compilazione della presente opera ci siamo serviti delle seguenti pubblicazioni:

Gleitflug und Gleitflugzeuge di F. Stamer e A. Lippisch - Edit C. J. E. Volckmann Nachf. G. M. B. H. - Berlin-Charlottenburg, 2.

Henley's A B C of Gliding and Sailflying di Victor Pagè - The Norman W. Henley Publishing C. - 2 West 45th Street - New York.

Gliders and Gliding di Ralph Stanton Barnaby - The Ronald Press Company - New York.

Manuel Pratique de la construction des Planeurs - Librairie des Sciences Aéronautiques F. Louis Vivien - 48 Rue des Ecoles, Paris (5).

Rivista: *Flugsport*, Bahnhofplatz, 8 - Frankfurt a. M.

INDICE

PREFAZIONE . . . . . Pag. 7

CAPITOLO I — ORIGINI E SVILUPPO DEL VOLO A VELA.
Un po' di storia - Il volo senza motore dopo l'avvento degli aeroplani a motore - Ciò che si è fatto e si fa in Germania - Ciò che si è fatto e si fa negli altri paesi - Ciò che si è fatto e si fa in Italia - Scopi del volo a vela » 11

CAPITOLO II — NOZIONI ELEMENTARI DI AERODINAMICA E METEOROLOGIA
Un po' di aerodinamica - L'atmosfera - Troposfera e stratosfera - Cause e struttura del vento - Le correnti ascendenti . . . . . » 33

CAPITOLO III — PRINCIPII FONDAMENTALI DEL VOLO A VELA E SENZA MOTORE.
Principî fondamentali - Planeurs e veleggiatori - Gli studi sul volo degli uccelli . . . . . » 65

CAPITOLO IV — LA PRATICA DEL VOLO A VELA E SENZA MOTORE.
I vari brevetti - La scelta del terreno - I vari metodi di lancio - La scuola preliminare - L'istruzione con autorimorchio - La scuola di volo a vela - Il pilotaggio dell'apparecchio senza motore ed a vela . . . . . » 71

CAPITOLO V — ALCUNI TIPI DI APPARECCHIO.
Lo Zögling — Gli apparecchi di transizione - Gli apparecchi di alte caratteristiche - Gli idrovolanti senza motore - Gli apparecchi senza coda - Gli apparecchi da volo a vela con motore . . . . . » 109

CAPITOLO VI — I MATERIALI PER LA COSTRUZIONE.
Prove sui materiali - Prove statiche - Prove di volo e sorveglianza in servizio . . . . . » 143

CAPITOLO VII — PARTICOLARI COSTRUTTIVI DEGLI APPARECCHI DA VOLO A VELA.

Le ali - Le fusoliere - Gli organi di atterraggio - Gli impennaggi ed i comandi - Gli strumenti di bordo - I carrelli di trasporto per gli apparecchi . . . . . » 157

CAPITOLO VIII - COME SI COSTRUISCE UN APPARECCHIO DA SCUOLA.

Norme generali - Preparazioni delle parti in legno - Montaggio delle ali e degli impennaggi - Intelaggio e verniciatura - Montaggio dell'apparecchio . . . . » 183

CAPITOLO IX — CENNI SUL REGOLAMENTO SULLA NAVIGAZIONE AEREA . . . . . » 209