

Traduzione dell'articolo "ANATOMY OF A LANDING" di J. Mac McClellan tratto dalla rivista Sport Aviation di settembre 2013.

ESAMINIAMO MINUZIOSAMENTE UN ARRIVO SICURO.

ANALISI DI UN ATTERRAGGIO.

### SOMMARIO

L'autore descrive le fasi dell'atterraggio, spiegando le ragioni delle differenze di comportamento tra i grandi jets e i velivoli dell'aviazione generale e le relative specificità in atterraggio. In particolare, spiega la ragione dei diversi comportamenti delle macchine con carrello triciclo anteriore e posteriore, specialmente con il vento trasversale.

---

Tutti noi vediamo con piacere online i video di equipaggi di velivoli di linea che atterrano in condizioni di vento molto sfavorevoli e con tempo avverso. Da qualche parte del mondo il vento sta soffiando attraverso la pista e qualcuno con una macchina fotografica cerca di scattare una foto per riprendere il terreno quando il velivolo si avvicina e tocca.

I jets in arrivo hanno un notevole angolo d'imbardata per stare sopra la pista. Quando urtano – toccano è un termine troppo delicato – i pneumatici producono nuvole di fumo e il velivolo imbarda parecchio con la prua che oscilla per allontanarsi dal vento.

Spesso i video di questi atterraggi in condizioni difficilissime arrivano alla TV perché si tratta di azioni veramente drammatiche. È sorprendente che ogni atterraggio costituisca un evento a sé stante e che i tocca-e-va siano pochi. È incredibile quello un jet moderno pilotato da un equipaggio professionale può fare quando soffia il vento.

### **Perché non possiamo farlo anche noi?**

In mezzo ai tanti meravigliati dai video di atterraggi difficilissimi, ci siamo anche noi, piloti di velivoli leggeri. E per leggeri non intendo un LSA o un ultraleggero, ma un velivolo di peso inferiore, per esempio, a 40000 lb. Indipendentemente dall'asso che si trova ai comandi, un velivolo dell'aviazione generale o un E-AB non può atterrare in nessuna delle condizioni di manovra di un grosso aereo.

Uno dei maggiori vantaggi di cui dispongono i piloti dei velivoli di linea è costituito dai "ground spoilers". Osservate il dorso dell'ala di questi velivoli e vedrete una serie di grandi pannelli spoilers che si possono aprire ad un angolo molto grande. Alcuni sono usati in volo per aumentare l'efficacia degli alettoni in rollio, ma in atterraggio tutti gli spoilers escono contemporaneamente per ridurre nel medesimo istante buona parte della portanza dell'ala.

Ancora con meraviglia, ci domandiamo perché non si vedono i grandi velivoli rimbalzare abbastanza, qualora capitasse? Perché ci sono i ground spoilers. C'è un sistema automatico che li aziona che è attivato normalmente dalla rotazione della ruota del carrello principale. Dei sensori nelle ruote principali sentono il numero dei giri della ruota e attivano l'anti skid dei freni e gli stessi attivano anche il dispiegamento degli spoilers di terra. Dopo che la ruota del carrello principale ha

toccato il suolo e inizia a ruotare, l'impianto sente che il velivolo ha toccato il suolo e vuole restare al suolo, per cui dispiega tutti gli spoilers.

Anche quando un jet tocca duro abbastanza da rimbalzare, i ground spoilers sono estesi distruggendo la portanza e limitando l'altezza del rimbalzo eliminano il successivo rimbalzo. Certamente, è possibile urtare il suolo abbastanza duramente cosicché anche questi spoiler non evitano un piccolo rimbalzo, ma è raro.

Altro motivo per cui i jets tendono a rimanere incollati al suolo dopo aver toccato è l'angolo di incidenza dell'ala quando il velivolo è sulle ruote. Il jet sta sulle ruote con la prua verso il basso, spesso molto inclinata, perciò l'ala non crea portanza quando il carrello anteriore tocca la pista.

In un jet non devi creare portanza durante il rullaggio o la richiamata in atterraggio, perché la portanza aumenta la lunghezza di pista necessaria. Durante il decollo di un jet, si deve tener conto della piantata di un motore nel momento peggiore per arrestarsi o per continuare il decollo con una sufficiente salita con i motori rimanenti. Ciò comporta un controllo direzionale positivo con un motore spento e l'esistenza di un buono e certo contatto della ruota anteriore con il suolo aiuta a mantenere dritto il velivolo. E in atterraggio volete annullare la portanza quanto prima possibile per caricare il peso sulle ruote per aumentare la frenata e accorciare la distanza di arresto.

### **Noi stiamo dalla parte opposta.**

Adesso, consideriamo un velivolo a pistoncini. Di solito non abbiamo alcun tipo di spoiler, tanto meno degli enormi spoiler da usare solo al suolo. E quasi tutti i velivoli a pistoncini si appoggiano sulle ruote con un angolo d'incidenza positivo durante la corsa sia in decollo che in atterraggio.

Quelli con il ruotino in coda sono, certamente il caso estremo dato che stanno a naso in sù all'inizio del decollo o alla fine della corsa in atterraggio. In un velivolo del genere, l'ala produce portanza anche se ancorato al suolo, quando c'è una piccola brezza di prua. Il vecchio detto sui velivoli con ruotino in coda di rimanere sempre bloccati con le zeppe è del tutto vero.

I velivoli a pistoncini con carrello triciclo con sicurezza si appoggiano sulle ruote con un angolo inferiore a quello di uno con il ruotino di coda, ma molti ne hanno ancora uno lievemente positivo. Mentre molti jets continuano semplicemente la loro corsa fino alla fine della pista se il pilota non cabra per la rotazione, quelli a pistoncini decollano da soli a una certa velocità anche senza il comando a cabrare.

Queste differenze di progetto significano che con i velivoli a pistoncini non possiamo semplicemente atterrare, o decollare, con vento forte laterale come fanno normalmente i jets. Ma c'è una differenza fondamentale delle tecniche di atterraggio per questi velivoli e dobbiamo imparare da quei video che mostrano gli aspetti favorevoli nelle giornate veramente avverse.

### **L'allineamento con la pista.**

Ad uso esclusivo dei soci Cap

Per portare un velivolo a terra e tenercelo, è essenziale che la traiettoria del velivolo sia allineata con la mezzeria della pista. Per traiettoria, intendo il percorso che il velivolo esegue lungo la pista, non dove punta la prua.

Quando la corsa al suolo in atterraggio è allineata con la pista, l'energia del velivolo è anche diretta verso la mezzeria. Ecco perché gli equipaggi di quei grossi velivoli possono restare sulla pista anche quando la prua fa un notevole angolo prima di toccare il suolo. Quando è correttamente allineata la massa del velivolo tende a mantenere la propria direzione.

In un velivolo con carrello triciclo, il CG è ovviamente davanti al carrello principale. Se il CG non fosse davanti al carrello, il velivolo cadrebbe sulla coda e non sul ruotino anteriore. Il CG è anche il centro di massa del velivolo. Ciò significa che dopo che le ruote hanno toccato il suolo, il CG tende a mantenere il velivolo sulla traiettoria lungo la quale stava volando prima di toccare il suolo. Questa forza è molto potente - e lo si vede molto bene in quei video - nei jets più lunghi e più pesanti, ma è presente anche in un velivolo con carrello triciclo. Se la traiettoria rispetto al suolo è allineata con la mezzeria prima di toccare, questo velivolo continuerà lungo la stessa direzione.

La situazione si inverte in un velivolo con ruotino in coda dove il CG deve essere dietro al carrello principale. Invece di tirare il velivolo nella direzione che sta percorrendo, il suo CG arretrato spingerà il velivolo da un lato o dall'altro.

In un taildragger è essenziale che la traiettoria rispetto al suolo al momento del contatto sia allineata con la pista, ma che lo sia anche la fusoliera, il suo asse longitudinale. Mentre il pilota di uno con carrello triciclo può toccare almeno su un pendio e avere il velivolo che tende a riallinearsi, per un taildragger ogni disallineamento della traiettoria rispetto al suolo o dell'asse longitudinale determinerà la tendenza del CG a portarsi in avanti e lo scarto è inevitabile.

## **Il controllo della deriva.**

Quando la traiettoria durante il corto finale è allineata con la mezzeria, non deviate né a destra né a sinistra. Evitare la deriva al contatto è essenziale per ogni velivolo.

Quando un velivolo deriva a sinistra o a destra al contatto, una brusca variazione della direzione del velivolo è quasi inevitabile. Quando il velivolo si muove di lato, anche poco, e una ruota tocca il suolo, si sta per creare un punto di rotazione che cambia la traiettoria del velivolo. Un pilota di un velivolo a triciclo può recuperare delle piccole derive al contatto, ma in un taildragger l'energia concentrata nel CG dietro al carrello principale sta per far ruotare la coda.

I carichi laterali imposti dalla deriva sono decisamente elevati per il carrello. Tutti i carrelli sono progettati per assorbire i carichi verticali al contatto e le regole di certificazione stabiliscono dei ratei di discesa maggiori del peggior atterraggio che potete eseguire. Il carrello è anche progettato e provato per sopportare i carichi creati dal moto verso l'avanti del velivolo alla velocità di atterraggio.

Ma un carrello ha una minima resistenza quando caricato di lato, come capita durante una deriva al contatto. Molti carrelli retrattili sono particolarmente vulnerabili ai carichi laterali, ma anche le gambe fisse dei carrelli, i pneumatici e gli assi hanno dei limiti per i carichi laterali che sono inferiori a quelli verticali.

## **Il rateo di discesa.**

L'elemento finale di un atterraggio è il rateo di discesa. In altre parole, quanto delicatamente toccate. La "vaselina" è la misura universale di un buon atterraggio, in cui la velocità verticale è così bassa che i pneumatici baciano il suolo. Se la vaselina eccita il nostro orgoglio, non è la sola, o anche la migliore, misura di un buon atterraggio.

Un rateo ideale in atterraggio è quello che è abbastanza elevato da farci toccare senza galleggiare, ma non così tanto da farci sensibilmente rimbalzare. Avvicinarsi con un rateo di discesa previsto è la chiave per toccare il punto stabilito e quindi essere capaci di usare al meglio la lunghezza della pista.

Il modo di controllare il rateo di discesa al contatto è la "flare", il raccordo con la pista. Quasi tutti i velivoli a pistoni si avvicinano in finale all'atterraggio con la prua a picchiare, per cui è necessario sollevarla prima del contatto in modo che il velivolo abbia l'assetto corretto per l'atterraggio. Questa manovra di raccordo a sua volta riduce il rateo di discesa per cui non tocchiamo duro.

La chiave della flare è l'altezza sulla pista a cui iniziate a sollevare il muso e quanto rapidamente richiamate. La flare aumenta l'angolo d'incidenza, così aumenta la portanza dell'ala. Una flare troppo rapida può aumentare l'AOA così tanto che il velivolo in realtà comincia a salire invece di continuare a scendere con un rateo ridotto. Inoltre, l'effetto suolo, quel cuscino d'aria che aumenta l'efficienza dell'ala entro un'altezza che vale circa un'apertura alare e mezza, aumenta la portanza.

Pertanto, ricordate troppo alti e troppo rapidamente e galleggerete a lungo, perdendo velocità e alla fine perdendola bruscamente del tutto. Se stallate il velivolo a oltre trenta centimetri dal suolo, vi apprestate ad atterrare duro. Stallate nella flare abbastanza in alto sulla pista e la prua picchierà senza controllo e il carrello di prua urterà per primo. È molto meglio raccordare troppo poco e in ritardo che farlo con eccessiva decisione e troppo alti sulla pista. Se mantenete il velivolo in discesa, anche con bassa velocità verticale, i vostri atterraggi saranno migliori e più prevedibili che galleggiare in aria a lungo sperando per il meglio.

## **Diamo uno sguardo a Oshkosh.**

In soli pochi minuti spesi vicino alla pista a Oshkosh durante il periodo frenetico degli arrivi, potrete vedere in vetrina tutti gli elementi coinvolti in un atterraggio poiché decine di piloti arrivano in tutte le maniere. In aggiunta c'è la pressione di essere assegnati al punto di contatto in una delle zone colorate, più la pressione di trovarsi in un ambiente insolito con tanti velivoli e con tanti piloti che osservano le vostre manovre.

Ogni anno a Oshkosh ci sono un po' di atterraggi sbagliati e le cause sono veramente poche. Talvolta i piloti sbagliano ad allineare la traiettoria con la pista o derivano a destra o a sinistra e perdono il controllo direzionale. Altre ragioni per un atterraggio andato male è una velocità di discesa sbagliata che comporta un notevole rimbalzo, che sbatte il velivolo fuori allineamento e di solito termina con una rotazione o ground loop. Io stesso ho visto dei piloti toccare così duramente da far appiattire un pneumatico.

Quando pensiamo agli elementi di ogni atterraggio, possiamo conoscere la misura della nostra prestazione e su cosa dobbiamo esercitarci per migliorare. E ora possiamo andare a osservare quei video di jets che fanno fumare le gomme e meravigliarci di come ciò possa essere fatto.