

Gabriele Sedioli

# ISTRUZIONI PER L'USO

*ovvero*

come adoperare un aeroplano



## ISTRUZIONI PER L'USO

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento, totale o parziale, con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche), sono riservati in tutti i paesi.

Prima edizione, gennaio 1994

Seconda edizione, novembre 1995

Terza edizione, luglio 1998

Quarta edizione, gennaio 2003

Quinta edizione, 2007

Sesta edizione, 2011

Settima edizione, 2016

Copie di questo libro possono essere richieste all'autore:

Gabriele Sedioli

Strada IV novembre 1944, 2

10060 Cantalupa (TO)

cell. 3459046533

<http://www.gabrielesedioli.it>

[info@gabrielesedioli.it](mailto:info@gabrielesedioli.it)

## Introduzione

Questo libro è rivolto a chi, volendo imparare a pilotare un aeroplano, ha già letto tutto ciò che è possibile leggere ed ha già ascoltato, da quanti più istruttori possibile, tutto ciò che è stato possibile ascoltare. Dopo tutto questo però sente che qualcosa ancora gli sfugge. In altre parole ridurre tutto all'essenziale è ciò che gli manca. Il volo, infatti, può essere considerato come un complesso di manovre elementari di ognuna delle quali bisogna capire il motivo del modo in cui va eseguita. Delle indicazioni per fare ciò vengono appunto qui date. Non vengono fornite però in realtà delle grandi spiegazioni: troppe informazioni sono considerate già acquisite. Viene piuttosto messo l'accento sulle operazioni da compiere mentre le chiarificazioni offerte assomigliano più a delle giustificazioni che ad altro. In fondo questo libro potrebbe essere considerato una specie di prontuario. Anzi si potrebbe quasi affermare che basterebbe salire, anche per la prima volta, su un aeroplano e con questo libro volarsene via senza troppi intoppi (si declina fin da ora però ogni responsabilità al riguardo: la legge di Murphy dice, infatti, che se una cosa può succedere, prima o poi c'è un cretino che la fa succedere).

## Avvertenza

L'aeroplano preso in considerazione non è un tipo particolare ma riflette sostanzialmente la media di quelli usati nelle varie scuole di volo per l'addestramento iniziale. Le sue caratteristiche principali sono:

- monomotore
- motore a scoppio, aspirato, a carburatore
- elica destrorsa, a passo fisso
- elevatore nel soffio dell'elica
- trim sull'elevatore
- flap da 0° a 30° (tre tacche)
- carrello fisso triciclo
- velocità:
  - 90 kts crociera
  - 70 kts salita, massima efficienza, avvicinamento
  - 60 kts finale
  - 40 kts stallo, flap a 0°, senza motore, a peso massimo
  - 35 kts stallo, flap a 30°, senza motore, a peso massimo

Il velivolo preso in considerazione è un monomotore per cui lo sbandamento coincide con la deviazione. La cosa vale anche per i plurimotori se i motori sono regolati alla stessa potenza.

L'indicatore dell'angolo d'incidenza viene ritenuto dall'autore indispensabile su ogni tipo di aeroplano. Dato però che sugli aeroplani delle scuole di volo ben raramente è presente, in questo libro ogni volta che l'angolo d'incidenza deve venir preso in considerazione le azioni del pilota vengono descritte per entrambi i casi (con e senza indicatore).

## **Indice**

- 3 Introduzione
- 4 Avvertenza
- 5 Indice

### **Concetti fondamentali**

- 10 Assi di riferimento ed angoli
- 13 Riassunto degli angoli
- 16 Forze agenti sul velivolo
- 26 Effetti del vento
- 29 Effetto del velivolo sull'aria
- 30 Effetto suolo
- 31 Bilancio energetico del velivolo
- 37 Bilanciamento del velivolo

### **Comandi**

- 40 Generalità
- 44 Comandi laterali
- 45 Alettone
- 48 Pedaliera
- 51 Considerazioni sui comandi laterali
- 53 Comandi verticali
- 54 Elevatore
- 60 Manetta
- 65 Considerazioni sui comandi verticali
- 68 Interferenza tra comandi laterali e verticali
- 71 Riassunto effetto comandi
- 73 Trim
- 74 Flap

### **Manovre fondamentali**

- 78 Considerazioni preliminari
  - Manovre verticali*
- 80 Considerazioni preliminari
- 85 Volo orizzontale
- 92 Salita
- 95 Discesa
- 98 Variazione di velocità a scivolamento costante
- 101 Variazione di scivolamento a velocità costante

### *Manovre laterali*

- 103 Considerazioni preliminari
- 104 Volo rettilineo
- 105 Virata generic
- 111 Tipi di virata
- 113 Riassunto manovre fondamentali

### **Manovre avanzate**

- 116 Volo lentissimo
- 117 Stallo
- 120 Vite
- 121 Scivolata

### **Decolli ed atterraggi**

- 124 Messa in moto
- 126 Rullaggio
- 128 Frenata
- 129 Controlli prima del decollo
- 131 Allineamento
- 132 Decollo
- 137 Decollo interrotto
- 138 Decollo corto
- 139 Decollo soffice
- 141 Circuito
- 146 Atterraggio
- 147 Finale
- 154 Corto finale
- 156 Richiamata
- 158 Retta
- 160 Corsa d'atterraggio
- 161 Frenata
- 162 Riattaccata
- 164 Atterraggio corto
- 167 Atterraggio soffice
- 168 Atterraggio d'emergenza
- 171 Grafico del circuito

## **Navigazione**

- 174 Considerazioni preliminari
- 176 Regola del sessanta
- 177 Navigazione a vista
- 178 Navigazione stimata
- 179 Navigazione strumentale
- 180 Procedure di navigazione strumentale

## **Impianti**

- 186 Impianto carburante
- 188 Carburatore
- 190 Miscela
- 192 Magneti
- 193 Impianto elettrico
- 195 Strumenti giroscopici
- 196 Strumenti a capsula
- 198 Avvisatore di stallo
- 199 Cenni su altri impianti

## **Amenità**

- 202 Riassunto regole
- 204 Considerazioni filosofiche
- 206 Il circuito

*L'abilità di un pilota  
non si misura dalla difficoltà  
delle operazioni che compie  
ma dalla precisione  
della consapevolezza dei propri limiti.  
(gpgs)*



# **CONCETTI FONDAMENTALI**

## Assi di riferimento ed angoli

**Riferimenti statici.** Prendi in considerazione il velivolo, immaginandolo fermo in aria, e la sua relazione con il terreno. I riferimenti del terreno sono il Nord genericamente inteso (senza considerare cioè se sia quello geografico, magnetico o bussola) e la verticale di gravità con il relativo piano orizzontale. I riferimenti del velivolo sono l'asse longitudinale o di rollio, l'asse laterale o di beccheggio, l'asse verticale o d'imbardata.

**Angoli statici.** L'angolo fra l'asse longitudinale del velivolo ed il piano orizzontale si chiama **assetto**: si misura in gradi fra  $-180^\circ$  negativo od a picchiare od a scendere e  $+180^\circ$  positivo od a cabrare od a salire. L'assetto zero o nullo in teoria si ha quando l'asse longitudinale del velivolo è orizzontale, in pratica l'assetto viene riferito alla sagomina dell'orizzonte artificiale che può essere regolata da te. L'angolo fra l'asse longitudinale ed il Nord si chiama **prua**: si misura in gradi in senso orario fra  $000^\circ$  e  $360^\circ$  (specifica sempre le tre cifre; il Nord può essere definito sia come  $000^\circ$  sia come  $360^\circ$ ). L'angolo fra l'asse laterale ed il piano orizzontale oppure fra l'asse verticale e la verticale di gravità si chiama inclinazione laterale o semplicemente **inclinazione**: si misura in gradi fra  $180^\circ$  a destra e  $180^\circ$  a sinistra.

**Riferimenti dinamici.** Prendi ora in considerazione il velivolo mentre è in movimento assimilandolo ad un punto, trascurando cioè il suo assetto, la sua prua o la sua inclinazione. Esso percorre una traiettoria, cioè una linea costituita dai punti occupati successivamente durante il movimento stesso. Questa a sua volta la prendi in considerazione quando è rettilinea riferendola prima al suolo e poi all'aria.

**Angoli dinamici al suolo.** L'angolo fra la traiettoria al suolo ed il piano orizzontale si chiama **pendenza** o rampa: si misura in gradi fra  $-90^\circ$  negativo od a picchiare od a scendere e  $+90^\circ$  positivo od a cabrare od a salire. Pendenza zero o nulla significa che la traiettoria è orizzontale e la quota costante. L'angolo fra la traiettoria al suolo ed il Nord si chiama rotta effettiva o **traccia**: si misura in gradi in senso orario fra  $000^\circ$  e  $360^\circ$  come la prua.

**Angoli dinamici all'aria.** L'angolo fra la traiettoria all'aria ed il piano orizzontale si chiama pendenza all'aria o **scivolamento**: anch'esso si misura in gradi fra  $-90^\circ$  negativo od a picchiare od a scendere e  $+90^\circ$  positivo od a cabrare od a salire. Scivolamento zero significa che la traiettoria è orizzontale soltanto rispetto all'aria e non necessariamente orizzontale la traiettoria al suolo o costante la quota o nullo il variometro. L'angolo fra la traiettoria all'aria ed il Nord si chiama traccia all'aria o **avanzamento**: si misura in gradi in senso orario fra  $000^\circ$  e  $360^\circ$  come la traccia.

**Unità di misura degli angoli verticali.** Dello scivolamento e della pendenza non viene normalmente considerato soltanto l'angolo ma anche la sua tangente od il suo seno (assimilabili tra loro data la piccolezza dei valori) espressi sia come numero adimensionale sia come variometro su velocità o come piedi per miglio. Per esempio una pendenza di tre gradi (valore approssimativamente usato negli avvicinamenti strumentali) corrisponde all'incirca ad un rapporto di uno a venti cioè del cinque per cento, a cinque piedi al minuto per nodo od a trecento piedi per miglio ( $3^\circ = 1:20 = 5\% = 5 \text{ fpm/kt} = 300 \text{ ft/nm}$ ) mentre una pendenza di sei gradi (valore di solito usato negli avvicinamenti a vista) corrisponde ad un rapporto di uno a dieci cioè del dieci per cento, a dieci piedi al minuto per nodo o a seicento piedi per miglio ( $6^\circ = 1:10 = 10\% = 10 \text{ fpm/kt} = 600 \text{ ft/nm}$ ).

**Angoli relativi aria-velivolo.** Analizza ora la posizione del velivolo rispetto alla traiettoria all'aria (l'analisi rispetto alla traiettoria al suolo non fornisce informazioni importanti). L'angolo fra la traiettoria all'aria ed il piano definito dall'asse longitudinale del velivolo insieme a quello laterale, cioè fra l'assetto e lo scivolamento, si chiama **incidenza**: si misura in gradi fra  $-180^\circ$  negativo od a picchiare od a scendere e  $+180^\circ$  positivo od a cabrare od a salire (positivo in volo dritto, negativo in volo rovescio). Il riferimento dell'angolo d'incidenza normalmente usato per spiegare il concetto è l'asse longitudinale del velivolo ma in sede tecnica vengono usate anche la corda alare o l'asse di portanza nulla. Tieni presente che l'angolo di calettamento dell'ala con il velivolo fa sí che, se il vento relativo è allineato con l'asse longitudinale (angolo d'incidenza del velivolo zero), l'angolo d'incidenza dell'ala sia comunque

leggermente positivo. L'angolo fra la traiettoria all'aria ed il piano definito dall'asse longitudinale del velivolo insieme a quello verticale, cioè fra l'avanzamento e la prua, si chiama **deviazione**: si misura in gradi fra  $180^\circ$  a destra e  $180^\circ$  a sinistra. L'angolo fra la verticale apparente e l'asse verticale del velivolo si chiama **sbandamento**: si misura in gradi fra  $180^\circ$  a destra e  $180^\circ$  a sinistra. Se il velivolo è un monomotore oppure un plurimotore con i motori regolati alla stessa potenza, lo sbandamento coincide con la deviazione. Lo sbandamento è nullo quando la pallina è al centro.

**Angoli relativi aria-suolo.** Analizza infine la relazione fra la traiettoria all'aria e quella al suolo. L'angolo sul piano orizzontale, cioè fra la traccia e l'avanzamento, si chiama **deriva**: si misura in gradi fra  $180^\circ$  a destra e  $180^\circ$  a sinistra. La deriva è nulla, cioè traccia ed avanzamento coincidono, quando non c'è vento (almeno come componente laterale). L'angolo sul piano verticale, cioè fra la pendenza e lo scivolamento si chiama **spostamento**: si misura in gradi fra  $-180^\circ$  negativo od a picchiare od a scendere od all'indietro e  $+180^\circ$  positivo od a cabrare od a salire od in avanti. Lo spostamento è nullo, cioè pendenza e scivolamento coincidono, quando non c'è vento (almeno come componente verticale). Con il vento contro e lo scivolamento verso il basso oppure con il vento in coda e lo scivolamento verso l'alto oppure in una corrente discendente la pendenza è piú bassa dello scivolamento, cioè lo spostamento è verso il basso o all'indietro; con il vento contro e lo scivolamento verso l'alto oppure con il vento in coda e lo scivolamento verso il basso oppure in una corrente ascendente la pendenza è piú alta dello scivolamento, cioè lo spostamento è verso l'alto od in avanti.

**Angoli d'intercettamento.** Quando è necessario che il velivolo segua una traccia prestabilita, la stessa si chiama traccia richiesta o **rotta**. L'angolo fra la traccia e la rotta si chiama **intercettamento**. L'angolo fra l'avanzamento e la rotta si chiama **correzione per il vento**. Quando è necessario che il velivolo segua una pendenza prestabilita, la stessa si chiama **sentiero** (di discesa o di salita). L'angolo fra la pendenza ed il sentiero si chiama **intercettamento**. L'angolo fra lo scivolamento ed il sentiero si chiama **correzione per il vento**.

# Riassunto degli angoli

## Angoli laterali

**Prua.** Fra l'asse longitudinale ed il Nord.

**Traccia.** Fra la traiettoria al suolo ed il Nord.

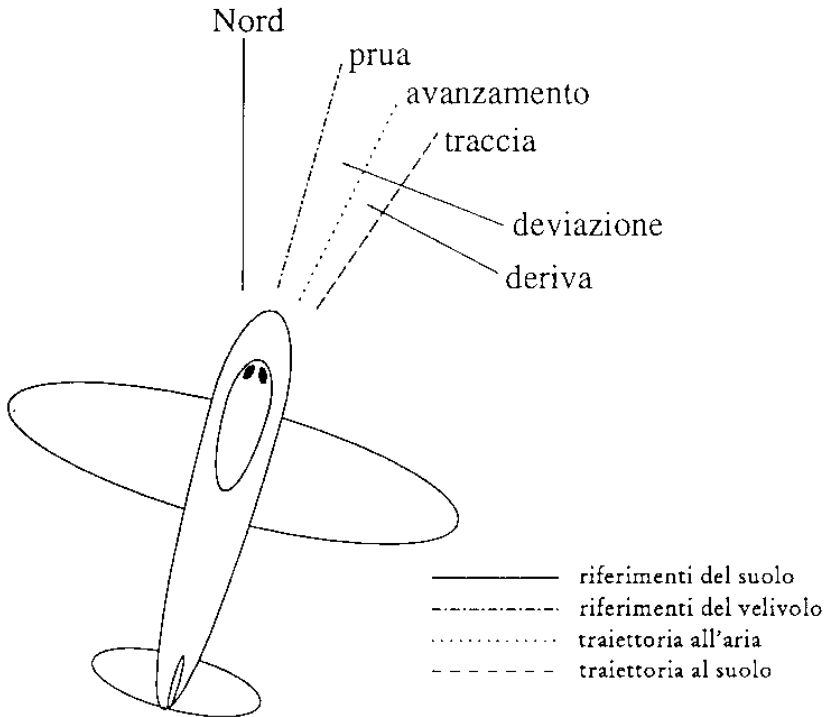
**Avanzamento.** Fra la traiettoria all'aria ed il Nord.

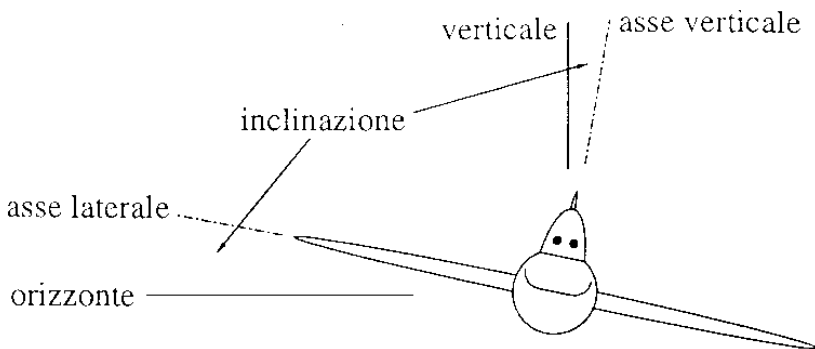
**Deviazione.** Fra la traiettoria all'aria e l'asse longitudinale del velivolo (sul piano orizzontale), cioè fra l'avanzamento e la prua.

**Sbandamento.** Fra la verticale apparente e l'asse verticale del velivolo.

**Deriva.** Fra la traiettoria all'aria e quella al suolo, cioè fra l'avanzamento e la traccia.

**Inclinazione.** Fra l'asse laterale ed il piano orizzontale oppure fra l'asse verticale e la verticale di gravità.





### Angoli verticali

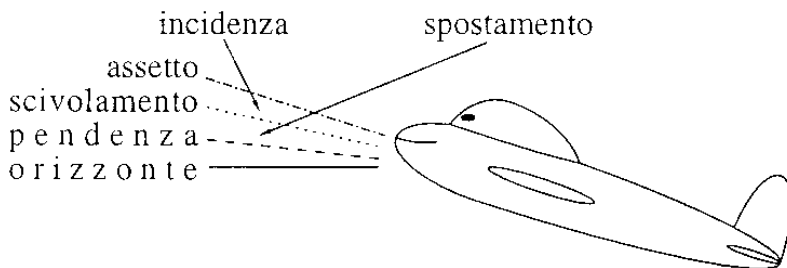
**Assetto.** Fra l'asse longitudinale del velivolo ed il piano orizzontale.

**Pendenza.** Fra la traiettoria al suolo ed il piano orizzontale.

**Scivolamento.** Fra la traiettoria all'aria ed il piano orizzontale.

**Incidenza.** Fra la traiettoria all'aria e l'asse longitudinale del velivolo (sul piano verticale), cioè fra lo scivolamento e l'assetto.

**Spostamento.** Fra la traiettoria all'aria e quella al suolo, cioè fra lo scivolamento e la pendenza: nullo quando non c'è vento; verso l'alto con il vento ascendente, con il vento contro ed il velivolo in salita, con il vento in coda ed il velivolo in discesa; verso il basso con il vento discendente, con il vento contro ed il velivolo in discesa, con il vento in coda ed il velivolo in salita.



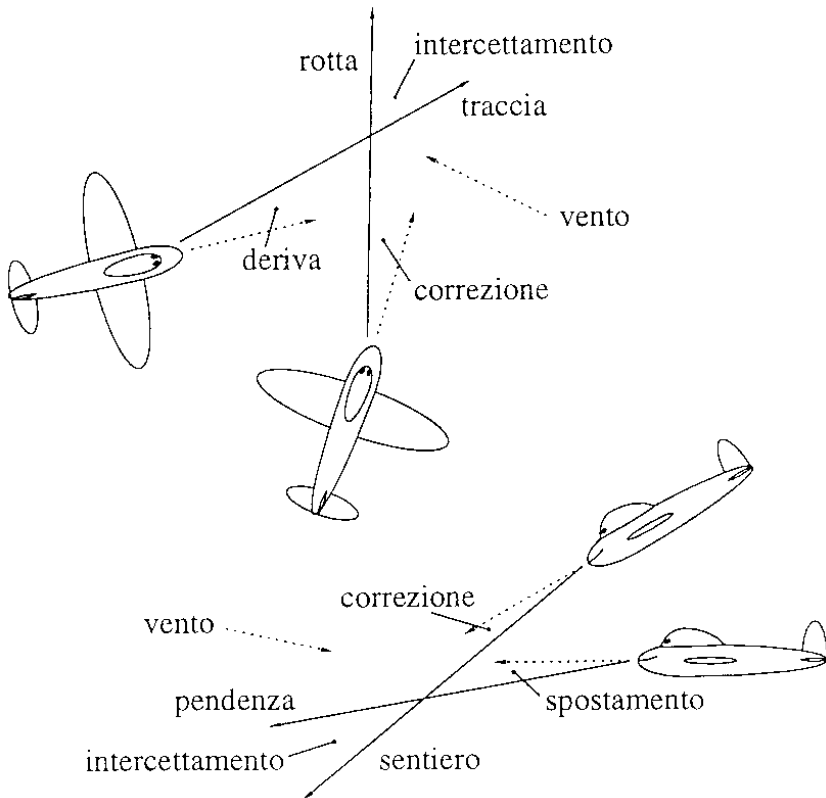
## Angoli d'intercettamento

**Rotta.** Fra la traiettoria prestabilita al suolo ed il Nord.

**Sentiero.** Fra la traiettoria prestabilita al suolo ed il piano orizzontale.

**Intercettamento.** *Orizzontale:* fra la traiettoria al suolo e quella prestabilita, cioè fra la traccia e la rotta. *Verticale:* fra la pendenza ed il sentiero.

**Correzione.** *Orizzontale:* fra la traiettoria all'aria e quella prestabilita al suolo, cioè fra l'avanzamento e la rotta. *Verticale:* fra lo scivolamento e la pendenza.



## Forze agenti sul velivolo

**Le quattro forze principali.** Quando il velivolo si muove nell'aria, viene sempre sottoposto a quattro forze: il suo peso, la risultante delle forze d'inerzia dovute alle variazioni di velocità, la trazione dell'elica e la forza aerodinamica.

**Il peso del velivolo.** Si trova sempre rivolto verso il basso lungo la verticale di gravità ed è uguale alla massa del velivolo moltiplicata per l'accelerazione di gravità:  $Q = mg$ .

**Forze d'inerzia.** Sono dovute alle variazioni della velocità sia come intensità sia come direzione. Se il velivolo accelera, lungo la traiettoria nasce una forza all'indietro; se il velivolo rallenta, la forza è in avanti. Se il velivolo cabra, la traiettoria s'incurva verso l'alto e l'accelerazione centrifuga genera una forza verso il basso; se il velivolo picchia, la traiettoria s'incurva verso il basso e l'accelerazione centrifuga genera una forza verso l'alto. Se il velivolo vira, la traiettoria s'incurva verso l'interno della virata e l'accelerazione centrifuga genera una forza verso l'esterno della virata. Se nessun tipo di accelerazione è presente (oltre a quella di gravità) cioè la traiettoria è rettilinea e la velocità è costante, il velivolo si trova in volo stabilizzato.

**Trazione dell'elica.** Per i nostri scopi possiamo considerare la trazione dell'elica allineata con la traiettoria. Gli errori che trascuriamo sono il non esatto allineamento della trazione con l'asse longitudinale del velivolo ed il non esatto allineamento dell'asse longitudinale del velivolo con la traiettoria dovuto alle variazioni degli angoli d'incidenza o di deviazione. Normalmente la trazione è rivolta in avanti rispetto al velivolo. Se arretri la manetta verso il minimo, ad un certo punto, dopo essersi annullata, si rivolge all'indietro cioè il velivolo viene frenato dall'elica. Quando pianta il motore e la velocità del velivolo è maggiore, solitamente di poco, di quella di stallo, l'aria viene frenata dall'elica che gira a mulinello.

**La forza aerodinamica.** Mentre il velivolo si muove nell'aria viene sottoposto da questa al vento relativo il cui effetto è la cosiddetta forza aerodinamica. Essa rappresenta in pratica la reazione dell'aria allo spostamento indotto dal velivolo che vi si sposta dentro.



**Le componenti della forza aerodinamica.** Risulta piú utile analizzare la forza aerodinamica nelle sue componenti rispetto alla traiettoria all'aria ed alle sue perpendicolari laterale e verticale rispetto al velivolo. La componente della forza aerodinamica lungo la traiettoria all'aria si chiama resistenza, la componente laterale devianza e quella verticale portanza.

**Variazioni delle componenti.** La portanza è nulla quando l'incidenza è zero (riferita all'asse di portanza nulla). La resistenza non è mai nulla: raggiunge il minimo quando l'incidenza e la deviazione sono zero. Aumentando l'incidenza (sia in senso positivo che negativo) aumentano sia la portanza sia la resistenza. La portanza tuttavia smette di aumentare e diminuisce bruscamente quando l'incidenza raggiunge e supera il valore corrispondente allo stallo. La deviazione non modifica sostanzialmente la portanza se resta a valori bassi. La devianza è nulla quando la deviazione è zero. Aumentando la deviazione (sia a destra sia a sinistra) aumentano sia la devianza sia la resistenza.

**Gravità apparente, verticale apparente, peso apparente.** Se il velivolo non è in volo stabilizzato, le accelerazioni presenti si compongono con l'accelerazione di gravità terrestre generando la cosiddetta gravità apparente. La verticale apparente è la sua linea d'azione ed il peso apparente quello determinato dalla massa del velivolo sottoposta alla gravità apparente. Conviene esprimere il valore della gravità apparente non per se stesso ma tramite il suo rapporto con la gravità terrestre chiamato  $G$ . Il valore 1 non indica soltanto che la gravità apparente è uguale a quella terrestre ma anche che è rivolta nella stessa direzione. Il valore -1, infatti, invece indica la stessa intensità di gravità apparente ma rivolta nella direzione opposta. Il valore 0 indica l'assenza di gravità apparente. Il caso piú comune di gravità apparente diversa da quella terrestre è la virata dove la stessa è inclinata verso il basso e verso l'esterno della virata e dove il suo valore è maggiore di uno (il peso apparente è maggiore del peso reale).

**Equilibrio delle forze lungo la traiettoria.** Considerando il velivolo in volo stabilizzato, lungo la traiettoria agiscono tre forze sempre in equilibrio tra loro: la trazione di solito in avanti, la resistenza sempre

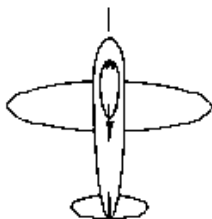
all'indietro e la componente longitudinale del peso che può essere in avanti, nulla o all'indietro. La differenza fra la trazione e la resistenza viene chiamata forza risultante e deve essere ovviamente uguale ed opposta in ogni momento alla componente longitudinale del peso. Quando la forza risultante è in avanti e la componente longitudinale del peso all'indietro, lo scivolamento è verso l'alto; quando la forza risultante è all'indietro e la componente longitudinale del peso in avanti, lo scivolamento è verso il basso; quando è nulla, lo scivolamento è orizzontale.

*Velocità caratteristiche.* In ordine crescente ed a manetta costante troviamo: la velocità alla quale è massima la trazione dell'elica, la velocità alla quale la forza risultante è massima in avanti e quindi lo scivolamento massimo verso l'alto, la velocità alla quale la resistenza è minima. Quando il motore è al massimo, la velocità che dà il massimo scivolamento verso l'alto viene chiamata  $V_x$  o velocità di salita ripida per indicare il massimo angolo verso l'alto della traiettoria.

**Equilibrio delle forze sull'asse verticale.** Ti ricordo che in questo caso verticale non significa allineato con la gravità bensì perpendicolare rispetto alla traiettoria all'aria ed all'asse laterale del velivolo. Lungo l'asse verticale, sempre con il velivolo in volo stabilizzato, agiscono due forze anch'esse in equilibrio tra loro: la portanza e la componente del peso lungo l'asse verticale del velivolo. Se la traiettoria è orizzontale, la portanza è uguale al peso; se la traiettoria non è orizzontale, la portanza è minore del peso. Tuttavia dato che lo scivolamento resta di solito nell'ambito dei dieci gradi sia a salire sia a scendere la diminuzione della portanza è praticamente trascurabile per cui puoi sempre considerarla uguale al peso. Se il velivolo non è in volo stabilizzato ma solo perché in virata, quanto appena detto vale ancora purché tu prenda in considerazione non il peso reale ma quello apparente che come hai già visto è superiore a quello reale.

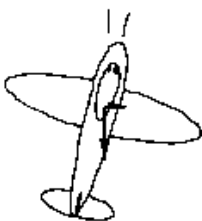
**Equilibrio delle forze sull'asse laterale.** Se il velivolo è in volo stabilizzato e la pallina è al centro, la deviazione è nulla e non ci sono forze laterali in azione. Se il volo è stabilizzato ma la pallina non è al centro, la devianza non è nulla per cui deve essere controbilanciata dalla componente laterale del peso: il velivolo quindi deve avere

un'inclinazione laterale in volo rettilineo cioè trovarsi in scivolata. Se il velivolo non è in volo stabilizzato ma solo perché in virata e la pallina è al centro, il velivolo deve avere un'inclinazione laterale per controbilanciare la componente laterale della forza centrifuga con la componente laterale del peso.



deviazione nulla  
incidenza qualunque

portanza qualunque  
resistenza qualunque  
devianza nulla



deviazione non nulla  
incidenza invariata

portanza invariata  
resistenza maggiore  
devianza non nulla



incidenza nulla

portanza nulla  
resistenza minima



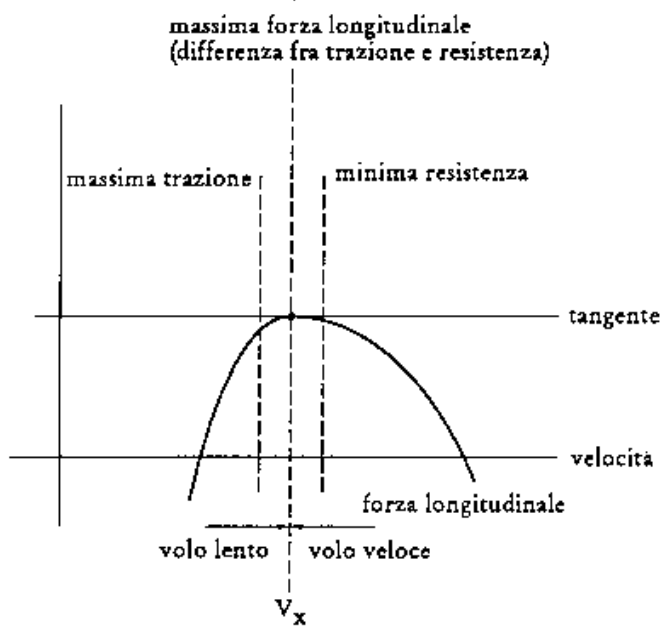
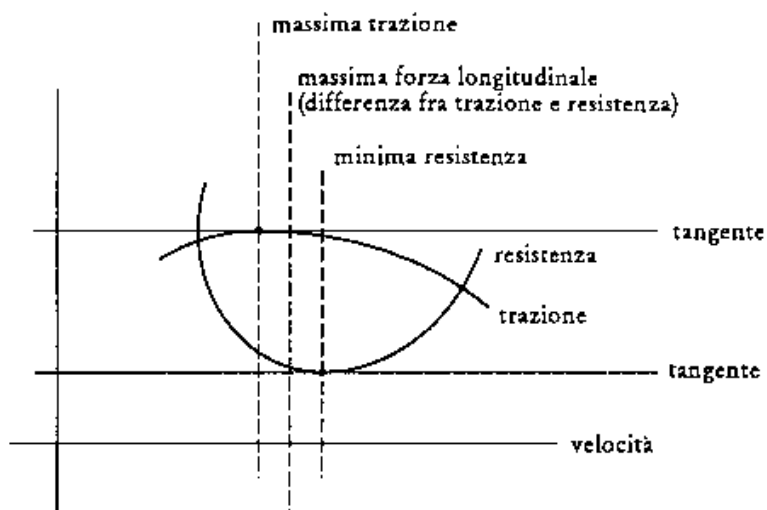
incidenza media

portanza media  
resistenza media

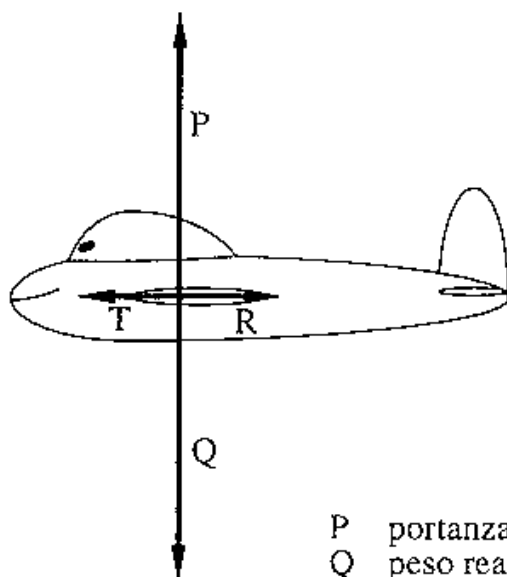
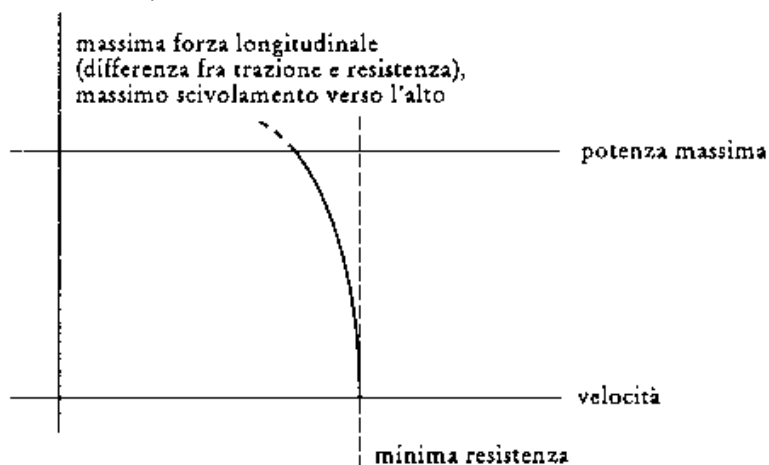


incidenza di stallo

portanza massima  
resistenza grande

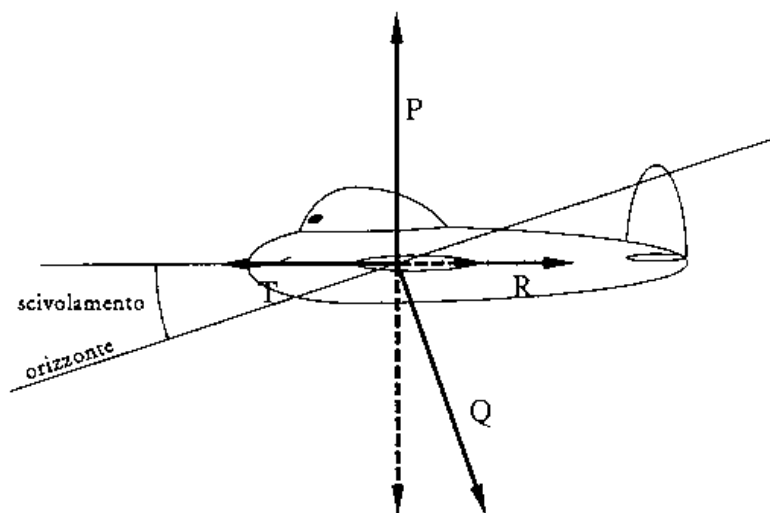


potenza del motore



volo livellato

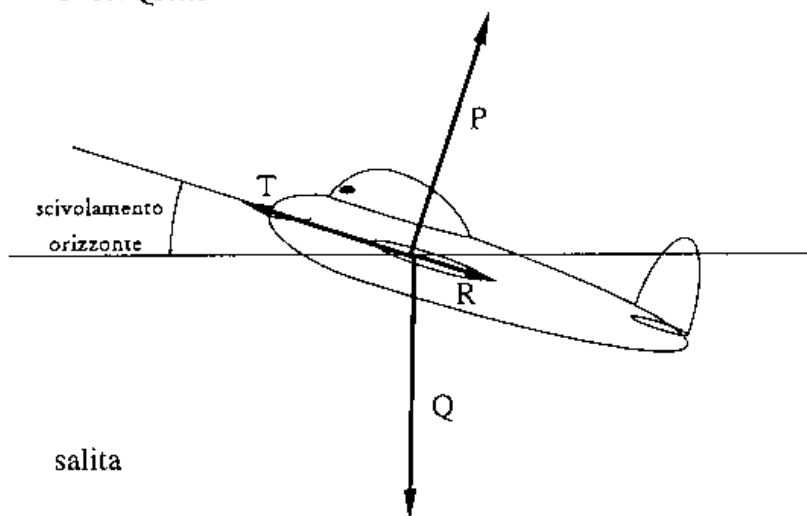
P portanza  
Q peso reale  
T trazione  
R resistenza



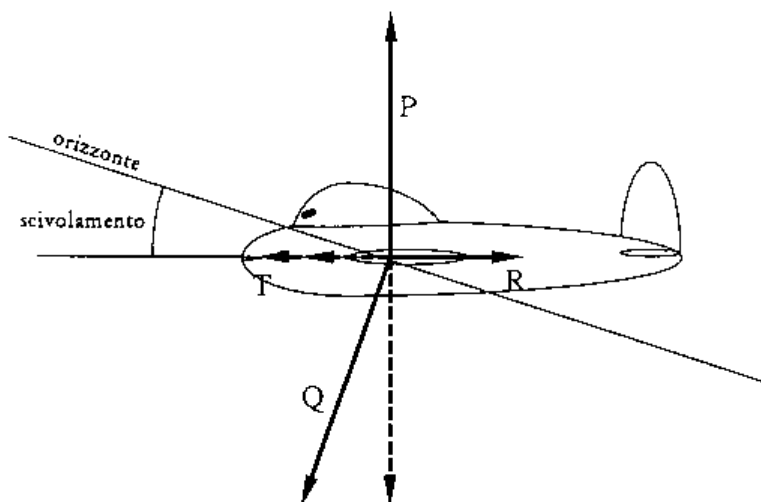
$$P = Q \cos \alpha$$

$$T = R + Q \sin \alpha$$

s scivolamento

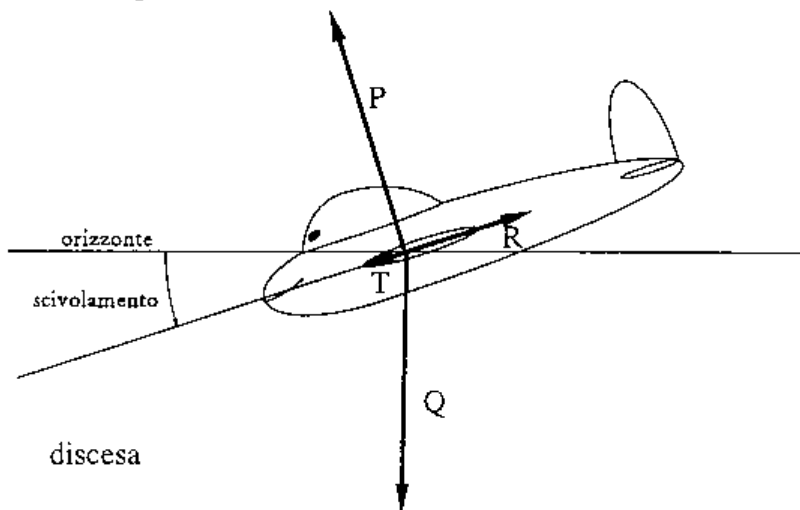


salita

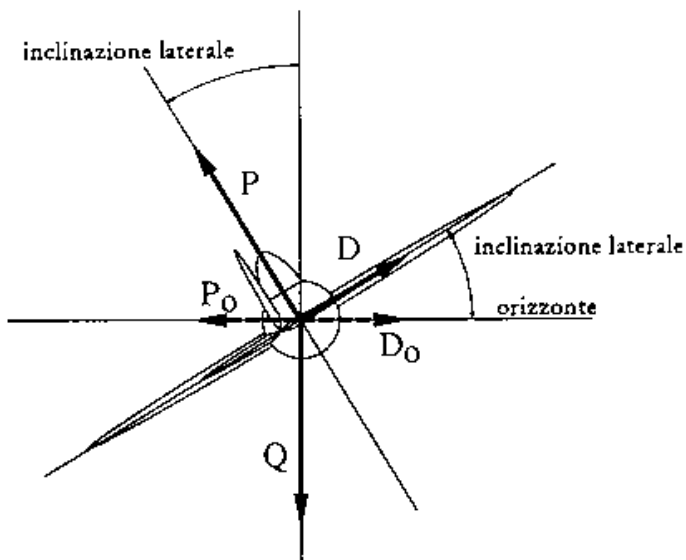


$$P = Q \cos \alpha$$

$$T = R - Q \sin \alpha$$



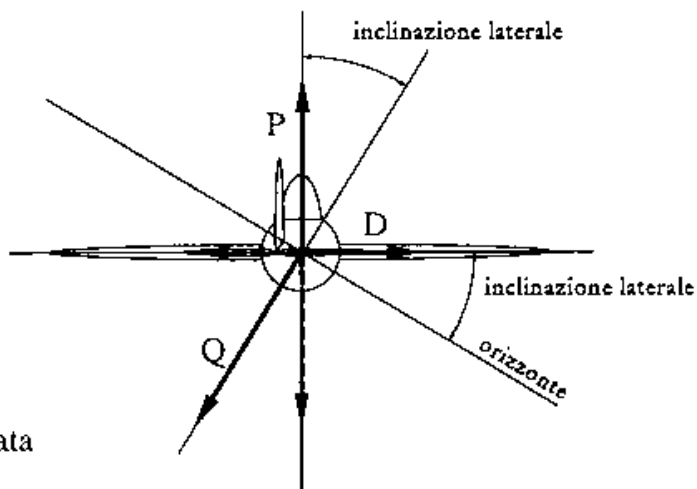
discesa



$$P_0 = D_0$$

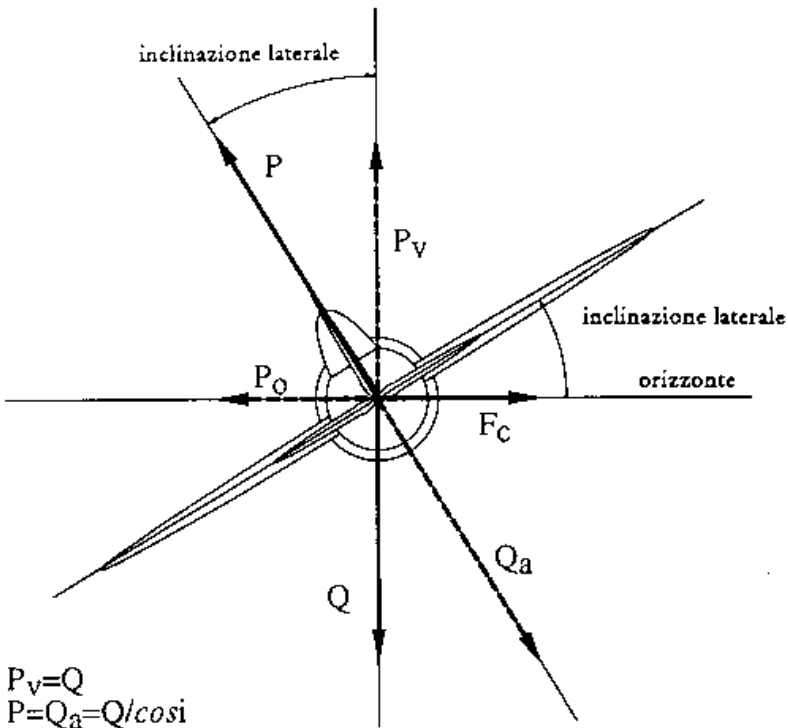
$$D = Q \operatorname{sen} i$$

$P_0$  componente orizzontale della portanza  
 $D_0$  componente orizzontale della devianza  
 $i$  inclinazione laterale



scivolata





$$G = Q_a / Q = 1 / \cos i$$

$i = 0^\circ$	$G = 1$	
$i = 5^\circ$	$G = 1.004$	+4%
$i = 10^\circ$	$G = 1.02$	+2%
$i = 15^\circ$	$G = 1.04$	+4%
$i = 20^\circ$	$G = 1.06$	+6%
$i = 30^\circ$	$G = 1.15$	+15%
$i = 45^\circ$	$G = 1.41$	+41%
$i = 60^\circ$	$G = 2$	+100%

$P_v$  componente verticale  
 della portanza  
 $P_o$  componente orizzontale  
 della portanza  
 $Q_a$  peso apparente  
 $F_c$  forza centrifuga

virata

## Effetti del vento

**Riferimenti degli effetti del vento.** Essenzialmente sono tre (considerati sia nel senso laterale sia in quello verticale): 1) la direzione in cui punta il muso del velivolo: prua ed assetto, 2) la direzione in cui punta la traiettoria rispetto all'aria: avanzamento e scivolamento, 3) la direzione in cui punta la traiettoria rispetto al suolo: traccia e pendenza.

**Deviazione.** L'angolo fra l'avanzamento e la prua è nullo quando la pallina è al centro, le ali sono livellate ed il virometro è al centro. Se la pallina è al centro ma le ali non sono livellate, il velivolo è in virata coordinata; se la pallina non è al centro ma le ali sono livellate, il velivolo è in virata piatta. In entrambi i casi la traiettoria non è rettilinea.

**Deriva.** L'angolo fra l'avanzamento e la traccia è nullo quando la componente laterale del vento è nulla od il vento è calmo.

**Incidenza.** L'angolo fra lo scivolamento e l'assetto (l'asse longitudinale del velivolo) è in sostanza l'angolo d'incidenza che dipende dalla posizione dell'elevatore.

**Spostamento.** L'angolo fra lo scivolamento e la pendenza è nullo quando la componente del vento lungo la pendenza o lo scivolamento è nulla od il vento è calmo.

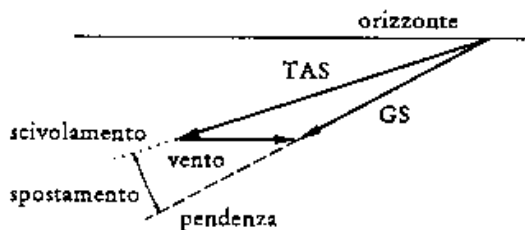
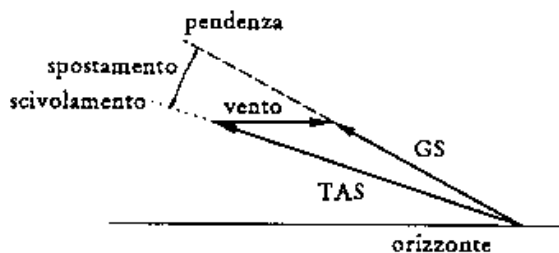
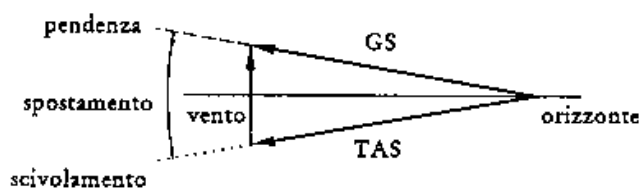
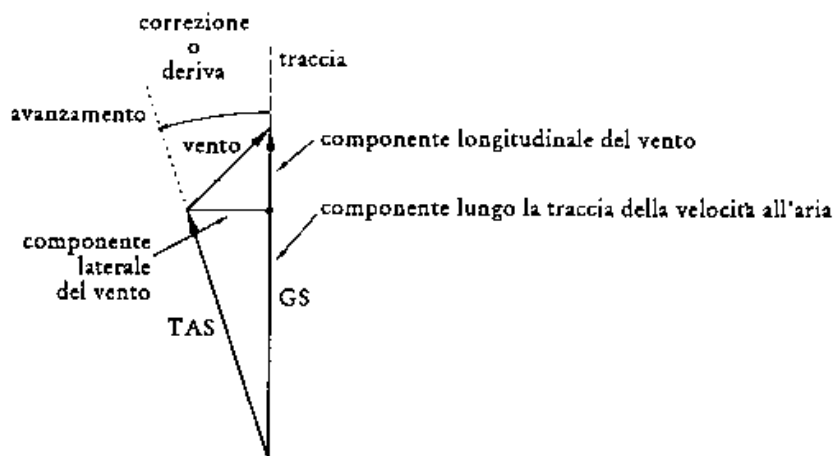
**Componenti del vento.** Per definire il vento rispetto al velivolo prendi come riferimento il piano orizzontale e su di esso la traccia che il velivolo sta seguendo. Le tre componenti sono: laterale quella perpendicolare alla traccia, longitudinale quella lungo la stessa, verticale quella perpendicolare al piano orizzontale.

**Componente laterale del vento.** Se il velivolo sta seguendo un determinato avanzamento, il vento laterale sposta la traccia, dell'angolo di deriva, dall'avanzamento verso il lato opposto da cui spira. Se il velivolo sta seguendo una determinata traccia, il vento laterale richiede un avanzamento spostato, verso lo stesso lato da cui spira, dell'angolo di correzione. Inoltre, poiché la deriva o l'angolo di correzione non è nullo, la velocità all'aria del velivolo non è più allineata con la traccia per cui la sua componente lungo la traccia è minore della stessa. L'angolo di deriva o di correzione e la

diminuzione della componente della velocità all'aria lungo la traccia è tanto maggiore quanto maggiore l'intensità del vento laterale e quanto minore è la velocità all'aria del velivolo. Se l'intensità del vento laterale diventa uguale alla velocità all'aria del velivolo, questo angolo arriva a  $90^\circ$  per cui la componente della velocità all'aria lungo la traccia si annulla. Se l'intensità del vento laterale è superiore alla velocità all'aria del velivolo, quest'ultimo non è più in grado di mantenere la traccia desiderata.

**Componente longitudinale del vento.** Se il vento è contro, la velocità al suolo è minore della velocità all'aria del velivolo; se il vento è in coda, la velocità al suolo è maggiore. Per ottenere la velocità al suolo devi usare la componente della velocità all'aria lungo la traccia sottraendo (vento contro) od aggiungendo (vento in coda) la componente longitudinale. Se il velivolo è in salita, il vento contro crea uno spostamento verso l'alto od all'indietro (la pendenza è sopra lo scivolamento) mentre il vento in coda lo crea verso il basso od in avanti (la pendenza è sotto lo scivolamento); se il velivolo è in discesa, il vento contro crea uno spostamento verso il basso o all'indietro (la pendenza è sotto lo scivolamento) mentre il vento in coda lo crea verso l'alto od in avanti (la pendenza è sopra lo scivolamento).

**Componente verticale del vento.** Se il vento ha una componente verticale, si crea uno spostamento cioè non possono coincidere pendenza e scivolamento. Se il vento è ascendente, lo spostamento è verso l'alto (la pendenza è sopra lo scivolamento); se il vento è discendente, lo spostamento è verso il basso (la pendenza è sotto lo scivolamento).

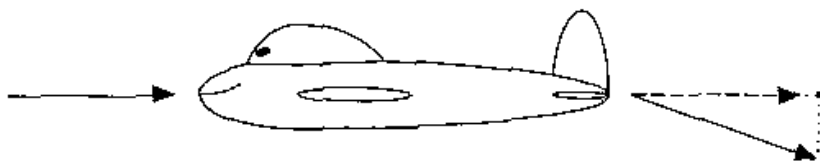


## Effetto del velivolo sull'aria

**Variazione vettoriale del vento relativo.** Quando il velivolo si muove nell'aria, puoi immaginarlo fermo in aria ed investito dal cosiddetto vento relativo cioè una corrente d'aria con la velocità del velivolo stesso. Dopo aver passato il velivolo la suddetta corrente non ha più la stessa velocità di prima né come intensità né come direzione: viene infatti accelerata e deflessa verso il basso.

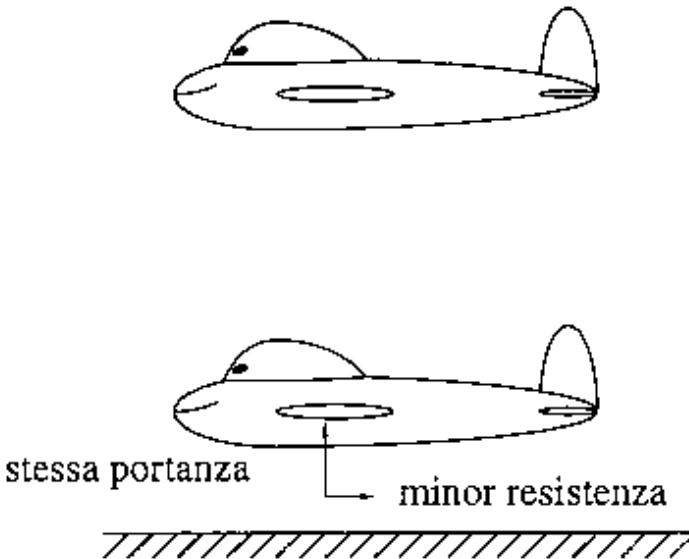
**Componente longitudinale.** Lungo la direzione del vento relativo l'aria viene accelerata dall'elica (dopo il velivolo è più veloce di prima del velivolo) la quale per reazione viene spinta in avanti portandosi dietro il velivolo. Questa accelerazione viene smaltita ad una certa distanza dietro il velivolo stesso.

**Componente verticale.** Lungo la perpendicolare alla direzione iniziale del vento relativo l'aria viene deviata verso il basso dalle ali (dopo il velivolo ha una componente verso il basso che prima non aveva) le quali per reazione vengono spinte verso l'alto portandosi dietro il velivolo. Questa accelerazione viene smaltita in parte dai vortici laterali (aria che da sotto le semiali si porta sopra passando dalle estremità alari) ed in parte ad una certa distanza sotto il velivolo.



## Effetto suolo

**Diminuzione della velocità di stallo.** Se il velivolo vola vicino al suolo (ad una distanza inferiore a circa due volte la corda alare), l'aria che viene spinta verso il basso smette di abbassarsi quando lo incontra. Per questo motivo la pressione sul ventre dell'ala aumenta. Il conseguente aumento di portanza richiede una diminuzione d'incidenza per ripristinarla. La resistenza alla fine è dunque minore. Ad ogni angolo d'incidenza il coefficiente di portanza è maggiore per cui la corrispondente velocità può essere minore. L'aumento del coefficiente di portanza massimo diminuisce la velocità di stallo. Inoltre ad ogni velocità il minor angolo d'incidenza necessario richiede una potenza minore (la resistenza è minore).



## Bilancio energetico del velivolo

**Energie.** Quando il velivolo si muove nell'aria, lo fa con una certa velocità, intesa sia come intensità sia come direzione. In ogni istante l'intensità determina l'energia cinetica e la direzione il rateo di variazione della quota e dell'energia potenziale.

**Energia cinetica.** Il suo valore è dato dalla formula  $E_c = mV$  ( $m$  = massa del velivolo,  $V$  = velocità dello stesso) ma ci conviene calcolarla per unità di peso in modo che l'unità di misura sia la quota:  $E_c/Q = V/2g$  ( $Q = mg$  = peso del velivolo,  $g$  = accelerazione di gravità). Questo valore, che possiamo chiamare quota cinetica, rappresenta il dislivello che il velivolo risalirebbe se trasformasse tutta la sua energia cinetica in energia potenziale cioè tutta la sua velocità in quota.

**Energia potenziale.** Il suo valore è dato dalla formula  $E_p = mgz$  ( $m$  = massa del velivolo,  $g$  = accelerazione di gravità,  $z$  = quota) ma anche qui ci conviene calcolarla per unità di peso in modo che l'unità di misura sia la quota:  $E_p = z$ , ( $Q = mg$  = peso del velivolo). Questo valore, che possiamo chiamare quota potenziale, rappresenta il livello di energia a cui si trova il velivolo rispetto ad un riferimento arbitrario (QNH livello del mare, QFE aeroporto o pista, QNE isobara standard al livello del mare).

**Energia totale.** La somma dell'energia cinetica e di quella potenziale rappresenta l'energia totale del velivolo come pure la somma della quota potenziale e di quella cinetica rappresenta la quota totale del velivolo. L'energia totale o la quota totale è sempre da tener presente durante ogni manovra: grandi variazioni possono essere ottenute soltanto dalla manetta mentre piccole variazioni anche dall'elevatore.

**Variazioni delle energie.** Se l'energia cinetica varia, il velivolo varia la sua velocità cioè accelera o rallenta. Per accelerare il velivolo riceve l'aumento di energia dal motore (la manetta viene avanzata) oppure dalla diminuzione dell'energia potenziale (la traiettoria del velivolo è in movimento verso il basso); per rallentare richiede minor energia al motore (la manetta viene arretrata) oppure va ad aumentare l'energia potenziale (la traiettoria velivolo è in movimento verso l'alto). Se l'energia potenziale varia, il velivolo varia la sua quota

rispetto all'aria cioè lo scivolamento non è orizzontale: se è verso l'alto, il velivolo riceve energia; se è verso il basso, la cede.

**Flusso d'energia per l'avanzamento.** Quando il velivolo è in volo, richiede continuamente energia per mantenere la sua velocità contro la resistenza dell'aria. Il flusso di energia necessario è uguale al prodotto dei due parametri (velocità e resistenza) cioè  $F_a = RV$  e viene denominato anche potenza necessaria.

**Flusso d'energia fornito dal motore.** Quando il motore è in moto, fornisce in ogni momento un determinato flusso d'energia. Viene denominato anche potenza disponibile ed è uguale al prodotto della trazione fornita dall'elica per la velocità del velivolo:  $F_f = TV$ . Essa dipende, oltre che ovviamente dalla posizione della manetta, dalla velocità del velivolo e dalla quota densità a cui questo si trova, la quale a sua volta dipende dalla pressione, dalla temperatura e dall'umidità dell'aria.

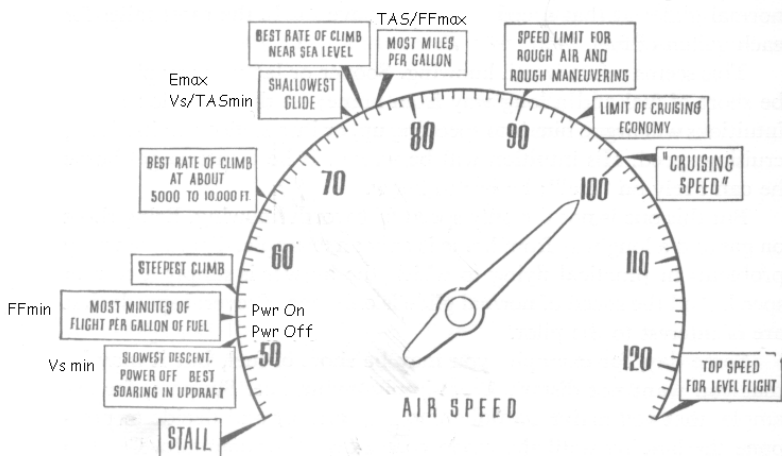
**Flusso d'energia risultante.** Quando il velivolo è in volo ed il motore è in moto, la differenza fra il flusso d'energia necessario all'avanzamento e quello fornito dal motore oppure fra la potenza necessaria e quella disponibile può essere chiamata flusso d'energia risultante o potenza risultante:  $F_r = F_f - F_a$ . Se la differenza è positiva, l'eccesso di energia risultante va ad aumentare l'energia potenziale (lo scivolamento è verso l'alto); se la differenza è negativa, l'energia mancante viene sottratta dall'energia potenziale (lo scivolamento è verso il basso); se la differenza è nulla, lo scivolamento è orizzontale.

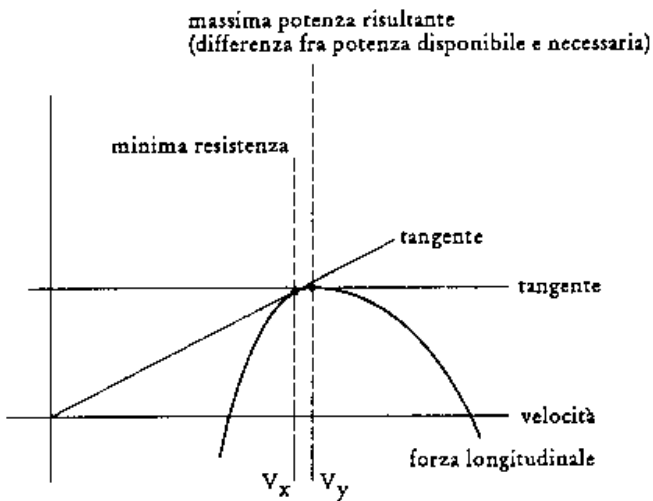
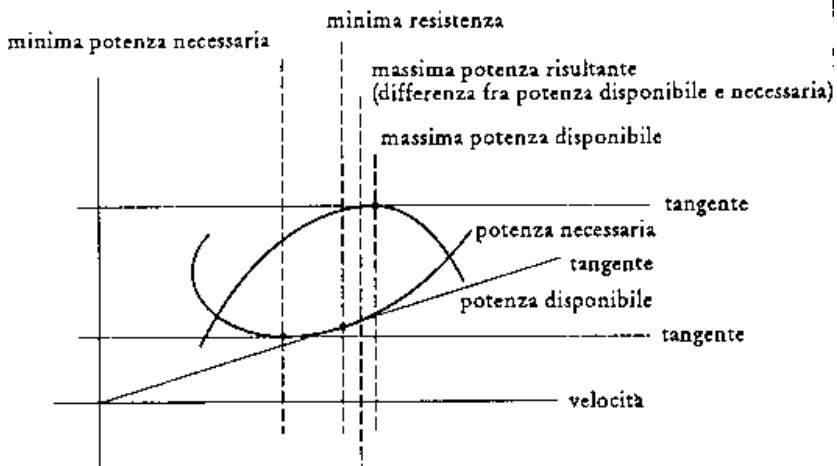
*Velocità caratteristiche.* In ordine crescente ed a manetta costante: la velocità alla quale è minima la potenza necessaria; la velocità alla quale è massima la potenza risultante; la velocità alla quale è massima la potenza disponibile. Quando il motore è al massimo, la velocità alla quale è massima la potenza risultante, viene chiamata  $V_y$  o velocità di salita rapida per indicare il massimo variometro verso l'alto.

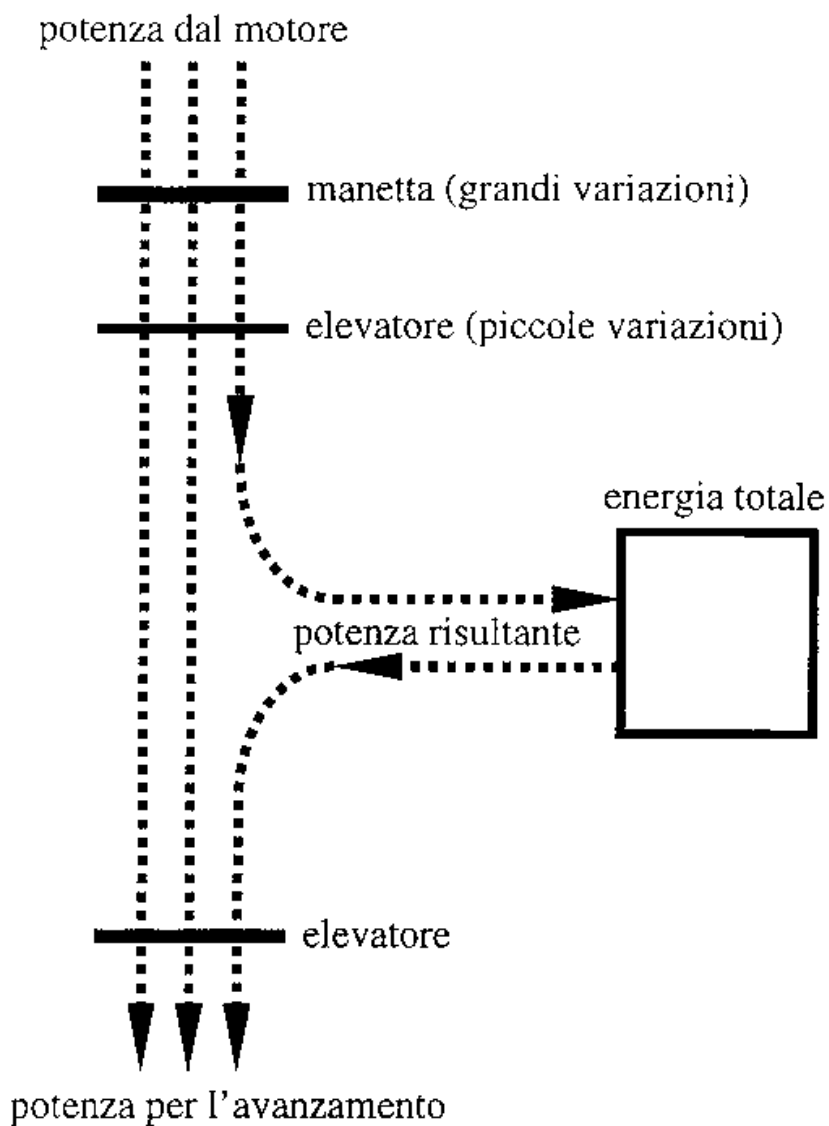


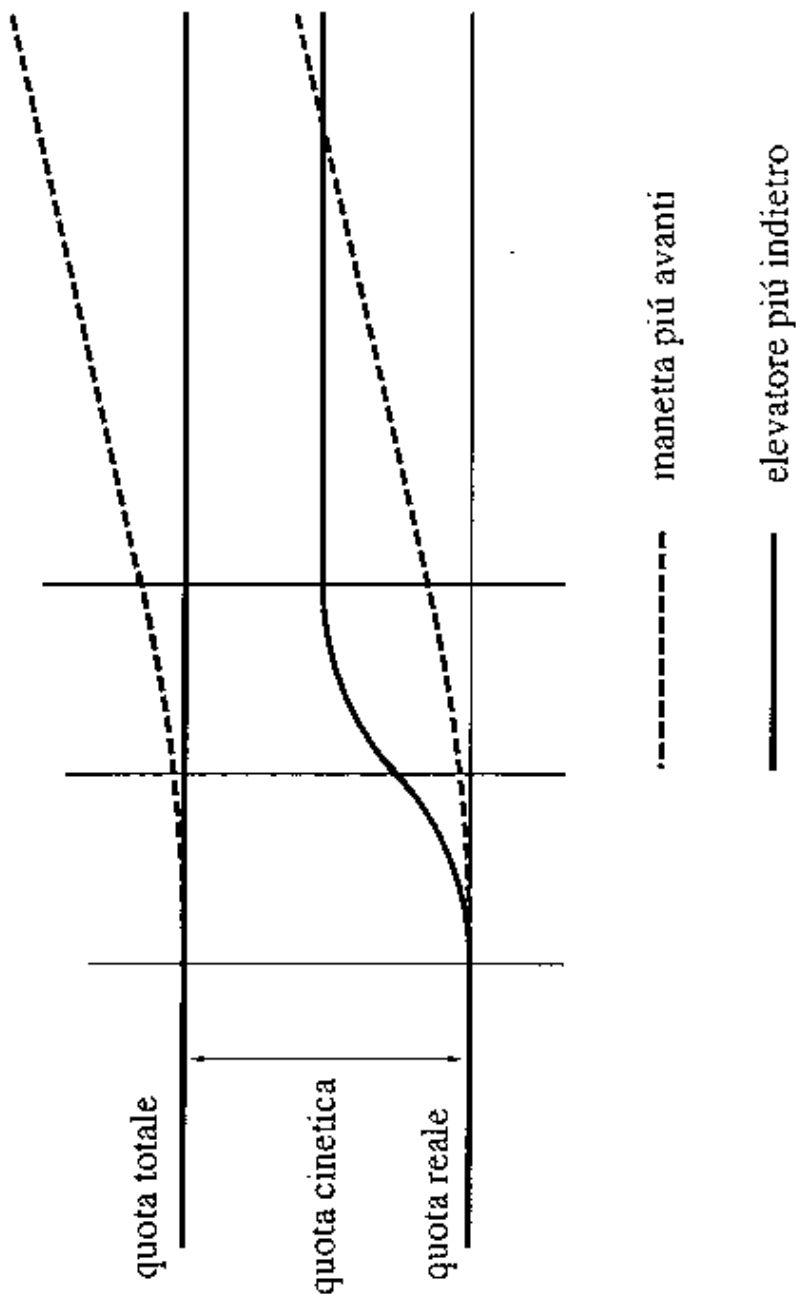
## Disegno con le varie velocità

- 52 trazione massima, potenza necessaria minima
- 54 forza risultante massima,  $V_x$
- 76 resistenza minima
- 77 potenza risultante massima  $V_y$
- 79 potenza disponibile massima









## Bilanciamento del velivolo

**Forze verticali sul velivolo.** Sul piano determinato dai due assi longitudinale e verticale agiscono tre forze: portanza, peso e deportanza della coda. La portanza è diretta verso l'alto mentre il peso e la deportanza della coda (la coda è deportante per rendere il velivolo stabile) sono dirette verso il basso; in condizioni stabilizzate la portanza è uguale al peso più la deportanza della coda.

**Posizione delle forze verticali.** Per realizzare l'equilibrio dei momenti delle tre forze, cioè per far sí che queste non tendano a ruotare il velivolo attorno all'asse laterale, la portanza si deve trovare in mezzo fra il peso e la deportanza della coda. In altre parole il peso o meglio il baricentro del velivolo deve trovarsi davanti al centro di pressione cioè al punto di applicazione della portanza.

**Escursione del baricentro.** Il baricentro del velivolo deve trovarsi entro un limite anteriore ed uno posteriore (fissi o variabili con il peso). Se si trova oltre il limite anteriore (troppo avanti), l'elevatore potrebbe non essere in grado di fornire tutta la deportanza necessaria a raggiungere angoli d'incidenza elevati e basse velocità. Se si trova oltre il limite posteriore (troppo indietro), la diminuzione della deportanza necessaria della coda potrebbe rendere il velivolo instabile e difficile da manovrare.

**Calcolo della posizione del baricentro.** Il momento generato dal peso del velivolo, considerato concentrato nel baricentro, rispetto ad un punto arbitrario di riferimento (di solito la paratia parafiamma; viene comunque indicato nel manuale del velivolo) serve appunto a calcolare la posizione del baricentro.

**Calcolo del peso al decollo.** Somma tra loro il peso a vuoto o peso base operativo (desunto dal certificato di navigabilità), il peso del carburante imbarcato ed il cosiddetto carico pagante (passeggeri e bagagli).

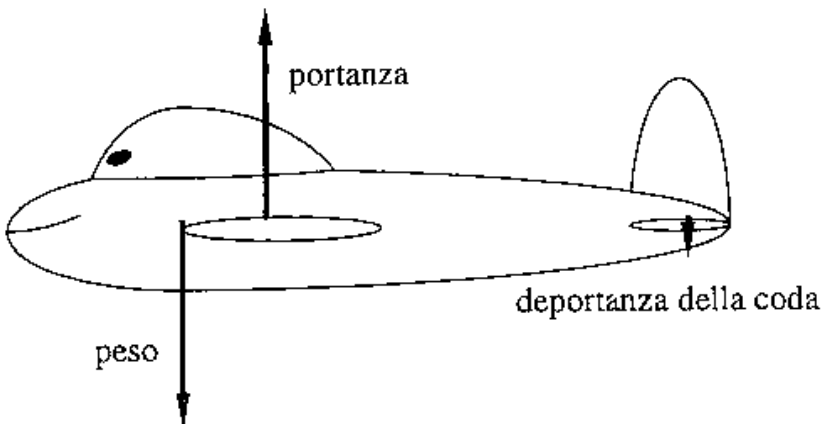
**Calcolo del peso all'atterraggio.** Dal peso al decollo sottrai il peso del carburante che ti aspetti di consumare durante il volo in modo da calcolare il peso all'atterraggio.

**Calcolo della riserva.** Dalla quantità di carburante al decollo (espressa in peso, in volume o direttamente in tempo di volo) sottrai

quella che ti aspetti di consumare durante il volo in modo da calcolare il carburante residuo all'atterraggio.

**Limiti di peso nelle varie configurazioni.** Il peso al decollo deve essere inferiore al peso massimo al decollo autorizzato dal certificato di navigabilità. Il peso all'atterraggio deve essere inferiore al peso massimo all'atterraggio autorizzato dal certificato di navigabilità. Il peso massimo al decollo e quello massimo all'atterraggio possono essere uguali o diversi a secondo del tipo di velivolo. La riserva o carburante residuo deve essere superiore al minimo richiesto per il tipo di operazioni effettuate con il velivolo.

Calcolo dei momenti del velivolo. Mentre determini il peso al decollo del velivolo sommando il peso base operativo, il carburante ed il carico pagante, calcola parallelamente i relativi momenti (il primo desunto dal certificato di navigabilità e gli altri dal manuale del velivolo) in modo da avere alla fine non solo il peso totale ma anche il suo momento e da esso il suo punto di applicazione cioè il baricentro.



## **COMANDI**

## Generalità

**Superfici mobili di volo.** Sono tre: sull'asse di rollio gli alettoni, sull'asse di beccheggio l'elevatore o timone di profondità, sull'asse d'imbardata il timone di direzione o semplicemente il timone.

**Comandi di volo.** Sono tre: quello degli alettoni lo puoi chiamare alettone, quello dell'elevatore o timone di profondità elevatore e quello del timone di direzione piede, pedale o pedaliera.

**La forza propulsiva** sulla traiettoria viene variata modificando la potenza del motore, in pratica spostando la valvola a farfalla nel carburatore con la manetta cioè il comando del motore. Quando la manetta viene usata in volo, varia dei parametri di volo per cui può essere, in tale circostanza, considerata un comando di volo.

**I comandi di volo** sono quattro: i tre comandi di volo veri e propri e la manetta. Due sono detti comandi laterali perché spostano il velivolo di lato: l'alettone e la pedaliera. Gli altri due sono detti comandi longitudinali o verticali perché spostano il velivolo appunto nel senso longitudinale o verticale: l'elevatore e la manetta.

**Spostamento dei comandi.** I comandi laterali possono essere spinti a destra od a sinistra partendo da una posizione centrale. I comandi verticali possono essere spinti in avanti o tirati all'indietro per poi fermarli o tenerli fermi in una posizione.

**Tipo dei comandi.** Dei quattro comandi, tre sono comandi di posizione ed uno di variazione. L'alettone è l'unico comando di variazione perché quando viene rilasciato si mette al centro ed il velivolo interrompe il movimento di rollio. La pedaliera, l'elevatore e la manetta sono comandi di posizione perché i loro effetti dipendono dalla posizione in cui sono tenuti. La manetta rimane nella posizione in cui viene messa (un'eventuale frizione impedisce gli spostamenti dovuti alle vibrazioni), l'elevatore va tenuto in posizione manualmente ed eventualmente annullando lo sforzo con il trim, la pedaliera va tenuta in posizione (non necessariamente al centro) con entrambi i piedi che mantengono la pressione.

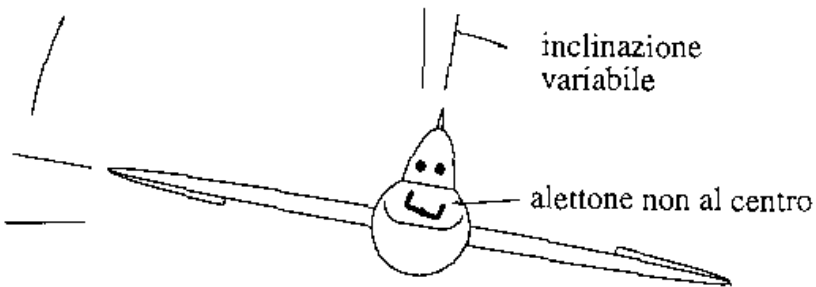
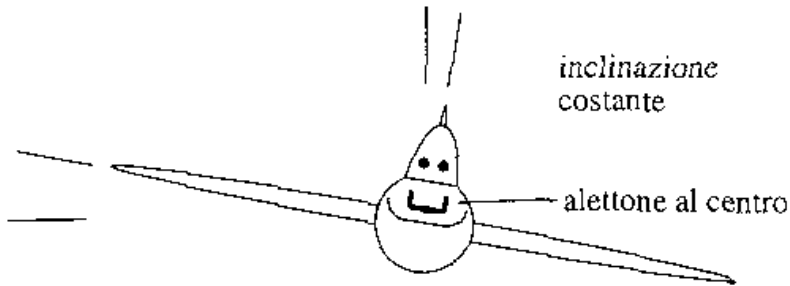
**Uso dei comandi.** Ognuno dei quattro comandi determina un parametro, immediatamente od in ritardo, momentaneamente o fino a successiva variazione. Ogni situazione di volo richiede ad ognuno dei



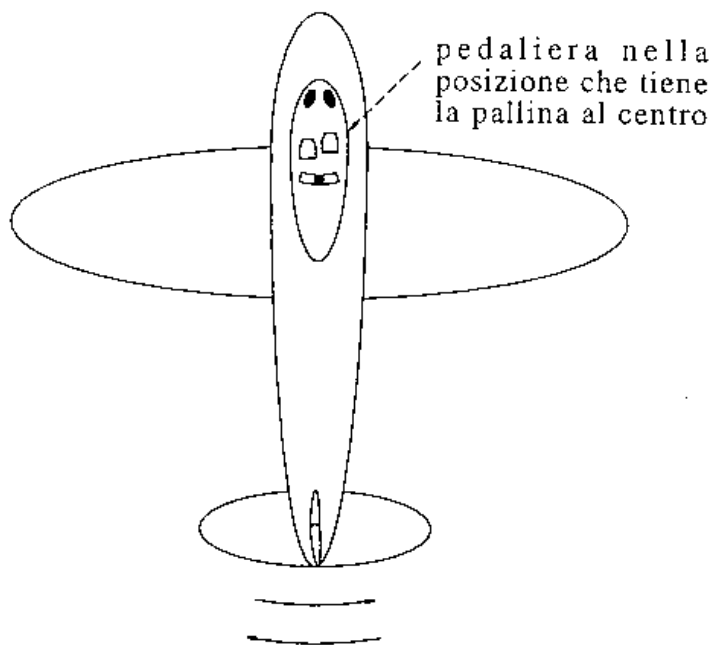
quattro comandi di mantenere costante un determinato parametro. Ogni parametro va mantenuto usando il relativo comando ed osservando i relativi riferimenti. Ogni riferimento può essere interno od esterno. Interno se osservato su uno strumento; esterno se osservato fuori.

**Regola del quattro.** In ogni situazione di volo devi sempre sapere quali sono i quattro parametri che devono essere mantenuti da ognuno dei quattro comandi ed i relativi riferimenti per farlo.

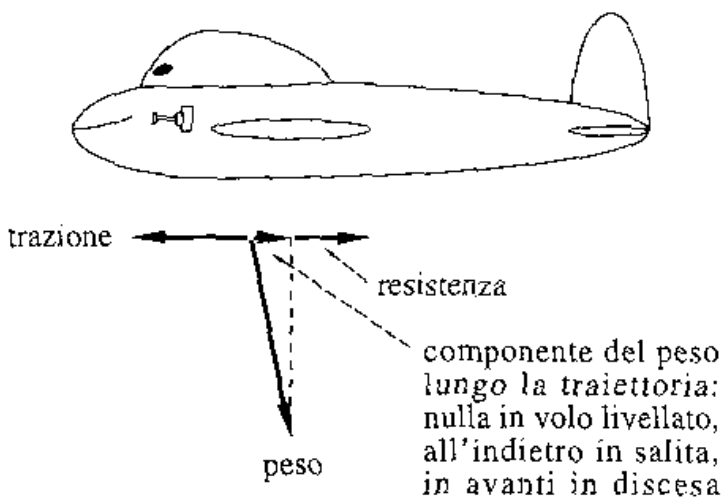
**Regola dei tre secondi.** Devi osservare ogni strumento o riferimento (interno od esterno) per non più di tre secondi: in questo modo ciascun parametro non ha il tempo di scostarsi troppo dal valore da mantenere. Più pronta è la reazione, minore è l'entità della correzione e maggiore la facilità nell'attuarla.



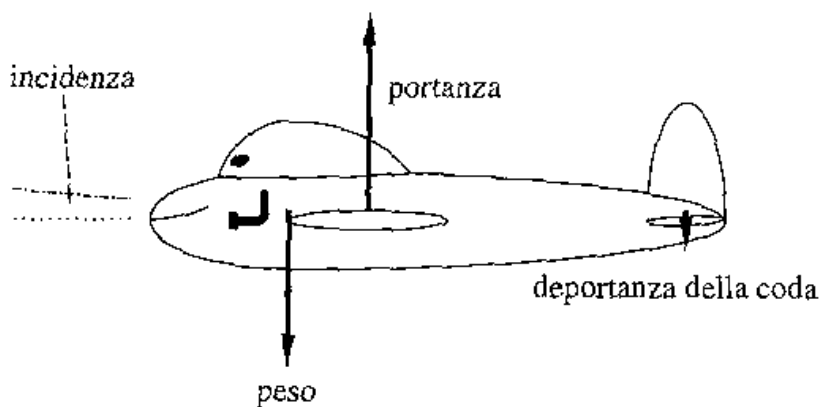
la posizione dell' alettone determina la velocità del rollio



la posizione della pedaliera determina la posizione della pallina



la posizione della manetta determina la trazione



la posizione dell'elevatore determina l'angolo d'incidenza

## **Comandi laterali**

Hanno una posizione centrale e possono essere spostati a destra od a sinistra. La pressione da esercitare su di loro deve durare fintanto che devono rimanere spostati dal centro e terminare ovviamente quando devono venire centralizzati. Entrambi hanno un effetto primario che è quello per cui vengono usati ed un effetto secondario od un'interferenza l'uno sull'altro. Per annullare quest'ultima devi usare entrambi i comandi laterali contemporaneamente.

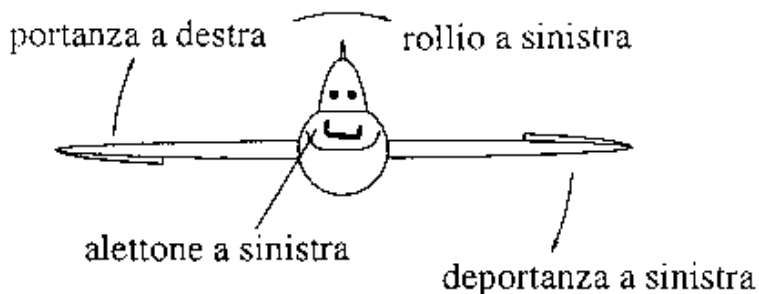
## Alettone

**Pressione sull'alettone.** L'alettone è un comando di variazione per cui devi azionarlo solo quando ti servono i suoi effetti; altrimenti lo tieni al centro e ce lo rimetti per far cessare gli effetti stessi.

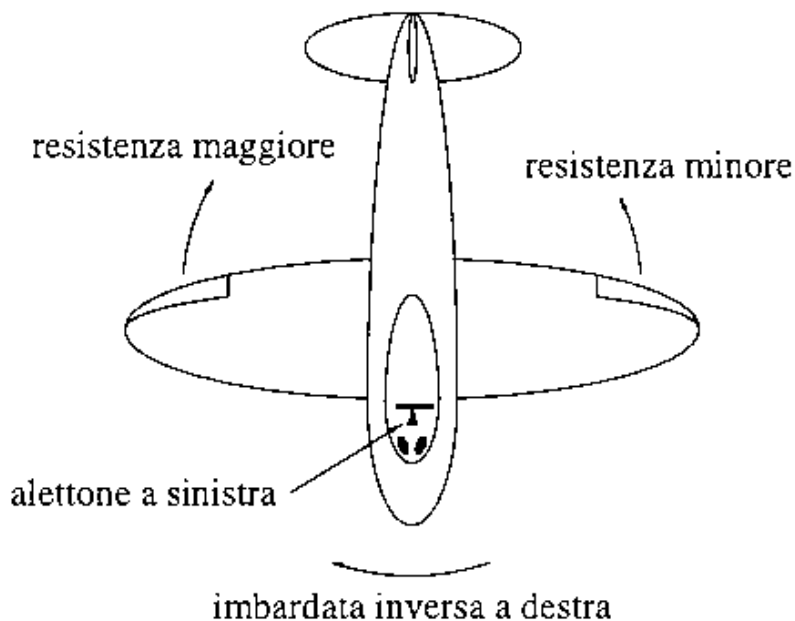
**Effetto primario:** una rotazione sull'asse longitudinale cioè un rollio. Quando, usando il comando, l'alettone di una semiala si abbassa, l'angolo d'incidenza aumenta e con esso la portanza per cui la semiala si alza; contemporaneamente quando l'alettone dell'altra si alza, l'angolo d'incidenza diminuisce e con esso la portanza per cui la semiala si abbassa. La differenza di portanza fra le due semiali provoca il rollio.

**Effetto secondario:** un'imbardata inversa cioè nella direzione opposta alla rotazione. Quando, usando il comando, l'alettone di una semiala si abbassa, l'angolo d'incidenza aumenta e con esso la resistenza per cui la semiala rallenta; nello stesso tempo quando l'alettone dell'altra si alza, l'angolo d'incidenza diminuisce e con esso la resistenza per cui la semiala accelera. La differenza di resistenza fra le due semiali provoca la rotazione sull'asse verticale cioè l'imbardata nella direzione della semiala il cui alettone si è abbassato quindi nella direzione opposta a quella verso la quale è stato mosso il comando.

**Uso dell'alettone.** Il parametro di riferimento è l'inclinazione laterale vista sull'orizzonte naturale o letta sull'orizzonte artificiale. Fa' in modo che il velivolo si muova verso l'inclinazione desiderata fino a raggiungerla e poi mantienila. Mentre vari o correggi l'inclinazione, devi mantenere la pallina al centro per cui devi dare alettone e piede dallo stesso lato, contemporaneamente (cioè iniziando a muoverli insieme e finendo di muoverli insieme) e coordinatamente (cioè in proporzione tra loro). Dare alettone, infatti, spinge anche la pallina verso lo stesso lato e quindi il piede dello stesso lato la rimette o la mantiene al centro.

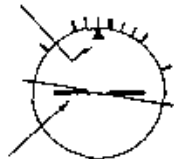


effetto primario dell' allettone



effetto secondario dell' allettone

triangolino di riferimento



alette della sagomina



riferimenti dell'inclinazione laterale

## Pedaliere

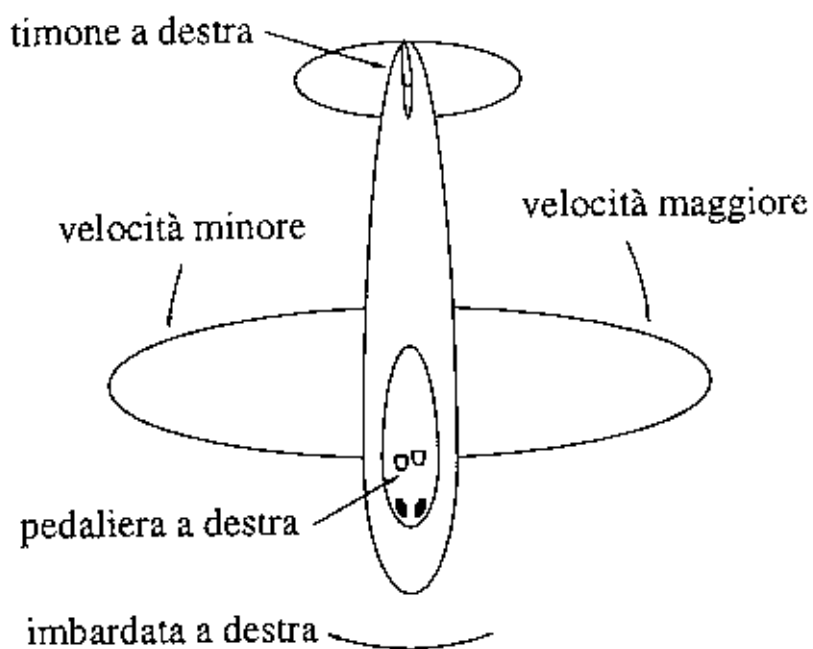
**Pressione sulla pedaliere.** La pedaliere è un comando di posizione per cui, se deve essere tenuta spostata dal centro, devi mantenercela con la pressione di entrambi i piedi cioè tenendone uno più avanzato dell'altro.

**Effetto primario della pedaliere.** Una rotazione sull'asse d'imbardata. Quando usi il comando, la prua del velivolo si sposta verso il lato del piede avanzato. Il velivolo stesso, siccome nel frattempo procede in avanti, esegue una curva verso il lato del piede avanzato per cui la pallina si sposta, a causa della forza centrifuga, verso il lato opposto cioè all'esterno della curva.

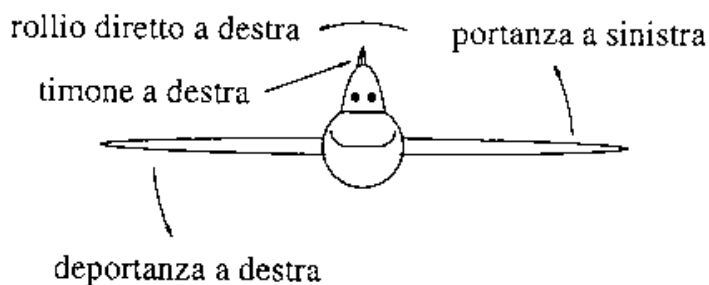
**Effetto secondario della pedaliere.** Un rollio diretto cioè nella stessa direzione della rotazione. Quando usi il comando, la semiala dal lato del piede avanzato rallenta e perde portanza mentre l'altra semiala accelera ed acquista portanza. Questa differenza di portanza delle due semiali provoca una rotazione sull'asse longitudinale cioè un rollio nella stessa direzione dell'imbardata cioè quella verso la quale è spostato il comando.

**Uso della pedaliere.** Il parametro di riferimento è l'allineamento della verticale apparente con la verticale del velivolo. Puoi sentirlo con il fondoschiena o con il labirinto delle orecchie oppure vederlo dalla pallina dello sbandometro. Fa' in modo che la pallina si muova verso il centro, fino a fermarvisi, "schiacciandola" cioè dando piede dallo stesso lato verso cui è spostata. Se la pallina è spostata da un lato, infatti, la devi spingere verso l'altro: manda la prua del velivolo verso il lato sul quale essa si trova (la pallina si sposta dal lato opposto verso cui si muove la prua) dando piede da quel lato. Mentre usi la pedaliere per mettere o tenere al centro la pallina, visto che devi anche mantenere l'inclinazione, da' alettone dal lato opposto (comandi incrociati), contemporaneamente e coordinatamente. Dare piede, infatti, spinge anche l'inclinazione dallo stesso lato: dare alettone contrario la rimette o la mantiene nella posizione iniziale.





effetto primario della pedaliera



effetto secondario della pedaliera



sensazioni cinestetiche  
ottenute dal labirinto  
delle orecchie corroborate  
da quelle derivanti dal  
"fondoschiena"

riferimenti dello sbandamento

## Considerazioni sui comandi laterali

**Regola dell'uno-due, due-uno.** Quando devi modificare un solo parametro laterale, muovi insieme i due comandi laterali; quando devi modificare entrambi i parametri laterali, muovi un solo comando laterale.

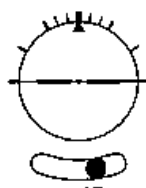
**Uno-due.** Se devi modificare l'inclinazione, usa l'alettone ma visto che la pallina si sposta dallo stesso lato devi usare anche la pedaliera dallo stesso lato (comandi omologhi). Se devi spostare la pallina, usa la pedaliera ma visto che l'inclinazione si sposta dallo stesso lato del piede che hai dato devi usare anche l'alettone dal lato opposto (comandi incrociati). I due comandi laterali devono essere usati contemporaneamente e soprattutto coordinatamente, cioè in quella proporzione fra loro necessaria ad ottenere il risultato prefisso.

**Due-uno.** Se i due parametri laterali (intesi come inclinazione e pallina) sono fuori posto in senso opposto, usa la pedaliera dallo stesso lato della pallina; quest'ultima si rimette al centro mentre l'inclinazione, spostata dalla parte opposta del valore richiesto, vi ritorna. Se sono invece fuori posto nello stesso senso, usa l'alettone dal lato opposto della deviazione; l'inclinazione ritorna al valore richiesto mentre la pallina, spostata dalla stessa parte dell'inclinazione, ritorna al centro.

correzioni da eseguire

manovre da effettuare

uno-due



due-uno



## Comandi verticali

**Comandi verticali.** Si muovono tra un fondo corsa in avanti ed uno all'indietro. L'elevatore ha una posizione neutra in cui si metteda solo quando viene rilasciato e che può essere variata con il comando del trim. La manetta del motore rimane nella posizione in cui viene lasciata (solitamente una frizione regolabile impedisce spostamenti non voluti). L'effetto dei comandi verticali può essere:

- **immediato duraturo:** ottenuto al momento della variazione e che resta nel tempo.
- **immediato momentaneo:** ottenuto al momento della variazione ma che si annulla dopo qualche secondo.
- **ritardato duraturo:** ottenuto qualche secondo dopo la variazione (cioè alla fine dell'effetto momentaneo) ma che resta nel tempo.

L'elevatore e la manetta hanno un effetto secondario od un'interferenza l'uno sull'altro. Per annullare quest'ultima devi usare entrambi i comandi verticali contemporaneamente.

## Elevatore

**Effetto immediato duraturo.** L'angolo d'incidenza (maggiore con l'elevatore piú indietro, minore con l'elevatore piú avanti). Il piano di coda orizzontale mantiene costante la posizione del velivolo rispetto al vento relativo cioè l'angolo d'incidenza. Se il velivolo se ne allontana, lo stesso vento relativo lo riporta nella posizione precedente. Una diminuzione dell'angolo d'incidenza, infatti, riducendo la resistenza, produce un aumento di velocità che a sua volta aumenta la deportanza della coda che si abbassa facendo riaumentare l'angolo d'incidenza. Un aumento dell'angolo d'incidenza viceversa diminuisce fa ridiminuire l'angolo d'incidenza. Se il piano di coda orizzontale fosse portante (per avere una portanza totale maggiore), le variazioni di angolo d'incidenza verrebbero sempre amplificate per cui dovresti continuamente intervenire sul comando dell'elevatore. Ad ogni angolo d'incidenza corrisponde un coefficiente di portanza per cui ad ogni portanza corrisponde una velocità.

**Effetto immediato momentaneo.** Spostamento momentaneo dello scivolamento (verso l'alto tirando l'elevatore, verso il basso spingendolo). Quando sposti l'elevatore in una nuova posizione, ottieni variazioni d'incidenza pressoché immediate visto che il velivolo deve soltanto ruotare attorno all'asse di beccheggio. La velocità invece si porta al valore corrispondente al nuovo angolo d'incidenza con un ritardo dovuto alla massa del velivolo che si oppone con la sua inerzia. A causa di questo ritardo la velocità, finché non si stabilizza al nuovo valore, è in eccesso od in difetto rispetto ad esso. La conseguente differenza di portanza fa alzare od abbassare lo scivolamento. Quando il suddetto valore viene raggiunto, lo scivolamento ritorna al valore precedente.

**Effetto ritardato duraturo.** La velocità (maggiore con l'elevatore piú avanti, minore con l'elevatore piú indietro). La ottieni con ritardo perché le sue variazioni sono contrastate dall'inerzia della massa del velivolo. Rimane poi costante perché dipende dall'angolo d'incidenza che rimane costante.

**Effetto secondario.** I giri del motore con la velocità (aumentano accelerando, diminuiscono rallentando). L'elica è a passo fisso ed il passo aerodinamico, determinato dalla composizione del passo geometrico (quello appunto che è fisso) e del vento relativo, varia al variare della velocità del velivolo. La coppia assorbita dall'elica è direttamente proporzionale al passo aerodinamico che a sua volta è inversamente proporzionale alla velocità. Se la velocità diminuisce, il passo aumenta e la maggior coppia assorbita fa diminuire il numero di giri. Se la velocità aumenta, il passo diminuisce e la minor coppia assorbita fa aumentare il numero di giri. Detto in modo semplicistico: se la velocità diminuisce, l'elica viene aiutata di meno a spingere l'aria all'indietro per generare la trazione e facendo più fatica a ruotare rallenta; se la velocità aumenta, l'elica viene aiutata di più e facendo meno fatica a ruotare accelera.

**Uso dell'elevatore.** L'unico riferimento è interno: l'indicatore dell'angolo d'incidenza. In mancanza di esso un'indicazione grossolana dell'incidenza viene data dalla posizione del comando dell'elevatore. Quest'ultima può inoltre essere mostrata dall'indicatore di posizione del trim se il comando non viene tenuto in una posizione ma lasciato a sé. Per usare riferimenti esterni devi guardare l'assetto ricordando che il suo valore dipende anche dalla posizione della manetta. Il valore da mantenere dell'assetto o dell'incidenza viene stabilito a priori oppure cercato in funzione di un parametro da mantenere.

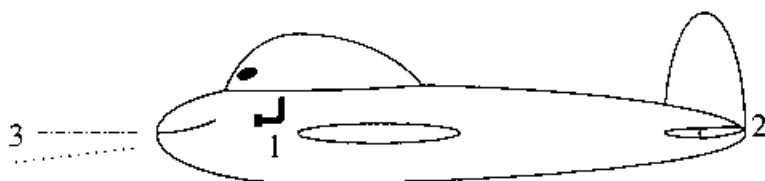
**Variazioni di elevatore.** Quando sposti l'elevatore, trasformi una variazione di velocità in una variazione di scivolamento. Quando, per esempio, tiri l'elevatore, il velivolo rallenta e rilascia energia la quale, trasformandosi in energia per lo scivolamento, fa alzare quest'ultimo. Appena la variazione di velocità si annulla, il velivolo riprende lo scivolamento precedente ritrovandosi su una traiettoria più alta della precedente e parallela ad essa. Sostanzialmente hai trasformato una parte dell'energia cinetica del velivolo in energia potenziale (quella totale resta costante) oppure hai dato un po' di quota cinetica per avere un po' di quota reale (quella totale resta costante). In pratica per rallentare il velivolo metti l'elevatore più indietro. Il maggiore angolo d'incidenza fa aumentare la resistenza e la velocità inizia a diminuire,

la portanza ad aumentare e lo scivolamento ad alzarsi. L'assetto si alza sia perché hai aumentato l'angolo d'incidenza sia perché si alza lo scivolamento. Successivamente, quando la velocità smette di diminuire, la portanza ritorna al valore iniziale, la resistenza e lo scivolamento ritornano ai valori precedenti, la velocità si stabilizza ad un valore minore e l'assetto si riabbassa pur rimanendo più alto a causa dell'aumento dell'angolo d'incidenza. La momentanea variazione verso l'alto dello scivolamento ti fa ritrovare su una traiettoria parallela alla precedente e sopra di essa. Analogamente per accelerare sposta l'elevatore più avanti. Il velivolo abbassa momentaneamente lo scivolamento e si ritrova con una velocità maggiore su una traiettoria più bassa della precedente e parallela ad essa.

**Spostamento residuo dello scivolamento.** Al variare della velocità non è detto che la forza longitudinale (differenza fra trazione e resistenza) rimanga costante. A nuovi valori di velocità sia la resistenza e la potenza necessaria che la trazione e la potenza disponibile possono essere diversi: le conseguenti variazioni della forza longitudinale e del flusso d'energia verticale modificano lo scivolamento. Secondo i casi può essere più alto o più basso.

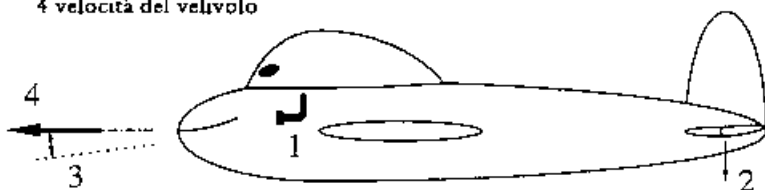


- 1 posizione dell'elevatore
- 2 posizione del piano di coda
- 3 angolo d'incidenza



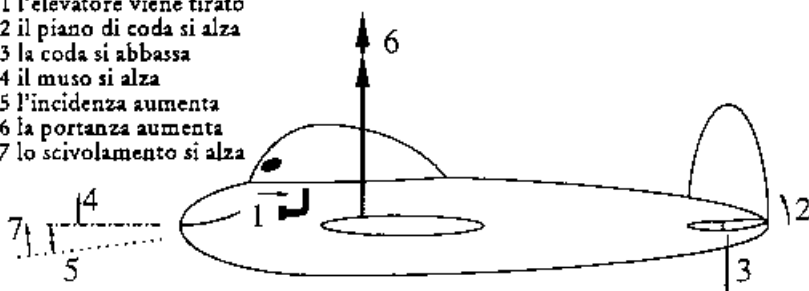
effetto duraturo immediato

- 1 posizione dell'elevatore
- 2 posizione del piano di coda
- 3 angolo d'incidenza
- 4 velocità del velivolo

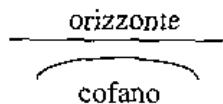
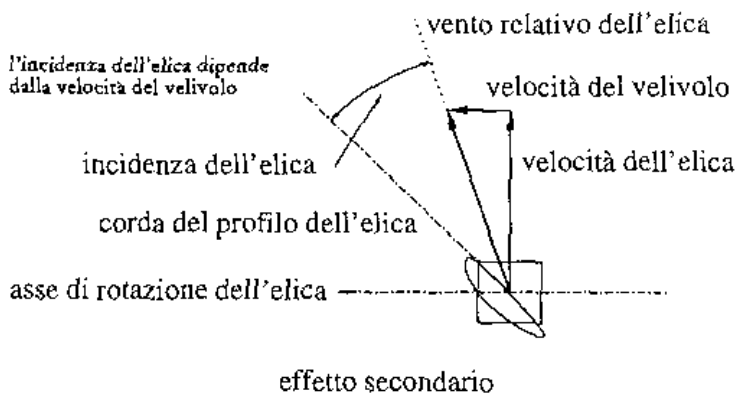


effetto duraturo ritardato

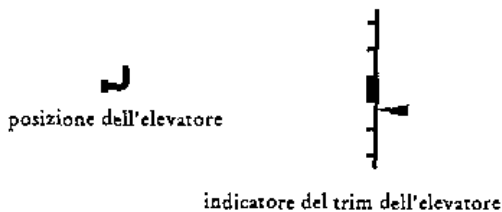
- 1 l'elevatore viene tirato
- 2 il piano di coda si alza
- 3 la coda si abbassa
- 4 il muso si alza
- 5 l'incidenza aumenta
- 6 la portanza aumenta
- 7 lo scivolamento si alza



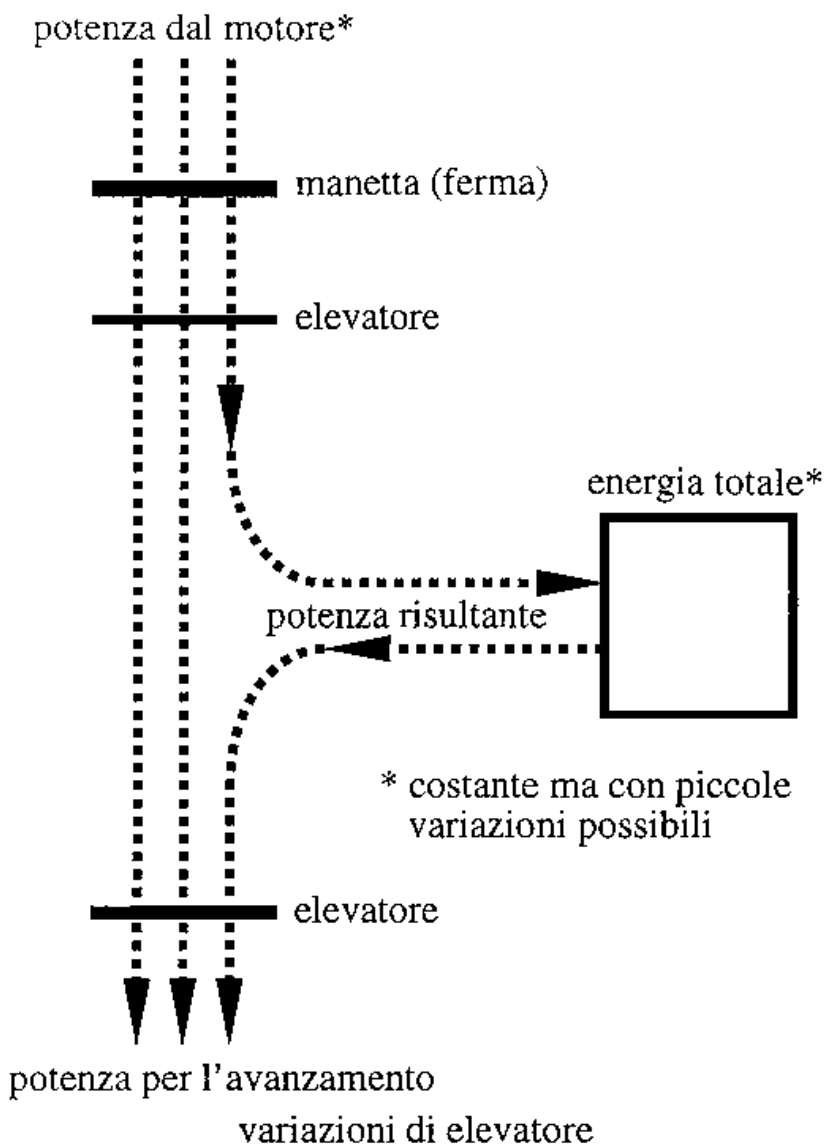
effetto momentaneo



riferimenti dell'assetto



riferimenti dell'angolo d'incidenza



## Manetta

**Effetto immediato duraturo.** La trazione dell'elica. L'apertura della farfalla del carburatore determina la potenza del motore, la trazione dell'elica e conseguentemente il soffio dell'elica e l'accelerazione impressa all'aria.

**Effetto immediato momentaneo.** Variazione temporanea della velocità (nello stesso senso della manetta: dando motore il velivolo accelera, togliendolo rallenta). Variando la potenza del motore viene variata la trazione dell'elica e la forza longitudinale. Le conseguenti accelerazioni o rallentamenti sono contrastati entro breve tempo dalle successive variazioni dello scivolamento.

**Effetto ritardato duraturo.** Spostamento dello scivolamento (con più motore lo scivolamento è più alto, con meno motore è più basso). La potenza del motore determina il rateo di variazione dell'energia totale del velivolo. L'energia cinetica rimane costante perché l'elevatore non viene spostato per cui viene modificato il rateo di variazione dell'energia potenziale cioè lo scivolamento. Puoi affermare che la manetta è il vero elevatore.

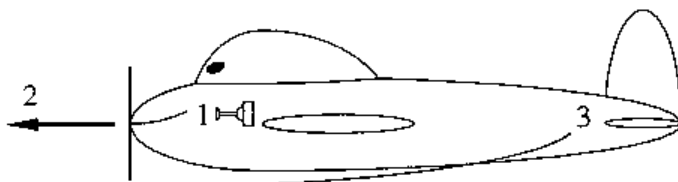
**Effetto secondario.** Variazione definitiva di velocità (nel senso opposto a quello della manetta: con più motore la velocità è minore, con meno motore è maggiore). Il flusso dell'elica investe il piano di coda orizzontale e ne aumenta la velocità locale cioè la sua deportanza. Le variazioni di potenza del motore spostano il piano di coda orizzontale rispetto al vento relativo senza che il comando dell'elevatore venga effettivamente mosso. Dando motore il piano di coda orizzontale si abbassa, l'incidenza aumenta e la velocità diminuisce; togliendo motore il piano di coda si alza, l'incidenza diminuisce e la velocità aumenta.

**Uso della manetta.** Un riferimento interno abbastanza preciso della potenza del motore è l'indicatore di giri: con la manetta mantieni il numero di giri richiesto. Il valore viene stabilito a priori oppure cercato in funzione del parametro verticale da mantenere (interno od esterno).

**Variazioni di manetta.** Quando sposti la manetta, vari la potenza del motore cioè il flusso d'energia fornito al velivolo. Questa

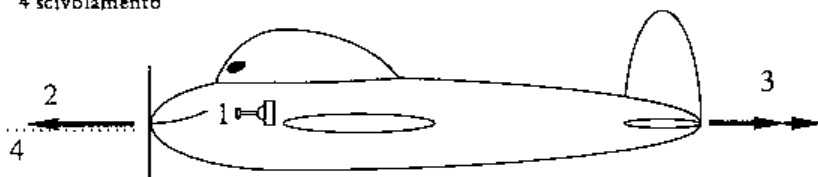
variazione, rimanendo costante la velocità, diventa spostamento dello scivolamento. Quando, per esempio, avanzando la manetta dai motore, aumenti il flusso d'energia fornito al velivolo; questo eccesso d'energia aumenta quello per lo scivolamento e quest'ultimo si alza. Sostanzialmente hai alzato la traiettoria. L'aumento della trazione, infatti, sposta in avanti la forza longitudinale: lo scivolamento si deve alzare per ripristinare l'equilibrio con uno spostamento all'indietro della componente del peso. Quando dai motore, la velocità e la portanza iniziano ad aumentare, lo scivolamento e l'assetto ad alzarsi. L'aumento del soffio dell'elica sul piano di coda orizzontale, abbassando la posizione di quest'ultimo rispetto al vento relativo, aumenta l'angolo d'incidenza (è come se, mentre dai motore, tirassi anche leggermente indietro l'elevatore). Successivamente l'innalzamento dello scivolamento sposta all'indietro la componente del peso del velivolo facendolo rallentare e riportando la portanza al valore iniziale. La velocità si stabilizza ad un valore leggermente minore del precedente a causa dell'aumento dell'angolo d'incidenza e l'assetto ad un valore più alto sia per l'innalzamento dello scivolamento che per l'aumento dell'angolo d'incidenza. Quando togli motore la velocità momentaneamente diminuisce per poi successivamente aumentare fino a stabilizzarsi ad un valore leggermente maggiore di quello iniziale mentre lo scivolamento e l'assetto si abbassano e rimangono più bassi.

- 1 posizione della manetta
- 2 trazione dell'elica
- 3 soffio dell'elica



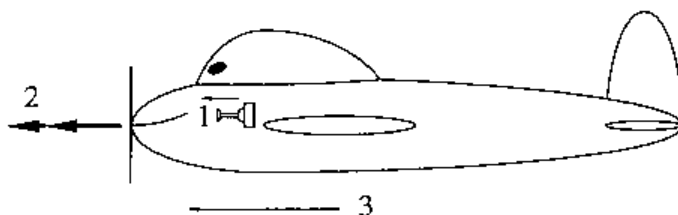
effetto duraturo immediato

- 1 posizione della manetta
- 2 trazione dell'elica
- 3 resistenza e componente longitudinale del peso
- 4 scivolamento



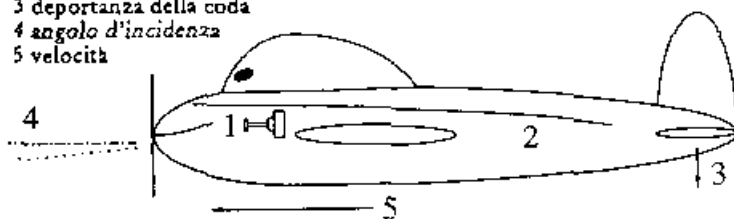
effetto duraturo ritardato

- 1 la manetta viene avanzata
- 2 la trazione dell'elica aumenta
- 3 il velivolo accelera



effetto momentaneo

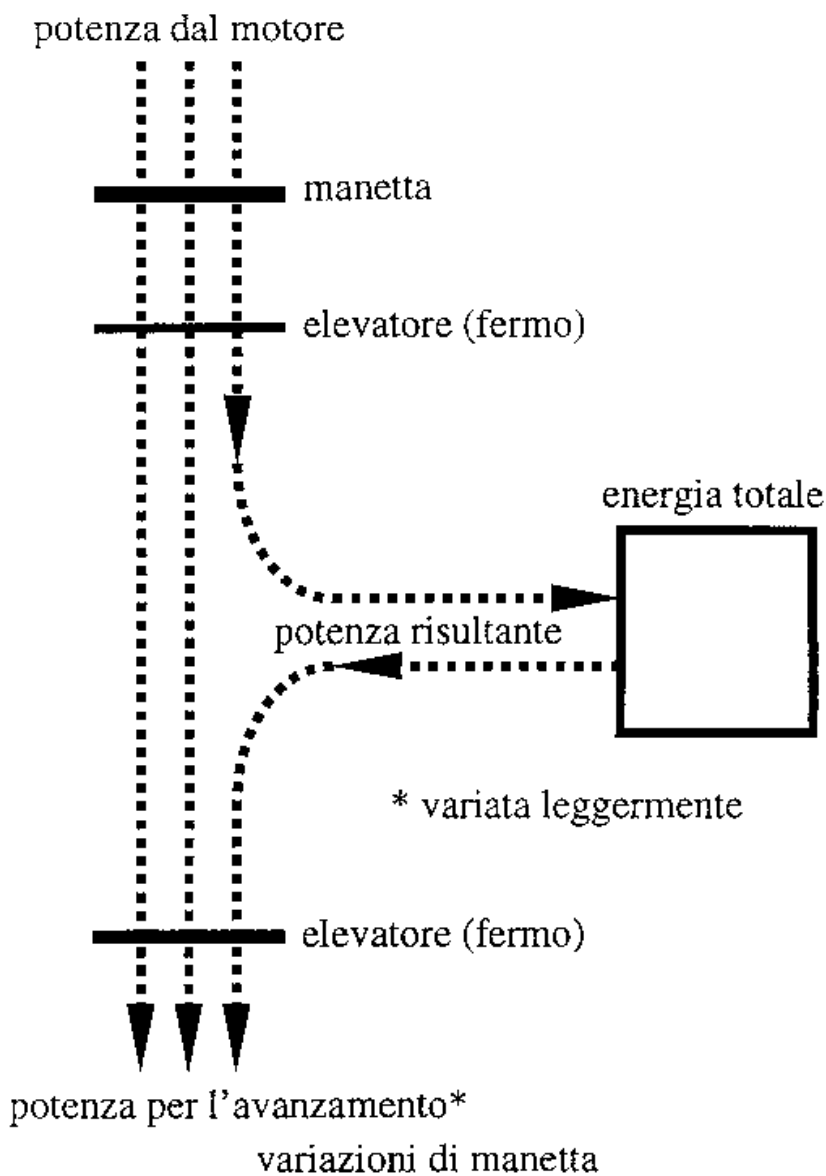
- 1 posizione della manetta
- 2 soffio dell'elica
- 3 deportanza della coda
- 4 angolo d'incidenza
- 5 velocità



effetto secondario



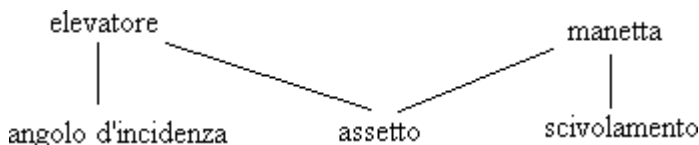
riferimenti della potenza





## Considerazioni sui comandi verticali

**Effetto dei comandi verticali.** La posizione dell'elevatore determina l'angolo d'incidenza; quella della manetta lo scivolamento. La somma dell'angolo d'incidenza e dello scivolamento è l'assetto: sia l'elevatore che la manetta determinano l'assetto.



**Assetto costante.** Se la manetta non viene spostata e gli effetti momentanei sono terminati, tenere costante l'assetto significa mantenere costante l'angolo d'incidenza, la velocità, lo scivolamento ed il variometro.

**Uso dei comandi verticali.** I parametri verticali da tenere sono due: lo scivolamento e la velocità. Il valore dello scivolamento è determinato dalla manetta e quello della velocità dall'elevatore. L'elevatore deve essere usato continuamente per mantenere l'assetto o l'angolo d'incidenza mentre la manetta al contrario solo quando necessario. I due parametri verticali, infatti, scivolamento e velocità, sono in pratica determinati dalla combinazione dell'assetto o dell'angolo d'incidenza e della regolazione della manetta.

**Effetto dei comandi verticali.** Le correzioni dello scivolamento fatte con l'elevatore sono più pronte di quelle fatte con la manetta; sono però momentanee e provocano variazioni di velocità. Siccome la velocità varia comunque lentamente a causa dell'inerzia del velivolo, le sue correzioni possono essere fatte con la manetta i cui effetti sono comunque sempre lenti. A sua volta gli spostamenti della manetta provocano variazioni dello scivolamento che vanno corrette con l'elevatore. Usando i due comandi verticali insieme ottieni alla fine la regolazione del motore per lo scivolamento necessario e la posizione dell'elevatore per la velocità richiesta.

**Aumento della velocità a scivolamento costante.** Da' motore per accelerare (piú motore dai e maggiore è l'accelerazione) mentre spingendo l'elevatore mantieni lo scivolamento abbassando molto lentamente l'assetto o diminuendo l'angolo d'incidenza. Quando la velocità arriva al valore desiderato, riduci motore per mantenerla. Alla fine l'assetto è piú basso, l'incidenza minore, l'elevatore piú avanti mentre la regolazione del motore dipende dalle velocità interessate. Dopo aver dato tutto motore puoi accelerare piú in fretta se, spingendo l'elevatore, accetti un abbassamento momentaneo dello scivolamento (ottieni ulteriore energia per l'accelerazione dallo scivolamento che si abbassa).

**Diminuzione della velocità a scivolamento costante.** Togli motore per rallentare (piú motore togli e maggiore è la decelerazione) mentre tirando l'elevatore mantieni lo scivolamento alzando molto lentamente l'assetto od aumentando l'angolo d'incidenza. Quando la velocità arriva al valore desiderato, rida' motore per mantenerla. Alla fine l'assetto è piú alto, l'incidenza maggiore, l'elevatore piú indietro mentre la regolazione del motore dipende dalle velocità interessate. Dopo aver tolto tutto motore puoi rallentare piú in fretta se, tirando l'elevatore, accetti un innalzamento momentaneo dello scivolamento (sottrai ulteriore energia per la decelerazione dandola allo scivolamento che si alza).

**Innalzamento dello scivolamento a velocità costante.** Tira l'elevatore per alzare l'assetto od aumentare l'angolo d'incidenza al valore che presumi ti dia lo scivolamento necessario e da' motore immediatamente dopo per contrastare la diminuzione di velocità (lo scivolamento si alza perché dai motore ma tirando subito l'elevatore si alza prima: la velocità varia comunque lentamente). Mentre la velocità ritorna a posto, spingi l'elevatore per mantenere il nuovo scivolamento con l'assetto o con l'angolo d'incidenza. Alla fine l'assetto è piú alto, l'incidenza uguale, l'elevatore leggermente piú avanti, il motore maggiore.

**Abbassamento dello scivolamento a velocità costante.** Spingi l'elevatore per abbassare l'assetto o diminuire l'angolo d'incidenza al valore che presumi ti dia lo scivolamento necessario e togli motore immediatamente dopo per contrastare l'aumento di velocità (lo

scivolamento si abbassa perché togli motore ma spingendo subito l'elevatore si abbassa prima: la velocità varia comunque lentamente). Mentre la velocità ritorna a posto, tira l'elevatore per mantenere il nuovo scivolamento con l'assetto. Alla fine l'assetto è più basso, l'incidenza uguale, l'elevatore leggermente più indietro, il motore minore.

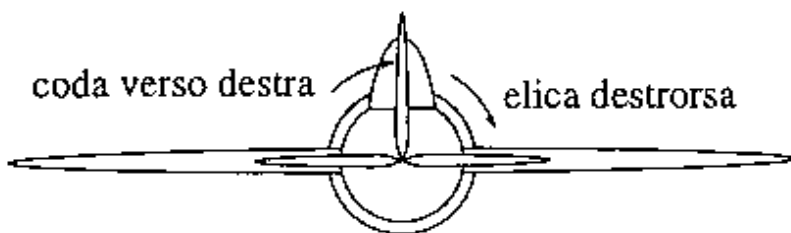
**Variazioni verticali.** Alzare od abbassare l'assetto, la pendenza, lo scivolamento od il variometro non significa renderli positivi, a salire od a cabrare oppure negativi, a scendere od a picchiare ma semplicemente variare il loro valore in un senso o nell'altro. Le lancette ed i riferimenti degli strumenti inoltre sono normalmente installate in modo che tirando l'elevatore si alzino e spingendolo si abbassino.

**Regola delle due mani.** Devi sempre muovere entrambe le mani e nello stesso senso. Quando hai bisogno di energia in più, spingi le due mani in avanti: se dai motore per alzare lo scivolamento, dopo aver momentaneamente tirato l'elevatore, devi spingerlo per non rallentare oppure se spingi l'elevatore per accelerare devi dare motore per non abbassare lo scivolamento. Quando hai bisogno d'energia in meno, tira le due mani indietro: se togli motore per abbassare lo scivolamento, dopo aver momentaneamente spinto l'elevatore, devi tirarlo per non accelerare oppure se tiri l'elevatore per rallentare devi togliere motore per non alzare lo scivolamento.

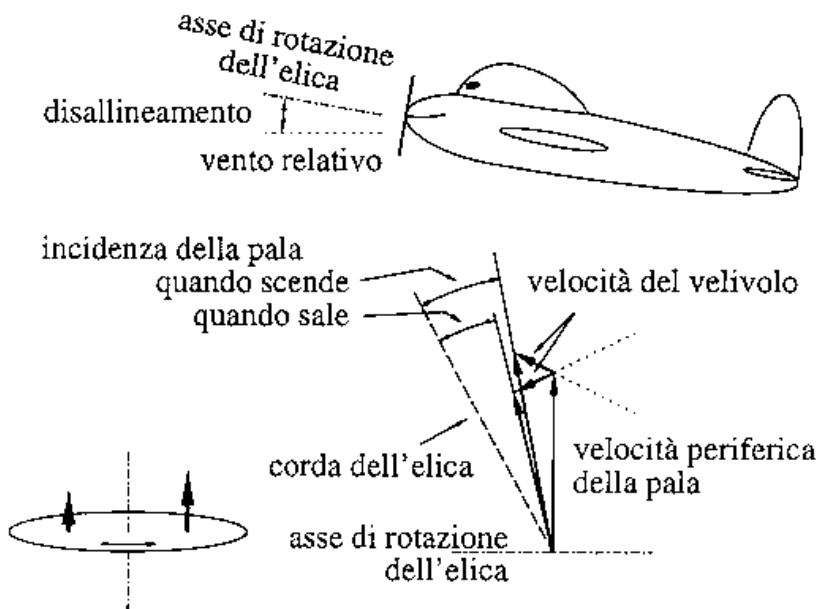
## Interferenza tra comandi laterali e verticali

**Effetto dell'elica.** Ogni velivolo ad elica viene sempre tirato verso sinistra (la pallina va a destra). I motivi sono due: il flusso dell'elica è elicoidale e la trazione dell'elica si trova a destra dell'asse di rotazione. Gli effetti hanno questo senso perché l'elica è destrorsa cioè ruota in modo che il pilota, guardandola da dietro, veda la pala andare, quando punta verso l'alto e cioè non viene nascosta dal cofano, verso destra; in altre parole compie una rotazione in senso orario (qualche volta l'elica è sinistrorsa per cui gli effetti sono di senso contrario).

**Flusso elicoidale dell'elica.** L'elica mentre spinge l'aria all'indietro le imprime anche un moto elicoidale nello stesso senso della sua rotazione cioè, vista da dietro, in senso orario. Siccome la deriva si trova sopra la fusoliera, essa viene spinta dal soffio elicoidale dell'elica da sinistra verso destra; la coda verso destra significa che la prua del velivolo viene spinta a sinistra e la pallina a destra.



**Disallineamento dell'asse di rotazione dell'elica.** Ad angoli d'incidenza intorno a quello della velocità di crociera l'asse di rotazione dell'elica è praticamente allineato con il vento relativo per cui la trazione dell'elica stessa coincide con l'asse longitudinale del velivolo (almeno nel senso laterale). Aumentando l'incidenza l'asse di rotazione s'inclina verso l'alto rispetto al vento relativo per cui la pala dell'elica che scende ha un angolo d'incidenza maggiore di quello che ha la pala che sale. Ciò avviene sul lato destro del disco dell'elica per cui la trazione totale si sposta verso destra imbardando il velivolo verso sinistra.



**Correzione dell'effetto dell'elica.** Un'aletta di trimmaggio fissata al timone tiene spostato quest'ultimo verso destra spingendo la coda verso sinistra, la prua a destra, la pallina a sinistra. L'effetto di quest'aletta è di senso contrario a quello dell'elica. L'effetto dell'elica dipende sostanzialmente dalla potenza del motore mentre l'effetto dell'aletta dipende dalla velocità. Durante la crociera (il motore

regolato ai giri di crociera con la velocità al valore di crociera) i due effetti sono equivalenti per cui, come si dice, "la pallina resta al centro da sola". A velocità minori l'aletta corregge meno e la pallina si mette a destra, viceversa a velocità maggiori. A regolazioni del motore maggiori l'elica sposta la prua del velivolo a sinistra e la pallina a destra, viceversa a regolazioni minori.

**Contrasto dell'effetto dell'elica.** Quando tiri l'elevatore, da' piede destro per mantenere la pallina al centro altrimenti la diminuzione di velocità e l'aumento d'incidenza spostano la prua a sinistra, la pallina a destra, l'inclinazione a sinistra. Quando spingi l'elevatore, da' piede sinistro per mantenere la pallina al centro altrimenti l'aumento di velocità e la diminuzione d'incidenza spostano la prua a destra, la pallina a sinistra, l'inclinazione a destra. Quando dai motore, da' piede destro per mantenere la pallina al centro altrimenti l'aumento di potenza sposta la prua a sinistra, la pallina a destra, l'inclinazione a sinistra. Quando togli motore, da' piede sinistro per mantenere la pallina al centro altrimenti la diminuzione di potenza sposta la prua a destra, la pallina a sinistra, l'inclinazione a destra.

## RIASSUNTO EFFETTO COMANDI

<b>lateralali</b>	<b>alettone</b>	<b>pedaliera</b>
<i>parametro</i>	inclinazione	sbandamento
<i>primario</i>	rollio	imbardata
<i>secondario</i>	imbardata inversa	rollio diretto
<b>verticali</b>	<b>elevatore</b>	<b>manetta</b>
<i>parametro</i>	incidenza	scivolamento
<i>immediato duraturo</i>	incidenza	trazione
<i>immediato momentaneo</i>	scivolamento	velocità
<i>ritardato duraturo</i>	velocità	scivolamento
<i>secondario</i>	giri	velocità

## RIASSUNTO EFFETTI SECONDARI

<b>motore</b>	<i>aumenta</i>	<i>diminuisce</i>	
<i>pallina</i>	a destra	a sinistra	<i>effetto dell'elica</i>
<i>prua</i>	a sinistra	a destra	<i>effetto dell'elica</i>
<i>velocità</i>	diminuisce	aumenta	<i>elevatore nel flusso dell'elica</i>
<b>velocità</b>	<i>aumenta</i>	<i>diminuisce</i>	
<i>pallina</i>	a sinistra	a destra	<i>effetto dell'elica</i>
<i>prua</i>	a destra	a sinistra	<i>effetto dell'elica</i>
<i>giri</i>	aumentano	diminuiscono	<i>elica a passo fisso</i>

## Automatismi laterali

<b>alettone</b>	<i>a sinistra</i>	<i>a destra</i>
<i>inclinazione</i>	a sinistra	a destra
<i>pallina</i>	a sinistra	a destra
<i>prua</i>	a destra	a sinistra
<b>pedaliera</b>	<i>a sinistra</i>	<i>a destra</i>
<i>inclinazione</i>	a sinistra	a destra
<i>pallina</i>	a destra	a sinistra
<i>prua</i>	a sinistra	a destra

## Automatismi longitudinali

<b>elevatore</b>	<i>piú indietro</i>	<i>piú avanti</i>
<i>assetto</i>	piú alto	piú basso
<i>velocità</i>	minore	maggiore
<i>scivolamento</i>	piú alto	piú basso
<b>motore</b>	<i>minore</i>	<i>maggiore</i>
<i>assetto</i>	piú basso	piú alto
<i>velocità</i>	maggiore	minore
<i>scivolamento</i>	piú basso	piú alto

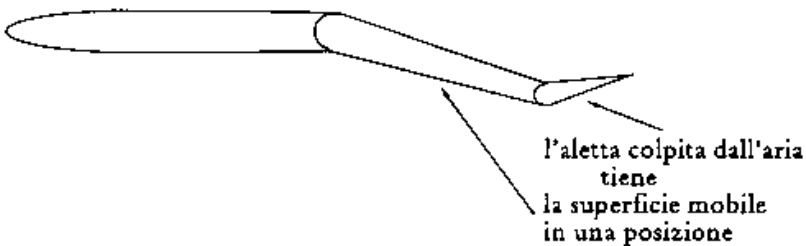


## Trim

**Scopo del trim.** In condizioni di volo stabilizzato la posizione dell'elevatore, della pedaliera e dell'alettone è sostanzialmente costante. Diventa comodo ridurre al minimo sforzo necessario visto che la condizione di volo può prolungarsi. Il trim serve ad annullare appunto lo sforzo necessario a tenere il comando nella posizione richiesta permettendoti di variare il punto neutro in cui comando stesso si mette quando lo rilasci. In altre parole il comando sta da solo dove tu vuoi che stia.

**Regolazione del trim.** Devi farla solo in condizioni di volo stabilizzate per non " pilotare il velivolo con il trim". Nell'ordine:

- fissa la potenza alla regolazione desiderata.
- stabilizza il velivolo nella condizione di volo desiderata ricontrollando la regolazione del motore (i giri variano al variare della velocità). I parametri da tenere costanti normalmente sono: la pallina al centro, la prua e l'assetto o l'angolo d'incidenza necessario al mantenimento della condizione di volo richiesta. Nel caso del volo livellato, sposta la sagomina dell'orizzonte artificiale per avere l'assetto zero come riferimento.
- nota la direzione dello sforzo esercitato sul comando.
- ruota molto lentamente il trim nella stessa direzione, sempre mantenendo il velivolo stabilizzato, finché lo sforzo non si annulla.
- continua a mantenere normalmente la condizione di volo desiderata.



## Flaps

**Scopo primario dei flaps.** I flaps o ipersostentatori aumentano ad ogni angolo d'incidenza il coefficiente di portanza. In particolare aumentano il coefficiente di portanza massimo in modo da ottenere la stessa portanza ad una velocità inferiore, in altre parole una diminuzione della velocità di stallo. La suddetta diminuzione viene ottenuta in realtà ad un angolo d'incidenza leggermente minore ma l'effetto finale è comunque lo stesso.

**Inconveniente dei flaps.** L'aumento del coefficiente di portanza viene ottenuto a scapito del coefficiente di resistenza, a tal punto che l'efficienza (rapporto tra i coefficienti di portanza e di resistenza) comunque diminuisce. Il conseguente abbassamento dello scivolamento giustifica il fatto che i flaps siano retraibili.

**Vantaggio secondario dei flaps.** Il fatto di avere lo stesso coefficiente di portanza ad un angolo d'incidenza minore ti permette di avere tramite l'assetto più basso una visibilità anteriore migliore alla stessa velocità, sia in assoluto che in relazione alla velocità di stallo.

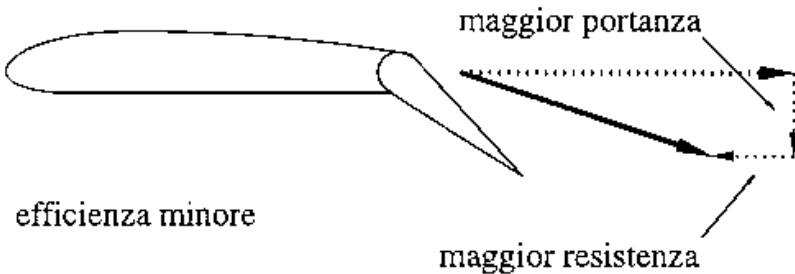
**Effetto momentaneo dei flaps.** Al momento dell'estensione l'aumento iniziale della portanza fa alzare l'assetto e lo scivolamento e l'aumento della resistenza fa diminuire la velocità: spingi l'elevatore per mantenere l'assetto, lo scivolamento o la velocità. Al momento della retrazione tira l'elevatore per mantenere gli stessi parametri.

**Uso dei flaps.** Al decollo la necessità di una velocità di stacco minore per avere una minore corsa di decollo richiederebbe i flaps al massimo ma la maggior resistenza rallenterebbe troppo l'accelerazione per cui la posizione migliore dei flaps è sempre intermedia. Devi però retrarli appena possibile dopo lo stacco per ottimizzare la salita (normalmente non prima di 200 piedi sul terreno per premunirti contro un eccessivo sprofondamento alla retrazione). Durante la salita e la crociera non puoi usarli a causa della diminuzione di efficienza. Durante la discesa non puoi usarli perché i limiti di velocità solitamente imposti per i flaps richiederebbero una riduzione eccessiva del motore. Durante l'avvicinamento finale invece puoi tenere una velocità minore con lo stesso margine sulla velocità di stallo e sfruttare l'assetto più basso per migliorare la visibilità.

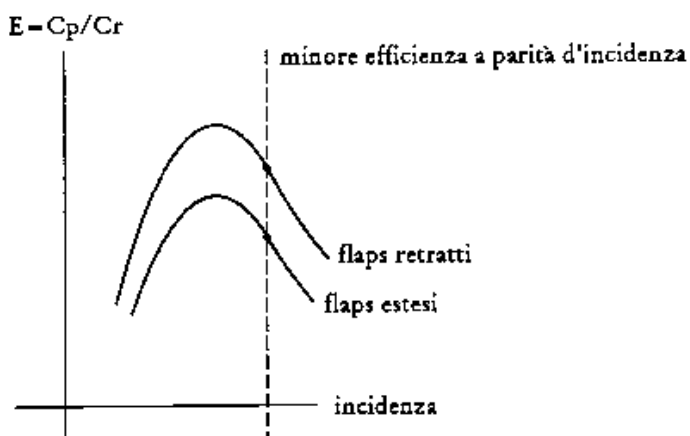
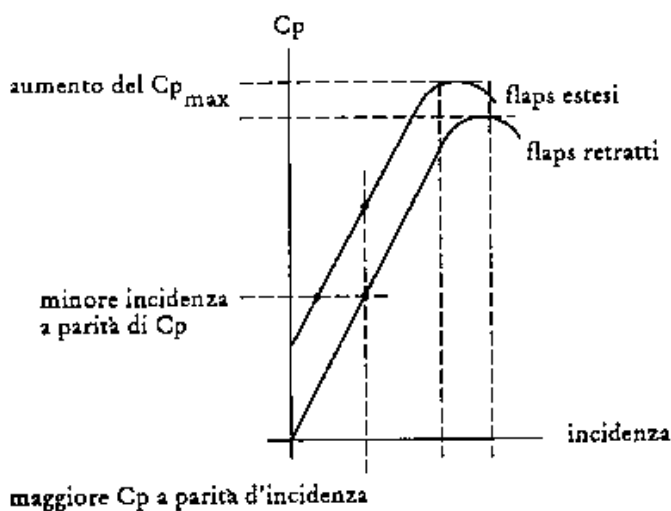
**Traiettoria in finale.** Con lo stesso motore (per esempio al minimo o quasi) la traiettoria può essere più ripida e quindi ad una maggior altezza sugli ostacoli prima della soglia pista. Con la stessa traiettoria di discesa il motore non è al minimo e quindi può essere usato per controllare la velocità.

**Distanza di atterraggio.** I motivi per cui è minore sono tre:

- la minore velocità di avvicinamento,
- la maggiore decelerazione durante la retta (se il velivolo può restare in volo, frena di più in aria aerodinamicamente che a terra con i freni),
- la maggiore decelerazione durante la corsa a terra (se il ruotino anteriore può stare alzato, il velivolo frena di più aerodinamicamente che con i freni).



effetti dei flaps a parità d'incidenza



effetti dell'estensione dei flaps

## **MANOVRE FONDAMENTALI**

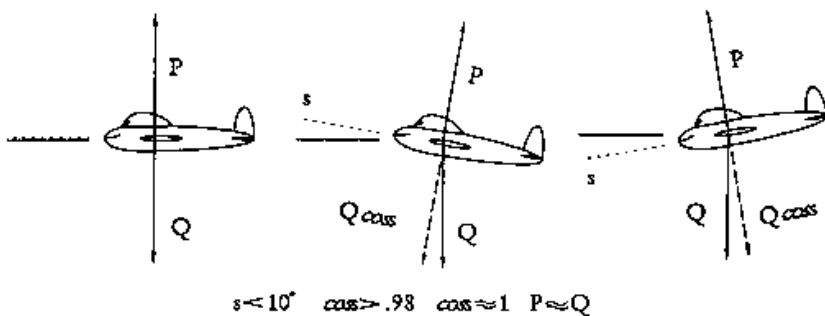
## Considerazioni preliminari

**Manovre verticali e manovre laterali.** Le manovre fondamentali sono cinque e si dividono in tre verticali (volo orizzontale, salita e discesa) e due laterali (volo rettilineo e virata). Combinando tra loro una manovra verticale ed una laterale realizza la condizione di volo da mantenere. Per esempio la crociera è un volo rettilineo orizzontale; la virata può essere eseguita in volo orizzontale, in salita od in discesa; la salita o la discesa possono essere eseguite in volo rettilineo od in virata.

**Scomposizione della forza aerodinamica.** Il velivolo muovendosi nell'aria ne riceve una reazione aerodinamica. La forza aerodinamica che deriva dal vento relativo può essere scomposta in tre componenti ortogonali tra loro. La componente lungo il vento relativo è la resistenza, quella perpendicolare al vento relativo ed all'asse laterale è la portanza e quella perpendicolare al vento relativo ed all'asse verticale la devianza. Quando il virometro, cioè la pallina, è al centro, la devianza è nulla.

**Gravità apparente, verticale apparente, peso apparente.** Se la traiettoria del velivolo non è rettilinea (sia nel senso verticale che in quello laterale) oppure la velocità non è costante, il velivolo viene sottoposto, oltre a quella di gravità terrestre, ad ulteriori accelerazioni: componendole con quella terrestre si ottiene la gravità apparente. La verticale apparente è la sua linea d'azione ed il peso apparente quello determinato dalla massa del velivolo sottoposta alla gravità apparente. Il caso più comune di gravità apparente diversa da quella terrestre è la virata dove la stessa è spostata verso l'esterno della virata e dove il peso apparente è maggiore del peso reale.

**Costanza della portanza.** In prima approssimazione la portanza è sempre uguale ed opposta al peso apparente. Se la pallina è al centro, sia la portanza che il peso apparente sono perpendicolari all'asse laterale del velivolo; se le accelerazioni longitudinali sono piccole (come di solito è) e se lo scivolamento (sia a salire che a scendere) resta nell'ambito dei dieci gradi (come di solito è), sia la portanza che il peso apparente sono perpendicolari anche alla traiettoria all'aria.



**PIA.** È l'acronimo di Pallina, Inclinazione, Angolo d'incidenza oppure Assetto. La maggior parte delle manovre le fai a motore costante, con il velivolo coordinato, cioè con la pallina al centro, e riferito all'orizzonte (sia nel senso verticale che in quello laterale), cioè con l'inclinazione, l'angolo d'incidenza o l'assetto mantenuti costanti. Sullo sbandometro (cioè dentro il velivolo) vedi la coordinazione, sull'orizzonte artificiale (cioè dentro) o su quello naturale (cioè fuori) vedi l'inclinazione e l'assetto, sull'indicatore dell'angolo d'incidenza (cioè dentro) vedi l'incidenza. Il cosiddetto modo di pilotare integrato è quello che combina le osservazioni prese da fuori cioè dal panorama esterno con quelle prese da dentro cioè dagli strumenti. L'importanza della PIA viene dal fatto che le posizioni della pallina, dell'inclinazione, dell'incidenza e dell'assetto (siano esse predeterminate o trovate per tentativi) forniscono sempre un comportamento del velivolo lineare, fluido e soprattutto sicuro poiché tenendo il velivolo con la PIA gli fai fare ciò che vuoi con più esattezza. Le sensazioni ottenute dal fondoschiena e dal labirinto delle orecchie permettono di "sentire" la coordinazione e tutte le variazioni di traiettoria, d'assetto e d'inclinazione.

## MANOVRE VERTICALI

### Considerazioni preliminari

Le manovre verticali sono tre: volo orizzontale, salita e discesa. In ognuna di esse l'elevatore viene usato per mantenere l'incidenza o l'assetto necessari e la manetta per selezionare e mantenere la regolazione del motore richiesta.

**Relazione tra posizione dell'elevatore ed incidenza, assetto, velocità orizzontale, velocità verticale.** L'elevatore è il comando che determina la velocità orizzontale ma nelle manovre verticali devi usarlo per mantenere l'incidenza o l'assetto. Il valore da mantenere è determinato dai valori necessari di velocità orizzontale e verticale. Se le indicazioni dell'anemometro e del variometro sono corrette, il valore che stai mantenendo è corretto; se non lo sono, esso deve essere modificato di poco (un grado o due) e poi aspettare, mentre lo mantieni, che anemometro e variometro si stabilizzino nuovamente per ricontrollare le loro indicazioni.

**Relazione tra angolo d'incidenza ed efficienza, resistenza e velocità.** Tirando l'elevatore aumentano l'angolo d'incidenza, il coefficiente di portanza (almeno finché non arrivi all'angolo di stallo) e quello di resistenza. L'efficienza invece, cioè il rapporto fra i due coefficienti, inizialmente aumenta ma dopo aver raggiunto un massimo comincia a diminuire (sempre prima di raggiungere l'angolo di stallo). Esiste un angolo d'incidenza e una velocità ad esso corrispondente al quale l'efficienza raggiunge il massimo. Essendo l'efficienza anche il rapporto fra portanza e resistenza, la velocità di efficienza massima è anche, in assenza di accelerazioni, quella di resistenza minima.

**Relazione fra trazione e velocità.** Ad ogni regolazione di manetta esiste una velocità alla quale è massima la trazione dell'elica. Questa velocità è tanto minore quanto maggiore è la potenza ed alla potenza massima si pone nei dintorni di quella di potenza necessaria minima. Relazione fra scivolamento e trazione, resistenza, velocità. Lo scivolamento è determinato dalla differenza fra la trazione dell'elica e la resistenza, cioè dalla forza longitudinale, che deve sempre essere



uguale ed opposta alla componente del peso lungo la traiettoria. L'angolo d'incidenza fa variare entrambe: la resistenza è minima all'angolo di massima efficienza, la trazione è massima ad un angolo maggiore. Il massimo scivolamento verso l'alto, cioè la massima differenza fra trazione e resistenza o forza longitudinale, lo ottieni ad un angolo variabile con la potenza del motore: se il motore è al minimo (trazione nulla), l'angolo corrisponde a quello di massima efficienza; se il motore non è al minimo, l'angolo aumenta con l'aumentare della potenza. Variare l'angolo d'incidenza significa variare lo scivolamento. In particolare puoi usare la velocità corrispondente all'angolo al quale lo scivolamento è il più alto come confine fra volo lento e volo veloce: se il velivolo ha una velocità maggiore di essa, sei in volo veloce; se minore, in volo lento.

**Volo veloce.** Se tiri l'elevatore, l'incidenza aumenta, la velocità diminuisce, la forza longitudinale si sposta in avanti e lo scivolamento si alza; se spingi l'elevatore, l'incidenza diminuisce, la velocità aumenta, la forza longitudinale si sposta all'indietro e lo scivolamento si abbassa.

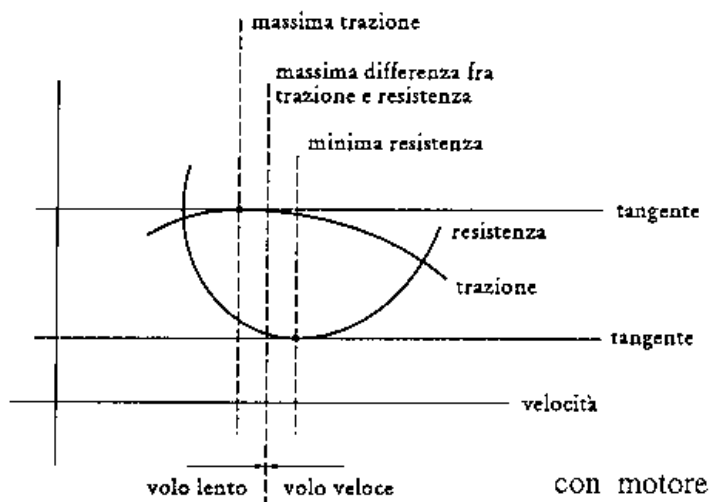
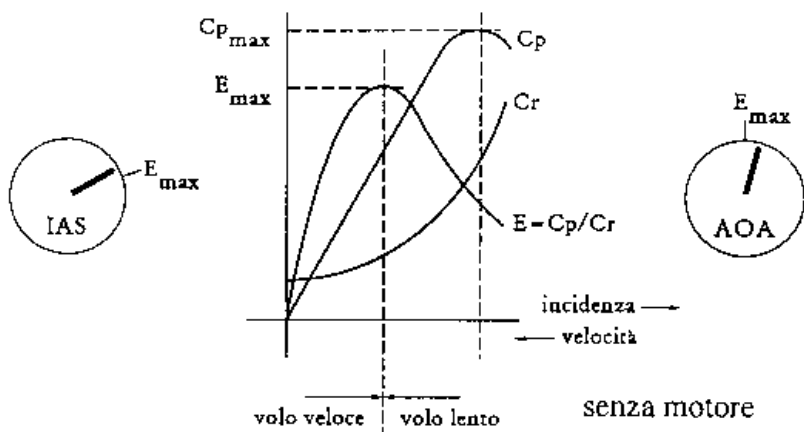
**Volo lento.** Se tiri l'elevatore, l'incidenza aumenta, la velocità diminuisce, la forza longitudinale si sposta all'indietro e lo scivolamento, dopo essersi momentaneamente alzato, si abbassa; se spingi l'elevatore, l'incidenza diminuisce, la velocità aumenta, la forza longitudinale si sposta in avanti e lo scivolamento, dopo un momentaneo abbassamento, si alza.

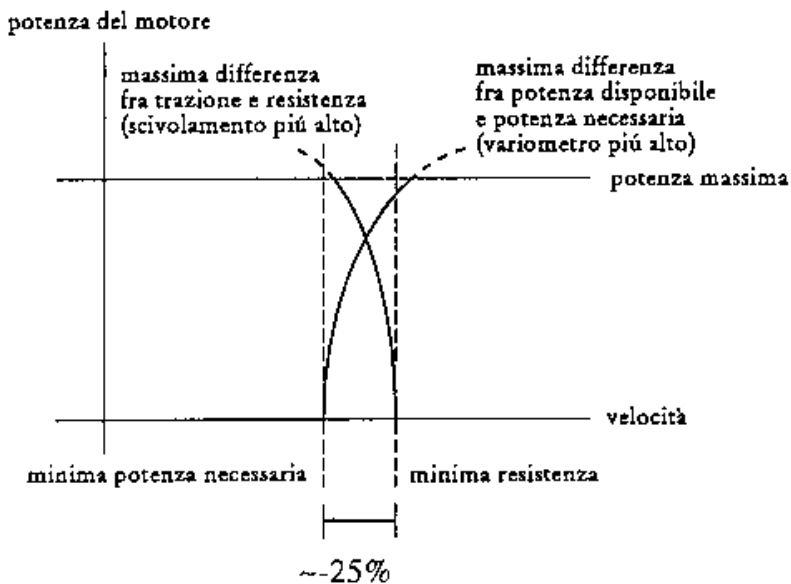
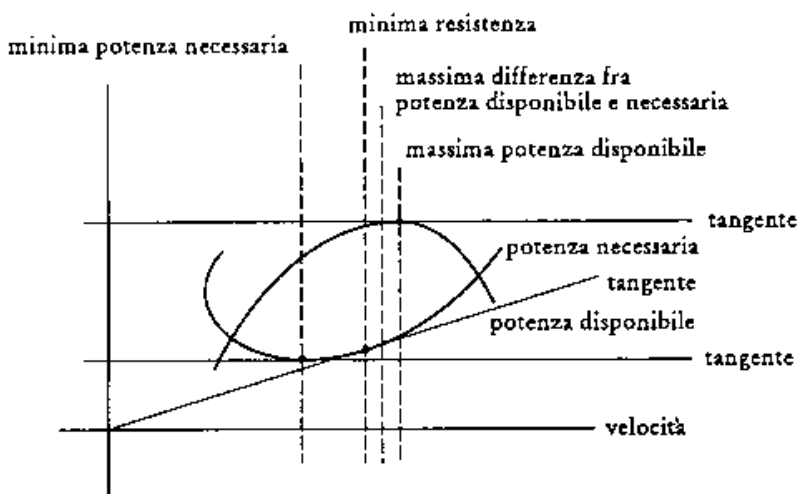
**Inversione dell'elevatore.** Detto in maniera più semplice e tenendo conto soltanto degli effetti duraturi: in volo veloce l'elevatore, anche se in misura ridotta, è un elevatore; in volo lento l'elevatore è un elevatore al contrario.

**Relazione tra angolo d'incidenza e potenza necessaria.** Tirando l'elevatore l'angolo d'incidenza aumenta, la velocità diminuisce, la resistenza diminuisce inizialmente ma dopo aver raggiunto un minimo comincia ad aumentare. La potenza necessaria è uguale al prodotto della resistenza per la velocità e quando quest'ultima scende sotto a quella di resistenza minima, la sua diminuzione smette di compensare l'aumento della resistenza. La velocità di minima potenza necessaria è sempre inferiore (di circa un quarto) a quella di resistenza minima.

**Relazione fra potenza disponibile e velocità.** Spingendo l'elevatore l'angolo d'incidenza diminuisce, la velocità aumenta e, sopra un certo valore di quest'ultima, la trazione fornita dall'elica inizia a diminuire. Essendo la potenza disponibile uguale al prodotto della trazione per la velocità, fino ad un certo punto l'aumento di quest'ultima compensa la diminuzione della trazione per cui la potenza può continuare ad aumentare. Ad ogni regolazione della manetta esiste una velocità alla quale la potenza disponibile è massima per quella regolazione. Questa velocità è tanto maggiore quanto maggiore è la potenza e con la potenza al massimo di solito supera quella di resistenza minima.

**Relazione fra variometro e velocità.** La differenza tra il flusso d'energia fornito dal motore e quello per l'avanzamento cioè fra potenza disponibile e potenza necessaria è il flusso d'energia verticale e tramite il peso del velivolo determina il variometro. La velocità alla quale il variometro è massimo verso l'alto varia con la potenza del motore: se è al minimo (potenza nulla), la velocità corrisponde a circa tre quarti di quella di massima efficienza; se il motore non è al minimo, la velocità aumenta con l'aumentare della potenza sino ad arrivare, alla massima potenza, ad un valore minore di quella di massima potenza disponibile e maggiore di quella di resistenza minima.





## Volo orizzontale

**Volo orizzontale** significa mantenere costante la quota. In volo veloce metti e mantieni con la manetta una regolazione prestabilita, sufficiente a tenere orizzontale lo scivolamento ed effettui le correzioni di quota l'elevatore. In volo lento invece mantieni con la manetta una determinata velocità mentre con l'elevatore continui ad effettuare le correzioni di quota.

**Volo orizzontale veloce.** Mantieni la regolazione del motore e correggi la quota con l'elevatore trascurando le variazioni di velocità. Il flusso di energia verticale, a parità di regolazione della manetta, varia con la velocità per cui questa, quando lo scivolamento è orizzontale, si stabilizza ad un valore che lo rende nullo. Il suddetto valore della velocità va memorizzato per usarlo nelle correzioni di quota. Infatti, quando il velivolo si allontana dalla quota per un qualunque motivo, devi momentaneamente alzare od abbassare lo scivolamento al fine di recuperarla. Queste correzioni di quota cioè questi momentanei scostamenti dall'orizzontale dello scivolamento li ottieni da scostamenti della velocità dal valore che hai constatato: un rallentamento fa alzare lo scivolamento ed una accelerazione lo fa abbassare.

**Volo orizzontale lento.** Correggi la quota con l'elevatore come in volo orizzontale veloce ma usa la manetta per contrastare le variazioni di velocità provocate dalle correzioni di scivolamento che fai per mantenere la quota.

**Trimmaggio dell'elevatore.** Essendo il volo orizzontale una condizione di volo che può dover essere mantenuta per lungo tempo, ti conviene, appena possibile, trimmare l'elevatore: la procedura relativa te l'ho già descritta. Ti ricordo solo di constatare appena possibile quale assetto ti fornisce lo scivolamento orizzontale in modo da usarlo come riferimento per le correzioni di quota: la posizione del muso rispetto all'orizzonte, la posizione verticale della sagomina nell'orizzonte artificiale (eventualmente azzerandola).

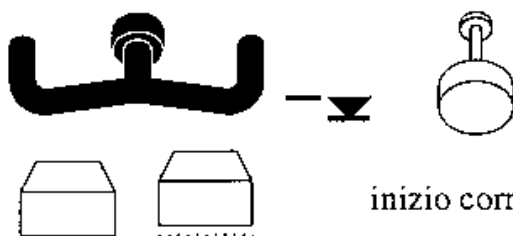
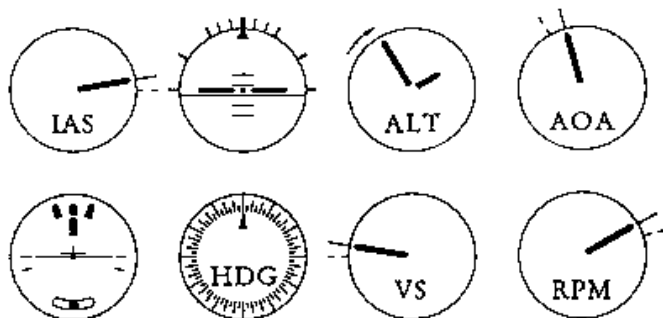
**PIA:** pallina al centro (se la velocità ed il motore sono ai valori di crociera, dovrebbe rimanervi da sola), inclinazione, assetto ed incidenza come richiesto dalle correzioni da effettuare.

**Correzione di quota in volo veloce.** Se sei leggermente sotto la quota richiesta, tira l'elevatore in modo di aumentare l'incidenza di 2-3 gradi o di alzare l'assetto di 3-4 gradi e mantieni la condizione. La velocità diventa minore, l'efficienza maggiore, la forza longitudinale si sposta in avanti e nasce una componente del peso all'indietro per cui lo scivolamento si sposta verso l'alto: in pratica, mentre verifichi che il variometro si ponga a qualche centinaio di piedi al minuto a salire, regoli la velocità ad un valore leggermente inferiore a quello precedente mettendo un leggero sforzo a tirare sull'elevatore e mantenendolo fino al raggiungimento della quota da tenere. A quel punto rimetti il velivolo in volo orizzontale diminuendo ma non annullando lo sforzo a tirare sull'elevatore e cercando l'incidenza o l'assetto che tengano il variometro a zero: il loro valore si riavvicina a quello che avevano all'inizio della correzione ma lo raggiungono, insieme allo sforzo sull'elevatore che ritorna nullo, soltanto quando la velocità viene ripristinata. Ovviamente le correzioni da fare se sei leggermente sopra la quota, sono identiche come sostanza e ordine ma di segno opposto. Spingi e tieni leggermente spinto in avanti l'elevatore in modo da mantenere la velocità ad un valore leggermente superiore a quello di crociera, verificando che il variometro si ponga a qualche centinaio di piedi al minuto a scendere, fino al raggiungimento della quota da tenere. A quel punto diminuisci lo sforzo a spingere sull'elevatore e mantieni l'assetto che ti dà il variometro a zero; quando la velocità si ripristina, lo sforzo sull'elevatore ritorna nullo.

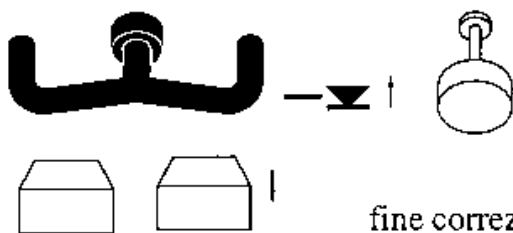
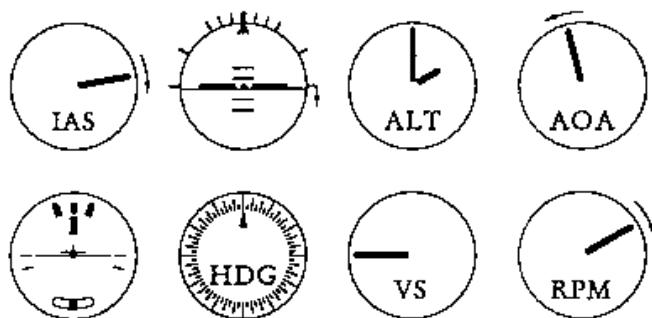
**Correzione di quota in volo lento.** Se sei leggermente sotto la quota, tira l'elevatore in modo di aumentare l'incidenza di 2-3 gradi o di alzare l'assetto di 3-4 gradi ed avanza la manetta quanto basta a mantenere la velocità. L'aumento della potenza sposta in avanti la forza longitudinale e nasce una componente del peso all'indietro per cui lo scivolamento si sposta verso l'alto: in pratica, mentre verifichi che il variometro si ponga a qualche centinaio di piedi al minuto a salire mettendo un leggero sforzo a tirare sull'elevatore e mantenendolo fino al raggiungimento della quota da tenere, avanzi la manetta in modo da mantenere la velocità al valore precedente. Ritornato alla quota da mantenere rimetti il velivolo in volo orizzontale diminuendo lo sforzo a tirare sull'elevatore e cercando l'incidenza o l'assetto che

tengano il variometro a zero; nel frattempo arretra la manetta per continuare a mantenere la velocità al valore precedente (lo sforzo sull'elevatore si annulla). Ovviamente le correzioni da fare se sei leggermente sopra la quota, sono identiche come sostanza e ordine ma di segno opposto. Spingi e tieni leggermente spinto in avanti l'elevatore in modo da mantenere il variometro a qualche centinaio di piedi al minuto a scendere, fino al raggiungimento della quota da tenere; contemporaneamente arretra la manetta per mantenere la velocità. Ritornata la quota diminuisci lo sforzo a spingere sull'elevatore e mantieni il variometro a zero; contemporaneamente avanza la manetta per mantenere la velocità.

**Correzione di velocità in volo lento.** Se sei leggermente più lento, avanza la manetta quanto basta per vedere aumentare la velocità; contemporaneamente avanza l'elevatore in modo di diminuire l'incidenza o di abbassare l'assetto quanto basta per mantenere la quota. Ritornata la velocità arretra la manetta quanto basta per fermare la velocità; contemporaneamente arretra l'elevatore in modo di mantenere l'incidenza o l'assetto cioè la quota. Se sei leggermente più veloce, arretra la manetta quanto basta per vedere diminuire la velocità; contemporaneamente arretra l'elevatore in modo di aumentare l'incidenza o di alzare l'assetto quanto basta per mantenere la quota. Ritornata la velocità avanza la manetta quanto basta per fermare la velocità; contemporaneamente avanza l'elevatore in modo di mantenere l'incidenza o l'assetto cioè la quota.

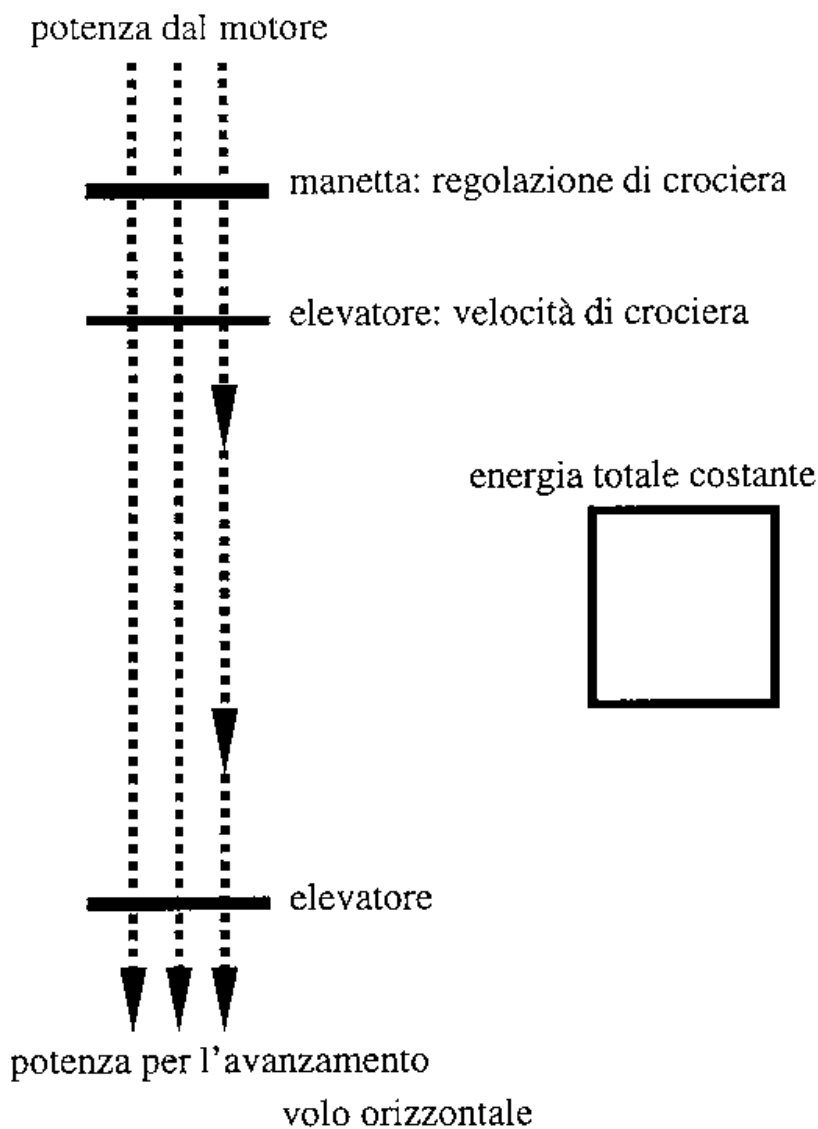


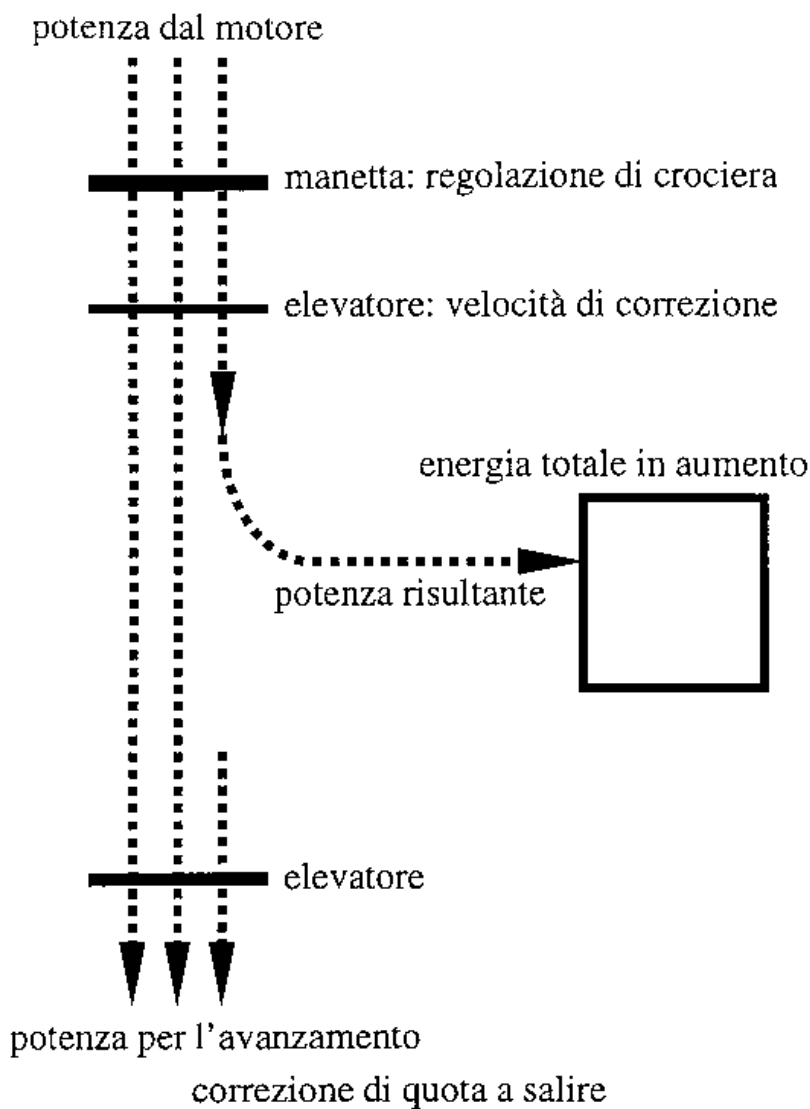
inizio correzione quota

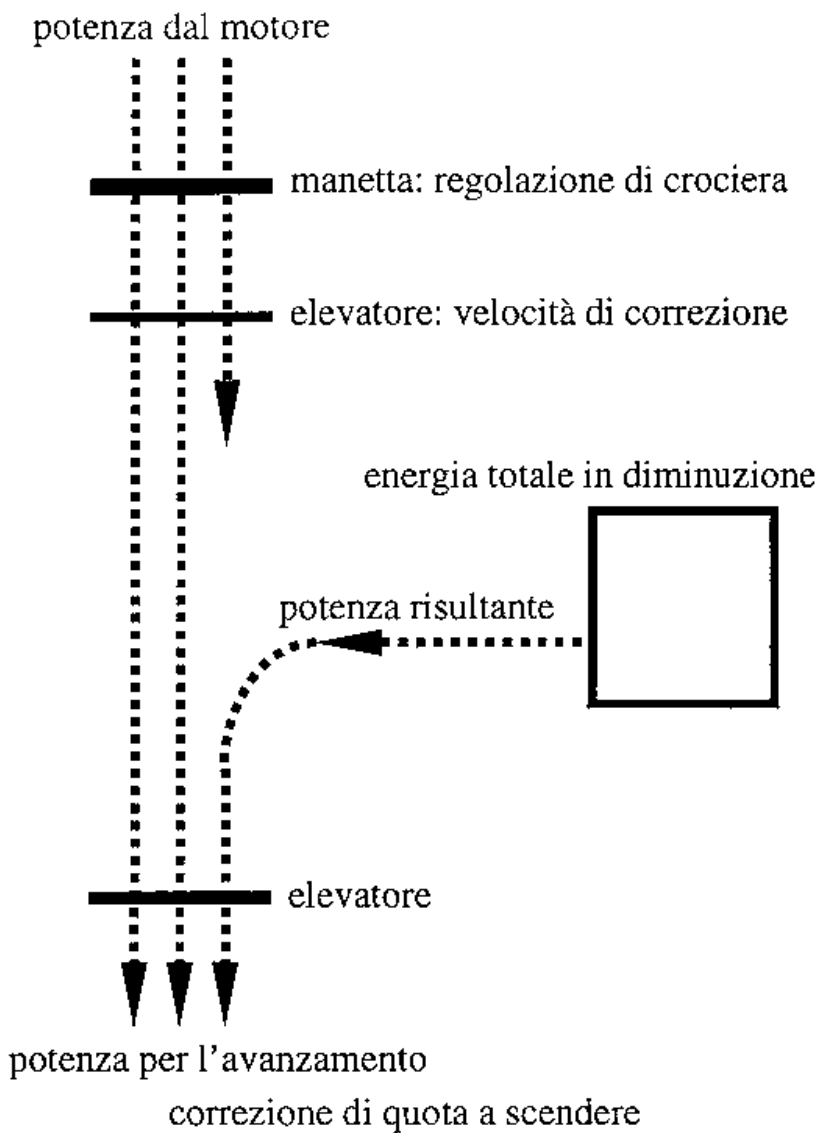


fine correzione quota









## Salita

La salita viene fatta normalmente a velocità costante. Il valore da tenere è quello che fornisce il massimo variometro a salire. Sempre per rendere massimo il variometro a salire il motore viene regolato al massimo consentito (la manetta non è necessariamente tutta avanti). Il conseguente valore del rateo di salita ha importanza solo come aiuto al mantenimento della velocità (gli scostamenti di variometro si notano sempre prima degli scostamenti di anemometro).

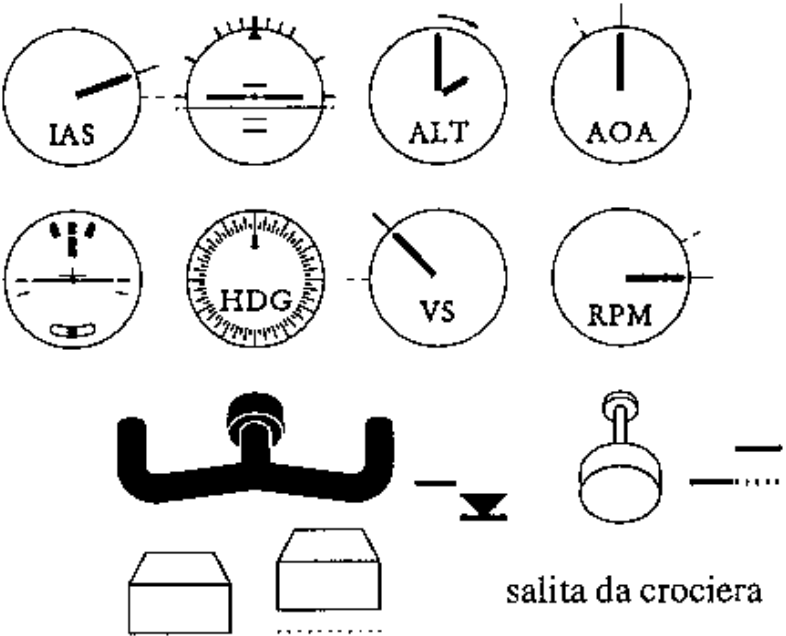
**PIA:** pallina al centro, inclinazione come richiesta, assetto od incidenza necessari a tenere la velocità di salita.

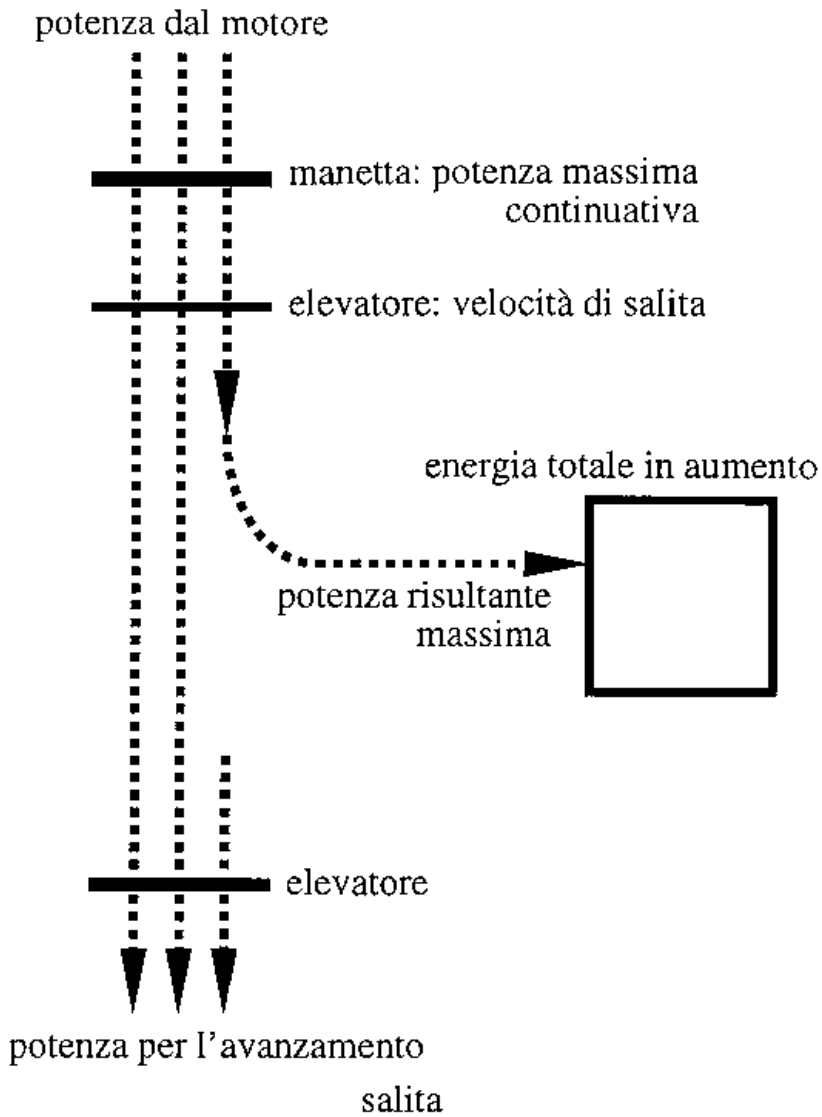
**Inizio della salita.** Tira l'elevatore per impostare l'incidenza o l'assetto di salita (qualche grado sopra l'orizzonte): il variometro e lo scivolamento si alzano mentre inizia a diminuire la velocità e ad aumentare lo sforzo a tirare per mantenere l'incidenza o l'assetto di salita. Questi effetti sono momentanei: in breve tempo l'assetto, il variometro e lo scivolamento si riabbasserebbero se successivamente tu non dessi motore come, infatti, devi fare.

**Mantenimento della salita.** Dopo aver dato motore cerca e mantieni l'incidenza o l'assetto che ti tiene costante la velocità al valore necessario, eventualmente trimmando il velivolo. La riduzione di velocità e l'aumento del motore spingono entrambi la pallina a destra che mantieni al centro con una posizione più avanzata del piede destro (più la pallina rimane spostata dal centro più si abbassa lo scivolamento e più si sposta a sinistra la prua). L'assetto di salita è maggiore come valore assoluto di quello di discesa a causa dell'aumento dell'angolo d'incidenza dovuto alla riduzione di velocità.

**Livellamento.** Esso comporta le stesse manovre compiute all'inizio della salita eseguite nello stesso ordine ma nel senso opposto. Sposta in avanti l'elevatore (diminuendo lo sforzo a tirarlo se il velivolo era rimasto trimmato per la crociera o spingendolo se era stato trimmato per la salita) al fine di diminuire l'incidenza (quasi al valore di crociera) od abbassare l'assetto (quasi al valore zero) in modo da mettere a zero il variometro. Mentre mantieni a zero il variometro o meglio mantieni la quota, la velocità inizia ad aumentare e lo sforzo

necessario a mantenere il volo livellato si sposta comunque a spingere visto che l'accelerazione forza assetto, variometro e scivolamento ad alzarsi. Quando la velocità arriva al valore di crociera o quasi, toglie motore (se la riduzione viene ritardata possono venir superati i giri massimi anche se per pochi secondi, se viene anticipata l'accelerazione sarà più lenta). Arretra inoltre lentamente il piede destro perché la pallina ora non viene più tirata verso destra. Se necessario, trimma poi nuovamente il velivolo per la crociera.





## Discesa

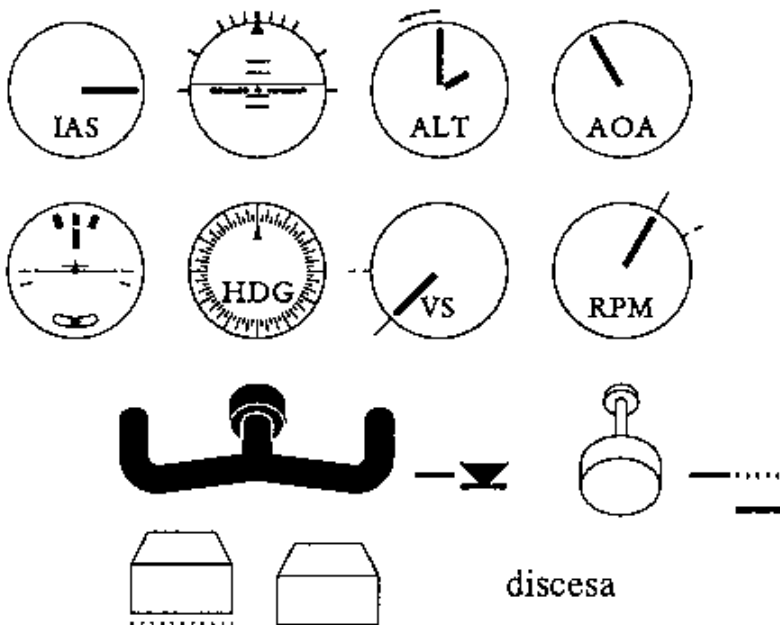
La discesa viene effettuata normalmente a velocità costante; il valore da tenere è di solito quello di crociera. Viene usata inoltre una particolare regolazione dei giri del motore (di solito quella evidenziata dall'inizio dell'arco verde sull'indicatore di giri). Il conseguente valore del rateo di discesa ha importanza solo come aiuto al mantenimento della velocità (gli scostamenti di variometro si notano sempre prima degli scostamenti di anemometro).

**PIA:** pallina al centro, inclinazione quella richiesta, assetto di discesa o incidenza di crociera.

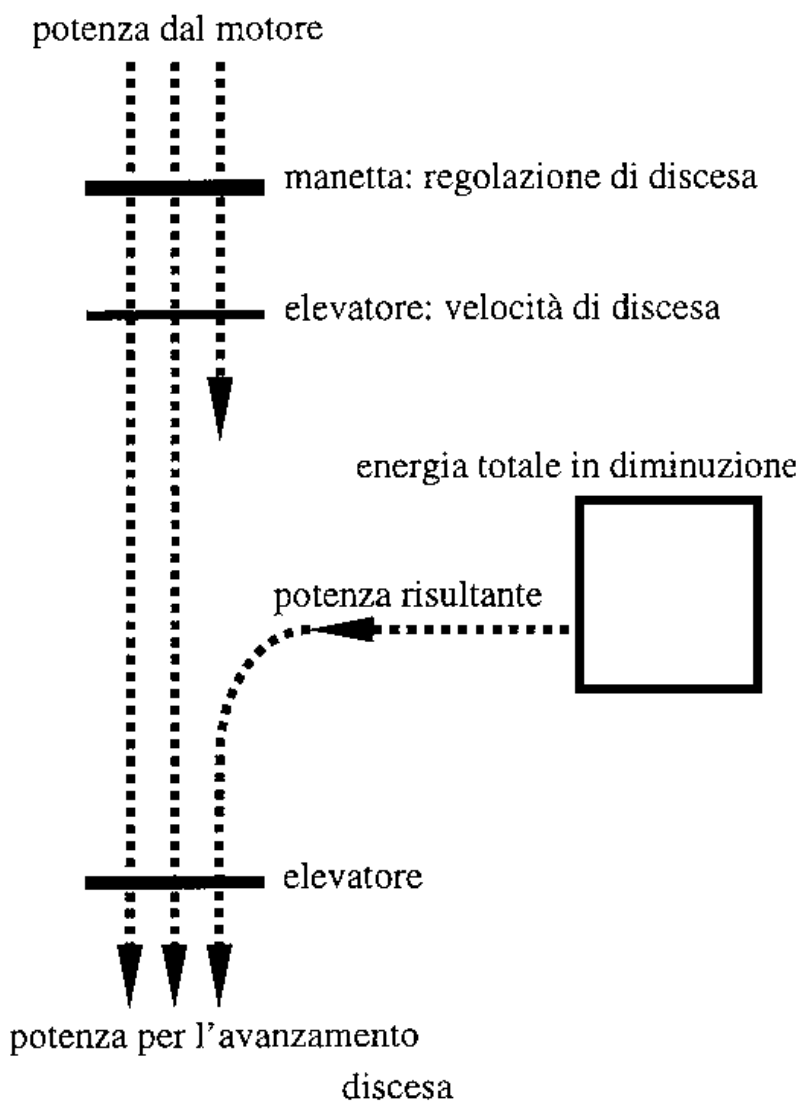
**Inizio della discesa.** Riduci motore: l'assetto, il variometro e lo scivolamento si abbassano. Ciò fa diminuire leggermente l'angolo d'incidenza e quindi la velocità tende ad aumentare cosa che previeni tirando leggermente l'elevatore (l'angolo d'incidenza, cioè la velocità, deve rimanere costante). Il motore viene normalmente ridotto al limite inferiore dell'arco verde (oltre si raffredderebbe troppo).

**Mantenimento.** Cerca e mantieni quell'assetto (qualche grado sotto l'orizzonte) o l'incidenza (uguale a quella di crociera) che ti tiene costante la velocità eventualmente trimmando il velivolo. A causa dell'effetto secondario del motore sull'elevatore devi tenere leggermente tirato quest'ultimo (eventualmente puoi annullare lo sforzo con il trim). La riduzione del motore inoltre spinge la pallina a sinistra che devi quindi mantenere al centro con una posizione più avanzata del piede sinistro. L'assetto di discesa è minore come valore assoluto di quello di salita a causa dell'assenza dell'aumento dell'angolo d'incidenza dovuto, nella salita, alla riduzione di velocità.

**Livellamento.** Esso comporta le stesse manovre compiute all'inizio della discesa eseguite nello stesso ordine ma nel senso opposto. Ripristina la regolazione precedente del motore: l'assetto, il variometro e lo scivolamento si alzano. La velocità tende a diminuire: dovrai prevenire quest'effetto rilasciando l'elevatore, se non avevi trimmato il velivolo per la discesa, o spingendolo leggermente in avanti, se l'avevi fatto (devi poi trimmarlo nuovamente per la crociera in questo caso). Devi inoltre arretrare lentamente il piede sinistro perché la pallina ora non viene più tirata verso sinistra.







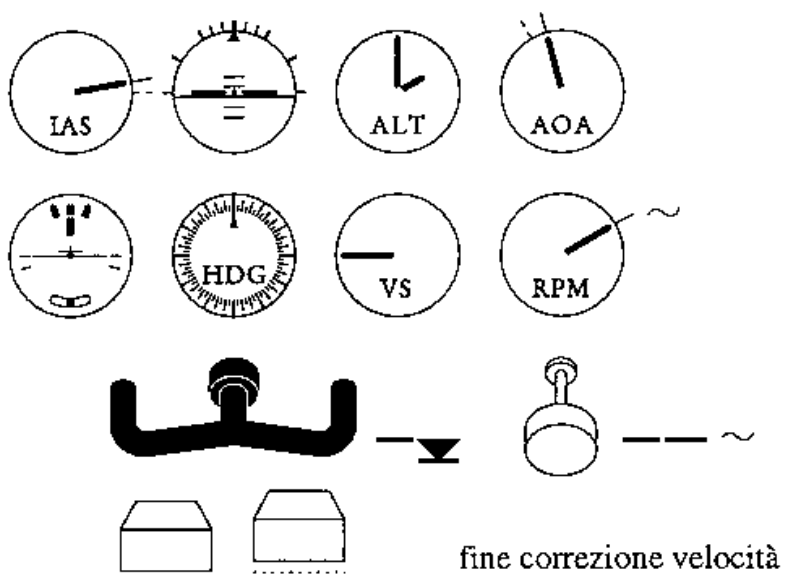
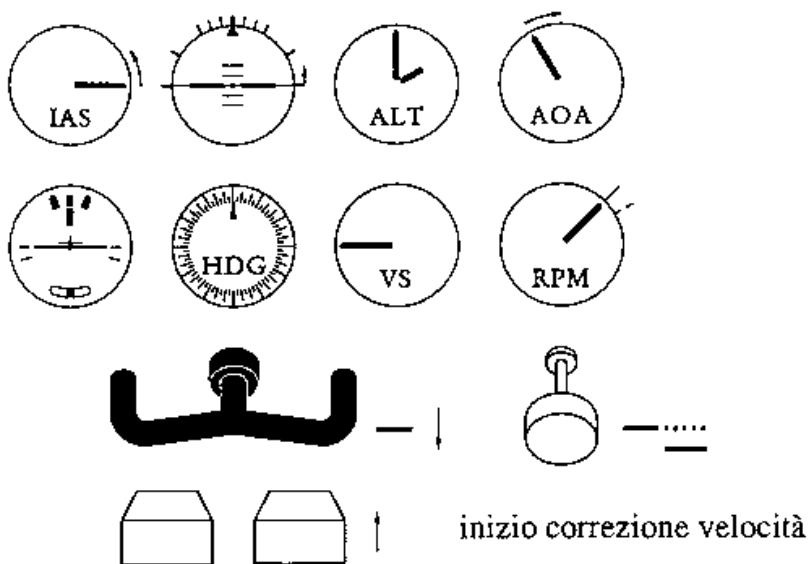
## Variazione di velocità a scivolamento costante

**Bilancio energetico.** Variazioni di velocità provocano scambi di energia fra quella cinetica e quella potenziale per cui le variazioni di quest'ultima spostano lo scivolamento. Per mantenerlo costante devi agire sulla manetta. Quando la velocità si stabilizza nuovamente, in prima approssimazione lo scivolamento ritorna al valore precedente per cui la manetta può tornare nella posizione iniziale. Le variazioni di velocità però possono provocare delle variazioni definitive della forza longitudinale per cui la posizione finale della manetta può essere diversa.

**Diminuzione di velocità a scivolamento costante.** Se tiri l'elevatore per rallentare, devi impedire allo scivolamento di alzarsi riducendo motore. In pratica riduci motore e mentre il velivolo rallenta mantieni lo scivolamento con l'elevatore. L'angolo d'incidenza aumenta, l'assetto si alza e lo sforzo esercitato a tirare aumenta o quello a spingere diminuisce. Mantieni la pallina al centro ricordando che la riduzione di motore la sposta a sinistra mentre lo spostamento all'indietro dell'elevatore la sposta a destra. Raggiunta la velocità richiesta rida' motore e continua a mantenere questa con la manetta e lo scivolamento con l'elevatore. La regolazione del motore in prima approssimazione è uguale a quella precedente ma se la variazione di velocità ha prodotto una variazione del flusso verticale (e te n'accorgi dal fatto che ripristinata la regolazione precedente del motore lo scivolamento non rimane costante), devi regolare il motore come richiesto ad un valore leggermente diverso. La decelerazione dipende dall'entità della riduzione del motore ma se vuoi aumentarla oltre a quella ottenibile dal motore al minimo, devi alzare momentaneamente lo scivolamento tirando ulteriormente l'elevatore.

**Aumento di velocità a scivolamento costante.** Se spingi l'elevatore per accelerare, devi impedire allo scivolamento di abbassarsi dando motore. In pratica da' motore e mentre il velivolo accelera mantieni lo scivolamento con l'elevatore. L'angolo d'incidenza diminuisce, l'assetto si abbassa e lo sforzo esercitato a spingere aumenta o quello a tirare diminuisce. Mantieni la pallina al centro ricordando che l'aumento del motore la sposta a destra mentre lo spostamento in

avanti dell'elevatore la sposta a sinistra. Raggiunta la velocità richiesta togli motore e continua a mantenere questa con la manetta e lo scivolamento con l'elevatore. La regolazione del motore in prima approssimazione è uguale a quella precedente ma se la variazione di velocità ha prodotto una variazione del flusso verticale (e te n'accorgi dal fatto che ripristinata la regolazione precedente del motore lo scivolamento non rimane costante), devi regolare il motore come richiesto ad un valore leggermente diverso. L'accelerazione dipende dall'entità dell'aumento del motore ma se vuoi aumentarla oltre a quella ottenibile dal motore al massimo, devi abbassare momentaneamente lo scivolamento spingendo ulteriormente l'elevatore.



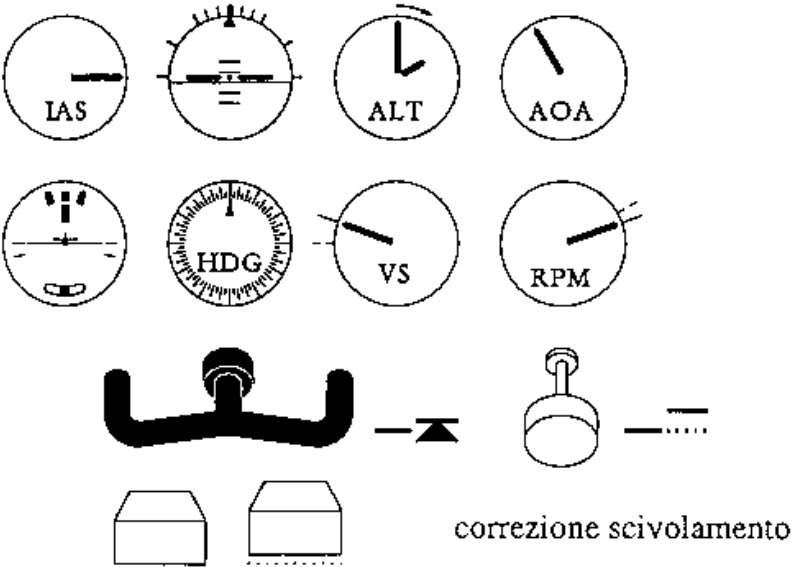
## Variazione di scivolamento a velocità costante

**Bilancio energetico.** Se la velocità viene tenuta costante, il flusso per l'avanzamento rimane costante e varia solamente quello fornito dal motore cioè la potenza disponibile. Detto in altro modo: le variazioni della potenza disponibile provocano delle variazioni di flusso risultante cioè di scivolamento. Ti ricordo che mantenere costante la velocità non significa tenere fermo l'elevatore o costante lo sforzo da esercitare su di esso, né a potenza costante né tanto meno al suo variare.

**Abbassamento dello scivolamento a velocità costante.** Per abbassare lo scivolamento devi ridurre motore ed iniziare a contrastare la variazione di velocità spostando all'indietro l'elevatore. Mentre lo scivolamento e l'assetto si abbassano, infatti, devi continuare a mantenere la velocità con l'elevatore poiché la riduzione del motore fa diminuire l'angolo d'incidenza. Lo sforzo sull'elevatore deve aumentare a tirare o diminuire a spingere. La pallina tende a spostarsi a sinistra e devi mantenerla al centro con una posizione più avanzata del piede sinistro o meno avanzata di quello destro. Raggiunto lo scivolamento necessario continua a mantenerlo con il motore. L'abbassamento dello scivolamento dipende dall'entità della riduzione del motore ma non è detto che tu trovi subito la regolazione giusta; devi cercarla per tentativi verificando il mantenimento dello scivolamento. Il rateo con cui lo scivolamento si abbassa dipende dall'entità della riduzione del motore al di sotto della regolazione richiesta dal nuovo scivolamento ma se vuoi aumentarlo oltre a quello ottenibile dal motore al minimo, devi momentaneamente abbassare ulteriormente lo scivolamento accelerando, cioè spingendo l'elevatore.

**Innalzamento dello scivolamento a velocità costante.** Per alzare lo scivolamento devi dare motore ed iniziare a contrastare la variazione di velocità spostando in avanti l'elevatore. Mentre lo scivolamento e l'assetto si alzano, infatti, devi continuare a mantenere la velocità con l'elevatore poiché l'aumento del motore fa aumentare l'angolo d'incidenza. Lo sforzo sull'elevatore deve diminuire a spingere od aumentare a tirare. La pallina tende a spostarsi a destra e devi

mantenerla al centro con una posizione piú avanzata del piede destro o meno avanzata di quello sinistro. Raggiunto lo scivolamento necessario continua a mantenerlo con il motore. L'innalzamento dello scivolamento dipende dall'entità dell'aumento del motore ma non è detto che tu trovi subito la regolazione giusta; devi cercarla per tentativi verificando il mantenimento dello scivolamento. Il rateo con cui lo scivolamento si alza dipende dall'entità dell'aumento del motore al di sopra della regolazione richiesta dal nuovo scivolamento ma se vuoi aumentarlo oltre a quello ottenibile dal motore al massimo, devi momentaneamente alzare ulteriormente lo scivolamento rallentando, cioè tirando l'elevatore.



## **MANOVRE LATERALI**

### **Considerazioni preliminari**

Le manovre laterali si differenziano per l'inclinazione che viene mantenuta. I casi possibili sono tre:

- 1) l'inclinazione è nulla: il velivolo è in volo dritto con una prua qualunque.
- 2) l'inclinazione è di cinque gradi: il velivolo sta effettuando una correzione di prua per mantenere la prua stessa.
- 3) l'inclinazione è superiore ai cinque gradi: il velivolo sta effettuando una virata cioè sta mantenendo un'inclinazione per raggiungere una determinata prua.

Le manovre laterali sono due: volo rettilineo e virata. Il volo rettilineo consiste nel mantenere costante la prua: se il velivolo ce l'ha, mantieni l'inclinazione nulla (primo caso); se non ce l'ha, va' a prenderla con una correzione di prua (secondo caso). La virata consiste semplicemente nello spostare la prua da un valore ad un altro (terzo caso).

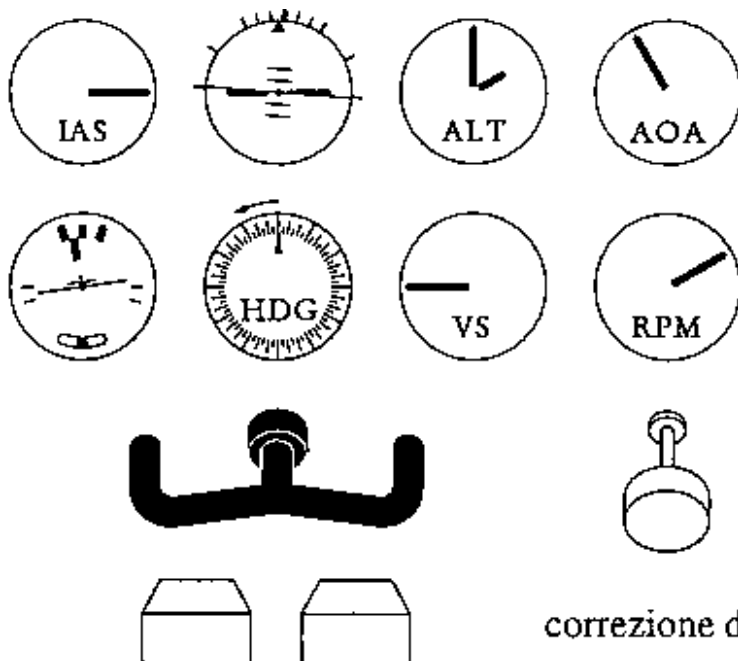
In entrambe le manovre la pallina deve essere mantenuta al centro.

## Volo rettilineo

Volo rettilineo significa mantenere costante la prua. Per farlo mantieni le ali livellate (inclinazione zero). Se perdi la prua per un qualunque motivo, inizia la correzione per andare a riprenderla; una volta raggiuntala, raddrizza le ali e ricomincia a mantenerle livellate.

**PIA:** pallina al centro (con la velocità ed il motore ai valori di crociera, dovrebbe rimanervi da sola), inclinazione zero (ali livellate), assetto come richiesto.

**Correzione di prua.** Metti con l'alettone l'inclinazione al valore di cinque gradi verso il lato su cui si trova la prua da riprendere in modo da ottenere una piccola virata verso quello stesso lato. Contemporaneamente verifica che la pallina sia al centro e che il viometro indichi la virata. Se l'inclinazione viene mantenuta entro i cinque gradi, non ci sono praticamente variazioni né di parametri verticali (angolo d'incidenza, assetto, sforzo sull'elevatore, posizione dello stesso, scivolamento, variometro, velocità) né laterali (sbandamento, sforzo sulla pedaliera, posizione della stessa).





## Virata generica

La virata si divide in tre fasi: entrata, mantenimento, uscita.

**Entrata.** Mentre mantieni costante la posizione dell'elevatore, ruota il velivolo sull'asse di rollio con l'alettone fino a raggiungere l'inclinazione necessaria dando piede contemporaneamente e coordinatamente dalla parte della virata per mantenere la pallina al centro. A quel punto centralizza i comandi laterali e cerca con l'elevatore l'incidenza o l'assetto che ti mantenga il parametro verticale necessario: incidenza, velocità o scivolamento. Tenere costante la posizione dell'elevatore facilita l'entrata ma con l'esperienza puoi iniziare a muovere l'elevatore già all'inizio dell'entrata per averlo nella posizione finale nel momento in cui l'entrata stessa si conclude.

**Mantenimento.** PIA: pallina al centro, inclinazione ed incidenza o assetto ai valori necessari. Controllali nell'ordine. Una manovra di piede, infatti, sposta, oltre alla pallina, l'inclinazione e l'assetto: se dai piede all'interno della virata, il muso si sposta verso l'interno e verso il basso per cui la pallina si sposta verso l'esterno, l'inclinazione aumenta e l'assetto si abbassa; se dai piede all'esterno della virata, il muso si sposta verso l'esterno e verso l'alto per cui la pallina si sposta verso l'interno, l'inclinazione diminuisce e l'assetto si alza. Una manovra di alettone, oltre all'inclinazione, sposta la pallina e l'assetto: se dai alettone all'interno della virata, l'inclinazione aumenta, il muso si sposta verso l'esterno e verso l'alto per cui la pallina si sposta verso l'interno e l'assetto si alza; se dai alettone all'esterno della virata, l'inclinazione diminuisce, il muso si sposta verso l'interno e verso il basso per cui la pallina si sposta verso l'esterno e l'assetto si abbassa. Lo spostamento dell'assetto dovuto alla manovra d'alettone è comunque mediamente inferiore a quello dovuto alla manovra di piede (oltre che di segno opposto). Una manovra d'elevatore invece provoca solo variazioni d'incidenza e d'assetto (sono le successive variazioni di velocità che coinvolgono pallina ed inclinazione). Queste considerazioni ti spiegano perché l'inclinazione va fissata solo dopo aver fermato la pallina e perché l'assetto va fissato solo dopo aver fermato sia la pallina sia l'inclinazione. In prima approssimazione infine, quando tieni fermo l'elevatore, almeno inizialmente

l'incidenza rimane costante.

**Uscita.** Le manovre da eseguire sono identiche a quelle dell'entrata, effettuate nello stesso ordine ma nel senso opposto: mentre mantieni costante la posizione dell'elevatore, ruota il velivolo sull'asse di rollio con l'alettone fino a livellare le ali (inclinazione zero) dando piede contemporaneamente e coordinatamente dalla parte opposta della virata per mantenere la pallina al centro. A quel punto centralizza i comandi laterali e cerca con l'elevatore l'incidenza o l'assetto che ti mantenga il parametro verticale necessario: incidenza, velocità o scivolamento. Anche ora tenere costante la posizione dell'elevatore facilita l'entrata ma con l'esperienza puoi iniziare a muovere l'elevatore già all'inizio dell'uscita per averlo nella posizione finale nel momento in cui l'uscita stessa si conclude.

**Considerazioni sulla virata.** È importante ricordare che:

- durante la virata la portanza deve aumentare: la sua componente verticale, infatti, deve rimanere costante cioè uguale al peso oppure la portanza deve rimanere uguale al peso apparente che durante la virata appunto aumenta.
- l'inclinazione tende ad aumentare perché l'ala interna è più lenta di quella esterna e la sua minor portanza tende ad abbassarla (tieni un po' di alettone esterno per impedire all'inclinazione di aumentare).
- la pallina tende a spostarsi all'interno perché l'ala esterna è più veloce di quella interna e la sua maggior resistenza tende ad imbardare il velivolo all'esterno (tieni un po' di piede interno per impedire alla pallina di spostarsi all'interno).
- la virata a sinistra richiede meno piede per l'aiuto dell'effetto dell'elica che sposta la pallina a destra.

**Spirale.** Se entri in virata e non ti preoccupi di mantenere i parametri (PIA), potresti entrare in spirale. Infatti:

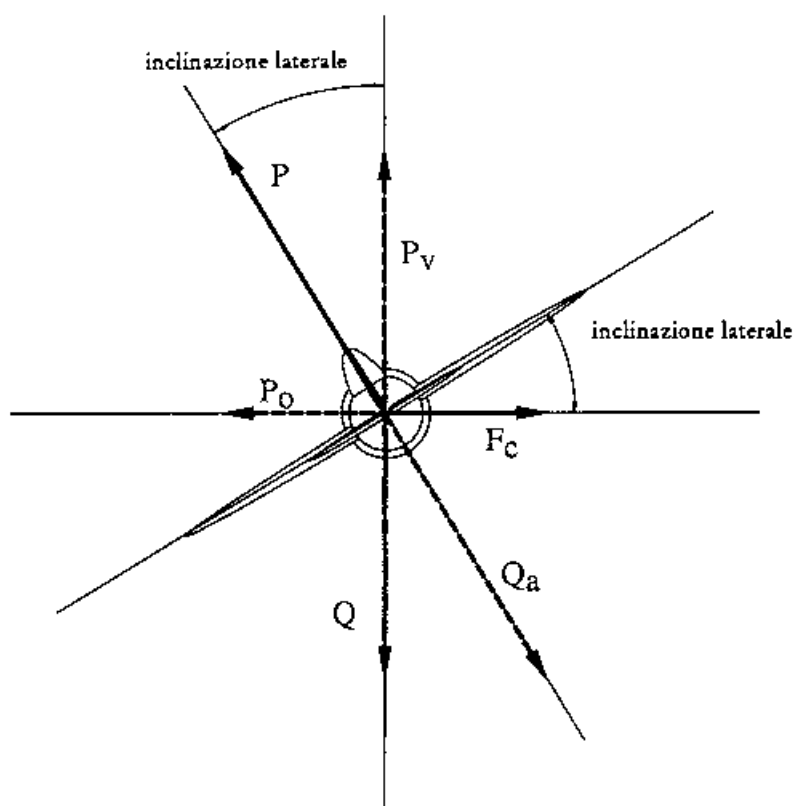
- se non arretri l'elevatore, la portanza non aumenta, la sua componente verticale diminuisce, lo scivolamento si abbassa, lo spostamento in avanti della componente del peso accelera il velivolo e continua ad accelerarlo.
- se non dai un po' d'alettone esterno, l'ala interna si abbassa e continua ad abbassarsi.

L'abbassamento dello scivolamento, l'aumento della velocità e l'aumento dell'inclinazione laterale tendono ad aumentare fino a portare il velivolo a superare la  $V_{ne}$ . Appena ti accorgi di essere entrato in una spirale, togli motore e livella dolcemente le ali senza toccare l'elevatore e la pedaliera (avrà senz'altro superato la velocità di manovra).

**Variazione delle forze verticali in entrata ed uscita.** Entrando in virata con l'elevatore fermo, la diminuzione della componente verticale della portanza spinge il velivolo verso il basso: l'assetto, lo scivolamento ed il variometro si abbassano e la velocità inizia ad aumentare; uscendo dalla virata, sempre con l'elevatore fermo, l'aumento della componente verticale della portanza spinge il velivolo verso l'alto: l'assetto, lo scivolamento ed il variometro si alzano e la velocità inizia a diminuire. L'entità di queste variazioni è ovviamente proporzionale all'inclinazione della virata.

**Virata a prua determinata.** L'anticipo in gradi dell'uscita è pari ad un terzo dell'inclinazione. Durante l'uscita però preoccupati soltanto di terminare con le ali livellate senza guardare più la prua; conclusa l'uscita la prima cosa da regolare è l'assetto o l'incidenza per il parametro verticale necessario, solo successivamente ti occuperai della prua.

**Virata normale.** È un caso particolare di virata in cui la prua varia di tre gradi al secondo (un minuto per  $180^\circ$  e due minuti per  $360^\circ$ ). L'inclinazione della stessa dipende dalla velocità vera all'aria del velivolo secondo la formula:  $i = \arctg Vw/g$ ;  $w$  = velocità angolare,  $g$  = accelerazione di gravità. ( $10^\circ = 64\text{kts}$ ,  $15^\circ = 98\text{kts}$ ,  $20^\circ = 132\text{kts}$ ).

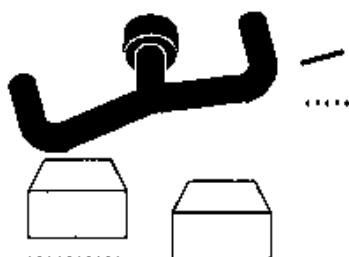
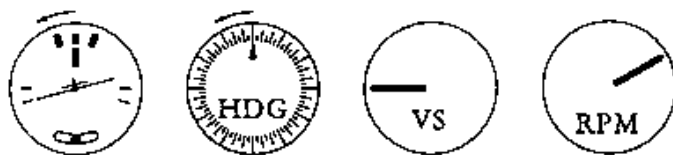
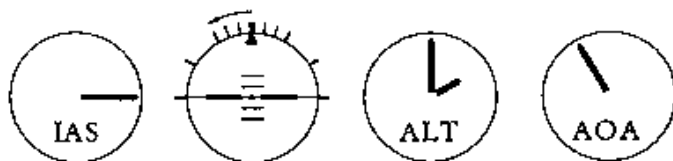


$$P = Q_a = Q \cos i$$

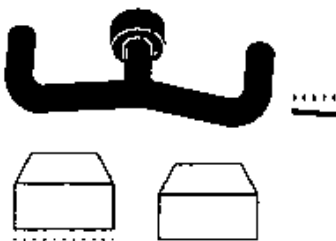
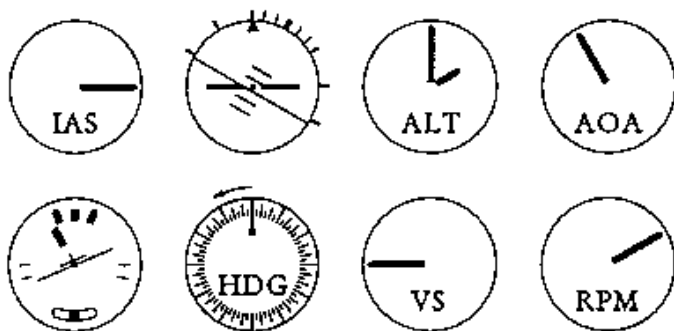
$$G = Q_a / Q = 1 / \cos i$$

P portanza  
 P<sub>v</sub> componente verticale  
 P<sub>o</sub> componente orizzontale  
 Q peso reale  
 Q<sub>a</sub> peso apparente  
 i inclinazione laterale  
 F<sub>c</sub> forza centrifuga

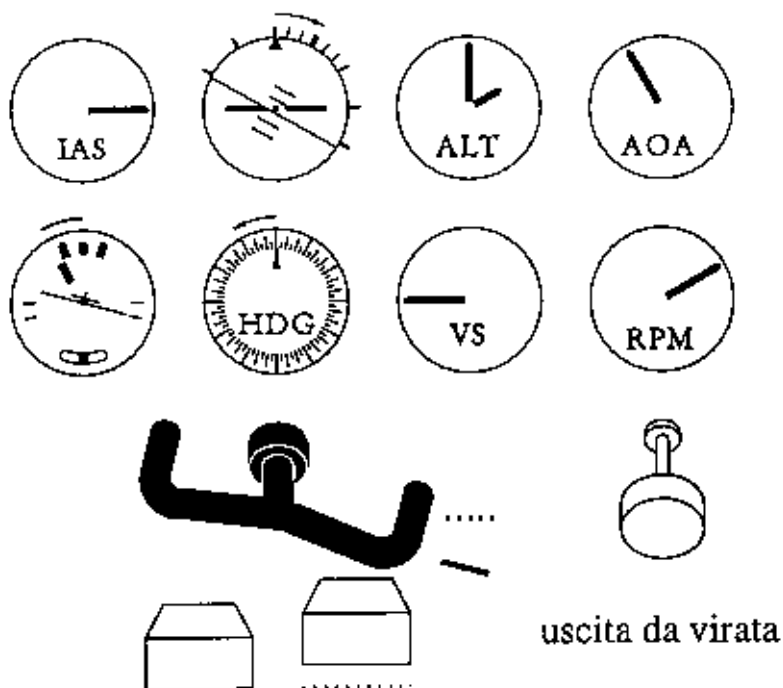
i = 0°	G = 1	
i = 5°	G = 1.004	.4%
i = 10°	G = 1.02	2%
i = 15°	G = 1.04	4%
i = 20°	G = 1.06	6%
i = 30°	G = 1.15	15%
i = 45°	G = 1.41	41%
i = 60°	G = 2	100%



entrata in virata



mantenimento virata



## Tipi di virata

La virata è una manovra soltanto laterale per cui prescinde dalle manovre verticali che contemporaneamente vengono effettuate. Secondo il parametro verticale usato però, possiamo definire vari tipi di virata. I parametri possibili sono tre: incidenza, velocità e scivolamento. A motore costante, puoi usare un parametro soltanto alla volta; variando il motore, puoi combinare l'uno o l'altro dei primi due con il terzo.

**Incidenza costante.** L'elevatore resta fermo. L'aumento del peso apparente fa abbassare lo scivolamento; la cosa a sua volta sposta in avanti il peso apparente e la forza longitudinale; il velivolo per questo motivo accelera e quando la velocità si stabilizza ad un valore maggiore, la portanza e la resistenza sono maggiori mentre lo scivolamento e l'assetto sono più bassi. Se l'angolo d'incidenza rimane costante al valore che dà la massima efficienza, questo tipo di virata è utile quando devi virare con il motore piantato fintanto che ti serve scendere con il minor scivolamento.

**Velocità costante.** L'elevatore viene leggermente arretrato per mantenere praticamente costante l'assetto. L'aumento del peso apparente fa abbassare lo scivolamento; la cosa a sua volta sposta in avanti il peso apparente e la forza longitudinale; l'arretramento dell'elevatore però, cioè l'aumento dell'angolo d'incidenza, fa aumentare la resistenza per cui il velivolo non accelera. L'assetto da mantenere in pratica è costante (e le variazioni d'elevatore devono essere finalizzate a questo scopo) perché l'aumento dell'angolo d'incidenza è circa uguale all'abbassamento dello scivolamento. Questo tipo di virata viene comunemente usato in salita ed in discesa.

**Scivolamento costante.** L'elevatore viene leggermente arretrato per mantenere costante lo scivolamento. Visto che lo scivolamento non si abbassa, la forza longitudinale e la resistenza restano costanti. La portanza però deve comunque aumentare in virata per cui il rapporto fra portanza e resistenza, cioè l'efficienza, deve aumentare. Ciò è possibile solo in volo veloce dove ad una diminuzione di velocità corrisponde un aumento d'efficienza. Questo tipo di virata viene comunemente usato in volo livellato.

**Incidenza e scivolamento costanti.** L'elevatore resta praticamente fermo per mantenere costante l'angolo d'incidenza mentre la manetta viene avanzata per non lasciare abbassare lo scivolamento. La velocità aumenta per contrastare, con l'aumento conseguente della resistenza, l'aumento della trazione. L'incidenza e lo scivolamento costanti mantengono costante l'assetto.

**Velocità e scivolamento costanti.** L'elevatore viene leggermente arretrato per mantenere costante lo scivolamento e la manetta avanzata per mantenere costante la velocità. L'arretramento dell'elevatore, cioè l'aumento dell'angolo d'incidenza, fornisce sí, infatti, l'aumento della portanza necessario a contrastare l'aumento del peso apparente ma contemporaneamente fa anche aumentare la resistenza che deve essere contrastata da un aumento di trazione. Il maggior angolo d'incidenza e lo scivolamento costante significano un assetto piú alto.



## RIASSUNTO MANOVRE FONDAMENTALI

### Volo orizzontale

- Elevatore* quota da mantenere
- tieni l'assetto o l'incidenza necessari a mantenere il variometro a zero e constata la velocità.
  - variabili leggermente per effettuare le correzioni di quota e verifica lo scostamento della velocità e del variometro.
- Manetta* potenza di crociera

### Salita

- Elevatore* velocità di salita
- per entrare metti l'assetto o l'incidenza necessari a mantenere la velocità di salita, da' motore ed aspetta che la velocità si stabilizzi.
  - varia leggermente l'assetto o l'incidenza per effettuare le correzioni di velocità.
  - per livellare metti l'assetto o l'incidenza necessari a mantenere il variometro a zero, aspetta che la velocità ritorni a quella di crociera e riduci motore.
- Manetta* potenza massima continuativa

### Discesa

- Elevatore* velocità di discesa (uguale a quella di crociera)
- per entrare riduci motore, mantieni l'incidenza ed aspetta che l'assetto si abbassi.
  - cerca l'assetto o l'incidenza necessari a mantenere la velocità di discesa.
  - varia leggermente l'assetto o l'incidenza per effettuare le correzioni di velocità.
  - per livellare da' motore, mantieni l'incidenza ed aspetta che l'assetto si alzi.
- Manetta* potenza minima usabile in volo

## **Volo rettilineo**

- Alettone*    prua
- quando hai la prua da tenere, tieni le ali livellate.
  - quando non hai la prua da tenere, mantieni un'inclinazione di cinque gradi fino al suo ripristino.
- Piede*        pallina al centro

## **Virata**

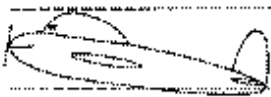
- Alettone*    rateo di rollio richiesto
- per entrare da' alettone dallo stesso lato della virata.
  - quando raggiungi l'inclinazione richiesta, centralizza il comando ed inizia a mantenerla.
  - per uscire da' alettone dal lato opposto alla virata.
  - quando ottieni le ali livellate, centralizza il comando.
- Piede*        pallina al centro

## **MANOVRE AVANZATE**

## Volo lentissimo

**Volo lentissimo.** Nel volo lento l'innalzamento della traiettoria non è ottenibile con l'elevatore ma solo con il motore. Al di sotto di una certa velocità (sempre inferiore a quella di massima efficienza di circa un quarto) la potenza necessaria a mantenere una certa traiettoria cessa di diminuire al diminuire della velocità ed inizia ad aumentare. In volo lentissimo, cioè al di sotto di questa velocità, diminuire la velocità significa aumentare la potenza necessaria a mantenere un determinato scivolamento. Inoltre, minore è la velocità e maggiore è l'aumento di potenza necessario per ogni diminuzione di velocità. Può succedere in determinate circostanze che lo scivolamento richiesto non sia più mantenibile perché la potenza richiesta dal velivolo diventa superiore a quella fornibile dal motore. In altre parole la cosiddetta velocità minima di sostentamento può essere superiore alla velocità di stallo.

**Instabilità vicino allo stallo dovuta al motore.** In volo lentissimo può succedere, quando l'angolo d'incidenza si avvicina a quello di stallo, che il flusso dell'elica non colpisca più il piano di coda orizzontale ma passi al di sopra di esso. La sua deportanza diminuisce (diminuzione della velocità locale) per cui la coda si alza rispetto al vento relativo: l'angolo d'incidenza e la portanza diminuiscono e la traiettoria si abbassa. In pratica è come se avessi spinto l'elevatore. Essendo il flusso d'aria instabile agli angoli d'incidenza vicini a quello di stallo, questo abbassamento della traiettoria può avvenire senza preavviso; più sei vicino all'angolo di stallo e più devi stare pronto con la manetta per contrastare l'eventuale abbassamento dello scivolamento.



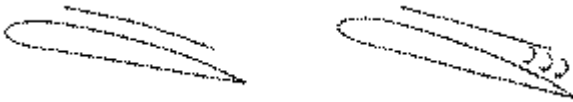
elevatore nel flusso dell'aria



elevatore fuori dal flusso dell'elica

## Stallo

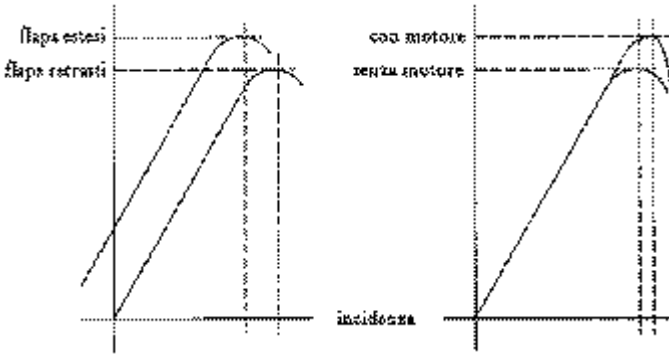
**Concetto di stallo.** Quando l'angolo d'incidenza raggiunge il valore di stallo, il coefficiente di portanza raggiunge il suo massimo; aumentandolo ulteriormente il coefficiente di resistenza continua ad aumentare mentre quello di portanza diminuisce bruscamente e soprattutto in maniera instabile. Il motivo per cui ciò accade è il distacco, che avviene in maniera turbolenta, dei filetti fluidi dal dorso dell'ala i quali dovendosi attardare per riempire i vuoti che essi stessi creano diminuiscono la loro velocità e la depressione che genera la portanza. Lo stallo si può definire la condizione di volo in cui l'angolo d'incidenza ha un valore uguale o superiore a quello di stallo.



**Condizione di stallo.** Essa può essere raggiunta solamente aumentando l'angolo d'incidenza del velivolo cioè tirando l'elevatore fino alla posizione corrispondente. In altre parole è soltanto la posizione dell'elevatore che determina lo stallo del velivolo e non la velocità, l'assetto, l'inclinazione, il variometro od il motore.

**Variabilità dell'angolo di stallo.** La posizione dell'elevatore all'angolo di stallo e l'angolo di stallo stesso non sono fissi perché dipendono da due variabili: la posizione dei flaps e la regolazione del motore. Se i flaps sono estesi, l'angolo d'incidenza di stallo è minore e l'elevatore più avanzato. Se il motore non è al minimo, il flusso dell'elica ritarda il distacco dei filetti fluidi sulla parte del dorso dell'ala interessata dal flusso stesso: lo stallo richiede un angolo d'incidenza maggiore e una posizione dell'elevatore più arretrata che,

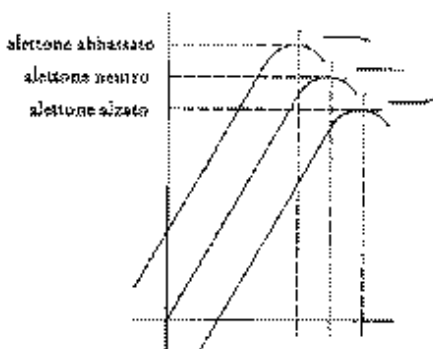
sopra una certa potenza del motore, può non essere ottenibile. In ogni caso al momento dello stallo lo stesso avviene più bruscamente.



**Instabilità allo stallo.** Quando il velivolo stalla, essendo il flusso dell'aria instabile, non è detto che entrambe le semiali perdano portanza nello stesso momento o nello stesso modo per cui il velivolo può iniziare un rollio. Anche quando, nello stallo, tieni o dai motore, il velivolo può iniziare un rollio: il soffio dell'elica, infatti, essendo elicoidale, può ruotarlo in senso orario (elica destrorsa). In quest'ultimo caso tieni presente che l'entrata in stallo è più brusca dato che la velocità dei filetti fluidi sul dorso dell'ala è maggiore a causa appunto del soffio dell'elica.

**Ali livellate allo stallo.** Se l'angolo d'incidenza raggiunge un valore vicino a quello di stallo, viene attivato un avvisatore. Quando devi mantenere le ali livellate in questa condizione di prossimità allo stallo, ti conviene usare la pedaliera invece dell'alettone per non rischiare di entrare in vite. Infatti, se lo stallo non ha ancora raggiunto gli alettoni (normalmente si propaga dalla radice delle semiali alla loro estremità), gli alettoni funzionano come dovrebbero. Se invece li ha raggiunti, l'aumento dell'angolo d'incidenza dovuto all'abbassamento dell'alettone della semiala che si deve alzare fa diminuire il coefficiente di portanza invece di aumentarlo. Il suddetto alettone in

sostanza può essere considerato un flap: l'angolo d'incidenza di stallo della semiala diminuisce fino al valore presente in quel momento. L'aumento del coefficiente di resistenza inoltre fa rallentare la semiala, diminuendone ulteriormente la portanza ed in definitiva facendola scendere (effetto secondario della pedaliera). L'innalzamento dell'alettone della semiala che si deve abbassare invece fa aumentare il suo angolo d'incidenza di stallo che si allontana da quello presente in quel momento e conferma l'assenza dello stallo stesso. Lo stallo di una semiala soltanto fa ruotare il velivolo sull'asse di rollio nella direzione opposta al comando che hai dato. L'uso della pedaliera invece provoca le necessarie variazioni di portanza delle due semiali tramite variazioni di velocità e non d'incidenza. In definitiva per non correre il rischio che il tentativo di alzare una semiala con l'alettone opposto possa fallire ed ottenere l'effetto contrario, tieni le ali livellate con la pedaliera invece che con l'alettone dando piede opposto alla semiala che si abbassa.



## Vite

**Concetto di vite.** La vite è una condizione di volo in cui il velivolo, entrato in stallo, inizia a ruotare su se stesso. Il raggio di rotazione inizia a diminuire e la velocità di rotazione ad aumentare fino a quando, dopo alcuni giri, viene raggiunta e mantenuta una condizione di equilibrio chiamata autorotazione in cui la forza aerodinamica sul velivolo controbilancia esattamente il peso e la forza centrifuga.

**Entrata in vite.** L'inizio della rotazione viene provocato essenzialmente dai due comandi laterali: pedaliera e alettone. Dando piede la semiala dello stesso lato si abbassa per rallentamento. Dando alettone la semiala del lato opposto si abbassa invece di alzarsi perché entra in stallo.

**Uscita dalla vite.** Rimuovi le condizioni che l'hanno provocata: elevatore in posizione di stallo e pedaliera o alettone da un lato, metti cioè l'elevatore più avanti della posizione di stallo e la pedaliera e l'alettone al centro. Dare piede opposto alla rotazione ferma la vite più prontamente ma, oltre a presupporre la sicura conoscenza del senso di rotazione (che solo il virometro può dare e non sensazioni fisiche o visive), rischia di far entrare il velivolo in vite dalla parte opposta se non è completamente uscito dallo stallo. In caso di panico lascia andare i tre comandi di volo perché il velivolo è aerodinamicamente antivite per cui ne esce da solo. Togli inoltre motore per non far accelerare troppo il velivolo; se comunque la velocità superasse la linea rossa, lasciaglielo fare: entro il 40% della  $V_{ne}$  non ci sono in ogni caso danni strutturali mentre, se tiri l'elevatore per diminuire la velocità, non sai se gli sforzi da te impressi sul velivolo rimangono nei limiti. Se il velivolo entra in autorotazione, potrebbe non essere sufficiente rimettere i comandi al centro per fermarla. In questo caso puoi solo sperare che la forza aerodinamica creata sul velivolo con i comandi opposti basti a rallentare l'autorotazione fino a fermarla.

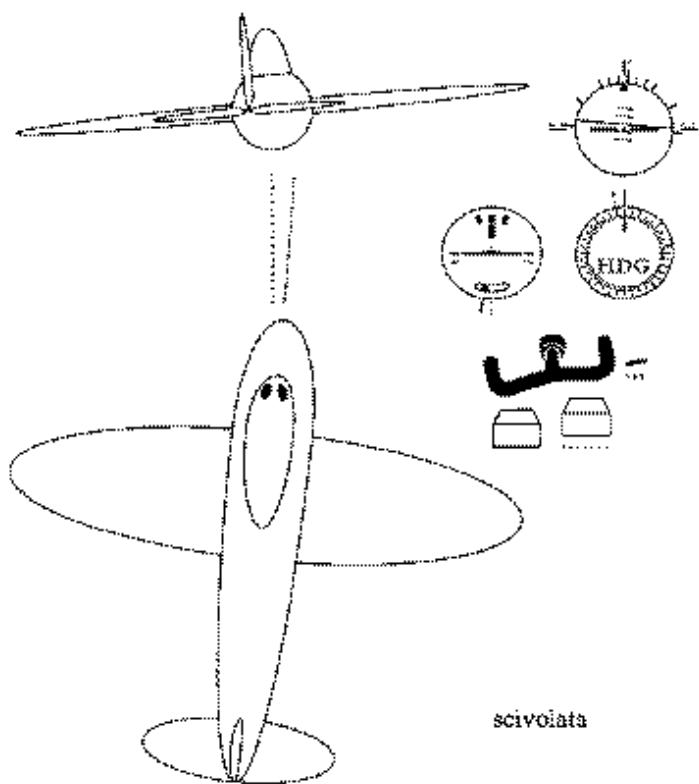


## Scivolata

**Concetto di scivolata.** Il velivolo si trova in scivolata ogni volta che la pallina non è al centro. Può spostarsi da sola o con una tua manovra che consiste nell'incrociare i comandi laterali: alettone da un lato e pedaliera dall'altro. I risultati della scivolata sono essenzialmente due: una prua diversa dall'avanzamento (utile a correggere per il vento al traverso durante la retta in atterraggio) ed un aumento della resistenza (utile in finale quando ogni altro metodo per diminuire la velocità in volo coordinato si è rivelato insufficiente).

**Condizione di scivolata.** Quando dai piede da un lato, crei un angolo tra la traiettoria all'aria del velivolo e l'asse longitudinale dello stesso cioè fra l'avanzamento e la prua. La devianza così generata spinge il velivolo lateralmente. Quest'ultimo, nel tentativo di allinearsi alla traiettoria all'aria, inizia un'imbardata dalla parte del piede e, come conseguenza, un rollio sempre dalla stessa parte. Per mantenere rettilinea la traiettoria devi fermare il rollio agendo con l'alettone in direzione opposta fino ad inclinare il velivolo dalla parte opposta al fine di creare una componente laterale della portanza uguale alla devianza generata dal piede. La condizione di volo finale rispetto all'avanzamento sarà: da un lato piede ed prua, dall'altro pallina ed inclinazione. Se l'elevatore non viene spostato, il coefficiente di portanza rimane praticamente costante mentre aumenta quello di resistenza a causa della devianza: l'efficienza diminuisce, la resistenza aumenta, lo scivolamento si abbassa, la velocità diminuisce.

**Inconvenienti della scivolata.** 1) Il tubo di Pitot, non più allineato con il vento relativo, diminuisce la pressione dinamica prelevata: l'indicazione dell'anemometro è minore. 2) La presa statica, se si trova sul lato verso cui stai scivolando, aumenta in maniera fittizia il valore della pressione statica: l'indicazione dell'anemometro è minore; se si trova sul lato opposto la diminuisce: l'indicazione dell'anemometro è maggiore. Il fatto che la scivolata in finale venga fatta normalmente con il muso a destra giustifica il motivo per cui la presa statica viene normalmente messa a sinistra: l'indicazione dell'anemometro è inferiore al reale e la sicurezza non viene inficiata. Si può ovviare all'inconveniente installando due prese statiche, una per lato.



## **DECOLLI ED ATTERRAGGI**

## Messa in moto

La messa in moto richiede tre cose: tensione all'impianto elettrico per far girare il motorino d'avviamento, carburante da fare arrivare al carburatore per creare la miscela e tensione alle candele per incendiarla.

**Tensione all'impianto elettrico.** Viene fornita normalmente dalla batteria (il generatore ovviamente è fermo), ma se dovesse essere scarica, diventa necessario collegare un gruppo esterno all'apposita presa sul velivolo. In questo caso tieni scollegati il generatore per non danneggiarlo e la batteria per non addossare al gruppo esterno la relativa corrente di ricarica. Dopo l'avviamento, il generatore potrà ricaricare, anche se velocemente, la batteria.

**Carburante.** Seguendo il percorso del carburante dai serbatoi al carburatore controlla la valvola carburante (se c'è) che deve essere aperta, il selettore del carburante (se c'è) che deve essere su entrambi, il comando della miscela (chiusa con il motore spento) su tutta aperta (ricca).

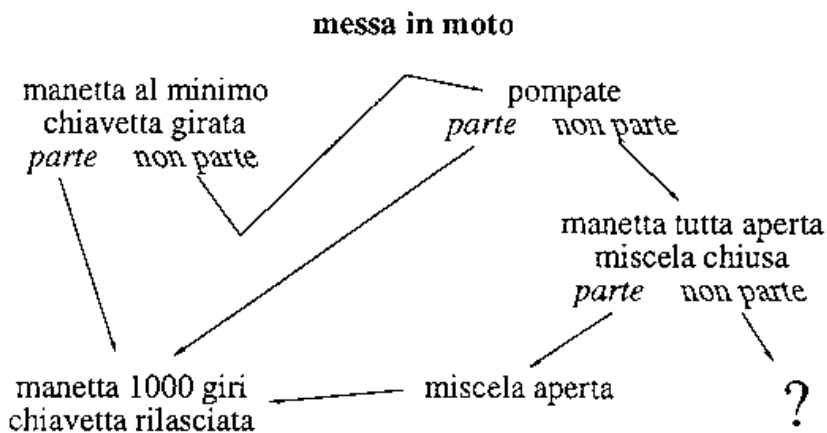
**Tensione alle candele.** Il selettore dei magneti deve essere su entrambi. Normalmente in esso è incorporato l'interruttore dell'avviamento in modo che azionando quest'ultimo la selezione avviene automaticamente.

**Procedura per la messa in moto.** Deve avvenire sempre con due mani: una sulla chiavetta d'avviamento e l'altra sulla manetta. Tieni la manetta al minimo (tutta indietro) ed aziona la chiavetta: se il motore parte, regolalo subito a 1000 giri circa e rilascia la chiavetta (se tardi a rilasciarla, non succede nulla al motorino d'avviamento perché automaticamente si disinserisce); se non parte, inizia le cosiddette "pompate" cioè porta ripetutamente la manetta tutta avanti e tutta indietro (quando la manetta viene avanzata la pompetta d'accelerazione spruzza un po' di carburante) per aiutare la messa in moto. Se anche dopo le pompate non parte, vuol dire che il motore è ingolfato, ha cioè troppo carburante dentro di sé. A questo punto spingi la manetta tutta avanti per aprire al massimo la valvola a farfalla aumentando così la portata d'aria e porta tutto indietro il comando della miscela per chiudere l'arrivo di altro carburante.

Quando il motore parte, spingi tutto avanti il comando della miscela (altrimenti il motore si spegnerebbe per mancanza di carburante), tira indietro la manetta per regolare il motore a 1000 giri (altrimenti rischierebbe di andare fuori giri) e rilascia la chiavetta.

**Uso della chiavetta d'avviamento.** Se per un qualunque motivo dovessi rilasciare la chiavetta durante l'avviamento, non reinserirla subito ma aspetta che le pale dell'elica si siano completamente fermate altrimenti il pignone del motorino d'avviamento, che si era collegato con il motore quando questo era fermo, facendolo ora con il motore in movimento rischia di danneggiarsi.

**Minimo a terra.** Teoricamente il motore è al minimo quando la manetta è tutta indietro ed in volo questo è vero. A terra è consigliabile invece tenere un cosiddetto minimo alto (circa 1000 giri) affinché il funzionamento sia più regolare e le candele rischino meno di sporcarsi (se dovessero farlo, mezzo minuto a 1500 giri dovrebbe pulirle).



## Rullaggio

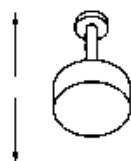
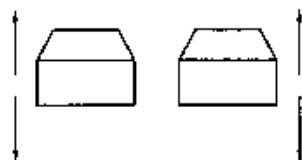
Il rullaggio serve a muovere il velivolo al suolo. La velocità viene variata con il motore e la direzione con la pedaliera.

**Velocità di rullaggio.** Metti il motore al minimo cioè la manetta tutta indietro per tenere il velivolo fermo o, se in movimento, per rallentarlo o fermarlo. Se metti il motore al minimo alto cioè a quel numero di giri che serve a non scuoterlo troppo ed a non sporcare le candele (di solito 1000 giri) normalmente il velivolo resta fermo o comunque si muove molto adagio oppure, se in movimento, mantiene la velocità. Se metti il motore ad un numero di giri un po' più alto, inizi a muovere il velivolo, se fermo, o ad accelerarlo, se in movimento.

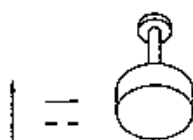
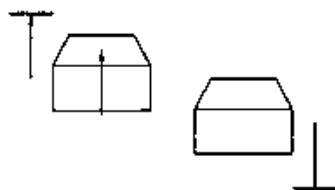
**Direzione nel rullaggio.** Variala con la pedaliera, strisciando i piedi tenuti appoggiati sul pavimento della cabina. Nel caso in cui, dopo aver dato tutto piede da un lato, il raggio di curvatura dovesse essere ulteriormente diminuito, agisci sul freno dello stesso lato. Un freno solo deve essere usato e solo dopo aver dato tutto piede; un aumento di motore a questo punto, oltre a prevenire il rallentamento, aiuta la girata con il maggior soffio dell'elica sul timone. Alla fine della girata il freno deve essere rilasciato prima di scostare la pedaliera dal fondo corsa.

**Connessione fra ruotino e pedaliera.** Se essa è diretta, è opportuno che il velivolo sia in movimento prima di azionare la pedaliera per non sforzare il ruotino; in altre parole la pedaliera non va azionata con il velivolo fermo. Se invece non è diretta, delle molle di connessione evitano all'inconveniente.

**Correzione per il vento durante il rullaggio.** Il vento contro tende a far cabrare il velivolo quindi l'elevatore deve essere tenuto in avanti; il vento in coda tende a farlo picchiare ma l'elevatore funziona al contrario quindi l'elevatore deve essere ancora tenuto in avanti. Il vento laterale tende ad alzare l'ala sopravvento: con il vento contro l'alettone va dato verso il vento, con il vento in coda invece va dato via dal vento perché ora anch'esso funziona al contrario.

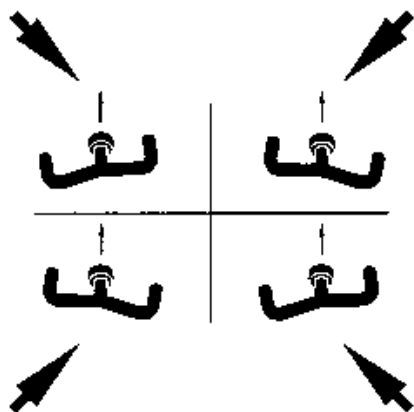


rullaggio



girata

correzione per il vento  
durante il rullaggio



## Frenata

La frenata serve a rallentare o fermare il velivolo al suolo quando non basta piú mettere il motore al minimo.

**Preliminari della frenata.** Prima di frenare metti il motore al minimo (manetta tutta indietro) e centralizza la pedaliera. Se frenassi con la pedaliera non al centro, potresti abbassare una semiala fino a farle toccare il suolo; ciò succede perché la linea lungo la quale il ruotino anteriore tende a mandare il velivolo si sposta all'esterno di una ruota principale.

**Modo d'impiego dei freni.** Prima di frenare i piedi devono trovarsi appoggiati al pavimento come durante il rullaggio perché la spinta sulle punte dei pedali viene fornita dalle punte dei piedi: i tacchi si alzeranno da soli quando i piedi ruoteranno in avanti per rimanere appoggiati ai pedali. Se i tacchi venissero alzati prima di frenare, l'uso necessario dei muscoli addominali tende a rendere il movimento scoordinato.

**Direzione in frenata.** Varia con la frenata differenziata cioè frenando maggiormente sul pedale del lato verso cui devi girare. Se durante la frenata venisse usata anche la pedaliera, sussisterebbe il rischio che, mentre la pedaliera tira da un lato, la frenata differenziata tira dall'altro, cosa che aumenterebbe eccessivamente l'angolo fra l'asse longitudinale del velivolo e la direzione del suo moto con conseguente pericolo di ribaltamento o comunque di sbandata.

**Intensità della frenata.** Varia con la pressione sui pedali. Se devi frenare al massimo, aumenta gradualmente la pressione sui freni fino a quando hai la sensazione che le ruote stiano per bloccarsi; a questo punto riduci leggermente la stessa pressione per prevenire appunto il bloccaggio e riaumentala fino al ripetersi della situazione precedente di imminente bloccaggio. In pratica devi effettuare le cosiddette "pompate" che impedendo il bloccaggio delle ruote rendono massima l'efficacia della frenata. Infatti, la ruota che gira frena comunque piú di quella bloccata che striscia sul terreno.



## Controlli prima del decollo

**Controlli durante il rullaggio.** Durante il rullaggio controlla con piccole accostate il funzionamento dei tre strumenti giroscopici, dello sbandometro e della bussola. I movimenti del girodirezionale, del viometro, della pallina e della bussola devono essere concordi con le accostate; l'orizzonte artificiale invece non si deve muovere.

**Impianto carburante.** La valvola carburante deve essere aperta ed il selettore su entrambi. L'eventuale pompa elettrica va inserita solo appena prima di entrare in pista per non rischiare di ingolfare il motore. La quantità di carburante deve comprendere, oltre a quella necessaria al volo che intendi compiere, la riserva richiesta dalle regolamentazioni per il tipo d'operazioni relativo al volo stesso.

**Carburatore.** Controlla il funzionamento del comando dell'aria calda (al numero di giri prescritto dal costruttore del motore) constatando sia un calo di giri al suo inserimento (tirando) che il ripristino al suo disinserimento (spingendo). Se hai l'indicatore di temperatura al carburatore, osserva l'aumento e la diminuzione di temperatura. Con l'impianto dell'aria calda non funzionante puoi anche decollare se sai che la possibilità di fare ghiaccio al carburatore è remota, ma con l'impianto inserito (e non disinseribile) non ti consiglio di decollare a causa del calo di potenza e dei possibili danni al motore.

**Miscela.** Controlla il funzionamento del comando della miscela (al numero di giri prescritto) smagrendola gradualmente. Quando vedi i giri iniziare a diminuire puoi riarricchirla completamente. Se hai l'indicatore EGT, osserva l'aumento e la diminuzione di temperatura.

**Magneti.** Controlla il funzionamento dei magneti (al numero di giri prescritto) escludendone prima uno e poi l'altro. I cali di giri osservati e la differenza fra loro non devono superare i limiti massimi prescritti.

**Impianto elettrico.** Controlla sull'amperometro (al numero di giri prescritto) che il senso della corrente della batteria sia positivo e che la luce rossa di basso voltaggio del generatore sia spenta.

**Strumenti giroscopici.** Controlla sul vacuometro (al numero di giri prescritto) che il valore della depressione sia in arco verde. Metti a

zero la sagomina sull'orizzonte artificiale, allinea il girodirezionale con la bussola (potresti non avere la possibilità di allinearla con la pista se devi effettuare un decollo immediato) e spingendo lateralmente il pannello strumenti (simulando cioè una rotazione dello strumento) controlla il funzionamento del viometro se non l'hai già fatto in rullaggio.

**Strumenti a capsula.** Controlla che anemometro e variometro siano a zero. Assicurati che l'altimetro indichi l'altitudine del campo o del punto attesa, se regolato sul QNH, o zero, se regolato sul QFE.

**Flaps.** Inseriscili nella posizione richiesta dal tipo di decollo che devi effettuare.

**Trim.** Regolali nella posizione di decollo. Se il trim dell'elevatore è troppo a cabrare e non lo sai, potresti toccare violentemente il suolo con la coda al momento della rotazione. Se il trim dell'elevatore è troppo a picchiare e non lo sai, potresti non avere la forza per raggiungere l'assetto di decollo al momento della rotazione rischiando di salire troppo poco e di avvicinarti troppo agli ostacoli.

**Sedili regolati e bloccati.** Assicurati che i sedili siano, oltre che regolati, anche bloccati perché se si spostano completamente all'indietro quando il muso del velivolo si alza alla rotazione del decollo, la situazione può diventare pericolosa.

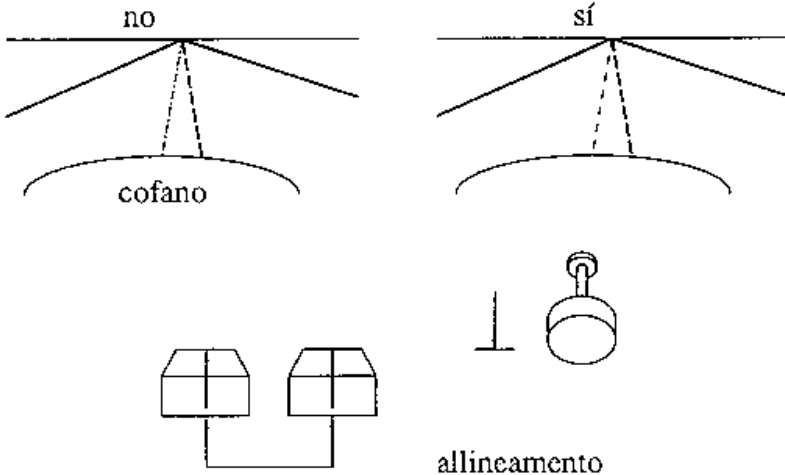
**Cinture allacciate e strette.** Controlla che siano allacciate nel modo giusto e senza attorcigliamenti (devono cioè essere sempre posizionate di piatto). Quell'addominale deve essere stretta il più possibile mentre quella a bandoliera deve rimanere lasca per lasciarti una certa libertà di movimenti ma non tanto da non impedirti di picchiare la testa sul cruscotto. Se senti un improvviso rumore al decollo, sono le cinture o i lembi che pendono fuori della porta. Continua il decollo: quando hai un attimo di tempo apri la porta, le rimetti dentro e richiudi la porta.

**Porte bloccate.** Controlla che siano chiuse e bloccate. Se si apre una porta durante il decollo (od anche in volo), non succedene nulla: quando hai un attimo di tempo la richiudi.

**Comandi liberi e corretti.** I comandi di volo sono tre ed i fondo corsa sei. Raggiungili tutti controllando visivamente che il movimento delle superfici sia corretto.

## Allineamento

Prima di entrare in pista per decollare tutti i controlli devono già essere stati eseguiti compreso l'allineamento del direzionale con la bussola (potrebbe essere necessario un decollo immediato cioè senza allineamento) ed i flaps regolati per il decollo. In altre parole dopo l'entrata in pista non devi piú eseguire alcuna procedura se non l'eventuale allineamento del direzionale con l'asse pista. Porta il velivolo sull'asse pista ed allinealo con esso. Conviene allineare il velivolo guardando non il suo asse longitudinale ma il suo movimento durante una lentissima frenata perché in questo modo è piú preciso. Allinea il direzionale con l'orientamento magnetico della pista e controlla l'eventuale errore della bussola. Eventualmente, se sai che è necessario, metti la sagomina sull'orizzonte artificiale ad un assetto leggermente negativo (l'accelerazione della corsa di decollo abbassa leggermente l'orizzonte dello strumento simulando una cabrata inesistente).



## Decollo

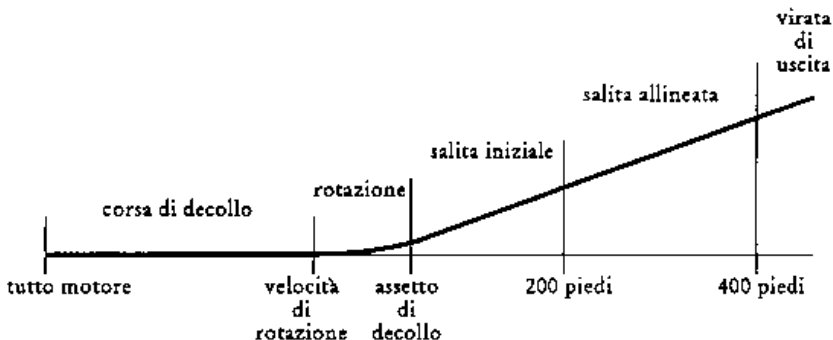
Il decollo inizia dal momento in cui, con il velivolo in pista, dai motore e termina quando, dopo la retrazione dei flaps, l'altezza è sufficiente per iniziare una virata. Esso comprende quattro fasi: corsa di decollo, rotazione, salita iniziale, salita allineata.

**Corsa di decollo:** inizia quando dai tutto motore e finisce quando raggiungi la velocità di rotazione.

**Rotazione:** inizia quando cominci a tirare l'elevatore per impostare l'angolo d'incidenza o l'assetto di decollo e finisce al raggiungimento ed assestamento di esso.

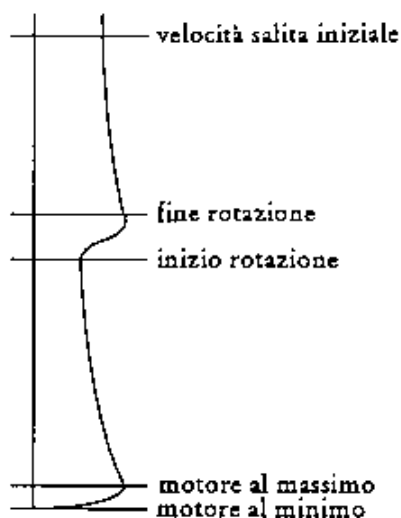
**Salita iniziale:** inizia alla fine della rotazione e termina alla retrazione dei flaps.

**Salita allineata:** inizia alla retrazione dei flaps e termina quando raggiungi l'altezza per la virata di uscita.

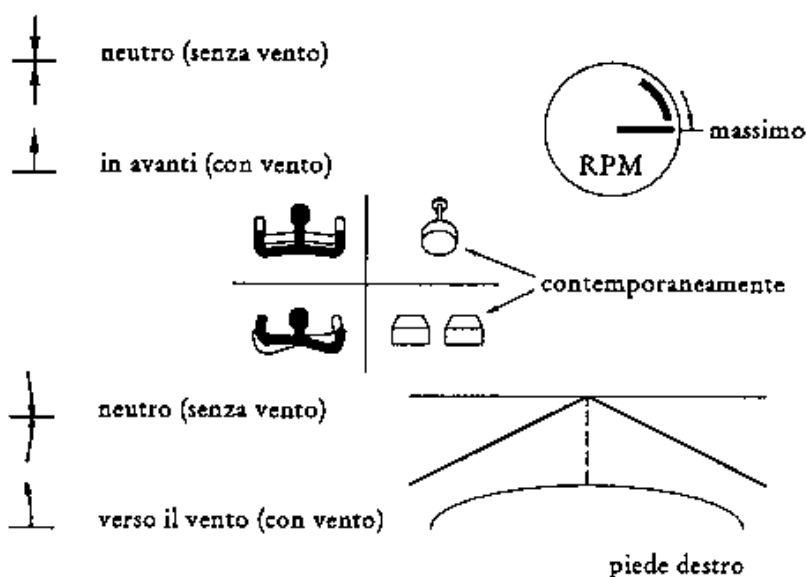


**Corsa di decollo.** Il velivolo all'inizio della pista, al centro ed allineato; i flaps nella posizione di decollo. Tutto motore in modo

graduale dando contemporaneamente piede destro per tenere l'asse pista. Alettone ed elevatore neutri per ridurre al minimo la resistenza all'avanzamento. Se c'è vento, le ali livellate con l'alettone completamente verso il lato da cui esso proviene ed il peso del velivolo sul terreno maggiore possibile spingendo avanti l'elevatore (tenendo conto dello sforzo sul ruotino anteriore): la portanza negativa fa sí che le ruote mantengano la tenuta laterale. Durante l'accelerazione controlla lo sforzo sull'elevatore diminuendolo gradualmente; anche l'alettone va progressivamente centralizzato all'aumentare della velocità del velivolo. Tieni presente che il vento laterale, colpendo il velivolo con un centro di pressione dietro le ruote principali, sposta la coda verso la parte opposta del vento ed il muso verso il vento: da' piede contrario al vento per la correzione. Mantieni l'asse pista come durante il rullaggio cioè solo con la pedaliera tenendo presente che il piede destro necessario diminuisce all'aumentare della velocità. La mano resta sulla manetta pronta a togliere motore in caso di decollo interrotto e dovrà restarvi fino a quando non sarà piú possibile riatterrare in pista in caso di decollo interrotto dopo la rotazione (in pratica quando retrai i flaps).



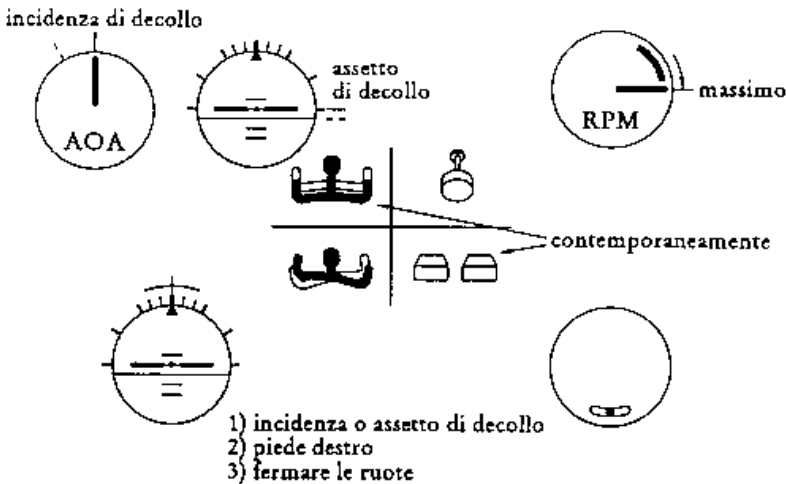
### piede destro durante il decollo



### tutto motore e corsa di decollo

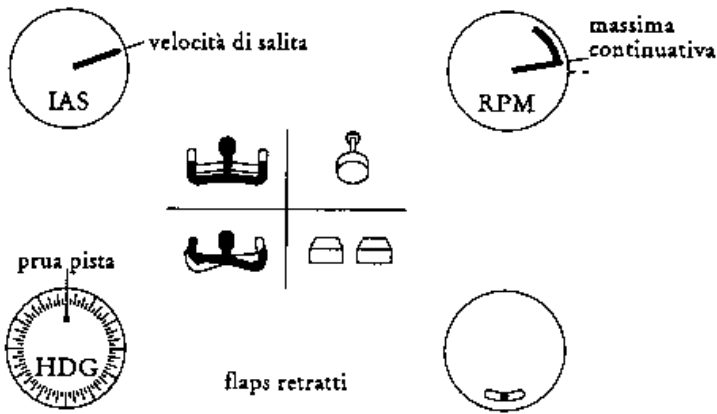
**Rotazione.** Porta gradualmente e senza interruzione il velivolo all'angolo d'incidenza od all'assetto di decollo. Se c'è vento, fallo un po' più velocemente del solito per ridurre al minimo il lasso di tempo in cui il velivolo, mentre comincia ad alleggerirsi, ha ancora le ruote sulla pista: la spinta laterale potrebbe iniziare a far strisciare le ruote sulla pista stessa. Contemporaneamente aggiungi un po' di piede destro per tenere la pallina al centro (aumento dell'effetto dell'elica dovuto all'aumento dell'angolo d'incidenza). Quando il velivolo è definitivamente in aria (visivamente o notando il variometro a salire) frena le ruote leggermente per fermarle anche se il velivolo ha il carrello fisso (le gambe del carrello possono vibrare e poi ti abitui fin da ora a quando userai velivoli con carrello retrattile). Mantieni le ali livellate con l'alettone.

**Salita iniziale.** Mantieni la pallina al centro con il piede destro, le ali livellate con l'alettone e l'angolo d'incidenza o l'assetto con l'elevatore. Non guardare il variometro ma la velocità che non deve diminuire sotto quella di salita ripida ( $V_x$ ) od aumentare sopra quella di massima salita ( $V_y$ ). Non guardare la prua ma le ali che restino livellate senza preoccuparti della rotta che segui, se cioè resti o no sopra la pista (teoricamente soltanto il vento dovrebbe spostarti).



rotazione e salita iniziale

**Salita allineata.** A 200 piedi d'altezza riduci il motore alla potenza massima continuativa, retrai i flaps e mantenendo costante l'angolo d'incidenza o l'assetto lascia accelerare il velivolo fino alla velocità di salita cercando poi e mantenendo l'angolo d'incidenza o l'assetto relativo (puoi togliere la mano dalla manetta a questo punto). Contemporaneamente, con leggere virate di cinque gradi d'inclinazione al massimo, mantieni la prua pista per rimanere il più lontano possibile dagli ostacoli attorno all'aeroporto. Se c'è vento, correggila con un angolo stimato di correzione per il vento sempre per rimanere sopra la pista. A 400 piedi di altezza puoi considerare concluso il decollo ed iniziare a virare per la prua successiva (normalmente a 45° con l'asse pista).



salita allineata



## **Decollo interrotto**

**Decollo interrotto.** Se durante la corsa di decollo per un qualunque motivo devi interromperlo, la procedura da adottare non è che una semplice frenata: metti il motore al minimo, centralizza la pedaliera, frena dirigendo il velivolo con la frenata differenziata. Se ti è possibile, retraini i flaps: il maggior peso del velivolo sul terreno aumenta l'intensità della frenata. Se la lunghezza della pista lo consente, puoi interrompere il decollo anche dopo la rotazione, cioè in volo, riatterrando subito dopo aver messo il motore al minimo. Questo, fra l'altro, è il motivo per cui devi tenere la mano sulla manetta anche dopo la rotazione.

**Massima frenata.** Aumenta gradualmente la pressione sui freni fino a quando hai la sensazione che le ruote stiano per bloccarsi; a questo punto riduci leggermente la stessa pressione per prevenire appunto il bloccaggio e riaumentala poi fino al ripetersi della situazione precedente di imminente bloccaggio. In pratica devi effettuare le cosiddette "pompate" che pur impedendo il bloccaggio delle ruote rendono massima l'efficacia della frenata. Ricordati che frena comunque di più la ruota che gira piuttosto che quella bloccata che striscia.

## Decollo corto

**Decollo corto.** S'intende quello effettuato da un campo la cui lunghezza è limitata da ostacoli al fondo della pista. Questo fatto rende necessarie due cose: la riduzione al minimo della corsa di decollo e l'uso della velocità di salita ripida (la velocità che fa salire il velivolo con il massimo scivolamento verso l'alto) fino al superamento degli ostacoli.

**Prima del decollo.** Ti conviene regolare ora la miscela con il motore al massimo in modo da avere poi la massima potenza al decollo. La regolazione dei flaps dipende dal tipo di velivolo (controlla ciò che suggerisce il manuale del velivolo al riguardo). Teoricamente dovrebbero essere retratti durante la corsa di decollo per diminuire la resistenza, completamente estesi alla rotazione per diminuire la velocità di distacco e di nuovo retratti nella salita iniziale (dopo aver raggiunto almeno la velocità di stallo senza flaps e fuori effetto suolo) per aumentare l'efficienza ed arrivare prima possibile alla velocità di salita ripida. In pratica la limitazione del campo corto riguarda di solito gli ostacoli per cui è più importante raggiungere la velocità di salita ripida il più presto possibile e quindi decollare senza flaps.

**Allineamento.** Cerca di farlo sprecando meno spazio possibile cioè il più vicino possibile all'inizio pista. Non serve dare motore tenendo il velivolo frenato perché, anche se il velivolo è fermo, l'aria è comunque mossa dall'elica. Da' motore gradualmente ma decisamente partendo dal motore al minimo e senza frenare il velivolo.

**Corsa di decollo.** Tieni l'elevatore in posizione neutra per diminuire la resistenza all'avanzamento.

**Rotazione.** La velocità di rotazione corrisponde in pratica alla velocità di salita ripida che devi poi mantenere fino al superamento degli ostacoli o comunque fino a 200 piedi quando potrai riprendere la normale velocità di salita rapida.

## Decollo soffice

**Decollo soffice.** S'intende il decollo effettuato da un campo la cui superficie aumenta notevolmente la resistenza al rotolamento delle ruote quando addirittura può rischiare il bloccaggio del velivolo.

**Prima del decollo.** Anche se partiamo dal presupposto che solo il campo sia soffice e non le vie di rullaggio od il piazzale, ricorda comunque che quando sei su terreno morbido devi non fermarti mai per non rischiare di impantanarti e tenere l'elevatore sempre tirato a fondo corsa per alleggerire, con il soffio dell'elica, il peso sul ruotino anteriore in modo che corra meno rischi di impiantarsi. Se devi passare da un terreno soffice ad una superficie in asfalto o viceversa, fallo con una traiettoria angolata rispetto alla linea di separazione: le ruote principali la passeranno una alla volta scaricando il movimento in un rollio e non in un beccheggio per cui l'elica avrà meno probabilità di toccare terra. Appena prima dell'allineamento metti i flaps completamente estesi per ridurre il peso del velivolo sul terreno durante la corsa di decollo.

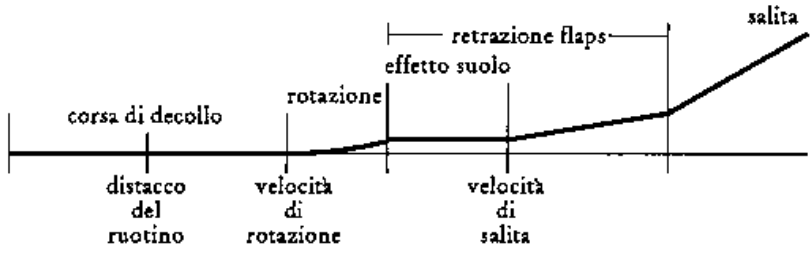
**Allineamento.** Fallo in movimento per non rischiare d'impantanare il velivolo. Se possibile, cerca un riferimento oltre il fondo della pista per tenere l'allineamento della pista stessa senza vederla visto che l'assetto sarà piú alto del solito e la visibilità anteriore ridotta.

**Corsa di decollo.** Continua a tenere l'elevatore tutto tirato in modo da staccare il ruotino dal suolo appena possibile per non rischiare di impantanarlo. Appena si solleva però rilascia l'elevatore per tenerlo sollevato solo di poco in modo da non aumentare eccessivamente la resistenza del velivolo. Devi, infatti, conciliare le due esigenze di iniziare a creare una portanza che alleggerisca la pressione delle ruote principali sul suolo e di diminuire la resistenza.

**Rotazione.** Falla alla velocità di stallo con i flaps estesi, con tutto motore ed in effetto suolo.

**Livellamento iniziale.** Appena staccato il velivolo dalla pista, tienilo a circa un metro di distanza dalla pista stessa per sfruttare l'effetto suolo; se salissi subito, infatti, l'uscita dall'effetto suolo, aumentando la velocità di stallo, potrebbe farti ridiscendere stallato. Nel frattempo inizia a retrarre i flaps gradualmente od una tacca alla volta

accelerando fino alla velocità di salita rapida alla quale potrai iniziare la salita normale. Tieni presente che durante la retrazione dei flaps l'incidenza e l'assetto devono aumentare più di quanto stanno diminuendo per l'accelerazione in volo livellato: l'elevatore deve essere arretrato (con la conseguente variazione dello sforzo sul comando). Per non rischiare l'abbassamento del velivolo fino a fargli toccare nuovamente il suolo puoi eventualmente ritardare l'inizio della retrazione dei flaps a dopo l'inizio della salita.



decollo soffice

## Circuito

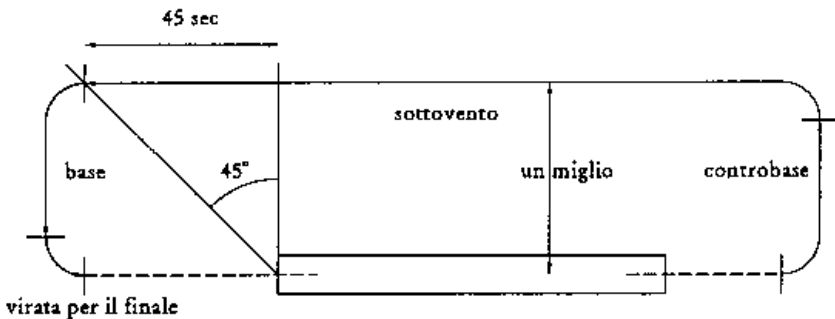
Il circuito inizia dal momento in cui, dopo il decollo, puoi iniziare la virata di uscita e comunque non prima di aver superato la fine della pista da cui sei decollato e termina con il velivolo in finale. Esso comprende quattro fasi: controbase, sottovento, base, virata per il finale.

**Controbase:** inizia con una virata verso una rotta a 90 gradi con l'asse pista.

**Sottovento:** inizia con un'altra virata di 90 gradi per una rotta parallela alla pista e posta alla distanza di un miglio da essa.

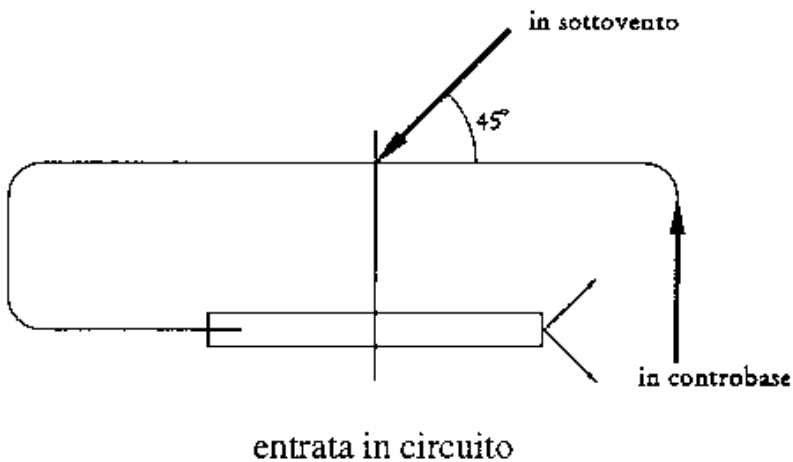
**Base:** inizia dopo aver passato di 45 secondi il traverso della soglia dove devi atterrare oppure quando ti trovi a 45 gradi rispetto ad essa e consiste in una virata ancora di 90 gradi per una rotta perpendicolare all'asse pista.

**Virata per il finale:** inizia quando lo giudichi opportuno e termina una volta livellate le ali anche se non sei esattamente sopra il prolungamento dell'asse pista.

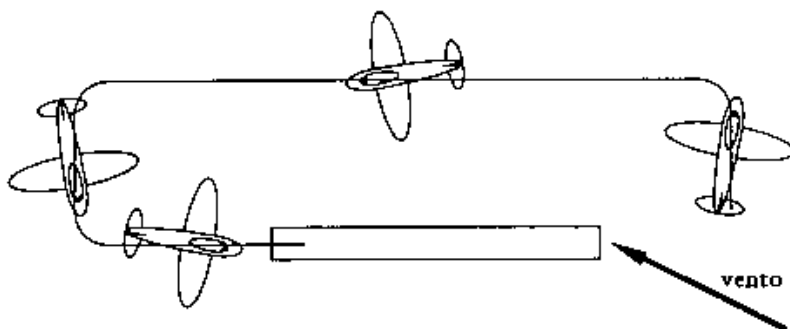


**Circuito normale.** Il cosiddetto circuito normale, cioè quello che devi eseguire se non sono riportate altre modalità, deve essere fatto con virate a sinistra e con il sottovento ad un'altezza di 1000 piedi e ad un miglio di distanza dalla pista.

**Entrata in circuito.** Per entrare in circuito ci sono solo due modi secondo il lato della pista da cui arrivi. Se giungi dallo stesso lato da cui si trova il circuito rispetto alla pista, devi entrare in sottovento con una rotta inclinata di 45 gradi rispetto a quella del sottovento ed in un punto che si trovi al traverso della metà della pista. Se giungi invece dal lato opposto, devi entrare in controbase appena fuori della pista. In entrambi i casi devi già essere alla quota del sottovento. Queste due entrate devono essere compiute in questo modo per intercettare eventuali velivoli già in sottovento od appena decollati con angoli tali da farteli vedere con sufficiente anticipo (teoricamente un velivolo appena decollato dovrebbe abbandonare l'asse pista con un angolo di 45 gradi).



**Correzioni per il vento.** Il circuito è costituito da rotte da seguire cioè traiettorie rispetto al suolo; se c'è vento, correggi le prue dei vari tratti del circuito con vari angoli di correzione per il vento calcolati in base al vento riportato o presunto. Normalmente l'atterraggio viene fatto controvento per cui, potendo scegliere, segui un circuito che si trovi rispetto alla pista dal lato opposto da cui proviene il vento (in questo modo la base viene eseguita controvento: il maggior tempo necessario a percorrerla ti fa preparare con più calma al finale). È possibile anticipare il lato del velivolo verso cui l'angolo di correzione per il vento deve essere impostato: in controbase dal lato opposto a quello dove si trova la pista, in sottovento ed in base dallo stesso lato, in finale dal lato da cui proviene il vento.



correzioni per il vento

**Separazioni in circuito.** Se un altro velivolo ti precede nel circuito, devi separartene aspettando a virare in base finché esso abbia passato il tuo traverso e si trovi in finale (se non lo vedi piú, puoi sapere che è in finale quando senti via radio il suo riporto del finale). Prima di virare in base devi verificare tre condizioni: è già il momento di virare, l'altro ha passato il tuo traverso, l'altro è in finale.

**Controbasse.** A 400 piedi d'altezza e comunque non prima di aver superato la fine della pista da cui sei decollato vira in controbasse con 20-30 gradi d'inclinazione. Virate piú strette sono inutili, piú aperte allargano il circuito. A 1000 piedi d'altezza livella il velivolo riducendo il motore al valore di crociera a prescindere dal fatto che ti trovi ancora in controbasse, stia virando per il sottovento o ci sia già. Sottovento. Vira per porti ad una distanza di un miglio dal prolungamento dell'asse pista (l'anticipo è di circa un quarto di miglio) a prescindere dal fatto che tu sia già arrivato alla quota del sottovento oppure no. Le due cose, infatti, livellare alla quota del sottovento e virare per il sottovento, sono indipendenti fra loro.

**Traverso soglia.** Fai partire il cronometro (o prendi nota di quanti secondi indica l'orologio), effettua la prima riduzione di motore, sostieni il velivolo (cioè mantieni la quota del sottovento tirando l'elevatore) e metti la prima tacca di flaps. L'angolo d'incidenza aumenta mentre l'assetto rimane grossomodo costante (togliere motore e mettere flap lo fanno abbassare, rallentare lo fa alzare). La velocità inizia a diminuire, cosa che ti permette di mettere già i flaps anche se sei ancora al di fuori dell'arco bianco.

**Sottovento avanzato.** Raggiunta la velocità di avvicinamento continua a mantenere la quota con l'elevatore controllando con il motore che la velocità rimanga costante. Ti conviene mantenere la quota del sottovento fino alla virata in base perché questa è il punto del circuito piú lontano dalla pista cioè il momento peggiore per avere una piantata del motore durante il circuito. Tieni presente la necessità di tenere pallina al centro col piede destro per non perdere la prua a sinistra e di tenere tirato l'elevatore per non accelerare e perdere quota (se non hai trimmato il velivolo dalla condizione di crociera).



**Base.** Trascorsi 45 secondi dal traverso della soglia od a 45 gradi dalla stessa, vira per la base sempre a 20-30 gradi d'inclinazione. Se c'è vento, dato che normalmente atterri con il vento contro, hai il vento in coda durante il sottovento per cui devi sottrarre ai 45 secondi una correzione pari alla metà della componente del vento (in nodi) lungo l'asse pista: in questo modo viri in base ancora nella stessa posizione rispetto alla pista. Effettua la seconda riduzione di motore e metti la seconda tacca di flaps spingendo leggermente l'elevatore al momento della loro estensione. Rispetto al valore precedente l'angolo d'incidenza finale sarà comunque minore e l'assetto finale più basso. L'assetto va regolato in modo da avere una discesa che ti porti ad avere il velivolo in finale a 500 piedi d'altezza per garantirti l'arrivo in pista se dovesse piantare il motore. Continua a mantenere la velocità di avvicinamento con la manetta. Se hai vento contro in finale, ti conviene arrivare un po' più alto in modo da mantenere lo scivolamento pur con una pendenza più bassa.

**Virata per il finale.** Quando lo ritieni opportuno, vira per il finale mantenendo costante lo scivolamento con l'angolo d'incidenza o l'assetto, la velocità con la manetta, la pallina al centro con la pedaliera e regolando l'inclinazione per far sí che la virata finisca sul prolungamento dell'asse pista. Se sai che c'è vento dalla parte interna della virata, anticipa l'inizio della stessa; se viene dalla parte esterna, ritardalo. Tieni presente inoltre che il vento al traverso sposta il riferimento della prua dalla soglia verso il vento: in altre parole alla fine della virata devi già avere il muso del velivolo spostato rispetto alla soglia dalla parte del vento.

## Atterraggio

L'atterraggio inizia con il velivolo in finale e termina quando esci dalla pista sul raccordo. Esso comprende sei fasi: finale, corto finale, richiamata, retta, corsa e frenata.

**Finale:** inizia quando concludi la virata per il finale e termina quando sei in corto finale. Il velivolo deve seguire, a velocità costante, una traiettoria rettilinea che abbia l'opportuno angolo di discesa, che sia diretta verso la soglia e che coincida con il prolungamento dell'asse pista. I flaps devono essere al massimo.

**Corto finale:** inizia quando cominci la riduzione del motore e termina quando inizi la richiamata. Il velivolo deve continuare a seguire la traiettoria di discesa rettilinea che porta alla soglia e mantenere il prolungamento dell'asse pista mentre il motore deve essere in costante riduzione.

**Richiamata:** inizia quando cominci a tirare l'elevatore per posizionare il velivolo ad un palmo da terra e termina quando il velivolo stesso raggiunge questa posizione. Il motore deve arrivare gradualmente al minimo insieme al rateo di discesa che si deve portare a zero contestualmente.

**Retta:** inizia quando il velivolo si trova ad un palmo da terra (a questo punto il motore dovrebbe arrivare al minimo ed il velivolo trovarsi sopra la soglia) e termina quando le ruote principali toccano la pista.

**Corsa:** inizia quando le ruote principali toccano la pista e termina quando il ruotino anteriore tocca terra.

**Frenata:** inizia quando il ruotino anteriore tocca terra (o prima se l'atterraggio è corto) e termina quando il velivolo ha sufficientemente ridotto la velocità per uscire dalla pista sul raccordo in sicurezza.

## Finale

**Prolungamento asse pista.** Con l'alettone. Tieni il muso in corrispondenza del punto di riferimento laterale (se non c'è vento laterale, è il centro della soglia od il numero della pista; se c'è, è spostato lateralmente rispetto ad esso dalla parte del vento) in modo da rimanere sul prolungamento dell'asse pista. La tecnica è in due tempi: virata e controvirata. Prima correggi la prua mettendola, rispetto al punto di riferimento, dalla parte opposta a quella dalla quale ti trovi con il velivolo, rispetto al prolungamento dell'asse pista, e poi ve la mantieni fino a quando sei quasi sul prolungamento dell'asse pista (il quasi tiene conto dell'anticipo necessario per la controvirata di correzione); a quel punto rimetti la prua sul punto di riferimento. Non correggere la prua con la pedaliera: la devi usare per mantenere la pallina al centro.

**Pallina al centro.** Con la pedaliera.

**Traiettoria di discesa e velocità.** Con il motore e con l'elevatore. Appena sei in finale metti il muso sotto la soglia e la mano sulla manetta. Devi ora continuamente verificare quattro parametri: la posizione del velivolo rispetto alla traiettoria giusta di discesa, la posizione del bersaglio, la pendenza e la velocità. Vediamo ora di ognuno di questi quattro parametri come desumerlo, quale valore deve avere e quale correzione adottare per mantenerlo.

Posizione del velivolo rispetto alla traiettoria giusta. La pista ti appare in prospettiva come un trapezio di cui devi prendere in considerazione il rapporto fra la lunghezza della pista e la larghezza della soglia così come ti appaiono: tale valore è di solito intorno a quattro. Il metodo per calcolarne il valore esatto, tenendo conto del fatto che il gradiente di discesa corretto è di uno a dieci, consiste nel dividere la lunghezza della pista per la sua larghezza ed ulteriormente dividerla per dieci.

Posizione del bersaglio. Il punto verso il quale il velivolo si muove: lo desumi vedendo quale punto del terreno sta fermo mentre tutti gli altri punti se ne allontanano in ogni direzione. Se la soglia appare ferma, la traiettoria punta su di essa; se la soglia si muove verso il basso (tendendo a scomparire sotto il cofano), la traiettoria punta

dopo la soglia (sei “lungo”); se la soglia si muove verso l’alto (si allontana dal cofano), la traiettoria punta prima della soglia (sei “corto”).

Pendenza. L'angolo con cui il velivolo scende verso la soglia: in misura approssimata (cioè non tenendo conto del vento) lo ricavi dal rapporto fra variometro ed anemometro. Se il velivolo si sta muovendo sulla traiettoria giusta (presumendo che punti comunque sulla soglia), il valore del variometro a scendere è dieci volte quello dell'anemometro; se si muove sotto, è minore (lancetta del variometro più in alto, scivolamento più alto); se si muove sopra, è maggiore (lancetta del variometro più in basso, scivolamento più basso).

Velocità. Quella prescritta da mantenere: la puoi desumere dall'anemometro o dall'indicatore dell'angolo d'incidenza ricordando che l'angolo che ti dà una determinata velocità diminuisce all'aumentare della regolazione dei flaps. Se la velocità è costante, l'assetto riferito al bersaglio (ed in finale lo intendiamo semprecosì) è anch'esso costante.

Tieni costante l'assetto e contrasta ogni variazione di velocità con la manetta. Se la posizione del velivolo rispetto alla traiettoria giusta e la velocità sono corrette, il bersaglio è sulla soglia e la pendenza è corretta. Quando il velivolo si sposta dalla traiettoria giusta, devi allontanare in proporzione il bersaglio dalla soglia ed avere così una pendenza scostata dal valore corretto. Invece di usare la posizione del muso per l'assetto, puoi fare un segno sul parabrezza ed usarlo come punto di riferimento. La sua posizione dipende dalla tua statura, dalla velocità da tenere e dal vento. Tienilo sul bersaglio mentre impedisce gli spostamenti di velocità con la manetta.

Le variazioni di velocità ad assetto costante sono mostrate dall'anemometro e dall'indicatore dell'angolo d'incidenza che si spostano, dall'elevatore in movimento e dal bersaglio che si muove. Gli scostamenti del velivolo dalla traiettoria giusta sono mostrati dalle variazioni della forma con cui ti appare la pista e dal rapporto fra variometro ed anemometro.

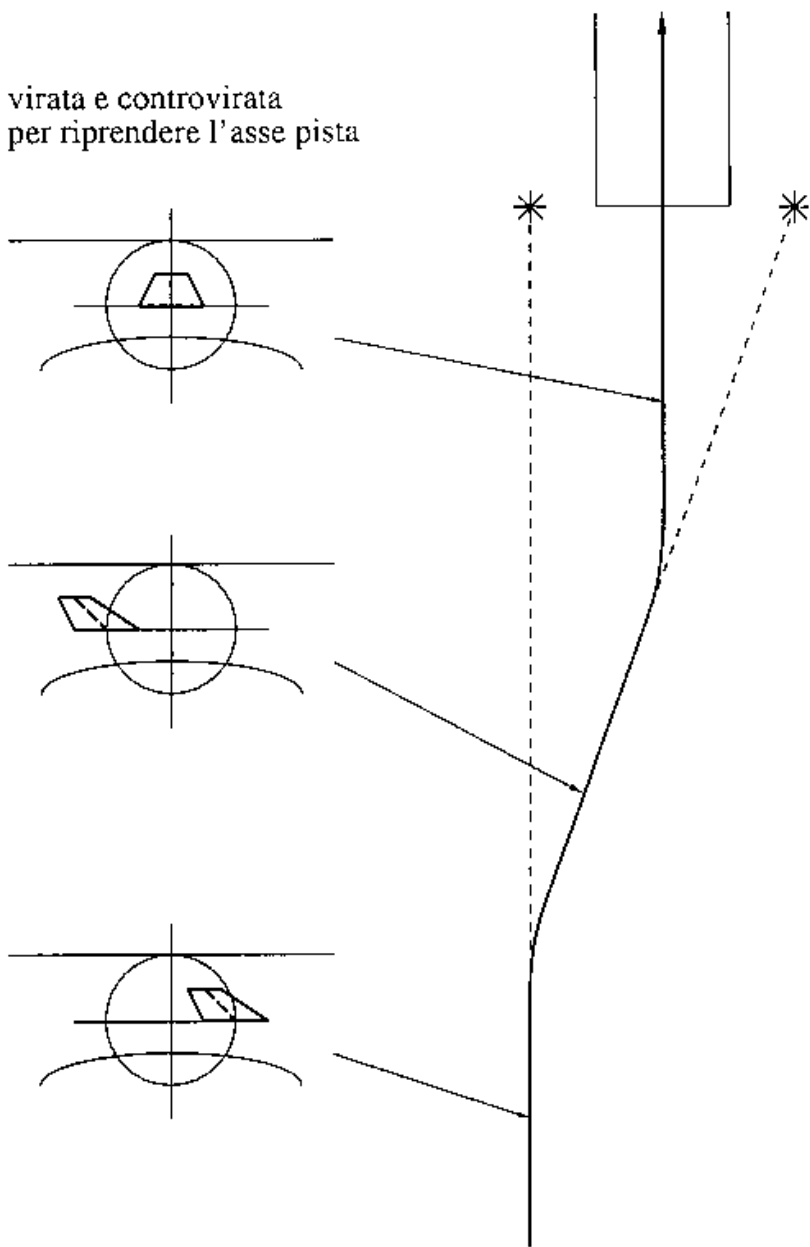
Se la velocità non è inferiore a quella di avvicinamento ed il velivolo non è sotto la traiettoria giusta, puoi mettere l'ultima tacca di

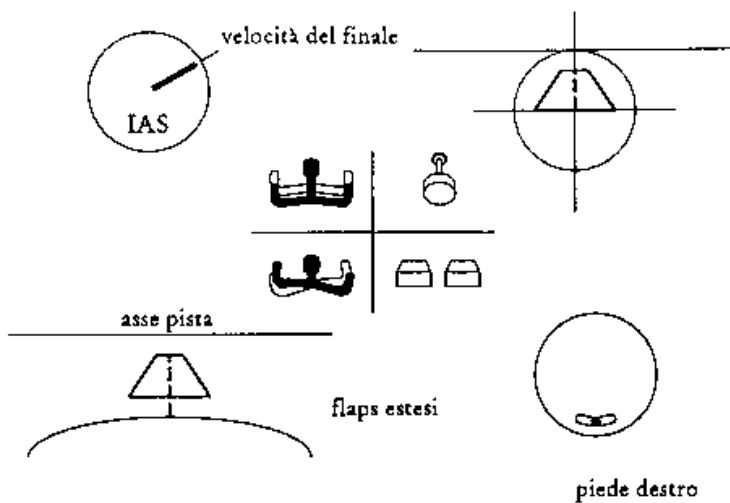
flaps e ridurre la velocità al valore del finale in modo da stabilizzare il velivolo il più presto possibile.

Se arrivi ad avere *il motore al minimo* e sei ancora *alto* oppure *veloce*, verifica che i flaps siano estesi al massimo e riduci la velocità alzando l'assetto inizialmente a filo della soglia e poi eventualmente nascondendola (dopo aver preso un nuovo punto di riferimento oltre la soglia). Lo scivolamento si abbassa per la diminuzione dell'efficienza in volo lento ma non subito; anzi, fintanto che la velocità non arriva al valore necessario, lo scivolamento si alza momentaneamente per cui devi farlo per tempo. Se sei ancora alto o veloce (e fino a questo punto hai fatto tutto il possibile in volo coordinato), entra in scivolata dando contemporaneamente tutto piede destro ed alettone sinistro e mantenendo l'assetto. Da' tutto piede per scivolare al massimo al fine di raggiungere il più presto possibile la traiettoria giusta o la velocità giusta e piede destro per avere, con il muso del velivolo a destra, una migliore visibilità visto che sei seduto a sinistra; da' alettone sinistro per mantenere il prolungamento dell'asse pista. La scivolata abbassa a sinistra l'inclinazione laterale di riferimento per mantenere la traiettoria rettilinea e sposta a destra della soglia il punto di riferimento laterale. Quando hai *vento contro*, la pendenza è più bassa dello scivolamento. Se vuoi mantenere la pendenza che segui quando non c'è vento, devi dare più motore per alzare lo scivolamento (l'assetto rispetto all'orizzonte, alla soglia ed al bersaglio sono più alti); in caso di piantata motore però non hai la certezza di arrivare alla pista. Se invece mantieni una pendenza più ripida, puoi mantenere lo scivolamento che segui quando non c'è vento tenendo lo stesso motore (l'assetto rispetto all'orizzonte è uguale mentre quello rispetto alla soglia ed al bersaglio sono più alti); adesso, in caso di piantata motore, le probabilità di arrivare in pista sono maggiori.

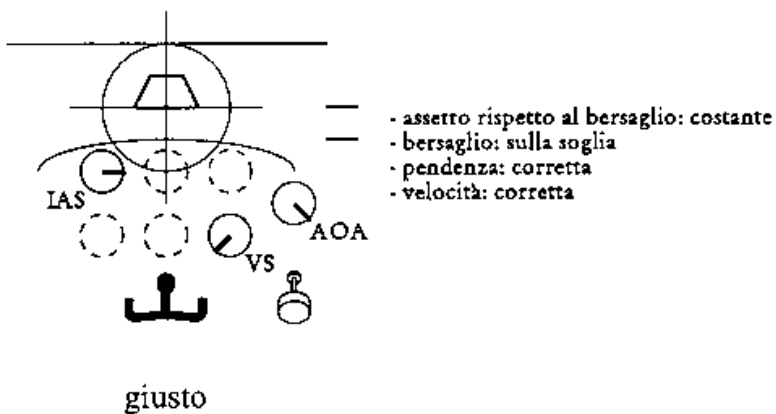
Se il vento inoltre presenta delle *raffiche*, aggiungi la metà delle raffiche riportate alla velocità in finale. Normalmente in questo caso ti viene data l'intensità continua ed il valore massimo che raggiunge durante le raffiche: la metà della differenza tra i due valori rappresenta ciò che devi aggiungere alla velocità in finale.

virata e controvirata  
per riprendere l'asse pista

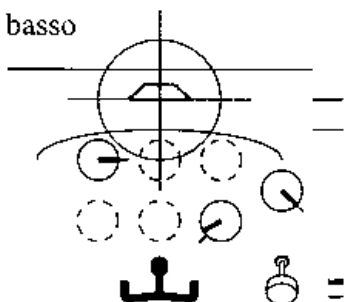




finale

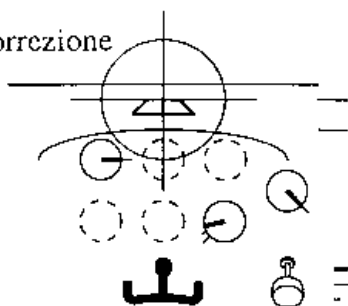


basso



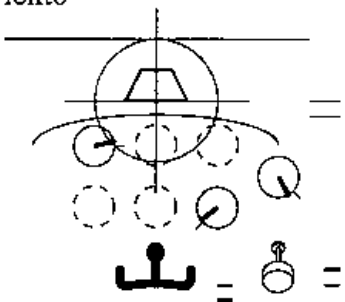
- assetto rispetto al bersaglio: corretto
- bersaglio: sulla soglia
- pendenza: piú alta
- velocità: corretta
- incidenza: corretta
- variometro: piú alto
- manetta: piú avanzata

correzione

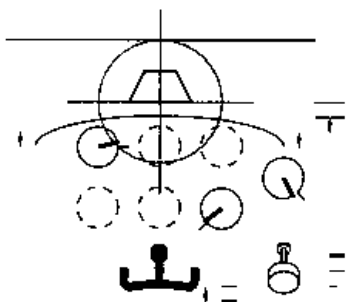


- assetto: corretto
- bersaglio: dopo la soglia
- pendenza: ancora piú alta
- velocità: corretta
- incidenza: corretta
- variometro: ancora piú alto
- manetta: ancora piú avanzata

lento



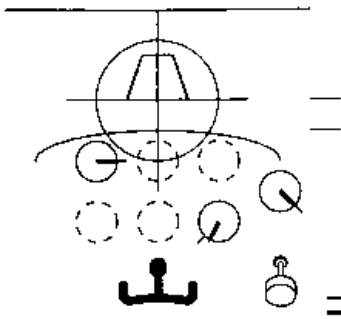
- assetto rispetto al bersaglio: piú alto
- bersaglio: sulla soglia
- pendenza: corretta
- velocità: minore
- incidenza: maggiore
- variometro: piú alto
- manetta: piú avanzata
- elevatore: piú arretrato



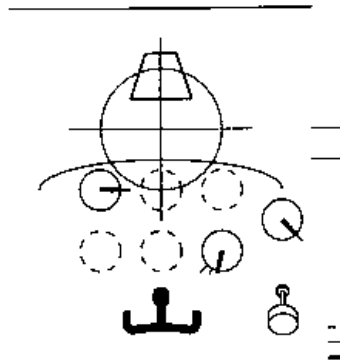
- assetto: in abbassamento
- bersaglio: sulla soglia
- pendenza: corretta
- velocità: in aumento
- incidenza: in diminuzione
- variometro: in abbassamento
- manetta: ancora piú avanzata
- elevatore: in avanzamento



alto

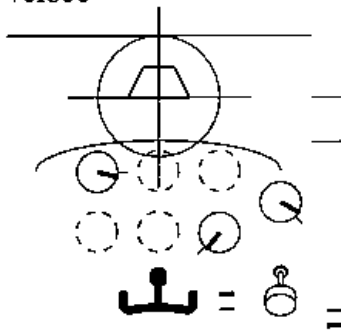


- assetto rispetto al bersaglio: corretto
- bersaglio: sulla soglia
- pendenza: piú bassa
- velocità: corretta
- incidenza: corretta
- variometro: piú basso
- manetta: piú arretrata

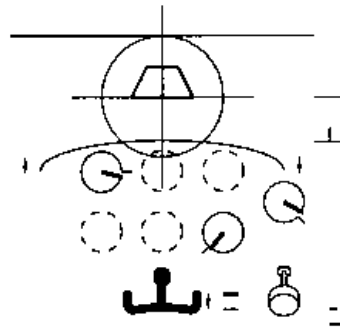


- assetto: corretto
- bersaglio: prima della soglia
- pendenza: ancora piú bassa
- velocità: corretta
- incidenza: corretta
- variometro: ancora piú basso
- manetta: ancora piú arretrata

veloce



- assetto rispetto al bersaglio: piú basso
- bersaglio: sulla soglia
- pendenza: corretta
- velocità: maggiore
- incidenza: minore
- variometro: piú basso
- manetta: piú arretrata
- elevatore: piú avanzato



- assetto: in innalzamento
- bersaglio: sulla soglia
- pendenza: corretta
- velocità: in diminuzione
- incidenza: in aumento
- variometro: in innalzamento
- manetta: ancora piú arretrata
- elevatore: in arretramento

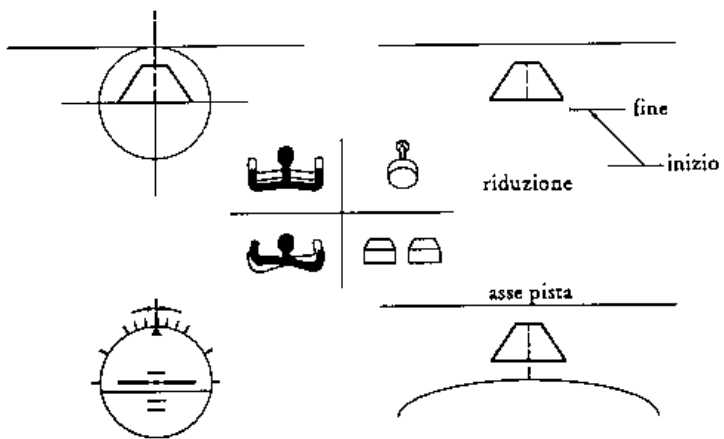
## Corto finale

**Prolungamento asse pista.** Con la pedaliera. La vicinanza del suolo impone le ali livellate per cui devi spostare il velivolo lateralmente con la pedaliera trascurando prua e pallina ed incrociando i comandi laterali per mantenere le ali livellate.

**Ali livellate.** Con l'alettone.

**Riduzione motore.** Inizia a ridurre il motore in modo graduale e senza interruzioni regolando il rateo di riduzione in modo da averlo al minimo quando sarai ad un palmo da terra. Una volta iniziata la riduzione non devi piú interromperla né modificarne il rateo anche se constati che il motore al minimo ed il velivolo ad un palmo da terra non arriveranno nello stesso momento. Togliere motore gradualmente rende la richiamata piú facile perché ti obbliga a rendere graduale il movimento dell'elevatore necessario a mantenere la traiettoria. Se c'è vento contro, inizia a ridurre il motore un po' piú tardi perché ora la tua velocità al suolo è minore ed il velivolo rallenterebbe troppo velocemente; in altre parole dovrebbe rimanere costante il tempo necessario ad effettuare la richiamata e non la sua distanza.

**Traiettoria di discesa.** Con l'elevatore. Le correzioni verticali devono essere ancora affidate all'elevatore perché piú pronte (le variazioni della velocità possono essere trascurate dato che il valore da mantenere è superiore almeno del 30 per cento a quello di stallo). Mantieni la traiettoria tirandolo gradualmente (ma puoi anche spingerlo se necessario) in modo da vedere il velivolo continuare a muoversi con la precedente traiettoria rettilinea verso la soglia.



corto finale

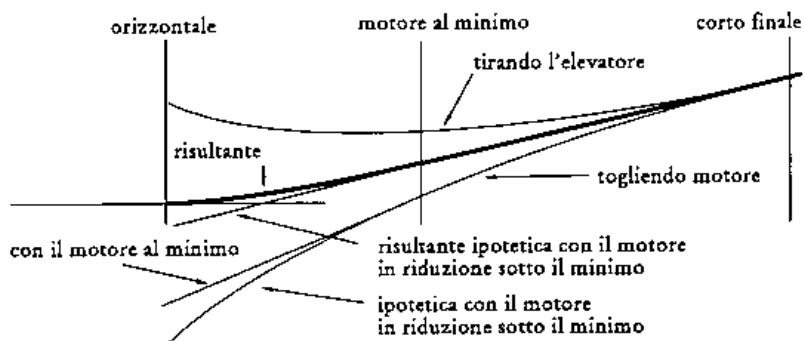
## Richiamata

**Allineamento.** Con la pedaliera. Appena inizi a tirare l'elevatore per posizionare il velivolo ad un palmo da terra allinealo all'asse pista (anche se non è al centro pista) con la pedaliera e mantienilo allineato. Ricordati che quando dai piede da un lato devi contemporaneamente dare alettone dall'altro (comandi incrociati) per mantenere l'inclinazione che hai (in questo caso quella delle ali livellate). Tieni presente inoltre che devi dare tanto piú piede quanto maggiore è la velocità del vento al traverso e minore è la velocità del velivolo: per questo può essere consigliabile in caso di forte vento toccare un po' piú veloce per migliorare il controllo del velivolo.

**Ali livellate.** Con l'alettone.

**Riduzione motore.** Continua la riduzione motore iniziata in corto finale. Se constati che quando il velivolo arriverà ad un palmo da terra il motore non sarà ancora arrivato al minimo, puoi alzare la traiettoria verticale quanto basta per avere il velivolo ad un palmo da terra nel momento in cui il motore arriva al minimo (passerai la soglia un po' piú alto). Se viceversa constati che il motore arriverà al minimo prima che il velivolo sia ad un palmo da terra, non abbassare la traiettoria verticale perché potresti toccare prima della soglia ma aspettati che il velivolo inizi a sprofondare richiedendo una richiamata piú decisa.

**Richiamata.** Con l'elevatore. Inizia a tirarlo in modo da avere il velivolo ad un palmo da terra nel momento in cui il motore arriva al minimo ed interrompe l'abbassamento relativo della traiettoria per cui questa si alza dandoti il livellamento necessario a compiere la manovra nel modo piú facile. Se il velivolo non si trova ancora ad un palmo da terra quando il motore raggiunge il minimo, lo scivolamento si alza (se stavi già tirando l'elevatore) per poi comunque abbassarsi bruscamente: il velivolo sprofonda e richiede una richiamata piú brusca. Se il velivolo si trova già ad un palmo da terra ed il motore non è ancora al minimo, lo scivolamento si alza: il velivolo risale, ritarda la toccata e tocca piú veloce con l'assetto piú basso.



traiettorie nella richiamata

## Retta

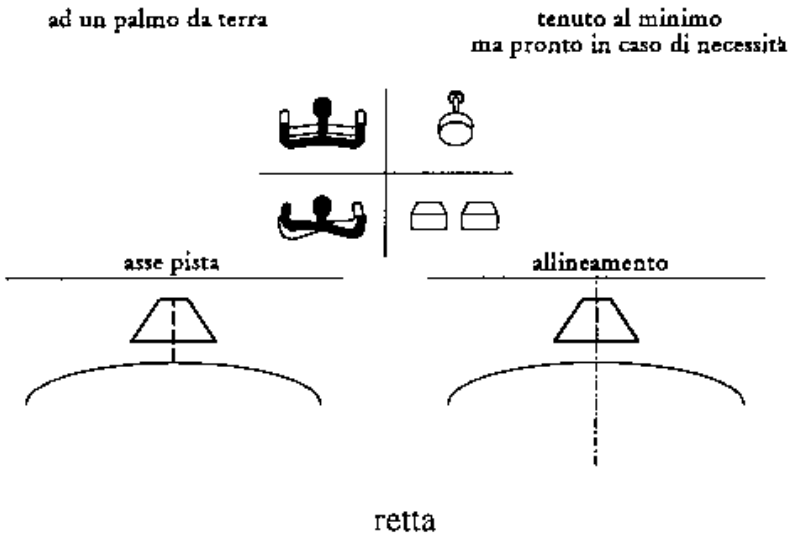
**Allineamento.** Con la pedaliera. Appena ad un palmo da terra allinea il velivolo all'asse pista (anche se non è al centro pista) con la pedaliera e mantienilo allineato. Ricordati che quando dai piede da un lato devi contemporaneamente dare alettone dall'altro (comandi incrociati) per mantenere l'inclinazione che hai.

**Asse pista.** Con l'alettone. Mentre continui a tenere le ali livellate ed il velivolo allineato con l'asse pista, guarda se rimane al centro pista od almeno si muove parallelo all'asse pista. Se non lo fa, inclinalo leggermente dalla parte opposta per fermarne il movimento (componente laterale della portanza); non tentare di ritornare al centro pista con l'alettone, è sufficiente fermare il movimento laterale del velivolo (sfrutta la larghezza della pista). Se tocchi con una ruota sola, mantieni la posizione del comando dell'alettone: l'altra ruota deve scendere da sola; ricordati che in ogni caso il ruotino anteriore deve sempre toccare per ultimo (il più dolcemente possibile) e comunque senza che tu lo abbassi volutamente.

**Traiettorie livellate.** Con l'elevatore. Tieni il velivolo ad un palmo da terra con l'elevatore tirandolo solamente (come fosse il freno di parcheggio dell'automobile col pulsante non premuto) e solo quando lo senti scendere. Usa il fondoschiena: se senti il velivolo né salire né scendere, vuol dire che il rateo con cui stai tirando l'elevatore è giusto e devi solo continuare; se lo senti scendere, devi ovviamente incrementarlo (se senti che smette di scendere, tira meno o addirittura smetti); se lo senti salire, assumi un irrigidimento totale (stile statua di pietra visto che è molto facile pensare di essere fermo quando invece stai ancora impercettibilmente tirando: istinti terrestri invece che volatori) in attesa che il velivolo ricominci a scendere. Se proprio hai paura che il velivolo scenda troppo bruscamente (e dovresti avere l'elevatore tirato tutto indietro o quasi a questo punto) è sufficiente dare un po' di motore per rallentare la discesa. In ogni caso l'elevatore non va mai spinto, perché potrebbe capitarti di farlo quando già il velivolo comincia a scendere da solo: l'atterraggio diventerebbe veramente duro e rischieresti di toccare terra con il ruotino per primo. Cerca di tenere il velivolo in aria più a lungo possibile: l'ideale

sarebbe toccare con l'elevatore tutto tirato perché ciò realizza la massima frenata aerodinamica in aria che è comunque superiore a quella ottenibile al suolo con i freni (il velivolo avendo ancora della velocità non pesa completamente sulla pista).

**Motore.** Tieni il motore al minimo con la mano sulla manetta sia per impedire che la manetta venga spostata da qualunque movimento del velivolo che per darne in caso di necessità.



## Corsa d'atterraggio

**Allineamento.** Con la pedaliera. Al momento del contatto tieni fermo il comando nella posizione in cui si trova. Dopo continua a tenere il velivolo allineato all'asse pista, anche se non è al centro, con la pedaliera. Tieni presente che il vento laterale, se c'è, colpendo il velivolo con un centro di pressione dietro le ruote principali, lo spinge a ruotare il muso verso il vento cosa che richiede piede contrario al vento stesso per la correzione. Ricordati che il ruotino è ancora sollevato: un momento prima che tocchi il suolo devi riallinearlo.

**Ali livellate.** Con l'alettone. Al momento del contatto tieni fermo il comando nella posizione in cui si trova. Dopo tienilo neutro, se non c'è vento laterale, o verso il lato da cui proviene quanto basta per mantenere le ali livellate, se c'è.

**Assetto.** Con l'elevatore. Al momento del contatto tieni fermo il comando nella posizione in cui si trova. Successivamente mantieni il ruotino anteriore sollevato tirando indietro l'elevatore fino a fondo corsa, se non c'è già (gradualmente per non tornare in aria o toccare con la coda), finché non tocca terra. In altre parole devi comunque arrivare a tirare indietro tutto l'elevatore e poi mantenercelo per tenere l'angolo d'incidenza più alto possibile e più a lungo possibile. Questa procedura fornisce la massima frenata aerodinamica al suolo che è ancora comunque superiore a quella ottenibile con i freni (il velivolo ha ancora della portanza a causa della velocità per cui ancora non pesa completamente sulla pista). Se invece c'è vento laterale, puoi valutare se ti conviene lasciar scendere prima il ruotino anteriore (senza sbatterlo) per aumentare il peso del velivolo sul terreno in modo da avere un controllo a terra più efficace.

**Motore.** Tieni il motore al minimo con la mano sulla manetta.



## Frenata

**Asse pista.** Con i freni. Usa la frenata differenziata.

**Ali livellate.** Con l'alettone. Tienilo neutro, se non c'è vento laterale, o verso il lato da cui proviene quanto basta per mantenere le ali livellate, se c'è.

**Assetto.** Con l'elevatore. Una volta che il ruotino ha toccato terra puoi mettere neutro l'elevatore oppure, se c'è vento laterale, spingere con gradualità l'elevatore (senza sforzare il ruotino anteriore) per aumentare il peso del velivolo sul terreno in modo da avere un controllo a terra ed una frenata più efficaci.

**Velocità.** Con i freni. Eventualmente puoi retrainare i flaps se vuoi aumentare l'efficacia della frenata aumentando il peso del velivolo sul terreno. I freni vanno usati al massimo solo dopo che il ruotino ha toccato terra. Prima puoi applicare la pressione solo gradualmente per non rischiare di far scendere il ruotino stesso troppo bruscamente. Questa procedura fornisce la massima frenata meccanica. La gradualità della frenata e delle pompate è il segreto di tutta la manovra. Ricordati che puoi uscire dalla pista sul raccordo solo dopo averla conclusa; in altre parole devi girare per uscire sul raccordo senza frenare perché lo hai già fatto prima.

## Riattaccata

**Riattaccata.** Se durante l'atterraggio (in finale o nella richiamata) devi interrompere l'atterraggio stesso per un qualunque motivo, allora devi riattaccare. La manovra consiste sostanzialmente nell'inizio di una salita con la complicazione dei flaps estesi da retrarre.

**Fermare la discesa.** Con l'elevatore. Inizia la riattaccata con l'impostazione dell'angolo d'incidenza o dell'assetto di riattaccata che, data la presenza dei flaps al massimo, è normalmente minore o più basso di quello della salita vera e propria (fatta sempre senza flaps) e che devi mantenere fino al completamento della retrazione dei flaps. In questo modo fai subito la cosa più urgente: fermare la discesa (potresti dover riattaccare vicinissimo al suolo). Tieni presente che la velocità inizia subito a diminuire e lo sforzo sull'elevatore passa a tirare.

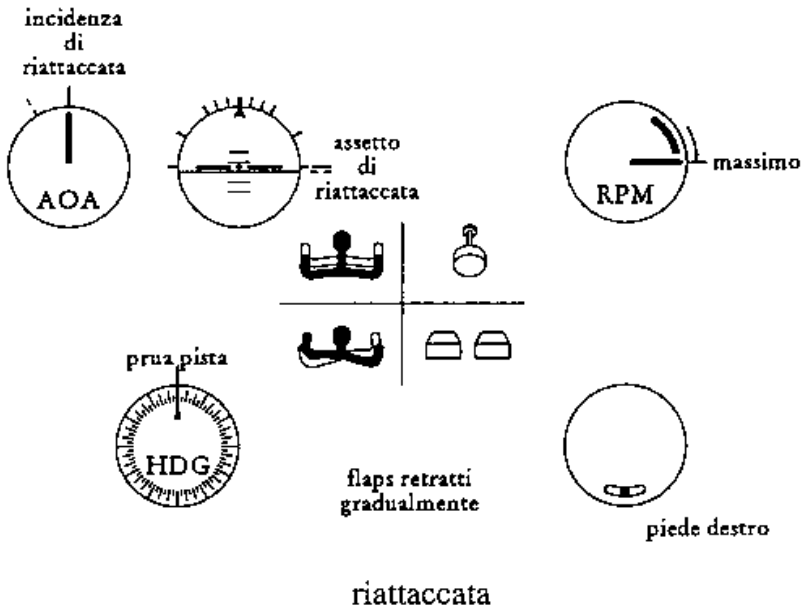
**Salire.** Con il motore. Mentre imposti l'incidenza o l'assetto di riattaccata (non prima perché spingeresti il velivolo verso il basso accelerandolo ma non dopo perché rischieresti di avvicinarti troppo allo stallo) da' tutto motore per salire e piede destro per tenere la pallina al centro. La velocità smette di diminuire e lo sforzo sull'elevatore passa a spingere (i flaps, spingendo verso il basso il flusso dell'elica, aumentano la deportanza del piano di coda orizzontale).

**Prua pista.** Tienila con l'alettone (al massimo cinque gradi d'inclinazione) perché se per un qualunque motivo scendi, almeno sbatti sulla pista (oltre a rimanere il più lontano possibile dagli ostacoli attorno all'aeroporto). Se c'è vento laterale, correggila con un angolo stimato di correzione.

**Retrarre i flaps.** Quando il variometro diventa positivo od almeno zero, inizia a retrarre i flaps per aumentare l'efficienza cioè alzare lo scivolamento. Fallo gradualmente od una tacca alla volta per evitare di sprofondare eccessivamente controllando ogni volta che il variometro resti positivo od almeno a zero e l'angolo d'incidenza o l'assetto quello della riattaccata. La velocità inizia ad aumentare e lo sforzo sull'elevatore sempre meno a spingere fino a diventare a tirare.

Mantieni l'angolo d'incidenza o l'assetto fino a raggiungere la velocità di salita.

**Angolo d'incidenza o assetto.** La sua impostazione è la prima cosa che devi fare ed il suo mantenimento è la cosa più importante di tutta la riattaccata (nota che le variazioni di pressione sull'elevatore sono notevoli). Se lo diminuisci o lo abbassi, non sali o addirittura scendi. Se lo aumenti o lo alzi, sali di più (il variometro si alza) inizialmente ma poi rallenti cosa che, oltre ad avvicinarti troppo allo stallo, ti abbassa comunque lo scivolamento (l'efficienza diminuisce).



## Atterraggio corto

**Atterraggio corto.** S'intende quello effettuato su un campo la cui lunghezza è limitata da ostacoli prima della soglia pista. Questo fatto rende necessarie due cose: una traiettoria rettilinea che portando direttamente alla soglia passi adeguatamente sopra gli ostacoli (potrebbe essere più ripida di quella solita) e la riduzione al minimo della distanza di atterraggio.

**Base.** Stringi bene le cinture sia addominali che a bandoliera perché durante la frenata all'atterraggio potresti essere spinto in avanti al punto da aumentare la pressione sui pedali dei freni causando un aumento non desiderato dell'intensità della frenata. Già da ora è opportuno inoltre avere il velivolo stabilizzato alla velocità del finale, con i flaps completamente estesi e l'elevatore trimmato per non rischiare di arrivare comunque veloci. La velocità con cui il velivolo deve giungere sulla soglia, infatti, deve essere quanto più vicina possibile alla velocità di stallo con i flaps al massimo e tutto motore.

**Finale.** Rallenta gradualmente sulla traiettoria fino ad avere appunto tale velocità solo sulla soglia e non prima. Per rallentare lungo la traiettoria togli motore e tira l'elevatore; per fermare il rallentamento rida' motore e ferma l'elevatore. Se devi mantenere anche solo momentaneamente la velocità, fallo con piccoli aggiustamenti dell'elevatore e mantieni la traiettoria con il motore. Constatata che il motore necessario è maggiore di quello richiesto ad una velocità maggiore a causa della preponderanza della resistenza indotta. In altre parole, minore è la velocità e maggiore è il motore necessario per mantenere stabilizzata la traiettoria. Tieni presente che dopo aver ridotto il motore per diminuire la velocità, devi gradualmente riaumentarlo per fermarla. Piccoli aggiustamenti possono essere necessari, specialmente se c'è vento, ma, se diventa necessario mettere il motore al minimo anche solo una volta, la velocità sarà quasi sicuramente elevata ed una riattaccata probabilmente necessaria.

**Richiamata.** Mentre tiri l'elevatore per rallentare, regola la traiettoria con il motore. Infatti, dovendo ridurre al massimo la distanza dalla soglia del punto in cui il velivolo si ferma, devi arrivare sopra la

soglia con il velivolo il piú vicino possibile allo stallo e con il motore necessario a mantenere il volo stabilizzato in discesa. Ferma la discesa del velivolo dando motore e cercando di toccare sulla soglia stessa. Non puoi, infatti, come nella richiamata normale, usare l'elevatore per mantenere la traiettoria perché la vicinanza dello stallo limita la sua escursione. Tira in maniera graduale l'elevatore per diminuire la velocità e contemporaneamente da' sempre piú motore. Il rateo con cui dare motore è continuamente in aumento sia perché quando la velocità diminuisce il motore richiesto aumenta sia perché l'innalzamento dello scivolamento richiesto dalla richiamata necessita appunto dell'aumento del motore. Se riesci ad avere l'elevatore a fondo corsa al momento della toccata, dovresti anche avere il motore al massimo. Tieni presente però che piú il velivolo è lento meno elevatore c'è da tirare per cui piú importanza ha il motore. Il motore ha ancora piú importanza se pensi ad un pericolo particolare presente in questa fase: l'angolo d'incidenza potrebbe improvvisamente diminuire anche di poco facendo sprofondare il velivolo. Vediamo di spiegare meglio questo punto: la forza che spinge il piano di coda verso il basso non è generata soltanto dalla velocità del velivolo ma anche parzialmente dal soffio dell'elica. Quando l'angolo d'incidenza è vicino a quello di stallo però, potrebbe succedere che il soffio dell'elica, tendendo ad allinearsi al vento relativo, cominci a passare sopra il piano di coda orizzontale diminuendo la forza verso il basso che spinge lo stesso e facendo diminuire l'angolo d'incidenza (come se tu avessi leggermente spinto in avanti l'elevatore). Ecco perché devi spostare l'elevatore e la manetta molto gradualmente e tenerti pronto a dare molto motore in caso la situazione appena descritta si prospetti (avviene sempre bruscamente) perché frenare lo sprofondamento con l'elevatore diventa molto problematico data la vicinanza dello stallo.

**Toccata.** Quando sei sopra la soglia, sia al suolo sia in aria, togli comunque motore (se sei in aria, non dovresti cadere da piú di un palmo) tenendo fermo l'elevatore. La velocità dovrebbe essere abbastanza giusta perché altrimenti avresti riattaccato ma, se hai ancora dell'elevatore da tirare, tieni il velivolo ancora in aria (col motore al minimo ed i flaps al massimo) perché devi comunque

toccare con l'elevatore tutto tirato. Se il velivolo, infatti, può stare in aria, frena di piú in aria che a terra.

**Frenata.** Tieni l'elevatore tirato a fondo corsa (o metticelo se non c'è) e comincia la frenata, anche se il ruotino anteriore non ha ancora toccato terra, aumentandola gradualmente sino al massimo facendo in modo però che il ruotino non scenda troppo bruscamente. Col ruotino a terra puoi retrainare i flaps per aumentare il peso del velivolo sul terreno ed aumentare cosí l'efficacia della frenata.

**Considerazioni sulla velocità di toccata.** La distanza d'atterraggio dipende dalla capacità dell'impianto frenante; la distanza di decollo dipende dalla potenza del motore. Questa disparità fa sí che la distanza di decollo sia normalmente superiore a quella d'atterraggio. Devi quindi atterrare su una pista che sia sufficiente, come lunghezza, non all'atterraggio ma al decollo successivo. In altre parole la pista su cui atterri è sempre piú lunga di quella che ti serve. Se tieni presente che piú lento è il velivolo all'atterraggio e minore è il margine di sicurezza sullo stallo, puoi vedere che nell'atterraggio corto non è imperativo arrivare a toccare stallato. Queste considerazioni sono fatte a parità di condizioni. Se esse sono diverse, la relazione fra distanza di decollo e di atterraggio ovviamente cambia. Ecco alcuni esempi: condizioni meteorologiche (temperatura, pressione, umidità, vento), condizioni della pista, pendenza della pista (puoi atterrare in salita e decollare in discesa), ostacoli, peso del velivolo.

## Atterraggio soffice

**Atterraggio soffice.** S'intende quello effettuato su un campo la cui superficie aumenta notevolmente la resistenza al rotolamento delle ruote quando addirittura può rischiare il loro bloccaggio.

**Retta.** Cerca di raggiungere il fondo corsa dell'elevatore prima di toccare il suolo mantenendo un po' di motore. Aumentalo poi gradualmente per diminuire la velocità di stallo e rallentare sempre più rimanendo in aria. L'ideale sarebbe stallare nel momento in cui raggiungi tutto motore ed ovviamente toccare solo in quel momento.

**Toccata.** Appena tocchi metti l'elevatore a fondo corsa indietro (se non c'è già) ed il motore al minimo (gradualmente perché il soffio dell'elica sul piano di coda orizzontale aiuta ad alleggerire il ruotino anteriore).

**Frenata.** Non usare i freni per non piantare il ruotino nella pista. Lascia che il velivolo si fermi da solo.

**Flaps.** Non li retrarre per aumentare l'efficacia della frenata visto che non devi frenare. Anzi, se li tieni, il soffio dell'elica mantiene un po' di portanza che alleggerisce il velivolo sul terreno.

**Elevatore.** Una volta portato a fondo corsa indietro, tienilo in quella posizione fino alla fine del rullaggio, cioè al parcheggio o comunque dove il terreno è più fermo. Il motivo è che il motore fornendo la trazione al di sopra delle ruote tende a spingere il ruotino anteriore verso il basso: se l'elevatore è tutto tirato, il soffio dell'elica spinge il piano di coda orizzontale verso il basso alleggerendo il ruotino stesso.

## Atterraggio d'emergenza

**Atterraggio d'emergenza.** S'intende quello effettuato con il motore spento o comunque che non fornisce più una trazione sufficiente.

**Piantata motore.** Nel momento in cui il motore si spegne (la diminuzione della trazione fa rallentare ed abbassare il velivolo) cerca immediatamente di alzare al massimo lo scivolamento realizzando, nell'ordine, le seguenti tre condizioni: 1) flaps retratti, 2) massima inclinazione quindici gradi, 3) angolo d'incidenza od assetto di massima efficienza.

1) I flaps aumentano comunque la resistenza. Retrarli significa alzare lo scivolamento anche se il velivolo sprofonda momentaneamente.

2) In virata il peso apparente aumenta per cui a velocità costante lo scivolamento si abbassa. A 15° il peso apparente aumenta solo del 3% per cui lo scivolamento rimane praticamente costante. Se però mantieni costante l'angolo d'incidenza, puoi superarli accettando l'aumento di velocità: entrato in virata il velivolo accelera ed abbassa lo scivolamento ma quando poi esce rallenta e lo rialza fino a riportarlo al valore precedente.

3) La massima efficienza, fornendo il minor angolo di discesa, permette di andare il più lontano possibile con la stessa perdita di quota per cercare con calma un posto dove atterrare od arrivare ad un posto scelto in anticipo. La velocità relativa è molto vicina a quella di massima efficienza (consulta il manuale del velivolo per sapere quanto interferisce l'elica a mulinello). Se hai l'indicatore dell'angolo d'incidenza, basta mettere il relativo angolo; se non ce l'hai, devi metterne l'assetto. Quest'ultimo è leggermente sotto l'orizzonte (il velivolo è comunque in discesa) e lo devi mettere dopo aver verificato flaps ed inclinazione laterale perché queste due cose lo abbassano.

**Avvicinamento.** Il miglior consiglio, considerando che essendo in emergenza potresti anche scordarti cioè che in fondo ti auguri di non dover usare mai, è quello di fare un'unica ampia virata per il finale assicurandoti per tutto il tempo di essere in grado di arrivarci. Se per un qualunque motivo dovessi perdere questa sicurezza, è sufficiente stringere la virata stessa per diminuire il percorso al suolo. Un



metodo per verificare se sei in grado di arrivare al punto prescelto consiste nel mantenere il muso sotto quel punto e verificare cosa fa la velocità: se non diminuisce sei a posto.

**Effetto del vento.** Ricordati che devi mantenere più alto possibile lo scivolamento e non la pendenza: con il vento contro la pendenza si abbassa, con il vento in coda la pendenza si alza. L'avvicinamento ti conviene farlo con il vento proveniente dall'interno della virata per il finale in modo da avere il vento in coda più a lungo possibile.

**Finale.** Cerca di arrivare in finale con il vento contro ed anche leggermente alto o veloce (energia in eccesso) per compensare eventuali errori di valutazione (la velocità o la quota in eccesso puoi sempre smaltirle poi). Tieni la velocità di massima efficienza quanto più a lungo possibile sia per scendere meno sia per conservare una sufficiente manovrabilità. Il miglior consiglio è quello di tenere il muso sotto la soglia e controllare la velocità con i flaps.

**Finale: sicuro di farcela.** Metti una tacca di flap alla volta aspettando di vedere dove ti porta la traiettoria (non permettere che la velocità scenda sotto quella di massima efficienza). Tieni presente che l'angolo di discesa in quel momento è più basso di quello a cui sei abituato. Se arrivi ad avere i flaps al massimo, puoi cominciare a rallentare eventualmente scivolando. Ricordati che è più importante il punto di contatto che la velocità: è meglio essere veloce all'inizio che giusto a metà perché alla fine sei sempre più lento (dopotutto i campi su cui puoi atterrare in emergenza frenano più di una pista). Ricordati anche gli effetti secondari dell'elevatore e dei flaps: tirando l'elevatore per rallentare o mettendo del flap per abbassare lo scivolamento, il velivolo prima si alza momentaneamente; anticipa le manovre e non esitare a togliere del flap se la situazione si deteriora.

**Finale: sicuro di farcela ma per poco.** In altre parole non ce la faresti, se mantenessi la velocità di massima efficienza; ma un leggero innalzamento dello scivolamento ti farebbe arrivare al punto di contatto desiderato. La manovra sfrutta l'effetto momentaneo dell'elevatore: rallentando dalla velocità di massima efficienza a quella di stallo (flaps retratti, senza motore) in maniera continua puoi alzare la traiettoria al di sopra di quella di massima efficienza allontanando il punto di contatto effettivo iniziale fino a farlo arrivare

a quello richiesto. Tieni presente però che l'innalzamento dello scivolamento ce l'hai solo finché sei in rallentamento. Appena smetti o devi smettere di rallentare il velivolo ricomincia a scendere più ripidamente di quanto faceva prima. Questa manovra va fatta quindi solo se sei ben sicuro che quando arriverai allo stallo o quasi tu sei sul punto dove devi atterrare. Un errore di valutazione ti farebbe impattare il suolo nel modo peggiore: stallato in caduta pressoché verticale (e non è detto che le ali restino livellate); perciò devi proprio essere sicuro dell'esito positivo della manovra.

**Finale: sicuro di non farcela.** Mantieni la velocità di massima efficienza più a lungo possibile per avere una manovrabilità sufficiente per atterrare in un punto trovato all'ultimo momento (ovviamente diverso da quello programmato) con il maggior controllo possibile. Più l'impatto è controllato, minori sono i danni possibili al velivolo ed alle persone.

**Corto finale.** Due sono le eventualità contro cui prendere le precauzioni: bloccaggio delle porte e incendio. Contro la prima è sufficiente aprire le porte prima dell'atterraggio così è meno probabile che t'impediscono di uscire dal velivolo danneggiato (aprile tutte anche se sei solo). Contro il secondo basta pensare al percorso della benzina ed a ciò che potrebbe fornire una scintilla. Per togliere la benzina chiudi la valvola carburante, metti il selettore dei serbatoi su chiuso, impoverisci al massimo la miscela tirando a fondo corsa il comando relativo, chiudi la valvola a farfalla del carburatore tirando a fondo corsa la manetta. Per togliere la scintilla posiziona su OFF il selettore dei magneti, l'interruttore della batteria e quello del generatore. Infine ricordati di stringere bene le cinture sia quelle addominali sia quelle a bandoliera.

**Toccata.** Per ridurre il più possibile i danni devi toccare alla minore velocità possibile: i flaps devono essere al massimo. Se già non lo sono, metticeli ora e, se sono elettrici, riaccendi momentaneamente la batteria per poterli posizionare. Per arrivare poi effettivamente alla minima velocità tieni il velivolo in aria più a lungo possibile tirando l'elevatore fino a toccare con lo stesso tirato a fondo corsa e tenendolo poi in quella posizione fino al completo arresto del velivolo per tenere leggero il ruotino sul terreno.

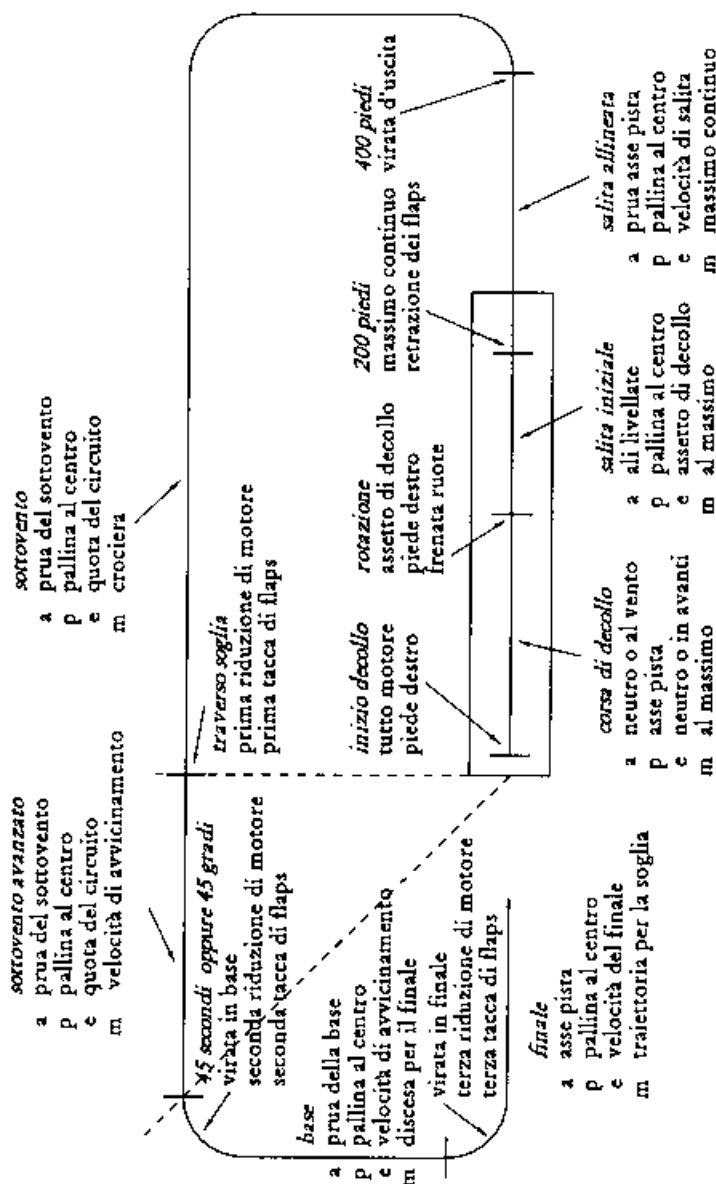


grafico del circuito fino al finale

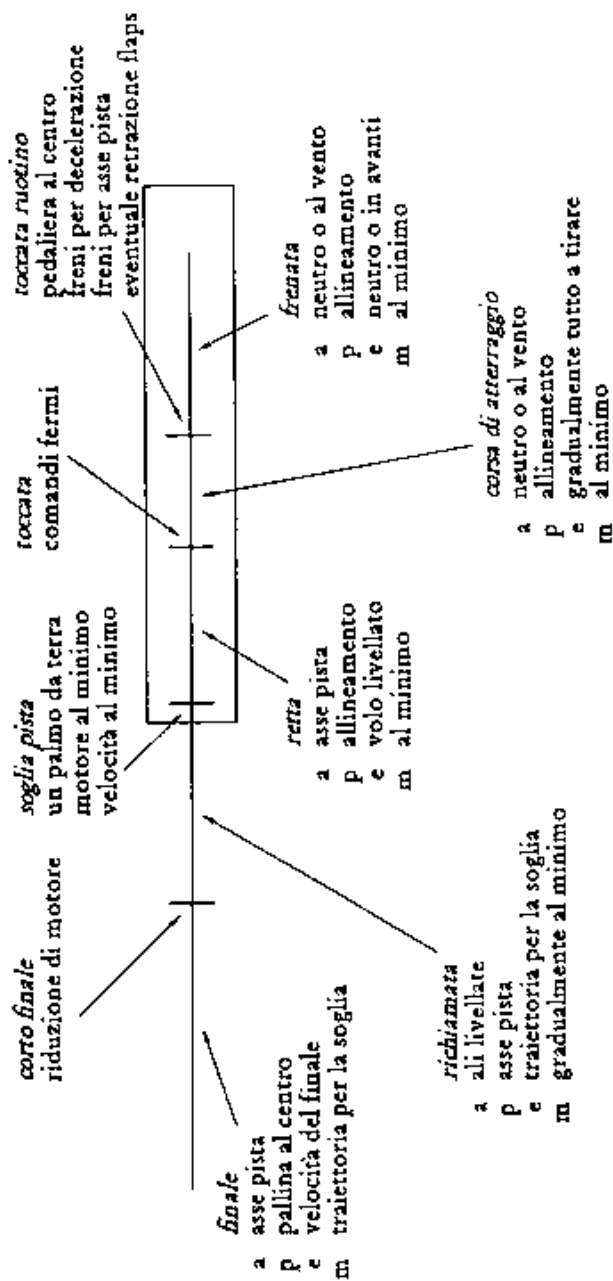


grafico del circuito nel finale

## **NAVIGAZIONE**

## Considerazioni preliminari

La navigazione consiste nel rispondere a tre domande:

- 1) dove sei (la risposta deve essere continua cioè devi sapere dove sei per tutto il tempo).
- 2) dove devi andare (trova la relazione del punto verso cui ti devi dirigere con quello dove ti trovi).
- 3) cosa devi fare per andarci (trova la rotta che congiunga il punto dove ti trovi con quello dove ti devi dirigere).

A queste tre domande a sua volta puoi rispondere in tre modi:

- 1) navigazione a vista (usi solo riferimenti esterni cioè punti caratteristici sul terreno).
- 2) navigazione stimata (non usi riferimenti esterni od interni ma stimi la direzione in cui procedere con la bussola e lo spazio percorso con il tempo).
- 3) navigazione strumentale (usi solo riferimenti interni cioè gli strumenti di navigazione).

**Scelta del tipo di navigazione.** Anche se apparentemente ci possono essere delle considerazioni che facciano preferire per ogni situazione un tipo di navigazione, ti conviene sempre cercare di usarle tutte tre. I motivi sono diversi:

- la precisione è maggiore perché puoi scegliere quella che ti dà le informazioni più precise,
- la sicurezza è maggiore perché le informazioni ottenute tramite un tipo di navigazione vengono verificate con un altro,
- l'affidabilità è maggiore perché, quando un tipo di navigazione non può più essere usato, un altro che già stavi utilizzando può fungere da riserva.

**Uso della prua nella navigazione.** Qualunque tipo di navigazione usi, finisci sempre per seguire una traccia; tramite l'angolo di correzione per il vento in realtà lo fai seguendo un avanzamento cioè una traiettoria all'aria. Se tieni poi le ali livellate, la pallina al centro ed il virometro al centro (deviazione nulla), l'avanzamento coincide con la prua. Dire quindi che navigare consiste sempre nel mantenere una prua significa in pratica, tenendo conto delle considerazioni appena fatte, mantenere la prua che ti fornisce una traccia richiesta.

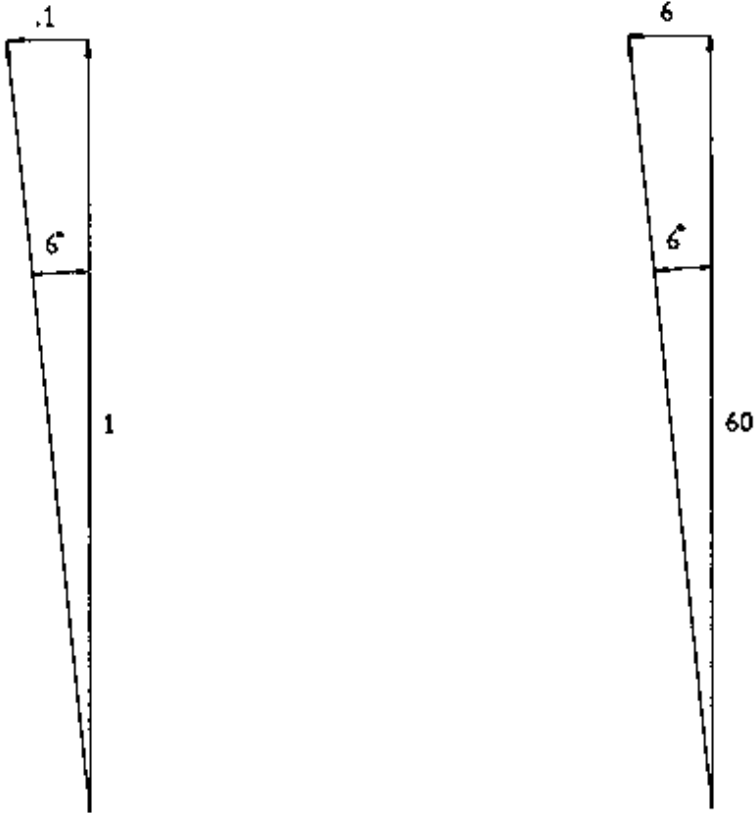
**Ortodromia e lossodromia.** L'ortodromia è un arco di cerchio massimo sulla superficie terrestre e ti permette di percorrere su quest'ultima la minore distanza possibile; ha però il difetto di essere a rotta variabile, taglia cioè i meridiani con angoli sempre diversi. La lossodromia è una spirale a rotta costante avvolta attorno ai poli geografici terrestri; ha il vantaggio rispetto all'ortodromia di essere a rotta costante, di tagliare cioè i meridiani sempre con lo stesso angolo, ma non ti permette di percorrere la minore distanza possibile sulla superficie terrestre. Fino a distanze di circa duecento miglia le differenze angolari e di distanza fra lossodromia ed ortodromia sono di solito trascurabili.

**Definizione di miglio nautico.** Da tempo immemorabile la navigazione di qualunque tipo è fatta con angoli misurati sulla superficie terrestre. Anche la misurazione della distanza non sfugge a questa abitudine. La distanza è espressa quindi sempre in angoli. Essendo un grado però troppo ampio, si usa comunemente il primo di grado cioè la sua sessantesima parte. Ad esso è stato poi dato il nome di miglio nautico. Dalle dimensioni della sfera terrestre si ricava che esso è lungo circa 1800 metri oppure circa 6000 piedi. Ogni carta riporta meridiani e paralleli ma possono essere usati per la misurazione delle distanze soltanto i cosiddetti cerchi massimi cioè i meridiani o l'equatore.

**Calcolo del vento durante la navigazione.** Per conoscere la componente laterale del vento hai bisogno della velocità vera all'aria del velivolo e dell'angolo di correzione che stai applicando. Per conoscere la componente longitudinale del vento hai bisogno della velocità vera all'aria, dell'angolo di correzione e della velocità al suolo desunta dagli strumenti o dagli orari stimati e reali dei passaggi su due punti.

## Regola del sessanta

Il seno di  $5.7^\circ$  (cioè circa sei) è .1 (cioè un decimo): lo spostamento laterale determinato da questo angolo è quindi la decima parte dello spostamento longitudinale. Se quest'ultimo è sessanta, allora lo spostamento laterale è di sei come i gradi dell'angolo. Per cui su una distanza di sessanta miglia ogni grado è un miglio oppure con una velocità di sessanta nodi ogni grado è un nodo.





## Navigazione a vista

Nella navigazione a vista rilevi su una carta di navigazione i riferimenti sul terreno da osservare dal velivolo. Per identificarli cerca qualcosa di peculiare, posseduto solo da quel punto o da quella rotta, che li possa cioè distinguere da altri che potrebbero avere caratteristiche simili. Correlali inoltre con le direzioni dei punti cardinali usando la prua del velivolo per non perdere il senso dell'orientamento. Se puoi, segui un percorso (una strada, un fiume, una ferrovia, etc.) verificando la generale corrispondenza della prua che stai tenendo con la rotta desunta dalla carta. Altrimenti scegli come punto verso cui dirigerli l'incontro di due linee sul terreno che costituiscano due limiti da non oltrepassare (uno a destra ed uno a sinistra del velivolo).

**Procedura in caso di smarrimento.** In ogni momento del tuo volo devi sempre sapere dove sei; se però, per un qualunque motivo, perdi la cognizione della tua posizione, puoi ritrovarla con uno dei seguenti metodi.

180 gradi. Se sai dov'eri, basta ritornarci. Una virata di cento-ottanta gradi ti permette di ripercorrere a ritroso la rotta che stavi seguendo e quindi di ritornare verso un punto che hai già passato: in questo modo aumenti le probabilità di incontrare un punto che puoi riconoscere.

Spirale. Se sai che il punto verso cui sei diretto è vicino, inizia a girare in tondo; poniti cioè in virata attorno al punto sul quale ti trovi allontanandotene sempre più. Per forza di cose dovrai prima o poi passare sopra il punto verso cui sei diretto.

Dal terreno alla carta. Cerca sul terreno un punto caratteristico che tu possa pensare di trovare riportato sulla carta e riconoscilo correttamente su di essa.

Ortagonale. Cerca sulla carta un elemento del terreno che abbia un andamento lineare e di cui tu sia sicuro del lato rispetto al quale ti trovi. Assumi quindi una prua ortogonale ad esso in modo da incontrarlo sicuramente.

## Navigazione stimata

Nella navigazione stimata suddividi il percorso in tratte rettilinee determinando di ognuna la rotta e la distanza. Dalla rotta, applicando la correzione per il vento (componente laterale), risalisci alla traccia da seguire cioè alla prua da tenere con le ali livellate e la pallina al centro. Dalla distanza ricavi il tempo necessario a percorrerla nel modo appresso spiegato. Dalla velocità indicata dall'anemometro del velivolo ricavi la velocità calibrata (mediante le tabelle di correzione del manuale del velivolo) e quindi la velocità vera all'aria (secondo le tabelle dell'aria tipo oppure con la regola grossolana: +2\% ogni 1000 piedi di altitudine). Applichi quindi ad essa la correzione del vento (componente longitudinale) per ricavare la velocità al suolo che devi usare per calcolare appunto, in base alla distanza della tratta, il tempo necessario a percorrerla. All'orario effettivo a cui hai lasciato il punto iniziale della tratta aggiungi poi il tempo così calcolato per ricavare l'orario stimato di arrivo al punto finale della stessa.

Gli errori della navigazione stimata possono essere:

### lateral

- la correzione per il vento non è corretta o non la conosci (dallo spostamento laterale riscontrato all'arrivo sul punto finale della tratta e dal tempo impiegato a percorrerla puoi ricavare la componente laterale del vento).
- il direzionale non è allineato con la bussola (riallinealo ogni dieci minuti circa).
- la bussola non è allineata con il Nord magnetico (leggi gli errori bussola sulla apposita tabella riportata sul velivolo).

### longitudinal

- la correzione per il vento non è corretta o non la conosci (dal tempo effettivamente impiegato a percorrere una tratta puoi calcolare la velocità al suolo e quindi la componente longitudinale del vento).

Questi errori sono tanto minori quanto più corta è la tratta.

## Navigazione strumentale

Nella navigazione strumentale la posizione può essere determinata in due modi a seconda se puoi usare il DME oppure no. Nel caso affermativo ti basta un solo radiofaro per avere il QDR e la distanza dallo stesso. Nel caso negativo hai bisogno di due radiofari diversi i cui due QDR si incrocino il più ortogonalmente possibile. La navigazione invece si svolge seguendo un QDR od un QDM dopo averlo intercettato.

**QDR e QDM.** Considera una linea semiretta che parte da un radiofaro e specifica il senso in cui idealmente la percorri. I sensi possibili sono ovviamente due: in allontanamento dal radiofaro od in avvicinamento. QDR significa allontanamento, QDM avvicinamento. Della stessa linea il QDR ed il QDM sono ovviamente il reciproco l'uno dell'altro. Altri nomi del QDR possono essere: radiale, rilevamento, rotta in allontanamento. Altro nome del QDM può essere: rotta in avvicinamento.

**Strumenti di navigazione.** Gli apparati che ti permettono di navigare sono tre:

- 1) il NAV che riceve i VOR,
- 2) l'ADF che riceve gli NDB,
- 3) il COM che ti permette di parlare con l'operatore VDF.

La conoscenza dell'apparato DME non è richiesta mentre ti vengono dati alcuni accenni sull'ILS che non è esattamente un radiofaro di navigazione visto che serve esclusivamente all'atterraggio ma ha molti punti in comune con il VOR.

## Procedure di navigazione strumentale

- 1) Sintonizza la frequenza.
- 2) Ascolta il segnale audio.
- 3) Desumi la linea su cui ti trovi (QDR o QDM).
- 4) Constata la rotta da intercettare e seguire.
- 5) Selezionala sull'indicatore NAV, se il caso.
- 6) Determina da quale lato si trova il radiofaro rispetto al velivolo quando la sua prua è uguale alla rotta.
- 7) Calcola la differenza
- 8) Determina l'angolo d'intercettamento.
- 9) Calcola la prua d'intercettamento ed assumila.
- 10) Raggiunta la rotta, assumi una prua uguale ad essa.
- 11) Mantieni la rotta spostando la prua di non più di cinque gradi alla volta.
- 12) Nel caso dell'ILS segui il GS quando lo intercetti.

## 1) Sintonizza la frequenza.

*NAV.* La frequenza NAV è compresa tra 108.00 e 117.95 Mhz con incrementi di .05 Mhz (200 canali). Le frequenze pari (riferite al primo decimale) da 108.00 a 111.85 sono TVOR di avvicinamento (40 canali), le dispari da 108.10 a 111.95 sono ILS (40 canali), le frequenze da 112.00 a 117.95 (sia pari che dispari) sono VOR di navigazione (120 canali).

*ADF.* La frequenza MF è compresa tra 300 e 600 KHz con incrementi di .5 KHz (su quasi tutti gli apparati ADF oramai non è piú possibile selezionare il mezzo KHz: la cosa non inficia assolutamente la ricezione).

*VDF.* La frequenza COM è compresa tra 118.00 e 135.975 Mhz con incrementi di .025 Mhz (solitamente sugli apparati il terzo decimale viene omesso) (720 canali). Ultimamente sono stati aggiunti 80 canali (totale 800) per cui la massima frequenza superiore è diventata 137.975 Mhz.

## 2) Ascolta il segnale audio.

*NAV/ADF.* Il segnale audio è in codice Morse che non è necessario conoscere: basta avere a portata di mano o addirittura segnato sulla cartina il segnale del radiofaro (VOR/ILS/NDB) richiesto. Ascoltare il segnale serve inoltre a constatarne la presenza e la bontà.

*VDF.* Chiedi via radio il QDM (non chiedere il QDR perché non è detto che il loro apparato lo possa fornire).

A	•—	J	•— — —	S	•••
B	—•••	K	—•—	T	—
C	—•—•	L	•—••	U	••—
D	—••	M	— —	V	•••—
E	•	N	—•	W	•— —
F	••—•	O	— — —	X	—••—
G	— —•	P	•—••	Y	—•— —
H	••••	Q	— —•—	Z	— —••
I	••	R	•—•		

codice Morse

### **3) Desumi la linea su cui ti trovi (QDR o QDM).**

*NAV.* Ruota la ghiera finché l'ago non è al centro. Se l'indicatore dice FROM, il valore selezionato è il QDR (in basso puoi leggere il reciproco del valore cioè il QDM); se l'indicatore dice TO, il valore selezionato è il QDM (in basso leggi il QDR).

*ILS.* In questo caso non può esserti di aiuto. Puoi però usare, se sono disponibili, il QDM del campo o quello dell'NDB che può trovarsi sul campo o sull'OM.

*ADF.* Seleziona sulla ghiera dell'indicatore la prua che stai tenendo al momento, qualunque essa sia. Leggi il QDM sulla punta dell'ago ed il QDR sulla coda. La prua che mantieni e quella selezionata sulla ghiera devono essere sempre esattamente uguali, anche nelle manovre successive.

*VDF.* Il QDM ti viene dato via radio. Se ti interessa il QDR, devi calcolartelo da solo visto che l'operatore radio legge direttamente sul suo strumento solo il QDM.

### **4) Constata la rotta da intercettare e seguire.**

*NAV.* Constata la radiale da seguire. Se devi seguirla in allontanamento, essa coincide con il QDR. Se devi seguirla in avvicinamento, il QDM coincide con il reciproco della radiale.

*ILS.* La rotta è quella del localizzatore che può essere solo d'avvicinamento (QDM) visto che l'ILS serve esclusivamente all'atterraggio.

### **5) Selezionala sull'indicatore NAV, se il caso.**

*ILS.* La selezione della rotta del localizzatore non ha alcun effetto sul comportamento dell'ago: serve solo come memorizzazione della stessa.

### **6) Determina da quale lato si trova il radiofaro rispetto al velivolo quando la sua prua è uguale alla rotta.**

Puoi far effettivamente assumere al velivolo la prua uguale alla rotta oppure visualizzarla mentalmente (in questo secondo caso ti risparmi una virata).

*VOR/ILS.* Corrisponde al lato verso cui è spostato l'ago.

*ADF.* Corrisponde al lato verso cui si trova la punta dell'ago.

*VDF.* Visualizzalo mentalmente (cosa che volendo dovresti fare anche negli altri casi).

**7) Calcola la differenza angolare.**

Corrisponde alla differenza fra la linea (QDR o QDM) su cui ti trovi e quella che devi andare ad intercettare.

**8) Determina l'angolo d'intercettamento.**

Devi sceglierlo in base alla distanza presunta dal radiofaro. In allontanamento, se è uguale alla differenza angolare, l'intercettamento avverrà ad una distanza doppia di quella tra la posizione attuale e il radiofaro; in avvicinamento, se è il doppio della differenza angolare, l'intercettamento avverrà a metà strada tra la posizione attuale ed il radiofaro. Tieni presente che nel caso dell'ILS l'intercettamento del LOC deve comunque avvenire prima dell'intercettamento del GS. Normalmente comunque le rotte d'intercettamento ILS sono prestabilite.

**9) Calcola la prua d'intercettamento ed assumila.**

Partendo dalla prua uguale alla rotta da intercettare, spostati (effettivamente o mentalmente) verso il lato del radiofaro dell'angolo d'intercettamento. Se lo ritieni opportuno, applica una correzione per il vento.

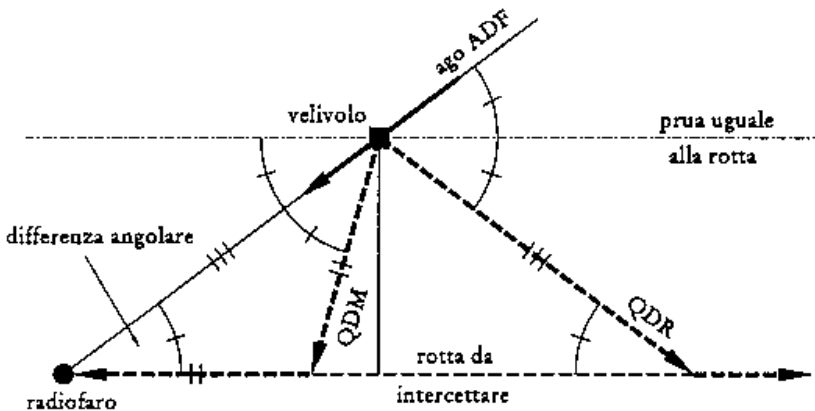


grafico degli intercettamenti

### **10) Raggiunta la rotta, assumi una prua uguale ad essa.**

*NAV.* La rotta è raggiunta quando l'ago è al centro.

*ADF.* La rotta è raggiunta quando l'indicatore ADF segna il valore relativo.

*VDF.* Chiedi periodicamente il QDM per sapere quando raggiungi la rotta.

### **11) Mantieni la rotta spostando la prua di non più di cinque gradi alla volta.**

In altre parole trova la prua che ti mantiene la rotta. Non è detto che sia uguale alla rotta perché potrebbe darsi che:

- 1) il direzionale non sia allineato con la bussola,
- 2) la bussola non sia allineata con il nord magnetico (errore bussola)
- 3) il vento al traverso richieda un angolo di correzione (pua al vento).

Il lato verso cui spostare la prua è:

*NAV.* Quello verso cui è spostato l'ago. Il fondo scala vale  $10^\circ$  se VOR,  $2.5^\circ$  se LOC. Non tenere conto soltanto della sua posizione ma anche della sua tendenza cioè della velocità e della direzione in cui si muove.

*ADF.* Quello verso cui è spostata la punta dell'ago sia in QDR che in QDM.

*VDF.* Quello verso cui, visualizzando, si desume sia la stazione.

### **12) Nel caso dell'ILS segui il GS quando lo intercetti.**

Al raggiungimento del sentiero di discesa (GS) imposta inizialmente il rateo di discesa precalcolato variandolo poi di non più di 200 ft/min alla volta. Il rateo di discesa (in ft/min) teorico è uguale alla velocità al suolo (in kts) moltiplicata per cinque (siccome il sentiero di discesa ha una pendenza predeterminata rispetto al suolo, la velocità da usare per il calcolo del rateo di discesa è appunto quella al suolo). Il fondo scala dell'ago vale  $.75^\circ$ .



## **IMPIANTI**

## Impianto carburante

**Sistemazione dei serbatoi.** Normalmente i serbatoi sono due alloggiati nelle due semiali. Ogni serbatoio ha un drenaggio per scaricare l'acqua accumulatasi, una connessione per prelevare il carburante tramite un tubo, uno sfiato per far entrare l'aria che sostituisce il carburante consumato ed un galleggiante per misurare la quantità di carburante.

**Configurazioni.** Le configurazioni possibili sono due:

- 1) i due serbatoi sono usabili solo congiuntamente.
- 2) i due serbatoi sono usabili separatamente.

**Serbatoi congiunti.** I due tubi provenienti dai due serbatoi si riuniscono in corrispondenza della valvola carburante diventando un unico tubo che va al filtro carburante. Per evitare un consumo differente dei due serbatoi e sbilanciare lateralmente il velivolo gli stessi sono uniti in corrispondenza della valvola carburante in modo che, per il principio dei vasi comunicanti, le quantità dei due serbatoi rimangano sempre uguali. I due serbatoi possono avere ciascuno una ventilazione separata oppure avere una ventilazione unica tramite una comunicazione fra loro.

**Serbatoi separati.** I due tubi provenienti dai due serbatoi arrivano ad un selettore con il quale puoi scegliere se alimentare il motore con uno solo dei due serbatoi o con tutti e due. La valvola carburante può essere separata o costituire una posizione dello stesso selettore. Da quest'ultimo un unico tubo va come al solito al filtro carburante.

Filtro carburante. Se possibile, viene montato in modo da costituire il punto più basso dell'impianto cosicché può esservi inserito un drenaggio per spurgare l'impianto dall'acqua. Dal filtro il carburante, tramite una pompa meccanica azionata dal motore, viene risucchiato al carburatore con l'aiuto della gravità se il velivolo è ad ala alta oppure di una pompa elettrica se ad ala bassa.

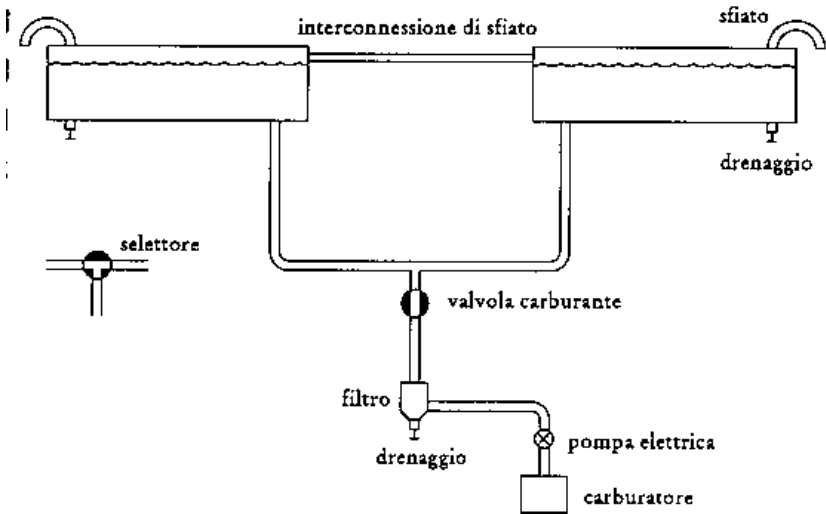
**Strumenti:**

- indicatori quantità (FUEL QTY) per controllare la quantità in ogni serbatoio.
- pressione carburante (FUEL PRESS) per controllare la pressione di alimentazione al carburatore.

- flussometro (FUEL FLOW) per misurare il flusso di carburante (solo nei motori ad iniezione).

**Comandi:**

- interruttore pompa elettrica (FUEL PUMP) per inserire la pompa elettrica.
- selettore serbatoi per selezionare da quali serbatoi far giungere il carburante (può funzionare anche da valvola carburante).
- valvola carburante per intercettare il flusso del carburante al motore.



esempio di impianto carburante

## Carburatore

**Scopo del carburatore.** Il carburatore serve a miscelare il carburante con l'aria. Una strozzatura nel condotto dell'aria accelera quest'ultima abbassandone la pressione. In corrispondenza della strozzatura si trova l'ugello che spruzza il carburante risucchiato dalla depressione. Dopo la strozzatura si trova la valvola a farfalla comandata direttamente dalla manetta che regola la quantità di miscela da mandare al motore.

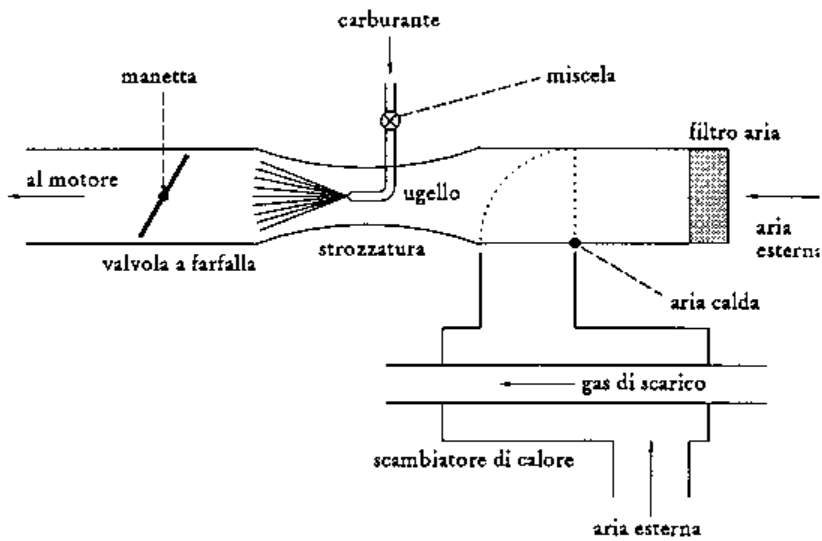
**Ghiaccio al carburatore.** L'abbassamento di pressione in corrispondenza della strozzatura provoca a sua volta un abbassamento della temperatura. Se la temperatura esterna è inferiore a 15°C o quella nella strozzatura a 5°C ed è presente nell'aria dell'umidità visibile, quest'ultima si può condensare sotto forma di ghiaccio: la sezione della strozzatura e del condotto in corrispondenza della valvola a farfalla si restringono e la diminuita portata dell'aria riduce la potenza del motore mentre la valvola a farfalla rischia di bloccarsi. Un impianto di aria calda generata da uno scambiatore di calore in cui l'aria esterna lambisce il tubo di scarico riscaldandosi previene o rimuove il ghiaccio al carburatore.

### **Strumenti:**

- indicatore temperatura carburatore (CARB TEMP) per misurare la temperatura dell'aria in corrispondenza della strozzatura.

### **Comandi:**

- manetta (THROTTLE) per regolare la potenza del motore tramite la posizione della valvola a farfalla.
- manopola aria calda (CARB HEAT) per inserire l'impianto dell'aria calda.



carburettore

## Miscela

**Titolo della miscela.** Corrisponde al rapporto in peso fra aria e carburante. Si dice stechiometrico il titolo che fornisce la massima temperatura di combustione e quindi dei gas di scarico, ricco quello in cui rispetto ad esso il carburante è in eccesso e povero quello in cui è in difetto. La massima potenza viene fornita da un titolo leggermente ricco. Il minor consumo per una data distanza viene fornito da un titolo leggermente povero.

**Comando della miscela.** Il titolo varia con la quota del velivolo perché la densità dell'aria è variabile mentre quella del carburante rimane costante, dato che è liquido. Un comando serve a mantenerlo od a ripristinarlo ai valori richiesti. Normalmente quando il suddetto comando è tutto avanti (miscela tutta ricca) il titolo è leggermente ricco (massima potenza) in condizioni normali a livello del mare.

**Uso del comando della miscela.** Salendo in quota la miscela si arricchisce (la densità dell'aria diminuisce) e va smagrita (se non lo fai, viene sprecato il carburante in eccesso e può arrivare a togliere potenza perché impedisce all'ossigeno di bruciarlo tutto); scendendo di quota la miscela si impoverisce (la densità dell'aria aumenta) e, se era stata smagrita, va arricchita (se non lo fai, la potenza comincia a diminuire perché diminuisce la quantità di carburante nello stesso volume ed il motore può arrivare a spegnersi).

**Regolazione del titolo senza EGT.** Regolata la manetta, smagrisci gradualmente fino a quando i giri cominciano a calare leggermente oscillando od il motore a "borbottare". A questo punto riarricchisci un po' (due o tre millimetri oppure giri della manopola; comunque in modo che i giri ritornino al valore precedente e smettano di oscillare). In questo modo hai la massima potenza.

**Regolazione del titolo con EGT.** Regolata la manetta, smagrisci gradualmente e lentamente la miscela: la temperatura dei gas di scarico inizialmente aumenta, raggiunge il massimo e poi diminuisce. Per avere la massima potenza diminuisce la temperatura fino a due tacche (50°F) sotto il massimo dal lato ricco (smagrisci fino al massimo e riarricchisci). Per avere il minor consumo diminuisce la temperatura fino ad una tacca sotto il massimo dal lato povero evitando però di

rendere "ruvido" il funzionamento del motore (smagrisci fino al massimo e continua).

**Strumenti:**

- flussometro (FUEL FLOW) per misurare il flusso di carburante e regolare, in base alla potenza del motore, il titolo della miscela (solo nei motori ad iniezione).
- indicatore temperatura gas di scarico (EGT) per misurare la temperatura dei gas di scarico e regolare il titolo della miscela.

**Comandi:**

- manopola regolatrice miscela (MIXTURE) per smagrire tirando (LEAN) od arricchire spingendo (RICH).

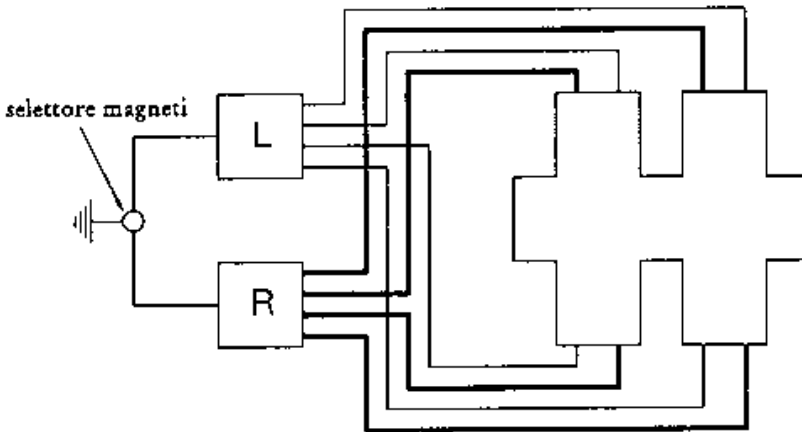
## Magneti

**Magneti.** Sono due generatori di tensione alternata plurifase (una fase per ogni cilindro) destinati esclusivamente a fornire la scintilla alle candele. Ogni cilindro ha due candele alimentate ognuna da uno dei due magneti in modo che il motore possa girare anche con un magnete soltanto. I magneti vengono messi in rotazione dal motore e forniscono le scintille già durante l'avviamento.

### Comandi:

- selettore (IGNITION) per collegare un solo magnete (LEFT o RIGHT), entrambi (BOTH) o nessuno (OFF).

La selezione di un magnete avviene in realtà escludendo l'altro cioè mettendo a massa la tensione del suo impianto; in altre parole affinché un magnete sia scollegato bisogna che il cavetto che da esso esce sia collegato.



impianto di accensione

## Impianto elettrico



**Tensione dell'impianto.** L'impianto elettrico è messo in tensione dalla batteria, dal generatore (di solito un alternatore) che il motore mette in rotazione oppure da un gruppo alimentatore esterno. La batteria ed il generatore hanno entrambi un interruttore per collegarli a volontà del pilota. Se solo la batteria è collegata, col tempo tende a scaricarsi. Se è collegato anche il generatore, esso, oltre a tenere in tensione l'impianto, ricarica o tiene carica la batteria.

**Utenze elettriche.** La necessità dell'impianto elettrico nasce dal dover alimentare il motorino d'avviamento senza il quale è praticamente impossibile mettere in moto il motore. Le utenze elettriche collegate ovviamente possono essere altre, le più importanti delle quali sono la radio di comunicazione (COM) ed il virometro.

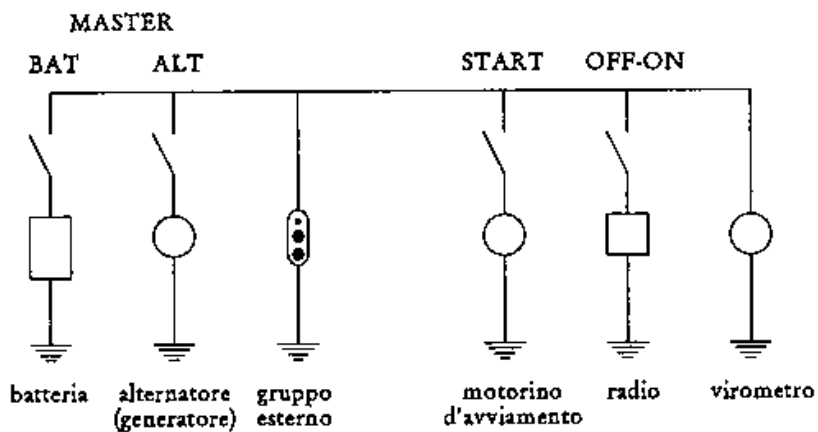
**Avviamento con gruppo esterno.** Quando viene usato il gruppo esterno per l'avviamento la batteria ed il generatore non devono essere collegati: la prima per non assorbire corrente di ricarica, il secondo per non essere sottoposto a corrente di corto circuito.

**Strumenti:**

- amperometro per misurare l'intensità ed il senso della corrente della batteria (positiva se viene ricaricata, negativa se si stascaricando).
- luce di basso voltaggio del generatore (rossa) per indicare il suo scollegamento.

**Comandi:**

- interruttore (BAT) per collegare la batteria.
  - interruttore (ALT) per collegare il generatore.
  - interruttore (START) per collegare il motorino d'avviamento.
- Normalmente i primi due sono affiancati come fossero un unico interruttore (MASTER) in modo da collegare automaticamente la batteria quando colleghi il generatore. L'ultimo invece è incluso nel selettore dei magneti in modo che selezionando la posizione di avviamento vengano automaticamente collegati i due magneti (quando viene rilasciata, la chiavetta rimane selezionata su entrambi i magneti).



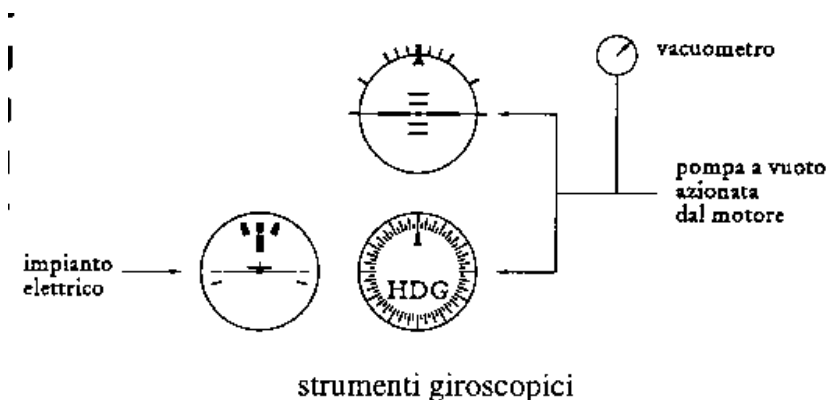
impianto elettrico

## Strumenti giroscopici

**Strumenti giroscopici.** Sono tre: orizzonte artificiale, girodirezionale e virometro. I rotori dei primi due vengono messi in rotazione da una depressionione generata da una pompa azionata dal motore. La rotazione li rende stabili e la gravità li allinea con l'orizzonte. Cerca di avere il numero di giri del motore piú alto possibile e di restare in volo rettilineo stabilizzato piú a lungo possibile altrimenti potresti dover attendere qualche minuto prima di riaverli precisi. Il rotore del virometro invece viene mosso elettricamente. Questa doppia alimentazione produce una maggior sicurezza: senza la pompa a vuoto puoi tenere le ali livellate con virometro e sbandometro; senza l'impianto elettrico perdi solo il virometro.

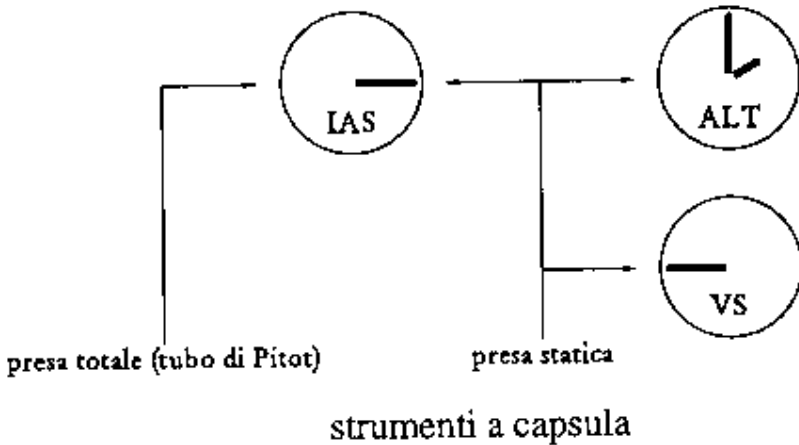
### Strumenti:

- vacuometro (SUCTION) per controllare che la valvola regolatrice mantenga la depressionione al giusto valore (arco verde).



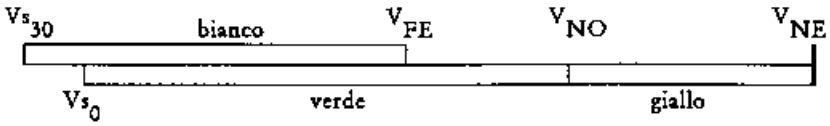
## Strumenti a capsula

**Strumenti a capsula.** Sono tre: anemometro, altimetro e variometro. Alla presa statica sono collegati tutti e tre mentre al tubo di Pitot è collegato solo l'anemometro. Quest'ultimo deve essere collegato ad entrambi perché il tubo di Pitot può prelevare solo la pressione totale (statica più dinamica) per cui da essa deve essere sottratta la pressione statica per avere quella dinamica, la sola proporzionale alla velocità.

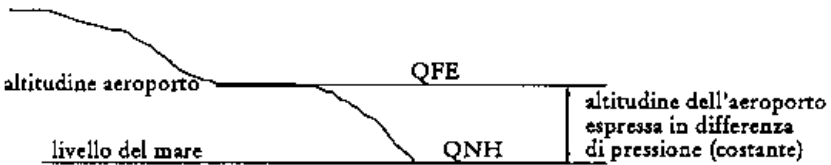


**Archi colorati sull'anemometro.** Sono tre: uno bianco, uno verde ed uno giallo. L'arco bianco indica il campo di velocità nel quale possono essere usati i flaps. Il limite inferiore corrisponde alla velocità di stallo con flaps al massimo, motore al minimo e peso del velivolo al massimo consentito. Il limite superiore alla velocità oltre la quale i flaps devono rimanere retratti. L'arco verde indica il campo di velocità nel quale il velivolo può essere usato con qualunque intensità di turbolenza. Il limite inferiore corrisponde alla velocità di stallo con flaps retratti, motore al minimo e peso del velivolo al massimo consentito. Il limite superiore alla velocità oltre la quale la turbolenza deve essere assente. L'arco giallo indica il campo di velocità nel quale il velivolo può essere usato soltanto in assenza di turbolenza. Il limite superiore delimitato da una linea rossa corrisponde alla velocità oltre la quale il velivolo

non può essere usato per alcun motivo.



**Regolaggi dell'altimetro.** Essenzialmente l'altimetro indica una quota (non corretta per la temperatura) al di sopra del livello di pressione indicato dalla finestra di regolazione. Se detto valore è il QNE (1013.25 hectoPascal o millibar, 29.92 pollici di mercurio), l'altimetro indica l'altitudine pressione misurata in livelli di volo ed espressa in centinaia di piedi. Se il valore è il QNH, l'altimetro indica l'altitudine sul livello del mare. Se il valore è il QFE, l'altimetro indica l'altezza sul punto di riferimento del QFE (in genere l'aeroporto, specificatamente una particolare soglia pista).



**Altitudine densità.** Dall'altitudine pressione ricavi l'altitudine densità applicando la correzione della temperatura (circa 1000 piedi ogni 10°C di scostamento dall'aria tipo; da aggiungere se la temperatura è maggiore, da togliere se minore).

**Altimetro codificato.** Fornisce, con un segnale elettronico, il valore della quota al transponder in modo che quest'ultimo possa trasmetterlo al radar secondario. Il valore prescinde dal regolaggio (e quindi dall'indicazione) dell'altimetro stesso ed è quello che l'altimetro indicherebbe se fosse regolato sul QNE (l'operatore radar provvede lui stesso ad introdurre la regolazione che gli consente di avere indicata l'altitudine).

## Avvisatore di stallo

**Condizione d'avviso.** Quando l'angolo d'incidenza raggiunge un valore vicino a quello di stallo, viene attivato un avvisatore. Il sensore relativo è posto sull'ala appena sotto il bordo d'attacco e sente la posizione del punto dove l'aria che passa sotto si divide da quella che passa sopra. Il suddetto punto di separazione si trova normalmente sopra il sensore; all'aumentare dell'angolo d'incidenza si sposta verso il basso fino a portarsi sotto lo stesso. Il sensore può essere di due tipi: a depressione od elettrico.

**Sensore a depressione.** Consiste in un foro sottoposto normalmente alla pressione del vento relativo. Avvicinandosi lo stallo, la depressione generata dalla forza centrifuga dell'aria che risale il bordo d'attacco, arriva a far suonare una trombetta risucchiando l'aria dal foro.

*Pregi:* il sistema è completamente autonomo.

*Difetti:* non fornisce un segnale visivo e non ha un grande volume.

**Sensore elettrico.** Consiste in un'aletta normalmente spinta verso il basso. Avvicinandosi lo stallo, viene spinta verso l'alto chiudendo un contatto elettrico.

*Pregi:* fornisce un segnale visivo ed ha un volume sufficiente.

*Difetti:* al sistema necessita l'impianto elettrico.

## Cenni su altri impianti

**Flabelli.** I motori a pistoni dei velivoli sono raffreddati ad aria: questa entra da due aperture anteriori del cofano, appena dietro l'elica, ed esce in basso più o meno in corrispondenza del ruotino anteriore. Quando la potenza del motore è rilevante, diventa necessario regolare il flusso dell'aria di raffreddamento nelle varie condizioni di volo: alcuni flabelli (COWL FLAPS), comandati dalla cabina, svolgono questa funzione. Per aiutare il pilota nella regolazione solitamente è presente un indicatore della temperatura dei cilindri del motore (CHT).

**Passo variabile.** Serve a migliorare le prestazioni dell'elica. Le pale vengono spinte verso la posizione di passo minimo da molle (funzionanti sempre) e da contrappesi (funzionanti solo con l'elica in rotazione) mentre vengono spinte verso il passo massimo da un attuatore azionato dalla pressione dell'olio del motore. Un regolatore, variando il passo dell'elica, mantiene costante il numero di giri selezionato dal comando relativo (PROP RPM). La potenza viene regolata con un indicatore della pressione di alimentazione (MAP). La coppia trasmessa all'elica dall'albero motore è proporzionale direttamente alla potenza (MAP) ed inversamente al numero di giri (RPM).

**Carrello retrattile.** Il carrello può essere retratto da un motore elettrico o da un attuatore idraulico azionato dalla pressione generata da una pompa messa in rotazione dal motore o dall'impianto elettrico. Le posizioni fisse del carrello possono essere solo due: esteso e bloccato, retratto e bloccato; ogni altra posizione deve considerarsi in transito. La posizione in cui si trova il carrello viene indicata sia da delle luci che da un indicatore collegato meccanicamente o idraulicamente all'impianto del carrello. Se la manetta viene arretrata oltre un posizione vicina al minimo ed il carrello non è esteso e bloccato, viene fatto suonare un avviso (spesso è lo stesso avvisatore di stallo). Di solito, ma non sempre, un interruttore collegato allo schiacciamento di un ammortizzatore del carrello principale impedisce la retrazione del carrello con il velivolo a terra. Se le ruote principali si retraggono l'una verso l'altra e non è presente il predetto interruttore, il carrello può non retrarsi con il velivolo fermo ma farlo

appena si muove. Quando il carrello viene retratto, le ruote devono essere fermate per non spargere nel vano carrello sostanze estranee raccolte dalla pista (per esempio acqua che in quota può gelare impedendo poi la rimozione dei blocchi all'estensione del carrello).



## **AMENITÀ**

## Riassunto regole

**Due mani.** *Quando muovi una mano, muovi anche l'altra!* Una mano sull'elevatore e l'altra sulla manetta: nella stessa direzione.

**Mani e piedi.** *Quando muovi le mani, muovi anche i piedi!* Similare alla precedente. Le mani sull'alettone ed i piedi sulla pedaliera: omologhi od incrociati a seconda della manovra.

**Quattro.** *Devi sempre fare non piú di quattro cose contemporaneamente!* I comandi infatti sono quattro: i tre comandi di volo (alettone, elevatore e pedaliera) e la manetta. In ogni momento devi sapere cosa fare di tutti e quattro.

**Piú uno.** *Anche la radio!* Mentre osservi la regola del quattro ascolta continuamente la radio: non soltanto per rispondere alle chiamate che ti riguardano ma anche per desumere dalle conversazioni in corso le posizioni degli altri velivoli.

**Tre secondi.** *Non osservare uno strumento od un riferimento per piú di tre secondi!* Non dare tempo ad alcun parametro di scostarsi troppo dal valore da mantenere. Piú pronta è la reazione, minore è l'entità della correzione e maggiore quindi la sua facilità.

**1-2, 2-1.** *Uno-due, due-uno!* Quando devi modificare un solo parametro (laterale o verticale), usa tutti e due i comandi (lateralmente o verticalmente); quando ne devi modificare due, usane uno solo.

**Scarafaggio.** *Schiaccia la pallina come se fosse uno scarafaggio!* Per tenere la pallina al centro devi avanzare il piede dello stesso lato verso cui è spostata.

**"Fondoschiena".** *Il miglior accelerometro è il fondoschiena!* Usalo per le variazioni di traiettoria verticali (assetto e scivolamento) e per quelle laterali (pallina).

**Assetto e lancette.** *Sposta le lancette con l'elevatore!* Le variazioni d'incidenza e d'assetto indotte dagli spostamenti dell'elevatore provocano delle variazioni di velocità e di variometro tali da spostare nello stesso senso le relative lancette.

**Automatismi.** *Costruisciti nuovi istinti!* Alcune manovre implicanti un movimento principale accompagnato da uno secondario devono essere effettuate in modo talmente automatico che il ragionamento non va neanche piú eseguito. Esempi: dare motore e piede destro (anche a

terra), dare motore e spingere l'elevatore, spingere l'elevatore e dare motore, tirare l'elevatore e dare piede destro, dare alettone e piede dallo stesso lato in virata per entrare o uscire, entrare in virata e tirare l'elevatore, dare alettone e piede incrociati per entrare in scivolata, mettere i flaps e spingere l'elevatore; tutti gli esempi precedenti anche nel senso opposto.

**Sessanta.** *A sessanta, un grado è un miglio!* Su una distanza di sessanta miglia ogni grado è un miglio oppure con una velocità di sessanta nodi ogni grado è un nodo.

## **Considerazioni filosofiche**

### **Istinti ed automatismi**

*Se Madre Natura avesse voluto che noi volassimo, ci avrebbe dato le ali!* Hai soltanto istinti terrestri: gli istinti da volatore te li devi creare come automatismi.

### **Teoria del burrone**

*Piú vicino stai al ciglio del burrone, piú impari a non caderci!* Piú impari a stare vicino alle situazioni che devi evitare, piú sei in grado di evitarle o comunque di ridurre gli effetti negativi quando il destino ti ci spinge contro tuo malgrado.

### **Comportamento al rallentatore graduale**

*Di ogni manovra la gradualità deve essere massima mentre la velocità di esecuzione deve soltanto essere giusta!* Esegui ogni manovra in maniera graduale senza contraccolpi o bruschezza; la sua velocità invece devi regolarla in modo da verificarne gli effetti mentre la compi per cui, finché non hai acquisito la sensibilità sufficiente, è meglio usare il rallentatore: solo l'esperienza ti permetterà di accelerare.

### **Elevatore come freno a mano**

*Se tiri troppo, irrigidisciti!* In certe manovre l'elevatore va solo tirato: se viene tirato troppo, tienilo fermo nella posizione raggiunta irrigidentoti, senza assolutamente spingerlo in avanti o lasciarlo andare, ed aspetta con pazienza che sia nuovamente necessario tirarlo.

### **Volare davanti all'aeroplano**

*Quando l'aereo arriva, il pilota c'è già stato!* Devi sempre precedere le situazioni. Quando il velivolo arriva ad un qualunque punto sia come luogo sia come manovra o procedura, tu ci sei già arrivato con la mente e quindi sapevi già in anticipo che cosa fare ed hai già predisposto tutto ciò che è necessario.

### **Inesistenza della turbolenza**

*La turbolenza non esiste!* La somma vettoriale dei movimenti dell'aria è sempre nulla: se così non fosse, ci sarebbero delle aggiunte o delle sottrazioni di aria cioè di materia. In altre parole l'effetto globale sul velivolo dei movimenti dell'aria è sempre quello di mantenerlo nella stessa condizione di volo. Questo fatto giustifica la necessità di non correggere mai i movimenti indotti dalla turbolenza ma di tenere il velivolo come se quest'ultima non ci fosse. Il discorso inizia a perdere valore (ed allora le correzioni cominciano a doversi eseguire) soltanto quando i movimenti dell'aria assumono ampiezze rilevanti in rapporto al tempo (non puoi aspettare la media dei movimenti) od alle dimensioni del velivolo: per esempio vortici di scia, temporali, rotori, windshear in genere.

## Il circuito

Al centro pista pon'ti lesto  
con l'aereo allineato;  
con un po' di piede destro  
il motor tutto va dato.

A ruotare arrivi tu,  
al punto giusto pon' l'assetto:  
piede destro un po' di piú,  
ali dritte presto detto.

Se il variometro si muove  
e non puoi piú riatterrare,  
frena dolce le tue ruote  
e il carrello fai rientrare.

A un'altezza di duecento  
via l'ipersostentatore;  
tira un po' e stai attento  
riducendo poi il motore.

Mentre sali ch'è un portento,  
l'asse pista non lasciare;  
fuori soglia e a cinquecento  
in controbase puoi virare.

Se di un miglio sei allargato,  
puoi entrare in sottovento;  
se alla quota sei arrivato,  
compi il tuo livellamento.

Al traverso della soglia,  
il motore riducendo,  
di una tacca abbi voglia,  
il carrello estraendo.

A quarantacinque intanto,  
come tempo o come gradi,  
a velocità costante  
di virare in base badi.

Puoi ridurre un po' il motore,  
la seconda poi mettendo,  
ma ridallo con fervore  
se arrivi a cinquecento.

In finale or virando  
guarda la velocità:  
l'asse pista sta arrivando,  
muso fuori soglia sta'.

Quando infin sull'asse stai,  
di motore togli un po';  
terza tacca dopo dai  
rallentando ancora un po'.

L'alettone l'asse pista,  
la discesa l'elevatore,  
la pallina il piede destro,  
la velocità il motore.

Poi, il motore in riduzione,  
soglia con l'elevatore;  
livellato l'alettone,  
pie' per l'asse con fervore.

Tolto e pronto sta il motore;  
allineato coi piedoni,  
tira pian l'elevatore,  
se si scosta gli alettoni.

Tocca e, elevator tirato,  
il ruotin devi aspettare;  
poi coi piedi allineato,  
l'alettone non spostare.

Di frenare ora è il momento,  
via l'ipersostentatore;  
tieni l'alettone al vento,  
piedi al centro per favore.

Ora che sei atterrato,  
puoi la pista liberare,  
solo sei hai rallentato;  
or nient'altro devifare.

Dopo che hai liberato,  
tolti i flap mi spegni tutto  
meno l'anticollisione  
e una radio. Questo è tutto!