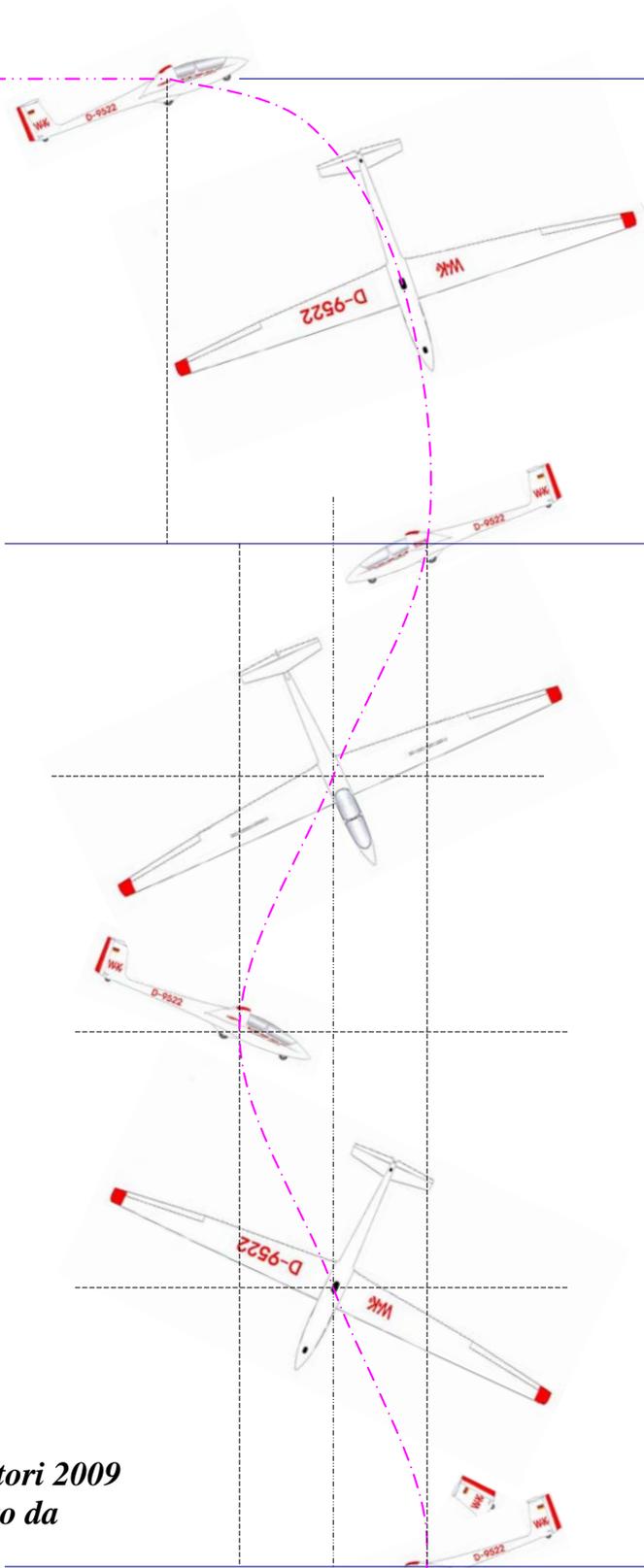
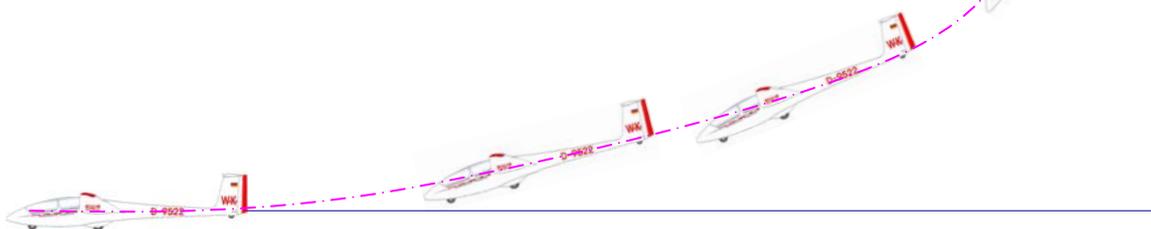


# LA VITE CON L'ALIANTE

di  
Pietro  
Longaretti

*da un'idea nata durante il corso istruttori 2009  
in onore al grande contributo dato da  
Pietro Longaretti*

*la 3° edizione con aggiornamento grafico a cura di  
Enrico Ghirardelli*



AUTOROTAZIONE

VITE

RIMESSA

*Ai piloti Giancarlo Maestri e Angelo Colombo ( caduti allenandosi alla vite )*

## **PREFAZIONE**

Qualche tempo dopo la pubblicazione della prima edizione ( 1997 ) mi fu fatta la seguente critica:

*“A che serve fare la vite? La vite è un problema dei progettisti, dei collaudatori e degli istruttori. Basta non entrare in vite e si sta lontano dai guai.”*

Secondo me un pilota d'aliante deve saper riconoscere la vite in cui è incappato, deve saperne uscire e deve starne alla larga quando si trova a bassa quota. Ma per imparare a riconoscerla, per allenarsi a sentire tutti i minimi particolari che la pre-segnalano, per uscirne indenne nelle svariate occasioni di vite della pratica, è bene che il pilota sia stato preparato, sia allenato e conosca anche i principi teorici che i progettisti ed i piloti inizialmente trovarono alquanto misteriosi ( e vale la pena di conoscerne la storia ) e che stanno alla base dell' **avvitamento mai totalmente sotto controllo.**

Questa monografia ha l'ambizione di presentare l'argomento in maniera completa e per renderne meno pesante la lettura e lo studio è stata suddivisa in tre parti e cioè:

1. Una prima parte, *la giornalistica.*

### **Aneddotica di piloti collaudatori.**

( Tre episodi realmente accaduti durante il collaudo della vite con alianti. )

2. Una seconda parte, *la scolastica.* ( Per piloti di aliante praticanti. Buon ripasso. )

### **Didattica di piloti esperti, collaudatori e istruttori.**

( Abbiamo attinto ai libri di E. Bergomi e di D. Piggot, all'esperienza di S. Wielgus e a nostri ricordi da istruttore. )

3. Una terza parte, *la teoria.* ( Settore storia: un sintetico libro di storia della vite. Settore teorico-tecnico: da consultare come manuale. )

### **L'ingegneria della vite.**

( Da un ottimo trattato sulla vite di A. Lausetti e F. Filippi del Politecnico di Torino. Lo abbiamo qui rielaborato per gli alianti. )

La risposta alla critica ( “A che serve fare la vite?...” ) è tutta nella presente monografia.

I ricordi del pilota Stanislaw Wielgus sono stati a lui strappati in un conversare amicale e possono peccare di qualche imprecisione nelle date, non nel contenuto.

# **ANEDDOTICA SU:** **COLLAUDI DI ALIANTI**

da Pagina 04 a Pagina 16

## INDICE

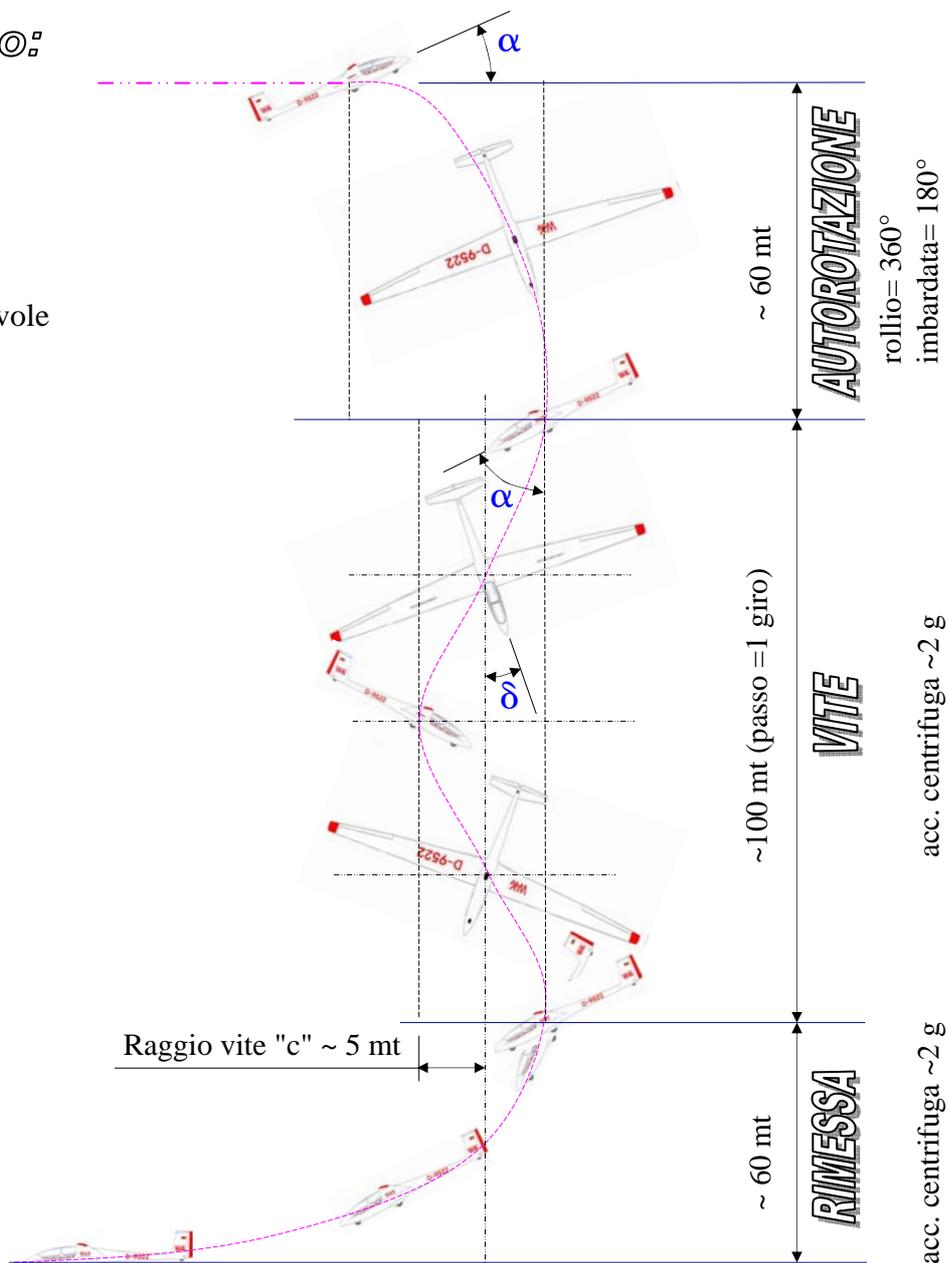
- Schema di principio: aliante in una vite normale
- Schema di principio: aliante in una vite piatta
- Schema di principio: aliante in una vite che si trasforma in spirale picchiata
- Collaudo della vite dell'aliante SZD-30-PIRAT ( Figura 1 )
- Il fatto del Pirat
- Collaudo della vite dell'aliante Jaskolka ( Figura 2 )
- Il fatto dello Jaskolka
- Collaudo della vite dell'aliante SHK ( Figura 3 )
- Come si comportano i piani a farfalla ( Figura 4 )
- Il fatto dello SHK

# Schema di principio: aliante in una vite normale

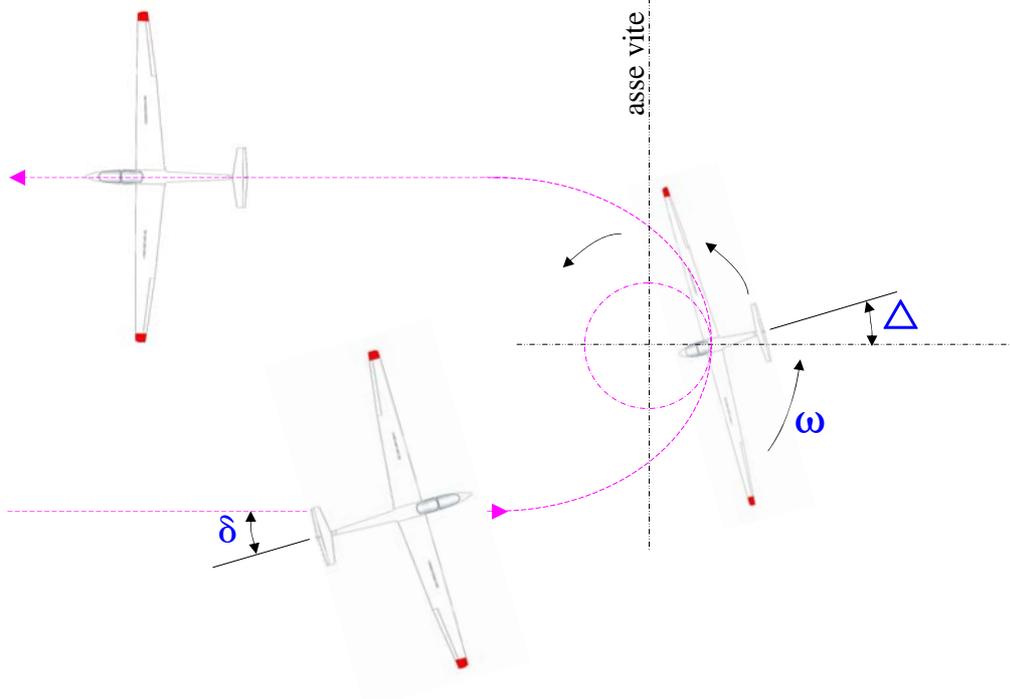
Alcuni dati sono indicativi  
( le viti hanno una gamma notevole  
di varianti )

- $\alpha$ : 30°
- $\Delta$ : 25°
- Raggio: 5 metri
- Passo: 100 metri
- V. verticale: 120Km/h

*vista laterale*



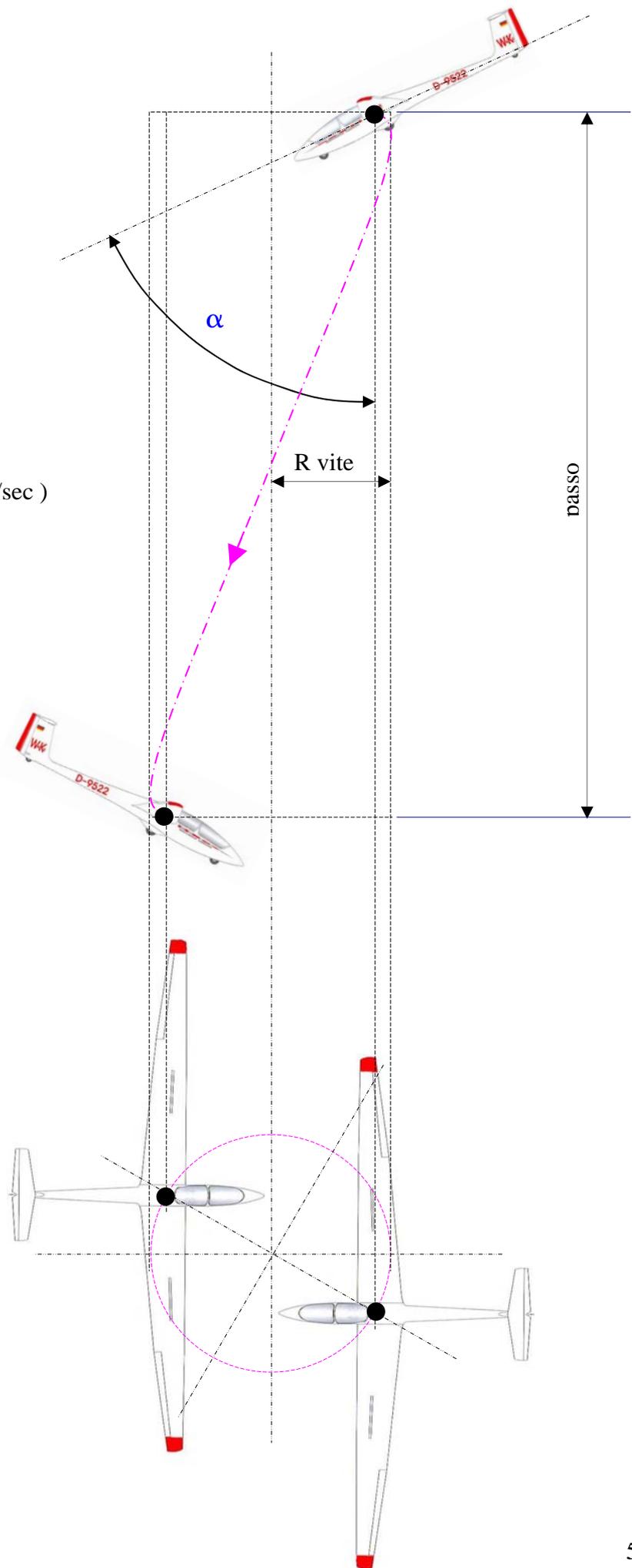
*vista in pianta*



*Schema di principio:  
aliante in una vite  
piatta*

Dati solo come ordine di idee  
( le viti hanno una gamma  
notevole di varianti )

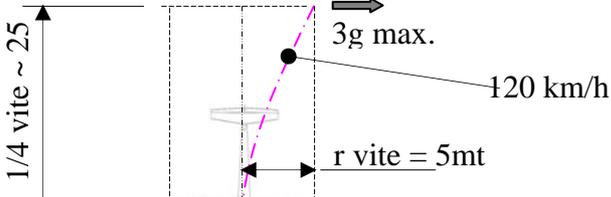
- $\alpha$  ( alfa ) : 52°
- Raggio: 2 metri
- Passo: 50,2 metri
- V. verticale: 72 Km/h
- $\omega$  (Omega): 2,5 rad/sec ( 143 gradi/sec )
- Rollio: 88 gradi/sec
- Imbardata: 113 gradi/sec
- Acc. centrif. : 1,27 g



*vista laterale*

*vista in pianta*

**VITE**



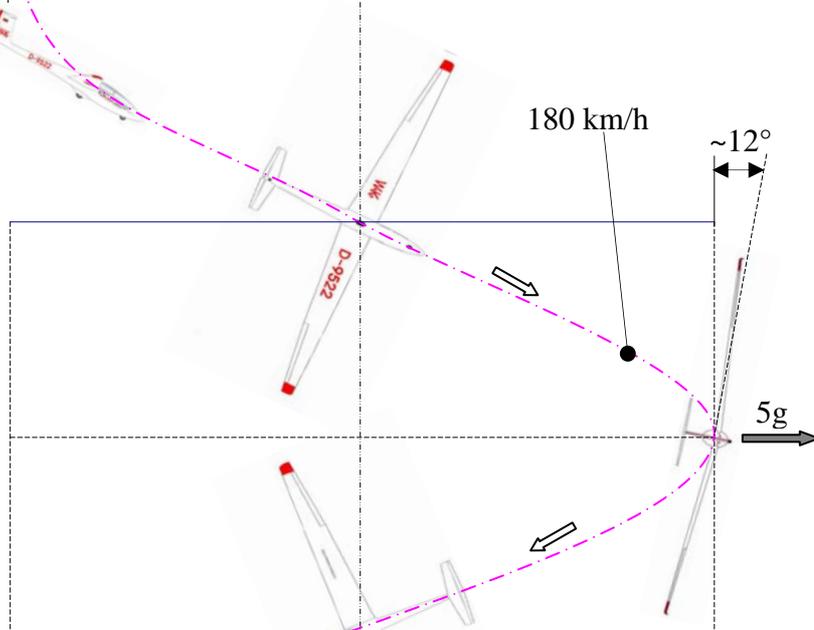
*Schema di principio:  
aliante in una vite che si  
trasforma in spirale picchiata*

(parametri indicativi)

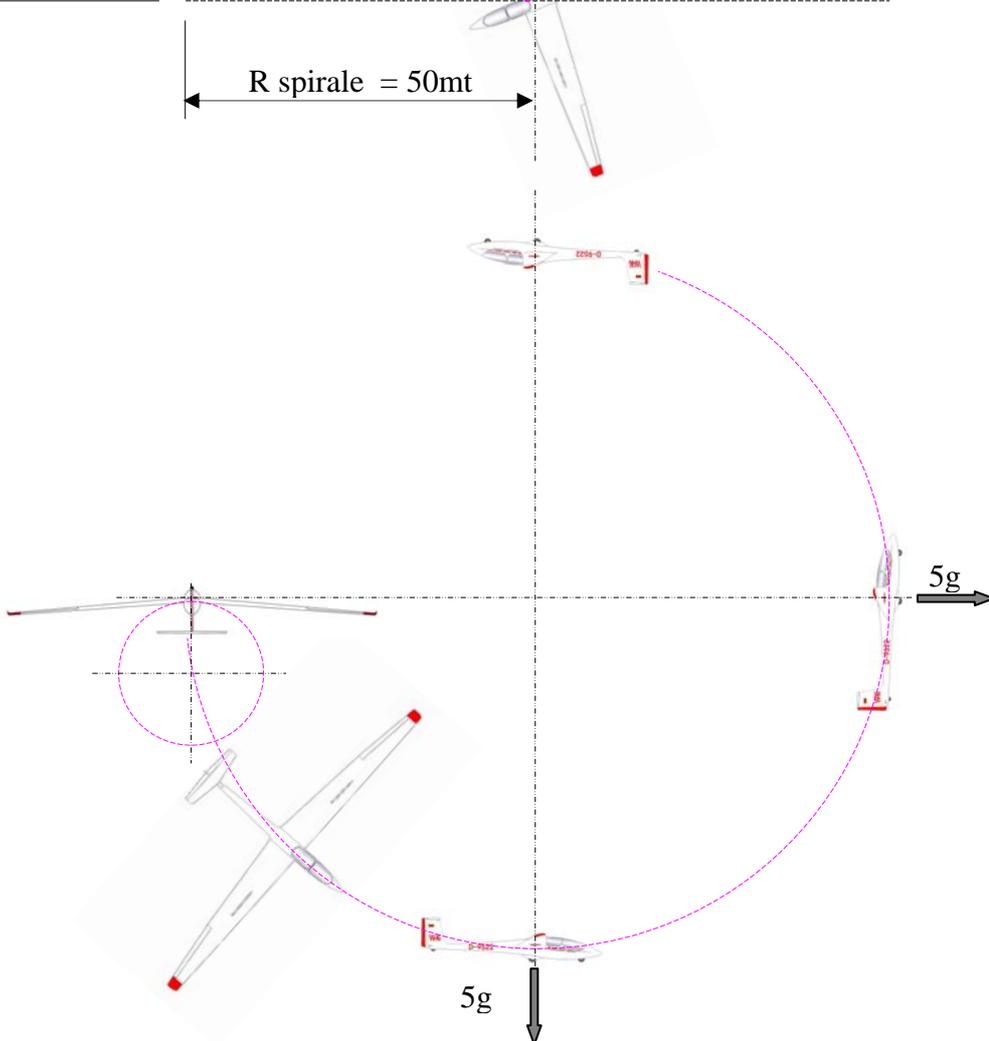
transizione ~ 50

**SPIRALE**

1/2 passo ~ 55



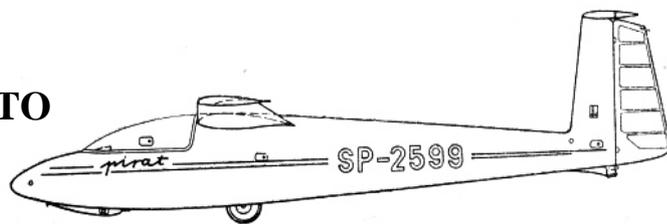
*vista laterale*



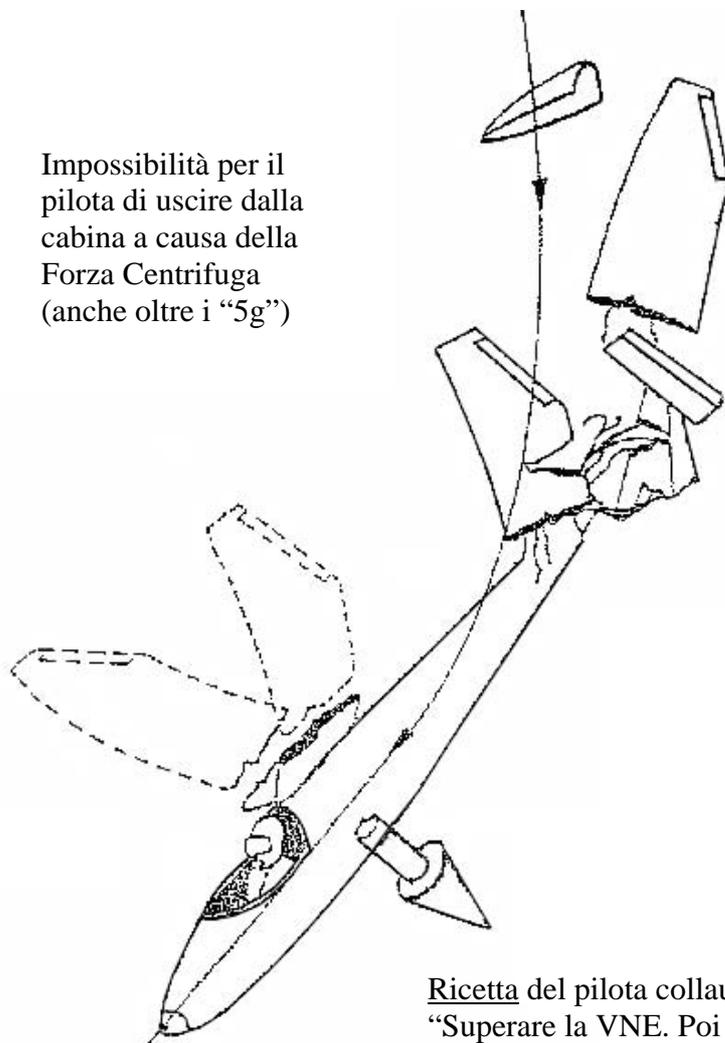
*vista in pianta*

# 1- COLLAUDO DELLA VITE DELL'ALIANTE SZD-30-PIRAT CON BARICENTRO MOLTO AVANZATO

**FIGURA 1**



Impossibilità per il pilota di uscire dalla cabina a causa della Forza Centrifuga (anche oltre i "5g")



Ricetta del pilota collaudatore Wielgus:  
"Superare la VNE. Poi dare fortissima barra indietro. Raggiungere carico di rottura. Rompere le ali"

Dopo la rottura delle ali:

- la velocità doveva restare elevata (ma il problema era relativo)
- i "g" dinamici dovevano azzerarsi. Quindi il pilota poteva uscire dalla cabina.

Così fu.

NOTA. Il pilota uscì ma rimase impigliato per qualche secondo nei cavi che fuoriuscivano dai timoni spezzati dalle ali. Quando si fu liberato, azionò il paracadute. Il paracadute rimase aperto qualche secondo solo prima di toccare terra. Si trovò in un provvidenziale avvallamento del terreno.

## IL FATTO DEL PIRAT

Bielsko Biala ( Polonia 1967 )

Racconto di Stanislaw Wielgus.

La Svezia ha ordinato una ventina di Pirat. Gli svedesi sono di taglia alta e robusta ( più della media polacca ). La PZL ( leggi PEZETEL ) decide di ricontrollare il comportamento in vite dell'aliante con baricentro un po' più avanzato. Quindi si aggiunge zavorra al posto anteriore.

Ai comandi dell'aliante si trova Stanislaw Skrzydlewski, capo pilota collaudatore della PZL.

Stanislaw Wielgus è presente in qualità di pilota collaudatore dell'Istituto dell'Aviazione Civile di Varsavia ( una specie di NACA polacco ).

A bordo è installato un *voice recorder* costituito da un registratore a filo.

Niente radio.

La prova ha inizio alla quota di 2000 metri.

Dopo alcuni giri con uscite regolari osservate anche da terra, avviene il disastro, cioè una vite ininterrotta fino allo schianto a terra. L'unica testimonianza tecnica di ciò che è avvenuto realmente a bordo sarà la registrazione magnetica. La voce del collaudatore dice: "1200 metri. Entro in vite, 1, 2, 3 ( giri, NDR ). Escio. Non esce, non esce, "*kurcze blade*".

*Wielgus sempre didascalico, spiega: Significa gallinella chiara, ma in russo blacz vuol dire puttana.*

La disgrazia non sembra avere spiegazioni.

Una ipotesi: la zavorra aggiunta si è mossa e ha bloccato qualche comando? Dai rottami non risulta alcunché.

Wielgus rientra a Varsavia dove proseguirà l'investigazione con calcoli, riunioni e prove pratiche, sia con la PZL, sia autonomamente come Istituto.

A quel tempo l'Istituto di Varsavia possiede un potente elicottero ( SM-1 da 600cv ). Il capo Dipartimento Alianti dell'Istituto, ingegnere Bojanoroski, di fronte a un incidente così inspiegabile, prende le seguenti decisioni:

- 1) Iniziare le prove di vite il più alto possibile ( quindi elicottero potente e quota 4000 metri )
- 2) Terminare comunque le viti a 2000 metri

Decisioni sagge.

Le prove in volo furono svariate. La maggior parte di queste furono eseguite da Wielgus.

Le prove consistevano in viti con aliante in diverse configurazioni come:

- CG spostato
- Entrata in vite normale
- Uscita secondo le regole ( piede, tempuscolo, barra avanti, centralizzazione, richiamata )
- Entrata in vite con barra da un lato
- Uscita con simulazione di blocco della barra da un lato
- Blocco rotazione di solo piede
- Blocco rotazione di sola barra
- Un alettone sganciato
- Un diruttore sganciato
- Forte vento
- Altro.

Le prove furono sempre positive. Wielgus non perde l'occasione per essere didascalico e quindi dice: "Le frazioni di giro, le quantità di giri, la quota persa per giro, le centrifughe erano le più varie e mai le stesse".

E ancora: " Non sempre la vite era una vite vera e propria. A volte era uno stallo storto, a volte c'era un'uscita spontanea, altre volte la vite si trasformava in una spirale picchiata. Le uscite erano molto varie come quantità di frazione di giro prima del blocco della rotazione, velocità anemometrica a termine della rotazione, eccetera. E l'assetto era più o meno picchiato, fino ad avere la percezione, come pilota, di essere in vite piatta, di cambiamenti di passo. Insomma raccogliemmo una mole enorme di dati".

In conclusione arrivarono ad una opinione unanimemente condivisa:

“Quell’incidente non fu colpa del tipo di aliante. Fu colpa di quell’esemplare di aliante”.

A seguito di queste conclusioni decisero di collaudare gli alianti da consegnare alla Svezia uno ad uno nella configurazione vite.

Wielgus fu incaricato di eseguire i collaudi di ciascun aliante a Bielsko Biala presso la PZL.

Mi racconta che si era preparato ricette ( sic, nel suo inimitabile italo-polacco ) nel caso si fosse trovato nella situazione del suo sfortunato amico Skrzydlewski. Di queste ricette ne apprezzeremo una in particolare tra poco.

Ma, come dice Chuck Yeager nel suo “Vivere per volare”, a proposito di piloti collaudatori, “Oltre ad abilità occorre fortuna. Il giorno in cui la fortuna ti abbandona, fai un buco per terra”.

Wielgus la fortuna, quel giorno, l’ha avuta ( ma se l’era potuta preparare perché un suo amico gli aveva preparato la strada ), altrimenti....

Al collaudo del 3° o 4° esemplare di Pirat, Wielgus si trova a 2300 mt e può fare ancora una entrata ed una uscita dalla vite ( ordine del Direttore del Dipartimento ).

In tutti questi collaudi usano adesso il voice recorder e anche la radio.

Wielgus racconta:

“Entro in una vite molto picchiata. La vite si trasforma presto in una spirale picchiata e prendo troppa velocità. Do barra laterale per recuperare il rollio. Tiro la barra per ridurre l’assetto picchiato. La barra resta bloccata lateralmente. Non c’è verso di sbloccarla. Devo lanciarmi e avviso per radio. Via la capottina. Slacciare le cinture. Mi rannicchio e faccio per alzarmi dal seggiolino. La forza centrifuga della spirale picchiata non mi permette di lanciarmi. Ah, la ricetta! Eccola: Aumentare la velocità oltre la VNE. Tirare la barra il più decisamente e fortemente possibile. L’aliante si DEVE rompere. Infatti si rompe. Le ali si spaccano e tranciano la coda. Termina la centrifuga. Posso lanciarmi. Mi lancio. Ma appena fuori c’è un nuovo problema ( senza ricetta stavolta ). Le funi d’acciaio della fusoliera rotta dall’ala mi agganciano un piede. La mia esperienza di paracadutista ( obbligatoria a quei tempi in Polonia per i piloti collaudatori ) mi dice di non aprire il paracadute prima di essermi liberato. Secondi lunghissimi. Sforzi senza speranza. Libero. Tiro la maniglia del paracadute. Passa una secondo... e pesto per terra piuttosto duramente. Mi trovo in una depressione di una cinquantina di metri rispetto al campo di volo in erba di Bielsko. ( Si diceva della fortuna... ) Mentre sono lì ancora frastornato mi cadono vicini alcuni pezzi di Pirat che si conficcano nel terreno come frecce. Salvo”.

A questo punto gli investigatori della PZL e dell’ Istituto hanno raggiunto un punto fermo nella ricerca: “C’è in qualche caso un bloccaggio laterale della barra. Ma il quando ed il perché sono ancora sconosciuti.” La soluzione in verità è lì, quasi a portata di mano, ma non la vedono.

Interviene il caso. Un caso fortuito.

A Parigi, al Bourget, è in corso la periodica Esposizione Aerea Internazionale.

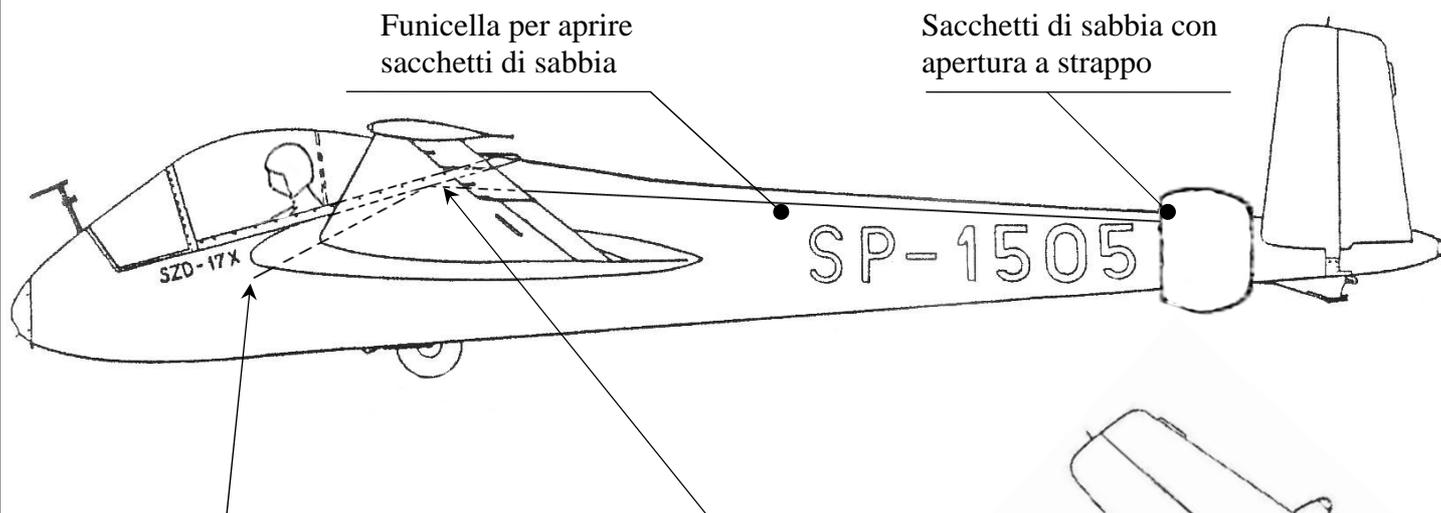
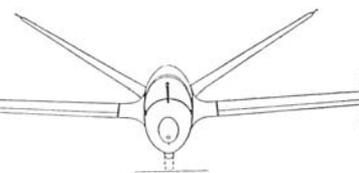
Là c’è Jerzy Smilkiewicz ( capo del Progetto e della Produzione dei Pirat ). Un Pirat è parcheggiato al suolo in esposizione. Un elicottero, sorvolando di pochi metri l’aliante, invortica nel flusso d’aria l’aliante sottostante, lo solleva scompostamente e poi lo fa sbattere violentemente al suolo. Anche le ali sono deformate e danneggiate. Analisi immediata dei danni. Smilkiewicz scopre che un alettone è rimasto bloccato nell’incavo dell’ala dove avviene la rotazione. Perché? Perché c’è stata una certa deformazione dell’ala. Smilkiewicz realizza il seguente concetto: ma allora ciò si può verificare anche in volo se e quando ci fosse una certa deformazione. Corre al telefono. Si mette in contatto con Bielsko. Racconta i fatti e la sua ipotesi. Gli rispondono “Grazie, lo sappiamo anche noi da pochi minuti. Wielgus si è lanciato perché c’è stato un blocco ala/alettone”.

L’analisi appurò senza ombra di dubbio che il gioco ala/alettone era insufficiente alla rotazione quando l’ala era flessa per carichi particolarmente alti. Problema risolto aumentando il gioco di 2mm circa. Nell’italo-polacco di Wielgus: “Piccolo intervento per grande problema”.

## 2- COLLAUDO DELLA VITE DELL'ALIANTE JASKOLKA ( rondine ) CON BARICENTRO MOLTO ARRETRATO

### FIGURA 2

Note -Jaskolka con timoni sperimentali a farfalla.  
- Pilota collaudatore: Stanislaw Wielgus

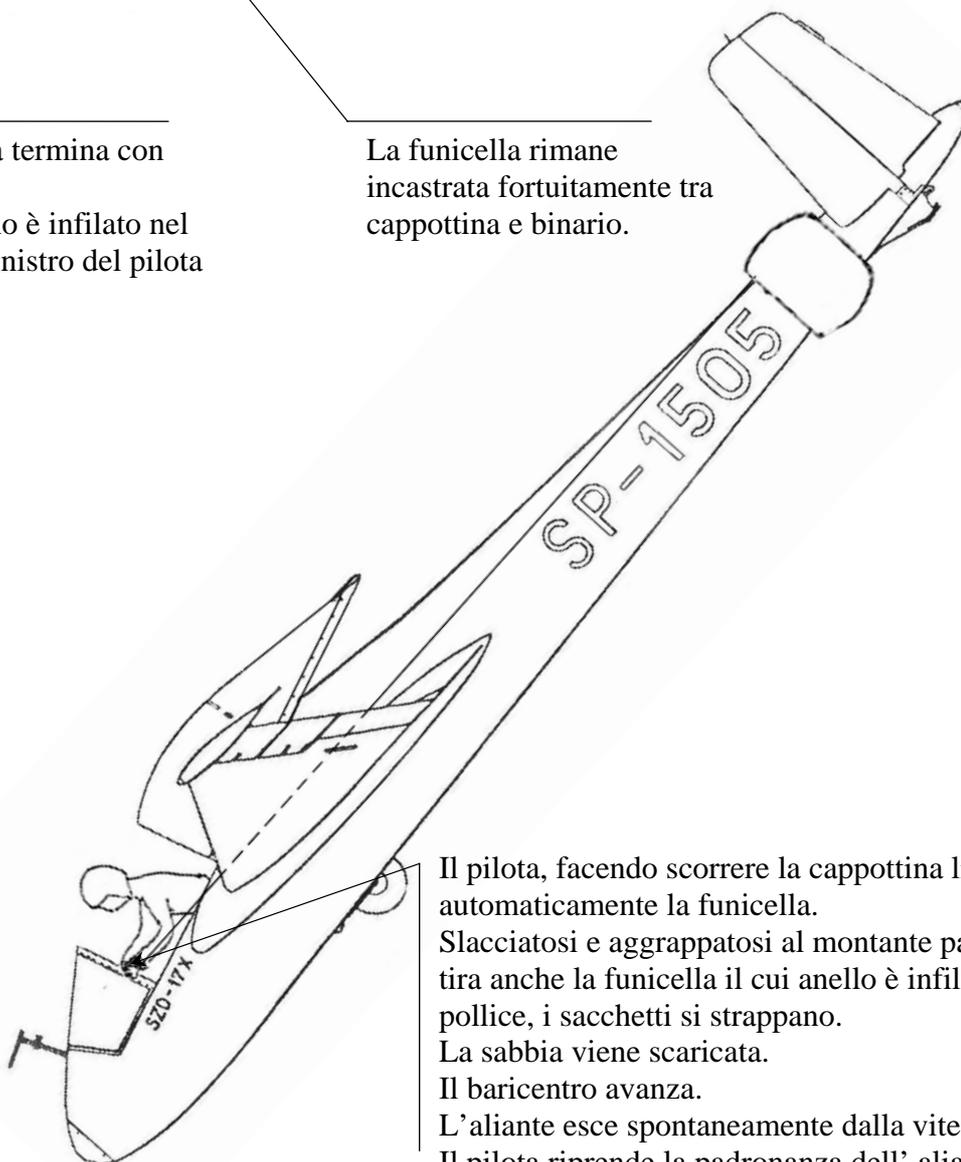


Funicella per aprire  
sacchetti di sabbia

Sacchetti di sabbia con  
apertura a strappo

Funicella termina con  
anellino.  
L'anellino è infilato nel  
pollice sinistro del pilota

La funicella rimane  
incastrata fortuitamente tra  
cappottina e binario.



Il pilota, facendo scorrere la cappottina libera  
automaticamente la funicella.  
Slacciatosi e aggrappatosi al montante parabrezza,  
tira anche la funicella il cui anello è infilato nel  
pollice, i sacchetti si strappano.  
La sabbia viene scaricata.  
Il baricentro avanza.  
L'aliante esce spontaneamente dalla vite piatta.  
Il pilota riprende la padronanza dell' aliante.

## IL FATTO DELLO JASKOLKA

Bielsko Biala ( Polonia, metà anni 50 )

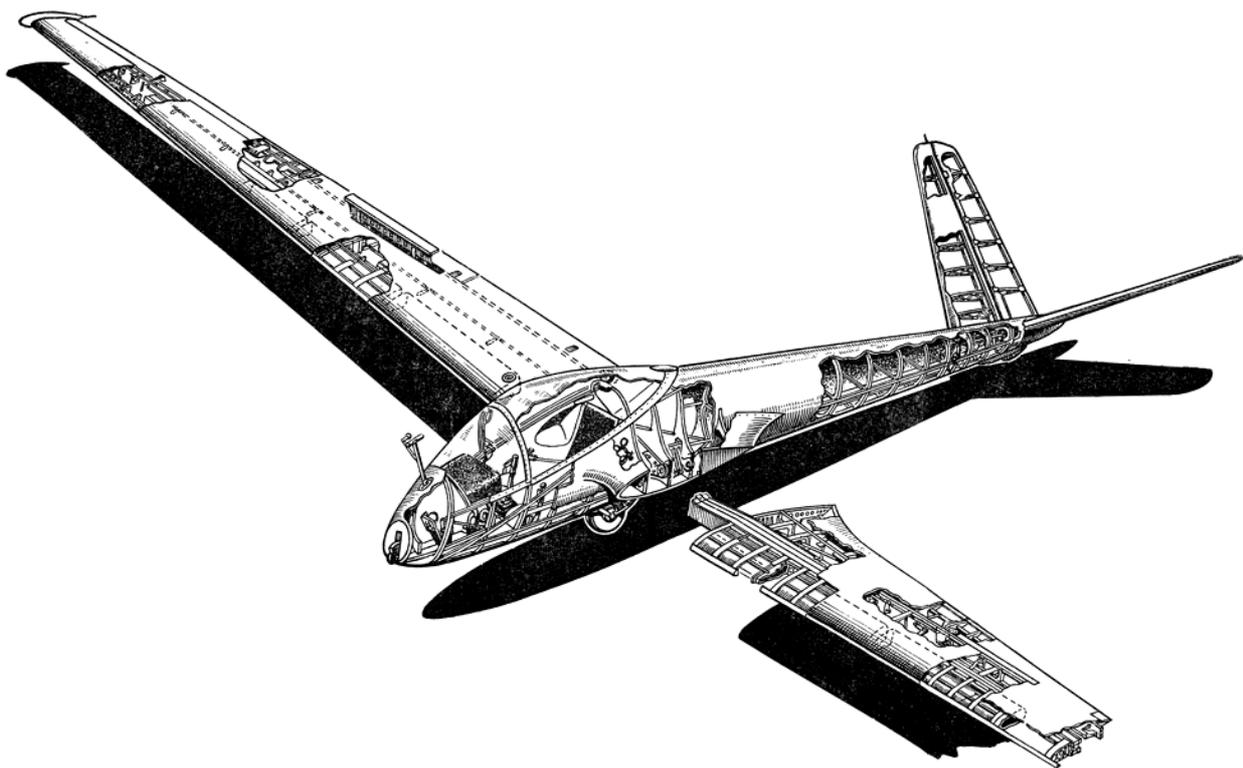
Jaskolka con timoni sperimentali a farfalla

Racconto di Stanislaw Wielgus.

Per verificare il limite posteriore del baricentro avevamo applicato all'esterno della fusoliera, un po' prima dei timoni, due sacchetti pieni di sabbia. Se necessario, lo scarico della sabbia sarebbe avvenuto da due squarci dei sacchetti, attivati mediante una funicella azionata dal pilota. La sabbia era stata essiccata in forno, per evitare che sabbia umida ghiacciata non si scaricasse. Come si vede si era usato abbastanza cervello contro l'imponderabile. Ma, per mia fortuna, come tante altre volte, avevo inventato una ricetta ( NDR. La ricetta è il suo pallino ed è sua l'espressione ricetta nel suo inconfondibile italo-polacco ).

La ricetta: l'estremità in cabina della funicella terminava con un anello direttamente infilato nel pollice sinistro del pilota collaudatore. Ciò per non perdere tempo a cercare il bandolo qualora mi fossi trovato in una vite incontrollata, con pochi secondi a disposizione, centrifugato anche di sghembo e con panico montante.

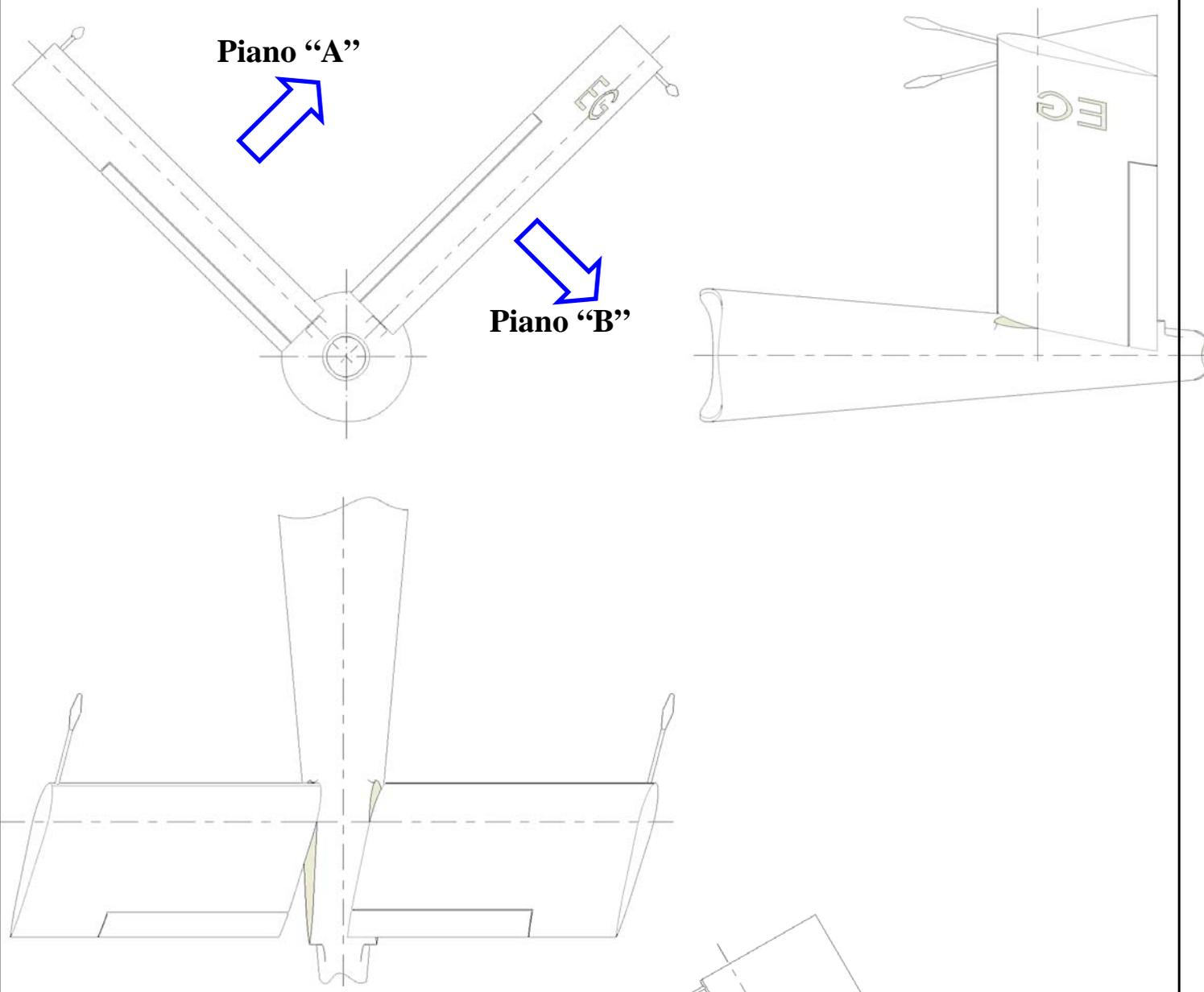
Sappiamo che le viti piatte sono infide. Devo quindi compierne una notevole serie. Bisogna provare e riprovare tante posizioni di baricentro arretrato. Ma quanto arretrato? Ecco quindi le tante prove. Questa volta mi trovo a circa 1000 metri e ce ne sta un'altra. Dunque: entrata in vite. Per l'ennesima volta: manovra di uscita. Stavolta lo Jaskolka non ubbidisce. Niente da fare. Devo scaricare la sabbia. Tiro la funicella. L'anello non dà assolutamente segni di reazione e quindi la vite prosegue. Adesso debbo lanciarmi e alla svelta! Sblocco la cappottina e quasi la scardino verso l'indietro. Sgancio le cinghie. Mi aggrappo con entrambe le mani al montante parabrezza. Mi trovo quasi in piedi quando all'improvviso la vite si ferma da sola. L'aliante in qualche modo può essere poi da me riportato in una accettabile linea di volo. Cosa è successo? Mi accorgo che il pollice sinistro ha ancora infilato l'anello terminale della funicella. Realizzo il concetto: quando mi sono aggrappato al montante parabrezza ho portato le mani in avanti e con ciò ho tirato la funicella. Per qualche maledetta ragione, prima, era evidentemente incastrata. ( Dall'inchiesta : era rimasta bloccata tra cappottina e binarietto ). Non avevo fatto un'azione ragionata, ma la ricetta, inventata per un'altra ragione ( non perdere tempo e antipanico ) aveva comunque funzionato. Ci fu l'errore mio iniziale di non aver verificato il funzionamento della fune. D'accordo. Ma resta valida una mia vecchia convinzione : il beota è sempre dietro l'angolo. Perciò occorrono sempre ricette anti-beota.





COME SI COMPORTANO I PIANI A FARFALLA IN VITE PIATTA SINISTRA?  
 ( QUANDO SI DA PIEDE DESTRO E BARRA IN AVANTI )

**FIGURA 4**



**Piano "A"**

Piede destro: Aumenta incidenza  
 Barra avanti: Aumenta incidenza  
 Forza  $F_a$  può azzerarsi se si  
 raggiunge angolo  $\alpha$  critico

**Piano "B"**

Piede destro: Diminuisce incidenza  
 Barra avanti: Aumenta incidenza  
 Forza  $F_b$  può cambiare direzione  
 se prevale l'incidenza negativa  
 data dal piede

Osserviamo ora la tabella riassuntiva:

| COMANDO DI MANOVRA                                                         | Piano "A"                                          | Piano "B"                                    |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Piede destro<br>Barra avanti                                               | Più incidenza<br>Più incidenza                     | Meno incidenza<br>Più incidenza              |
| Esempio di risultato                                                       | <b>Incidenza più arrivare a<br/>valore critico</b> | Incidenza più arrivare a<br>valore di CP max |
| Conseguenze<br>su Forze aerodinamiche "Fa" e "Fb" di<br>ogni singolo piano | Può azzerarsi                                      | Può arrivare a valore max                    |

La Risultante vettoriale ( R ) di "Fa" più "Fb":

Se "Fa" diventa zero, si ha una R dimezzata. Può essere insufficiente a fare modificare l'angolo di deviazione  $\Delta$ . ( vedi Parte Ingegneria ).  
Da cui l'impossibilità di uscire dalla vite.

## IL FATTO DELL SHK

Hahnweide ( Germania 1965 )

Collaudatore Klaus Holigaus.

Racconto ricavato dal libro Segelfugzeuge di Peter S. Selinger.

Holigaus stava eseguendo una prova in volo dello SHK di 17 metri ( derivato dallo standard Austria ) che poi doveva consegnare a Rolf Kuntz per permettergli di partecipare al campionato del mondo 1965 a South Cerney in Inghilterra.

Campionato che poi ebbe la seguente classifica:

1° Jan Wroblewski su Foka 4

2° Rolf Kuntz su SHK

3° Rolf Spaenig su D-36 Circe

Il collaudo consisteva nel trovare il punto più arretrato possibile del baricentro. Holigaus è in vite piatta e ad un tratto comunica per radio: “Debbo lanciarmi”. Getta via la cappottina e slaccia le cinghie. Per uscire in qualche modo si aggrappa anche alla maniglia dei diruttori e si tira su.

L'avvitamento si arresta stranamente da solo. L'aliante si trova a 300 metri sopra una valle boscosa a sud di Hahnweide. Passato il comprensibile spavento Holigaus resta ancora in volo per due orette. Chi di noi ne sarebbe capace? I collaudatori si. La cappottina intatta è poi ritrovata da Martin Schempp nel bosco.

Solo due anni più tardi, durante i voli di collaudo del prototipo del Cirrus 17 metri ( anch'esso coi piani a farfalla come lo SHK ), Holigaus sviscera la causa di quanto gli è accaduto quella volta.

### **Speculazione sul fatto e spiegazione.**

Con CG arretrato, la vite è ovviamente di tipo piatto. Si esce come sempre in modo classico:

- Tutto piede opposto
- Tempuscolo
- Barra avanti
- Comandi al centro e richiamata

Ma la forza risultante R, comunque sempre necessaria per modificare l'angolo di deviazione  $\Delta$  ( vedi Parte Ingegneria ), nel caso dei piani a farfalla, può essere in certi casi dimezzata o addirittura inesistente. Nell'ultimo caso non si uscirebbe mai dalla vite. Negli altri, a volte, con gravi ritardi.

Dalla **Figura 4** e dalla tabella della pagina successiva si capisce che, nel caso in ispece, certamente:

- La risultante R era piccola o inesistente
- L'asse dell'aliante non poteva essere modificato
- L'aliante restava in vite

E fin qui tutto era chiaro a Holigaus. Ma fino ad allora non aveva capito perché questa risultante R fosse poi ritornata in modo sufficiente e quasi per incanto. Da progettista aveva comunque preso subito le sue buone contromisure:

- Riduzione della posizione posteriore del CG.

Da cui vite piatta entro certi limiti.

Aveva risolto il problema, punto e basta. Ma si arrovellava sul tema. Adesso, dopo voli e voli di collaudo in tutte le condizioni di CG, ad Holigaus si accende la lampadina:

- Essere senza cappottina ( sganciata e gettata via )
- Essersi aggrappato alla maniglia diruttori per tirarsi su ( e quindi avendoli aperti )
- Essersi sporto in parte col corpo fuori dall'abitacolo aveva generato un flusso vorticoso di aria. Flusso vorticoso che aveva investito i piani a farfalla dando loro l'energia sufficiente.

Ecco. Bisogna trovare energia. E l'energia si ha, ad esempio, con un bel timone di direzione, ampio e mai in ombra aerodinamica. Nemmeno se la vite è piatta fino a  $90^\circ$ .

- Ma anche la posizione del proprio corpo aveva modificato in parte la posizione del CG portandolo un po' più avanti.

**Ovvia soluzione:**

**abbandonare i piani a V.**

Infatti Holigaus, sullo stesso Cirrus 17 metri di serie passa ai piani a croce. E sugli alianti successivi attua la soluzione dei timoni a T ( soluzione ormai generalizzata da tutti i progettisti ).

La vite piatta è una brutta bestia e se ci si casca sono dolori.

Quei collaudi furono utili come non mai ai fini della sicurezza.

# **LA DIDATTICA DELLA VITE**

da Pagina 18 a Pagina 45

## INDICE

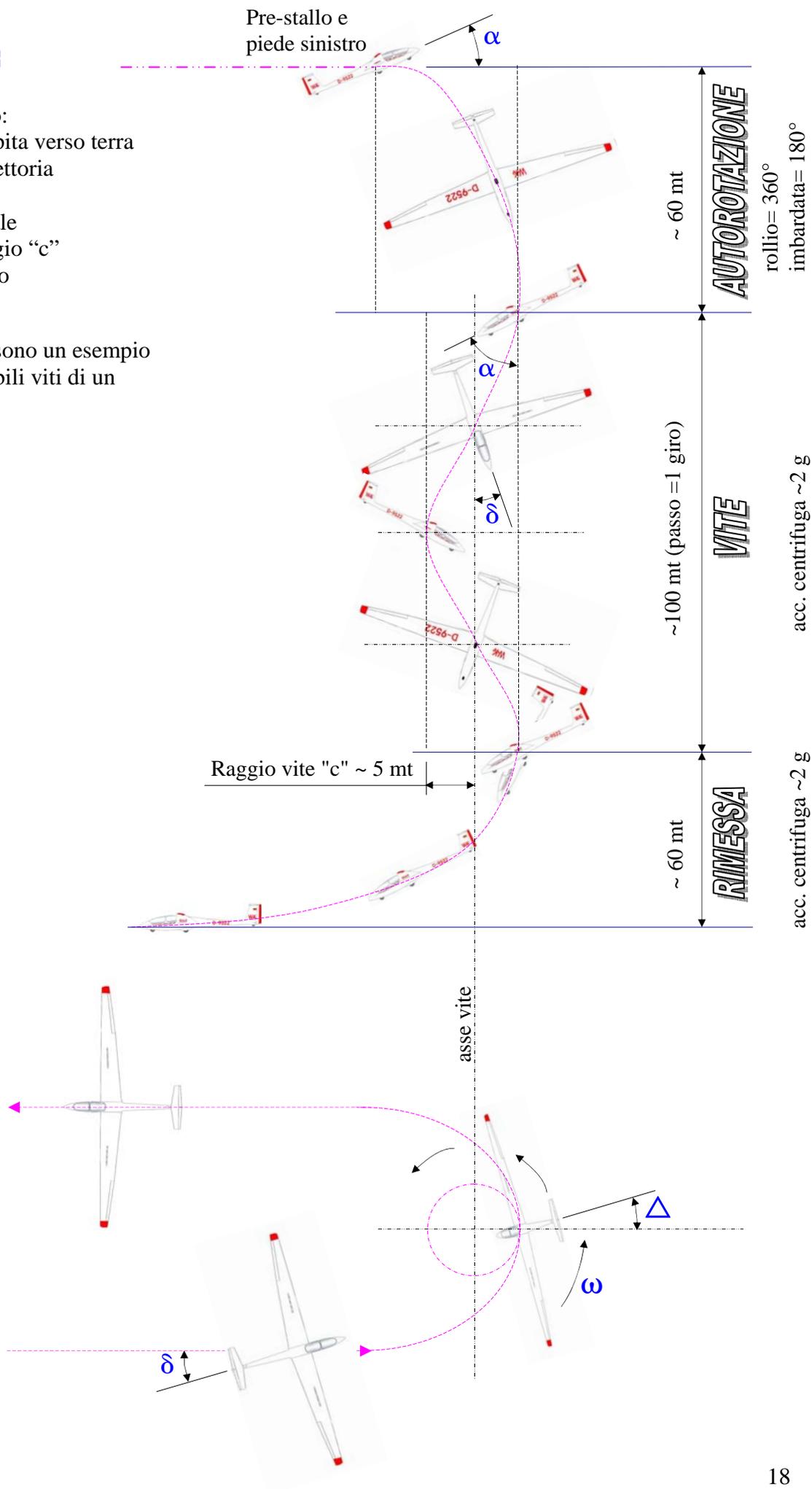
- La vite
- Successione dei regimi
- La manovra di entrata in vite volontaria ( Enrico Bergomi )
- La manovra di uscita dalla vite rimessa ( Enrico Bergomi )
- Vite ( non voluta ) per comandi incrociati ( Enrico Bergomi )
- L'uscita dalla vite la prima azione base ( Dereck Piggot )
- Ombra aerodinamica sul timone di direzione
- L'uscita dalla vite la seconda azione base ( Dereck Piggot )
- L'uscita dalla vite la terza azione base ( Dereck Piggot )
- L'uscita dalla vite la quarta azione base ( Dereck Piggot )
- Cattive abitudini ( Dereck Piggot )
- Posizione del baricentro ( Dereck Piggot )
- Effetto della pioggia ( e dei moscerini ) sullo stallo ( Dereck Piggot )
- I collaudi della vite degli alianti ( Dereck Piggot )
- Allenamento alla vite volontaria ( Dereck Piggot )
- Se si trova barra leggera nella richiamata ( Dereck Piggot )
- Approcci didattici alla vite ( Dereck Piggot )
- Spiegazione del motivo di base sul dare barra avanti per la rimessa dalla vite ( Dereck Piggot )
- Cosa fare quando la vite ha un andamento periodico ( Dereck Piggot )
- Non mettersi in condizione di possibile entrata in vite prima situazione ( Dereck Piggot )
- Non mettersi in condizione di possibile entrata in vite seconda situazione ( Dereck Piggot )
- Si è sopra un pendio e si è entrati in autorotazione ( Stanislaw Wielgus e Pietro Longaretti )
- Quale inclinazione in montagna ( Stanislaw Wielgus )
- Sgancio accidentale cavo in decollo ( Stanislaw Wielgus )

# 1 - LA VITE

La VITE si ha quando:

- l'aliante precipita verso terra
- lungo una traiettoria elicoidale
- ad asse verticale
- di piccolo raggio "c"
- di grande passo

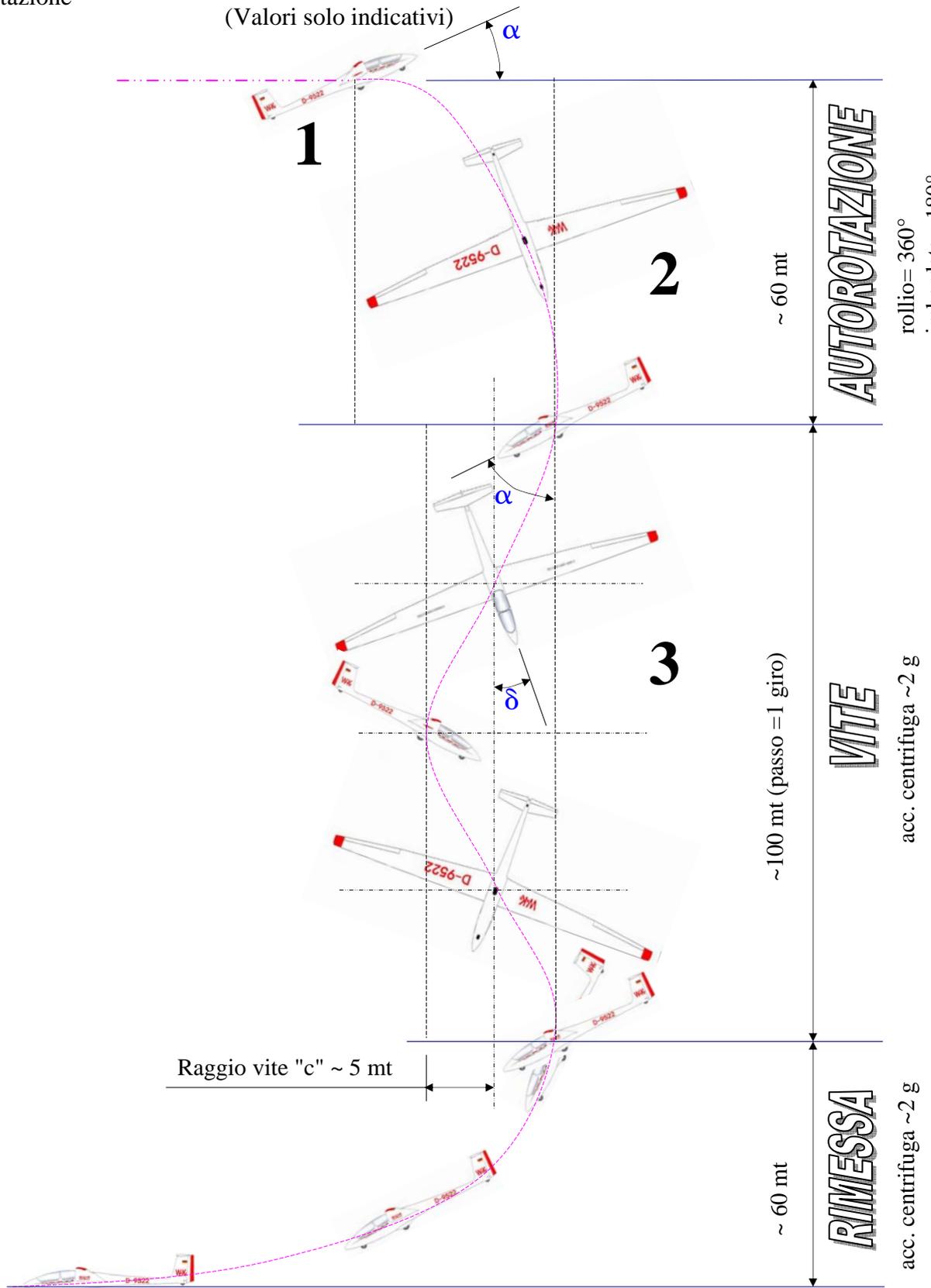
I valori indicati sono un esempio delle tante possibili viti di un aliante ASK 21



## 2 - SUCCESSIONE DEI REGIMI

(DA VOLO NORMALE A VITE)

1. Stallo in regime deviato
2. Autorotazione
3. Vite



### **3 - LA MANOVRA DI ENTRATA IN VITE VOLONTARIA (AUTOROTAZIONE E STABILIZZAZIONE DELLA VITE )**

Enrico Bergomi

Se, all'approssimarsi dello stallo, il pilota, oltre che portare la barra tutta indietro, affonda il piede da un lato, l'aliante eseguirà una rapida autorotazione dalla parte del piede affondato e quindi, se il pilota insiste con i comandi in quella posizione, mettendo giù il muso l'aliante entrerà nella vite vera e propria.

Alcuni alianti moderni sono restii ad eseguire la vite, altri eseguono una vite più o meno ripida, più o meno veloce.

Le condizioni di carico, soprattutto riguardanti il centraggio ( CG arretrato o avanzato ), possono variare sensibilmente il tipo di vite che può fare un certo aliante.

La barra spostata dal lato opposto alla rotazione generalmente peggiora la vite rendendola più veloce.

La vite può provocare una sensazione molto sgradevole che può portare al panico o quasi. Di solito non è richiesto all'allievo di imparare la vite in sé e per sé ma è assolutamente indispensabile che la provi, che si familiarizzi con essa e che non abbia timore di farla in quanto si deve fare a quote di sicurezza.

Soprattutto deve imparare ad uscirne.

**NDR. L'AUTOROTAZIONE.** L'autorotazione è la parte iniziale della figura, cioè quella parte in cui l'aliante, inclinandosi su un'ala ( in certi casi quasi rovesciandosi per il forte rollio dovuto ad una semiala ancora portante e ad una semiala stallata ), passa da volo normale a vite.

**NDR. COME SONO LE ALI.** La vite nello spazio avviene con un ala più bassa dell'altra. Questo a causa dell'angolo di deviazione  $\Delta$ . ( vedi Parte Ingegneria )

**NDR. LA STABILIZZAZIONE DELLA VITE.** Il proseguo della vite si ha se si mantiene la barra a cabrare e si tiene la pedaliera da una parte. Non è detto però che la vite abbia un andamento regolare. Anzi, il più delle volte la vite è aperiodica sia in velocità verticale sia in velocità di rotazione, sia in assetto cioè in angolo  $\alpha$ .

## 4 - LA MANOVRA DI USCITA DALLA VITE ( RIMESSA )

Enrico Bergomi

In ogni caso e con ogni tipo di aliante, la rimessa dalla vite si esegue con le seguenti manovre:

1. Piede contrario alla rotazione ( a fondo corsa )
2. Barra avanti dritta
3. Centralizzazione dei comandi appena si arresta la rotazione
4. Richiamata e ripresa del volo normale

E' assolutamente necessario effettuare le sopra descritte manovre in quella esatta successione. Dare prima barra e poi pedaliera, in alcuni casi può significare un peggioramento momentaneo della situazione ma potrebbe anche provocare l'insuccesso completo della manovra di rimessa: La barra andrà tenuta, come negli stalli, rigorosamente al centro ( in senso laterale ), evitando assolutamente di tentare di fermare la rotazione spingendo la barra dalla parte opposta prima che siano ripristinate le normali condizioni di volo. Alcune macchine cessano la rotazione al primo accenno di rimessa, altre invece continuano a ruotare ancora per un mezzo o addirittura un giro di vite prima di fermarsi. Il pilota in questi casi dovrà avere fiducia, rimanere ben fermo nelle prime due manovre della rimessa ( piede a fondo corsa, barra poco più avanti, barra centrata lateralmente ) e attendere. L'aliante prima o poi sicuramente cesserà di ruotare e si potrà passare alle fasi 3 e 4. La richiamata andrà dosata in modo che non sia eccessivamente brusca, al fine di evitare uno stallo secondario ed una possibile nuova vite. Ma nemmeno troppo dolce per non fare aumentare eccessivamente la velocità ( specie negli alianti di elevate caratteristiche, col rischio di superare i limiti strutturali ) e per non perdere troppa quota. Infatti in caso di vite imprevista, bisognerà perdere la minor quota possibile.

**NDR. SEQUENZA COMANDI.** Tra la 1° e la 2° manovra occorre far passare circa un secondo

## 5 - VITE ( NON VOLUTA ) PER COMANDI INCROCIATI

Enrico Bergomi

Si è all'intorno della velocità di stallo. Si sta facendo una virata piuttosto piatta perché si è vicini al suolo ( esempio si è in virata finale ). Si vuole ottenere una variazione della prua ( si vuole una cadenza maggiore ) perché si ha l'ansia di allinearsi alla pista dove si vuole atterrare. Pista che tarda a presentarsi allineata come si vorrebbe perché si sta virando con inclinazione piatta ( da cui rateo basso ). Se si osservasse ( ma si è presi da altra preoccupazione ) si vedrebbe il filo di lana tutto all'interno. La semiala interna è la prima ad entrare in stallo perché ha una velocità più bassa di quella esterna. Quindi l'ala interna cade verso il basso ( autorotazione ).

**NDR.** L'aliante, attraverso questo rollio può a volte quasi rovesciarsi

Si vuole allora sostenere l'ala che si abbassa. Quindi la si sostiene con l'alettone. L'alettone interno abbassato fa da freno ed aumenta l'imbardata verso l'interno della virata.

Ci sono tutte le condizioni per una vite vera e propria e cioè:

- Stallo di una semiala per l'incidenza critica
- Alettone abbassato e incidenza critica peggiorata
- Attacco deviato verso l'interno ( e il filo di lana lo sta a dimostrare )
- Comandi incrociati ( piede all'interno, barra verso l'esterno )

**NDR.** Un testimone oculare scambierebbe erroneamente tutta la manovra suddetta come: *virata stretta ( troppa inclinazione ) degenerata in vite*. In realtà vedrebbe sostanzialmente solo la prima parte della vite e cioè l'autorotazione. Invece è un'autorotazione conseguente a virata piatta e sbagliata

Come uscire da questa situazione.

Di solito è un errore essercisi trovati. Di solito si è a bassa quota. Di solito la frittata è ormai fatta.

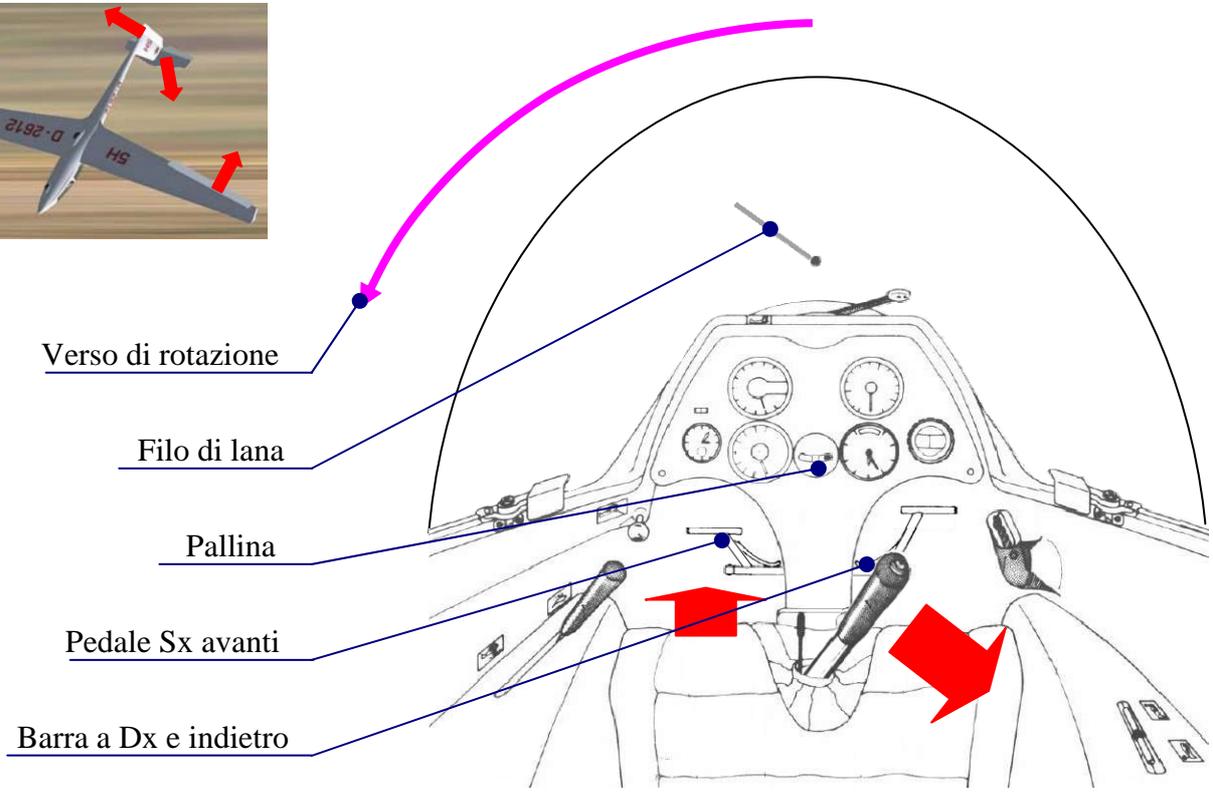
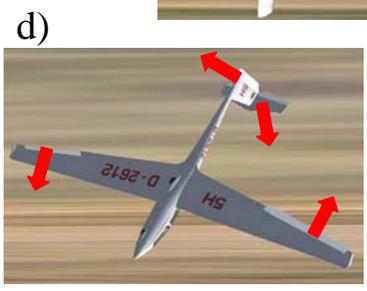
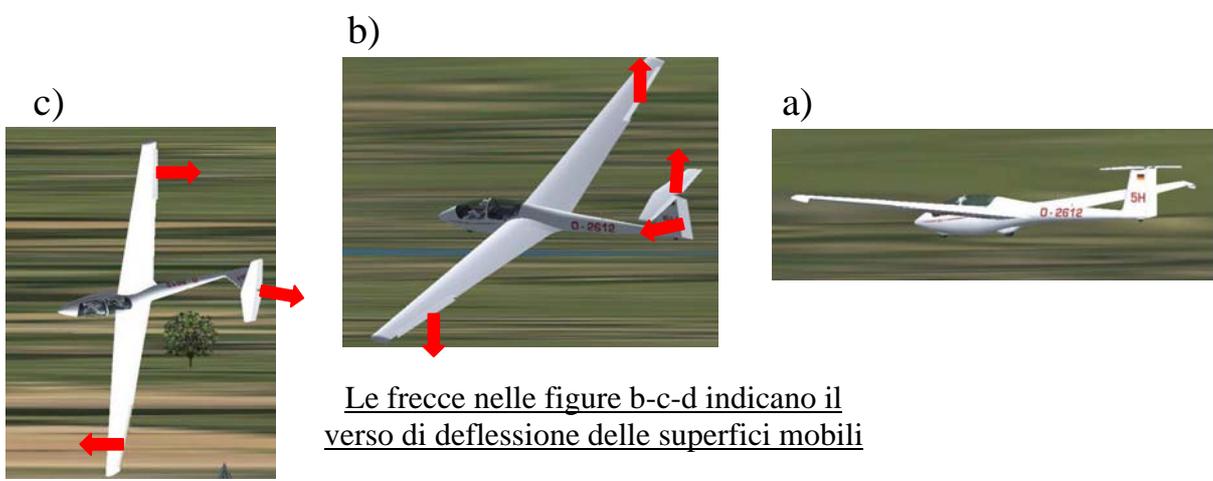
Ma se c'è ancora aria sotto di noi ( ad esempio perché c'è un'avvallamento del terreno o perché ci si trova su un costone ), allora occorre avere la massima potenza dei comandi. Quindi la successione delle manovre è la solita. Non ci sono scorciatoie. E bisogna perdere la minor quota possibile.

Si notino due punti di vista:

- a) lo spettatore che vede un **forte rollio** e **un appruamento**
- b) il pilota che vede di essere **troppo basso**, con **poca inclinazione** e la **pista che non arriva mai!**

c) Allora il pilota (SBAGLIANDO) compie una catena perversa di comandi:

- 1° - tira la barra ( perché non vuole impattare con il suolo )
- 2° - spinge il pedale Sx a fondo corsa ( perché vuole girare )
- 3° - da barra a Dx ( per sostenere l'ala troppo vicina al suolo )



## 6 - L'USCITA DALLA VITE ( LA PRIMA AZIONE BASE )

Dereck Piggot

La prima manovra fondamentale:

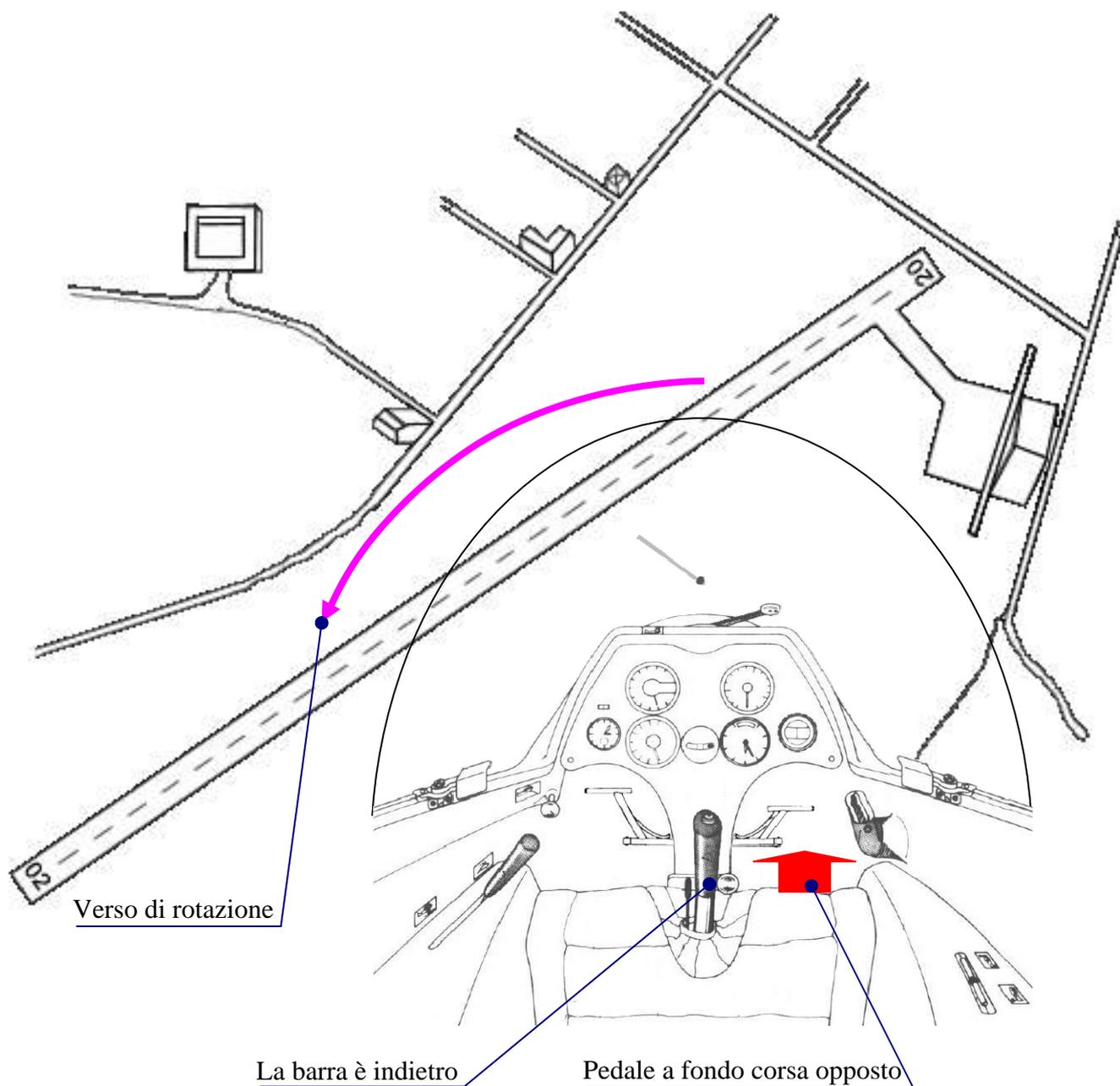
### PEDALIERA A FONDO CORSA OPPOSTA ALLA ROTAZIONE

Con ciò si ottiene:

- Annullamento dell'assetto deviato della fusoliera ( vedi Parte Ingegneria )
- Riduzione del rateo di rotazione

Dettagli

- L'assetto deviato è la condizione base perché si abbia una vite ( altrimenti sarebbe solo stallo ). Il suo azzeramento è sostanziale.
- La rotazione diminuita produce già da sola l'effetto di muso giù ( vedi figura )



## **7 - SE SI HA UNA RIDUZIONE DELLA EFFICACIA DEL TIMONE DI DIREZIONE ( A CAUSA DELL' EFFETTO OMBRA DELL' EQUILIBRATORE ) SI POSSONO AVERE SERI INCONVENIENTI**

L'effetto ombra aerodinamica:

- Riduce l'efficacia del timone di direzione
- Aumenta il tempo direzione dell'aliante

Ciò si ha per esempio nel caso dell'aliante SDZ-50-3-Puchacz della PZL

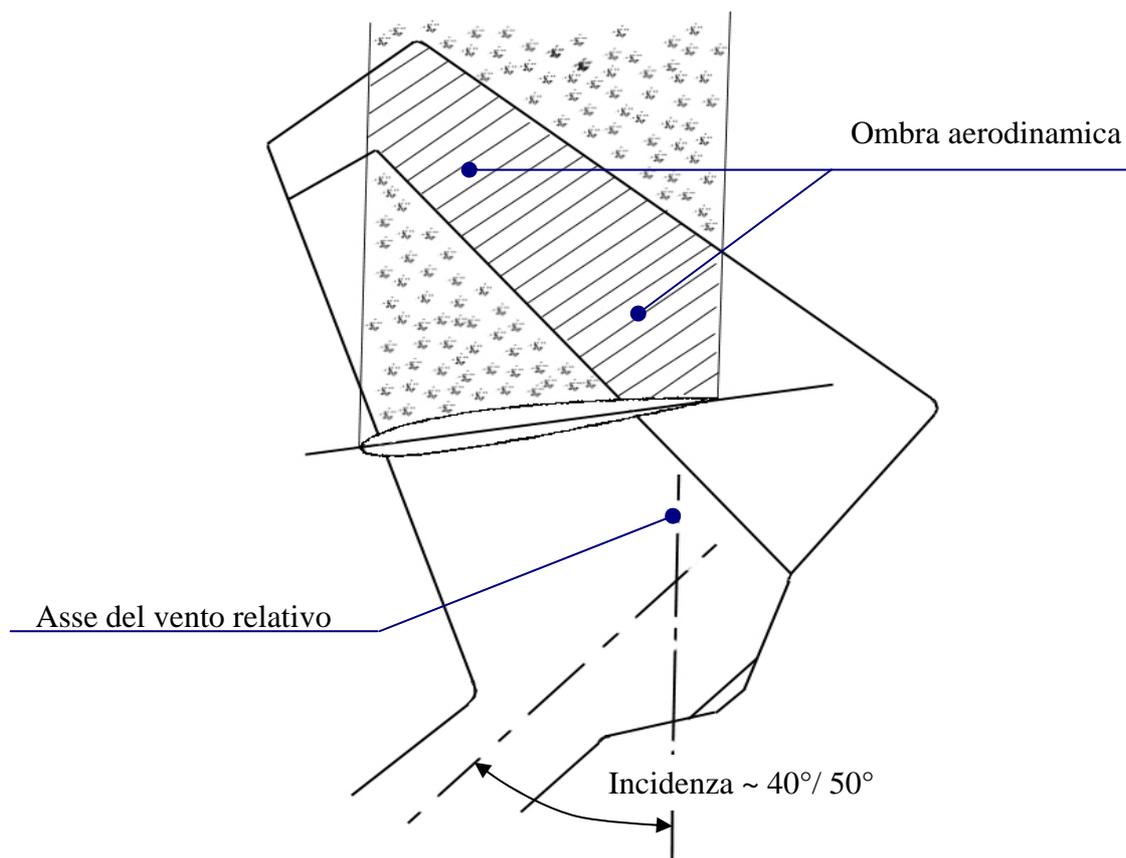
Se poi si verificano alcune condizioni peggiorative come:

- Baricentro arretrato
  - ( da cui ) vite piatta
  - ( da cui ) necessità di dare tutta barra avanti
- allora ci si trova in una situazione particolarmente avversa.

L'esempio qui fatto con vite piatta e angolo di incidenza sui  $50^\circ$ , dimostra graficamente gli elevatissimi valori percentuali di superficie neutralizzata del timone di direzione e quindi la fortissima riduzione della sua efficacia.

Evidentemente in questi casi occorrono opportune contromisure.

- Se si deve fare allenamento alla vite ( e questo aliante è stato scelto da varie scuole di pensiero come aliante addestratore particolarmente efficace allo scopo ), la prima vera contromisura è iniziare l'allenamento alla vite da quota elevata.
- Se non si sta facendo allenamento specifico alla vite, con questo tipo di alianti non bisogna mai arrivare a condizioni di volo portatrici di vite ( vedi prossimi capitoli )
- Inoltre evitare assolutamente la condizione di baricentro arretrato.



## 8 - L'USCITA DALLA VITE ( LA SECONDA AZIONE BASE )

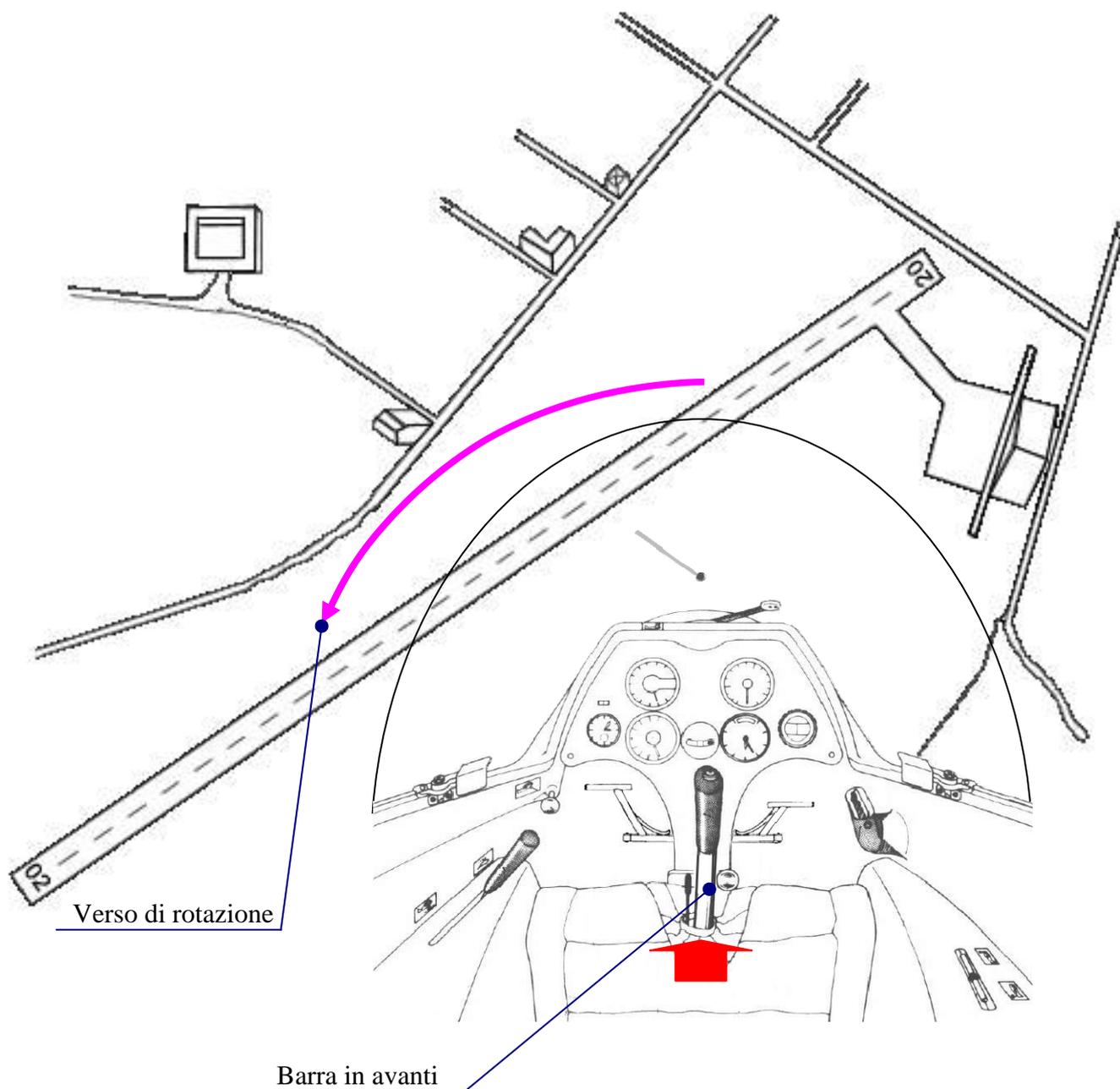
Dereck Piggot

La seconda manovra fondamentale:

### BARRA MOSSA PROGRESSIVAMENTE IN AVANTI ( CENTRATA LATERALMENTE )

E' effettuata al fine di togliere ulteriormente, definitivamente e al più presto le ali dalla condizione di stallo.

**NDR.** C'è un breve istante in cui lavora solo la pedaliera. Subito dopo interviene la manovra della barra



## 9 - L'USCITA DALLA VITE ( LA TERZA AZIONE BASE )

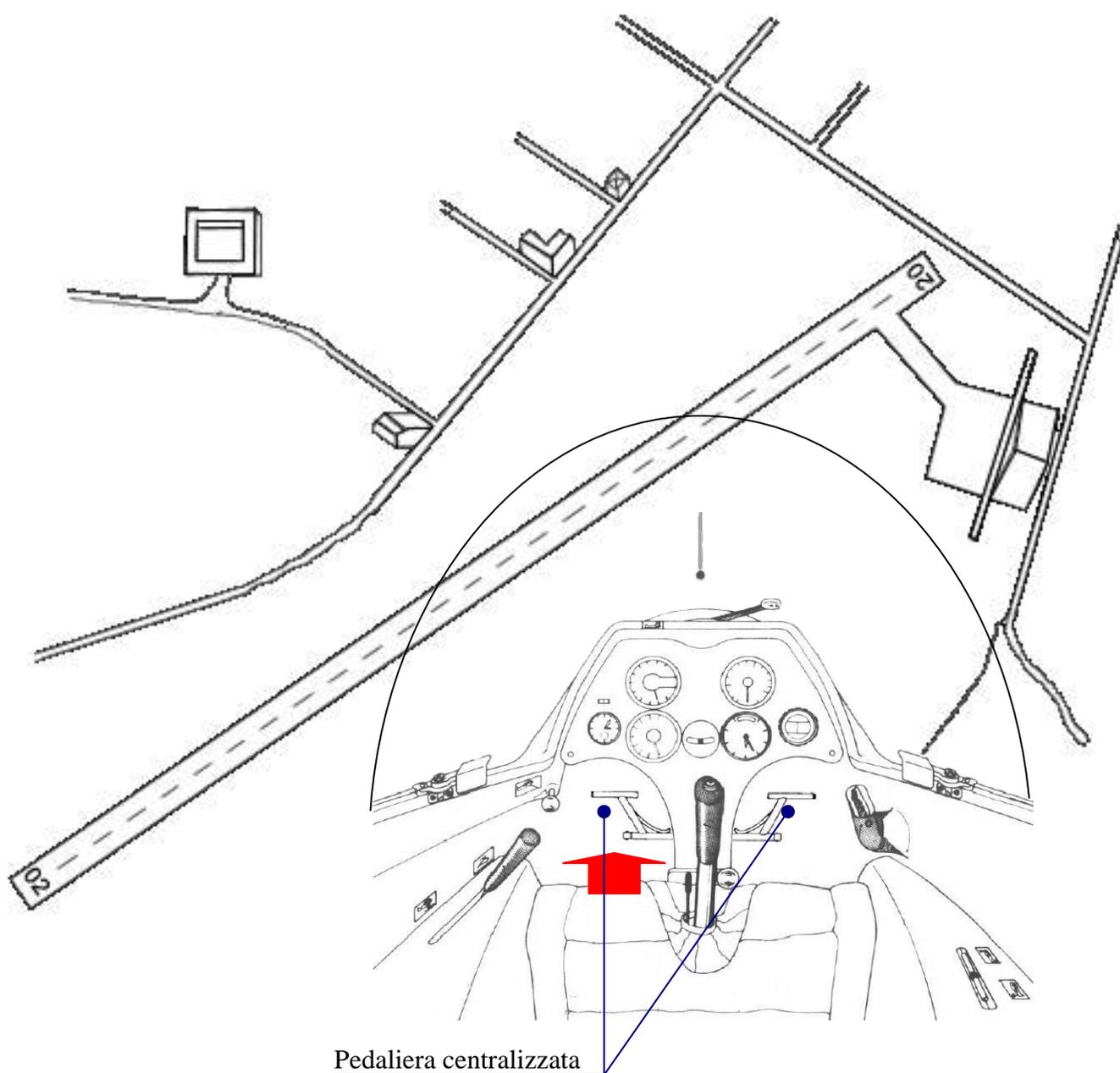
Dereck Piggot

La terza manovra fondamentale:

### PEDALIERA CENTRALIZZATA

Se il timone di direzione è molto potente può aversi l'arresto completo della rotazione già con la sola pedaliera, perché c'è l'arresto del movimento sull'asse di imbardata. Ma le ali potrebbero in teoria essere ancora stallate. Se ciò fosse nulla vieta che si abbia una vite dalla parte opposta e cioè nella direzione del piede mandato a fondo corsa dalla parte opposta.

Quindi centralizzare la pedaliera appena la rotazione cessa.





## 11 - CATTIVE ABITUDINI

Dereck Piggot

Molti piloti che volano solitamente su uno o su due tipi di ali tendono ad assuefarsi a quelle macchine e ad assumerle come macchine standard.

E questo è tanto più dannoso quando si tratta della vite.

Fermo restando che la pedaliera va sempre spinta a fondo corsa dalla parte opposta alla rotazione, bisogna ricordare che ci sono variazioni da aliante ad aliante / e per lo stesso aliante a seconda della posizione del CG come:

- i tempi di attesa prima che la rotazione cessi
- l'eventuale risucchio della barra verso la rotazione
- la perdita di quota totale conseguente a tutta la manovra di rimessa

Tra i tanti fattori che intervengono si sono anche:

- a) La quantità di escursione in avanti della barra**
- b) Il modo in cui si è entrati in vite**
- c) La posizione degli alettoni al momento dell'autorotazione**
- d) Il numero di giri compiuti**

**NDR.** Il Twin III Acro tollera la barra laterale per uscire ( vedi Manuale di Volo dell'Aliante )

### VEDIAMOLI IN DETTAGLIO

#### **a) La quantità di escursione in avanti della barra**

Il movimento in avanti della barra deve essere pensato come un movimento progressivamente verso l'avanti e non come un movimento per arrivare alla posizione centrale, anche se in effetti ciò corrisponde generalmente alla bisogna.

Se ci si trova in presenza di rimessa lenta in maniera abnorme, il fatto è da imputare a:

- barra troppo anticipata
- ( oppure ) barra insufficiente

Ragionamento. Dicevamo che il movimento in avanti serve a togliere le ali dallo stallo. Adesso aggiungiamo che se la vite non si è fermata, il movimento in avanti va continuato anche fino alla massima escursione del comando perché possono essere sopraggiunti fattori come:

- una avaria
- ghiaccio
- posizione non corretta ( non controllata ) del CG

In aerei che tendono a viti particolarmente piatte, anche la forza per muovere la barra in avanti può essere parecchie volte più grande del solito.

## **b) Il modo in cui si è entrati in vite**

I modi nei quali si è entrati in vite possono essere i più vari.

- dal volo rettilineo
- da virate più o meno piatte
- per comandi incrociati dovuti a bassa quota ( vedi capitolo 3 )
- da volo rovescio per looping abortito
- altro

La vite poi può essere:

- più o meno veloce
- più o meno piatta
- con frazioni di giro o con più giri

Evidentemente tutto ciò da luogo a diversi risultati

## **c) La posizione degli alettoni al momento dell'autorotazione**

Ciò che non si sottolinea sufficientemente nelle scuole di volo è il fatto che, durante una vite, gli alettoni tendono ad essere deflessi a causa della circuitazione del flusso d'aria. Cosicché, a meno che il pilota tanga fermamente la barra, questa può muoversi da sola in direzione della rotazione.

In ogni caso: la barra va tenuta al centro lateralmente.

## **d) Il numero di giri compiuti**

Nella maggior parte degli alianti moderni la vite può formarsi da sola dopo un giro o quasi se si portano i comandi verso il centro.

Se la vite è stata attuata volontariamente ( per allenamento, per collaudare, per forare uno strato compatto di nubi sottostanti ) il numero di giri di vite può essere notevole. In questo ultimo caso, specie su alianti moderni, si saranno anche aperti i diruttori.

Di fronte a tanti giri si avranno:

- velocità elevate
- alti "g" per lungo tempo ( comunque entro i 3 g )
- non regime costante

Evidentemente il tema posto al pilota non è più quello citato, cioè: "Perdere la minor quota possibile".

## **12 - POSIZIONE DEL BARICENTRO**

Dereck Piggot

**CG ARRETRATO** ( situazione descritta nello schema di pagina 4 )

**NDR.** Parliamo di CG arretrato sempre nel campo del lecito.  
CG oltre il lecito posteriore può dare luogo all'impossibilità di arrestare la vite !!!!!

Sugli alianti il peso del pilota influisce direttamente sul CG.

Un pilota pesante avrà difficoltà a tenere in vite la maggior parte degli alianti.

Un pilota leggero, sullo stesso aliante, troverà una situazione completamente differente. Sarà più facile per lui stallare ed avvitarci. Inoltre, invece di trovare un aliante che esce da solo dalla vite, questo pilota leggero deve agire positivamente sia per prevenirla sia per uscirne.

Con CG progressivamente sempre più arretrato, abbiamo una rimessa dalla vite sempre meno positiva.

Regola. Con CG arretrato la vite tende ad appiattirsi. Questo fatto interessa l'ampiezza dello spostamento in avanti della barra.

Bisogna insegnare a pensare il movimento della barra come:

**movimento progressivamente in avanti fino allo stop della rotazione**

**CG ARRETRATO OLTRE I LIMITI CONSENTITI** ( situazione descritta nello schema di pagina 5 )

Attenzione: La rimessa sarà difficoltosa o alquanto ritardata, o soprattutto impossibile!

**CG AVANZATO** ( situazione descritta nello schema di pagina 6 )

In questo caso la vite continuata è impossibile.

Appena le semiali escono dallo stallo per effetto del muso che si abbassa, la traiettoria si trasforma in una spirale picchiata.

***La rimessa è allora la rimessa da spirale picchiata e non da vite.***

( vedi Capitolo 1 dell'Aneddotta Wielgus su Pirat )

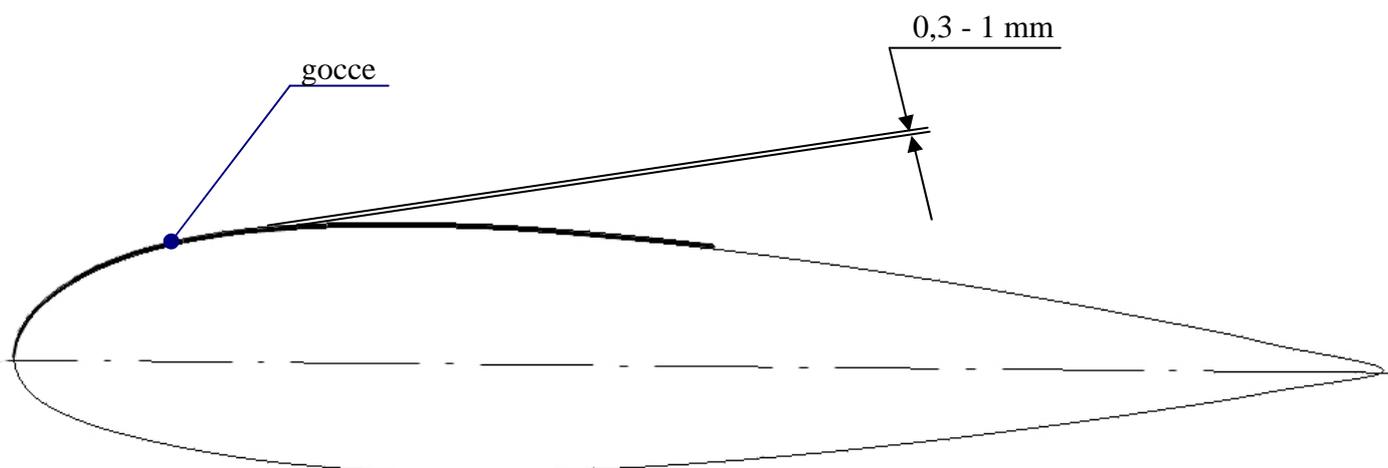
## 13 - EFFETTO DELLA PIOGGIA ( E DEI MOSCERINI ) SULLO STALLO

Dereck Piggot

Pioggia o gocce di pioggia hanno forte influenza sulle caratteristiche sia della planata che dello stallo. La pioggia interessa di solito tutto il dorso di un'ala. Una pioggia leggera può comportare un aumento della velocità di stallo di 8 nodi ( 15 Km/h ) su un ASK 13.

Sui moderni profili laminari, moscerini spiaccicati sul bordo d'attacco possono comportare una riduzione notevole dell'efficienza ( abbassandola ad esempio da 40 a 35 )

**NDR.** Profili più recenti hanno diminuito l'influenza dei moscerini



## **14 - I COLLAUDI DELLA VITE DEGLI ALIANTI**

Dereck Piggot

I collaudi ( anche quelli in vite ) di un aliante sono argomento della ditta costruttrice. Di solito non si ritiene di comunicarli alla clientela. Ma il collaudatore e il progettista hanno eseguito le più svariate manovre di:

- a) **Entrata in vite**
- b) **Uscita dalla vite**

ed hanno testato:

- c) **Gli effetti dei comandi**
- d) **Il senso di rotazione**

### **VEDIAMOLI IN DETTAGLIO**

#### **a) Entrata in vite**

Con alettoni completamente dalla parte della rotazione e dalla parte opposta

Con diruttori aperti e chiusi

Con un diruttore staccato

Da volo rovescio

Con flaps e senza

Altro

#### **b) Uscita dalla vite**

Rimessa da vite incipiente

Rimessa da vite stabilizzata

Rimessa dopo cinque giri ( ad esempio )

Le autorità preposte al rilascio del Certificato di Navigabilità non richiedono altri modi diversi dal metodo standard ( che non prevede l'uso degli alettoni! )

Su aerei leggeri a motore ( Chipmunk e Tomahawk ) si sono scoperti sforzi ai comandi ( in vite ) più elevati del consueto. Sugli stessi aerei si trovò che movimenti troppo bruschi della barra e quello progressivo in avanti potevano essere non sufficienti a fermare la vite.

#### **c) Gli effetti dei comandi**

Nella maggioranza degli alianti la rotazione si arresta subito dopo l'applicazione del piede opposto.

In alcuni occorre anche muovere la barra in avanti. In questi non basta la pedaliera a fondo corsa.

NOTA 1: La barra va mossa, non solo premuta in avanti

NOTA 2: Non confondere la forza sulla barra col movimento della barra

#### **d) Il senso di rotazione**

Se la vite è inattesa, può essere difficile dire in quale senso si sta ruotando. Se eravate in una nube e siete caduti in vite, l'ago del virosbandometro ne indica il senso. Usualmente, ma non sempre, la pallina è dalla parte opposta.

## **15 - ALLENAMENTO ALLA VITE VOLONTARIA**

Dereck Piggot

In molti alianti di allenamento e scuola è difficile dimostrare ben bene la vite.

La vite di solito si arresta già con la sola pedaliera. Se ciò accade è importante muovere la barra in avanti la quantità necessaria solo ad assicurare la presa di velocità per non cadere in una seconda vite opposta.

Quando un aliante ha una rimessa facile, troppa barra in avanti e prolungata producono alta velocità non richiesta.

Dopo aver fatto esercizio con un biposto, l'allievo può scoprire che applicando pedaliera opposta a fondo corsa ottenga l'arresto della vite e che, tenendo la barra indietro, non abbia alcuna seconda vite perché l'aliante aveva preso da solo un assetto sufficientemente picchiato. Se questo viene interiorizzato come fatto normale, l'allievo può cadere nell'abitudine di tenere la barra indietro. Male!

Questa cattiva idea porta:

- una rimessa ritardata
- ( oppure addirittura ) una non rimessa

Regola. La barra deve essere sempre comunque mossa un po' in avanti. L'omissione di questa manovra può portare ad una vite opposta ( se non si è centralizzata la pedaliera ).

Non sempre ma è successo. Aereo difficile da mettere in vite uguale aereo difficile da tirare fuori dalla vite. Non è fatto sconosciuto che un aereo refrattario alla vite abbia portato alla rovina.

## **16 - SE SI TROVA " BARRA LEGGERA " ( BASSO SFORZO ) DURANTE LA RICHIAMATA**

Dereck Piggot

Evitare la tendenza a "tirare" troppo la barra durante la richiamata. Spesso è segno di nervosismo e segnala che occorre ulteriore allenamento.

### **Un incidente da meditare**

Il seguente incidente, occorso ad un pilota di un Ka 6E con alta esperienza di volo, sottolinea l'importanza di fare movimenti di barra ragionati e progressivi.

Il pilota era un istruttore di volo con buona pratica sul biposto ASK 13 ma senza esperienza su Ka 6E. Il modello E, contrariamente al Ka 6CR, ha il piano orizzontale in un pezzo unico ( pendel ) e senza l'aletta aerodinamica Flettner sostituita da un trim a molla. Il trim a molla non da alcuna variazione di sforzo alle varie velocità ( come invece si ha sull'ASK 13 ).

La vite compiuta in quel volo era una normale vite. Dopo pochi giri il pilota iniziò la rimessa applicando piede totale opposto e barra decisamente in avanti. A causa dei trascurabili sforzi di barra in gioco, si presume che egli abbia esagerato nel movimento perché il muso picchiò in giù con violenza ( generando centrifuga piedi/testa ). Il pilota venne proiettato verso la cappottina, picchiò la testa e perse gli occhiali. Cosa sia successo poi è alquanto incerto. Si sa che il pilota restò semi incosciente per alcuni secondi e che agì per abitudine. Tirò molti "g" e non si riprese che quando si trovò quasi in verticale e quasi fermo. Portò comunque a termine il volo in maniera soddisfacente.

Dopo l'atterraggio sull'aliante furono riscontrati:

- una crepa nella fusoliera ( in legno )
- diffusi, anche se minori, danni alle ali ( in legno e tela )

Fu fortunato e non perdere le ali.

Voli di controllo sul pilota ( successivi al fatto ) mostrarono che durante le rimesse da viti sull'ASK 13, i movimenti di spinta in avanti e di tirata erano alquanto decisi. Egli trovò molto difficile impedirsi di agire in questo modo anche dopo che gli fu fatto notare. Dal momento che questi movimenti erano semi automatici e largamente interiorizzati, si è molto vicini al vero se si afferma che furono essi la causa di tutto.

### **Commenti all' incidente**

Abitudine ad un certo tipo di aliante.

Gli istruttori dovrebbero insistere sui concetti:

- il movimento della barra in avanti deve essere progressivo e deve essere interrotto a rotazione stoppata
- la richiamata deve essere aggettivata usando termini quali: dolce, gentile, progressiva, agevole, naturale, disinvolta, dosata.

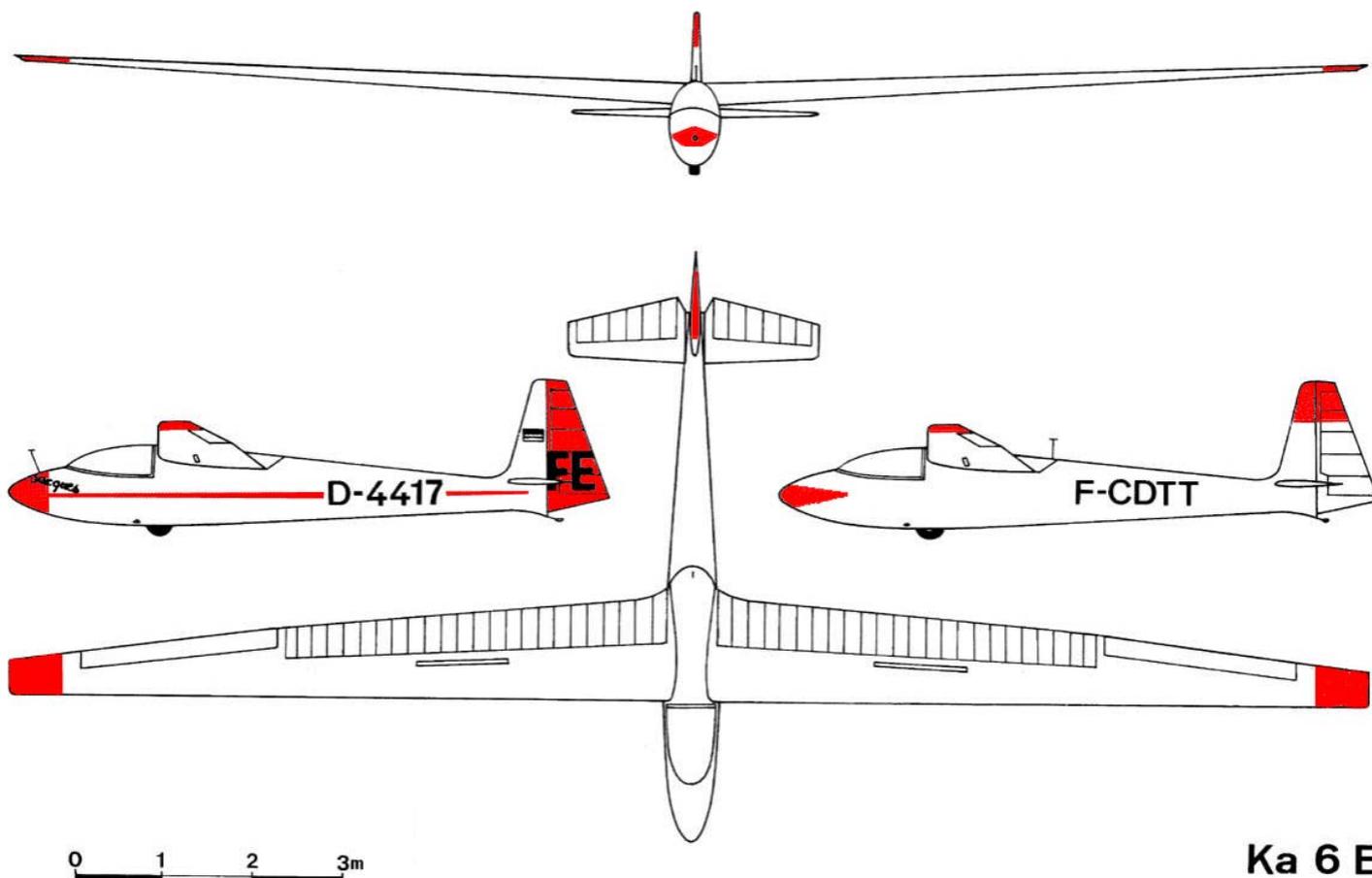
## Ulteriore commento al caso del pilota del Ka 6E

Risulta che quel pilota, durante la richiamata abbia avuto la classica visione nera da “g”.

Dobbiamo sapere che la resistenza agli alti “g” è un fatto soggettivo e fortemente influenzato dalla durata del fenomeno. La maggior parte delle persone sopporta 3-4 g per pochi secondi. Un carico dello stesso valore per qualche secondo in più può generare la visione nera. Nel caso considerato, il pilota aveva probabilmente tirato 8-10 g per 1-2 secondi ( da cui i danni all’alante ) e 5 g per 4-6 secondi ( da cui la visione nera ).

La resistenza ai g dipende anche dalla posizione sul seggiolino ed anche dal fatto che il pilota si aspetti gli extra g e vi si prepari esercitando una tensione adeguata. Per esempio, mentre ero seduto comodamente in un T-21b ( io, Piggot ) ebbi una quasi visione nera causatami da un allievo durante un looping stretto.

Molta cura è necessaria quando si vola ad alte velocità con alianti dotati di piani di profondità in un mono-pezzo ( pendel ) e con trim a molla. Fortunatamente i progettisti sembra abbiano abbandonato la strada del pendel. Le nuove generazioni di alianti sono più piacevoli da pilotare e più sicure.



## **17 - APPROCCI DIDATTICI ALLA VITE**

Dereck Piggot

Esercizi in volo con:

17a. – troppo piede ( sovrappedale ) e troppo poco piede ( sottopedale )

17b. – barra avanti e indietro

17c. – uso della sola barra ( per uscire dalla vite )

### **VEDIAMOLI IN DETTAGLIO**

#### **17a. – Esercizio sull'influenza sullo stallo del troppo piede ( SOVRAPPEDALE ) e del poco piede ( SOTTOPEDALE ) in virata.**

Pilota che abbia l'abitudine a tenere piede interno in virata a bassa inclinazione ( leggero sovrappedale ). Naturalmente tutti i piloti hanno avuto l'insegnamento basico e la dimostrazione che non si vira con filo di lana all'interno.

##### Prima parte dell'esercizio 17a

- spirale a 20° di inclinazione, velocità a triangolino giallo e filo di lana al centro
- si riduce gradualmente la velocità fino al buffeting o ad una leggera caduta d'ala interna per qualche aliante
- si fa notare all'allievo la posizione della pedaliera ( bisogna guardare all'interno dell'abitacolo ed avere riferimenti )
- si aumenta la velocità di circa 10Km/h
- si trova la nuova posizione della pedaliera e si fa notare all'allievo la differenza rispetto a prima ( bisogna guardare all'interno dell'abitacolo ed avere riferimenti )

NOTA : La maggior parte degli alianti mostrano piccoli scostamenti nella posizione dei pedali.

##### Seconda parte dell'esercizio 17a

- si spinge in avanti il pedale interno di circa un pollice ( 2,5 cm ) ( bisogna guardare all'interno dell'abitacolo ed avere riferimenti )
- si riduce la velocità avvicinandosi al pre-stallo
- *si noterà una caduta molto pronunciata della semiala interna ( perché è arrivata allo stallo )*

##### Terza parte dell'esercizio 17a

Sempre in virata a 20° di inclinazione

- ritornare a triangolino giallo
- filo di lana al centro
- spingere il pedale esterno per ottenere una leggera scivolata
- ridurre la velocità fino al pre-stallo
- *non ci sarà la caduta dell' ala interna!*

Con questi esercizi si dimostrerà come:

1. anche piccolissime quantità di sovrappedale in virata, causano cadute dell'ala interna ( cioè errori contro la sicurezza )
2. piccole quantità di sottopedale ( quindi sempre errore ) siano errori in sicurezza perché inibiscono lo stallo di una semiala

## Commento agli esercizi 17a

Dovendo compiere errori, si facciano errori di sottopedale e non il contrario. Meglio filo esterno che interno!

### **17b.1 – Esercizio sull'uso di barra AVANTI per prevenire la vite**

Per i piloti che hanno dimenticato o sottovalutato il movimento avanti/indietro della barra.

L'istruttore porta l'aliante al pre-stallo ed applica tutto pedale come si fa per entrare in vite. Appena l'ala cade e la vite parte con l'autorotazione, l'istruttore muove la barra in avanti lasciando il piede sempre a fondo corsa. La barra in avanti toglie l'ala dallo stallo ed impedisce che la vite abbia il suo corso.

NOTA : Dopo pochi secondi la barra deve essere riportata all'indietro per evitare che si prenda troppa velocità. Esercizio che dimostra in modo inequivocabile che ogni movimento in avanti della barra previene la vite anche se il piede è dimenticato in posizione pro-vite.

### **17b.2 – Esercizio sull'uso di barra INDIETRO per entrare in vite**

Spirale poco inclinata. Piccolissimo sovrappedale. Pedaliera ferma in questa posizione.

L'istruttore tira indietro e decisamente la barra. Otterrà inizialmente lo stallo. ( Barra indietro tutta e centralizzata lateralmente )

L'ala interna cade ( autorotazione ) e inizia la vite.

A questo punto l'istruttore compie la rimessa dalla vite.

Esercizio che dimostra che si ha una vite anche con poco piede ma con tutta barra indietro.

### **17c. – Esercizio sull'USO DELLA SOLA BARRA per compiere stalli e viti incipienti**

L'istruttore ( se la quota lo permette ) fa una ampia serie di stalli e viti incipienti facendo uso della sola barra per entrare ed uscire ( **17b.1 - 17b.2** in successione )

## **18 - SPIEGAZIONE DEL MOTIVO DI BASE SUL DARE BARRA AVANTI PER LA RIMESSA DALLA VITE**

Dereck Piggot

Gli esercizi di sola barra servono a sottolineare che l'avvitamento dipende innanzitutto dall'entrare in stallo e dal mantenersi in stallo ( ad attacchi obliqui s'intende ).

Quindi ogni movimento in avanti della barra ( prima che l'aliante sia entrato in vite ) evita la vite perché lo portiamo fuori dallo stallo.

Invece insufficiente barra in avanti ( anche per sola dimenticanza ) permette la vite se c'è stallo in attacco obliquo.

Purtroppo, sebbene questi esercizi siano molto significativi se fatti con vecchi tipi di alianti quali l'ASK 13, sono poco corrispondenti all'uso se fatti su alianti più moderni come lo ASK 21 ( a meno che si usi molto sovrappiede ).

### ***Conclusioni finali di Piggott sulla vite***

Non c'è alcun dubbio che molti seri stalli e viti siano causati da cattiva conduzione del volo. Cattiva conduzione che porta a cattive manovre con pessimi risultati se in vicinanza del suolo.

A questo proposito sono necessarie:

- una conoscenza teorica appropriata
- una istruzione pratica accurata
- una pratica costante

## **19 - COSA FARE QUANDO LA VITE E' UNA VITE AD ANDAMENTO PERIODICO TIPO: PIATTA - NORMALE - PIATTA**

Stanislaw Wielgus

Il pilota d'aliante deve sapere che a volte ( ed è male ) il CG viene arretrato inavvertitamente. Ad esempio:

- aliante con più proprietari
- oggetti caduti nella fusoliera e rotolati fino alla coda ( pochi chili ma grande braccio )
- pivotante dimenticato ( è capitato )

Certo che poi occorre la concomitanza di entrare in vite .....

Se a CG arretrato oltre il lecito si entra in vite, la faccenda è seria.

Se il CG è arretrato la vite è di tipo piatto ( o meglio e di tipo periodico )

Cosa fare ( se si ha quota sufficiente ):

- Mai tentare l'uscita dalla vite piatta quando il muso tende ad alzarsi
- Iniziare la manovra di uscita quando il muso tende all' ingiù.

Altrimenti lanciarsi

## 20 - TEMA: NON METTERSI IN CONDIZIONE DI POSSIBILE ENTRATA IN VITE

Stanislaw Wielgus

### PRIMA SITUAZIONE

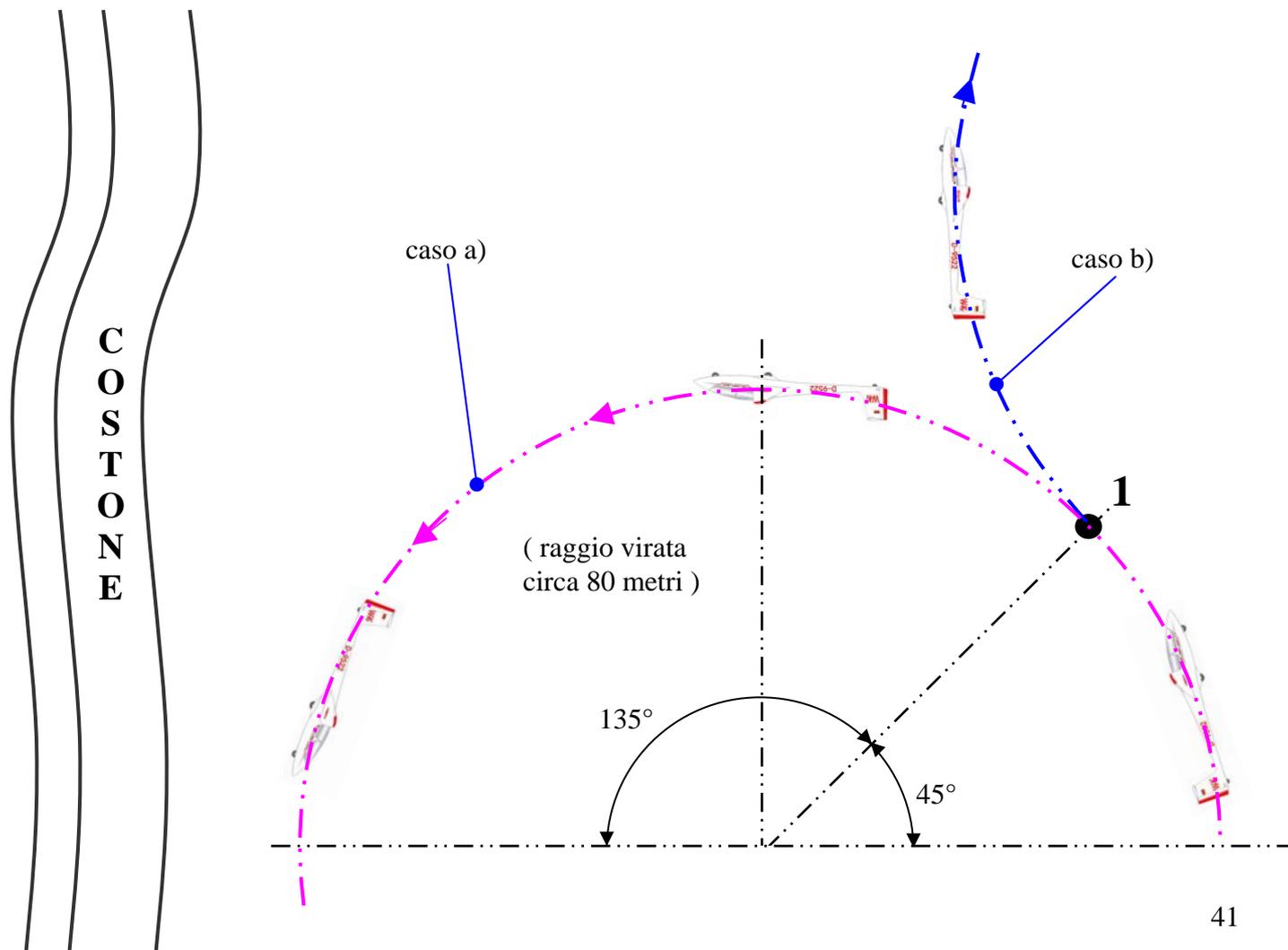
Spirale vicino al costone. L'aliante si trova nel punto **1** e deve compiere ancora  $135^\circ$  in pianta per mettersi tangente al costone.

**IMPORTANTE.** Chi non è allenato al volo in montagna o non conosce sufficientemente il proprio aliante è bene che non spirali contro il costone ma compia i classici otto a uscire.

- a) Se il vario è positivo ( o comunque non in diminuzione ):  
**IL PILOTA PUO PROSEGUIRE E CHIUDERE LA SPIRALE**
- b) Se il vario è in diminuzione ( anche se fosse ancora positivo ):  
**IL PILOTA DEVE INVERTIRE LA SPIRALE**

Altrimenti:

- si spaventa
- tira la barra o pilota in modo scoordinato ( troppo piede interno )
- e può entrare in vite



## 21 - TEMA: NON METTERSI IN CONDIZIONE DI POSSIBILE ENTRATA IN VITE

Stanislaw Wielgus

### SECONDA SITUAZIONE

Spirale vicino al costone. L'aliante si trova nel punto **2** e deve compiere ancora  $45^\circ$  in piana per mettersi tangente al costone.

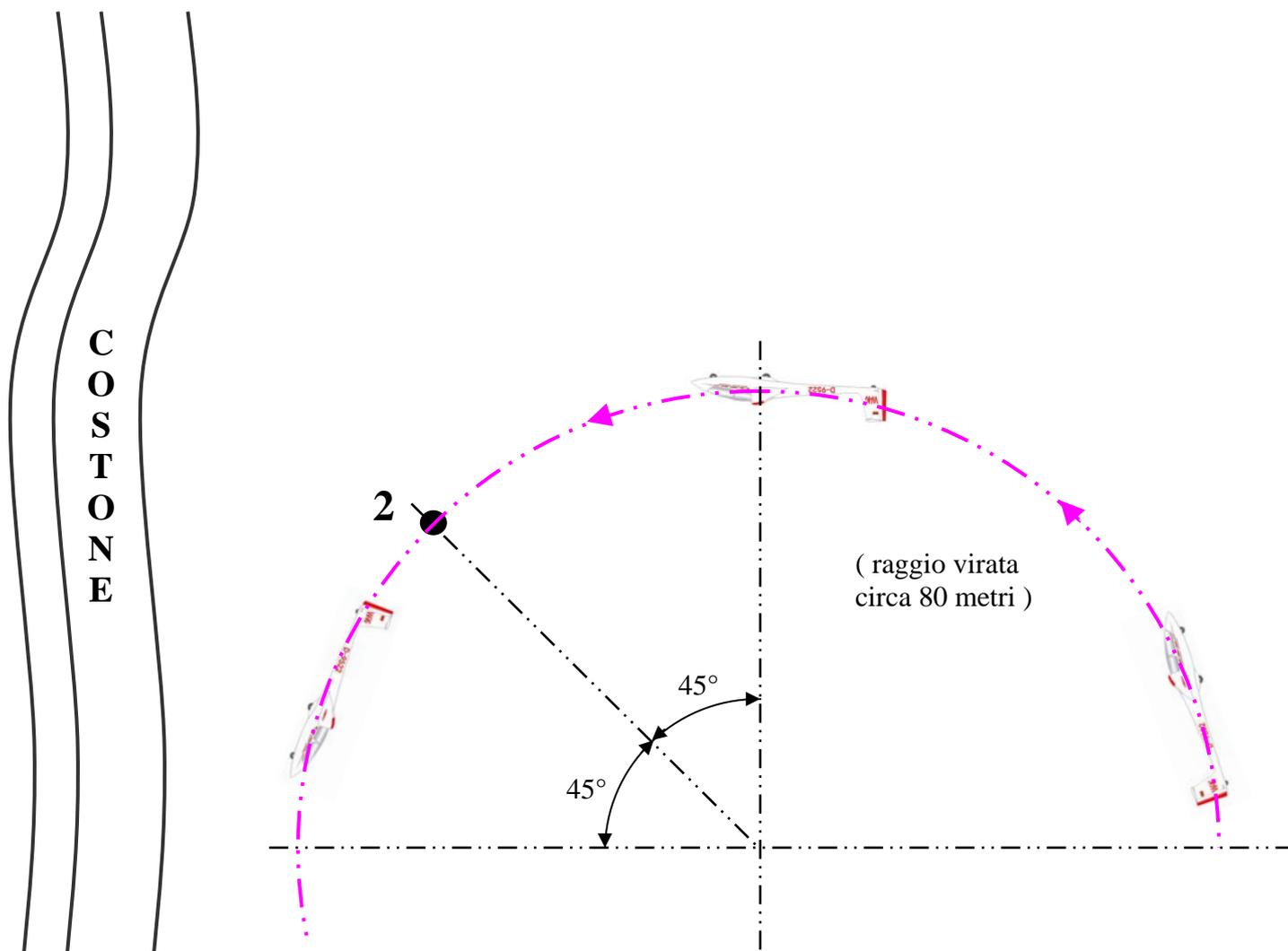
**IMPORTANTE.** Chi non è allenato al volo in montagna o non conosce sufficientemente il proprio aliante è bene che non spirali contro il costone ma compia i classici otto a uscire.

Qualsiasi sia la situazione variometrica:

### **IL PILOTA PUO PROSEGUIRE E CHIUDERE LA SPIRALE**

Ma deve ricordarsi di:

- mai diminuire la velocità
- ( anzi ) sempre aumentare la velocità
- chiudere la virata



## 22 - SI E' SOPRA UN PENDIO E SI E' ENTRATI IN AUTOROTAZIONE

Stanislaw Wielgus e Pietro Longaretti

La frittata ormai è fatta. Cosa rimane da fare?

Wielgus dice:

“ **Uscire verso valle**”

Ma Wielgus è un professionista del volo a certe cose egli le conosce per via della vastissima esperienza da pilota collaudatore. E questa esperienza non l'hanno i piloti che iniziano a veleggiare in montagna.

Longaretti allora, per costoro, perché a casa loro studino il problema e in volo si allenino ( in pianura s'intende ) dice:

“ **L'allenamento alla vite incipiente deve essere fatto ad ogni volo e deve essere mirato a portare in cascina ( in modo automatico nella propria memoria e nei propri riflessi ):**

- 1) **la quota perdibile tra entrata ed uscita**
- 2) **la posizione della prua in uscita rispetto a quella in entrata ( imbardata )**
- 3) **quanto rollio ne consegue ”**

A questo scopo presenta la seguente TABELLA con i dati ricavati da una delle tante possibili autorotazioni ipotetiche di cui a pagina 80 e 81.

Serve solo a fornire un ordine di idee ed a stimolare la ricerca di ciascuno mediante allenamento sistematico su uno specifico aliante.

Aliante “classico” (  $\Omega = 1,2 \text{ rad/sec}$  )

| Quota persa metri | Angolo di rollio gradi | Angolo di imbardata gradi | Angolo su orizzonte gradi | Tempo secondi | Velocità verticale Km/h |
|-------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------|
| 0                 | 0                      | 0                         | 0                         | 0             | 0                       |
| (Metà tempo) 3,5  | 80                     | 41                        | 6                         | 1,3           | 29,8                    |
| 7                 | 95                     | 48                        | 11                        | 1,55          | 42,2                    |
| 10                | 104                    | 53                        | 16                        | 1,69          | 50,4                    |
| 20                | 123                    | 63                        | 32                        | 2,01          | 71,3                    |
| (Metà quota) 28,3 | 134                    | 68                        | 45                        | 2,19          | 84,8                    |
| 30                | 136                    | 69                        | 48                        | 2,22          | 87,3                    |
| 40                | 146                    | 75                        | 64                        | 2,39          | 100,9                   |
| 50                | 155                    | 79                        | 80                        | 2,53          | 112,8                   |
| (Termine) 56,5    | 160                    | 81                        | 90                        | 2,61          | 120                     |

**Più semplicemente.** I capitoli 17 e 18 di Piggott non sono così banali come potrebbe sembrare ad una prima lettura. Da cui sempre:

- a) **filo di lana, miglior esterno**
- b) **al primo accenno di autorotazione, barra avanti**

**23 - DOMANDA DI WIELGUS A PILOTA DI ALIANTE :  
" In virata vicino ad un costone, è meglio essere  
poco o tanto inclinati al fine di non entrare in  
vite? "**

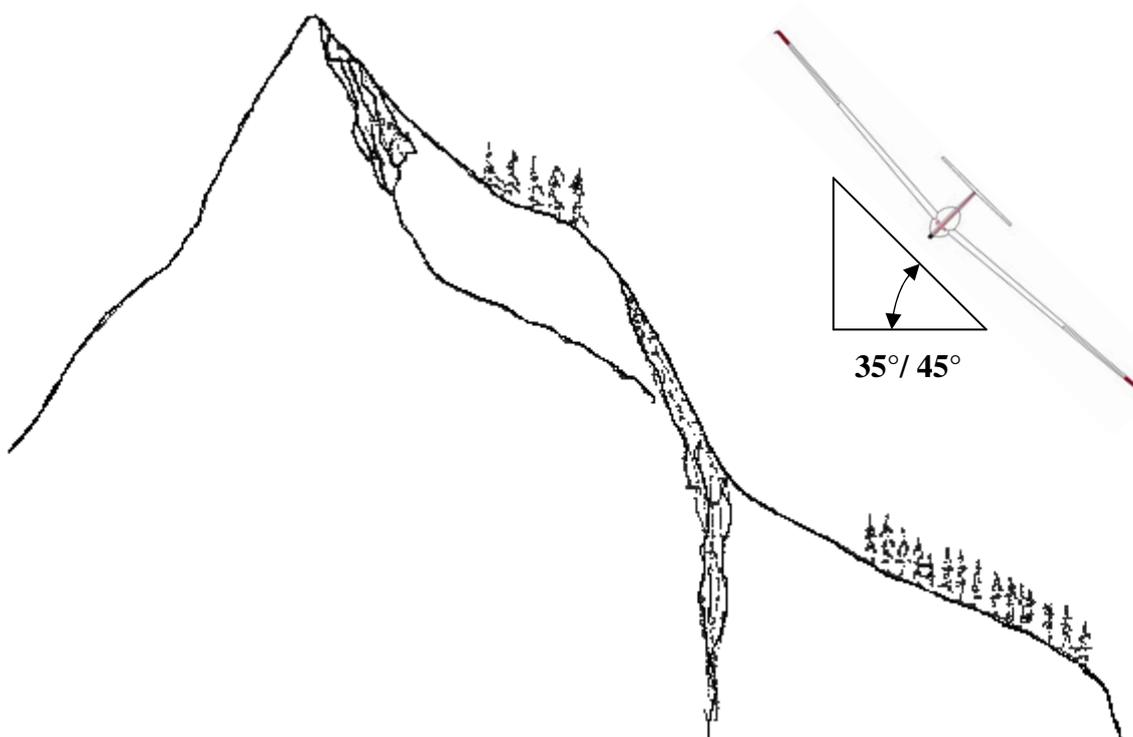
**Risposta di Wielgus: "E' MEGLIO ESSERE TANTO INCLINATI"**

Spiegazioni: Una inclinazione di  $35^\circ/45^\circ$  non farà mai andare in vite.

Ricordiamo che in vite si va partendo da condizioni di basso angolo di rollio, in attacco obliquo e ad angolo di incidenza critico. Solo in queste condizioni, ( con una semiala stallata e l'altra no, con il peso non controbilanciato dalla portanza delle due semiali ) si ha l'autorotazione e poi la vite.

Se si è inclinati di  $35^\circ/45^\circ$  ci si trova con:

- un effetto bandiera particolarmente efficace ( fa scendere la prua verso l'ala bassa e fa quindi recuperare la velocità eventualmente scarsa )
- una probabilità maggiore di essere in scivolata ( la scivolata è più sicura dell' imbardata )
- una minore tentazione di dare piede interno perché la cadenza è già notevole anche se si scivola parzialmente.



## **24 - DOMANDA DI WIELGUS A PILOTA DI ALIANTE :**

**“ In caso di sgancio accidentale o di rottura di cavo in decollo e ad una quota che obblighi a fare dietro front, e' meglio essere decollati con vento in coda o di fronte? ”**

**Risposta di Wielgus: “E' MEGLIO ESSERE DECOLLATI CON VENTO IN CODA ( evidentemente con aeroporti e con venti che consentano il decollo con vento in coda ).**

Infatti è meglio iniziare a fare dietro front con vento alle spalle perché l'energia cinetica dell'aliante, inizialmente, sarà data dalla velocità indicata più quella del vento.

Energia cinetica più alta, significa energia in più per concludere il dietro front.

Energia cinetica =

$$E = \frac{1}{2} mV^2$$

Dove:

$$m = \frac{p \rightarrow (\text{peso})}{g \rightarrow (9.81)}$$

V = Velocità al quadrato ( in metri al secondo )

E = Kilogrammi

# **L'INGEGNERIA DELLA VITE**

Da “ELEMENTI DI MECCANICA DEL VOLO” di Attilio Lausetti e  
Federico Filippi ( Politecnico di Torino ) e contiene nostre elaborazioni.  
Si trovano anche note storiche sulla vite

da Pagina 47 a Pagina 82

## INDICE

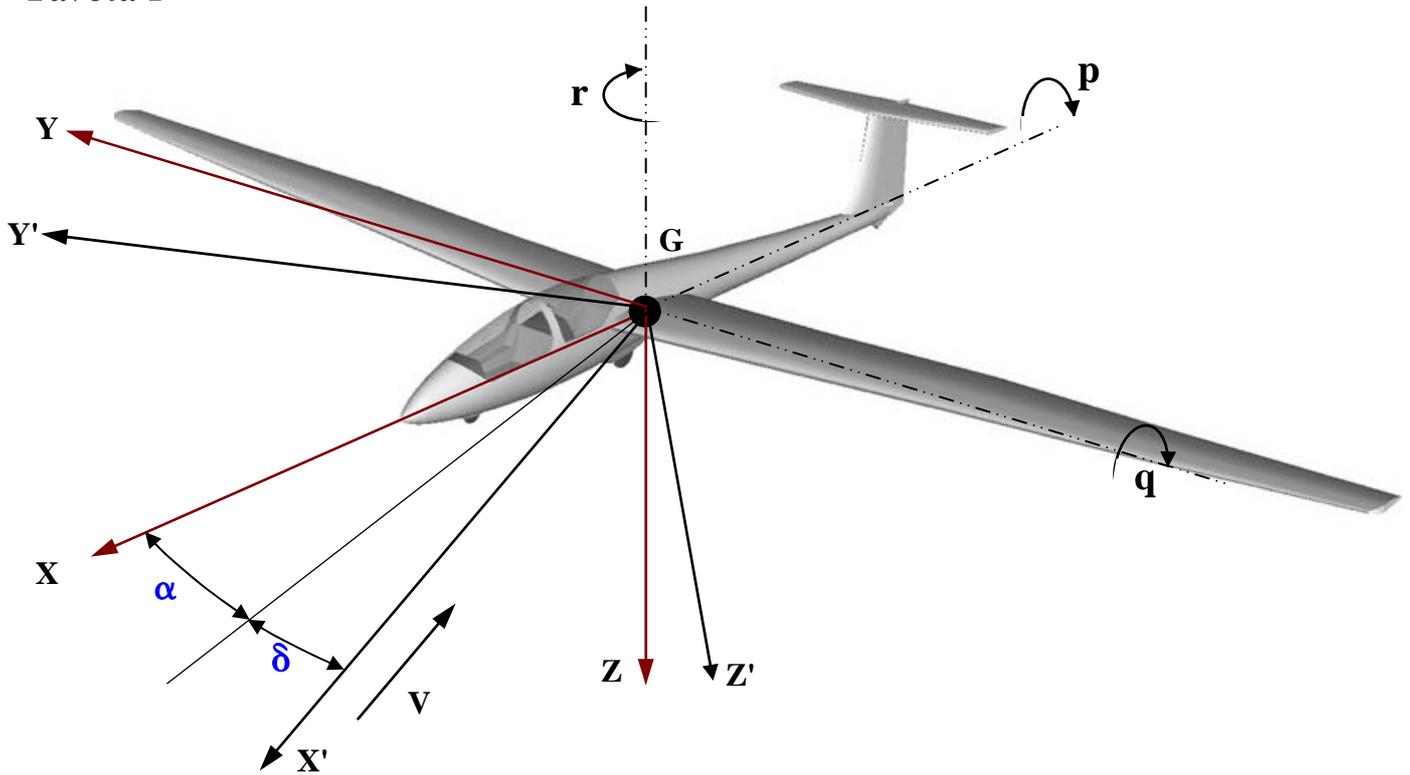
- Terminologia
- Sistemi di riferimento ( assi )
- Sistemi di riferimento ( angoli )
- Sistemi di riferimento ( angoli )
- Sistemi di riferimento ( angoli )
- Diagrammi polari (  $C_p - C_r$  )
- Considerazioni generali sulla vite
- Tre diagrammi polari caratteristici
- Tre tipi di biplani ( mascheramento dell'ala )
- Diagrammi polari di uno stesso velivolo modificati dagli assetti deviati
- Modello 1
- Modello 2
- Modello 3
- Modello 4
- Modello 5
- Esperienze sui modelli in volo libero
- Galleria del vento di tipo verticale ( Bedford )
- Galleria del vento di tipo verticale ( Guidonia )
- Esperienze sui modelli in volo libero
- Fattore di contingenza nella vite
- Dati numerici sulla vite
- Manovre per entrare ed uscire dalla vite
- La vite tende a diventare piatta per l'intervento delle forze d'inerzia
- Cosa fare nel corso del progetto per allontanare il pericolo della caduta spontanea in vite
- Cosa fare con velivoli assolutamente ribelli all'uscita dalla vite
- Valori di massima di una autorotazione con un aliante ( Longaretti )
- Schema di un aliante prima e dopo la rotazione ( Longaretti )
- Tre tabelle con i valori di autorotazione per tre alianti ( Longaretti )

## TERMINOLOGIA

| <i>TERMINE</i>                                                                                                                                     | <b>TRADUZIONE</b> |                   |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                                                                                                                                    | <i>Inglese</i>    | <i>Francese</i>   | <i>Tedesco</i>    |
| <b>VITE</b>                                                                                                                                        | Spin              | Vrille            | Trudeln           |
|                                                                                                                                                    |                   |                   |                   |
| <b>STALLO</b>                                                                                                                                      | Stall             | Dècrochage        | Sackflug          |
|                                                                                                                                                    |                   |                   |                   |
| <b>AUTOROTAZIONE</b>                                                                                                                               | Autoritation      | Autorotation      | Autorotation      |
|                                                                                                                                                    |                   |                   |                   |
| <b>ANGOLO DI INCIDENZA GEOMETRICA DEL VELIVOLO</b><br>( $\alpha$ )<br><i>Il distinguo con l'angolo <math>\alpha</math> qui è trascurabilissimo</i> | Angle of attack   | Angle d'attaque   | Anstellwinkel     |
|                                                                                                                                                    |                   |                   |                   |
| <b>ANGOLO DI DERIVA</b><br>( $\delta$ )                                                                                                            | Drift angle       | Angle de dèrive   | Seitendriftwinkel |
|                                                                                                                                                    |                   |                   |                   |
| <b>ANGOLO DI DEVIAZIONE</b><br>( $\Delta$ )                                                                                                        | Yaw angle         | Azimut            | Gierwinkel        |
|                                                                                                                                                    |                   |                   |                   |
| <b>ANGOLO DI ROLLIO</b><br>( $\vartheta$ )                                                                                                         | Bank roll         | Assiette latérale | Rollwinkel        |
|                                                                                                                                                    |                   |                   |                   |
| <b>IMBARDATA</b>                                                                                                                                   | Yaw               | Emcardée          | Gieren            |
|                                                                                                                                                    |                   |                   |                   |
| <b>BECCEGGIO</b>                                                                                                                                   | Pitching          | Tangage           | Kippebewegung     |
|                                                                                                                                                    |                   |                   |                   |
| <b>ROLLIO</b>                                                                                                                                      | Roll              | Roulis            | Rollbewegung      |
|                                                                                                                                                    |                   |                   |                   |

# SISTEMI DI RIFERIMENTO

## Tavola I



### Tre Sistemi di Assi

#### 1° Sistema ( **ASSI CORPO** )

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| <b>ASSE X</b>   | <i>Verso prua</i>                 |
| <b>ASSE Y</b>   | <i>Verso la destra del pilota</i> |
| <b>ASSE Z</b>   | <i>Verso il basso</i>             |
| <b>PIANO XZ</b> | <i>Piano di simmetria</i>         |

#### 2° Sistema ( **ASSI VENTO** )

|           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| <b>X'</b> | <i>In senso opposto al vento</i> |
| <b>Y'</b> | <i>Normale a X'</i>              |
| <b>Z'</b> | <i>Normale agli altri 2 assi</i> |

#### 3° SISTEMA ( **ASSI SUOLO** )

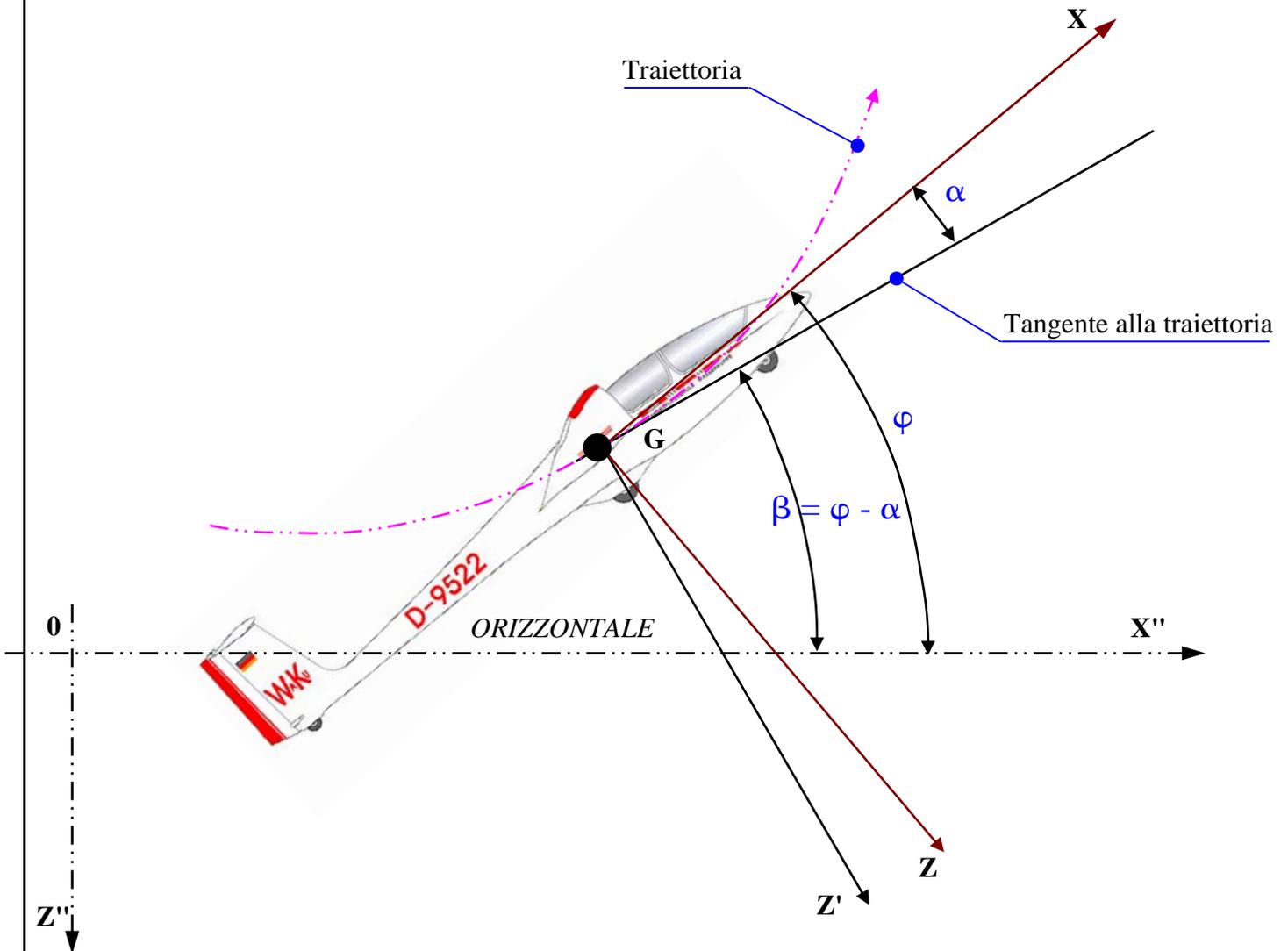
|                  |                                                      |
|------------------|------------------------------------------------------|
| <b>X'' e Y''</b> | <i>Disposti a piacimento in un piano orizzontale</i> |
| <b>Z''</b>       | <i>Asse verticale</i>                                |

#### VELOCITA'

|          |                               |
|----------|-------------------------------|
| <b>p</b> | <i>Velocità di rollio</i>     |
| <b>q</b> | <i>Velocità di beccheggio</i> |
| <b>r</b> | <i>Velocità di imbardata</i>  |

# SISTEMI DI RIFERIMENTO

## Tavola II



Angolo  $\alpha$

Formato dall'asse del corpo X con la proiezione dell'asse vento X' sul piano di simmetria XZ. Prende il nome di angolo di incidenza geometrica del velivolo ( notare che per semplicità corrisponde esattamente alla definizione rispetto alla corda alare )

Angolo  $\varphi$

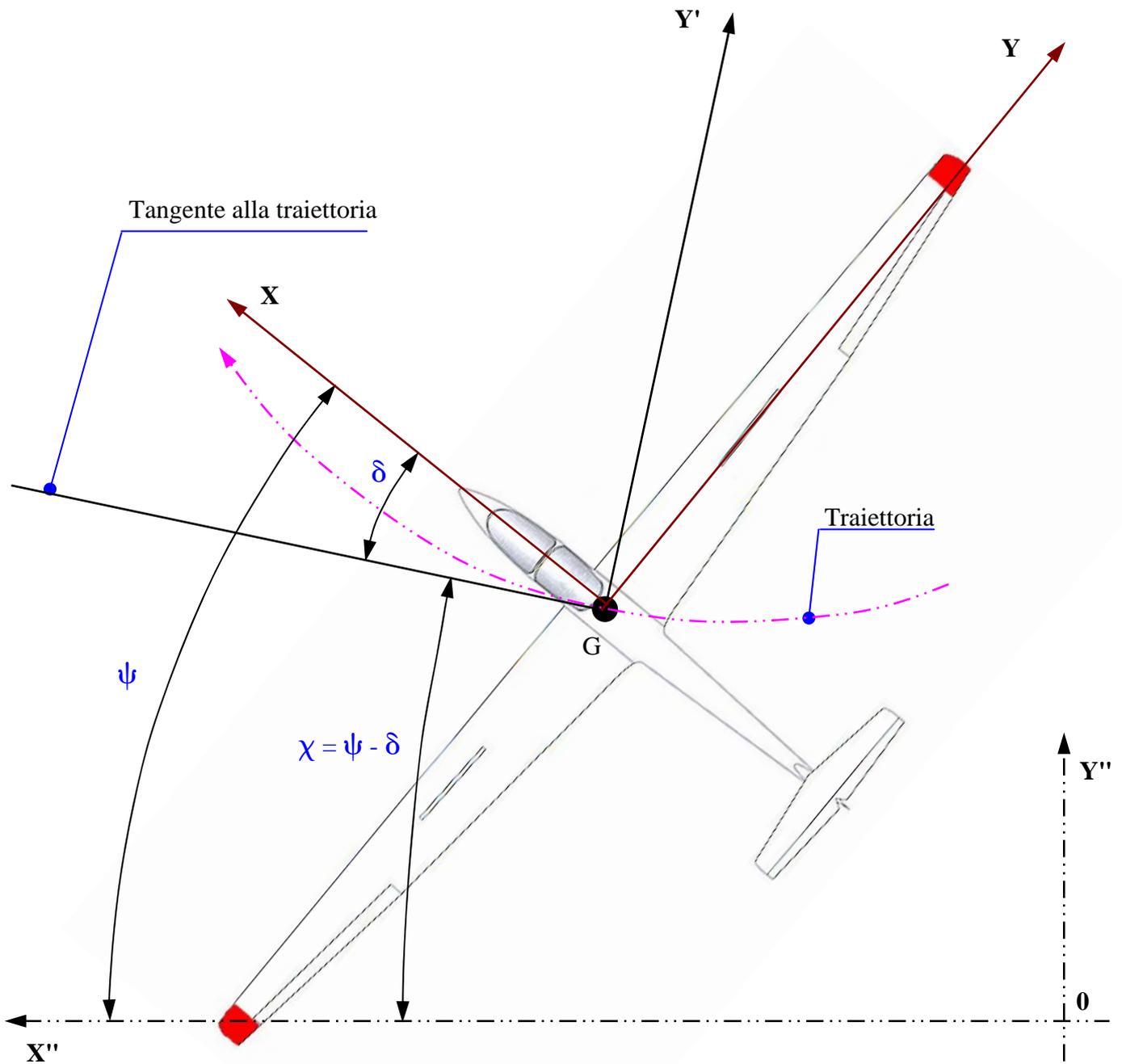
Formato tra l'asse del corpo X e la proiezione dell'asse suolo X'' sul piano XZ detto angolo di beccheggio

Angolo  $\beta$

Angolo di rampa

# SISTEMI DI RIFERIMENTO

## Tavola III



Angolo  $\psi$

Angolo di imbardata tra l'asse corpo X e la proiezione dell'asse suolo X'' sul piano XZ

Angolo  $\delta$

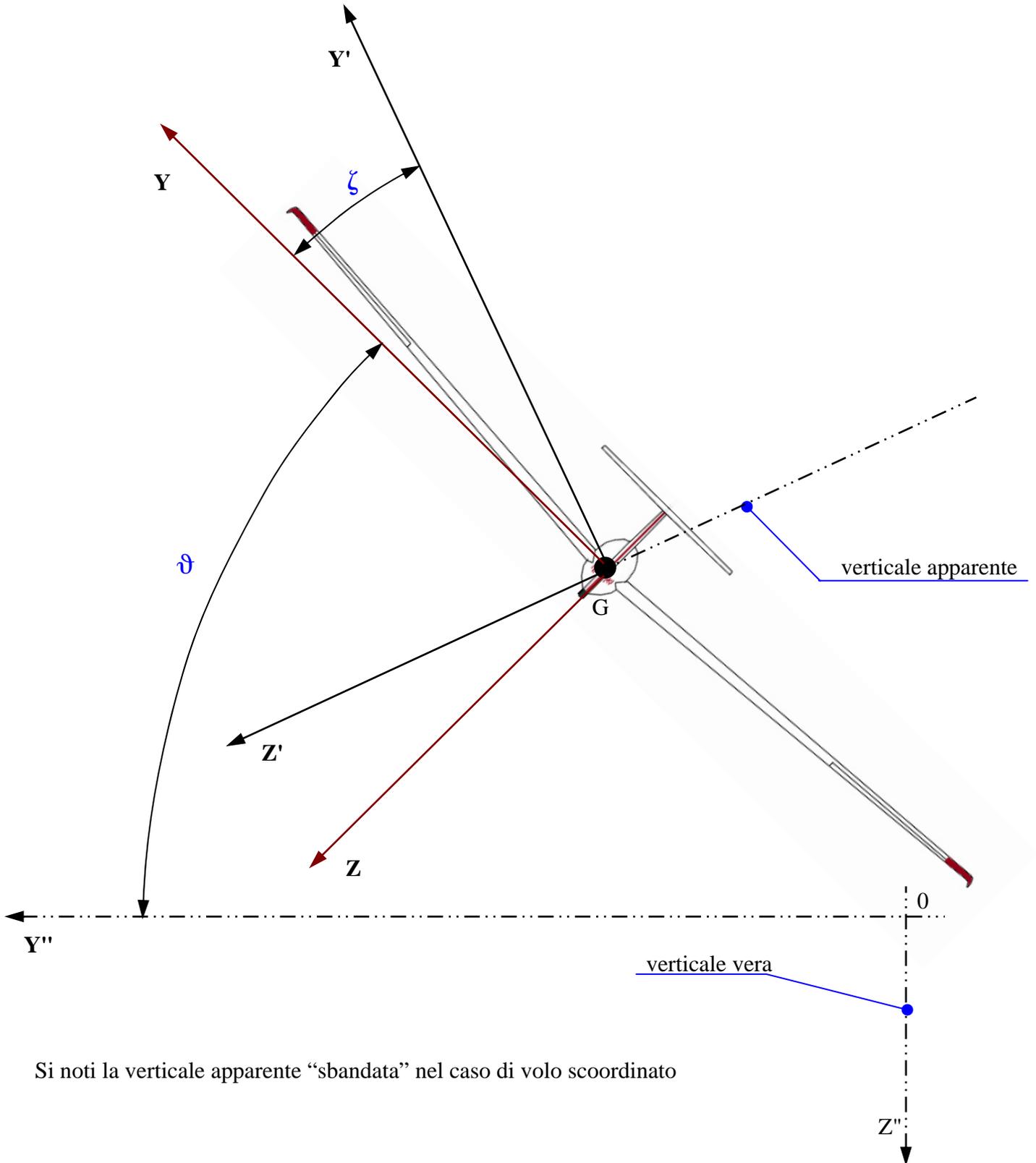
Angolo di deriva

Angolo  $\chi$

Angolo formato dalla tangente alla traiettoria con l'asse suolo X''

# SISTEMI DI RIFERIMENTO

## Tavola IV



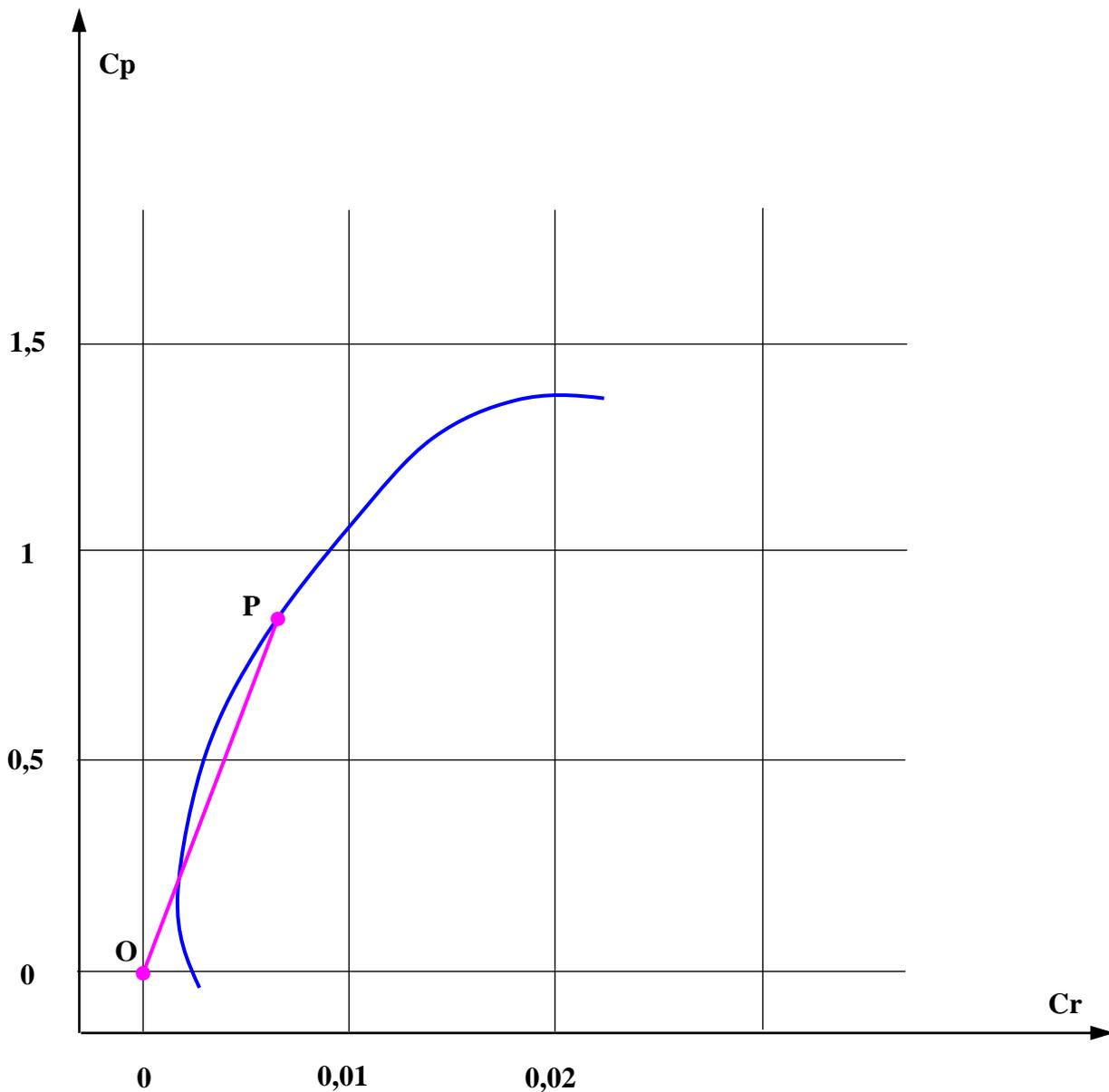
Si noti la verticale apparente “sbandata” nel caso di volo scordinato

Angolo  $\zeta$       Angolo di sbandamento formato dal piano  $X'Y'$  con il piano  $XY$  del velivolo ( evidentemente il volo è scordinato per qualche ragione )

Angolo  $\theta$       Angolo di rollio formato dal piano orizzontale  $X''Y''$  con il piano  $XY$

## DIAGRAMMI POLARI ( $C_p$ - $C_r$ )

Tavola V



I diagrammi  $C_p$  -  $C_r$  si chiamano **DIAGRAMMI POLARI** perché se  $C_p$  e  $C_r$  vengono misurati sugli assi nella medesima scala ( il che generalmente non avviene per comodità di lettura ), i segmenti **OP** relativi ad una data incidenza, od assetto, rappresentano in:

- grandezza ( a meno del fattore  $S \frac{1}{2} \rho V^2$  )
- direzione
- verso

la risultante delle forze aerodinamiche corrispondenti

## CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA VITE

### In una traiettoria elicoidale ( spirale in discesa )

Il piano di simmetria del velivolo contiene il vettore velocità o forma con esso un angolo di deriva moderato non superiore a  $10^\circ - 15^\circ$ .

### In una traiettoria chiamata vite

Il piano di simmetria XZ può contenere l'asse della traiettoria elicoidale o può scostarsi da questo di un angolo di deviazione  $\Delta$  anche sensibile, restando tangente ad un cilindro coassiale con la traiettoria elicoidale ed intorno ad essa.

( Può anche sbandare di  $\vartheta$  in modo da intersecare in un punto l'asse della vite, ma non lo prendiamo in considerazione perché non cambia di molto i ragionamenti seguenti ).

L'angolo  $\alpha$  di incidenza che il piano XZ degli assi corpo del velivolo forma in un punto qualsiasi con la tangente alla traiettoria elicoidale descritta durante la vite, può assumere i più svariati valori.

Questi valori possono quindi essere:

- da quello corrispondente alla incidenza critica  $12^\circ - 18^\circ$
- fino a quasi  $90^\circ$  ( nei casi detti di vite piatta )

L'angolo di deviazione  $\Delta$  ( formato dal piano XZ col piano passante per l'asse della traiettoria elicoidale ed il baricentro del velivolo ) generalmente è:

- compreso tra  $0^\circ$  e  $\pm 25^\circ$  ( intendendo esprimere col doppio segno il fatto che il velivolo può essere deviato nel senso del moto o in senso opposto ad esso ).

### Le differenze sostanziali tra VOLO ELICOIDALE ( spirale classica ) e VITE

Risultano evidentissime differenze dai grafici che si trovano all'inizio della monografia.

Un'altra chiara differenza è quella tra l'angolo  $\delta$  ( di deriva ) del volo spiraliforme e l'angolo  $\Delta$  ( di deviazione ) della vite.

Si noti anche che:

- una deviazione ottenuta imbarcando il velivolo nel senso opposto a quello di rotazione del moto della vite tende a contrastare la vite. Ciò del resto è intuitivo se si pensa al fatto che ci si va così accostando alle condizioni che si realizzano nel moto elicoidale spiraliforme.
- quindi l'angolo di deviazione può essere o anti-vite o pro-vite

NOTA. Nella letteratura tecnica inglese sull'argomento, riferendosi all'imbardata che ha provocato la deviazione, si parla di imbardata anti-vite e di imbardata pro-vite ( out-spin yaw e in-spin yaw ) scambiando la causa ( l'imbardata ) con l'effetto ( la deviazione ).

Questione di nomenclatura, sembrerebbe. Va bene.

Però occorre fare attenzione alla TAVOLA III dove si parla di angolo di imbardata  $\psi$ .

Bisogna ricordare che durante la vite gli assi del velivolo ruotano continuamente rispetto allo spazio, sicché  $\psi$  varia continuamente, mentre  $\Delta$  può rimanere immutato.

## Caratteristiche delle viti

Dai primi tempi dell'aviazione si sono osservati tutti i casi possibili ed immaginabili di vite e si è constatato che questi si possono ricondurre nella gran maggioranza a due categorie fondamentali:

- a) le “viti normali” a forte passo e piccola velocità angolare  $\omega$  di rotazione attorno all'asse verticale della vite. Vite che si svolge a sua volta ad incidenze fino a  $30^\circ - 35^\circ$ .
- b) le “viti piatte” a piccolo passo e forte velocità angolare. Viti che hanno incidenze dell'ordine dei  $50^\circ - 80^\circ$ .
- c) Sovente ci si trova in “casi intermedi”

## Regimi di vite ( in generale )

Raramente la vite assume caratteristiche di moto a regime. Il velivolo può passare da un tipo di vite all'altro e, nello stesso tipo di vite, può variare di incidenza e di velocità angolare anche bruscamente e più volte.

Nei primi anni dell'aviazione, fino all'inizio della 1° Guerra Mondiale, la vite terminava sempre tragicamente per ignoranza delle manovre necessarie per ritornare nelle condizioni normali di volo. Nel 1916 si scoprì che bastava, per quasi tutti i tipi di velivoli di quel tempo, riportare i comandi al centro ( posizione neutra ) e picchiare leggermente, perché il velivolo uscisse dalla vite da solo. Così la vite divenne quasi una comune manovra acrobatica, adottata spesso in combattimento per sfuggire all'azione avversaria.

Tre anni dopo incominciarono però a verificarsi casi sempre più frequenti di viti piatte insensibili al comando dell'equilibratore, che mieterono innumerevoli vite umane.

## Regimi di vite piatta

Le ragioni per le quali la vite piatta, prima pressoché sconosciuta ( si manifestò in forma evidente solo verso il 1920 ), sono state oggetto in quegli anni, di molte discussioni fra gli addetti ai lavori.

Forse andavano addebitate, almeno in parte, nel mutato indirizzo del disegno dei velivoli militari e in parte nel diffondersi del paracadute che accrebbe grandemente il numero dei sopravvissuti che poterono descrivere le caratteristiche della vite in cui erano caduti.

Quali ne fossero le cause, la vite venne a costituire un pericolo così grave da spingere teorici e sperimentatori a compiere estese ricerche in merito, ricerche che neppure ora possono ritenersi concluse tanto più che il continuo mutare del disegno dei velivoli ha introdotto sempre nuovi fattori nello studio.

## Studio scientifico della vite

Le conoscenze attuali sulla vite provengono da un grande numero di esperimenti, alcuni dei quali ( pochi ) realizzati in vera grandezza con strumenti registratori posti a bordo del velivolo e riprese cinematografiche da terra, altri ( più numerosi ) con modelli di volo libero in una corrente ascendente in una galleria verticale. Solo questi ultimi hanno permesso lo studio sistematico del comportamento del velivolo nelle viti più pericolose e delle manovre necessarie per uscirne. Nessun pilota si sarebbe arrischiato di sua volontà in certi tipi di viti presumibilmente ribelli.

Per lo studio delle forze e dei momenti che provocano il moto di avvistamento, inizialmente ci si è valse largamente delle esperienze in galleria aerodinamica, misurando le azioni risentite dal modello, libero di ruotare attorno ad un'asse passante per la posizione del baricentro del velivolo.

In questi esperimenti, l'asse di rotazione era sempre contenuto nel piano di simmetria del modello. Solo successivamente le esperienze vennero estese agli assetti deviati, in modo da completare l'esplorazione delle azioni aerodinamiche e da accostarsi sempre più alle condizioni effettive della vite incontrate nella pratica, condizioni che però si possono realizzare esattamente solo in volo libero.

## TRE DIAGRAMMI POLARI CARATTERISTICI

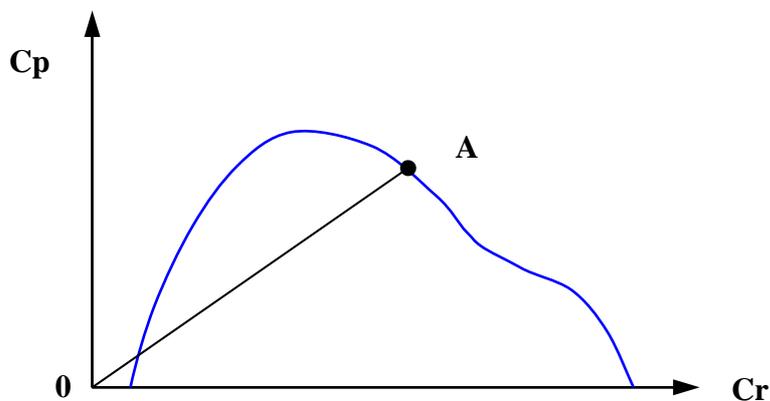
### Tavola VI

( Bisogna ricordare la TAVOLA V e la caratteristica fondamentale del vettore OP di quella Tavola. Nella tavola VI quel vettore è chiamato  $C_f$  ).

**IMPORTANTE.** In tutti i tre casi, l'angolo di deriva è zero

#### 1° caso

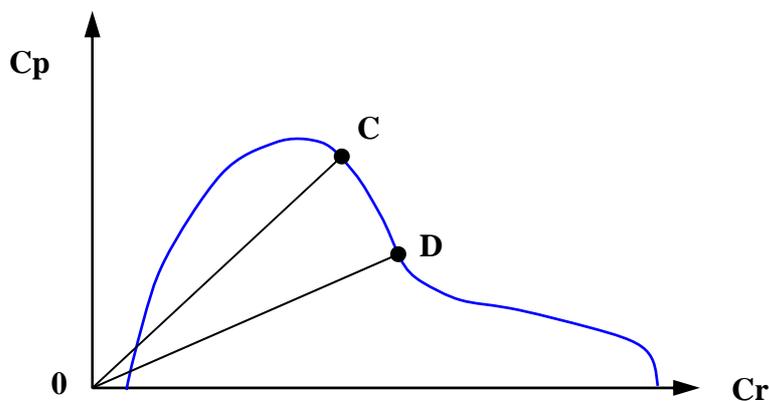
Il vettore  $C_f$  va sempre crescendo con l'incidenza  $\Rightarrow$  L'autorotazione non è possibile



Si ha quando il vettore  $C_f$  va sempre crescendo perché  $C_f$  cresce al crescere dell'incidenza  $\alpha$ .

#### 2° caso

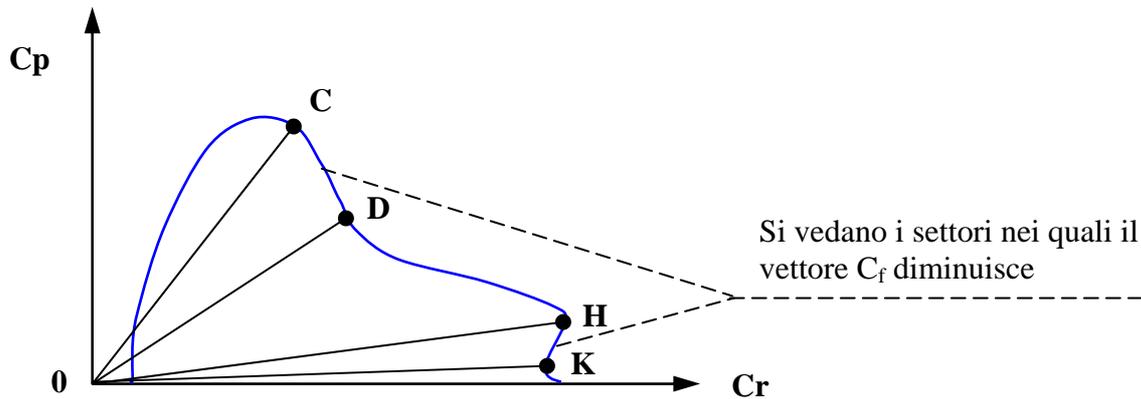
Il vettore  $C_f$  va diminuendo al crescere di  $\alpha \Rightarrow$  Viti normali



Si ha quando il vettore  $C_f$  diminuisce nel tratto **C-D** perché  $C_f$  diminuisce al crescere dell'incidenza  $\alpha$ .

### 3° caso

Si hanno due soli possibili campi di viti in cui il vettore  $C_f$  va diminuendo: un campo di viti normali e un campo di viti piatte



I tratti in cui il vettore  $C_f$  diminuisce sono:

- il tratto **C-D** ( a incidenze moderate quindi immediatamente superiori a quella di stallo, come nel 2° caso, da luogo a viti normali )
- il tratto **H-K** ( questo tratto a causa delle incidenze molto più elevate da luogo a viti piatte )

NOTA. Osserviamo che il terzo tipo di polare, evidentemente il più sfavorevole perché comporta anche viti piatte, è praticamente irrealizzabile negli assetti simmetrici dei monoplani, mentre era frequente nei biplani, nei quali, a causa della schermatura dell'ala superiore da parte di quella inferiore ( vedi TAVOLA VII ) si veniva a creare alle altissime incidenze, una zona in cui  $C_f$  diminuiva in conseguenza della diminuzione della resistenza del complesso, dato che l'ala superiore veniva a cadere in ombra di quella inferiore.

Un rimedio fu trovato mediante lo scalamento positivo delle ali.

Scalamiento col quale si tentò di diminuire il mascheramento troppo esteso dell'ala superiore da parte di quella inferiore.

## TRE TIPI DI BIPLANI

### Tavola VII



1) ANSALDO SVA 5 6760, 1917.

a) Biplano senza scalamento ( S.V.A. )



b) Biplano con scalamento negativo ( Beechcraft D 17 )



c) Biplano con scalamento positivo ( Gloster Gladiator )

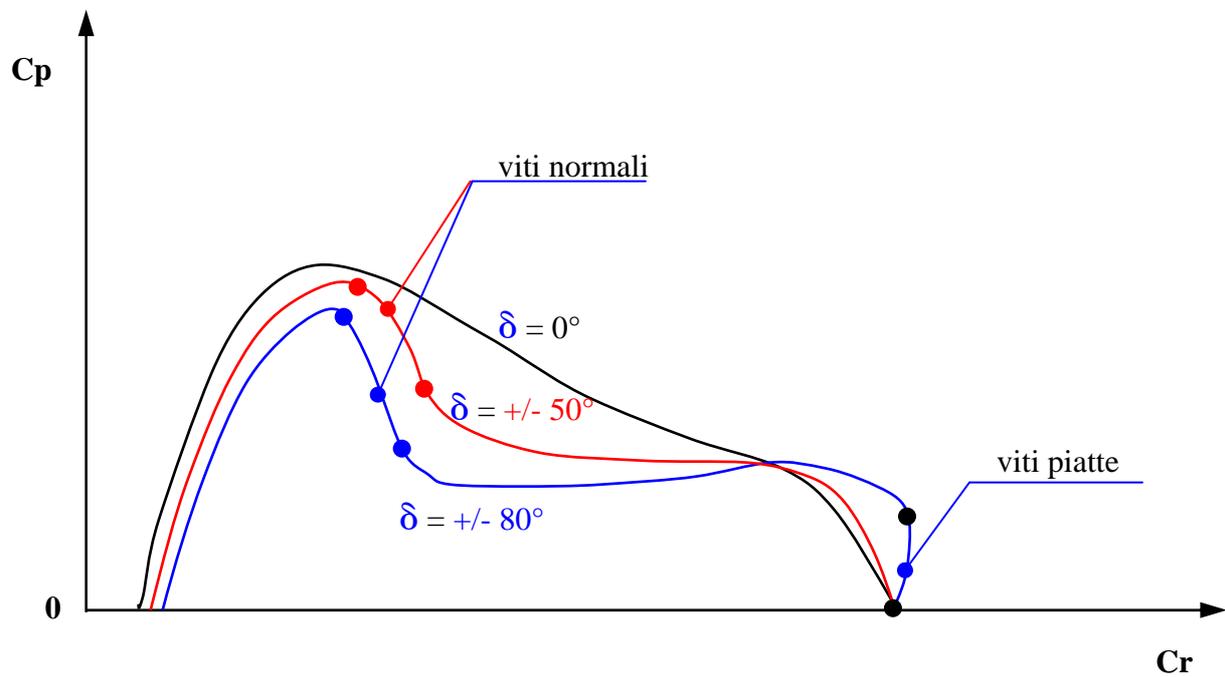
Solo questo tipo di scalamento rimedia al mascheramento dell'ala superiore da parte dell'ala inferiore.

## DIAGRAMMI POLARI IN UNO STESSO VELIVOLO MODIFICATI DAGLI ASSETTI DEVIATI

### Tavola VIII

Esaminiamo 3 diverse polari di uno stesso velivolo relative a 3 assetti devianti:

- angolo di deriva  $\delta = 0^\circ$  Vite impossibile sempre
- angolo di deriva  $\delta = +/- 50^\circ$  Vite solo in un certo tratto
- angolo di deriva  $\delta = +/- 80^\circ$  Vite normale in un tratto e vite piatta nell'altro



C'è quindi da attendersi di riscontrare caratteristiche di autorotazione e vite assai diverse a seconda del valore assunto dall'angolo di deriva  $\delta$  del velivolo.

La presente monografia dedica 5 Capitoli allo studio sulla vite mediante modelli. Si va dal modello libero solo di ruotare attorno ad un asse baricentrico, fino al modello libero nello spazio con i suoi sei gradi di libertà. ( cioè tre assi del modello e i tre assi dello spazio )

## **MODELLO 1**

*Vedi Tavola IX*

### **ROTAZIONE PROVOCATA DA UNA FORZA INIZIALE ESTERNA ( Modello fissato su un asse orizzontale X' parallelo al flusso d'aria. L'incidenza può essere variata all' inizio di ogni prova ).**

#### **Esperimento facilmente realizzabile**

Il modello è libero di ruotare su un asse X' passante dal suo baricentro ma non può né avanzare né indietreggiare.

Si supponga di imprimere al modello dall'esterno, una velocità di rotazione attorno a tale asse. Si misuri la coppia motrice necessaria a mantenerlo in rotazione mentre è investito da un vento di velocità V.

Detta  $\omega$  ( omega ) la velocità angolare di rotazione rispetto all'asse vento X' il modello risulterà animato:

da una velocità angolare di imbardata r ( trascurabile alle piccole incidenze ):

$$\underline{r = \omega \sin \alpha}$$

e da una velocità angolare di rollio p :

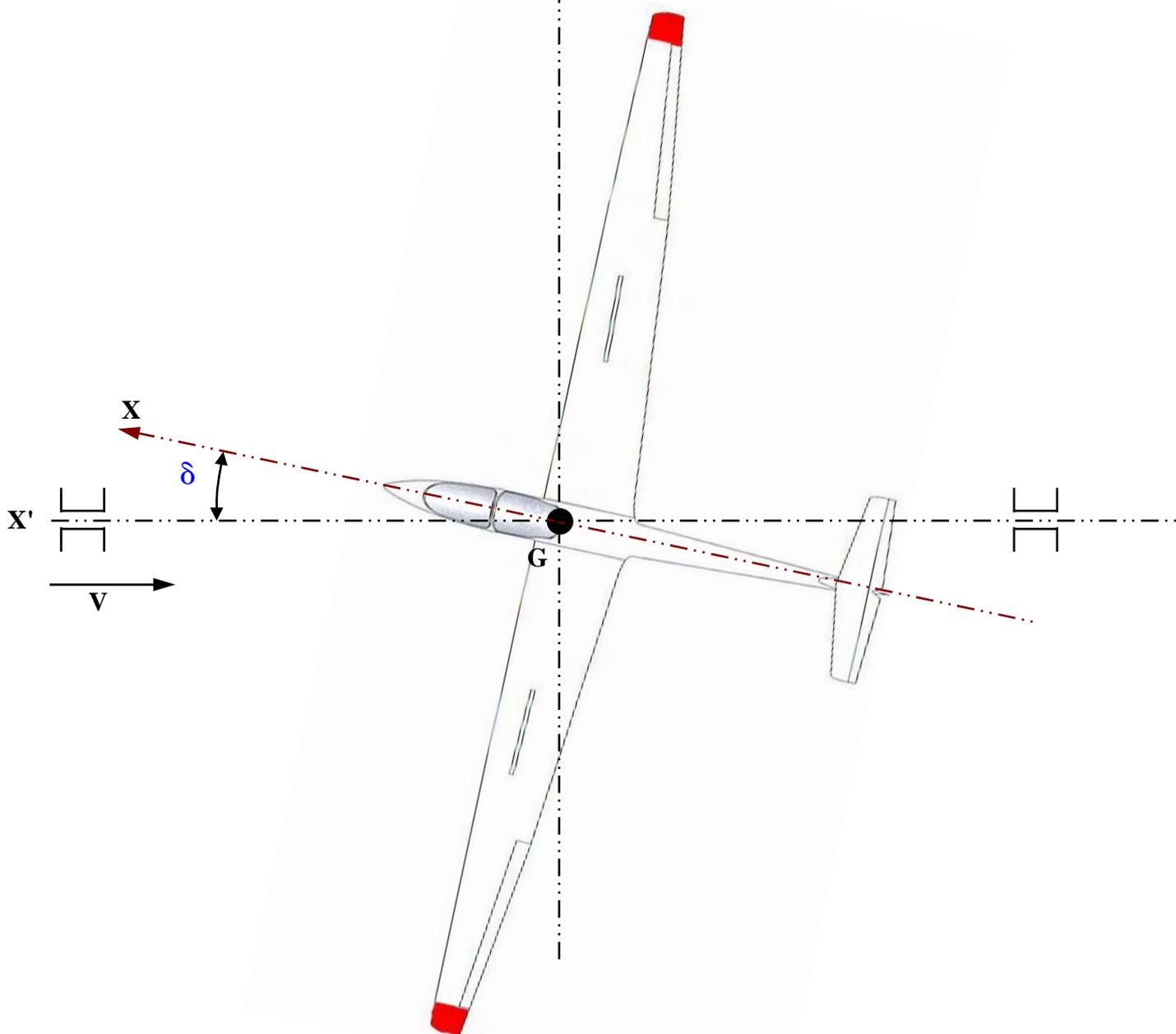
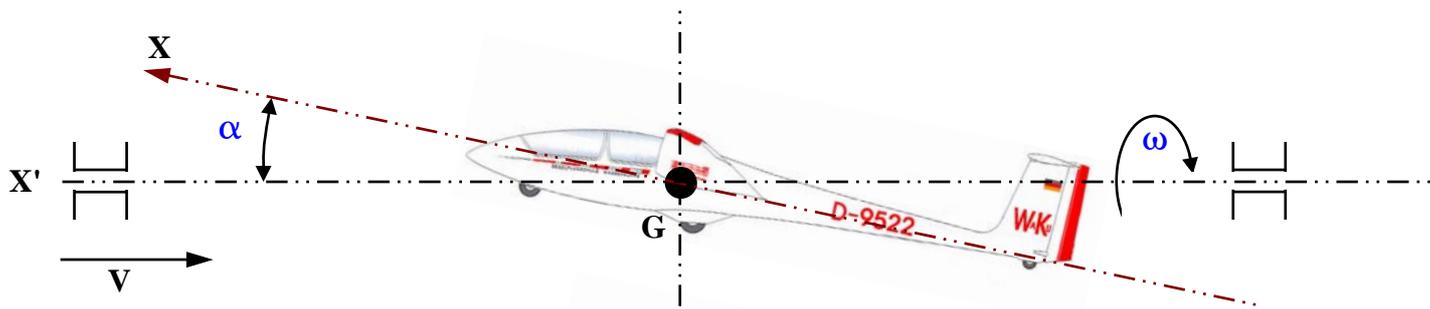
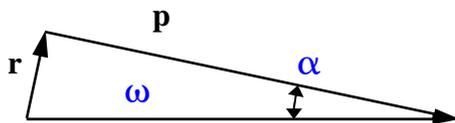
$$\underline{p = \omega \cos \alpha}$$

rispetto agli assi del corpo.

Se  $\alpha$  oltrepassa l'incidenza critica di stallo, la portanza diminuisce al crescere di  $\alpha$ .

Il modello allora è in grado di mantenersi in rotazione indipendentemente da qualsiasi coppia applicata dall'esterno. Accelera poi fino a raggiungere un valore angolare costante.

Tavola IX



- $\omega$  : Velocità angolare di rotazione sull'asse vento  $X'$
- $r$  : Velocità angolare di imbardata sull'asse corpo  $Z$
- $p$  : Velocità angolare di rollio sull'asse corpo  $X$

## MODELLO 2

### Tavola X

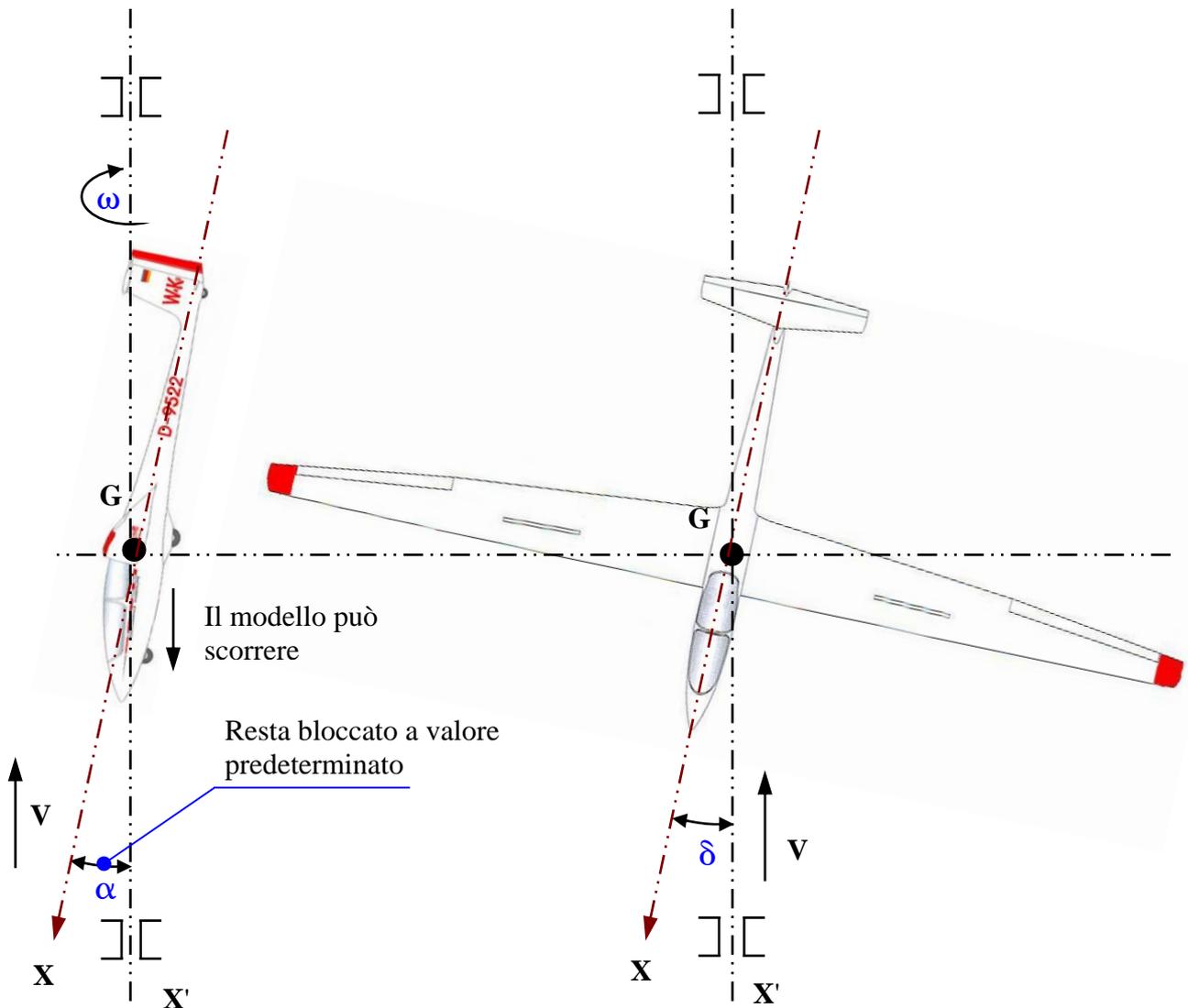
#### ROTAZIONE PROVOCATA DA UNA FORZA INIZIALE ESTERNA MA POI MANTENUTA AD UN SUO PROPRIO REGIME.

( Modello fissato su un asse verticale  $X'$  sul quale può scorrere verso il basso e verso l'alto. Può ruotare come il modello 1. L'incidenza può essere variata solo all' inizio di ogni prova. Poi resta costante. )

Adesso il modello può scorrere sull'asse verso il basso. Si stabilizzerà solo quando il suo peso sarà uguale alla resistenza totale in funzione della velocità dell'aria  $V$ .

Si può anche misurare la coppia della rotazione.

Con questo modello si ottiene una seconda grossolana immagine di vite. Ma ne siamo ancora ben lontani



## MODELLO 3

### Tavola XI

( Come modello 2 ma l'angolo di incidenza  $\alpha$  si auto-modifica perché intervengono anche le forze d'inerzia. )

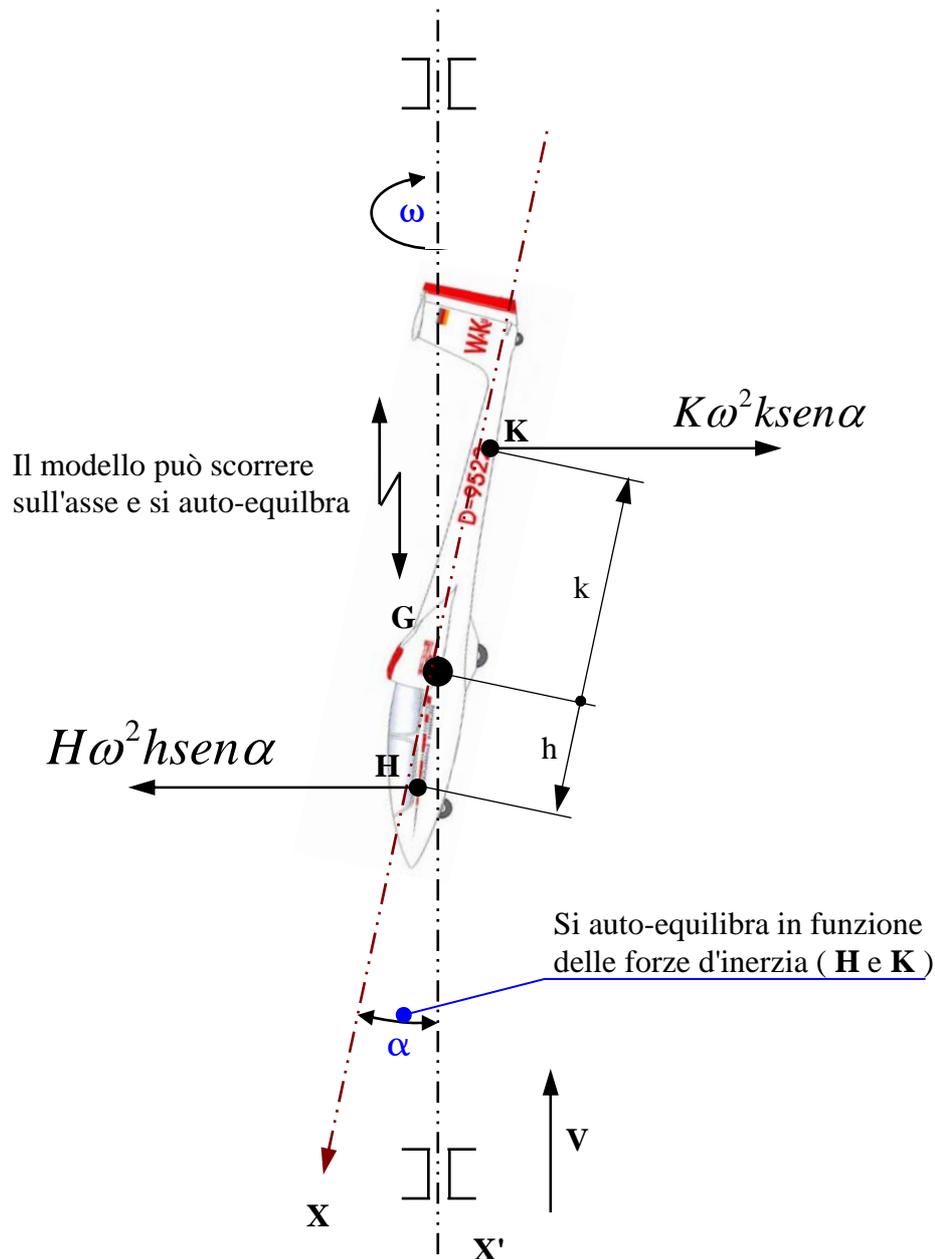
Il modello si stabilizzerà a:

- rotazione di regime sua propria
- resistenza pari al suo peso
- incidenza in funzione delle masse davanti e dietro al centro di rotazione

Quindi abbiamo a che fare con:

1. forze aerodinamiche
2. forze di massa

Negli aerei dove ha forte prevalenza la fusoliera ( monopiani da turismo ) appare chiara l'importanza che nella vite assumono i momenti d'inerzia e, a parità di altre condizioni, la tendenza all'appiattimento della vite. Vedi anche tavola XVII a pagina 75.



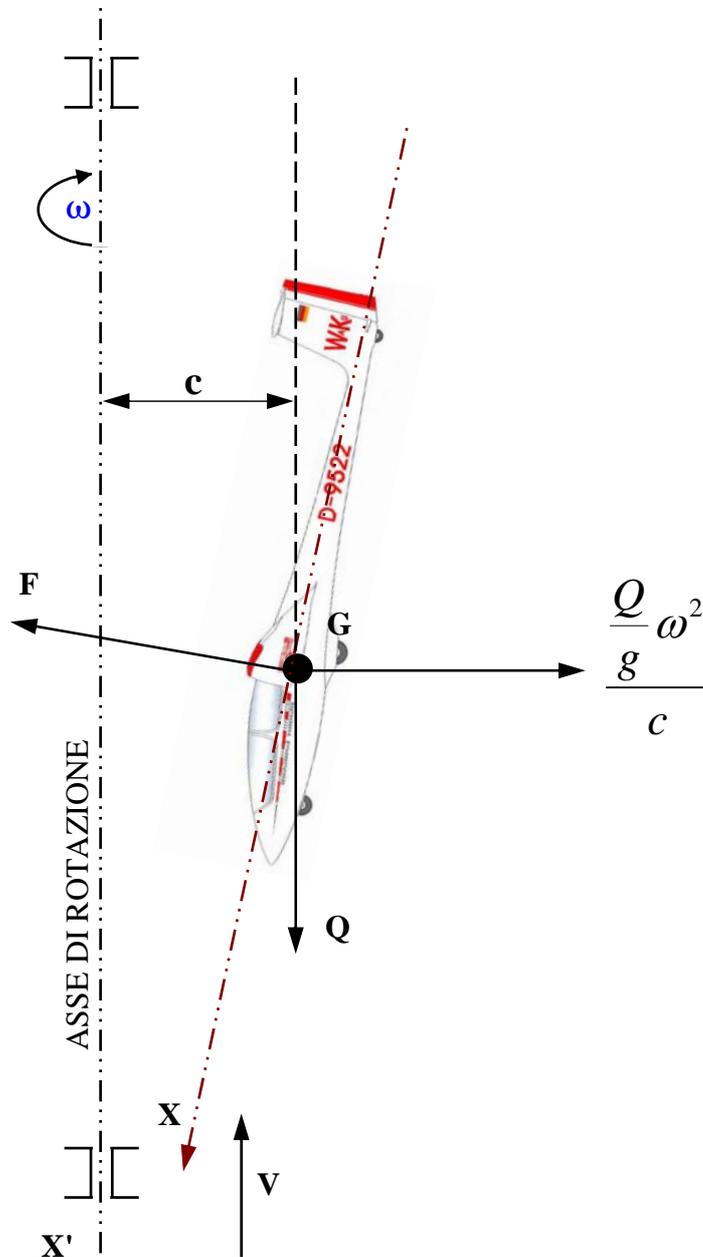
## MODELLO 4

### Tavola XII

( Come modello 3 ma su un asse parallelo all'asse X' ad una distanza c. Modello non realizzabile ma è un passaggio logico per avvicinarsi il più possibile alla vite. )

Le rotazioni attorno agli assi X e X' avvengono con azioni esterne iniziali. In più si consente al baricentro di abbandonare l'asse di rotazione X' del valore c ( raggio della vite ).

Manca però ancora un parametro fondamentale per avere la vite vera e propria: la deviazione.



## MODELLO 5

*Vedi Tavola XIII*

( **Modello fissato su un supporto come in figura** )

Caratteristiche del modello:

- Importantissimo. L'asse X deve avere un angolo di deviazione  $\Delta$  **pro-vite**. Altrimenti la vite, anche se innescata, si ferma da sola.
- Per ottenere l'angolo  $\Delta$  bisogna ruotare il modello sull'asse Z. Il dado "d" deve essere bloccato dopo la rotazione descritta.
- L'asse Z può essere parallelo all'asse vite ( angolo di rollio  $\vartheta$  nullo )

Nel caso della Tavola XIII l'asse è parallelo.

Il modello, quando messo in rotazione, è finalmente molto vicino alla vera vite.

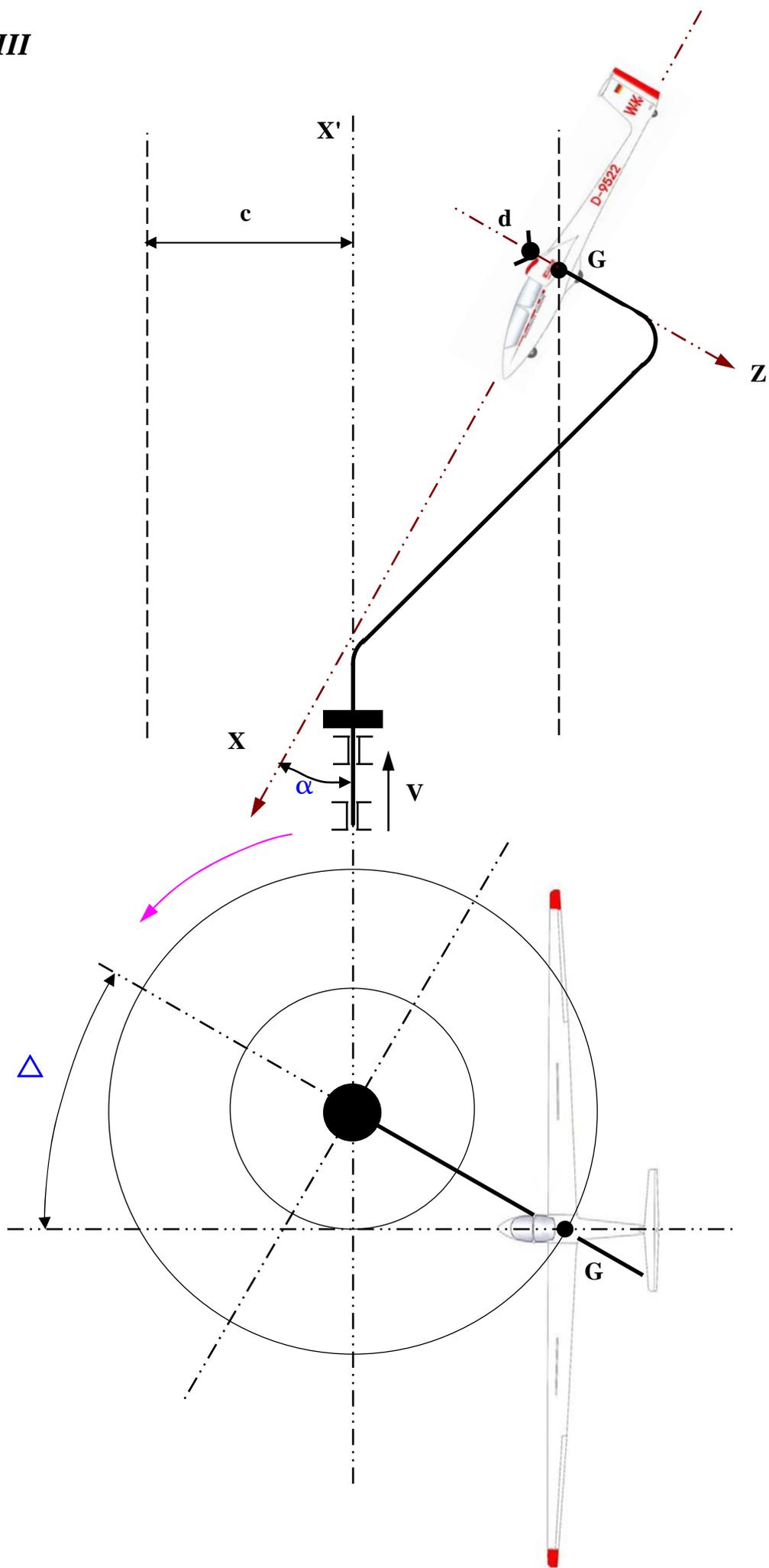
NOTA. Nella vite vera e propria in volo libero, i sotto segnati parametri cambiano in modo autonomo ( e sovente in modo continuativo ):

- angolo di incidenza
- raggio della vite
- velocità di rotazione
- velocità verticale
- angolo di deviazione ( anche funzione della quantità di piede dato dal pilota )

Invece in questo modello quei valori restano fissi.

Ma è sempre un modello che pur se vincolato è abbastanza vicino alla vite vera e propria.

*Tavola XIII*



## ESPERIENZE SUI MODELLI IN VOLO LIBERO

### In aria libera

Le prime esperienze in volo libero si eseguirono lasciando cadere un modello in configurazione vite da una certa altezza e cinematografandone la discesa. Le difficoltà incontrate con tale tecnica sperimentale erano dovute soprattutto alla brevissima durata della prova ed alla difficoltà di seguire il modello con le macchine da presa durante la caduta, senza contare i danni al modello quando cadeva fuori dalla rete di raccolta.

### In galleria vetricale

Nel 1932 H.E. Wimperis ebbe l'idea geniale di prolungare indefinitamente la durata della vite, a volontà dello sperimentatore, facendo cadere il modello in una corrente d'aria verticale dotata di velocità ascendente pari a quella di caduta del modello.

La prima galleria verticale fu quella installata al Royal Aircraft Establishment di Farnborough. Diede fin dall'inizio risultati così promettenti che americani, tedeschi, francesi e italiani munirono i loro laboratori di gallerie consimili per lo studio della vite.

**NDR.** Come si vede dalle date siamo a 30 anni dai primi voli!

### Alcune particolarità

Il modello è costruito in legno di balsa leggerissimo (  $0,10 - 0,20 \text{ Kg/m}^3$  ) e deve riprodurre oltre la similitudine geometrica anche in scala la distribuzione dei pesi e di conseguenza la posizione del baricentro ed i momenti di inerzia del velivolo. Deve cioè riprodurre anche la *similitudine dinamica*. Il vento è diretto dal basso verso l'alto con intensità tale da evitare la caduta del modello.

Il modello nel suo moto a regime si manterrà in autorotazione ( in vite ) restando all'incirca fermo nello spazio.

La velocità massima dell'aria era di 34 m/s

## GALLERIA DEL VENTO DI TIPO VERTICALE

### Tavola XIV

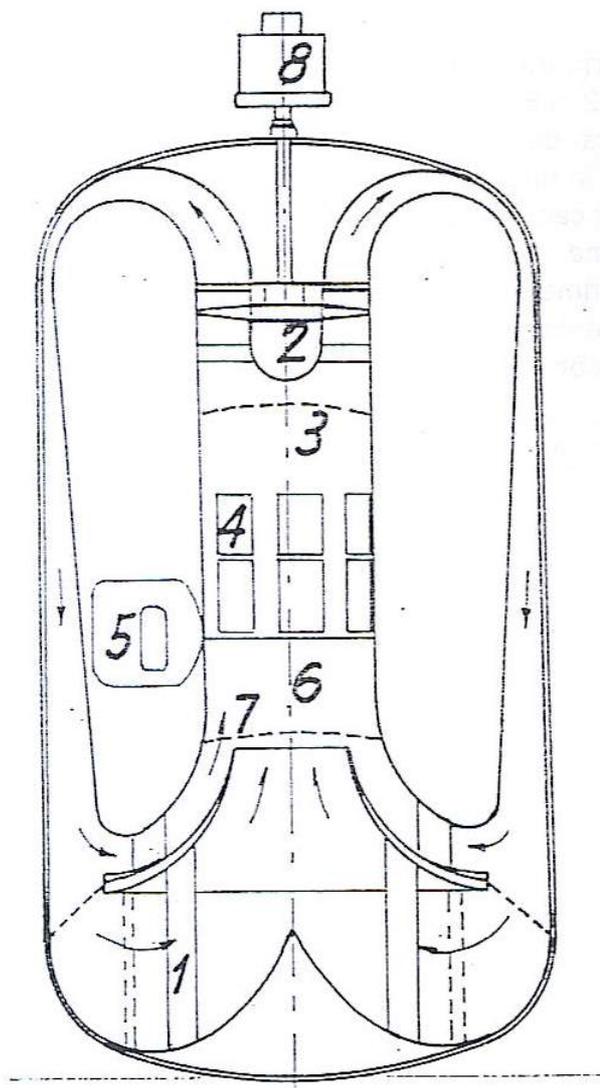
#### Galleria verticale del N.A.E. ( Bedford )

Pressione d'esercizio 1 – 4 atmosfere

Velocità massime corrispondenti 42,3 – 27,3 m/s

Diametro sezione utile 4,55 mt

Apertura massima modello 106 cm



1 n° 9 raddrizzatori

3 Rete superiore

5 Cabina operatori

7 Rete recupero modellini

2 Ventilatore

4 Finestre

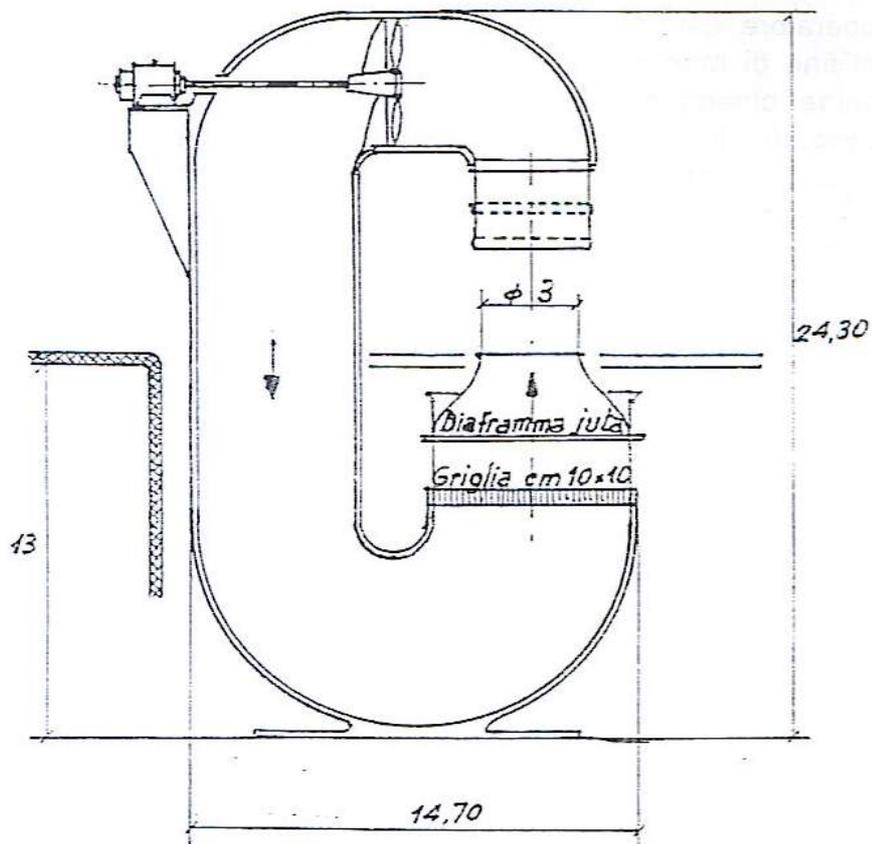
6 Sezione utile

8 Motore da 3000 Cv

# GALLERIA DEL VENTO DI TIPO VERTICALE

## Tavola XV

Galleria verticale di Guidonia



## ESPERIENZE SUI MODELLI IN VOLO LIBERO

Devono avere similitudine geometrica e dinamica.

Sono fatti in legno di balsa ( 0,10 – 0,20 Kg/m<sup>3</sup> )

Fusoliera interamente cava

Ali abbondantemente traforate e ricoperte di carta

Opportune zavorre sul muso, in coda e sulle estremità alari servono a portare il baricentro nella posizione reale.

I momenti di inerzia ( di rollio, di beccheggio e di imbardata ) vengono portati ai valori desiderati.

Una carica supplementare di piombo nel baricentro porta la densità totale al valore stabilito dalla prova.

Nell'aeromodello è inoltre installato un apparecchio a orologeria che, per mezzo di uno o più eccentrici comanda a tempo, nell'ordine desiderato, le superfici di coda e gli alettoni con l'ampiezza voluta.

Il lancio del modello nella corrente deve essere effettuato da un abile operatore in modo da iniziare la vite nel senso desiderato, mentre un altro operatore dal banco di manovra antistante regola la velocità della corrente al fine di mantenere il modello ad una altezza costante. Il moto del modello viene cinematografato con una sequenza di 32 o 64 fotogrammi al secondo. Il modello viene così a muoversi di moto circolare anziché elicoidale rispetto agli operatori ed alle macchine da presa.

All'uscita dalla vite il modello può sfuggire in volo libero dalla vena fluida e planare in una camera in cui sono disposte opportune reti per raccoglierlo senza danneggiarlo.

NOTA. Per la similitudine tra il modello ed il velivolo reale occorre che i numeri di Froude

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gb}}$$

siano eguali nei due casi.

Dove:

b = apertura alare in metri

g = accelerazione di gravità m/s<sup>2</sup>

V = velocità in m/s

Per quel che si riferisce alla attendibilità dei risultati così ottenuti, si è constatato che, in genere, i modelli rappresentano viti meno piatte e restituzioni più rapide del corrispondente velivolo.

Tale differenza può essere spiegata con l'effetto scala, soprattutto alle differenze che si hanno nel **numero di Reynolds** ( **R<sub>e</sub>** ) nel passare dal modello al velivolo.

Si è constatato che un aumento del **R<sub>e</sub>** provoca in certi casi una rapida diminuzione dello smorzamento nell'imbardata dovuto alla fusoliera.

Per effettuare la correzione più significativa, i modelli sono normalmente dotati di piccole alette o braccia attaccate all'estremità dell'ala interna, che provocano momenti imbardanti pro-vite ( in-spin way ) di grandezza nota.

In ogni caso le esperienze in galleria permettono di studiare esaurientemente il comportamento di un dato aereo in diverse condizioni di carico e di distribuzione delle masse, nonché di determinare le manovre più idonee da suggerire al pilota per l'uscita dalla vite.

## FATTORE DI CONTINGENZA NELLA VITE

Per definizione il fattore di contingenza ( $n$ ) in una evoluzione del velivolo è il rapporto tra le forze dinamiche ( $F$ ) e il peso ( $Q$ ).

Cioè:

$$n = F/Q$$

Nel caso della vite, essendo  $Q = F \sin \alpha$  si avrà:

$$n = F/F \sin \alpha$$

da cui:

$$n = 1/\sin \alpha$$

Nella vite l'angolo di incidenza  $\alpha$  è compreso per lo più tra  $20^\circ$  e  $30^\circ$ .

Quindi  $n$  può variare all'incirca tra 3 e 2.

## DATI NUMERICI SULLA VITE

Dalle origini dell'aviazione ai giorni nostri, con prove pratiche si sono riscontrati i casi più disparati di vite.

### Valori sperimentali riscontrati:

Velocità verticali di discesa.....  $V =$  da 20 a 150 m/s

Angoli di incidenza.....  $\alpha =$  da 20° a 80°

Raggi della vite.....  $c =$  da 0,6 a 15 metri

Di regola, tanto più la vite è piatta tanto minori sono le velocità verticali e il raggio dell'elica.

In passato con i biplani a bassissimo carico alare, si sono misurati casi di vite molto piatta, asse di rotazione a poche decine di centimetri dal baricentro e velocità verticali di discesa così basse che l'urto col suolo non riuscì fatale all'equipaggio. Ma nei monoplani con elevato carico alare, i valori più frequenti di velocità angolari sono comprese fra 2,5 e 3,5 secondi per compiere un giro e le incidenze  $\alpha$  sono sui valori di 30°.

### Prove su un velivolo da addestramento alla caccia ad elica tipo FIAT G59A

A carichi crescenti, si riscontrarono le seguenti caratteristiche di vite ( a partire da circa 3000 metri di quota ):

Velocità verticali di discesa.....  $V =$  da 80 a 100 m/s

Angoli di incidenza.....  $\alpha = 30^\circ$

Velocità angolari.....  $\omega = 2,5 - 1,8$  rad/s

( rispettivamente corrispondenti a 1 giro ogni 2,51 s – 3,49 s )

Passo della vite..... Passo = 200 – 350 metri

( corrispondenti a circa 3 giri ogni 600 – 1050 metri persi )

Si era osservato ( ed è interessante ) che a carichi alari crescenti la velocità angolare diminuiva.

Contrariamente a quanto si potrebbe ricavare dalle impostazioni teoriche ( in cui per impostazione si sono considerati moti a regime ), la vite ( come già detto ) non è quasi mai uniforme ma, dal più al meno, presenta caratteristiche irregolari con variazioni talora brusche nella velocità angolare e quindi con tendenza ad accrescere o a diminuire l'incidenza.

Si noti anche che le vite a regime ( dette anche *viti permanenti* ) che corrispondono perfettamente alla schematizzazione teorica, sono più ribelli alla rimessa di quelle molto anormali o irregolari ( dette anche *viti oscillatorie* ) le quali talvolta ben poco conservano dell'aspetto di moto di vite.

## NOTE

### 1. Dati numerici sulla rotazione

1 Rad/s →→→→→→→→→→→ 57,32 gradi/s →→→→→→→→→→ 6,28 s/giro

| Radiani / secondo | Gradi / secondo | Secondi / giro |
|-------------------|-----------------|----------------|
| 0,5               | 28,66           | 12,56          |
| 0,6               | 34,39           | 10,47          |
| 0,7               | 40,12           | 8,97           |
| 0,8               | 45,86           | 7,85           |
| 0,9               | 51,59           | 6,96           |
| 1                 | 57,32           | 6,28           |
| 1,1               | 63,05           | 5,71           |
| 1,2               | 68,78           | 5,23           |
| 1,3               | 74,52           | 4,83           |
| 1,4               | 80,25           | 4,49           |
| 1,5               | 85,98           | 4,19           |
| 1,6               | 91,71           | 3,93           |
| 1,7               | 97,44           | 3,69           |
| 1,8               | 103,18          | 3,49           |
| 1,9               | 108,91          | 3,31           |
| 2                 | 114,64          | 3,14           |
| 2,1               | 120,37          | 2,99           |
| 2,2               | 126,10          | 2,85           |
| 2,3               | 131,84          | 2,73           |
| 2,4               | 137,57          | 2,62           |
| 2,5               | 143,30          | 2,51           |
| 2,6               | 149,03          | 2,42           |
| 2,7               | 154,76          | 2,33           |
| 2,8               | 160,50          | 2,24           |
| 2,9               | 166,23          | 2,17           |
| 3                 | 171,96          | 2,09           |

## 2. Calcolo del fattore di contingenza ( accelerazione centrifuga ) in un aliante in spirale picchiata

### Esempio a)

Velocità indicata..... $V_{ias} = 160$  Km/h

Raggio della spirale.....  $R = 50$  metri

Il fattore di contingenza risulta essere 4 ( leggasi anche 4g )

### Esempio b)

Velocità indicata..... $V_{ias} = 160$  Km/h

Raggio della spirale.....  $R = 40$  metri

Il fattore di contingenza risulta essere 5 ( leggasi anche 5g )

**NDR.** Si notino:

- La differenza tra il Fattore di contingenza massimo in vite e i valori raggiunti in spirale picchiata scolastica
- La forte differenza di raggio tra vite e spirale picchiata

## **MANOVRE PER ENTRARE ED USCIRE DALLA VITE** ( viste dagli ingegneri )

### *a) L'entrata in vite per gli ingegneri*

Se un aeroplano, come per lo più accade, ha un diagramma polare simile al 2° caso della **Tavola VI**, può entrare spontaneamente in vite al diminuire della velocità e all'aumento dell'incidenza fino ai valori critici. In questa situazione, a condizione di una simmetria casuale anche momentanea, si innesca l'autorotazione, anticamera della vite.

Quando però in vite si vuole entrare di proposito stabilendone il verso, si riduce la velocità fino a raggiungere la velocità di stallo e si dà piede dalla parte della rotazione voluta. Infine si cabra ulteriormente al massimo tirando la barra o il volantino.

In vite perciò l'aereo viene a trovarsi con:

- angolo di deviazione positivo ( verso la rotazione voluta )
- ( provocato da ) timone di direzione al massimo angolo dalla parte della rotazione voluta
- equilibratore alla massima posizione verso l'alto
- angolo di incidenza critico
- ( da cui ) velocità di stallo

### *b) L'uscita dalla vite per gli ingegneri*

Per uscire dalla vite occorre:

- ( innanzitutto ) annullare l'angolo di deviazione ( piede opposto )
- diminuire l'angolo di incidenza critico
- ( da cui ) necessità di aumento della velocità ( maggiore della velocità di stallo )
- ( da cui ) barra in avanti per deflettere l'equilibratore verso il basso o, comunque, per non averlo più in posizione di massima deflessione cabrata.

Ma l'angolo di incidenza  $\alpha$  è stato influenzato anche dalle forze d'inerzia studiate in **Tavola XI** ( centrifuga delle masse sulla coda e sul muso)

## LA VITE TENDE A DIVENTARE PIATTA PER L'INTERVENTO DELLE FORZE D'INERZIA

( Vedi anche *Tavola XI* )

Ricordiamo le prime scoperte dei piloti durante la 1° Guerra Mondiale:

- portare i comandi al centro
- dare successivamente un leggero invito a picchiare
- in qualche caso aiutare la manovra con qualche smanettata ( accelerate di motore ) per rendere più efficaci, col soffio dell'elica, le superfici di manovra dei piani di coda.

Ma raramente il velivolo è così docile. Nella maggior parte dei casi l'equilibratore non basta. E' necessario smorzare l'angolo di deviazione rovesciando il timone di direzione. Quindi lasciare passare un breve lasso di tempo per ottenere lo stop alla rotazione. E infine portare l'equilibratore a picchiare.

Per gli ingegneri, un velivolo si definisce non pericoloso se si ristabilisce dopo due giri di vite al massimo. Ma ve ne sono di quelli che ne escono prima ( per fortuna, dicono i piloti ).

Eseguito le manovre di piede opposto e poi di barra avanti ( poi centralizzazione, naturalmente ) in ordine inverso, cioè deflettendo l'equilibratore verso il baso e poi spostando il timone, l'uscita dalla vite può essere problematica ed in taluni casi non avvenire affatto.

Innanzitutto perché non è detto che la potenza del timone di direzione sia integra, come nel caso di ombra aerodinamica provocata da piani orizzontali a metà del piano verticale oppure come nel caso di stallo del timone di direzione.

E poi perché l'angolo di deviazione  $\Delta$  può avere assunto valori così grandi da aver bisogno di troppi secondi per essere recuperato.

Bisogna anche osservare che il timone di direzione così indebolito nella sua efficacia frena la *velocità angolare di imbardata*  $r$ .

Ricordiamo che:  $r = \omega \sin \alpha$

L'azione del timone di direzione è però tanto più necessaria quanto più la vite è piatta.

Poca efficacia ha invece il timone di direzione nelle viti molto ripide dove la  $r$  è addirittura trascurabile e dove invece è preponderante la *velocità angolare di rollio*  $p$ .

Ricordiamo che:  $p = \omega \cos \alpha$

In tal caso si deve ricorrere agli alettoni per smorzare il rollio, manovrandoli a seconda che la zona dell'ala da essi occupata sia in stallo o meno.

In questo modo si spiega il contenuto del manuale di volo dell'aliante *Twin III Acro*, che prevede anche l'uso degli alettoni per fermare la vite.

Nei velivoli con masse distribuite prevalentemente in fusoliera ma non eccessivamente caricati ( per esempio nei monotori da turismo ), la vite si svolge con incidenze abbastanza alte dato il notevole valore dei momenti di inerzia di beccheggio rispetto agli altri momenti di inerzia e quindi il comando più importante è il timone di direzione la cui inversione è spesso sufficiente da sola a provocare l'uscita dalla vite.

Viceversa, nei velivoli con masse distribuite sulle ali ( plurimotori classici ad elica con armi, serbatoi e carrello sistemati sulle ali ), è solo con l'impiego combinato del timone di direzione e dell'equilibratore che si esce dalla vite.

Gli americani hanno introdotto a questo scopo il fattore di smorzamento della coda **T.D.P.F.** ( Tail damping power factor ). Vedi anche Capitolo 7.

**NDR.** Le "orchidee" ( alianti da 25 metri di apertura alare e più e con ballast carichi di acqua nelle ali ) assomigliano ai plurimotori. Ricordiamo il recente incidente del Nimbus di Evans.

# COSA FARE NEL CORSO DEL PROGETTO PER ALLONTANARE IL PERICOLO DELLA CADUTA SPONTANEA IN VITE

## 1) PROFILI ALARI ANTI VITE

### Tavola XVI

### DIAGRAMMI CON DIVERSO ANDAMENTO DELLA CADUTA DI PORTANZA

Scegliere un profilo alare che all'incidenza critica non dia luogo ad una brusca caduta di portanza. Ad esempio un profilo con le caratteristiche del diagramma 1 al contrario di quello del diagramma 2.

DIAGRAMMA 1

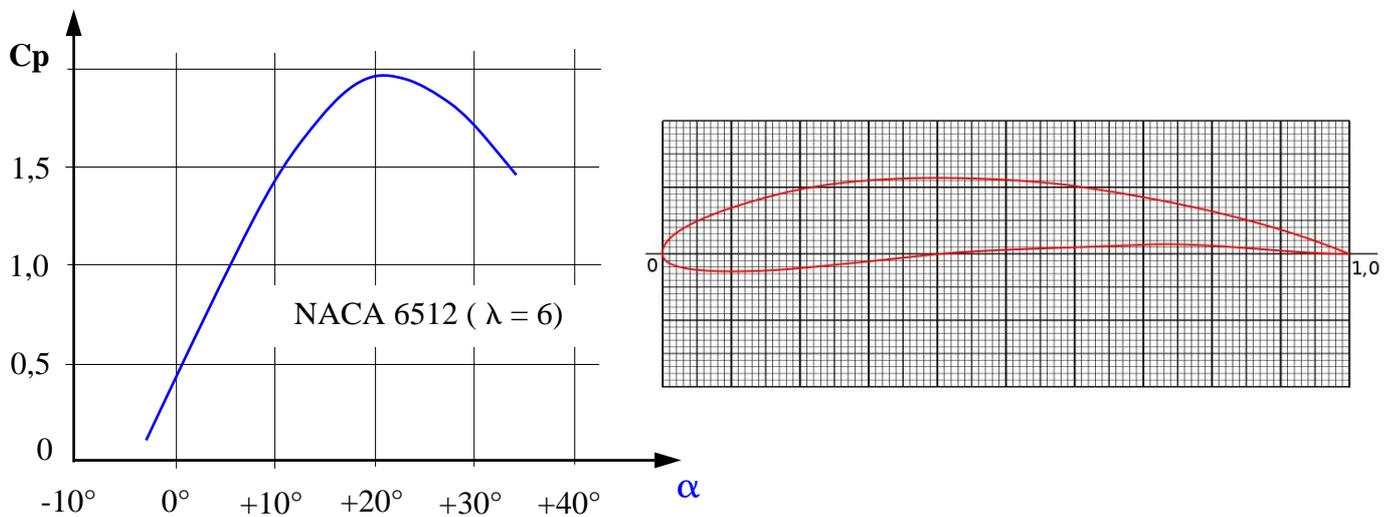
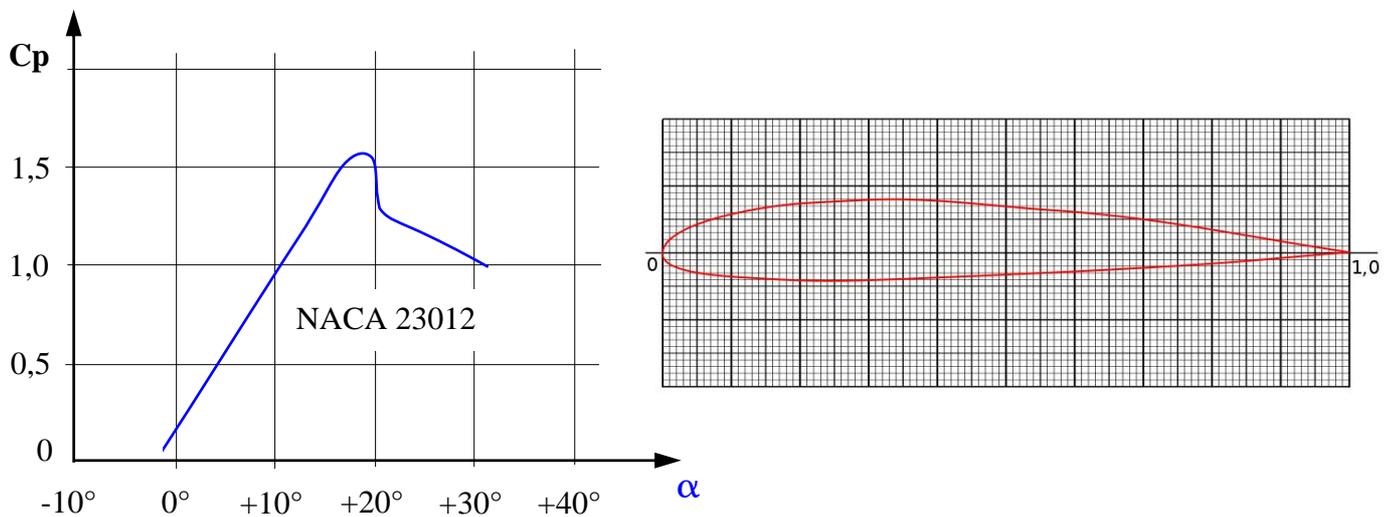


DIAGRAMMA 2



## 2) LO SVERGOLAMENTO DELLE ESTERMITA DELL'ALA

E' preferibile in ogni caso avere un'ala che cada in stallo prima alla radice che alle estremità. L'aereo si apprua prima di perdere completamente la manovrabilità.

## 3) LIMITARE LA CORSA DELL'EQUILIBRATORE

Negli aerei in cui ciò sia prescritto, per esempio in quelli militari da allenamento alla caccia, oltre ad assicurarsi che la vite sia possibile anche ad assetti non troppo deviati, conviene in ogni caso limitare la corsa a cabrare dell'equilibratore in modo che l'angolo di barra corrispondente non superi un certo valore. Ciò per evitare che il pilota, tirando a se a fondo corsa la barra per portare l'aereo in vite, non superi involontariamente la massima incidenza oltre la quale, come si è visto ( Figura 7 ), l'autorotazione è nuovamente possibile.

## 4) COLLOCARE I PIANI DI CODA IN POSIZIONE STRATEGICA ( PER OTTENERE UNA FACILE USCITA DALLA VITE )

Bisogna studiare di non porre in ombra aerodinamica i piani di coda. Un modo è quello di posizionare il piano orizzontale al fine di non mandare in ombra quello verticale ( vedi capitolo 7 a pagina 25 ) anche nei presumibili assetti abnormi del velivolo in vite piatta.

Bisogna curare i raccordi ala/fusoliera e ala/gondole motore. Evitare sporgenze od altro che possano provocare alle forti incidenze distacchi locali di vena con conseguente formazione di scie turbolente capaci di mettere in ombra aerodinamica i piani di coda.

## 5) RIDURRE I MOMENTI DI INERZIA AL BECCHEGGIO

( Vedi tavola XI di pagina 60 )

## 6) ADOTTARE POSSIBILMENTE FUSOLIERE AD ELEVATO POTERE SMORZANTE ATTORNO ALL'ASSE DI IMBARDATA Z

E' intuitivo che le sezioni poligonali o quelle con spigoli e pinne longitudinali sono le più adatte.

**NDR.** Ma ciò non si addice agli alianti di alte prestazioni. Pertanto lo si cita solo per completezza.

## **COSA FARE CON VELIVOLI ASSOLUTAMENTE RIBELLI ALL'USCITA DALLA VITE**

Argomento che interessa il campo dei caccia militari e degli ultraleggeri.

- prima di tutto proibire la vite volontaria
- prescrivere il lancio col paracadute nel caso di vite accidentale ( militari )

Per favorire l'uscita dalla vite nei casi più ribelli, si sono adottati ( ma con alterne fortune ) specie su aerei militari:

- piccoli razzi alle estremità alari ( militari )
- piccoli paracadute anti-vite per spegnere l'autorotazione ( si ricorda che Janus, Kestrellone e simili possono usare il paracadute preposto per gli atterraggi cortissimi )

### **CONCLUSIONI MORALI PER IL PROGETTISTA**

La vite costituisce comunque sempre un'insidia grave nel volo. Innumerevoli sono i piloti che per essa perirono e che continuano e che continueranno a rischiare la vita.

I progettisti hanno l'obbligo morale di studiare esaurientemente il comportamento delle loro macchine anche sotto questo aspetto.

Anche se lo hanno fatto ( e lo hanno fatto ) per l'aliante Puchacz, la domanda dopo tanti incidenti è: "Hanno propagandato a sufficienza le caratteristiche della vite di quell'aliante?"

### **ALIANTE CON I FLAPS**

Non abbiamo affrontato specificatamente l'argomento alianti con i flaps. Un chiarimento base lo facciamo ora. I flaps positivi sono ipersostentatori e freni. E' evidente che la velocità subisce una decelerazione e che l'aliante comunque deve assumere un assetto più picchiato. Molti alianti moderni hanno anche la posizione di LANDING che va usata solo in configurazione di atterraggio. ( Lecito il suo uso anche in virata finale ). Occorre non dimenticare i flaps positivi ( specie se in posizione LANDING ) mentre si è vicini ad un costone.

### **CONCLUSIONI PER CHI INSEGNA A VOLARE E PER I PILOTI**

Gli istruttori hanno il dovere di indagare i misteri della vite su tutti gli alianti in dotazione alla scuola o al club in cui operano. E' compito loro formare la coscienza e la conoscenza negli allievi e nei piloti che vi operano. Ecco allora il contributo che questo trattato vuol dare alla conoscenza.

Benvenute critiche, aggiunte, esperienze ..... anche via internet.

Sappiamo comunque che il destino e la fortuna intervengono comunque per la loro parte.

## VALORI DI MASSIMA DI UNA AUTOROTAZIONE CON UN ALIANTE

Pietro Longaretti

Fatta salva l'affermazione che non c'è una vite uguale all'altra, proviamo a studiare una autorotazione di un aliante biposto " paccioccone " con baricentro che gli permetta una vite con  $\alpha$  sui  $27^\circ$ .

Traiettoria balistica da orizzonte a caduta verticale:

- Velocità verticale al termine dell'autorotazione uguale a quella verticale in vite ( cioè  $V = 120 \text{ Km/h}$  )

- I metri persi ( h ) sono: 
$$h = \frac{V^2}{2g} = \frac{33,3m/s}{2 \times 9,81} = 56,6m$$

- Il tempo ( t ) impiegato è: 
$$t = \sqrt{\frac{2V}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 33,3}{9,81}} = 2,61s$$

- Velocità angolare (  $\omega$  ) = circa 1,2 rad/s

- velocità angolare di imbardata  $r = ( \omega \sin \alpha ) = 0,54 \text{ rad/s}$

90

- velocità angolare di rollio  $p = ( \omega \cos \alpha ) = 1,07 \text{ rad/s}$

Dopo una caduta di 56,6 metri si hanno:

- Tempo impiegato 2,61 secondi
- Velocità verticale 120Km/h
- Un angolo di rollio di  $160^\circ$
- Un angolo di imbardata di  $81^\circ$
- Un angolo di beccheggio di  $90^\circ$

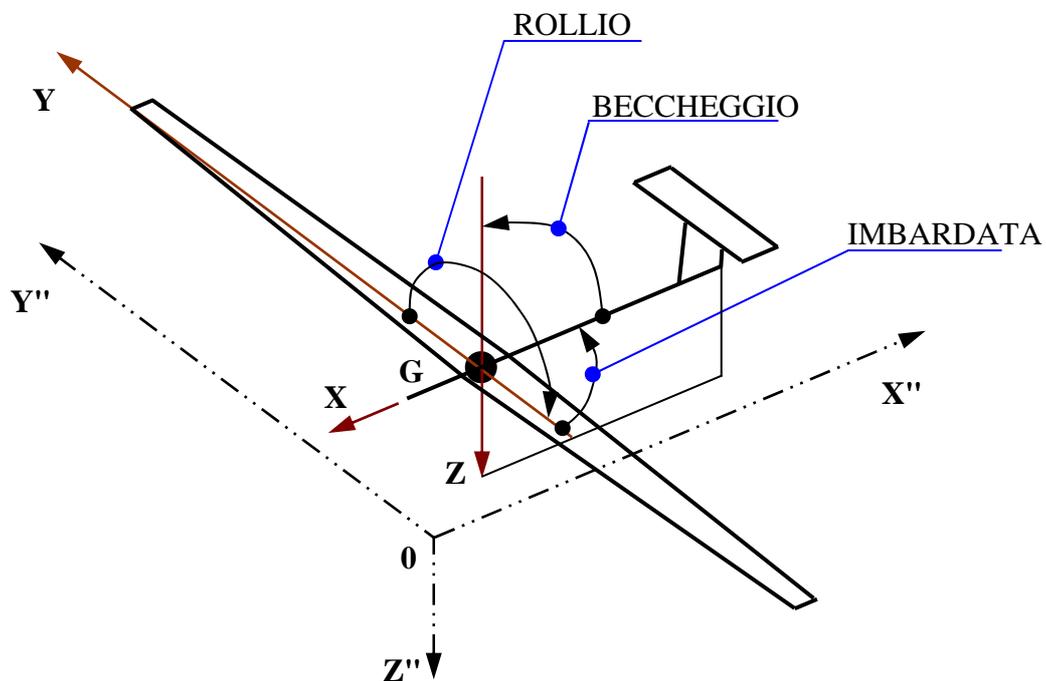
Nella pagina seguente si è schematizzato:

- l'aliante in volo normale
- l'aliante dopo una caduta balistica e dopo le rotazioni suddette

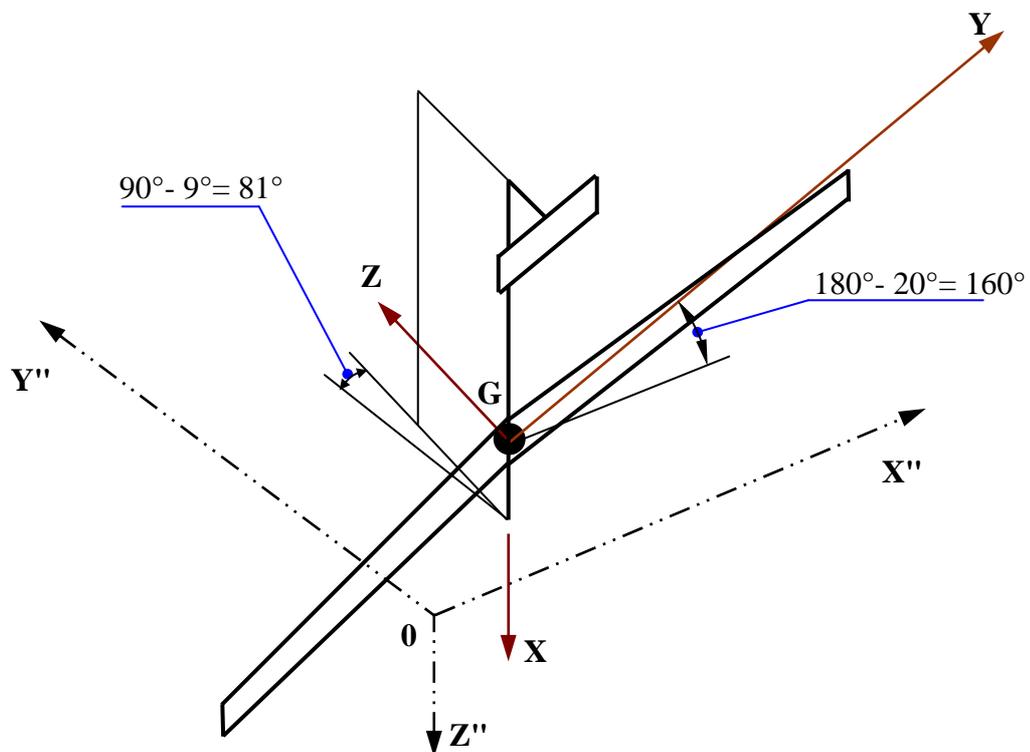
Nella pagina 82 si trovano 3 tabelle con i dati relativi a 3 tipi di aliante ( cattivo, medio cattivo, classico ) ; classifica arbitraria ma comunque relata alla velocità angolare Omega )

# SCHEMA DI UN ALIANTE PRIMA E DOPO LA ROTAZIONE

( velocità angolare omega di 1,2 rad/s )



Si notino i piani di simmetria XZ



## TRE TABELLE CON I VALORI DI AUTOROTAZIONE PER TRE ALIANTI ( CATTIVO, MEDIO CATTIVO, CLASSICO )

( Per comodità di lettura sono state evidenziate le sole colonne con i valori caratteristici )

**Tabella 1**

Aliante “**cattivo**” con  $\omega = 2,65 \text{ rad/s}$  ( 151,9 gradi/s )

| Quota persa metri | Angolo di rollio gradi | Angolo di imbardata gradi | Angolo di beccheggio gradi | Tempo secondi | Velocità verticale Km/h |
|-------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------|
| (Metà tempo) 3,5  | 176                    | 89                        | 45                         | 1,3           | 29,8                    |
| 7                 | 209                    | 106                       | 53                         | 1,55          | 42,2                    |
| 10                | 229                    | 116                       | 58                         | 1,69          | 50,4                    |
| 20                | 272                    | 138                       | 69                         | 2,01          | 71,3                    |
| (Metà quota) 28,3 | 296                    | 151                       | 76                         | 2,19          | 84,8                    |
| 30                | 301                    | 153                       | 77                         | 2,22          | 87,3                    |
| 40                | 323                    | 164                       | 82                         | 2,39          | 100,9                   |
| 50                | 342                    | 174                       | 87                         | 2,53          | 112,8                   |
| (Termine) 56,5    | 353                    | 179                       | 90                         | 2,61          | 120                     |

**Tabella 2**

Aliante “**medio cattivo**” con  $\omega = 2 \text{ rad/s}$  ( 114,6 gradi/s )

| Quota persa metri | Angolo di rollio gradi | Angolo di imbardata gradi | Angolo di beccheggio gradi | Tempo secondi | Velocità verticale Km/h |
|-------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------|
| (Metà tempo) 3,5  | 133                    | 68                        | 45                         | 1,3           | 29,8                    |
| 7                 | 158                    | 80                        | 53                         | 1,55          | 42,2                    |
| 10                | 173                    | 88                        | 58                         | 1,69          | 50,4                    |
| 20                | 205                    | 105                       | 69                         | 2,01          | 71,3                    |
| (Metà quota) 28,3 | 224                    | 114                       | 76                         | 2,19          | 84,8                    |
| 30                | 227                    | 116                       | 77                         | 2,22          | 87,3                    |
| 40                | 244                    | 124                       | 82                         | 2,39          | 100,9                   |
| 50                | 258                    | 132                       | 87                         | 2,53          | 112,8                   |
| (Termine) 56,5    | 266                    | 136                       | 90                         | 2,61          | 120                     |

**Tabella 3**

Aliante “**classico**” con  $\omega = 1,2 \text{ rad/s}$  ( 68,8 gradi/s )

| Quota persa metri | Angolo di rollio gradi | Angolo di imbardata gradi | Angolo di beccheggio gradi | Tempo secondi | Velocità verticale Km/h |
|-------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------|
| (Metà tempo) 3,5  | 80                     | 41                        | 45                         | 1,3           | 29,8                    |
| 7                 | 95                     | 48                        | 53                         | 1,55          | 42,2                    |
| 10                | 104                    | 53                        | 58                         | 1,69          | 50,4                    |
| 20                | 123                    | 63                        | 69                         | 2,01          | 71,3                    |
| (Metà quota) 28,3 | 134                    | 68                        | 76                         | 2,19          | 84,8                    |
| 30                | 136                    | 69                        | 77                         | 2,22          | 87,3                    |
| 40                | 146                    | 75                        | 82                         | 2,39          | 100,9                   |
| 50                | 155                    | 79                        | 87                         | 2,53          | 112,8                   |
| (Termine) 56,5    | 160                    | 81                        | 90                         | 2,61          | 120                     |