

La mente non è un vaso da riempire,  
ma un fuoco da accendere.

(Plutarco)

# Aeronautica Militare

n° 359 settembre/ottobre 2023

# Sicurezza del **Volo**

IL VORTEX RING STATE  
del rotore degli elicotteri

ANATOMIA DI UN INCIDENTE DI VOLO  
C-130-J-30

L'IMPOSSIBILITÀ DI PERDERSI UN ATTREZZO:  
Viaggio nel presente-futuro



CENTO ANNI DELL'AERONAUTICA MILITARE  
*In volo verso il futuro*



## Sicurezza del Volo

N° 359 settembre/ottobre 2023 - Anno LXXI

Proprietario ed Editore



Periodico Bimestrale fondato nel 1952 realizzato da:

Aeronautica Militare  
Istituto Superiore per la Sicurezza del Volo  
Viale dell'Università, 4  
00185 Roma

**Direttore Editoriale**  
Gen. B.A. Roberto Di Marco

**Direttore Responsabile**  
Col. Gianvito Gerardi

**Redazione**

**Capo Redattore**  
Ten. Col. Massimo Paradisi

**Grafica e Impaginazione**  
Primo Lgt. Alessandro Cuccaro  
M.llo 2° Cl. Stefano Braccini  
Assist. Amm. Anna Emilia Falcone

**Revisore**  
Primo Lgt. Alessandro Cuccaro

**Contatti**  
Tel. 06 4986 7967 - 6648 - 6659 - 7971  
Fax 06 4986 6857  
email: rivistasv@aeronautica.difesa.it

**Tiratura**  
n. 5.000 copie

**Registrazione**  
Tribunale di Roma n. 180 del 27/03/1991

**Stampa**  
4Graph S.r.l.  
Via Acquannauto, snc  
81030 Cellole (CE)

**Chiusa al**  
31/10/2023

Foto:  
Troupe Azzurra  
Redazione Rivista SV

In copertina:  
Velivoli F-2000A



# Editoriale

Gen. B.A. Roberto Di Marco

Rivista n° 359/2023

## L'importanza del lavoro di squadra



Il *Crew Resource Management* (CRM) è l'uso efficace di tutte le risorse disponibili all'equipaggio di volo per garantire operazioni sicure ed efficienti, riducendo gli errori e mitigando lo stress.

Il progresso in campo CRM ha ricalcato quello della stessa Sicurezza del Volo e i relativi programmi di addestramento si sono evoluti sulla spinta dei progressi aeronautici e delle neuroscienze. Nel tempo è emerso chiaramente che l'ambito di "minaccia" alla sicurezza delle operazioni non era limitato al solo errore umano, ma si estendeva a tutti gli elementi ambientali e di contesto che influenzano direttamente e indirettamente i comportamenti umani (ad esempio, errori di calcolo del carburante rifornito o errori di comunicazione da parte del controllo del traffico aereo).

Gli elementi di base del CRM, infatti, si sono spostati dalla sola figura del pilota (prima generazione) o dell'equipaggio (seconda generazione), includendo poi una formazione specifica sull'uso dell'automazione e sul ruolo di *leadership* dei comandanti di aeromobile (terza generazione), all'integrazione del CRM nei programmi di addestramento (quarta generazione), focalizzandosi quindi sulla gestione degli errori (quinta generazione) e, infine, sulle minacce derivanti dal contesto operativo a 360 gradi (sesta generazione).

Oggigiorno la metodologia CRM, infatti, non mira solo a intrappolare gli errori o a ridurne gli effetti, ma anche a identificare e gestire le minacce sistemiche alla sicurezza del volo nel suo insieme attraverso il TEM (*Threat and Error Management*). Il salto qualitativo tra la quinta e la sesta generazione è stata quindi la consapevolezza dell'esistenza di minacce esterne al cockpit e la possibilità di una loro gestione, elementi che pongono nuove sfide alla scienza della psicologia applicata all'aviazione. Queste modifiche sono state progressivamente integrate nel corso per istruttori CRM, offerto dall'Aeronautica Militare a tutte le Forze Armate e ai Corpi dello Stato, attraverso la definizione di un nuovo modello concettuale che pone al centro la *Situational Awareness*, fornendo peraltro una sorta di "spia virtuale" nel momento in cui una o più componenti del modello (*Leadership/Decision Making*, Comunicazione, Gestione del Rischio e *Stress Management*) vengono degradate.

Sebbene sia difficile stabilire una correlazione diretta tra l'addestramento CRM e la riduzione del tasso di incidenti aerei, nell'ambito del "fattore umano" il CRM è attualmente uno degli strumenti più potenti per contribuire alla diminuzione del rateo degli incidenti di volo.

Nonostante i grandi progressi compiuti, c'è tuttavia ancora molto da fare. Ci sono situazioni che il CRM non affronta, come la gestione di situazioni di pericolo estremo caratterizzate da novità, bassa probabilità di accadimento e imprevedibilità.

Confidiamo quindi nella capacità dei nostri istruttori CRM per diffonderne i precetti, così come nutriamo molte speranze nella professionalità degli esperti di settore umano o di psicologia aeronautica affinché forniscano sempre più strumenti e *best practice* per rendere l'attività di volo sempre più sicura.

Buon lavoro a tutti!

1 Editoriale  
Editor's note

Gen. B.A. Roberto Di Marco

4 Il Vortex Ring State del Rotore degli Elicotteri  
The Vortex Ring State of the Helicopter Rotor

Ing. Giovanni Di Giorgio  
Ten. Gioele Bucchioni

L'anello vorticoso è un fenomeno molto pericoloso per un elicottero, la cui prevenzione risiede nella conoscenza dei parametri cinematici dell'aeromobile nella consapevolezza situazionale della manovra che si sta compiendo, soprattutto se a basse quote. Nell'articolo viene descritto il fenomeno e indicate le tecniche di uscita da questa condizione indesiderata.

*The vortex ring state is a very dangerous phenomenon for a helicopter, whose prevention lies in the knowledge of the aircraft's kinematic parameters and in the situational awareness of the maneuver being performed, especially when at low altitudes. The article describes the phenomenon and indicates techniques for escaping from undesired condition.*

12 Chimica e controllo di qualità al servizio della Sicurezza del Volo  
Chemistry and quality control in the service of Flight Safety

Col. Vincenzo Ferone

L'articolo è incentrato sui prodotti AVIO (tra questi i lubrificanti, l'ossigeno, ecc.), che, prima di essere impiegati, devono essere controllati per verificare che le caratteristiche siano quelle attese e che, soprattutto, non siano stati contaminati da agenti esterni: una difformità rispetto alle specifiche tecniche potrebbe infatti comportare delle conseguenze anche molto gravi.

*The article focuses on aviation products (among them lubricants, oxygen, etc.), which, before being used, must be checked to make sure that the characteristics are as expected and, above all, that they have not been contaminated by external agents: a deviation from the technical specifications could in fact lead to severe consequences.*

18 L'impossibilità di perdersi un attrezzo: viaggio nel presente-futuro  
The impossibility of missing a tool: journey into the present-future

Magg. Alessandro Bortolussi

Il tool control è una componente essenziale del servizio di manutenzione degli aeromobili, perché previene la possibilità che il FOD sia generato direttamente dagli operatori di prima linea, dimenticandosi gli attrezzi nella baia manutentiva o, peggio, nel sistema d'arma mantenuto. La tecnologia ci viene difatti incontro con soluzioni che possono ridurre le possibilità di errore umano.

*Tool control is an essential component of aircraft maintenance service because it prevents the possibility of FOD being generated directly by front-line operators forgetting tools in the maintenance bay or, worse, in the maintained weapon system. In fact, technology comes to us with solutions that can reduce the chances of human error.*

26 Anatomia di un Incidente di Volo C-130-J-30  
C-130-J-30 Air Accident Anatomy

Ten. Col. Vincenzo Pace

Dopo l'atterraggio, un velivolo C-130J-30 usciva di pista, adagiandosi sulla semi-ala destra e terminava la sua corsa di decelerazione riportando gravi danni. Nell'articolo troverete la descrizione dell'evento, unitamente agli esiti dell'investigazione e alle raccomandazioni di prevenzione.

*After landing, a C-130J-30 aircraft went off the runway, settling on the right half wing ended its deceleration run reporting serious damage. In the article you will find the description of the event, together with the results of the investigation and prevention recommendations.*

34 Lessons Identified  
Lessons Identified

2° Ufficio Investigazione

In queste pagine vengono riportati brevi episodi relativi a inconvenienti o incidenti di volo per far riflettere il personale su errori che vanno evitati.

*In these pages, brief episodes relating to incidents or flight accidents are reported to make personnel think on errors that must be avoided.*

38 News dalla Redazione  
News from the Editorial Staff

Redazione Rivista SV

Riportiamo alcune news più significative che riguardano il mondo della sicurezza del volo e il lavoro dell'ISV e ISSV.

*We report some of the most significant news concerning the flight safety world and the ISV and ISSV work.*

Allegato Poster

Anna Emilia Falcone

In questa uscita, in allegato, troverete un poster riguardante la "Just Culture".  
Attached to this issue, you will find a poster on "Just Culture".



# IL VORTEX RING STATE DEL ROTORE DEGLI ELICOTTERI

Considerazioni sul riconoscimento del fenomeno e sugli aspetti di prevenzione

Ing. Giovanni Di Giorgio - Ten. Gioele Bucchioni

Rivista n° 359/2023

## Introduzione

“Dubbi, domande, perplessità? Tutto chiaro riguardo all’HOGE?”. “Sissignore, certo!”.

Così rispondeva l’Allievo Pilota al suo Istruttore una mattina di metà settembre dello scorso anno, durante l’addestramento a Frosinone, in occasione dell’imminente esecuzione della sua prima manovra di volo in *Hovering Out of Ground Effect* (HOGE), ovvero volo a punto fisso fuori effetto suolo, condizione caratteristica per le operazioni degli elicotteri.

Allievo e Istruttore, una volta usciti dalla sala equipaggiamento, si dirigevano verso la linea volo, dove era in attesa l’elicottero previsto per la missione, un OH-500, noto fra gli addetti ai lavori con il nominativo di “Samba”, per il fatto che, soprattutto nelle prime missioni, costringe gli allievi a movimenti che ricordano quel particolare tipo di danza. In seguito al decollo, l’elicottero entrava nella zona di lavoro e iniziava la fase di *set-up* della manovra, in accordo alla procedura di preparazione prevista.

Preso un punto di riferimento alto sull’orizzonte, l’allievo iniziava lentamente a diminuire la potenza e ad aumentare l’assetto: in risposta ai comandi, l’elicottero rallentava, la quota ottenuta era costante.

Con la velocità in diminuzione, la spinta di traslazione diminuiva.

Al fine di non iniziare la discesa, l’allievo pilota incrementava il passo collettivo, riteneva allineati i punti di riferimento presi e si preparava a ottenere la condizione di volo a punto fisso rispetto al suolo.

L’allievo riconoscerà poi che, in conseguenza del suo controllo incrociato, all’epoca “ancora lento”, la sua visualizzazione del variometro era stata relativamente tardiva: l’elicottero aveva acquisito 300/400

piedi al minuto di velocità verticale, con il terreno in avvicinamento.

Con immediata reazione, al fine di fermare la discesa di Samba, l’allievo aumentava ulteriormente il passo collettivo, aumentando la potenza applicata.

La reazione dell’aeromobile non fu quella voluta e il primo effetto della condizione aerodinamica in cui si trovava l’elicottero fu costituito da una serie di sollecitazioni turbolente, seguite da una discesa con rateo veloce, oltre i 1000 piedi al minuto. In conclusione, l’effetto ottenuto era esattamente opposto a quello che si proponeva il pilota.

L’istruttore riprendeva il controllo dell’elicottero ripristinando una condizione di volo sicura, segnalando all’allievo che lo stato sperimentato era quello di anello vorticoso o *Vortex Ring State* (VRS). Il successivo *debriefing* fu un’occasione di importante apprendimento per l’allievo pilota.

Prendendo spunto da questa esperienza, si ripercorreranno i fondamenti dell’aerodinamica del fenomeno con particolare riferimento al punto di vista degli equipaggi di volo, con lo scopo ultimo di aumentare la conoscenza, il riconoscimento dei sintomi tipici e gli aspetti basici di prevenzione del VRS.





## Il VRS: pericoloso e subdolo

Negli ultimi trent'anni, il fenomeno aerodinamico VRS è stato indicato come causa diretta o concomitante in diversi incidenti di volo concernenti elicotteri militari e civili in tutto il mondo.

A titolo di esempio, nel 2017, in Virginia, USA, un elicottero Bell 407 in servizio di polizia cadde in seguito all'ingresso nella condizione di anello vorticoso, durante una missione di sorveglianza.

Molto probabilmente, l'equipaggio, concentrato nel mantenimento del contatto visivo con l'obiettivo esterno assegnato durante una condizione di volo a bassa velocità di traslazione, non si avvedeva dell'ingresso nell'inviluppo del suddetto fenomeno.

Altri incidenti sono avvenuti nel contesto delle operazioni antincendio, dove le condizioni ambientali furono fattori contribuenti. In diversi casi, il riconoscimento tardivo del fenomeno non ha consentito l'uscita dell'elicottero da tale condizione, portando all'evento finale inatteso: l'incidente.

## Descrizione, genesi ed evoluzione

Il fenomeno aerodinamico definito stato di anello vorticoso o VRS è molto pericoloso soprattutto alle basse quote di volo e in prossimità del suolo.

Esso può interessare tutte le tipologie di elicottero ed è caratterizzato da una caduta severa della trazione generata dal rotore coinvolto dal fenomeno stesso, la cui conseguenza immediata è una rapida e incontrollata perdita di quota dell'elicottero.

Per questi motivi il VRS degli aeromobili ad ala rotante è talvolta considerato analogo allo stallo aerodinamico dell'ala degli aeromobili ad ala fissa (l'analogia è favorita dalla perdita di sostentamento), tuttavia la genesi aerodinamica dei due fenomeni è sostanzialmente diversa, come vedremo di seguito.

Per descrivere gli aspetti fisici del VRS, faremo riferimento alla configurazione convenzionale degli elicotteri con rotore principale e rotore anti-coppia di coda, riprendendo alcuni concetti basilari di aerodinamica del volo verticale applicati al rotore principale.

Nelle condizioni di volo in salita verticale, oppure di volo in *hovering*, il rotore principale genera un flusso discendente ben definito, il cosiddetto flusso indotto, che attraversa il rotore stesso ed è diretto verso il basso, la cui velocità è detta velocità indotta (o velocità di *downwash*). Se a partire da una condizione di volo in *hovering* si inizia la discesa verticale con potenza, il flusso di aria relativo diretto verso l'alto si oppone al flusso indotto verso il basso dalle pale. Per ratei verticali di discesa modesti, il flusso discendente indotto in prossimità del rotore non risente dell'azione descritta.

Invece, nelle condizioni in cui il rateo di discesa verticale dell'elicottero è dello stesso ordine di grandezza della velocità indotta del rotore principale in *hovering* (cioè, ricorrendo ai risultati dell'aerodinamica, per valori del rateo di discesa verticale compresi all'incirca tra un quarto e i sei quarti del valore di velocità indotta in *hovering*), si assiste allo sviluppo progressivo di turbolenti e rilevanti ricircoli ad anello dell'aria in corrispondenza delle estremità delle pale, pertanto attraverso il rotore: tale condizione decisamente pericolosa e di natura instabile è definita, per l'appunto, VRS.

Dalla descrizione della fenomenologia fisica, si comprende che lo stato di anello vorticoso può svilupparsi non solo nei casi di discesa verticale, ma anche nei casi di volo in discesa con potenza con bassa velocità di traslazione orizzontale dell'elicottero, aggravati qualora il volo avvenisse con vento in coda.

Poiché la velocità indotta in *hovering* del rotore principale dipende principalmente dalla massa dell'elicottero, dal diametro del disco rotore (e dai parametri ambientali, come la densità dell'aria e, quindi, da quota e temperatura), la generazione del fenomeno aerodinamico VRS dipende certamente dal tipo di elicottero, dalle caratteristiche del suo rotore e dalla condizione di peso nella fase operativa oggetto di analisi.

Fatte le dovute precisazioni relative al legame tra il fenomeno aerodinamico e uno specifico tipo di elicottero, l'ingresso nell'inviluppo del VRS si verifica generalmente per ratei di discesa verticale con potenza superiori ai 300 piedi/minuto, associati a velocità di traslazione orizzontale dell'elicottero comprese tra 0 e 30 *kias*.

I sintomi principali dello stato iniziale o incipiente del fenomeno VRS sono costituiti dall'insorgere di vibrazioni significative del rotore, dall'impossibilità da parte del rotore di generare una trazione costante (con fluttuazioni anche severe), da instabilità intorno agli assi di rollio e di beccheggio, e dalla diminuzione (fino alla possibilità di successiva perdita) di efficacia dei comandi. In condizioni di fenomeno di anello vorticoso pienamente sviluppato, il rotore non è in grado di generare i valori necessari di trazione per garantire il controllo dell'elicottero e possono quindi presentarsi ampie variazioni di assetto dell'aeromobile, il quale acquisisce elevati ratei verticali di discesa, con perdita incontrollata di quota.



Dagli aspetti fisici generali del fenomeno si deduce che il passaggio dallo stato iniziale o incipiente alla condizione di VRS pienamente sviluppato può essere estremamente rapido, anche con assenza di alcuni dei sintomi tipici descritti, ma in ogni caso il fenomeno si presenta con l'instaurarsi di un elevato rateo di discesa dell'elicottero, rendendolo per questo motivo molto pericoloso e subdolo.

## Prevenzione e dinamiche

Poiché l'ingresso nella condizione di anello vorticoso comporta la perdita incontrollata di quota dell'elicottero, la prevenzione del fenomeno risulta determinante.

Viste le dinamiche fisiche che portano allo sviluppo del VRS, possiamo concludere che il punto fondamentale ai fini della prevenzione del fenomeno consiste nell'evitare le combinazioni di condizioni di volo e ambientali che possono condurre all'ingresso nell'involuppo dello stesso.

Pertanto, tra i fattori significativi di prevenzione assume rilevanza la consapevolezza continua delle condizioni aerodinamiche mediante il costante monitoraggio dei parametri di volo, di assetto e dei parametri di potenza, velocità di traslazione e rateo verticale di discesa dell'elicottero, soprattutto a bassa quota, dove un eventuale ingresso nell'involuppo dello stato di anello vorticoso comporterebbe gli effetti inaccettabili precedentemente descritti.

Da tale punto di vista, le numerose esperienze acquisite in contesto operativo richiamano l'importanza di un corretto *Crew Resource Management* (CRM) fra i membri dell'equipaggio.

Alcune tra le condizioni particolarmente significative che possono contribuire a portare l'elicottero in prossimità dell'involuppo del VRS, e che pertanto richiedono estrema attenzione, sono le seguenti:

- dal punto di vista della potenza, le condizioni di volo a bassa velocità e con piccoli margini di potenza disponibile (esse possono costituire importanti fattori

contribuenti all'ingresso nell'involuppo dello stato di anello vorticoso). A tal proposito, si ritiene si segnalare la complessità delle operazioni di recupero con verricello o di *fast rope* ad alta quota, in condizioni di temperatura elevata, in condizioni di peso elevato o nella coesistenza di tutti i precedenti fattori;

- dal punto di vista delle condizioni ambientali, le situazioni operative a bassa quota con vento in coda. Se il volo avviene, ad esempio, con velocità di traslazione pari a 40 *knots* (*ground speed*) con vento in coda di 20 *knots*, la velocità risultante dell'aria in cui si sta volando è pari a 20 *knots* (TAS), avvicinandosi così all'involuppo pericoloso del VRS. Proprio per questo motivo è importante, per quanto possibile, cercare di atterrare nei quadranti di direzione del vento indicati dal manuale di volo;
- le situazioni operative caratterizzate da spazi di manovra ristretti che potrebbero indurre ad assumere traiettorie di discesa ripida o verticale (dove il monitoraggio accurato del rateo verticale di discesa dell'elicottero

risulta fondamentale), come ad esempio potrebbe accadere in casi di atterraggio fuori campo tra gli alberi oppure in zone urbane confinate da edifici;

- le condizioni meteo e ambientali con visuale degradata, ad esempio le condizioni di volo notturno o con scarsa luce, le condizioni di nebbia o nubi intense (che potrebbero favorire anche un disorientamento spaziale), dove il monitoraggio continuo degli strumenti risulta fondamentale. Per quanto riguarda gli aspetti operativi dell'Aeronautica, possiamo qui ritrovare le attività con NVG<sup>1</sup>, in condizioni IMC<sup>2</sup>, di SAR<sup>3</sup> con mare in condizioni meteo avverse o mare mosso, di volo montano nei casi in cui l'orizzonte non sia ben distinguibile o in condizioni di *white-out* e *brown-out*;
- le condizioni di volo in HOGE<sup>4</sup>;
- le manovre di decelerazione rapida, particolarmente in discesa e con vento in coda.

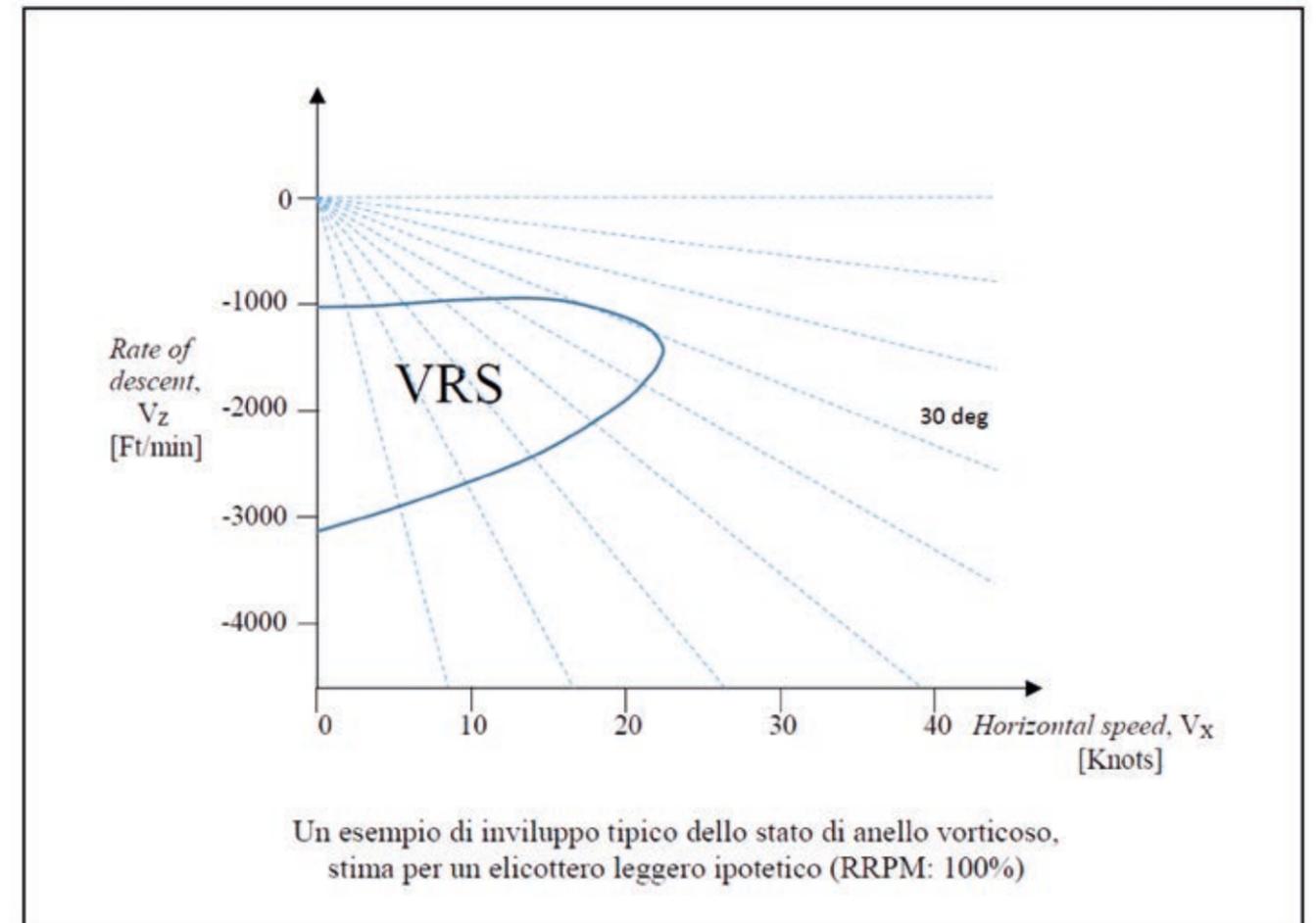
<sup>1</sup> *Night Vision Goggles.*

<sup>2</sup> *Instrument Meteorological Condition.*

<sup>3</sup> *Search and Rescue.*

<sup>4</sup> *Hovering Out Of Ground Effect.*





Concludiamo le considerazioni relative agli aspetti di prevenzione osservando che, dal punto di vista della traiettoria di volo, dalla descrizione del fenomeno fisico sopra riportato si rileva che la discesa con potenza con angoli della traiettoria di volo inferiori a 30°, per ogni velocità di traslazione, consente generalmente di evitare l'ingresso degli elicotteri all'interno dell'involuppo tipico del VRS.

### Primi sintomi e manovre di uscita

La naturale continuazione di quanto precedentemente discusso è l'applicazione pratica. In seguito all'analisi di quelli che possono essere i primi segnali dell'ingresso in anello vorticoso, è possibile descrivere le procedure basiche per portare l'aeromobile all'infuori dello stesso. In tal senso, è particolarmente utile raccogliere i segnali o sintomi principalmente in quattro categorie:

- vibrazioni e turbolenze: il continuo formarsi e rompersi di bolle di flusso toroidali, ossia "a ciambella", attorno al disco rotore creano una serie di vibrazioni di bassa media frequenza, che sono facilmente avvertibili dal pilota, soprattutto sul comando ciclico;
- imbardate non intenzionali: uno degli effetti secondari della formazione del VRS è il danneggiamento del flusso aerodinamico del rotore di coda. Esso infatti

può spesso trovarsi in condizioni di *Loss of Tail-rotor Effectiveness* (LTE), tali per cui il rotore di coda perde la sua capacità di contrastare la coppia del rotore principale, e si ottengono forti imbardate;

- fluttuazioni di potenza: l'instazionarietà del fenomeno è causa anche di questo sintomo. Infatti la continua rottura delle bolle di flusso variano significativamente l'angolo d'attacco dei profili delle pale, con conseguente variazione di portanza e di resistenza. Tutto ciò mette a dura prova il motore e la trasmissione, portando a elevati picchi di *torque* seguiti da brusche riduzioni della stessa;
- ratoe di discesa elevato e involontario: il principale e più pericoloso fra i sintomi del VRS. Infatti il continuo riciclo del flusso d'aria all'interno del rotore comporta una notevole riduzione della capacità portante dello stesso. Così non è garantita una sustentazione abbastanza consistente da poter contrastare la forza peso dell'elicottero, ed esso comincia a scendere rapidamente, generalmente tra i 1000/1200 ed i 2500/3000 piedi al minuto.

Una volta presa consapevolezza dell'ingresso in VRS, il pilota dovrà prontamente agire sui comandi in modo delicato ma deciso, operando come segue:

- ridurre il passo collettivo: in questo modo si ridurrà l'intensità del flusso toroidale, poiché una minore

massa d'aria sarà in grado di alimentarlo;

- portare in avanti la leva del passo ciclico: questo permetterà alla, seppur poca, manovrabilità residua di condurre il rotore al di fuori del flusso instabile, affinché l'elicottero possa beneficiare di un'aerodinamica quanto più possibile priva di turbolenze e riprendere così le normali operazioni;
- una volta entrati in portanza di traslazione, recuperare la quota persa.

Tuttavia, è importante sottolineare che, come anticipato, la corretta esecuzione della suddetta manovra comporta comunque una sensibile perdita di quota.

La tecnica appena presentata è sicuramente la più diffusa e in passato ha più volte mostrato la sua efficacia. Tuttavia i recenti sviluppi in campo elicotteristico hanno portato alla diffusione di una seconda metodologia.

Essa è frutto dello studio dello svizzero Claude Vuichard, il quale afferma che la seguente procedura sia in grado di ridurre sensibilmente la perdita di quota fra l'inizio e la fine della manovra:

- incrementare al massimo la leva del comando collettivo: questo è in completo contrasto con la precedente tecnica; pertanto Vuichard consiglia di insegnare da subito la sua procedura, così da non creare incertezze o esitazioni in momenti di pericolo;

- applicare simultaneamente ciclico e pedaliera in comandi incrociati: per i rotori con rotazione in senso antiorario, significa: piede sinistro a fondo corsa e ciclico a destra (15/20°). Per i rotori con rotazione in senso orario, si applica l'opposto. Questo ci permette di sfruttare il rotore di coda come se fosse una vera e propria elica, la cui *trust* contribuisce a spingere il nostro aeromobile fuori dal VRS;
- recuperare la quota persa e continuare la missione.

### Conclusioni

L'anello vorticoso è un fenomeno molto pericoloso per un elicottero, la cui prevenzione risiede nella conoscenza dei parametri cinematici dell'aeromobile e una consapevolezza situazionale della manovra che si sta compiendo, soprattutto se a basse quote.

Ci sono due possibili strategie alternative di uscita dall'anello vorticoso, comportanti comunque una sensibile perdita di quota, che è opportuno siano conosciute alla perfezione dai piloti allo scopo di applicarle senza indugio, ove mai dovessero trovarsi in quelle condizioni.

# CHIMICA E CONTROLLO DI QUALITÀ AL SERVIZIO DELLA SICUREZZA DEL VOLO

Col. Vincenzo Ferone

Rivista n° 359/2023

Molte attività svolte in Aeronautica, apparentemente lontane dal volo, sono invece determinanti per garantire la sicurezza degli equipaggi e dei loro aeromobili.

In un mondo sempre più accessoriato e tecnologico, le falle, le mancanze e gli errori dovrebbero essere una rara eccezione. Eppure non è così insolito scoprire difetti di produzione o di confezionamento in un oggetto di uso quotidiano appena acquistato e restare sorpresi e delusi, soprattutto se non si è più nelle condizioni di esercitare il diritto di recesso.

Si pensi, ad esempio, a un abito acquistato *online* oppure a un qualsiasi oggetto scelto dallo scaffale di un negozio ancora imballato, quindi apparentemente integro, per poi scoprire al momento del suo utilizzo di aver comprato qualcosa di inservibile. In simili situazioni non è necessario essere degli esperti per giungere alla conclusione che probabilmente qualcosa non ha funzionato nel cosiddetto Controllo della Qualità.

Ma allora, cosa significa esattamente Controllo della Qualità?

Le definizioni reperibili anche su internet sono moltissime e sono tutte accomunate da un aspetto che non lascia dubbi interpretativi: il Controllo della Qualità rappresenta quel passaggio fondamentale della filiera produttiva in cui ci si assicura se un determinato bene sia stato realizzato esattamente come s'intendeva farlo e, quindi, che lo stesso risponda ai requisiti previsti e richiesti dal potenziale cliente o dal committente.

Ma il Controllo della Qualità può essere eseguito anche in altri momenti del processo produttivo e, soprattutto, può essere interesse del cliente compiere dei test specifici di verifica nel momento in cui si appresta a ricevere il bene acquistato.

A questo punto la domanda nasce spontanea: qual è il *nexus* tra Chimica, Controllo di Qualità e Sicurezza del Volo nel contesto organizzativo dell'Aeronautica Militare?

Per rispondere a questa domanda è necessario focalizzare l'attenzione sui prodotti AVIO (tra questi gli oli e i combustibili per i motori dei velivoli, l'ossigeno utilizzato dai piloti e così via) e le possibili conseguenze - anche gravi - che possono verificarsi qualora le loro caratteristiche non rispettino le specifiche tecniche indicate dalle aziende costruttrici dei velivoli e dall'Aeronautica Militare.

Un esempio significativo è quello relativo a una prestazione dell'aeromobile non adeguata, che può comportare lo spegnimento improvviso del motore, un'avaria agli impianti idraulici o un malore degli equipaggi: tutte concrete premesse per un potenziale incidente di volo.

Per questo motivo, dall'immediato dopoguerra l'Aeronautica Militare ha avuto un occhio di riguardo verso questa tematica. Infatti, il Controllo della Qualità (CQ) dei prodotti di impiego AVIO si sviluppò, in maniera sistematica, tra la fine degli anni Cinquanta e l'inizio degli anni Sessanta, sotto la spinta del settore aerospaziale.

In tale contesto vennero maturate prescrizioni tecniche rigide e legate strettamente alla formulazione chimica dei prodotti, per cui il CQ si estese alla loro progettazione e all'approvvigionamento. Il controllo, comunque, rimase specifico, indirizzato a verificare



Controllo al microscopio ottico del risultato della prova di capacità di carico (capacità di lubrificazione sotto carico) di un grasso AVIO



Esecuzione della prova di Penetrazione di un grasso AVIO

unicamente i prodotti e non era pianificato, ma aumentava con l'incremento delle prescrizioni e delle esigenze di affidabilità e sicurezza.

La rapida evoluzione tecnologica che ha caratterizzato il mezzo aereo nel suo sviluppo aerospaziale ha però imposto la realizzazione di sistemi e impianti sempre più complessi e sofisticati, il cui regolare funzionamento è strettamente dipendente e collegato alla disponibilità di materiali di consumo (combustibili, lubrificanti, fluidi idraulici, ossigeno liquido e gassoso, etc.) con caratteristiche peculiari e specifiche proprietà chimico-fisiche e tecnologiche.

La produzione di questi materiali è affidata al settore industriale, sempre più frammentato a seguito della globalizzazione, a cui si chiede di realizzare materiali sempre più performanti, conformi alle indicazioni dei costruttori dell'aeromobile e in linea con le esigenze dell'utente finale. In un contesto operativo caratterizzato da un elevato impiego della tecnologia come quello attuale, non è quindi sufficiente disporre di materiali avanzati

se il relativo stoccaggio e la successiva manipolazione vengono eseguiti con mezzi (ad esempio Auto Cisterne) e impianti (ad esempio depositi di combustibili) non appropriati o, comunque, operati da personale non adeguatamente addestrato.

Per tali motivi, nel corso degli anni l'Aeronautica Militare si è dotata di un'organizzazione settoriale composta da personale chimico altamente specializzato con il compito di svolgere i controlli di qualità sui prodotti AVIO acquistati, grazie anche alla disponibilità di apparecchiature sofisticate e procedure certificate, ancor prima che questi siano immessi nel flusso logistico della Forza Armata.

Le verifiche, comunque, sono ripetute anche durante la conservazione dei prodotti nel ciclo logistico e le loro caratteristiche chimico-fisiche vengono verificate nuovamente prima dell'effettivo impiego presso i reparti di volo. Questa serie di controlli aumenta il livello di confidenza che i prodotti rispondano ai requisiti di performance richiesti per il corretto funzionamento e per l'impiego in sicurezza degli aeromobili.

Allo stato attuale, per l'organizzazione di tali specifiche competenze, l'Aeronautica Militare si avvale del Servizio dei Supporti del Comando Logistico AM e della rete costituita da cinque Laboratori Tecnici di Controllo (LTC) distribuiti su tutto il territorio nazionale (Villafranca di Verona, Fiumicino, Bari, Trapani e Decimomannu), a cui si aggiungono due laboratori campali appositamente concepiti e realizzati per assicurare il medesimo supporto alle unità di volo impiegate nelle Operazioni Fuori dai Confini Nazionali (OFCN).

In particolare, il Servizio dei Supporti è responsabile dell'elaborazione delle direttive che disciplinano la gestione dei prodotti e del loro relativo aggiornamento in funzione dell'evoluzione della normativa tecnica che definisce le caratteristiche e le proprietà dei prodotti.

Inoltre, molta attenzione è dedicata all'addestramento e alla formazione continua del personale tecnico addetto ai controlli, inclusi coloro che operano presso i magazzini dei Materiali Aeronautici e in linea di volo, anch'essi chiamati a una corretta gestione dei materiali di consumo AVIO per evitare di comprometterne le caratteristiche.

Presso i Laboratori Tecnici di Controllo, invece, sono eseguiti i controlli di accettazione e collaudo (i cosiddetti controlli di tipo A) e i controlli periodici (di tipo B1, B2 e C) indirizzati a verificare lo stato di conservazione del prodotto. Queste verifiche sono disciplinate da specifiche procedure logistiche e dagli accordi di standardizzazione NATO (STANAG) di settore come, ad esempio, il controllo spettrometrico dei metalli da usura negli oli lubrificanti usati (cosiddetta metodica SOAP<sup>1</sup>) e il controllo della contaminazione dei fluidi idraulici.

La periodicità dei controlli è funzione del tipo di prodotto, delle condizioni in cui esso è conservato e delle movimentazioni a cui è sottoposto. Come già accennato, a questi si aggiungono i controlli e le verifiche effettuati prima dell'utilizzo del prodotto che, per loro stessa natura, devono essere di rapida e semplice esecuzione per assicurare l'operatività dell'aeromobile ed essere eseguiti specificamente dal personale preposto al loro rifornimento. Le caratteristiche e le proprietà misurate in questa fase forniscono sufficiente affidabilità in merito alla bontà del prodotto, a patto che tutti i precedenti controlli siano stati eseguiti con la dovuta accuratezza, precisione e frequenza.

Come avviene in una qualsiasi filiera organizzativa, il ruolo della fase di campionamento del prodotto da analizzare assume un'importanza fondamentale nel Controllo della Qualità. A una strumentazione precisa, affidabile, sofisticata e moderna deve infatti corrispondere un campione da analizzare perfettamente conforme al prodotto finale da impiegare sul mezzo aereo. Ciò impone una cura meticolosa del relativo campionamento, che deve rispettare le quantità, la tipologia dei contenitori e la pulizia prevista in base al materiale e al tipo di controllo da effettuare.

<sup>1</sup> Spectrometric Oil Analysis Program

#### CONTROLLO DI TIPO "A"

Eseguito presso il laboratorio dopo il campionamento di ogni lotto approntato dal fornitore e prima di accettare il prodotto. Esso è funzionale al collaudo del prodotto approvvigionato.

#### CONTROLLI DI TIPO "B1", "B2", "C" NORMALE E "C+"

Sono controlli eseguiti in laboratorio ad eccezione dello "C" che può essere effettuato sul campo. Oltre che per i controlli periodici che si effettuano con il tipo "B2", essi vengono eseguiti prima e dopo le movimentazioni dei prodotti, solo sul lotto o sulla partita movimentata, applicando la tipologia e le modalità di dettaglio che variano da caso a caso.

Per approfondimenti:

Direttiva CLA-NL-4130-0003-00B00

– CL-SUP-015

"Norme sul servizio POL AVIO".

#### DIRETTIVA CLA-NL-4130-0003-00B00 – CL-SUP-015

"Norme sul servizio POL AVIO"

Publicazione che disciplina l'impiego dei materiali di consumo AVIO nelle loro componenti gestionali, di manutenzione degli impianti fissi, delle attrezzature e dei mezzi mobili e di controllo dei prodotti, essenziale per rifornire gli aeromobili in condizioni ottimali di sicurezza. Con tale direttiva, la cui applicazione costituisce un presupposto essenziale alla Sicurezza del Volo, si fornisce agli operatori una procedura che include tutte quelle precauzioni da osservare durante la ricezione, lo stoccaggio e la distribuzione dei Prodotti *Petroleum Oil Lubricant* (POL) AVIO.

#### DIRETTIVA CLA-NL-4130-0001-01B00 – CL-SUP-005

"Norme sul servizio ossigeno AVIO"

L'impiego dell'ossigeno AVIO, sia esso liquido sia gassoso, trova la sua ragione nel provvedere alle esigenze di respirazione del personale di volo ad alte quote, in relazione alla fisiologia respiratoria degli esseri umani. Nasce, quindi, la necessità di assicurare, in ogni momento, un alto grado di qualità del prodotto. La CL-SUP-005 disciplina tutte quelle azioni che interessano il Controllo, di Qualità la gestione, la distribuzione del prodotto, e la manutenzione sia delle attrezzature di supporto che degli impianti di bordo dell'aeromobile che rappresentano elementi essenziali per rifornire gli aeromobili in condizioni ottimali di Sicurezza e Operatività.

Per approfondimenti:

Direttive Pubblicate sul "Portale delle Conoscenze" del Comando Logistico.



Esecuzione, mediante apparato Gascromatografico, dell'analisi dei contaminanti presenti nell'ossigeno AVIO

Questo sistema di gestione del CQ garantisce agli utenti finali del carburante AVIO, la disponibilità di un prodotto dalle caratteristiche e dalle proprietà conformi alle specifiche che assicurino il buono e sicuro funzionamento del mezzo aereo: ciò costituisce allo stesso tempo una misura di "Sicurezza del Volo", evitando potenziali incidenti, e un miglioramento "dell'Operatività", assicurando una maggiore efficienza dei sistemi d'arma.

Per questo motivo è estremamente importante che il personale tecnico sia perfettamente formato attraverso una costante e profonda educazione alla valutazione critica del risultato e delle metodologie per il raggiungimento di un CQ che miri al miglioramento continuo dei diversi processi di produzione.

La professionalità raggiunta negli anni dal personale impiegato in questo specifico e peculiare settore è riconosciuta dagli organismi nazionali di certificazione, risultato che ha consentito all'Aeronautica Militare di essere un riferimento istituzionale autorevole anche per le altre Forze Armate e Corpi dello Stato, le cui componenti aeree si avvalgono dei Laboratori Tecnici di Controllo dell'AM per l'effettuazione dei controlli sui propri prodotti AVIO.

Le tecnologie del settore aerospaziale sono sviluppate e innovate in maniera costante e rapida attraverso la realizzazione di nuovi sistemi che ci proiettano direttamente verso il futuro che, per certi versi, è già qui. Tutti i Laboratori Tecnici di Controllo dell'AM, infatti, saranno coinvolti nella digitalizzazione dei processi di gestione con un approccio globale a tutte le attività di controllo, dal recepimento dei campioni del prodotto alla condotta delle analisi, dalla taratura della strumentazione alla produzione dei report analitici. Ciò è ottenibile grazie a un'interconnessione tra i diversi laboratori e i reparti operativi, strutturata su una rete virtuale e attraverso l'impiego di un unico *software* di gestione che consentirà all'Aeronautica Militare di assicurare un Controllo di Qualità adeguato alla complessità dei sistemi d'arma di quinta e sesta generazione.

In tale maniera, il CQ contribuirà, insieme alle restanti misure di prevenzione messe in atto nella Forza Armata, a supportare lo svolgimento delle operazioni di volo con il maggior grado di sicurezza ragionevolmente ottenibile, migliorando pertanto l'efficienza dell'intero strumento aerospaziale.



Esecuzione della prova di Stabilità Termica di un combustibile AVIO



Esecuzione della prova di Distillazione di un combustibile AVIO

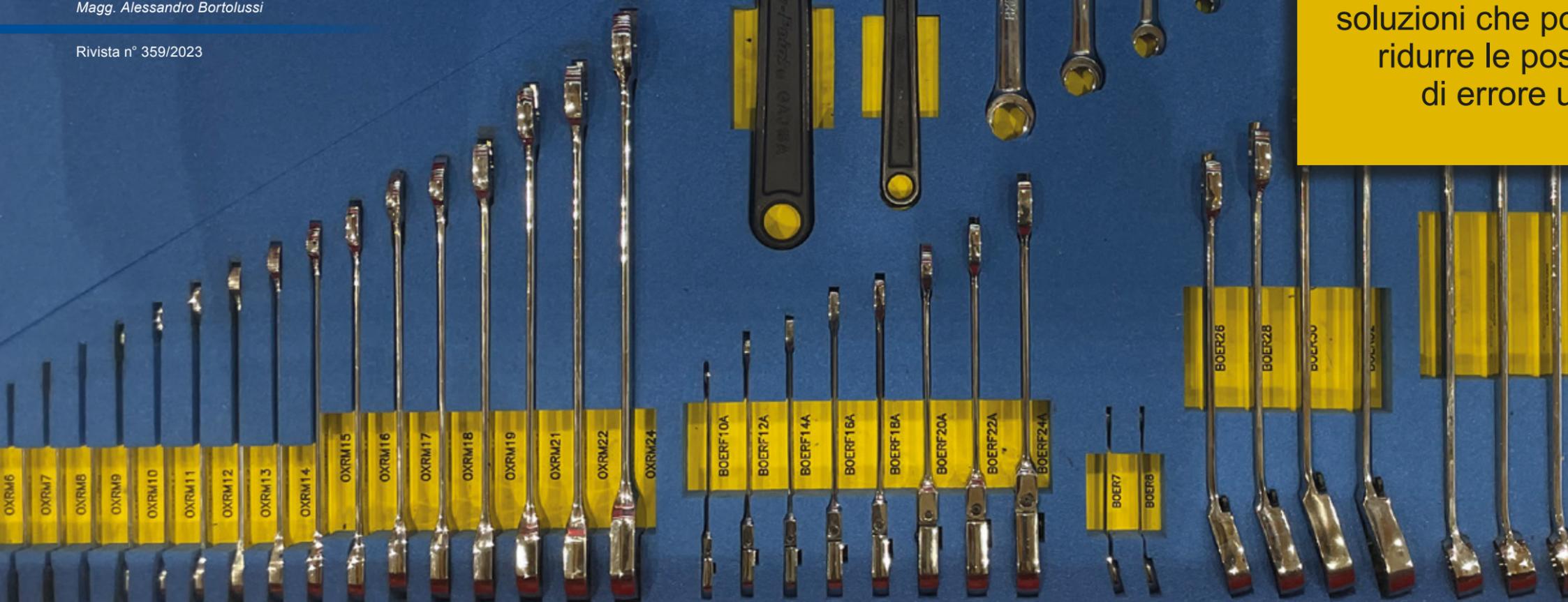
## IL MIGLIORAMENTO CONTINUO

Significa orientare l'attività dell'organizzazione verso tecniche di miglioramento progressive e costanti, indispensabili per rimanere competitivi e raggiungere l'eccellenza. Un risultato che si può ottenere attraverso la considerazione attenta e puntuale dei risultati dell'analisi e valutazioni ottenuti dal riesame dei processi e dalla misurazione della loro performance per determinare se ci sono esigenze e/o opportunità da considerare per apportare miglioramenti all'organizzazione. Il miglioramento continuo si concretizza anche con la formazione costante di tutto il personale e la sua partecipazione nello sviluppo dei nuovi programmi implementati nell'ottica del miglioramento continuo.

# L'IMPOSSIBILITÀ DI PERDERSI UN ATTREZZO: VIAGGIO NEL PRESENTE-FUTURO

Magg. Alessandro Bortolussi

Rivista n° 359/2023



Il *tool control* è una componente essenziale del servizio di manutenzione degli aeromobili, perché previene la possibilità che il FOD sia generato direttamente dagli operatori di prima linea, dimenticandosi gli attrezzi nella baia manutentiva o, peggio, nel sistema d'arma mantenuto. La tecnologia moderna offre soluzioni che possono ridurre le possibilità di errore umano.

L'evoluzione della Sicurezza del Volo è stata caratterizzata da un progressivo adattamento degli strumenti di analisi, di prevenzione e di mitigazione dei rischi, nonché dallo sviluppo di una cultura in linea con il progresso dell'aviazione. In questo contesto, è bene analizzare un elemento di prevenzione specifico del settore manutentivo, quello del *Tool Control* o, se vogliamo essere ancora più specifici, il *Tool Control and Accountability*, ovvero il controllo e la gestione degli attrezzi impiegati per l'esecuzione della manutenzione su aeromobili, ma anche equipaggiamenti, accessori e sul materiale di volo in genere, che riveste un ruolo primario nella gestione del rischio del *Foreign Object Debris/Damage* (FOD).

Si comprende piuttosto facilmente quanto sia importante regolare e standardizzare le modalità e le tempistiche del controllo di tutti quegli attrezzi (cacciaviti, chiavi, pinze, dime, etc.), la cui dimenticanza accidentale, a terra o nel velivolo, comporterebbe un rischio per la Sicurezza del Volo che, nel peggiore dei casi, potrebbe manifestarsi con un incidente con perdita di vite umane e mezzi materiali.

Al termine di ogni attività di manutenzione, ogni specialista è responsabile in prima persona di effettuare un controllo metodico per verificare la completezza degli attrezzi a corredo delle *trousse* e dei banchi da lavoro in uso nell'hangar e nelle sale di rilavorazione, allo scopo di individuare prontamente eventuali mancanze di attrezzi.

La tempestività nel rilevare la mancanza di un attrezzo e la sua immediata ricerca è la chiave di volta per evitare che si verifichino inconvenienti causati da FOD.

Le fasi fondamentali attraverso le quali il *tool control* comunemente si realizza partono con un primo step di predisposizione che prevede due operazioni: sagomatura e identificazione.

## Sagomatura (*Shadowing*)

Ogni *trousse*, quando non già predisposta dal costruttore, viene dotata di sagome per ogni utensile, ricavate nel poliuretano o materiale simile, con la parte in bassorilievo di colore evidente per rendere estremamente evidente la mancanza di uno strumento; per le attrezzature normalmente custodite nelle sale

si ricorre al disegno delle sagome sulla superficie dei pannelli porta attrezzi murali o alla sagomatura delle valigette porta utensili. In sostanza, si tratta di accorgimenti utili a rendere più facile e immediata la rilevazione degli attrezzi mancanti.

## Identificazione (tool accountability)

A ogni attrezzo viene apposta, mediante marcatura, una sigla codificata per determinarne l'area di appartenenza e la *trousse* dove viene conservato. All'interno di ogni *trousse* è fondamentale che sia disponibile l'elenco degli attrezzi ivi conservati.

Non devono essere tollerati attrezzi di qualsiasi natura e uso che non siano inseriti nell'elenco che deve essere puntualmente aggiornato a ogni variazione della consistenza dell'attrezzatura all'interno della *trousse* stessa.

Esistono categorie di specialisti, su tutti gli strutturisti, che necessitano di attrezzi autocostruiti necessari allo svolgimento di particolari lavorazioni, dal raschietto in *plexiglass* per la rimozione del sigillante, all'attrezzo metallico per la rimozione dei trucioli di foratura.

In gergo, questi utensili vengono comunemente chiamati "il fatto apposta": anche questi devono essere inclusi nell'elenco, non ha alcuna importanza che non abbiano un *part number* che li identifichi, quello che conta è di tenerne traccia per evitare che inficino la Sicurezza del Volo, non è una questione di contabilità.

Assume inoltre particolare importanza la fase d'ispezione e controllo, eseguita dallo specialista a cui l'attrezzatura è assegnata e che deve farsi carico delle seguenti azioni:

- inventariare la *trousse* in uso, al termine di ogni operazione di manutenzione prima dell'immissione in linea di volo dell'aeromobile, comunque, al termine di ogni giornata lavorativa, verificando che nella *trousse* utilizzata siano presenti tutti gli attrezzi in dotazione;
- controllare che l'elenco sia aggiornato e che rispecchi il contenuto della *trousse*;
- verificare l'integrità degli attrezzi prima e dopo l'utilizzo e assicurarsi che gli strumenti siano perfettamente funzionanti e senza parti mancanti.

Fondamentali sono infine le procedure da adottare nel caso in cui venga accertata la mancanza di un attrezzo, la c.d. procedura *Lost Item*. In generale le operazioni immediate da condurre sono le seguenti:

- eseguire un'accurata ricerca presso l'aerea in cui si svolge la lavorazione;
- se la mancanza dell'attrezzo è confermata, darne immediata comunicazione al Capo Squadra e Capo Nucleo;
- aprire un'avaria contrassegnata da una X rossa sul "registro della manutenzione dell'aeromobile" specificando il tipo di attrezzo smarrito e l'area di lavoro.

Se non vengono rispettati puntualmente tutti questi requisiti si può vanificare l'efficacia della misura di prevenzione.

Abbiamo iniziato l'articolo parlando di evoluzione, ma fino a qui abbiamo riportato tecniche e metodologie che ci sono state insegnate dai nostri colleghi che con tutta probabilità si stanno oggi godendo il meritato riposo dal servizio attivo.

A questo punto la domanda da porsi è: "ci sono nuovi sviluppi tecnologici che possono facilitare il *tool control*?"

Attualmente, il mercato offre diverse tipologie di sistemi automatici che possono venirci in aiuto per consentire di ridurre il carico cognitivo necessario a garantire la corretta tenuta delle attrezzature, attraverso tecnologie come *barcode*, RFID<sup>1</sup>, GPS<sup>2</sup> e sistemi di scansione ottica per gestire il processo in modo automatizzato.



Ad esempio, un sistema di controllo degli strumenti basato su *barcode* consente di registrare gli strumenti utilizzando lettori di codici a barre, che possono essere associati a un database che tiene traccia della posizione e dell'utilizzo degli strumenti; è una tecnologia ampiamente utilizzata in ambito logistico.

Un sistema di controllo degli strumenti basato su RFID, invece, sfrutta un sistema di identificazione *wireless* che utilizza radiofrequenze per ricevere informazioni da *tag* RFID per l'identificazione univoca degli strumenti.

Infine, sono stati sviluppati sistemi di scansione ottica a riconoscimento di immagini per identificare gli strumenti senza l'ausilio di sistemi di identificazione da fissare sulle attrezzature.

Questi sistemi automatici possono aiutare a migliorare l'accuratezza e l'efficienza del processo di controllo e responsabilità degli strumenti, rendendo più facile la gestione delle attività, ma soprattutto riducendo il rischio di errore umano.

1 *Radio Frequency Identification*: il sistema RFID è un sistema senza fili che è composto da due componenti: *tag* e lettore. Il lettore è un dispositivo dotato di una o più antenne che emettono onde radio e ricevono segnali dal *tag* RFID, identificandolo.

2 *Global Positioning System*.

La scelta della metodologia di controllo dipende da molte variabili, tra cui le esigenze specifiche del cliente, le caratteristiche degli attrezzi e il budget disponibile.

Proviamo a fare un semplice confronto. Ad esempio, un sistema di controllo degli strumenti basato su *barcode* potrebbe essere considerato il migliore per una realtà dotata di una piccola quantità di attrezzi e un budget limitato poiché questo sistema è relativamente semplice da implementare e gestire, nonché esistono diversi *software* liberi per la generazione di codici a barre. Con una semplice etichettatrice il gioco è fatto.

D'altra parte, un sistema di controllo degli strumenti basato su RFID potrebbe essere considerato il migliore per un'azienda che ha una quantità significativa di attrezzi e che desidera tracciare la posizione degli stessi in tempo reale, poiché questo sistema offre una maggiore precisione e affidabilità rispetto ai sistemi basati su *barcode*, visto che potrebbero essere realizzati anche dei *gate* di ingresso in aree a elevato rischio FOD che automatizzerebbero in modo molto efficace il controllo.

Infine la tecnologia a riconoscimento ottico potrebbe essere l'ideale per aree manutentive che prevedono l'impiego di *trousse* di sala o di hangar, invece delle più comuni *trousse* personali.

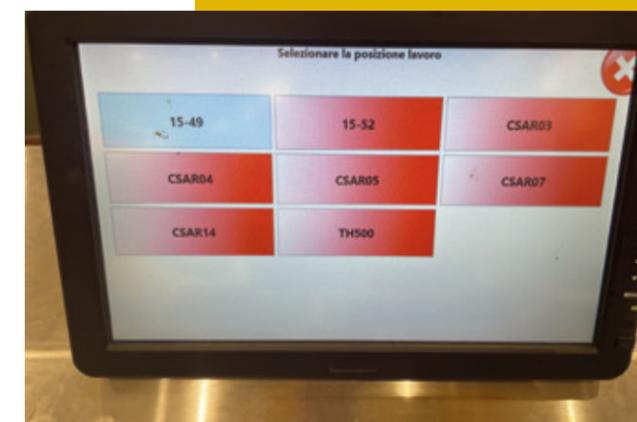
Ogni Reparto di manutenzione, però, generalmente già dispone di attrezzature che vengono reimpiegate anche nelle transizioni tra le varie macchine, i c.d. attrezzi commerciali. Si possono usare queste tecnologie anche sul materiale già disponibile?

Come sempre una risposta pronta non ce l'abbiamo, dipende dalla situazione...

L'etichettatura con *barcode* è molto probabilmente utilizzabile per moltissimi attrezzi, con l'eccezione degli inserti più piccoli. Le stesse considerazioni possono essere fatte per i *tag* RFID, che però presentano problemi di compatibilità con i materiali metallici che interferiscono nella comunicazione con il lettore: banalmente sarebbero tranquillamente applicabili sulle impugnature degli strumenti, ma l'applicazione su bussole metalliche o chiavi fisse potrebbe rendere difficile la lettura o inficiare l'ergonomia degli attrezzi, per non trascurare l'eventualità che gli stessi *tag* possano costituire FOD, se non fissati in modo sicuro.

Il sistema a scansione ottica sembrerebbe estraneo ai problemi sopra evidenziati, ma appare anche una tecnologia più difficile da realizzare senza l'aiuto di una ditta specializzata e di attrezzatura anche particolarmente sofisticata.

Il Comando Logistico ha intrapreso la via di quest'ultima tecnologia, dopo aver valutato gli esiti di una sperimentazione effettuata presso il 3° Reparto Manutenzione Aeromobili e Armamento (RMAA) di Treviso, che aveva inizialmente valutato la tecnologia RFID, poi scartata in seguito di alcuni sopralluoghi effettuati da ditte specializzate nel settore le quali, vista la tipologia di attrezzi, non sono state in grado di assicurare le prestazioni richieste.





La tecnologia ottica risultava infatti proficuamente utilizzata presso alcune realtà civili e industriali (*Final assembly and check-out - FACO*).

Il 3° RMAA ha optato per l'acquisizione 2 carrelli che assicurassero la manutenzione per le categorie meccaniche e avioniche.

Tale ausilio tecnologico ha migliorato in modo immediatamente percepibile il processo di controllo e contabilità dell'utilizzo degli utensili in uso ai manutentori interessati al progetto, fornendo una piattaforma tecnologicamente avanzata per l'analisi dei dati riguardanti il *tool control/accountability* e consentendo al Reparto un sensibile miglioramento dei propri standard di controllo e verifica dei processi manutentivi e la "sicurezza del prodotto" come previsto dalla norma UNI EN 9110.

### Funzionamento del sistema ATC

Il sistema di immagazzinamento automatico ATC (*Automatic Tool Control*) acquisito presso il 3° RMAA è stato scelto della misura massima disponibile di 54

pollici, per consentire l'aggiunta di ulteriori *tool*, disponibili in tre differenti configurazioni di 6, 7 e 8 cassette.

Il sistema è in grado di gestire fino a un massimo di 800 strumenti per carrello. La tecnologia utilizzata è quella ottica, combinata con l'utilizzo di *shadowbox* realizzate al laser sulla base dei disegni CAD dei *tool*.

Mediante telecamere ad alta velocità e superfici di riscontro, il carrello è in grado di riconoscere oggetti delle dimensioni di un inserto di cacciavite (circa 6 mm di diametro) senza che su di esso vengano alloggiati corpi estranei di riconoscimento come i *tag* RFID.

Il sistema di riconoscimento, identificazione e comparazione lavora in tempo reale, per cui non sono necessari tempi di attesa e di analisi durante l'operatività di prelievo e restituzione degli oggetti. Il sistema, entro certi limiti di tolleranza, è in grado di identificare se al posto di un oggetto ne è stato restituito un altro allocato nella posizione del precedente.

A differenza dei sistemi RFID, non presenta dipendenze di funzionamento rispetto al materiale dell'oggetto da tracciare né vulnerabilità durante l'utilizzo. Non essendo presenti dei *tag* non vi è il rischio che essi si

danneggino durante l'uso o possano staccarsi, aumentando come si accennava in precedenza, il rischio FOD all'interno degli aeromobili.

All'interno di questa cassetta possono essere immagazzinati tutti i tipi di attrezzatura, compatibilmente con l'altezza massima del cassetto più grande. L'accesso al carrello avviene mediante un *badge* dell'operatore e un *badge reader* collocato sulla parte frontale del top del carrello, compatibile con la Carta Multiservizi della Difesa (CMD). L'accesso al carrello, mediante sblocco dell'elettroserratura, avviene solamente se l'utente è abilitato. Contestualmente, viene aperta la sessione in cui vengono registrati tutti i prelievi e le restituzioni effettuate da quell'utente; è prevista la possibilità che l'operatore restituisca utensili prelevati da un altro utente, che può essere monitorata in modi differenti fino alla segnalazione diretta al supervisore. Il sistema nel suo complesso è gestito da un software gestionale che permetta l'analisi delle transazioni

avvenute secondo vari campi di interesse (Utente, Utensile, Cassetto, Anomalia, Stato assegnato dell'utensile, Area di lavoro...). Ogni apertura e chiusura di un cassetto viene registrata con due fotografie che vengono archiviate e che vengono indicizzate secondo le medesime chiavi di ricerche esposte precedentemente anche se non avvengono prelievi e restituzioni. Il carrello è inoltre dotato di un *touch-monitor* per la gestione e interazione con le funzionalità locali, quali:

- l'indicazione dei cassette con anomalia;
- l'indicazione delle posizioni in cui devono essere allocati gli oggetti prelevati;
- l'elenco degli oggetti prelevati da ciascun utente;
- l'elenco degli oggetti prelevati dal singolo utente;
- la schermata di assegnazione dello stato di ciascun attrezzo;
- le impostazioni di alcune funzionalità del carrello.

Il carrello è in grado di funzionare in modalità *stand alone*, senza connessione alla rete via cavo o Wi-Fi,

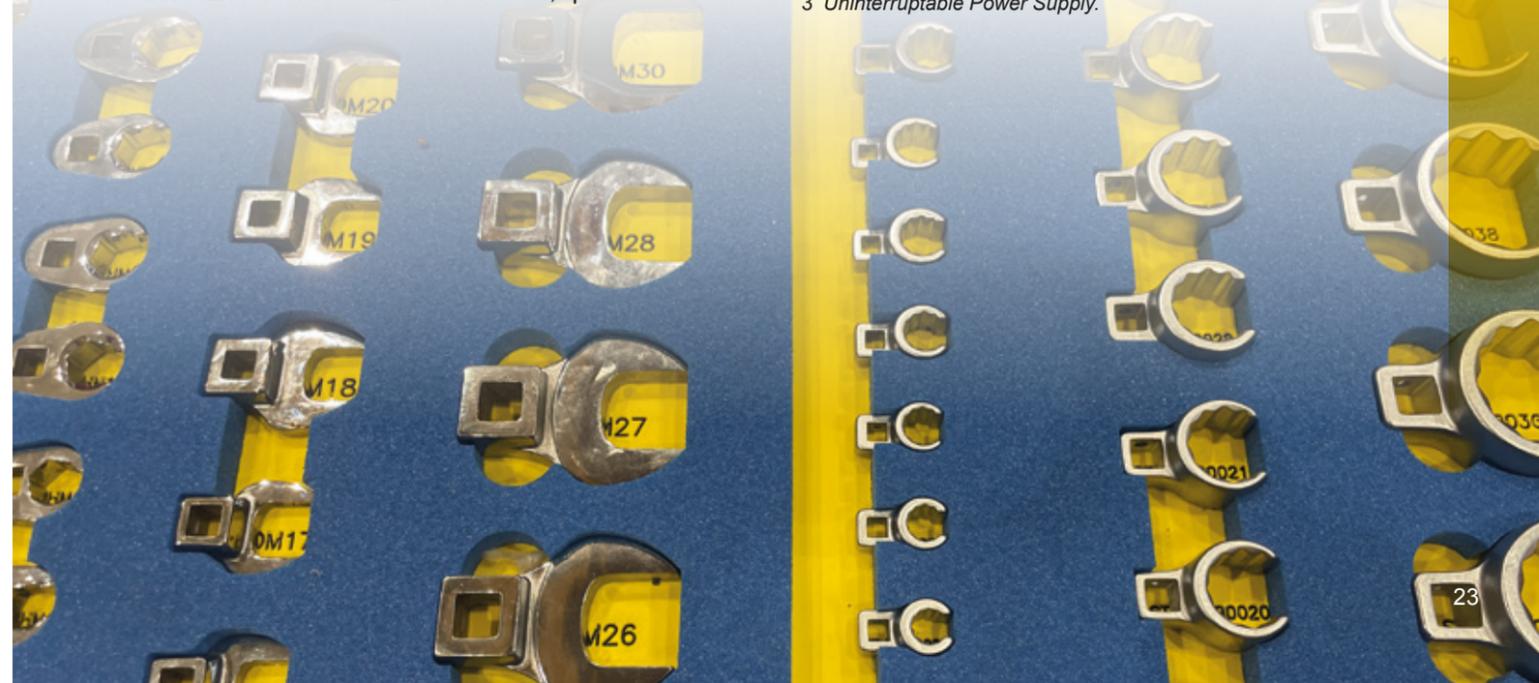
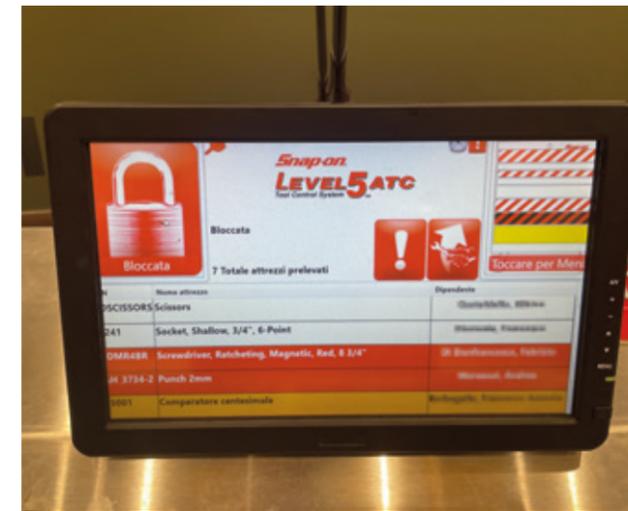
di scaricare i dati immagazzinati in locale su un computer con il SW gestionale mediante collegamento via cavo diretto o essere integrato in una rete e scaricare i dati sui PC con installato il SW gestionale in tempo reale, nonché di attivare le funzionalità di messaggistica e *reporting* automatico disponibili nel SW.

Il carrello è dotato di un UPS<sup>3</sup> di emergenza, nel caso di assenza dell'alimentazione, che permette un funzionamento continuo di un'ora per poi avviare la procedura di

spegnimento controllata. Per la gestione dei carrelli è stato installato un computer nell'ufficio del Capo Centro Manutenzione con il software gestionale e il servizio che garantisce il caricamento in *real-time* delle immagini, collegato in modalità Wi-Fi con una rete isolata.

L'accesso agli utenti è stato garantito con l'associazione della CMD, al fine di evitare superflue duplicazioni di *badge*: sono comunque disponibili dei *badge* non

<sup>3</sup> Uninterruptable Power Supply.



nominativi da assegnare all'occorrenza. I carrelli devono essere dimensionati sulla base delle squadre di manutenzione da assicurare. In tale ottica è opportuno considerare l'ATC uno strumento d'area manutentiva, quindi gli operatori che utilizzeranno l'ATC devono trovarsi a una distanza ragionevole dai carrelli, che vanno quindi posizionati più centralmente possibile in area di lavoro.

Per sostenere elevate performance del team manutentivo è stata adottata una parziale ridondanza dei *tool* di uso più comune (sia metrici che imperiali).

Nel caso in cui si verifichi l'ampliamento delle dotazioni, sarà sufficiente aggiornare il software per l'inserimento delle nuove *shadowbox*. Allo scopo di essere facilmente riconoscibili, tutti i *tool* sono stati marchiati al laser in fase di fornitura.

La sperimentazione, in aggiunta, ha visto l'implementazione delle chiavi dinamometriche digitali, scelte perché consentono di memorizzare l'effettivo valore di coppia di serraggio applicata, di estrema importanza per alcune tipologie di serraggio previste per gli aeromobili manutentivi.

Il SW di gestione si è dimostrato assolutamente funzionale, dato che consente di gestire i permessi di accesso e fare qualsiasi estrazione sull'uso dei *tool*.

È inoltre possibile configurare la scelta obbligatoria della matricola militare dell'aeromobile e dell'area di lavoro, in modo da facilitare la ricerca in caso di *lost item*<sup>4</sup>.

È disponibile infine una modalità di ricerca *forensic mode* che permette di visualizzare tutte le foto di prelievo e restituzione di ogni singolo *tool*.

Il software permette di gestire anche le scadenze delle attrezzature, come nel caso di multimetri o chiavi dinamometriche.

## Considerazioni conclusive

Questa tipologia di carrelli comporta un cambio di mentalità di impiego rispetto alla *trousse* di squadra, o quella personale, consentendo di ridurre il costo di acquisizione di un numero maggiore di *tool* e compensando il costo iniziale dei carrelli.

Non si deve trascurare l'aspetto amministrativo legato al carico contabile del materiale, che normalmente è in carico all'utilizzatore, mentre nel caso delle ATC che equipaggiano aree dell'aviorimessa, vengono prese in carico contabile da responsabili d'area.

Nel caso del 3° RMAA le *trousse* ATC sono state assegnate ai partitari dei nuclei che lavorano sull'elicottero HH-101, ma è stato disciplinato, mediante una procedura di Reparto, il concetto di *accountability* non solo sotto l'aspetto del *tool control*, ma anche della custodia del materiale. Infatti qualunque manutentore in possesso di CMD può avere accesso alla *trousse* ATC.

L'attuale potenzialità del software è limitata dall'isolamento della rete ATC. Se fosse possibile integrare il programma su rete AERONET, rinunciando al collegamento Wi-Fi (collegando i carrelli con cavo *Ethernet*) ci sarebbe visibilità dello stato di utilizzo dei carrelli a favore di tutti i soggetti autorizzati (Controllo Qualità, Sicurezza Volo, Sala Metrologica) con la possibilità di accedere ai servizi di configurazione e modifica da qualsiasi postazione. È anche configurabile un meccanismo di notifica automatica tramite *server e-mail* agli utenti o al supervisore.

Gli attrezzi inseribili nel carrello sono di fornitori partner in grado di fornire i disegni tecnici compatibili con il sistema ottico sviluppato.

Il progetto del Comando Logistico punta, tra l'altro, all'inserimento di attrezzature già disponibili presso i Reparti.

La tecnologia ottica è affidabile, ma non infallibile, in caso di minima differenza di forma o dimensione del *tool* restituito il sistema non rileva l'errore, ad esempio restituendo una chiave fissa imperiale di misura molto vicina alla analoga chiave metrica, l'inconveniente viene presto evidenziato all'atto della restituzione del *tool* corretto, impossibile per il successivo operatore.

Dopo circa 2 anni dalla loro consegna, i due carrelli ATC non hanno mai presentato malfunzionamenti o inefficienze sia per quanto riguarda la parte meccanica che elettronica e software, si può pertanto convenire sul fatto che i sistemi si siano dimostrati affidabili in ogni circostanza.

Sintetizzando, il sistema ATC presenta i seguenti vantaggi/svantaggi:

### Pro:

- sistema molto affidabile dal punto di vista elettronico/SW/meccanico;
- funzionale a un'organizzazione manutentiva che richieda il massimo livello di *Tool Control/Accountability*;
- sistema di facile utilizzo sia per il manutentore che per il supervisore alla manutenzione;
- integrabile con la CMD della Difesa;
- sistema in grado di asservire aree manutentive (più di una squadra di manutenzione) e facilmente espandibile.

### Contro:

- elevato costo del sistema (da bilanciare con una minore esigenza di attrezzi e con il risparmio di tempo operatore);

- fidelizzazione dell'utente verso il fornitore dell'attrezzatura e dei *tool* compatibili;
- necessaria una formazione minima iniziale dei manutentori/supervisori;
- non adatto a utilizzo campale *outdoor*.

È evidente infine che il sistema copre le esigenze di *tool control and accountability* esclusivamente degli attrezzi commerciali. Allo stato attuale esso non copre gli AGE, anche se si potrebbe ipotizzare l'inserimento di alcuni *item* di frequente utilizzo ed estremamente sensibili nelle cassette.

Si può certamente continuare ad adottare un'efficace strategia di *tool control* con le tecniche tradizionali, ma la soluzione presentata, che è solo una di quelle disponibili sul mercato, offre possibilità di miglioramento in termini di riduzione delle possibilità di errore umano.

Quindi, avendo le disponibilità finanziarie, perché non cogliere quest'occasione?



<sup>4</sup> Articoli persi, cioè strumenti che non sono al loro posto, né in uso da qualcuno.



# ANATOMIA

## Incidente di Volo “C-130J-30” in Teatro Operativo

**Dopo l’atterraggio,  
un velivolo  
C-130J-30 usciva di  
pista adagiandosi  
sulla semiala  
destra e terminava  
la sua corsa di  
decelerazione  
riportando  
gravi danni.**

### FATTI

Dopo l’atterraggio, nell’ambito di una missione di trasporto personale per un’operazione fuori area, un velivolo C-130J-30 usciva di pista sul lato destro rispetto alla direzione di avvicinamento, a circa 1500 piedi dal fondo pista.

L’aeromobile si adagiava sulla semiala destra a circa trenta metri dal bordo pista destro con il muso quasi perpendicolare alla direzione di atterraggio. Il ruotino anteriore risultava completamente rientrato all’interno della fusoliera (distruggendo il pavimento su cui sono alloggiati alcuni apparati avionici), mentre mancava completamente il carrello principale destro.

Il velivolo terminava la sua corsa di decelerazione in una zona adiacente alla pista principale, riportando gravi danni - oltre a quanto già enunciato - alla fusoliera, alla semiala destra e alle eliche.

L’equipaggio e tutti i 69 passeggeri ne uscivano incolumi senza lesioni di rilievo. L’incidente ha interessato la pista e la parte immediatamente adiacente alla stessa (c.d. *strip* di sicurezza). L’impatto provocava dei solchi sull’asfalto della pista, ma non causava danni al di fuori di essa, a parte alcuni solchi sul terreno.

Il velivolo veniva dichiarato Fuori Uso con Recupero parti (FUR) a causa degli ingenti danni e delle deformazioni strutturali subite.

### CAUSE

Il velivolo si trovava nelle fasi finali della discesa, a una quota superiore rispetto a quella pianificata, situazione che costringeva l’equipaggio a impostare un sentiero di discesa più ripido. I piloti, per non eccedere i limiti di velocità imposti dalla configurazione a 100% *flaps*, decidevano di accettare un punto di contatto oltre l’inizio pista. Nella fase di richiamata, vista la tendenza al galleggiamento del velivolo, il Capo Equipaggio prendeva il controllo dell’aeromobile al fine di far toccare il velivolo entro le distanze minime di sicurezza. Al contatto con il suolo il carrello principale destro cedeva, facendo imbarcare verso destra e uscire fuori pista il velivolo.

### INVESTIGAZIONE

Dall’analisi delle informazioni disponibili, delle testimonianze, del *Digital Flight Data Recorder* (DFDR) e delle tracce audio registrate dal *Cockpit Voice Recorder* (CVR) è emerso quanto segue:

- le previsioni in possesso del pilota in fase di pianificazione riguardo l’aeroporto fornivano indicazioni di bel tempo. Nello specifico il *Terminal Aerodrome Forecast* (TAF) riportava vento da Nord di intensità

- 7 nodi, visibilità superiore ai 10.000 metri, altezza della base delle nubi maggiore di 20.000 piedi sopra il livello del terreno. Le condizioni meteorologiche effettive erano coerenti con le previsioni; l'ultima osservazione riportava un vento di 5 nodi da direzione 030°, un *ceiling* (base delle nubi) e visibilità come previsto, con una temperatura esterna di 40°C;
- al momento dell'incidente, l'aeroporto era aperto, efficiente e completamente operativo, ma non aveva la disponibilità di RADAR;
- l'avvicinamento avveniva nel rispetto delle regole di volo a vista (VFR) senza l'ausilio di radioassistenze;
- dalle comunicazioni registrate dal CVR emergeva una certa preoccupazione per la presenza di controllori di altra nazionalità (APP), perché in passato le incomprensioni dovute alla lingua avevano creato situazioni di potenziale pericolo per la separazione da altri traffici;
- tutti i membri dell'equipaggio erano idonei per quel profilo di missione, sia sotto il profilo addestrativo che psico-fisico;
- il volo era stato regolarmente programmato. Le tempistiche erano quelle generalmente utilizzate per quel tipo di missione e l'ordine di volo era stato correttamente supervisionato dalle autorità competenti;
- la pianificazione della missione era stata effettuata regolarmente. Il velivolo era stato provvisto della quantità di carburante necessaria per giungere a destinazione;
- era stato correttamente compilato il *Weight and Balance Clearance Form* e il *Cargo Manifest*. L'equipaggio aveva compilato correttamente la Matrice di Rischio prevista;
- non sono emerse anomalie dalla documentazione tecnica del velivolo;
- i campioni dei liquidi prelevati dall'aeromobile rientravano nei parametri previsti.

## DEDUZIONI

Durante l'effettuazione dei controlli per la discesa, l'equipaggio ricordava le velocità di atterraggio ed effettuava un sintetico *Crew Briefing* in cui veniva deciso che ad atterrare sarebbe stato il copilota seduto nel sedile di destra, effettuando una base destra, e che sarebbe stato, invece, il Capo Equipaggio, una volta al suolo, a portare le manette in *Reverse*, comandando le eliche a un passo frenante anziché traente.

Dai settaggi, dalle impostazioni effettuate e registrate in cabina e dalle successive indicazioni emerse nel corso delle interviste, si desume che era stata pianificata dall'equipaggio una *enroute descent* dal livello di crociera fino alla quota circuito. Sarebbe seguita l'effettuazione di una base destra per un finale più ripido rispetto al solito. Poco dopo l'inizio discesa dalla quota

di crociera, dopo circa 3 NM del proprio sentiero di discesa, il velivolo incrociava un altro traffico che tuttavia non influiva con le operazioni.

Una volta in contatto con l'APP, la missione veniva istruita a continuare la discesa VFR/VMC, riportando le 20 NM dal campo. Una volta raggiunta tale distanza il controllore istruiva l'equipaggio a mantenere una *holding*, a causa di due traffici, uno in decollo e uno in atterraggio.

Dalle registrazioni del CVR risulta come l'equipaggio fosse molto attento alla valutazione della minaccia al suolo in quanto sia il copilota che il Capo Equipaggio, durante la discesa, commentavano quale sarebbe stato il percorso da seguire per evitare il sorvolo di villaggi o di zone montuose.

L'equipaggio veniva istruito a lasciare le 20 NM per portarsi alle 10 NM e attendere in un'ulteriore *holding*.

I piloti, al fine di mantenere un'adeguata separazione dal terreno, decidevano di fermare la discesa e mantenere una quota superiore al pianificato.

L'equipaggio, ricevuta l'autorizzazione a inserirsi nel tratto base, riprendeva la discesa per la quota circuito così da iniziare la configurazione. L'indicazione del *Distance Measuring Equipment* (DME) del TACAN di destinazione registrata attraverso il DFDR indicava che il velivolo si trovava a una distanza di 13 NM dall'aeroporto.

Il Capo Equipaggio, in questa fase, oltre a essere concentrato a controllare l'esecuzione della manovra del copilota, effettuava nel contempo le chiamate radio e la lettura della *Checklist Before Landing Checks*. Nelle sue funzioni di *Pilot Monitoring*, assecondava il copilota nell'ottimizzazione della quota. Controllando il percorso del velivolo al suolo, il CE istruiva il copilota ad anticipare il livellamento e interrompere la discesa.

Il velivolo, configurato con i *flap* 100% iniziava la discesa finale più vicino/corto rispetto allo standard.

Nel corso dell'esecuzione del tratto finale di avvicinamento, i piloti realizzavano di essere troppo alti e di dover mettere in atto delle manovre correttive per riuscire ad atterrare in sicurezza. La velocità del velivolo si manteneva costantemente nell'intorno della velocità consentita di atterraggio per i *flap* estesi al 100%. Pertanto, durante tutto il tratto finale, sia il Capo Equipaggio che il copilota erano impegnati nel mantenere l'*aim point* a inizio pista, senza eccedere le velocità massime consentite.

La Torre di controllo, acquisito a vista il traffico in finale, chiedeva all'equipaggio se, dalla posizione in cui si trovava, fosse in grado di perdere la quota per portarsi all'atterraggio. Il controllore, ricevute rassicurazioni da parte del pilota, autorizzava il velivolo all'atterraggio.

In tale contesto, già complesso, l'Operatore di Bordo/ Direttore di Carico (OB/DCL) richiamava l'attenzione del Capo Equipaggio per riportare il malessere di uno dei passeggeri. A tale esternazione il Capo Equipaggio rispondeva invitando tutto l'equipaggio a mantenere il silenzio radio per concentrarsi sulle fasi finali dell'atterraggio.

Il Capo Equipaggio istruiva il copilota a spostare l'*aim point* più in avanti rispetto all'inizio pista. I piloti hanno successivamente dichiarato di aver accettato un punto di contatto più lungo rispetto al normale in quanto, avendo effettuato le dovute considerazioni e calcoli, avevano ritenuto che potessero portare a termine l'atterraggio in totale sicurezza.

La Torre di Controllo chiedeva all'equipaggio se stesse volando un circuito per l'apertura (ovvero se stessero riattaccando), ricevendo quasi immediatamente risposta negativa.

A dieci secondi dal contatto, l'OB/DCL richiamava nuovamente l'attenzione del Capo Equipaggio, comunicando la volontà di voler portare in cabina il passeggero che continuava a manifestare sintomi di malessere. Il Capo Equipaggio zittiva nuovamente le comunicazioni.

Il copilota, approssimandosi oramai al contatto, eseguiva la richiamata con una tendenza del velivolo a "galleggiare". Tale tendenza potrebbe essere riconducibile ai seguenti due fattori: la velocità più elevata per l'avvicinamento ripido e la difficoltà nel dover eseguire una *flare*, partendo da un assetto più accentuato rispetto allo standard.

Il Capo Equipaggio decideva quindi di assumere il controllo del velivolo, che avveniva secondo le procedure previste a circa tre secondi prima del contatto. Subito dopo le manette venivano posizionate in *Ground Range* con il velivolo ancora in volo a una quota di circa 10 ft AGL.

Compariva contemporaneamente anche l'ACAWS *Warning Message Throttles in Ground Range* (0,41 secondi prima del contatto con il suolo) che, come riportato nel Manuale di Volo, si attiva ogni qualvolta il velivolo è a una quota superiore agli 8 ft AGL e almeno una delle manette viene portata in *Ground Range*.

Posizionando le manette in *Ground Range* le eliche diminuivano sensibilmente il loro passo, riducendo sia

la loro forza traente che la portanza sulle ali generata dal flusso aerodinamico. I due effetti tra loro combinati facevano sì che il velivolo subisse una repentina decelerazione e un brusco sprofondamento, tali da generare un'accelerazione verticale di circa 5g al contatto con il suolo. Tale valore faceva sì che il carrello principale destro cedesse strutturalmente al contatto con la pista, che avveniva in prossimità del tabellone dei 3000 ft dal fine pista.

Il velivolo, appena toccato il suolo, sprigionava delle fiamme dal lato posteriore, all'incirca all'altezza delle ali fino a coprire i piani di coda. Il carrello principale destro, appena toccato il suolo, si staccava dalla struttura del velivolo e rimbalzava lontano da esso.

Dai segni degli pneumatici lasciati sulla pista, risulta evidente che il velivolo toccava inizialmente con il carrello principale destro, poi con la parte ventrale della fusoliera e infine con il carrello principale sinistro. Il cedimento del carrello principale destro avvenuto lungo l'asse di scorrimento dell'ammortizzatore, faceva sì che l'aeroplano iniziasse a imbardare quasi immediatamente dopo il contatto. Tale tendenza riusciva inizialmente a essere contrastata con l'utilizzo del timone di direzione, degli alettoni e dei freni. Tuttavia, con la diminuzione della velocità e la ridotta efficacia delle superfici di volo, il velivolo proseguiva la sua corsa di decelerazione scarrocciando verso il lato destro e uscendo definitivamente di pista a circa 1500 ft dal fine pista.

Uscendo di pista, il velivolo veniva avvolto in una nube di polvere e sabbia, e imbardava ulteriormente, poggiando l'ala destra al suolo, assumendo una prua quasi perpendicolare alla direzione di atterraggio. Tale nube non lo rendeva più visibile.

Una volta definitivamente fermi, il Capo Equipaggio ordinava l'*Emergency Ground Egress* (abbandono rapido del velivolo) che veniva immediatamente eseguito senza ulteriori conseguenze. L'intervento dei mezzi di soccorso avveniva anch'esso nei tempi previsti.

## CONSIDERAZIONI

L'analisi degli elementi ha permesso di dedurre che l'avvicinamento è avvenuto su un sentiero ripido che ha determinato la traslazione del punto di contatto oltre il primo terzo pista. La pressione operativa (potenziale minaccia antiaerea) e le ripetute interferenze comunicative da parte degli operatori (OB/DCL e Controllori del Traffico Aereo) possono aver distratto l'equipaggio e condizionato l'esecuzione delle manovre.

L'equipaggio, durante il *briefing intelligence* effettuato prima della partenza, aveva, infatti, ricevuto informazioni di un aumento del livello di minaccia antiaerea sul territorio e sull'aeroporto di destinazione in particolare.

Tale situazione faceva propendere l'equipaggio per l'esecuzione di un avvicinamento tattico composto di due fasi: una *enroute descent*, seguita da un inserimento nel tratto base di un circuito a vista. Quest'ultimo tratto doveva essere volato a una quota sufficiente a garantire un adeguato margine di separazione dal terreno.

Il tipo di avvicinamento scelto per l'atterraggio risultava quindi pienamente congruente nel contesto ambientale in cui il velivolo stava volando.

L'equipaggio, sulla base delle informazioni in possesso, iniziava l'*enroute descent* a una distanza adeguata, ma poi si trovava per due volte costretto a interrompere la discesa pianificata in quanto istruito a effettuare due *holding*: una alle 20 NM e una alle 10 NM. L'equipaggio, preoccupato della possibile minaccia antiaerea, pur avvicinandosi ulteriormente al campo,

decideva di mantenersi a una quota superiore a quella pianificata, ritenendo tale quota sufficientemente sicura.

Si venivano pertanto a sommare diversi fattori quali la preoccupazione per la minaccia antiaerea, la presenza di altri traffici in decollo e atterraggio, la presenza di aree interdette al sorvolo che gli consentissero di perdere quota in eccesso, la non fattibilità di *holding* per perdere quota, deviazioni momentanee, ecc.

I piloti, come misura correttiva, decidevano di anticipare la decelerazione e configurazione, valutando di poter così iniziare prima l'avvicinamento. Le comunicazioni all'interno del *cockpit*, in questa fase, erano molteplici e frequenti in quanto il Capo Equipaggio, oltre a leggere la *checklist* e comunicare con il controllo del traffico aereo, dava indicazioni al copilota sui parametri da mantenere. Le velocità erano prossime ai valori massimi consentiti per le varie configurazioni.

La confidenza dimostrata dai piloti sulla flessibilità dell'atterraggio derivava dall'esperienza maturata in passato in situazioni simili e dal controllo della *Landing Ground Roll*. Dai calcoli effettuati in fase di investigazione, utilizzando gli stessi parametri e le stesse condizioni meteorologiche di quella giornata risulta che la *Landing Ground Roll* con 100% *flaps* era coerente.

Nei manuali di volo non esiste un'indicazione su quale sia la lunghezza di pista minima accettabile nel caso il *touchdown point* non ricada, per volontà o per errore, entro i parametri specificati nel manuale di volo.

In altre parole manca un parametro oggettivo numerico che consenta a qualsiasi membro dell'equipaggio di comandare un *go around* (riattaccata), lasciando invece solamente al *pilot judgement* la decisione finale.

Il malessere di un passeggero riportato dall'OB/DCL durante le fasi terminali dell'avvicinamento, potrebbe aver inaspettatamente distratto i piloti in una fase critica del volo e aver indotto una sensazione di urgenza all'atterraggio.

Durante la fase della *flare* il velivolo tendeva a "galleggiare", superando il punto individuato per il *touchdown*. Preso il controllo del velivolo, considerata la ormai limitata pista a disposizione, il Capo Equipaggio, determinato ad atterrare quanto prima per evitare ogni rischio di terminare la corsa di atterraggio oltre il fine pista e predisposto mentalmente a dover mettere in atto le procedure per frenare il velivolo, ritenendo di farlo al contatto con il suolo (*perceptual error*), portava le manette in *Ground Range*.

Il posizionamento delle stesse in volo al di sotto di FTL IDLE causava lo sprofondamento aerodinamico del velivolo, l'atterraggio pesante, il superamento dei limiti e il successivo cedimento del carrello principale destro.

Non risulta vi sia stata alcuna chiamata di *go around* da parte degli altri piloti. Il copilota si stava facendo guidare dal Capo Equipaggio e aveva estrema fiducia nelle capacità di valutazione del collega più esperto, il Pilota Operatore di Sistema (POS) non interveniva in quanto

meno esperto, nella convinzione che i piloti seduti ai comandi avessero già gestito situazioni simili. Il Capo Equipaggio, non riteneva una riattaccata sicura a causa dei ripetuti avvisi inerenti la possibile presenza di elementi ostili presso i villaggi vicini all'aeroporto.

Nel caso di riattaccata, infatti, il velivolo avrebbe sorvolato tali zone a una velocità e quota molto basse, diminuendo di gran lunga i margini di sicurezza.

In un contesto operativo e ambientale particolarmente ostile, l'equipaggio si trovava sottoposto a una serie di condizioni:

- necessità di minimizzare l'esposizione al fuoco avversario, potenzialmente letale per l'equipaggio e i passeggeri, con conseguente rapidità della manovra di atterraggio e opzione *go around* da considerarsi effettuabile solo se inevitabile;
- somma di fattori di stress, quali la citata minaccia e la saturazione indotta dalle comunicazioni, ivi comprese quelle relative al malessere del passeggero che, insistentemente reiterate, non venivano percepite quali conseguenze di normali disturbi dei passeggeri (chinetosi), bensì ascrivibili a fattispecie più rilevanti e urgenti;
- sentiero ripido con conseguente minor possibilità di consolidare le condizioni di atterraggio utilizzate in un sentiero normale.

## CONCLUSIONI

La somma delle condizioni citate ha generato una condizione di *overload* in cui il pilota, nel pochissimo tempo a disposizione, è stato vittima di un'errata percezione dell'altezza del velivolo che lo ha indotto ad agire sulle manette in modalità standard e routinaria.

In realtà tale azione, avvenendo in anticipo, per quanto nell'ordine di meno di un secondo, ha generato un subitaneo incremento del rateo di discesa ben oltre i limiti, che ha causato un contatto non sopportabile dal carrello.

In aggiunta, detto contatto è avvenuto inizialmente solo su una gamba di forza, cosa di per sé non anormale, ma nel caso di specie moltiplicatrice degli effetti.

In definitiva l'incidente è ascrivibile a una falsa percezione di quota, verosimilmente indotta dalla contemporanea presenza di molteplici fattori di stress, che si è tradotta nell'anticipato posizionamento delle manette in *Ground Range*, che a sua volta ha generato un eccessivo rateo di discesa e la conseguente rottura del carrello destro al contatto.

False percezioni, determinate dalla somma di fattori locali possono, infatti, portare alla saturazione in presenza di elementi aggiuntivi, momenti nei quali spesso gli altri membri equipaggio tendono a sottovalutare il lavoro altrui e le problematiche che si vengono a creare perché non ne conoscono a fondo le peculiarità e/o difficoltà.

Al fine di facilitare la prevenzione di episodi simili o uguali a quelli che hanno causato l'incidente sono state implementate le seguenti azioni mitigatorie:

### a. nei manuali:

- una procedura specifica che tratti nel dettaglio i parametri e i criteri per facilitare l'esecuzione di un avvicinamento ripido (*steep approach*) iniziato da un qualsiasi punto del circuito di traffico a vista;
- un parametro di riferimento standard per l'individuazione dell'ultima porzione di pista utile per spostare l'*aim point* e il conseguente ultimo punto di contatto accettabile per l'atterraggio in piena sicurezza;

### b. nei briefing:

- i criteri di intervento da parte degli altri membri dell'equipaggio durante le fasi finali del volo/avvicinamento/atterraggio allo scopo di limitare all'essenziale intromissioni che, pur lodevoli nelle intenzioni, di fatto si traducono in possibile *overload* e/o distrazione;
- una speciale enfasi sugli errori di percezione e sulla somma degli *stressors* per gli equipaggi che si trovino a operare in scenari operativi;
- non esitare a riattaccare, definendo in anticipo alcune casistiche limite e utilizzando sempre i manuali e le *checklist* a disposizione.



# News dalla Redazione

Rivista n° 359/2023



## 3° CORSO "INVESTIGATORE"

Organizzato e gestito dall'Istituto Superiore per la Sicurezza del Volo, il 3° Corso "Investigatore" quest'anno ha visto protagonisti 17 ufficiali qualificati SV (appartenenti a vari Reparti dell'Esercito, Marina, Aeronautica, Guardia di Finanza e Vigili del Fuoco) coinvolti nell'apprendimento delle tecniche di investigazione. La parte teorica del corso, della durata di due settimane, è iniziata il 18 settembre a Roma e si è conclusa il 29 settembre con la somministrazione del test *multiple choice* tramite la piattaforma Moodle. Durante il corso sono stati svolti due Moduli di Investigazione Pratica (MIP) a Pratica di Mare e Villafranca che

prevedevano l'applicazione sul "campo" di quanto appreso dai frequentatori nelle settimane precedenti: due scenari di incidenti aerei creati a scopo didattico, uno riguardante un aeromobile ad ala fissa e l'altro ad ala rotante.

## SEMINARIO COMANDANTI

Il 25 ottobre presso la sala Ajmone Cat di Palazzo AM si è svolto il Seminario per la Sicurezza del Volo riservato ai Comandanti dei reparti operativi.

Dopo l'intervento del Capo di Stato Maggiore dell'Aeronautica, Gen. S.A. Luca Goretti, l'incontro si è svolto affrontando numerosi argomenti orbitanti attorno al tema del *Flight Safety Management System*.



stata discussa la complessità e illustrate le sfide di una cultura per la sicurezza del volo che sia pienamente integrata nei processi operativi dell'intera organizzazione.

## DEFENCE AVIATION SAFETY 2023

Il 2 e il 3 di ottobre, a Londra (UK), ha avuto luogo il *Defence Aviation Safety 2023*, una conferenza sponsorizzata dal *Safety Center* della *Royal Air Force* (RAF) britannica, specificamente incentrato sul tema della *safety* nell'aviazione militare.

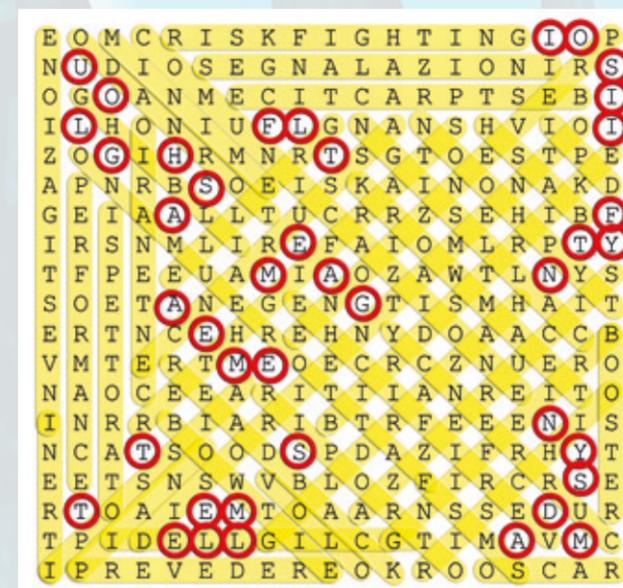
L'Ispettore per la Sicurezza del Volo e il Capo Ufficio Investigazione hanno relazionato sul tema della trasformazione della sicurezza del volo, anche nel settore della manutenzione, avvenuta negli ultimi anni.

Partendo dalle iniziative sul tema recentemente intrapreso dall'Aeronautica Militare, con particolare riferimento al *Flight Safety Management System*, è

## EUROPEAN AIR ACCIDENT INVESTIGATION GROUP (EAAIG)

Dal 16 al 18 ottobre, il 3° Stormo di Villafranca ha ospitato la riunione dell'EAAIG a cui hanno partecipato Belgio, Francia, Germania, Italia, Paesi Bassi, Regno Unito e Spagna. Nel corso della riunione, i relatori hanno potuto illustrare l'approccio alle tematiche SV adottate dai propri Paesi, dal quale sono emerse le peculiarità di ciascuna Nazione.

L'incontro è stato particolarmente proficuo per la firma congiunta della "*Investigator's Operating Guidance*" (IOG), una pietra miliare verso la standardizzazione internazionale in quei casi di incidente aereo nei quali sono coinvolte più Nazioni.



## CRUCIPUZZLE DELLA RIVISTA 355/2023

Pubblichiamo i nomi dei primi tre lettori che, in ordine temporale, hanno completato il crucipuzzle indovinando la frase nascosta: "**Io uso il Flight Safety Management System dell'AM**".



LGT PIERO MASCIULLI



1°LGT MARCO BERTOLUTTI



MIRKO ALBANESE

## Il Nostro Obiettivo

*Diffondere i concetti fondanti la Sicurezza del Volo, al fine di ampliare la preparazione professionale di piloti, equipaggi di volo, controllori, specialisti e di tutto il personale appartenente a organizzazioni civili e militari che operano in attività connesse con il volo.*

### Nota di Redazione

I fatti, i riferimenti e le conclusioni pubblicati in questa rivista rappresentano l'opinione dell'autore e non riflettono necessariamente il punto di vista della Forza Armata. Gli articoli hanno un carattere informativo e di studio a scopo di prevenzione, pertanto non possono essere utilizzati come documenti di prova per eventuali giudizi di responsabilità né fornire motivo di azioni legali.

Tutti i nomi, i dati e le località citati non sono necessariamente reali, ovvero possono non rappresentare una riproduzione fedele della realtà in quanto modificati per scopi didattici e di divulgazione.

Il materiale pubblicato proviene dalla collaborazione del personale dell'A.M., delle altre Forze Armate e Corpi dello Stato, da privati e da pubblicazioni specializzate italiane e straniere edite con gli stessi intendimenti di questa rivista.

Quanto contenuto in questa pubblicazione, anche se spesso fa riferimento a regolamenti, prescrizioni tecniche, ecc., non deve essere considerato come sostituto di regolamenti, ordini o direttive, ma solamente come stimolo, consiglio o suggerimento.

### Riproduzioni

È vietata la riproduzione, anche parziale, di quanto contenuto nella presente rivista senza preventiva autorizzazione della Redazione.

Le Forze Armate e le Nazioni membri dell'AFFSC(E), *Air Force Flight Safety Committee (Europe)*, possono utilizzare il materiale pubblicato senza preventiva autorizzazione purché se ne citi la fonte.

### Distribuzione

La rivista è distribuita esclusivamente agli Enti e Reparti dell'Aeronautica Militare, alle altre FF.AA. e Corpi dello Stato, nonché alle Associazioni e Organizzazioni che istituzionalmente trattano problematiche di carattere aeronautico.

La cessione della rivista è a titolo gratuito e non è prevista alcuna forma di abbonamento. I destinatari della rivista sono pregati di controllare l'esattezza degli indirizzi, segnalando tempestivamente eventuali variazioni e di assicurarne la massima diffusione tra il personale.

Le copie arretrate, ove disponibili, possono essere richieste alla Redazione.

### Collaborazione

Si invitano i lettori a collaborare con la rivista, inviando articoli, lettere e suggerimenti ritenuti utili per una migliore diffusione di una corretta cultura "S.V.".

La Redazione si riserva la libertà di utilizzo del materiale pervenuto, dando a esso l'impostazione grafica ritenuta più opportuna ed effettuando quelle variazioni che, senza alterarne il contenuto, possa migliorarne l'efficacia ai fini della prevenzione degli incidenti. Il materiale inviato, anche se non pubblicato, non verrà restituito.

È gradito l'invio di articoli, possibilmente corredati da fotografie/illustrazioni, al seguente indirizzo di posta elettronica:

[rivistasv@aeronautica.difesa.it](mailto:rivistasv@aeronautica.difesa.it).

In alternativa, il materiale potrà essere inviato su supporto informatico al seguente indirizzo:

Rivista Sicurezza del Volo – Viale dell'Università 4, 00185 Roma.



# ISPETTORATO PER LA SICUREZZA DEL VOLO

## Ispettore

tel. 600 5429

## Segreteria

Capo Segreteria

tel. 600 6646 / fax 600 6857

## 1° Ufficio Prevenzione

Capo Ufficio

tel. 600 6048

1ª Sezione Attività Conoscitiva e Supporto Decisionale tel. 600 6661

Psicologo SV tel. 600 6645

2ª Sezione Gestione Sistema SV tel. 600 4138

3ª Sezione Analisi e Statistica tel. 600 4451

4ª Sezione Gestione Ambientale ed Equipaggiamenti tel. 600 6649

## 2° Ufficio Investigazione

Capo Ufficio

tel. 600 5887

1ª Sezione Velivoli da Combattimento tel. 600 6647

2ª Sezione Velivoli da Supporto e APR tel. 600 5607

3ª Sezione Elicotteri tel. 600 6754

4ª Sezione Fattore Tecnico tel. 600 3374

5ª Sezione Air Traffic Management tel. 600 3375

## 3° Ufficio Giuridico

Capo Ufficio

tel. 600 5655

1ª Sezione Normativa tel. 600 6663

2ª Sezione Consulenza tel. 600 4494

# ISTITUTO SUPERIORE PER LA SICUREZZA DEL VOLO

## Presidente

tel. 600 5429

## Segreteria Corsi

Capo Segreteria Corsi

tel. 600 6329 / fax 600 3697

## Ufficio Formazione e Divulgazione

Capo Ufficio

tel. 600 4136

1ª Sezione Formazione e Corsi SV tel. 600 5995

2ª Sezione Rivista SV tel. 600 7967

3ª Sezione Studi, Ricerca e Analisi tel. 600 4146

passante commerciale 06 4986 + ultimi 4 numeri  
e-mail Ispettorato S.V.: [sicurvolo@aeronautica.difesa.it](mailto:sicurvolo@aeronautica.difesa.it)  
e-mail Istituto Superiore S.V.: [aerosicurvolostsup@aeronautica.difesa.it](mailto:aerosicurvolostsup@aeronautica.difesa.it)  
e-mail Rivista Sicurezza del Volo: [rivistasv@aeronautica.difesa.it](mailto:rivistasv@aeronautica.difesa.it)