Il pendolare (deltaplano a motore)

Un pendolare è un velivolo ultraleggero molto semplice, economico, sicuro e divertente; viene detto anche trike, con dicitura anglosassone, che letteralmente significa triciclo, perché il pendolare risulta dall'unione di un'ala flessibile ed un carrello triciclo sottostante, che funge da "fusoliera". In fig. 1 è mostrato un moderno pendolare basico, del quale si apprezza la semplicità essenziale dell'insieme ala - carrello.
A volte viene anche definito, seppure impropriamente, deltaplano a motore: infatti il pendolare appare come un deltaplano da volo libero al di sottò del quale è sospeso un carrello triciclo; all'interno di questo è seduto il pilota e l'eventuale passeggero, in posizione tandem; il carrello è completato da un motore e da un'elica, in configurazione spingente.
I primi ultraleggeri che sono stati costruiti erano sostanzialmente delle ali di deltaplano da volo libero dotate di un piccolo motore ausiliario; più spesso, non erano deltaplani veri e propri, in quanto si presentavano in realtà, come aeroplanini, con tanto di fusoliera a traliccio e piani di coda. Su questi velivoli il controllo della traiettoria e dell'assetto viene effettuato mediante superfici aerodinamiche; al contrario, il deltaplano utilizza, per il controllo della traiettoria e dell'assetto, lo spostamento del peso invece dei comandi aerodinamici; l'ala è flessibile anziché rigida; non ci sono piani di coda né verticali né orizzontali. Il pilota effettua il controllo dell'assetto e della traiettoria mediante lo spostamento di se stesso al di sotto dell'ala, anziché mediante l'azionamento di superfici aerodinamiche.
Nonostante l'apparente instabilità di tale configurazione, questo tipo di velivolo è piuttosto stabile, semplice ed istintivo da pilotare, e dopo decenni di evoluzione e successivi affinamenti del progetto e dei materiali utilizzati rappresenta attualmente un modo di volare sicuro, affidabile ed economico.
Durante gli anni 60 e 70 sono stati effettuati molti tentativi di motorizzare il deltaplano, tutti consistenti nell'installazione di un piccolo motore direttamente all'ala, in diverse soluzioni costruttive: il motore collocato sopra o sotto l'ala, con l'elica davanti o dietro, cioè in configurazione traente o spingente (fig. 2); queste configurazioni, tuttavia, sono molto instabili al beccheggio, in particolare quando viene richiesta piena potenza, e comunque sono soluzioni molto pericolose per il pilota data la vicinanza dell'elica al pilota stesso. In particolare, la soluzione con elica spingente veniva molto spiritosamente definita "taglia scarpe" o "affetta piedi". Il tutto inoltre con delle modestissime prestazioni, visti i motori e le eliche utilizzati all'epoca.
Inoltre, particolare quest'ultimo non trascurabile, questi sistemi di ala più motore decollano ed atterrano come un semplice deltaplano da volo libero ed utilizzano per il rullaggio le gambe stesse del pilota, il quale viene gravato, oltre che dal peso dell'ala, anche dal peso del motore e relativa trasmissione e del carburante, ed inoltre con velocità di decollo e atterraggio sostanzialmente maggiorate rispetto al deltaplano senza motore.
La conseguenza di questo stato di cose è stato il fatto che, negli anni 60 e 70, gli unici ultraleggeri a motore non sperimentali furono in pratica solo velivoli con controllo aerodinamico dell'assetto, sia a tre che a due assi; inoltre, per avere delle ali flessibili o deltaplani realmente performanti occorrerà aspettare gli inizi degli anni 80.
Sul finire degli anni 70 alcuni progettisti francesi ed inglesi cominciarono a pensare che non c'era ragione di far decollare e atterrare un deltaplano a motore direttamente mediante corsa del pilota, e che il motore, inoltre, poteva essere collegato al carico pagante, cioè al pilota stesso anziché all'ala, per incrementare la stabilità al beccheggio.
Queste in realtà non erano idee del tutto originali in quanto alcune configurazioni di questo tipo erano già state sperimentate con successo dalla NASA negli Stati Uniti all'inizio degli anni 60 (fig. 3), nell'ambito dei lavori sperimentali relativi all'ala di Rogallo, il quale deve essere considerato senz'altro il padre dell'ala flessibile. In fig. 4 l'ing. Francis Melvin Rogallo, mentre sta svolgendo degli esperimenti in galleria del vento relativi all'ala flessibile che porta il suo nome.
Si rese quindi necessario costruire un carrello triciclo in metallo sospeso al disotto dell'ala al posto del pilota stesso; in questo modo il pilota è alloggiato all'interno del triciclo, mentre sulla parte posteriore è montato il motore e la relativa elica. Una simile configurazione con la linea di spinta più in basso dell'ala risulta piuttosto stabile, inoltre il traliccio di tubi che costituisce il carrello protegge il pilota dall'elica e da eventuali urti in atterraggio. In più, con questa configurazione è diventato possibile usare eliche di più grande diametro, per migliorare le prestazioni.
È così nato il pendolare (fig. 5), che è diventato subito molto popolare in Francia ed Inghilterra: naturalmente è stato molto semplice per i produttori di ali da volo libero diversificare la propria produzione e costruire ali per il pendolare, il quale si diffuse anche in Australia e fece la sua apparizione anche negli Stati Uniti, dove però una già ben sviluppata industria degli ultraleggeri convenzionali a tre assi ha in pratica impedito l'affermarsi ed il diffondersi del pendolare, tant'è vero che ancora oggi i pendolari non sono molto comuni negli Stati Uniti.

Naturalmente al loro apparire i pendolari erano monoposto, ma nel giro di poco tempo sono comparsi subito i primi biposto. Le ali da volo libero o deltaplani (fig. 6) sembrano all'apparenza piuttosto simili alle ali del pendolare, anzi dal punto di vista aerodinamico sono più o meno la stessa cosa; dal punto di vista strutturale, però, le ali dei moderni pendolari non sono affatto deltaplani allo stesso modo come non lo sono le ali di un ultraleggero tre assi.
Per questo motivo, la dicitura deltaplano a motore deve essere riservata per i deltaplani da volo libero dotati di motore ausiliario direttamente collegato al deltaplano stesso, in cui il pilota è sospeso all'ala come nel deltaplano da volo libero, mentre gli ultraleggeri forniti di ala flessibile, carrello triciclo e motore devono per la precisione essere definiti pendolari.
Naturalmente sono stati costruiti anche dei piccoli carrelli adatti alle ali da volo libero: questo è un classico esempio di mezzo che è, insieme, deltaplano a motore e pendolare.
I pendolari sono generalmente più economici dei più economici ultraleggeri convenzionali; infatti ci sono molte meno componenti in movimento, tanto che i pendolari hanno l'invidiabile possibilità di essere smontati e rimontati in pochi minuti, così da poter essere facilmente trasportati; questo fatto consente inoltre di potere hangarare il pendolare in spazi molto ridotti, in pratica il solo spazio del carrello, e quindi con minori spese.
Ma soprattutto, volare con il pendolare offre una vera sensazione di libertà: il pendolare sta all'aria senz'altro come la motocicletta sta alla strada o al terreno, o come il gommone sta al mare; con il pendolare si possono fare le stesse cose e si può andare negli stessi posti consentiti all'ultraleggero convenzionale, il tutto con molto più divertimento.
Un pendolare basico attuale (fig. 7) è formato da un'ala a delta flessibile, fissata ad un carrello che supporta l'ala stessa, e nel quale sono alloggiati il pilota, l'eventuale passeggero, il motore, il serbatoio di carburante, e quant'altro installato. Il fissaggio dell'ala al carrello deve essere tale che l'ala possa ruotare liberamente a destra e sinistra, e verso l'alto ed il basso. L'ala è formata dalla chiglia, elemento strutturale longitudinale, e da due longheroni che corrono lungo i bordi di attacco; questi elementi sono collegati tra loro dalla traversa o cross. La parte inferiore dell'ala è dotata di un trapezio che contiene la barra, elemento con il quale il pilota comanda la posizione dell'ala rispetto al carrello. La parte superiore è dotata di una torre, che sostiene le controventature necessarie per mantenere l'ala in posizione quando il mezzo è a terra; tali cavi, durante le normali fasi di volo, sono scarichi, cioè non supportano alcun carico. Anche il trapezio è vincolato all'ala mediante controventature, le quali ovviamente sono scariche quando il mezzo è a terra.
La forma aerodinamica del profilo dell'ala è assicurata da apposite stecche, mentre la parte verso l'estremità è detta floating tipo Per quanto riguarda il carrello, questo ha due elementi verticali, quello posteriore è detto mast e quello anteriore barra antistallo, anche se la sua funzione è principalmente strutturale.
Sul ruotino anteriore sono posti i pedali del freno a sinistra, e del gas a destra. A terra il pendolare si muove con comandi opposti a quelli del velivolo convenzionale: infatti, per quest'ultimo, spingendo sul pedale destro il mezzo gira a destra e analogamente a sinistra, mentre per il pendolare spingendo il piede destro avanti si causa la rotazione della ruota verso sinistra e analogamente dall'altra parte. Questa diversità può causare difficoltà di rullaggio per piloti abituati al velivolo tradizionale.
Alcuni costruttori di ali hanno cominciato ad introdurre ali senza torre o topless (fig. 8) prive di controventature superiori e di torre, e con le controventature inferiori sostituite da aste di alluminio, che svolgono da sole i compiti delle controventature inferiori e superiori. Nella figura sono pure evidenti le alette di estremità rivolte verso l'alto o winglets, che hanno il compito di diminuire la resistenza indotta contrastando la formazione dei vortici di scia delle estremità alari.
I pendolari biposto hanno i due sedili in configurazione tandem, e salvo per i primi voli di ambientamento, durante l'istruzione l'allievo è seduto davanti e l'istruttore dietro, in posizione leggermente più alta, il modo che le ginocchia dell'istruttore si trovano all'altezza dei gomiti dell'allievo.
Le fasi di rullaggio causano nell'allievo novizio una certa inquietudine a causa della rigidità delle sospensioni: in pratica si avvertono grossi scuotimenti al carrello ed all'ala in quanto il terreno in genere non è propriamente un tavolo da biliardo; quindi questo comportamento può destare qualche iniziale preoccupazione, anche perché l'ala, sotto il suo stesso peso, è rivolta verso il basso, è floscia e dà un'immagine di fragilità e delicatezza, e sembra sempre sul punto di rompersi.
Durante il rullaggio, particolare attenzione bisogna porre al vento laterale. Se ad esempio si sta rullando con un vento la cui componente laterale proviene da sinistra (fig. 9) occorre tenere la semiala sopravento, in tal caso la sinistra, abbassata a far sì che il vento tenga la semiala stessa abbassata, le scorra sopra e non le si insinui sotto, con pericolo di ribaltamento a destra.
Quando l'istruttore comincia a illustrare i controlli di volo in generale inizia dalla barra, che è il principale controllo dell'assetto e della traiettoria: una volta in volo mediante opportuni movimenti della barra si controlla l'angolo di beccheggio e l'angolo di rollio.

Il comando della potenza ovvero del numero di giri del motore avviene mediante un pedale comandato con il piede destro, come in una normale automobile e diversamente da quanto avviene in un convenzionale velivolo, nel quale il numero di giri è comandato da una apposita manetta. Entrambi i piedi sono appoggiati su delle pedane collegate alla ruota anteriore sterzabile e quindi è possibile dirigere il carrello a destra o sinistra, durante il rullaggio, agendo sulle pedane stesse; inoltre il piede sinistro può comandare il pedale del freno.
E, per quanto possa sembrare incredibile, quanto illustrato sopra è tutto ciò che serve per il decollo, il volo ed il successivo atterraggio! Gli unici comandi oltre ai precedenti sono l'aria per l'avviamento a freddo e l'interruttore dell'impianto di accensione.
Dopo avere gridato il tradizionale ma mai superfluo "via dall'elica", l'istruttore tira la puleggia per la messa in moto o, se il motore ne è dotato, aziona l'avviamento elettrico; una volta avviato il motore, dopo alcuni minuti di riscaldamento, l'istruttore aumenta leggermente la potenza del motore ed il pendolare comincia a muoversi verso la testata della pista o del campo di volo per il decollo. Una volta appurato che non c'è traffico in circuito, che il vento è calmo e che il pendolare è correttamente allineato con la pista, si tiene la barra leggermente al petto per diminuire la resistenza di avanzamento, si dà tutto motore e il pendolare comincia ad accelerare in maniera decisa, raggiungendo rapidamente la velocità di decollo: l'istruttore spinge la barra leggermente in avanti, cessano finalmente tutti gli scuoti menti causati dal contatto delle ruote con il terreno, il carrello ruota leggermente la prua verso il cielo e si è in volo.
Poco dopo l'istruttore riduce un po' la potenza del motore e si continua a salire: riguardando il terreno circostante ci si accorge come il pendolare salga rapidamente.
Una volta raggiunta la quota di lavoro, in genere alcune centinaia di metri, l'istruttore riduce la potenza al valore di crociera ed il pendolare assume una traiettoria di volo livellato rettilineo uniforme. L'allievo, a questo punto, si rilassa e comincia a godersi il volo, mentre l'istruttore effettua alcune manovre fondamentali, illustrandole all'allievo con dovizia di particolari.
Il volo di ambientamento ed i primi voli da allievo sono un passaggio obbligato e delicatissimo, in quanto l'allievo potrebbe innamorarsi perdutamente e per sempre del pendolare, o spaventarsi e non vedere l'ora di scendere, perdendo il desiderio e la voglia di volare.
Una volta che il pendolare è stato messo in una traiettoria piana rettilinea alla quota opportuna, aumentare e diminuire la velocità di volo è piuttosto facile: infatti per il pendolare vale la stessa regola generale che vale per il velivolo convenzionale tre assi, e cioè la barra comanda la velocità ed il motore comanda la quota.
Così, occorre solo tirare la barra un po' verso di sé ed aumentare leggermente la potenza del motore per accelerare; di contro occorre re allontanare la barra da sé e ridurre potenza per rallentare.
La fig. 10 illustra graficamente quanto detto sopra. Si parte da una situazione di normale volo di crociera con l'ala alle sue condizioni di trim: in questa configurazione, il pilota non deve esercitare sulla barra alcuna particolare forza, perché l'ala è in equilibrio.
Volendo accelerare, si tira indietro la barra, e di conseguenza si diminuisce l'incidenza dell'ala, da cui si nota un aumento di velocità ed una tendenza a scendere, che deve essere contrastata con l'aumento della potenza del motore mediante l'aumento del numero di giri, tanto quanto basta per mantenere la quota.
Volendo invece rallentare, partendo dalla iniziale situazione di equilibrio (o trim) si spinge in avanti la barra e di conseguenza si aumenta l'incidenza dell'ala, che ha come conseguenza il rallentamento della velocità ed una tendenza del mezzo a salire, che deve essere contrastata riducendo il numero di giri del motore, tanto quanto basta per interrompere la salita e mantenere la quota.
Per salire (fig. 11) è sufficiente aumentare il numero di giri del motore e mantenere la velocità, cioè mantenere la barra senza spostarla né in avanti né indietro; al limite rallentare leggermente cioè allontanare la barra per aumentare l'angolo di salita o di rampa. Naturalmente per scendere è sufficiente ridurre potenza e mantenere velocità.
La virata invece presenta alcune piccole difficoltà; infatti, si provi a virare semplicemente spostando la barra di controllo da un lato (fig. 12): naturalmente la virata inizia correttamente dall'altro lato, ma il pendolare anziché seguire una traiettoria circolare piana, ovvero anziché mantenere la quota, manifesterà la tendenza ad abbassare la prua ed a seguire una traiettoria curva ma in discesa, cioè una traiettoria spirale discendente.
Infatti una virata a quota costante si ottiene con il comando del rollio e del beccheggio insieme, e richiede inoltre un aumento di potenza rispetto al volo rettilineo orizzontale, tanto maggiore quanto maggiore è l'angolo di rollio impostato.
Occorre in pratica aumentare leggermente la velocità all'ingresso della virata tirando la barra a sé, quindi spostare la barra verso un lato e contemporaneamente allontanarla leggermente da sé; ovviamente per fare questa manovra correttamente è richiesta una certa pratica e coordinazione dei movimenti e dei comandi, ma si tratta di una manovra più semplice a farsi che a dirsi.

Continuando a virare in una virata piana, improvvisamente si sentono delle turbolenze abbastanza sostanziose: il pendolare sta passando dentro la sua stessa scia; la barra di controllo inizia a muoversi da sola con ampie oscillazioni che creano un certo allarme la prima volta che capita, e per impedirle si richiede un certo sforzo da parte del pilota, per mantenere il corretto assetto; occorre infatti sottolineare che volare con un pendolare in aria turbolenta richiede senz'altro un discreto lavoro delle braccia, molto più di quello necessario in un velivolo ultraleggero tre assi nelle stesse condizioni; si tratta comunque di uno sforzo limitato, alla portata di persone di qualunque età o costituzione fisica.
A questo punto è arrivato il momento di atterrare. L'istruttore si porta in circuito e, verificato che non c'è altro traffico in decollo ed atterraggio, durante il finale si allinea con la pista, diminuisce la potenza del motore e comincia una discesa; quando il pendolare è giunto a qualche metro dal suolo, si inizia ad allontanare leggermente e lentamente la barra ed il pendolare assume una traiettoria orizzontale a poca distanza dal suolo.
Tenendo il motore alla medesima potenza o addirittura al minimo, il pendolare ovviamente non può mantenere la quota e, leggermente e gentilmente, le ruote prendono contatto col terreno, dapprima le posteriori e poi l'anteriore, e si lascia scadere la velocità senza usare troppo i freni se non quando strettamente necessario.
A questo punto per l'allievo non occorre altro che prenotare la prossima lezione e sperare in condizioni meteo favorevoli.
Lo stallo è un fenomeno aerodinamico che è piuttosto facile sperimentare con un pendolare, anzi di solito è una manovra che deve essere effettuata per verificare la bontà del comportamento del pendolare. Questa manovra inizia a quota abbastanza elevata, per sicurezza. L'istruttore riduce la potenza del motore e comincia a muovere la barra di controllo in avanti molto lentamente; a seguito di questo la velocità diminuisce, la barra diventa sempre più pastosa e pesante da tenere in avanti, come se il pendolare opponesse resistenza a questo deciso cambio di assetto; a questo punto, ci si accorge che la velocità è diminuita parecchio, semplicemente dalla sensazione che si riceve sul viso dall'aria in movimento, e contemporaneamente il muso si abbassa come se cadesse, la barra smette di opporre qualsiasi tipo di resistenza e diventa per così dire floscia, ed il pendolare inizia una ripida discesa; a questo punto la velocità aumenta rapidamente ed il pendolare tende subito a livellare la traiettoria in orizzontale; la normale manovra di stallo correttamente eseguita consente di perdere non più di una cinquantina di metri di quota.
Nel caso che un pilota di velivolo ultraleggero tre assi voglia imparare a pilotare un pendolare, per prima cosa è bene puntualizzare il fatto che il pendolare richiede un utilizzo dei comandi di volo in senso inverso rispetto al tre assi. In pratica ciò significa che nel pilotare un pendolare, contrariamente a quanto succede nel pilotare un tre assi, per aumentare la velocità occorre tirare a sé la barra di controllo e per diminuirla occorre allontanarla da sé; occorre spingere la barra a destra per virare a sinistra e viceversa; nel rullaggio a terra spingendo con il piede sinistro si gira a destra e viceversa.
In sostanza è come quando si è abituati nella guida a tenere la destra e si prova guidare in paesi in cui, per la marcia normale, occorre tenere la sinistra e sorpassare a destra.
Sebbene esistano molti piloti capaci di pilotare sia un tre assi che un pendolare, i piloti di tre assi incontrano non poche difficoltà quando cominciano ad imparare a volare con il pendolare, in quanto le loro reazioni istintive durante il pilotaggio portano a usare i comandi di volo in maniera opposta a quanto corretto, in particolare durante l'atterraggio ed il rullaggio al suolo. In pratica succede spesso che occorre qualche ora di un più per il primo volo solista.
Per quanto possa sembrare strano, in generale non è vero il contrario, cioè il pilota di pendolare riesce piuttosto semplicemente ad imparare il pilotaggio del tre assi, pur con le solite attenzioni in particolare in atterraggio e rullaggio.
I pendolari usualmente hanno angoli di rampa massimi di più o meno 45 gradi rispetto all'orizzonte, mentre hanno un limite massimo di 60 gradi circa nell'angolo di rollio in virata; non esistono assolutamente pendolari capaci di manovre acrobatiche.
Più precisamente, sebbene in termini di solo fattore di carico positivo alcune manovre acrobatiche come il looping potrebbero anche essere affrontate, un looping fallito, che comporta come noto il raggiungimento di un fattore di carico negativo, ha come immediata e sicura conseguenza la rottura catastrofica dell'ala con effetti prevedibili.
Inoltre, poiché i pendolari hanno un elevato rapporto potenza peso, sono in grado di effettuare salite molto ripide: come conseguenza di ciò, molti incidenti sono avvenuti in quanto, a causa di elevati angoli di salita, un arresto motore ha comportato un brusco stallo con conseguente rovesciamento del pendolare, ed ancora fattore di carico negativo e conseguente chiusura dell'ala; in particolare questo tipo di incidente si è verificato più frequentemente con pendolari biposto che volano con solo pilota.

I pendolari non possono scivolare d'ala come succede ai tre assi quando si incrociano i comandi: in caso di leggero vento laterale in atterraggio occorre arrivare con un opportuno angolo di deriva; in questo caso non appena le ruote posteriori toccano il terreno, immediatamente il ruotino anteriore si allinea automaticamente con la pista; se il vento laterale è eccessivo, è bene cercare un altro campo, o atterrare trasversalmente o obliquamente alla pista se possibile.

Fig. 1 - Moderno pendolare basico

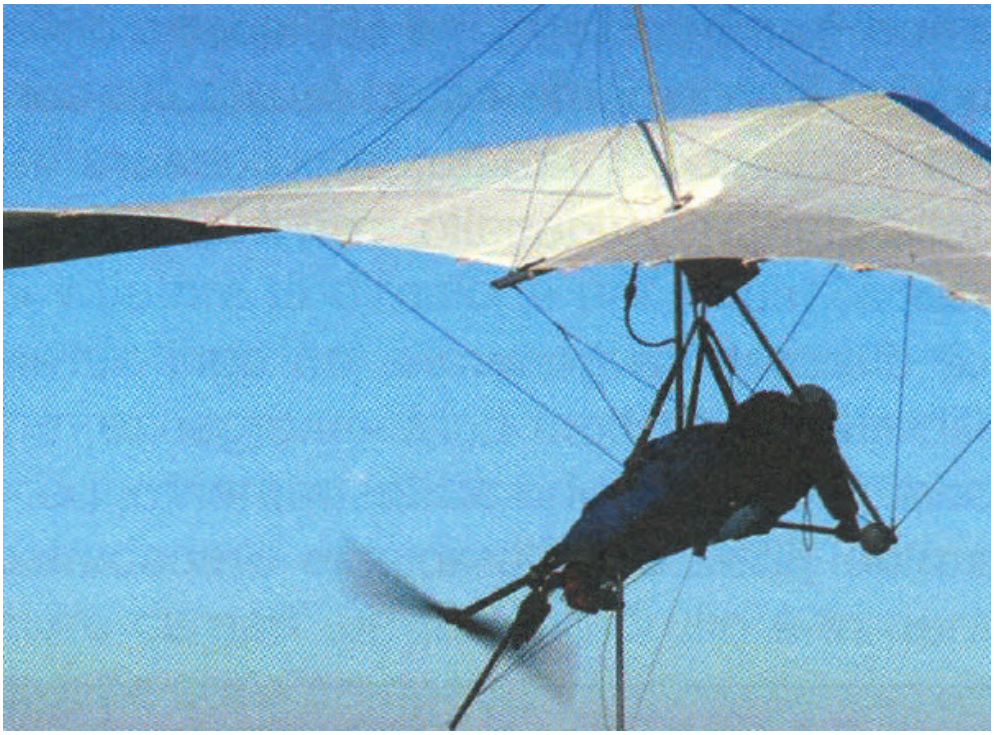

Fig. 2 - Deltaplano con motore ausiliario

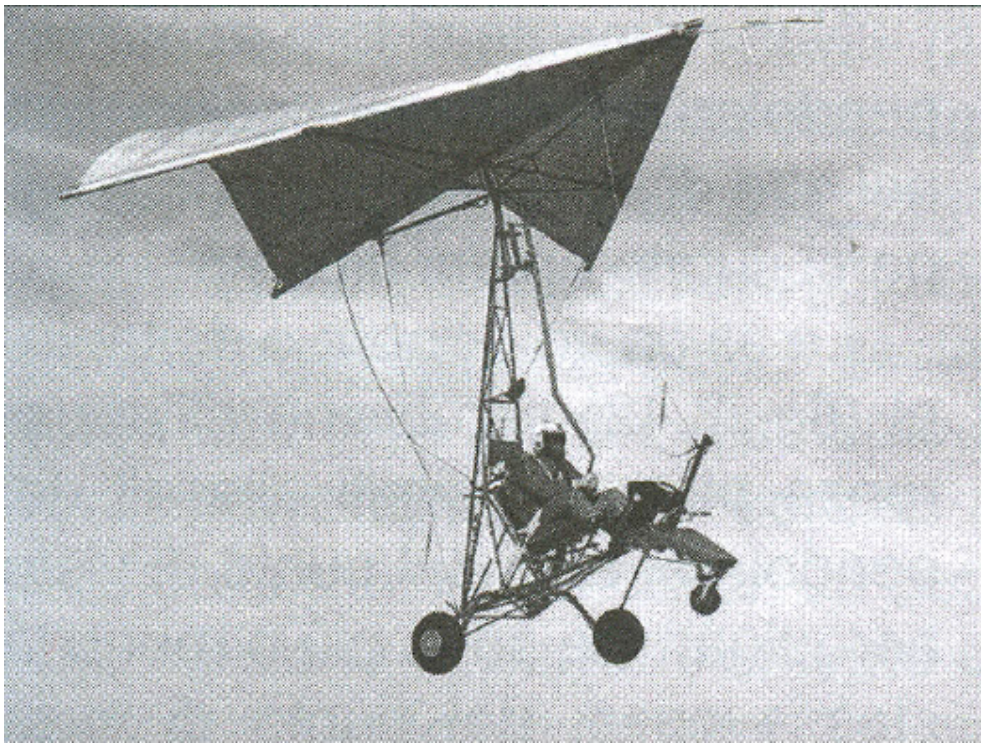

Fig. 3 – Sperimentazioni della NASA sul pendolare

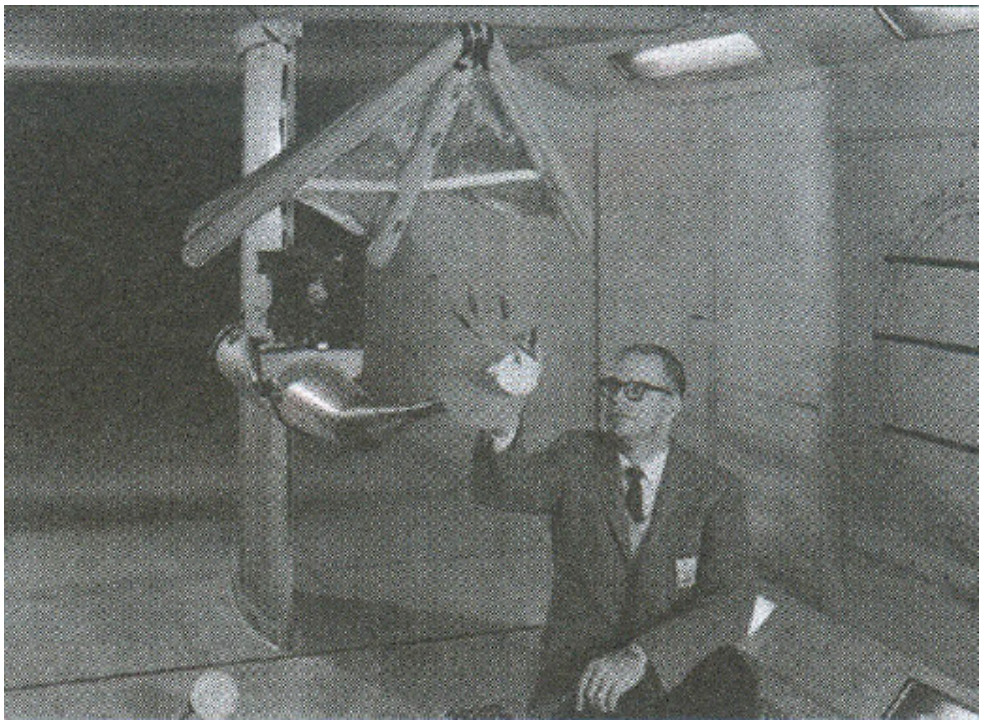

Fig. 4 - Francis M. Rogallo in galleria del vento

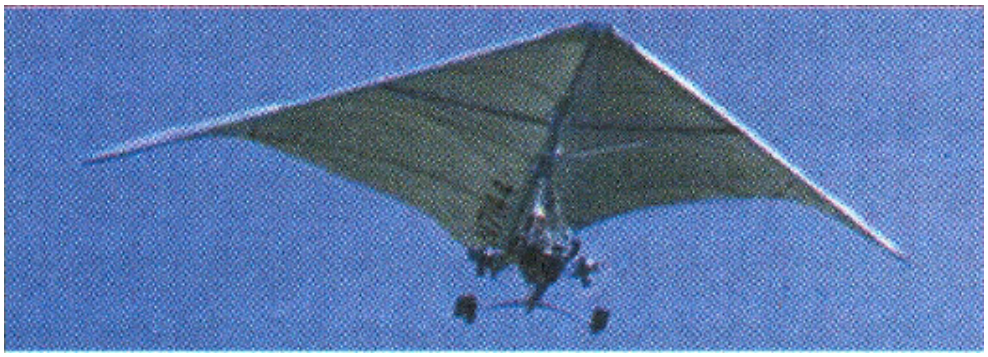

Fig. 5 - Uno dei primi pendolari con ala Rogallo

Fig. 6 - Ala da volo libero o deltaplano

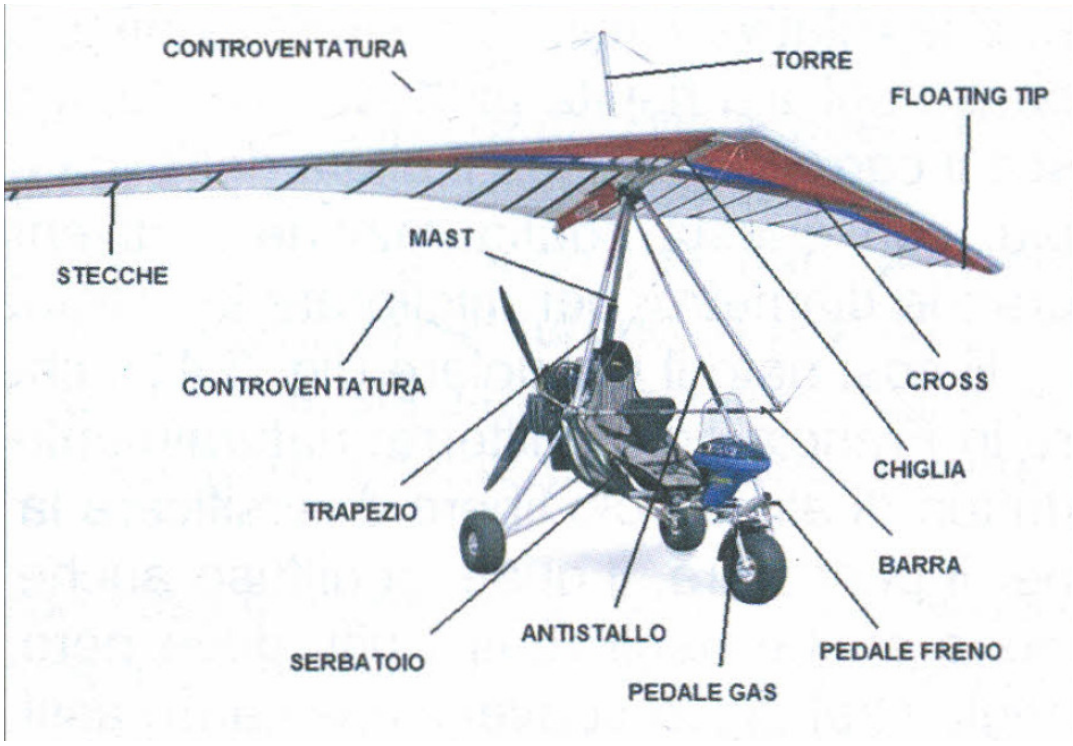

Fig. 7 - Parti costituenti di un pendolare basico

Fig. 8 – Ala senza torre e con winglets

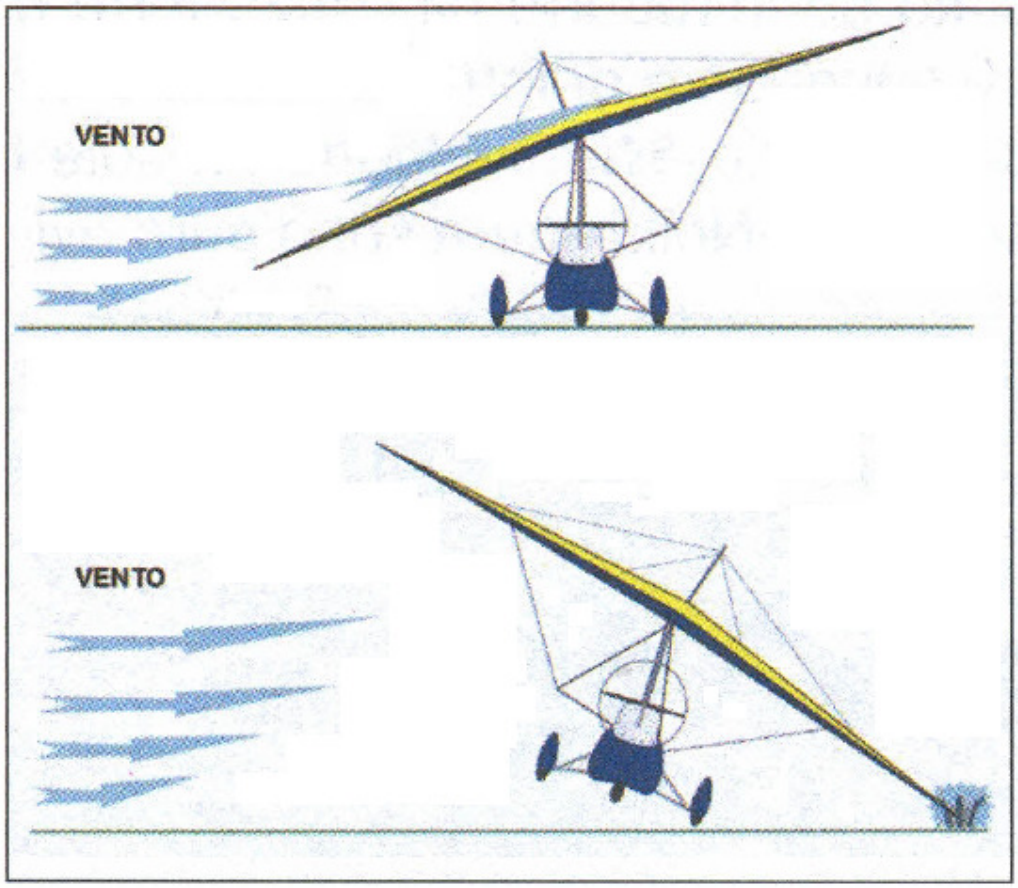

Fig. 9 - Effetti del vento laterale durante il rullaggio

Fig. 10 - Controllo della velocità mediante spostamento della barra

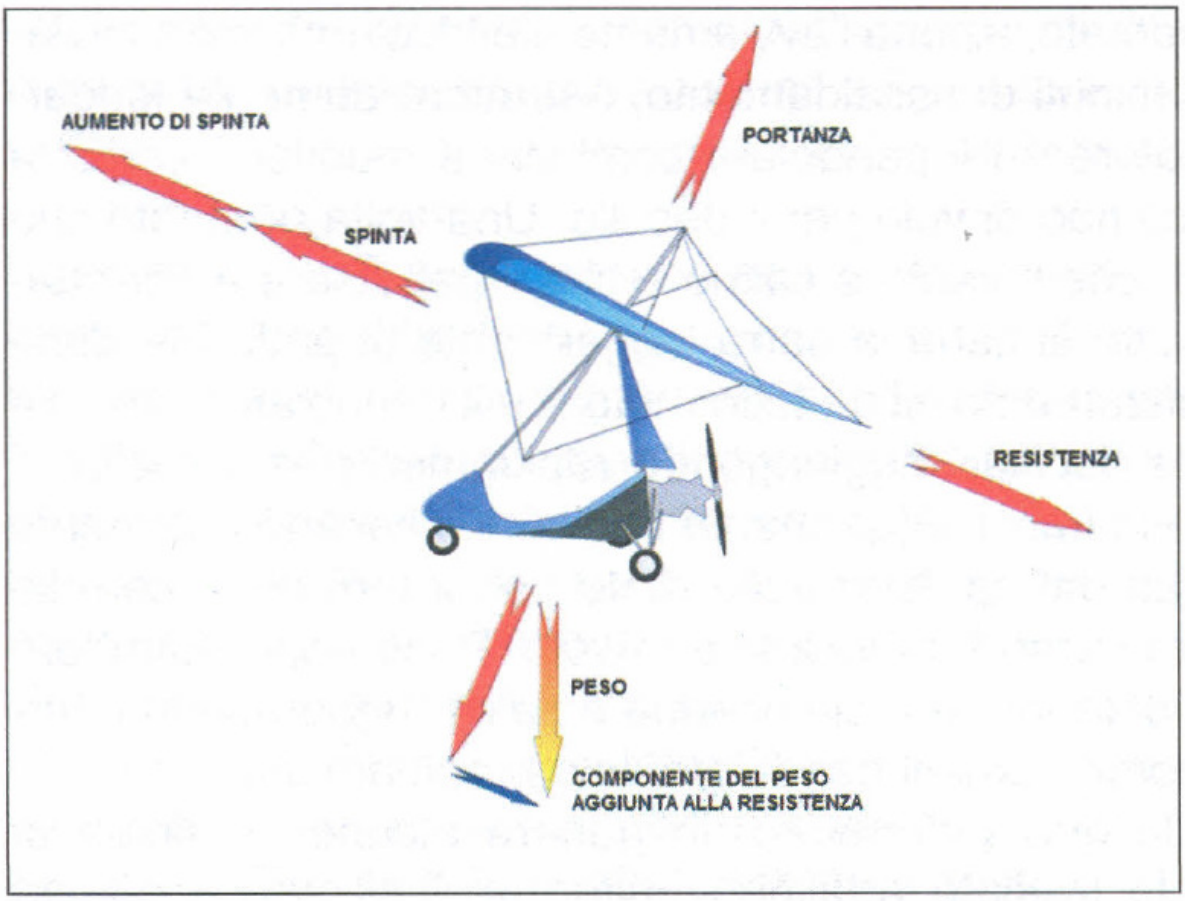

Fig. 11 - Equilibrio delle forze in salita

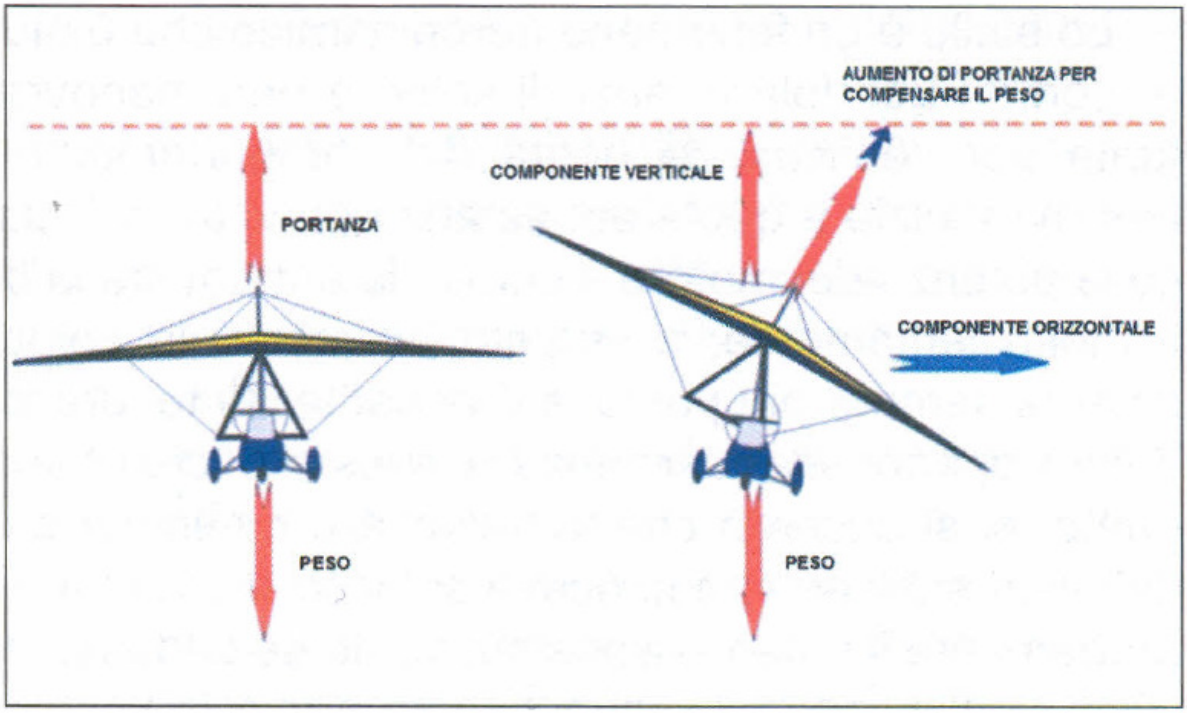

Fig. 12 - Equilibrio delle forze in virata