

Aeronautica Militare

Sicurezza del Volo

N. 280 luglio/agosto 2010

Periodico di informazione e prevenzione S.V.



Colui che non **prevede** le cose **lontane**, si espone ad infelicità **ravvicinate**

(Confucio)



All'interno la "Relazione S.V. 2009"

postatarget magazine
RMA NAZ/129/008
Posteitaliane

Controlli Non Distruttivi

... un insieme di tecniche di indagine non invasiva in grado di fornire indicazioni sullo "stato difettologico" di un prodotto senza danneggiarlo e consentendo il suo pronto reimpiego...

OBIETTIVO

Contribuire ad aumentare la preparazione professionale degli equipaggi di volo, degli specialisti e, in genere, del personale dell'A.M., al fine di prevenire gli incidenti di volo e quant'altro può limitare la capacità di combattimento della Forza Armata.

I fatti, i riferimenti e le conclusioni pubblicati in questa rivista rappresentano solo 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: essi, pertanto, non possono essere utilizzati come documenti di prova per eventuali giudizi di responsabilità né fornire, essi stessi, motivo di azioni legali. Tutti i nomi, i dati e le località, eventualmente citati, sono fittizi e i fatti 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

E' vietata la riproduzione, anche parziale, di quanto contenuto nella presente rivista senza preventiva autorizzazione da richiedersi per iscritto alla Redazione.

Le Forze Armate e le Nazioni membri del 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 ad inviare articoli, lettere e critiche in quanto solo con la diffusione delle idee e delle esperienze sul lavoro si può divulgare la corretta mentalità della sicurezza del volo.

Il materiale inviato, manoscritti, disegni, fotografie, anche se non pubblicati, non si restituiscono.

La Redazione si riserva la libertà di utilizzo del materiale pervenuto dando ad esso l'impostazione grafica ritenuta più opportuna nonché effettuando quelle variazioni che, senza alterarne il contenuto, possano migliorarne l'efficacia ai fini della prevenzione degli incidenti.

E' gradito l'invio degli articoli unitamente alle fotografie/illustrazioni (per foto digitali è richiesta la definizione minima di 300 dpi o 120 pixel/cm) su supporto informatico (CD/DVD) oppure inoltrando i testi, redatti in formato .TXT o .DOC, anche a mezzo INTERNET al seguente indirizzo di posta elettronica: rivistasv@aeronautica.difesa.it.

Al fine della successiva corresponsione del compenso di collaborazione, si invita ad inviare, unitamente agli articoli, anche i seguenti dati: codice fiscale, aliquota IRPEF massima applicata, Ente amministrante, domicilio, recapito telefonico e coordinate bancarie IBAN.



Periodico Bimestrale
fondato nel 1952 edito da:

Aeronautica Militare

ISTITUTO SUPERIORE
PER LA SICUREZZA DEL VOLO
Viale dell'Università, 4
00185 ROMA

Redazione:
tel. 06 4986 6648 – 06 4986 6659
fax 0649866857

e-mail: rivistasv@aeronautica.difesa.it
www.aeronautica.difesa.it/editoria/rivistasv

Direttore Editoriale
Gen. B.A. Luca VALERIANI

Direttore Responsabile
Col. Pil. Enrico GARETTINI

Vice Direttore
Ten. Col. CTA Antonino FARUOLI

Redazione, Grafica e Impaginazione
Annamaria MACCARINI
Anna Emilia FALCONE
M.Ilo Alessandro CUCCARO
Serg. Magg. Stefano BRACCINI

Tiratura:
n. 7.000 copie
Registrazione:
Tribunale di Roma n. 180 del 27/03/1991
Stampa:
Fotolito Moggio - Roma - Tel. 0774381922

Chiuso il 31/08/2010



Foto:
"Troupe Azzurra",
"Redazione S.V."



In copertina:
Velivoli F-2000A
in formazione con la
Pattuglia Acrobatica
Nazionale

Realizzazione:
Stefano Braccini



2



14



26

Indice

Filosofia della Sicurezza Volo

2 Relazione S.V. 2009
✍ M.Ilo 1^a Cl. Salvatore Di Pierno

Attività di prevenzione nel Campo Manutentivo

14 Controlli Non Distruttivi
✍ Magg. Fabrizio De Paolis

Incidenti e Inconvenienti di Volo

26 Un evento di pericolo mai raccontato
✍ Sost. Commissario Francesco Corigliano

32 Inconvenienti di Volo significativi
✍ La Redazione

Rubriche

38 Saluti

40 Dalla Redazione

M.Ilo 1^a Cl.
Salvatore Di Pierno

Relazione

S.V.

2009

UN UNICO DATO RESTA NEGATIVO: LA TENDENZA NEL QUINQUENNIO DEGLI INCIDENTI GRAVI CHE PERSISTE IN LEGGERA SALITA AD INDICARCI CHE NON È STATO FATTO ABBASTANZA, CHE LA STRADA È ANCORA LUNGA ED ARDUA, CHE NON SI DEVE ABBASSARE LA GUARDIA.



Relazione S.V. 2009

RELAZIONE S.V. 2009

Nell'anno 2009 si sono verificati 4 incidenti di volo che hanno comportato un rateo incidenti di 0,44 per 10 mila ore di volo, rispetto al dato di 0,68 del 2008. Il rateo incidenti gravi è sceso dallo 0,57 allo 0,11; l'unico incidente grave ha causato 5 vittime e la perdita del velivolo. Il 2009 ha rappresentato un anno interlocutorio per la Sicurezza Volo in A.M..

Interlocutorio perché nonostante i dati statistici siano positivi e nonostante si sia avuta la tanto attesa inversione di tendenza rispetto agli ultimi 5 anni, il grave incidente occorso ad un KC130J della 46ª B.A. ha oscurato i benefici di un anno in controtendenza positiva. Questo perché siamo di fronte ad un evento eccezionalmente grave dal punto di vista, di perdite di vite umane ed anche per il contraccolpo negativo che esso genera, per le circostanze che ne hanno permesso il verificarsi, sul piano del morale, della fiducia e della crescita del Personale. Si

accennava ad un'inversione di tendenza rispetto agli ultimi cinque anni; inversione ricercata, auspicata e, nei fatti, ottenuta ed ora per il 2010 ci si deve impegnare per confermare la tendenza al calo degli incidenti.

I numeri sono indubbiamente confortanti; non positivi, ma confortanti se confrontati all'anno 2008: meno incidenti con relativi ratei in deciso miglioramento ed anche nel medio lungo periodo le linee di tendenza indicano trend positivi. Un unico dato (ma è fondamentale) resta negativo: la tendenza nel quinquennio degli incidenti gravi che persiste in leggera salita ad indicarci che non è stato fatto abbastanza, che la strada è ancora lunga ed ardua, che non si deve abbassare la guardia. Ed in questo senso il raffronto con le altre aeronautiche ci dà le proporzioni di quanto meglio si possa e si debba fare.

Gli incidenti del 2009 nella loro analisi ci confermano con forza due elementi:

- la diminuzione di ore di volo dedicate all'addestramento inci-

de in maniera rilevante nell'acuire certe aree di rischio, emblematico da questo punto di vista è l'incidente occorso ai due Tornado del 6° Stormo;

- l'ORM ed il CRM (come già segnalato nella relazione statistica 2008) sono lungi dall'essere completamente implementati in Forza Armata.

Infatti i processi decisionali sistematici finalizzati al miglioramento della prestazione individuale e collettiva propri del risk management, non hanno ancora trovato la loro piena e completa applicazione lasciando scoperte aree di rischio ed evidenziando zone grigie. L'incidente occorso al KC130 J della 46ª B.A. è un esempio evidentissimo di quanto appena rilevato e, nella sua tragicità, è un indice chiaro ed indiscutibile che si deve investire di più in questa direzione.

Questi due elementi, quindi, ci indicano con precisione che le poche risorse a disposizione del management debbono essere indirizzate per aumentare, per quanto possibile, l'addestramento del personale e per mettergli a disposizione gli strumenti necessari a mantenere un'alta operatività in sicurezza. Un'esempio è la linea elicotteri che conferma il più alto rateo di incidenti tra tutte le linee dell'A.M. infatti, benché non si siano ripetuti i disastrosi eventi degli ultimi anni e non vi siano state perdite di vite umane resta la linea più esposta e ciò deve far prendere coscienza a quanti sono utilizzatori o impiegati nel management, che la stessa rappresenta un settore della Forza Armata che per sua caratteristica necessita di particolare attenzione e risorse, poiché è massicciamente impiegata fuori dai confini nazionali. Il fattore umano in tutti gli incidenti 2009 è stato, come non mai, determinante. In tutti gli incidenti ha avuto un peso predominante rispetto ad altri fattori che sono risultati pressoché ininfluenti.

SINTESI DEGLI INCIDENTI OCCORSI NEL 2009

N° 1/2009 – A-200A, 6-05-2009

Dopo il decollo in coppia di due velivoli A200A, durante la fase di deconfigurazione, a seguito della deselegazione del post-bruciatore del velivolo leader, i velivoli entravano in contatto con le estremità alari a causa delle diverse velocità in fase di ricongiungimento.

A seguito della collisione, i due velivoli separatisi per effettuare, a quota di sicurezza, una prova di controllabilità successivamente, si portavano all'atterraggio da lungo finale che avveniva senza ulteriori inconvenienti i danni risultavano riparabili con interventi di 2° Livello Tecnico.

N° 2/2009 – U-208M, 3-07-2009

La missione prevedeva un volo di trasferimento dall'aeroporto di Piacenza a quello di Cameri e l'addestramento di un pilota in fase di transizione sul velivolo SIAI 208M. Dopo aver effettuato un "tocca e riparti", il velivolo si presentava in finale per atterrare definitivamente.



Particolare dell'incivolo A200A

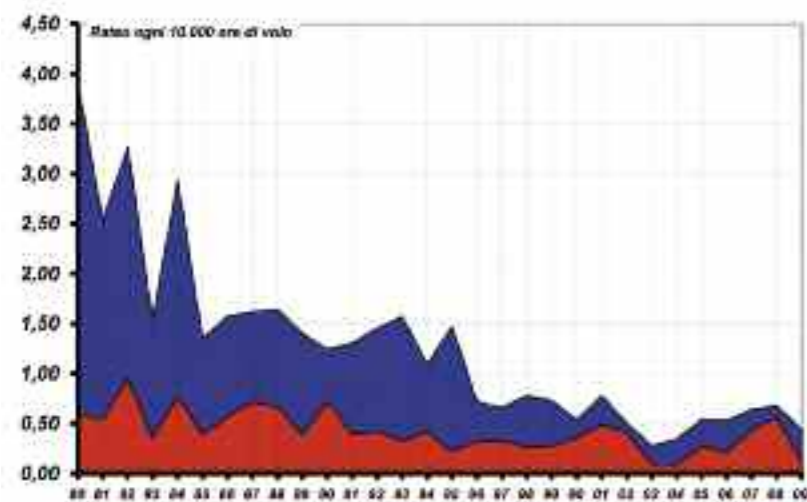
La manovra di atterraggio era condotta correttamente con parametri di volo adeguati. In cortissimo finale in fase di richiamata finale, si verificava lo "sprofondamento" del velivolo che lo portava ad un contatto con la pista anticipato rispetto al previsto, appena prima del cavo di arresto (Bliss Bak), contemporaneamente sulle tre ruote.

In questa fase, l'urto del carrello

anteriore con il cavo d'arresto ne provocava il cedimento, con progressivo arretramento della gamba e conseguente abbassamento del muso e successivo contatto dell'elica con la pista di volo. Il velivolo terminava la propria corsa riportando danni visibili all'elica ed alla parte inferiore del muso. L'equipaggio applicava la manovra di abbandono rapido uscendo incolume dall'aereo.



Particolare dell'incivolo S208M



Incidenti di Volo Totali, Gravi periodo 1980- 2009

Relazione S.V. 2009

N° 3/2009 – TH500B, 8-10-2009

Nel corso delle prove a terra successive ad una ispezione 300 ore, con i giri al 102% di N2 avveniva il repentino ed improvviso innalzamento da terra dell'elicottero con un assetto molto cabrato. Il pilota ipotizzando una avaria meccanica all'assieme dei leverismi del comando rotore chiudeva la manetta motore posta sul comando collettivo cercando di mantenere la direzione con la pedaliera. Nella brusca discesa il pattino di coda ed il rotore di coda urtavano la superficie in cemento della piazzola riportando danni riparabili al secondo livello tecnico.

N° 4/2009 – KC130J, 23-11-2009

Durante l'esecuzione di un "maximum effort take off" condotto in ambito addestrativo per simulare condizioni operative estreme, appena dopo il decollo, l'equipaggio impostava una manovra con virata a sinistra in salita con un bank di circa 20° ed un deciso



Particolare dell'incivolo TH500B

intervento di pedaliera sinistra atto ad incrementare il rateo di virata, ma che induceva anche un elevato "side slip" sinistro.

Dopo circa 90° di virata, una condizione di vento sempre più sfavorevole, la bassa GS/CAS e l'elevata resistenza aerodinamica del velivolo nelle suddette condizioni di side slip provocavano uno stallo del piano verticale di coda (fin stall). Nel tentativo di uscire da tale condizione, alla quota di circa 400 feet,

l'equipaggio effettuava una repentina e temporanea riduzione di potenza che, in concomitanza con le mutate condizioni di vento, determinavano l'entrata del velivolo in una condizione di stallo dalla quale non era più possibile uscire prima dell'impatto al suolo nonostante i tentativi effettuati dall'equipaggio per riguadagnare un regime di volo stabile. Il velivolo si distruggeva nell'impatto incendiandosi e l'equipaggio decedeva sul colpo.



Particolare dell'incivolo KC130J

INCONVENIENTI DI VOLO
SITUAZIONE GENERALE

I numeri relativi agli Inconvenienti di Volo sono confortanti, essi sono in aumento e rappresentano il dato più consistente mai registrato, sia in termini di rateo sia in termini numerici e soprattutto, sono in aumento quelli a fattore umano, il rateo maggiore di sempre. Quindi dal punto di vista della diffusione della cultura S.V. sono dati incoraggianti che segnalano una positiva presa di coscienza da parte di tutti gli operatori del settore, basti pensare che dal 2000 al 2009 il rateo di segnalazione degli Inconvenienti di Volo (I.V.) è più che raddoppiato.

Positivo è il trend relativo al rateo delle segnalazioni a "fattore umano" che si propone in controtendenza rispetto agli ultimi anni, questo è un indice positivo perché conferma che anche la qualità delle segnalazioni va a migliorare.

L'aumento del "fattore umano",

però, oltre ad evidenziare una positiva predisposizione alla condivisione dell'inconveniente, quale valore assoluto, indica un persistere degli errori umani e, in particolare, di quelli legati all'addestramento o riconducibili ad uno scarso addestramento e questo lo si vedrà più avanti nell'analisi di dettaglio soprattutto per la linea aviogetti.

Così come l'aumento del rateo e del numero assoluto delle segnalazioni, a fattore tecnico sono il segnale che alcune linee iniziano ad accusare l'età (F-16A - A-200A - HH3F - UH-212) od un'intrinseca difettosità (T-260B).

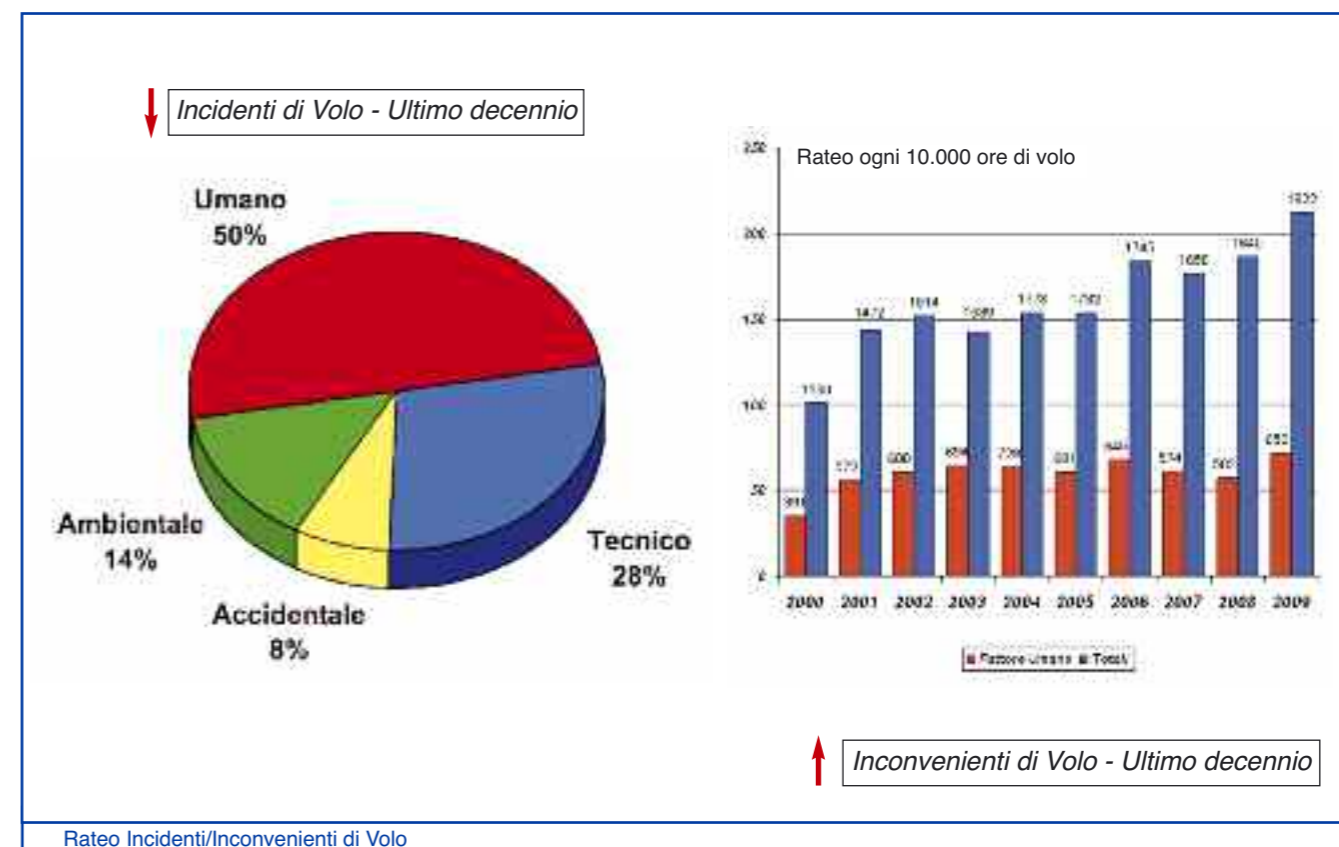
Il fattore umano negli incidenti degli ultimi 10 anni compare nel 50% dei casi mentre, negli I.V. del 2009 solo nel 31%, ciò a rimarcare la non corrispondenza tra i due valori e confermando una non completa predisposizione a segnalare il "fattore umano".

Su tale tendenza, aggravatasi negli ultimi due anni, dovranno

concentrarsi gli sforzi di tutti per sconfiggere probabili, diffuse "resistenze" ad una "just culture" di condivisione.

Di contro, un segnale incoraggiante nel senso sopra auspicato, è il deciso aumento degli I.V. ove il fattore umano è riconducibile a categorie non di volo che passano dal 22% del 2008 al 44% del 2009. Ciò dimostra un coinvolgimento più marcato di tutte le categorie all'affermazione della cultura S.V. ed una ricerca più approfondita e mirata delle cause profonde degli I.V..

Altro elemento che suscita attenzione è il birdstrike, nemico difficile da combattere e sempre più "invadente". Nonostante gli sforzi e le risorse investite è in sensibile aumento e provoca danni ingenti all'operatività oltre che rappresentare un pericolo costante per gli equipaggi. Probabilmente, tutta la tematica necessita di un approccio diverso, ancor più incisivo e strutturato.



Rateo Incidenti/Inconvenienti di Volo

INCONVENIENTI DI VOLO LINEA AVIOGETTI

Le segnalazioni di Inconvenienti di Volo relative alla linea aviogetti pervenute nel 2009, pari a 967, hanno subito un incremento di 125 unità su un monte ore pressoché invariato rispetto all'anno precedente evidenziando il trend positivo dell'ultimo triennio. Nel contempo l'analisi dei dati pervenuti dai singoli reparti, suddivisi per linea di volo, evidenzia, anche nel 2009, una sensibilità marcatamente disomogenea alla comunicazione che risulta, pertanto, suscettibile di notevoli miglioramenti. Le percentuali di riferimento degli I.V. a fattore umano (Fig. 1) rappresentano il 31% con una diminuzione di 3 punti percentuali, il 50% a fattore tecnico, il 5% a fattore ambientale, accidentale 10% e imprecisato 4%, valori questi ultimi che si scostano lievemente rispetto all'anno 2008. Nonostante la flessione nel valore percentuale generale del fattore umano, l'analisi dei singoli fattori relativi all'area equipaggio (62%)

unitamente all'aumento dal 25% al 33% del fattore umano negli Inconvenienti di Volo Gravi (Fig. 2) fa emergere il significativo e preoccupante incremento degli eventi riconducibili a:

- *Addestramento;*
- *C.R.M.;*
- *Mancata applicazione delle procedure;*
- *Errore di percezione/S.A..*

Ed, ancora, anche se con un aumento meno marcato:

- *Omissione/disattenzione;*
- *Errore di decisione;*
- *Supervisione;*
- *Processi organizzativi e cultura S.V..*

Questi dati sono riscontrabili in diversa misura (Fig. 3) anche nell'area manutenzione (17%) e Controllo del Traffico Aereo (14%). In un contesto di critica e cronica limitazione delle risorse risulta essenziale accrescere la consapevolezza che la riduzione della atti-

ività addestrativi rappresenta una importante condizione latente al verificarsi di eventi in cui possa essere inficiata la Sicurezza del Volo. Nel contempo, questa condizione non permette di identificare temporalmente il momento di massima criticità in quanto legata ad una molteplicità di fattori correlati alla realtà contingente dei singoli reparti in termini di:

- *Distribuzione livelli di esperienze/qualifiche;*
- *pianificazione avvicendamenti del personale;*
- *qualità dell'addestramento pregresso.*

Risulta, pertanto, determinante una tempestiva ed accurata identificazione delle aree di rischio ed una sempre più scrupolosa attività di supervisione. A tal proposito risultano importanti linee guida ai fini della prevenzione:

- L'implementazione dei principi di ORM in tutti i settori che contribuiscono alla gestione della attività operativa;
- "Risk Assessment" commisurando i livelli addestrativi agli impegni operativi;
- Approfondita e diffusa "Just Culture" a tutti i livelli;

- Cultura della comunicazione S.V.;
- Sensibilizzazione dei cosiddetti "Key Role Players": Comandanti di Gruppo e Ufficiali S.V.;
- Conoscenza diretta delle problematiche dei Reparti attraverso sopralluoghi e l'attività di volo degli Ufficiali S.V. a tutti i livelli;
- Monitoraggio periodico del livello e della qualità dell'addestramento.

Relativamente al rateo del fattore causale tecnico per sistema interessato sono rilevanti i seguenti dati:

- AMX - una drastica riduzione degli eventi che interessano il sistema avionico, idraulico, carrello e motore con la principale difettosità nell'area "avionica";
- A200 - aumento delle problematiche inerenti il sistema elettrico e combustibile e diminuzione di quelle che interessano il sistema avionico e idraulico e la conferma della criticità delle aree "motore" e "carrello";
- F16 - drastica riduzione dei problemi al motore e aumento di quelli al sistema avionico;
- EF2000 - drastico aumento degli inconvenienti al sistema avionico, combustibile, pressurizzazione e motore.

INCONVENIENTI DI VOLO LINEE CONVENZIONALI

Il numero degli Inconvenienti di Volo "segnalati" delle linee convenzionali, pari a 604, rappresenta più del 31% del totale degli inconvenienti emessi (1922) nell'anno 2009. Il dato rispecchia un notevole aumento rispetto all'anno precedente (466), con un'attività di volo di poco superiore a quella del 2008 (poco meno del 2% in più) e che rappresenta circa il 43% del totale delle ore volate dalla Forza Armata. Questo dimostra come la sensibilità sulla cultura S.V. continui ad aumentare e come si riesca a valorizzare il contributo dello strumento I.V. e della sua efficacia ai fini della prevenzione. La percentuale dell'area Fattore Umano è rimasta essenzialmente invariata, fermandosi a circa il 23% sul totale degli inconvenienti, contestualmente si riscontra però una rilevanza maggiore di tale fattore negli inconvenienti gravi e negli incidenti verificatisi.

L'analisi delle segnalazione degli inconvenienti a fattore umano evidenzia una riduzione degli eventi dovuti a problemi "intracockpit"

dimostrando come l'implementazione dei principi del CRM sia uno dei fattori fondamentali per operare in sicurezza.

Il miglioramento apportato con l'implementazione dei corsi CRM però non basta, diventa essenziale accrescere la consapevolezza che l'individuazione delle aree di rischio ed una puntuale e scrupolosa supervisione, rimangono gli strumenti più importanti per gestire l'attività operativa dei reparti.

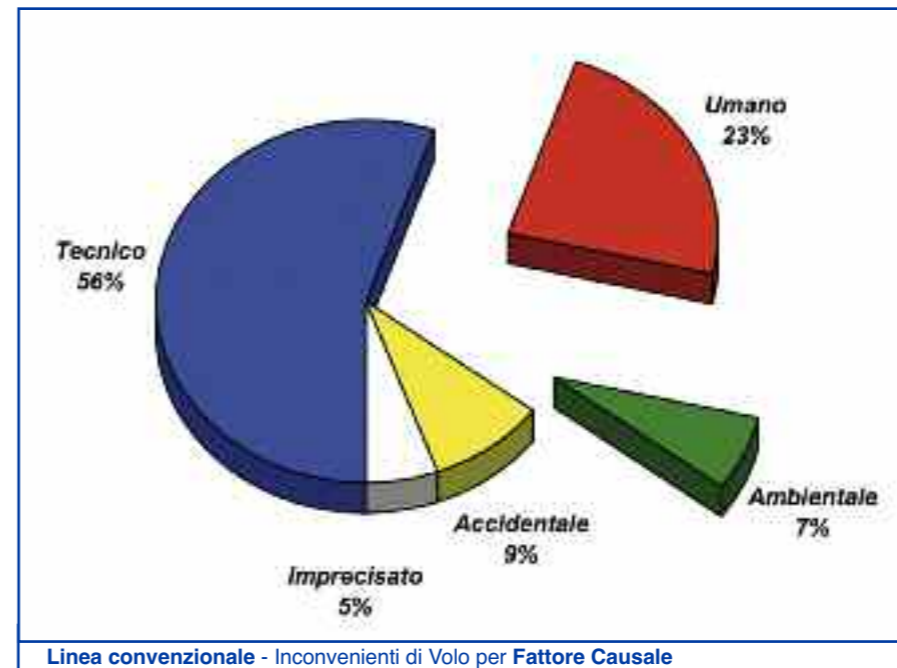
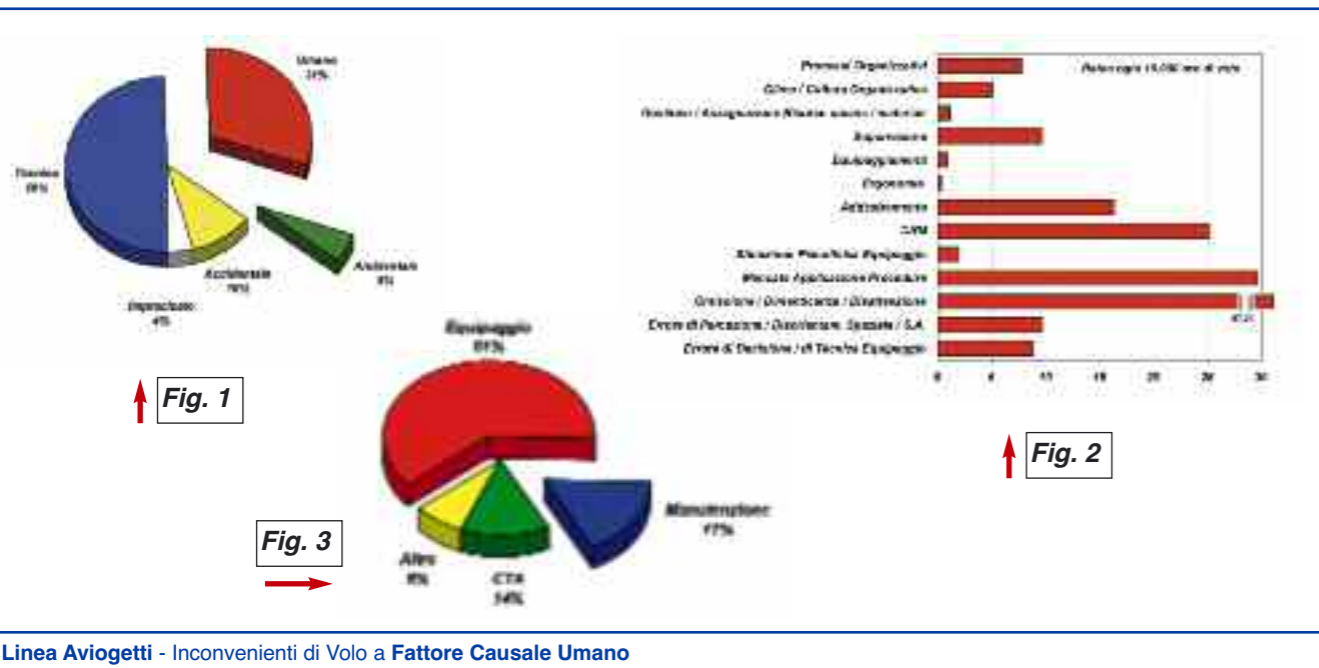
Tempi ristretti, pressione operativa e superficialità continuano ad essere le cause sempre presenti nell'attività quotidiana che inducono il personale a non rispettare le procedure previste o ad avere cali d'attenzione e S.A. provocando, spesso, una canalizzazione dell'attenzione sul task assegnato con la conseguenza di incorrere in omissioni, dimenticanze ed errori. In questo ambito l'attività di supervisione e di tutela degli equipaggi verso "pressioni" provenienti dall'ambiente circostante è parte essenziale di una doverosa azione di comando improntata all'"operatività in sicurezza".

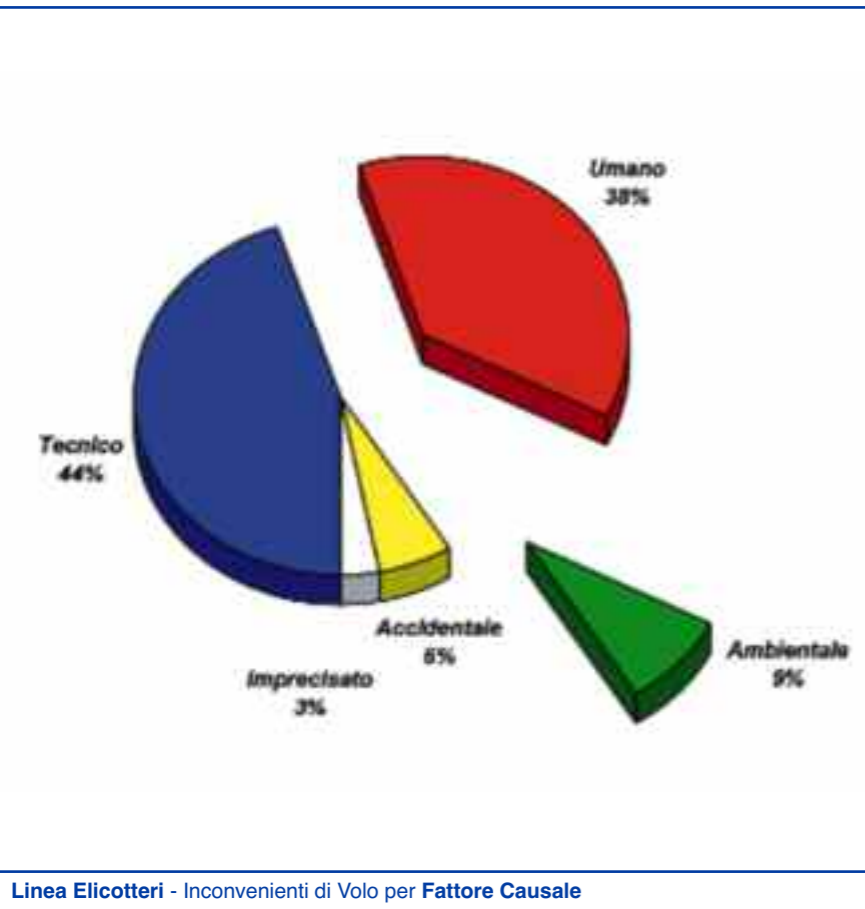
Il Fattore Tecnico, pari al 56% degli inconvenienti delle linee convenzionali (58% nel 2008), anche quest'anno risulta essere un dato superiore a quello delle altre linee ed ha visto fra i sistemi maggiormente interessati i seguenti:

- *Motore;*
- *Carrello;*
- *Impianto elettrico;*
- *Strumenti volo.*

Tale fattore è senz'altro influenzato da un utilizzo delle macchine in situazioni ambientali e logistiche anche estreme, come l'attività svolta nelle Operazioni Fuori dei Confini Nazionali, che portano senza dubbio ad una maggiore usura dei componenti ed a un carico maggiore di lavoro presso i GEA interessati.

Il Fattore Ambientale, pari al 7%, mantiene sostanzialmente il





appena accennato, del logorante impiego fuori area. Permane invece il predominio del fattore umano nella linea TH-500B in utilizzo presso il 72° Stormo che, a fronte di una buona affidabilità della macchina, risente come già evidenziato negli anni scorsi dell'interazione tra il personale istruttore ed il personale in addestramento. Se in un reparto operativo il numero ristretto degli equipaggi permette una buona gestione delle attività di cabina e l'impiego delle regole auree del CRM, ciò è difficilmente gestibile in un reparto con un forte transito di personale in addestramento.

Se da una parte le compagnie civili sopperiscono all'abbinamento sempre diverso degli equipaggi con una forte standardizzazione delle procedure e con un pregresso addestramento alle attività di cabina con sessioni al simulatore, ciò non è possibile in una scuola volo dedicata all'addestramento di personale di varia provenienza e formazione professionale. In relazione agli inconvenienti dovuti ai casi di "overtorque" e superamento giri rotore verificatisi nell'anno precedente si osserva che, grazie alla analisi del fattore causale ed alle azioni messe in atto dal 72° Stormo, gli stessi si sono completamente azzerati evitando la necessità di revisione delle macchine e la conseguente riduzione di ore disponibili. Per gli altri utilizzatori dell' TH-500B, Centro Sperimentale Volo, Centro Volo a Vela, Squadriglia Linate, Salto di Quirra, 9° Stormo ed i Centri del 15° Stormo, le segnalazioni sono in prevalenza legate all'impatto con volatili ed alla rilevazione di "chip" negli olii di lubrificazione. Quest'ultimo aspetto, riscontrabile su tutta la linea TH-500B e dovuto nella maggior parte dei casi a particelle non significative, si è rivelato ininfluente ai fini dell'attività.

INCONVENIENTI DI VOLO LINEA ELICOTTERI

Negli Inconvenienti di Volo della linea elicotteri il fattore umano ed il fattore tecnico coprono l'82% del totale. Il fattore umano si palesa in ogni caso al di sopra della media dell'A.M., confermando quella che è la predominante influenza di questo fattore negli incidenti di volo dell'ultimo decennio dove è stata la causa determinante nel 50% degli eventi.

In campo tecnico si riscontra il fisiologico aumento dei casi dovuti all'invecchiamento delle linee, al ricorso alla cannibalizzazione e alla difficoltà nella gestione delle parti di ricambio. La predominanza del fattore tecnico è evidente nella linea HH-3F e nella linea UH-212A che risentono, oltre a quanto

rateo dell'anno precedente (6%) anche se ancora vi è una certa sensibilità verso il "bird strike".

La percentuale rimanente è composta da un 9% attribuibile al Fattore Accidentale ed un 5% a Fattore Imprecisato. Nella categoria "convenzionali" rientrano inoltre i dati relativi agli apparecchi a pilotaggio remoto.

L'anno appena trascorso ha visto un aumento delle ore volate di quasi il 7% rispetto all'anno precedente, ed un numero di Inconvenienti di Volo segnalati pari a 28; di questi il 56% risulta a fattore tecnico (in linea con le percentuali riportate dai restanti vettori delle linee convenzionali) ed il 25% a fattore umano, con una preponderanza di eventi (42%) caratterizzati dalla incorretta applicazione delle procedure previste.

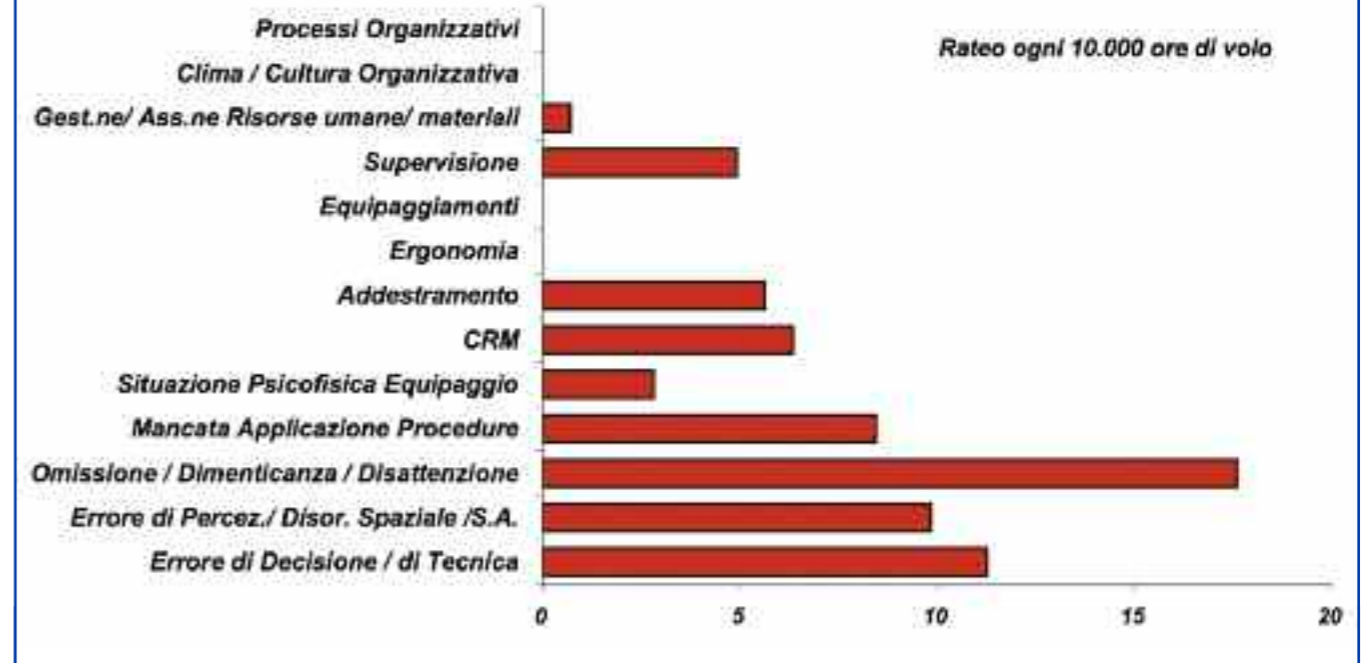


Fig. 4 - Linea Elicotteri - Inconvenienti di Volo per Fattore Causale Umano

ANALISI DELLE SEGNALAZIONI A FATTORE UMANO

Si osserva che il 71% degli inconvenienti a Fattore Umano è da riferire all'equipaggio, un 17% alla manutenzione e un 4% al controllo del traffico (Fig. 4).

Nonostante un predominante numero di segnalazioni legate all'equipaggio è interessante notare che le osservazioni espresse nel 2008 sono state ben implementate.

Ricordiamo che nell'anno precedente ben il 96% degli inconvenienti a fattore umano era da riferire al solo equipaggio.

Un risultato che poneva molti quesiti sulla efficace analisi degli eventi e che riconduceva gli inconvenienti a semplici mancanze degli attori all'interno della cabina di pilotaggio. Qualcosa sta cambiando e si osserva che l'opera di sensibilizzazione da parte dei responsabili dell'area tecnico operativa dei reparti a diffondere la spontanea partecipazione del personale manutentore a questo incremento delle segnalazioni a fattore umano

nella loro sfera di pertinenza sta portando ad un più credibile riporto delle segnalazioni. Lo stesso incremento si è ottenuto per le segnalazioni

nel campo del traffico aereo supportate recentemente anche dall'impiego del Mo.U.S.E. (Modello Unico per la Segnalazione Eventi).

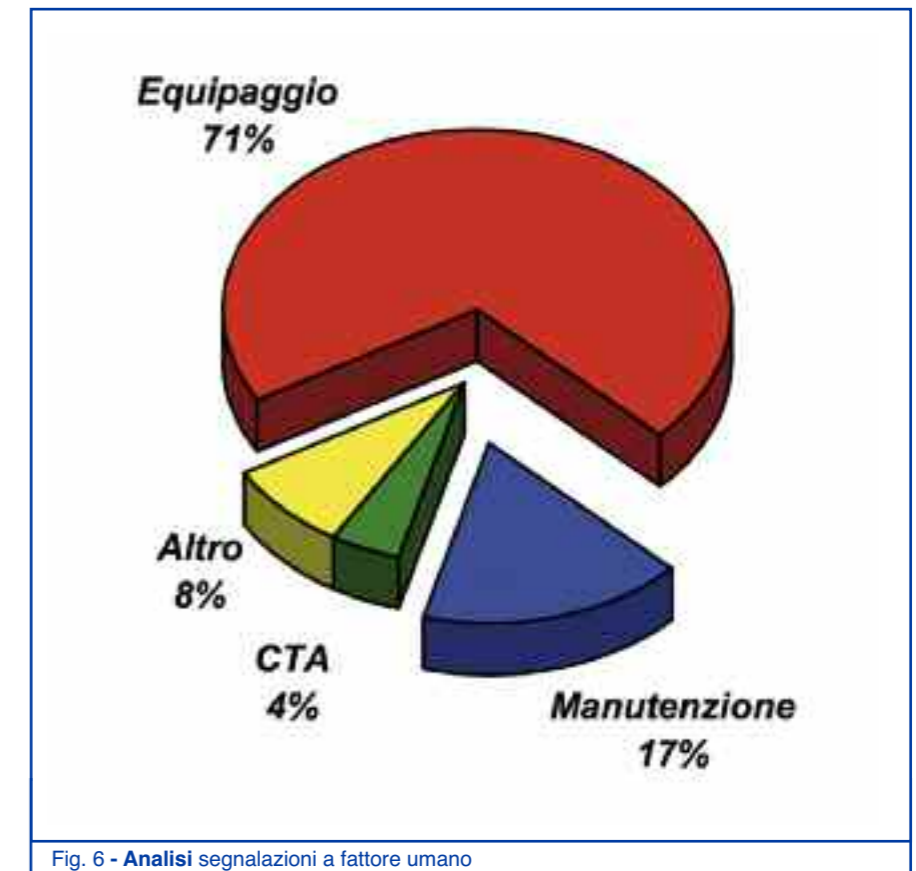


Fig. 6 - Analisi segnalazioni a fattore umano

Relazione S.V. 2009

ANALISI PER FATTORI CAUSALI

Permane una forte tendenza a segnalare solo gli inconvenienti generati dagli operatori di prima linea rispetto alle mancanze dell'organizzazione nel suo complesso. Nei dati riferiti agli Inconvenienti di Volo a fattore umano è evidente la schiacciante superiorità di eventi legati all'addestramento, alla mancata applicazione di procedure, agli errori di tecnica, alle omissioni/dimenticanze/disattenzioni. Tutti aspetti definiti come errori di abilità, decisione e percezione che risultano soverchianti rispetto alle segnalazioni legate alle responsabilità dell'organizzazione. Come a suo tempo si ritenne il dato predominante dell'influenza del fattore umano legato agli equipaggi eccessivo rispetto a quello tecnico, probabilmente dovuto ad una cattiva analisi e carenza di segnalazioni all'interno dei reparti manutenti-

vi, si ritiene che questo ulteriore aspetto debba essere approfondito. In aggiunta ai fattori causali associati all'operatore di prima linea, l'analisi va spinta verso l'azione di supervisione della catena di comando. Una supervisione inadeguata, la pianificazione di operazioni non idonee, la mancata correzione di un problema o violazione da parte dei superiori, a volte possono ricondurre alcune mancanze, troppo spesso associate ad azioni incorrette da parte del navigante, del manutentore o controllore, a responsabilità di altri. La mancata correzione di un problema, di un comportamento non idoneo o la mancata rimozione dall'incarico di un elemento non idoneo, sono tutti esempi di supervisione inadeguata ed è risultata in passato la causa di incidenti gravissimi. Allo stesso modo le violazioni dei supervisori, siano essi Comandanti di Reparto o personale qualificato quali Istruttori, che intenzionalmente ignorano le regole, generano una

atmosfera che promuove la violazione. Una corretta analisi da parte dell'Ufficiale Sicurezza Volo di Reparto nei confronti di questi aspetti permette di investigare tutti quegli inconvenienti, spesso gravi, che nascondono delle responsabilità che vanno al di là delle azioni pericolose, ossia si risale verso la supervisione pericolosa o addirittura verso influenze organizzative pericolose. Solo operando in questa direzione la statistica degli inconvenienti a fattore umano non vedrà preponderanti gli aspetti legati all'errore dell'ultimo operatore ma evidenzierà altre voci come i processi organizzativi, il clima/cultura organizzativa, gestione risorse umane e supervisione. Il fine di questa corretta analisi permette di indirizzare attenzione ed energie verso settori che possono migliorare l'attività operativa senza dispersione di risorse in campi che già godono di adeguata attenzione. È tuttavia significativo verificare come dato d'interesse di tutta l'organizzazione A.M. che la linea HH-3F è quella con il più elevato rateo di I.V. nel 2009.

FOD MOTORE

Nel 2009 sono stati segnalati complessivamente 100 casi di FOD motore. Tale dato, che esclude l'ingestione volatili, risulta in leggero aumento rispetto all'anno precedente. Anche il rateo delle segnalazioni presenta un aumento rispetto all'anno precedente, incremento dovuto principalmente alla linea F16. In termini di gravità dei danni causati, è da sottolineare positivamente l'assenza o la bassa incidenza delle categorie di danno più gravi (C, D ed E) ed una forte prevalenza del danno di categoria A (nessuna sostituzione palette).

In particolare, l'assenza di danni di categoria E conferma, e migliora, una tendenza positiva degli ultimi anni. Non deve comun-

que trarre in inganno il danno limitato causato negli ultimi anni alle palette del compressore.

È importante infatti ricordare come il danno a carico della palette, ancorché minimo, qualora non prontamente rilevato, possa creare una concentrazione degli sforzi sulla stessa non prevista da progetto, che può causarne la rottura e conseguenti notevoli danni a carico degli stadi successivi del compressore ed al relativo "case".

L'analisi dei numeri conferma la bontà delle azioni di contrasto sinora applicate:

- l'aumento delle segnalazioni (in particolare categoria A) sta ad indicare una giusta sensibilità sulla problematica da parte di tutti gli attori;
- l'assenza di casi di categoria E (a conferma di una tendenza positiva degli ultimi 5 anni), nonostante



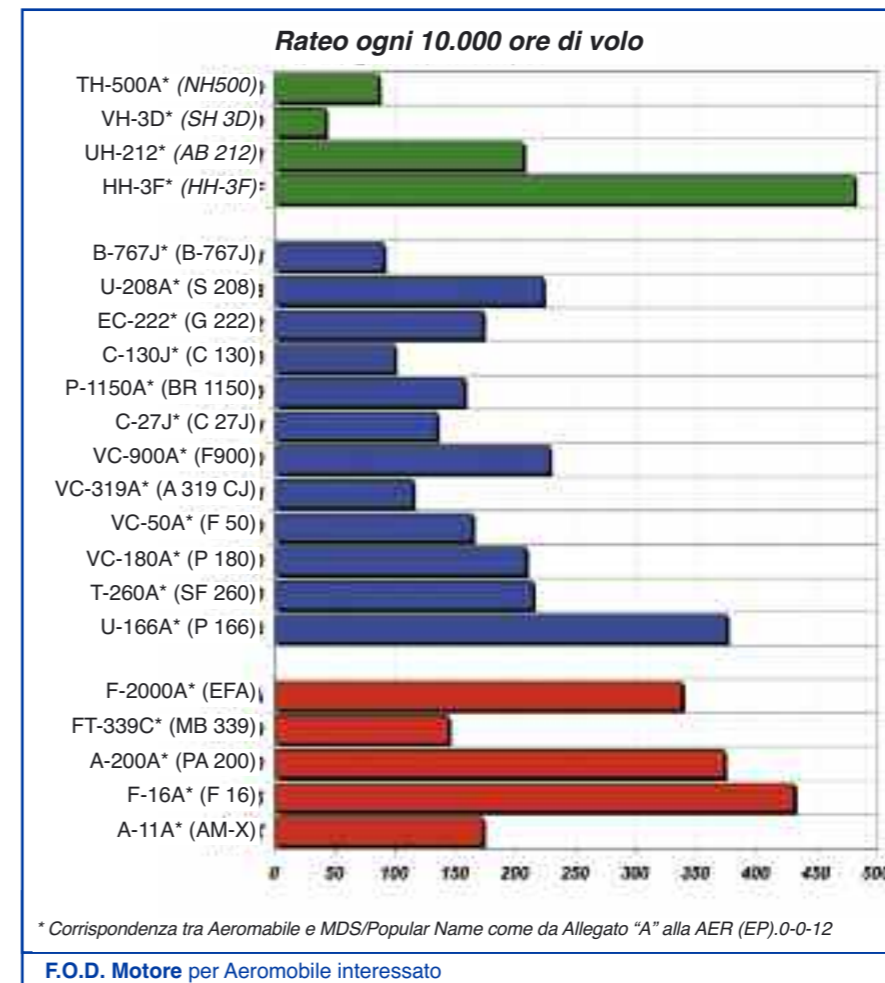
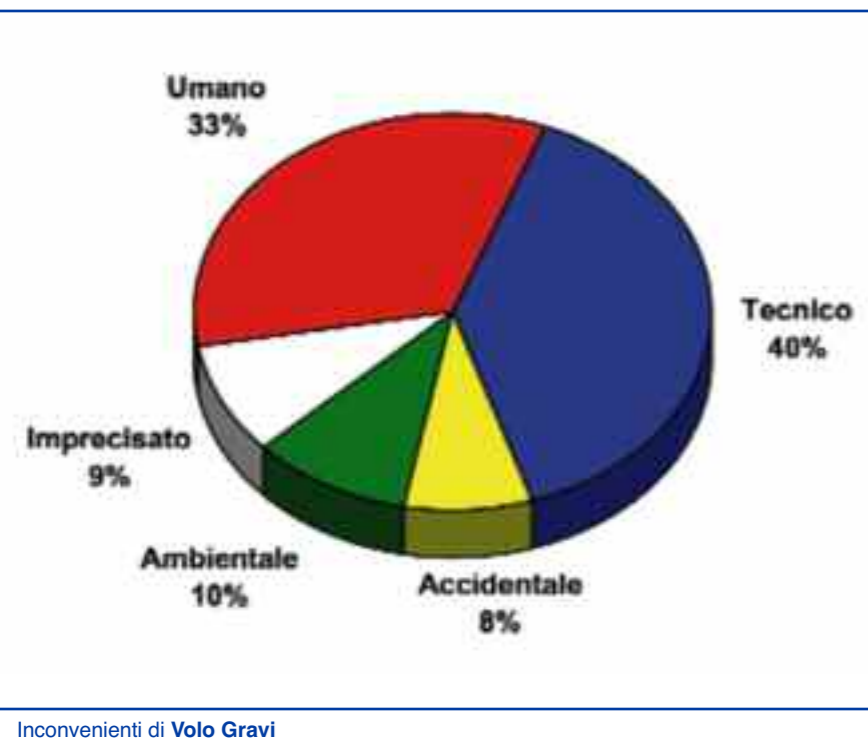
le ridotte risorse a disposizione ed i tanti cantieri aperti presso le basi operative, indica che gli operatori di prima linea lavorano in maniera efficace.

Rimane, comunque, prioritario perseguire l'obiettivo di una decisa riduzione dell'incidenza del FOD, tramite una capillare e continua

educazione di tutto il personale e la puntuale attuazione pratica dei programmi di prevenzione presenti presso le basi A.M..

COLLISIONE CON VOLATILI

Il rateo relativo alla collisione con volatili per il 2009 si è mosso in controtendenza rispetto agli anni precedenti, evidenziando un incremento deciso rispetto all'anno precedente, passando dal 7,47 al 15,57. La primavera si conferma stagione critica, presentando una probabilità doppia di collisione con volatili rispetto alla media. Anche per quanto riguarda le altezze a cui si verificano gli impatti con volatili, si conferma come quasi il 90% degli impatti avvenga sotto i 1000ft e che la metà di questi avvenga durante la fase di decollo od atterraggio, spesso con il velivolo ancora a contatto della pista. Pur tenendo in debito conto il continuo aumento della popolazione aviaria in Italia, i dati di cui sopra non appaiono confortanti. Preme sottolineare in questa sede come, considerato il rischio potenziale tipico del birdstrike, la sua concentrazione nelle aree appartenenti al sedime aeroportuale ed alla pista, nonché l'accresciuta popolazione aviaria, sia assolutamente importante intensificare l'utilizzo dei sistemi in dotazione ad ogni Reparto A.M. per l'allontanamento dell'avifauna. □



Magg.
Fabrizio De Paolis

CONTROLLI NON DISTRUTTIVI

sulle strutture aeronautiche in materiale composito

... un insieme di tecniche di indagine non invasiva in grado di fornire indicazioni sullo "stato difettologico" di un prodotto senza danneggiarlo e consentendo il suo pronto reimpiego" ...

I Controlli Non Distruttivi (CND)

Il presente elaborato si propone di illustrare, senza pretesa di rappresentare un documento esaustivo dal punto di vista tecnico, le principali metodologie di *damage detection and evaluation* per la rilevazione di danneggiamenti sulle "relativamente nuove" e sempre più diffuse strutture aeronautiche realizzate in materiale composito. Un'attenzione particolare è rivolta al settore militare, dove la massimizzazione delle prestazioni impone una robusta "safety culture", con lo scopo di evidenziare l'importanza dei controlli (**Non Destructive Testing**) quali strumento di diagnosi precoce di difetti potenzialmente pericolosi, nonché elemento per una maggiore operatività in sicurezza.

L'esigenza di approfondire il tema in titolo nasce da una solida esperienza in-service, ma soprattutto dalla partecipazione dell'autore all'NDT WG dell' EF2000 e, quale Committee Member, al Task Group NATO-RTO, denominato "Support of Composite Systems".

È evidente che, per un approccio logico al tema, ai fini di una migliore comprensione degli aspetti di seguito trattati, occorre innanzitutto conoscere cosa si intende per controlli non distruttivi e per materiali compositi.

Cercando di essere quanto più sintetici possibile, i Controlli non Distruttivi (CND) possono essere definiti come l'insieme di quelle tecniche di indagine che, in maniera del tutto non invasiva, sfruttando

opportunamente alcuni principi chimico-fisici di interazione radiazione-materia e/o materia-materia, sono capaci di fornire indicazioni sullo "stato difettologico" di un prodotto senza danneggiarlo in alcun modo, consentendo pertanto il suo impiego e/o riutilizzo.

Per fare esempi sicuramente più familiari, basta riflettere sul fatto che una TAC od un'ecografia, non sono altro che delle "indagini non distruttive", condotte utilizzando rispettivamente il metodo radiografico e quello ad ultrasuoni, normalmente impiegate nel settore medicale. Metodi di controllo come *liquidi penetranti, magnetoscopia, correnti indotte, ultrasuoni, radiografia*, oltre che gli onnipresenti *esami visivi strumentali* (microscopia/endoscopia), vengono da anni utilizzati come mezzo per la verifica della rispondenza dei requisiti qualitativi (Controllo Qualità) di un qualunque prodotto industriale.

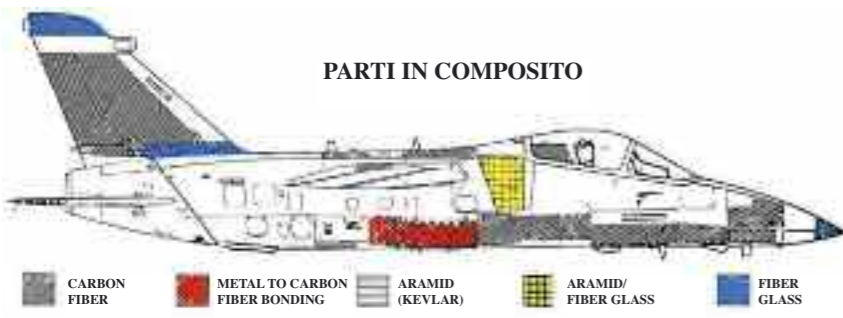
Ciononostante, il settore di impiego in cui il CND assume una importanza fondamentale, è la verifica della rispondenza dei requisiti di integrità del prodotto durante l'esercizio e quindi durante il suo nor-

male utilizzo, in particolare nel settore aerospaziale. Ovvie considerazioni sulla pericolosità dei rischi di incidenti derivanti da difetti non rilevati su particolari e strutture di aerei, lasciano intuire quale rilevanza assumono i metodi CND nel settore aeronautico, in sede di manutenzione, quali strumento di prevenzione e prezioso contributo alla sicurezza del volo.

Passando rapidamente ai materiali compositi, questi possono essere definiti come il risultato dell'unione sinergica di due o più materiali aventi proprietà diverse ma, in buona parte, complementari, consistente in un materiale in cui i singoli componenti (generalmente *matrice e rinforzo*) conservano identità separate, (al contrario di quanto avviene nelle leghe metalliche), ma avente proprietà meccaniche migliori rispetto alla somma di quelle relative ai singoli componenti: è questo uno dei pochi casi in cui si può dire che la somma di uno più uno non faccia due, bensì più di due. In particolare, i compositi a matrice polimerica con rinforzo a fibre continue, come le fibre di carbonio, le fibre di vetro o le fibre aramidiche (Kevlar), sono tra i

male utilizzo, in particolare nel settore aerospaziale. Ovvie considerazioni sulla pericolosità dei rischi di incidenti derivanti da difetti non rilevati su particolari e strutture di aerei, lasciano intuire quale rilevanza assumono i metodi CND nel settore aeronautico, in sede di manutenzione, quali strumento di prevenzione e prezioso contributo alla sicurezza del volo.

I metodi CND assumono grande rilevanza nel settore aeronautico quale strumento di prevenzione e prezioso contributo alla sicurezza volo



| PERCENTUALI IN PESO | |
|---------------------|-----|
| metallo | 82% |
| composito | 16% |
| altro | 2% |

Fig.1 Materiali compositi nell'AMX

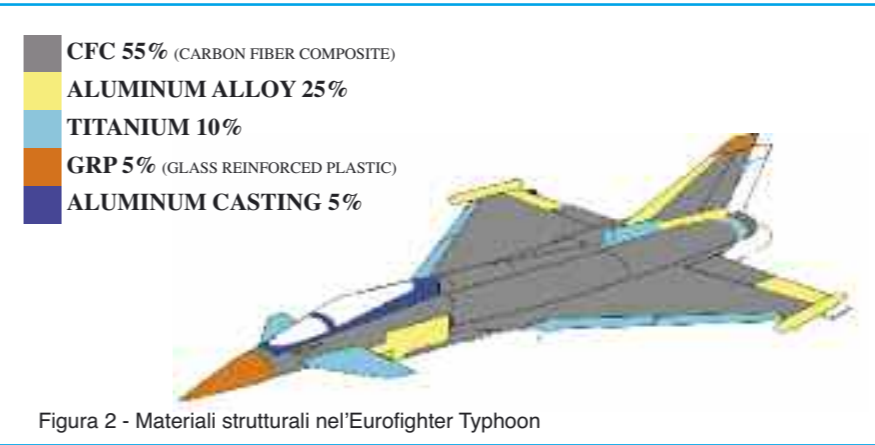


Figura 2 - Materiali strutturali nell'Eurofighter Typhoon



Figura 3 - Tanker KC-767a



Figura 4 - Elicottero NH-90



Figura 5 - Materiali strutturali nel B787

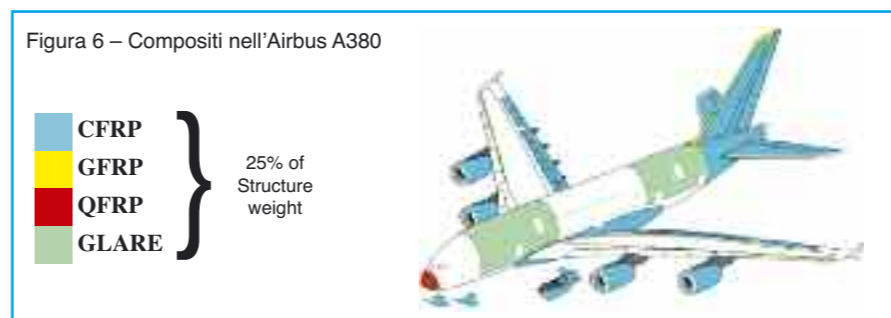


Figura 6 - Compositi nell'Airbus A380

materiali strutturali maggiormente impiegati nei velivoli di ultima generazione.

La motivazione risiede nelle caratteristiche intrinseche di questi materiali, quali il basso peso specifico, la resistenza alla fatica e alla corrosione, insieme alla possibilità di progettare componenti, anche di forma complessa e senza punti di discontinuità (rivetti ed accoppiamenti galvanici), rispondenti comunque a tre requisiti fondamentali: *resistenza, rigidità, leggerezza*.

Facciamo alcuni esempi tratti sia dal mondo militare che da quello civile. In figura 1 è riportata la

distribuzione delle parti in composito del bombardiere tattico AMX, il primo velivolo dell'AM (anno di progetto 1978) con una significativa percentuale di materiali compositi nella sua struttura, essenzialmente CFC (*Carbon Fiber Composites*) e GFRP (*Glass Fiber Reinforced Plastics*); l'impiego dei compositi aumenta drasticamente nella struttura del recente "caccia europeo" Eurofighter Typhoon, come evidente in figura 2, dove è massivo l'utilizzo della fibra di carbonio.

Discorso analogo anche per altre classi di aeromobili, come aerei da trasporto, rifornitori, elicotteri. Fusoliera, velatura posteriore e semiali (80% della struttura) del nuovo tanker KC-767a (fig. 3) sono interamente realizzati in fibra di carbonio in matrice epossidica; l'elicottero contro-carro A129 Mangusta presenta il 70% della superficie bagnata in materiali compositi (mozzo e pale rotore, musetto, carenature e telaio abitacoli) ed in particolare tutte le corazzature di protezione balistica realizzate in spessi laminati CFC rinforzati con fibre aramidiche (Kevlar); stesso dicasi per il moderno elicottero NH 90 che presenta anche l'intera trave di coda in fibra di carbonio (fig. 4).

Parallelamente, nell'aviazione civile, il Boeing 787 *Dreamliner* (figura 5) è costituito per un 50% in peso di CFC, in gran parte laminati con strutture sandwich sui piani di coda e sulle cappotte motore; l'Airbus A380 (fig. 6) presenta circa il 20% di CFC, distribuito principalmente su piani di coda, fusoliera posteriore flaps e cappotte motore ma anche su "ribs e box" delle semiali, ed un 25% della fusoliera costituito da pannelli in GLARE (*GLASS REINFORCED ALUMINIUM*), un composito di ultima generazione appartenente alla famiglia degli FMLs (*Fiber Metal Laminates*) e costituito dalla stratificazione di sottili lamine di lega di alluminio e

I Controlli Non Distruttivi (CND)



Fig. 7 - Delaminazione su laminato in CFC



Fig. 8 - Danneggiamento honeycomb in Nomex

lamine in fibra di vetro.

Il trend di materiali utilizzati è se possibile esasperato per i futuri aeromobili militari (F-35 JSF) così come per quelli commerciali (Airbus A350) con una struttura in pratica totalmente realizzata in materiali compositi.

E' naturale che l'esteso utilizzo dei materiali compositi per strutture primarie di aerei civili e militari impone un'attenta verifica della loro integrità in esercizio attraverso un efficace programma di ispezioni e di indagini non distruttive, sia che queste siano previste solo nel caso di "eventi anomali" (criterio *safe life*), sia che siano parte integrante della filosofia di progett-

tazione e già schedate in fase manutentiva (criterio *damage tolerance*).

Pena una diminuzione dell'operatività o, peggio, la compromissione della sicurezza. A tal proposito, entrando nel cuore dell'argomento, occorre subito precisare che molti dei CND, efficacemente utilizzati per anni su leghe metalliche, non sono in realtà applicabili

alle strutture in composito.

La sensibilità a solventi organici, l'amagnetismo, la scarsa conducibilità elettrica, la modesta radiopacità, nonché la difettologia tipica dei materiali compositi, escludono a priori la possibilità di utilizzare circa l'80% dei comuni metodi di esame. Più che

crinature e rotture, le strutture in composito sono infatti maggiormente soggette ai cosiddetti "difetti nel piano" quali *delaminazioni* (fig. 7), *disbonding* (distacco tra due "items" in laminato o fra laminato e honeycomb) e *danneggiamento del "core"* in strutture sandwich (fig. 8). Tali difetti sono per lo più interni, spesso non chiaramente visibili dall'esterno (e per questo più pericolosi), e ciò, oltre che per le caratteristiche chimico fisiche sopra menzionate, preclude l'utilizzo di metodi CND "superficiali", quali liquidi penetranti, magnetoscopia e correnti indotte, e limita quello della radiografia, sensibile a crinature perpendicolari al piano dell'oggetto. La tecnica CND attualmente più utilizzata nelle ispezioni di strutture in composito è sicuramente quella ultrasonora, affiancata da altre metodologie cosiddette avanzate e

«...un efficace impiego dei CND rappresenta anche un importante feedback per il produttore deputato ad eventuali modifiche di design»»

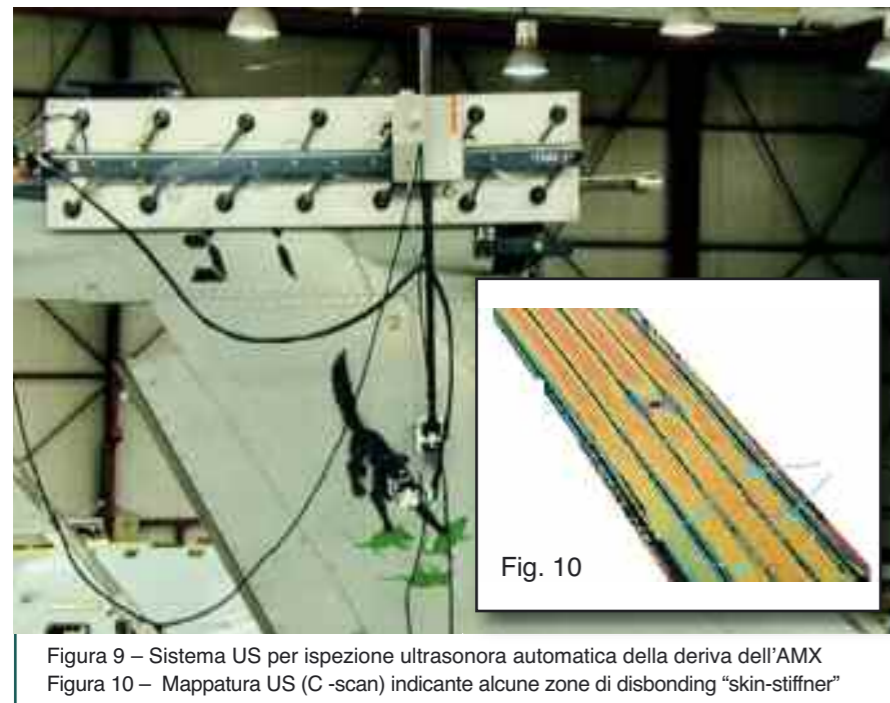


Figura 9 - Sistema US per ispezione ultrasonora automatica della deriva dell'AMX
Figura 10 - Mappatura US (C-scan) indicante alcune zone di disbonding "skin-stiffener"



di più recente diffusione come la *termografia* e l'*analisi di impedenza meccanica* (MIA). Senza entrare assolutamente nel dettaglio dei principi fisici alla base di questi controlli e della strumentazione ad essi asservita, occupiamoci subito delle loro applicazioni attraverso alcuni esempi e case histories.

Fra gli inconvenienti più importanti riscontrati sulle strutture in fibra di carbonio del velivolo AMX, si registrano fenomeni di delaminazione e soprattutto disbonding "skin-stiffener" a carico delle strutture in spesso laminato della deriva e degli stabilizzatori orizzontali, dovuti a sovraccarico, fatica e degradazione ambientale.

Occorre tenere presente che un eccessivo distacco dello stiffener dallo skin può causare la rottura per compressione dell'intero piano di coda,

con relative conseguenze.

Per questa ragione, presso il 3° RMV si eseguono, a partire dalle 1000 fhs ed ogni 500 fhs, ispezioni complete delle suddette strutture, impiegando l'apparato automatico ad ultrasuoni visibile in figura 9. Tale sistema è in grado di fornire, con tempi di fermo macchina contenuti, mappature ultrasonore (C-scan) del particolare (fig. 10) nelle



Fig. 11 - Ispezione mediante MIA presso il 3° RMV della struttura sandwich degli equilibratori dell'AMX

quali i difetti, responsabili delle variazioni del percorso ultrasonoro, sono rappresentati con variazioni di colore. La tecnica MIA, basata sulla misura di variazioni di rigidità, è invece maggiormente utilizzata per l'ispezione di strutture sandwich con skin in fibra di carbonio ed honeycomb in Nomex (fibra aramidica in resina fenolica con consistenza simile alla carta), quali timone, equilibratori, "spoilers" e alettoni (fig. 11). Tali strutture sono in particolare molto sensibili ai danni da impatto. Impatti anche a bassa energia/velocità come quelli prodotti da detriti in pista, grandine, volatili, ma anche dalla semplice caduta di utensili in manutenzione, possono generare difetti all'interno del particolare, poco o niente visibili dall'esterno, ma che possono progredire in funzione dei carichi di esercizio e compromettere il corretto funzionamento dell'intera struttura. In questi casi il CND, attraverso la determinazione affidabile di estensione e profondità dei difetti ed il confronto con i limiti fissati dalla Ditta Responsabile di Sistema, permette di stabilire il

I Controlli Non Distruttivi (CND)



Fig. 12 - EF 2000 fairing 342 AT. crashing e delaminazione dei bordi posteriori del pannello in CFC a seguito di clearance insufficiente con la base della deriva

ring 343, un pannello in fibra di carbonio intessuta (*woven cloth*), situato alla base della deriva e soggetto a rottura nella zona indicata in figura 13. I risultati dell'analisi frattografica effettuata da BAe sul primo caso di rottura, hanno chiarito come l'innesco della frattura si origini in una zona in cui si verifica una sovrapposizione di alcuni tagli effettuati sui diversi strati in fase produttiva, allo scopo di consentire il modellamento del *prepeg*¹⁾ sulla complessa geometria tridimensionale del particolare. Poiché la rottura e/o l'eventuale perdita in volo del pannello, oltre che rappresentare pericolo in termini di FOD, penalizzano l'azione di raffreddamento deputata al fairing, si è resa necessaria l'introduzione di un'ispezione visiva *post-volo* e, in caso vengano riscontrati segni di rottura nella zona di curvatura della superficie, un esame ad ultrasuoni per il dimensionamento del difetto: 125 mm è il limite sotto al quale si esegue una riparazione con sigillante;

reimpiego diretto o l'eventuale riparazione/sostituzione della struttura ispezionata, con ovvie ripercussioni sull'operatività e la sicurezza del sistema d'arma.

Spostando l'attenzione alle strutture in composito del velivolo Eurofighter, occorre sottolineare che queste, come peraltro gran parte del velivolo, sono state progettate secondo un criterio "safe life", in accordo con il quale, come già menzionato, non sono attualmente previste ispezioni schedu-

late. Di fatto, diversi sono i CND già effettuati su particolari in composito del velivolo in seguito a danneggiamenti connessi alla normale attività operativa (fenomeni di interferenza tra strutture, fig. 12; sovraccarico) e numerosi gli eventi per i quali sono previste successive indagini non distruttive ai fini del "damage assessment" (impatti anche di bassa energia, grandine, atterraggio pesante ecc.). Uno di questi casi ha riguardato l'ispezione del Pre-cooler fai-



Fig. 13 - EF2000 Pre-cooler fairing 343 - vista esterna ed interna della zona soggetta a rottura

¹⁾ Fibra in composito preimpregnata



Figura 14 - Termogramma in fase (0.1 Hz); termocamera IR e modulo Lock-in

sopra il pannello deve essere sostituito. Proprio l'esecuzione dei prescritti esami non distruttivi presso il CSV ha evidenziato un più complesso fenomeno di danneggiamento a carico del fairing in argomento, anche grazie al contemporaneo impiego della tecnica termografica.

Sfruttando il fenomeno del riscaldamento differenziale e della diversa emissione di radiazione infrarossa di un oggetto in relazione alle disomogeneità in esso presenti, la Termografia ha infatti evi-

denziato, oltre alla rottura/delaminazione nella zona di curvatura, anche un distacco dello stiffner interno più vicino (fig. 14). Ne segue che la possibilità di re-impiego del pannello, dopo l'ap-

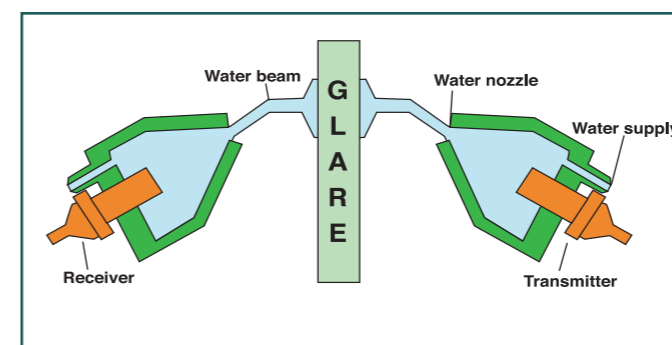


Figura 15 - Controllo US in trasmissione di pannelli GLARE effettuato presso gli stabilimenti Airbus

(particolare applicazione delle tecniche *laser-interferometriche*). Un'altra importante applicazione dei CND sulle strutture in materiale composito, più recente ma in rapida diffusione, è l'effettuazione di

ad opera della BAe. E' questo il caso in cui un efficace impiego dei CND fornisce non solo un quadro dello stato difettologico di un particolare, aspetto essenziale per la sicurezza del volo, bensì rappresenta, attraverso la fase di "damage assessment", anche un'importante feedback per il produttore deputato ad eventuali modifiche di design. Anche nel settore civile, sia in produzione che manutenzione, è necessario assicurare l'integrità delle strutture in composito attraverso idonei CND. Le tecniche impiegate sono ancora principalmente ultrasuoni (fig. 15), termografia, analisi di impedenza meccanica e *shearografia*

plicazione del sigillante, deve cautelativamente essere valutata tenendo presente che tale intervento di riparazione potrebbe non consentire comunque di ripristinare l'efficienza dello stiffner.

A tal proposito è probabile una modifica progettuale dell'intero pannello



I Controlli Non Distruttivi (CND)



Figura 16 –Radiografia sezione pala di elicottero con presenza di acqua

esami per la determinazione di acqua all'interno di strutture sandwich (*moisture ingress*). In questo caso i metodi non distruttivi più efficaci sono la termografia, la radiografia classica (X-ray radiography) e la *radiografia neutronica*.

Quest'ultima in particolare, grazie all'elevato coefficiente di assorbimento neutronico dell'idrogeno nelle molecole d'acqua, consente

(la scala di grigi è in "positivo") di una sezione di pala di elicottero con honeycomb in Nomex, skin in fibra di carbonio e longheroni in alluminio. In queste strutture si possono verificare infiltrazioni di acqua attraverso i sigillanti, generalmente schiume (*foams*), utilizzati per incollare l'honeycomb ai longheroni e al main spar.

L'immagine radiografica rivela

la massima sensibilità, ma risulta ancora una tecnica poco diffusa a causa degli elevati costi della strumentazione e dei problemi di sicurezza del personale. In figura 16 è riportata la radiografia

infiltrazione di acqua in corrispondenza di un longherone e successivo percolamento nelle celle del nido d'ape. La figura 17 illustra invece i risultati ottenuti con la termografia sul timone di un CF 18 dell' Air Force canadese.

L'acqua costituisce un serio problema per le strutture sandwich. In primo luogo, per strutture mobili come timone, flaps e stabilizzatori, la presenza di acqua, variando il peso ed il bilanciamento del particolare, può comprometterne il corretto funzionamento, limitando al

« *L'affermazione si è sempre fatto così è davvero fuori luogo. Occorre acquisire abilità ed esperienza sulle tecniche di controllo avanzate in modo da colmare eventuali* »

tempo stesso l'efficacia delle manovre di pilotaggio.

L'acqua inoltre, penetrando attraverso disbonding skin-core o imperfezioni nei sigillanti applicati alle giunzioni di vari componenti, ghiaccia in quota e può danneggiare le zone circostanti ("crushing" del nido d'ape) a causa dell'aumento di volume.

Di qui la fondamentale importanza di una rilevazione precoce del fenomeno attraverso indagini non distruttive, eventualmente seguite da opportune procedure di eliminazione dell'acqua accumulata.

Del resto, continui cicli di solidificazione-fusione (*freeze-and-taw*) dell'acqua intrappolata in strutture sandwich, unitamente ai cicli di fatica, possono produrre seri problemi

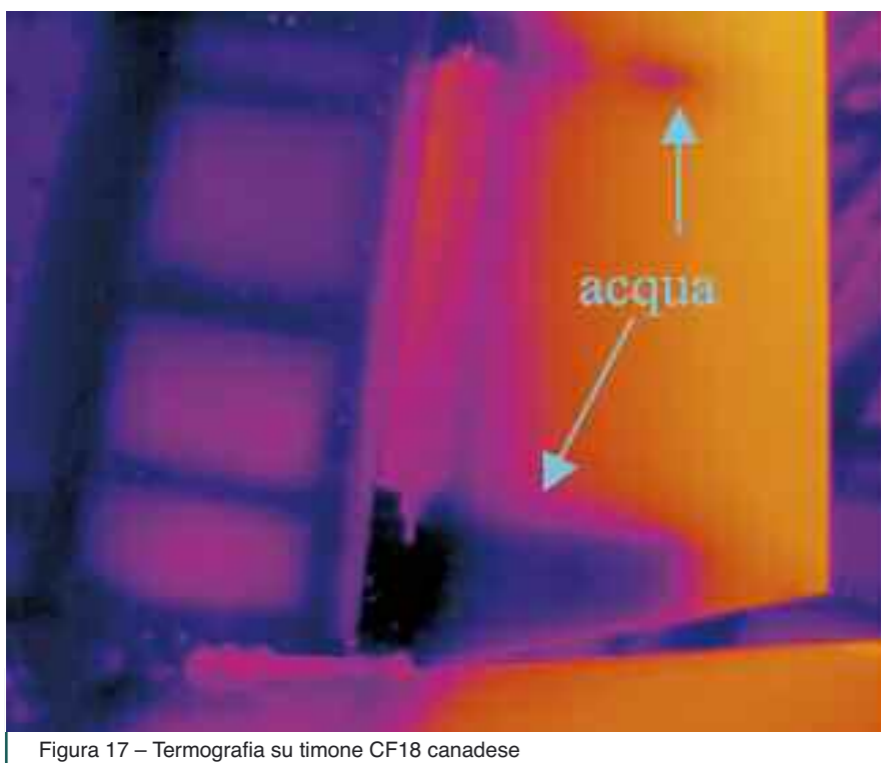


Figura 17 – Termografia su timone CF18 canadese



Presso il **Reparto Chimico del Centro Sperimentale di Volo di Pratica di Mare (RM)**, personale altamente qualificato provvede ad esperire le opportune indagini **C.N.D.** utilizzando strumentazione ad altissima tecnologia.



I Controlli Non Distruttivi (CND)



Figura 18 – Perdita in volo del timone di un CF18 canadese (441 Sqn, 1999)

struttura riparata gli stessi standard di sicurezza di quella originale.

E' pertanto fondamentale non abbassare la guardia e mantenere elevate le capacità di rilevazione del danno e della sua progressione, per mezzo di efficaci ed affidabili controlli non distruttivi. E questo anche attraverso uno specifico programma di addestramento del personale.

Come confermato da corsi ed OJT "ad hoc" condotti presso il CSV e dedicati a personale CND già qualificato, il passaggio dalle ispezioni su leghe metalliche a quelle su strutture in composito non è affatto agevole né immediato, anche a causa dell'elevato grado di attenzione (fatica) richiesto dall'intrinseca complessità dei nuovi materiali, nonché delle tecniche e della strumentazione impiegate.

In questo caso il "si è sempre fatto così" è davvero fuori luogo; anni di esperienza sui metodi tradizionali si dimostrano piuttosto inutili se non dannosi (negative transfer) su CFC o Kevlar, mentre occorre acquisire abilità ed esperienza sulle

tecniche di controllo avanzate in modo da colmare eventuali "latent conditions" quali distrazione, carenza di conoscenza e carenza di consapevolezza. Solo in questo modo si potrà contribuire alla riduzione di inconvenienti di volo, o peggio incidenti, imputabili a fattore tecnico a carico di strutture in composito, eventi che, come noto, in particolare nel comparto della manutenzione (ispezioni e riparazioni), sono spesso strettamente connessi al fattore umano. □

«... è fondamentale non abbassare la guardia e mantenere elevate le capacità di rilevazione del danno e della sua progressione.»

di sicurezza del volo (e del sorvolo), come quello rappresentato in figura 18: perdita in volo del timone per un CF18 canadese.

In conclusione, si può sicuramente affermare che l'intensiva adozione di materiali compositi nell'industria aeronautica ha consentito di migliorare in maniera significativa le prestazioni, l'efficienza e l'operatività degli aeromobili, contribuendo, nel complesso, anche a migliorare l'impiego in sicurezza del mezzo aereo, grazie alle eccezionali caratteristiche meccaniche e di resistenza alla fatica di questi materiali innovativi. Come qualunque soluzione tecnologica avanzata, tali materiali presentano però anche delle possibili zone grigie. Sebbene spesso, più *damage tolerant* delle leghe metalliche, i compositi sono infatti piuttosto sensibili ai danni da impatto e quindi vanno monitorati; alcuni

tipi di sollecitazione come la compressione *out-of-plane*, possono causare la rottura di questi materiali per carichi inferiori a quello limite anche con pochi cicli di fatica; fenomeni come il "moisture ingress" possono essere critici per strutture sandwich. A ciò si aggiunga la frequente necessità di effettuare indagini non distruttive al termine di una procedura di riparazione di un particolare in composito, così come previsto dall'apposito SRM (Structural Repair Manual), per verificare la qualità della riparazione e garantire per la



Bibliografia

- AMS Handbook, Vol. 10 USA
 An introduction to composite materials - Hull D., Clyne T., W., Second Edition, Cambridge Solid State Science Series, 1996 227.
- Failure Analysis: approccio sui particolari strutturali F. De Paolis, E. Dati, F. Dolce, L. Aiello, M. Bernabei, , Compositi Magazine, Anno II n° 3 Marzo 2007, Italy
- Recenti sviluppi dei materiali compositi per applicazioni aeronautiche, Sala G., Asso Compositi, 2005, 20, Italy
- The mechanical behaviour of GLARE laminates for aircraft structures, Wu G, Yang J. M., JOM, 57 (1) 2005 72-79.
- Design of Modern Aircraft Structure and the Role of NDI H.J. Schmidt and B. Schmidt-Brandecker, 7th ECNDT, May 26-29, 1998, Copenhagen, Denmark
- Approach for Using NDI in Life Cycle Management, RTO-AVT-051 Report, Chapter 2, published March 2005
- Design of Aircraft Structures under Special Consideration of NDTH Assler and J. Telgkamp, 9th ECNDT, September 25-29, 2006, Berlin, Germany
- Eurofighter: A Safe Life Aircraft in the Age of Damage Tolerance R. Dilger, H. Hickethier, M.D. Greenhalgh First International Conference on Damage Tolerance on Aircraft Structures, September 25-28, 2007, TU Delft, The Netherlands
- Support of composite systems: damage detection and evaluation.
- IAF capabilities and experience F. De Paolis, S. De Angelis RTO-AVT-164 Workshop, October 19-22, 2009, Bonn, Germany
- EF 2000 specification RFA J165069B2

Un evento di pericolo mai raccontato

Sost. Commissario
Francesco Corigliano



Un evento di pericolo mai raccontato

L'EVENTO

Erano già le cinque e quindici del mattino, quando al mio arrivo al 5° Reparto Volo della Polizia di Stato i due specialisti, uno E.F.V. e l'altro di linea volo, stavano completando le operazioni sul nostro AB206.

Il programma di volo prevedeva il decollo alle prime luci dell'alba. Il briefing per questa missione era stato effettuato con l'equipaggio il giorno precedente e, nell'occasione, erano state da me riportate le esigenze della Questura (Ente richiedente) in relazione alle nostre capacità operative per quella specifica missione, catalogata di "Polizia Giudiziaria". Il nostro compito era fornire supporto dall'alto alle Volanti della Questura ed agli equipaggi del Nucleo Prevenzione Crimine, che sarebbero stati impegnati, già da qualche ora prima dell'alba, in una serie di attività di controllo straordinario del territorio con perquisizioni, accertamenti e verifiche anche presso le abitazioni di

determinati soggetti agli arresti domiciliari.

Il carburante imbarcato era quasi al limite della capienza del serbatoio, circa 85 galloni, per consentire una discreta autonomia dopo il raggiungimento della zona operazioni distante circa 50' di volo dal decollo. Per un eventuale rabbocco di carburante avevo avuto disposizioni dal Comando di evitare il rifornimento presso la società dell'aeroporto di Lamezia, perché il Reparto non aveva ancora ricevuto l'assegnazione di fondi necessari per rifornire presso ditte esterne. Nel caso fosse stato necessario, sarebbe stato opportuno effettuare il rifornimento presso la base C.C. di Vibo Valentia, anche se più lontana dalla zona operazioni.

« In Sala Operativa, insieme all'altro Pilota, prendo atto delle condizioni meteo attraverso il cartellino di rotta che era appena giunto al Reparto »

Scambio qualche battuta con i due colleghi in linea di volo e mi porto verso gli spogliatoi per indossare la tuta ed essere pronto per la missione.

In Sala Operativa, insieme all'altro Pilota, prendo atto delle condizioni meteo attraverso il cartellino di rotta che era appena giunto al Reparto. Un caffè, armamento ed equipaggiamento necessario, quindi preso il casco siamo pronti a partire.

La messa in moto e tutte le altre operazioni si svolgono senza problemi, mentre per la TWR è ancora presto e non risponde alla

chiamata radio di rito.

Dopo il decollo, lasciato il CTR cerco, per quanto possibile viste le condimeteo ed il ceiling basso, di puntare direttamente su Catanzaro Lido al fine di guadagnare minuti e carburante prezioso per lo svolgimento della missione.



Di fatto, giungiamo sulla verticale delle Volanti in circa 50' come pianificato.

Lungo il tragitto, appena in contatto con l'Ente APP chiedo le ultime sul campo. L'operatore riporta una situazione con copertura SCT 025 BKN 040, vento forte circa 30kts con provenienza da est, senza raffiche.

Non avrei mai immaginato di trovare in zona operazioni una situazione di vento a raffica con wind shear così difficile da gestire, da non essere in grado di riuscire a mantenere alcun parametro di volo. Cerchiamo di mantenere la zona per dare copertura aerea alle pattuglie a terra ma, non riuscendo a mantenere l'elicottero in condizioni di volo sufficientemente stabili, in considerazione del fatto che la missione sarebbe stata inefficace se svolta ad una quota superiore ai 500 piedi, comunicavo dopo 25' di volo alla Sala Operativa della Questura che a causa del forte vento a raffica avremmo lasciato la

zona per fare rientro in sede. Fortunatamente il vento a raffiche era limitato solo a quella zona, cosa che ci diede un po' di respiro.

Durante la fase di rientro, abbastanza stressati per le condizioni di volo fino a quel momento incontrate, visto che il carburante risultava essere appena sufficiente per la tratta ed essendo le condimeteo invariate, decidevo di rabboccare presso la base di Vibo Valentia, in modo da eliminare almeno il problema dell'autonomia nel caso ci fosse stato qualche contrattempo.

La copertura non destava grosse preoccupazioni, ma appena fuori la zona di controllo di Lamezia mi rendevo conto che il ceiling tornava ad essere basso e avrebbe potuto creare problemi in atterraggio, dato che la base dei C.C. è collocata sull'altopiano di Vibo. Per fugare ogni mio dubbio circa le reali e attuali condizioni sul campo chiesi le ultime condizioni meteo in frequenza alla

Sala Operativa dei Carabinieri, venendo rassicurato dal collega che mi riportò una situazione non ottimale ma sufficientemente buona per atterrare.

Infatti, prossimo al finale sul campo, la visibilità, seppur limitata in orizzontale, non destava grossi problemi per il mantenimento delle V.M.C.

Mi diressi quindi in corto finale con il campo in vista quando, improvvisamente, a causa del vento che frastagliando le nuvole creava una antipatica situazione di visibilità a tratti, il campo sparì dalla mia visuale, così come il terreno circostante, facendomi raggelare il sangue.

Non vi sono strumenti a bordo che possano garantire indicazioni affidabili per il mantenimento dell'assetto di volo: l'unico orizzonte artificiale pneumatico precessiona spesso e, per la mancanza di un VOR DME, non è possibile fare un fix per avere riscontro della esatta posizione dell'elicottero.

Un evento di pericolo mai raccontato



A naso e con l'aiuto dell'esperienza pensai per prima cosa di togliermi dal pericolo dando potenza per salire di quota e dirigendo l'elicottero intuitivamente verso il mare. Rivolgendomi all'altro pilota, che fortunatamente aveva il G.P.S. cosciale acceso, chiesi una prua per il "Londa" per la procedura di avvicinamento a LICR.

Esso era punto noto che, trovandosi a 4000 piedi sullo stretto di Messina, era sicuramente fuori da ostacoli, probabilmente fuori dalle nubi, ed eventualmente avrebbe permesso un avvicinamento in sicurezza al campo anche se senza strumentazione a bordo adeguata per il volo in I.F.R. (in quel momento pensai che fosse la cosa migliore da fare per cercare di uscire dal pericolo). In pochi attimi mi sono visto passare davanti agli occhi tutta la

mia vita, e cosa più importante, ho sentito il peso della responsabilità per la vita degli uomini dell'equipaggio che probabilmente era nelle mie mani e nella riuscita delle manovre da me messe in atto.

Mi sono riaffiorati alla mente tutti gli insegnamenti avuti dagli istruttori e tutte le esperienze simili raccontate dai

« L'equipaggio ha dimostrato di saper attuare un corretto e valido C.R.M., essendo assertivo ed allo stesso tempo sostenendo le scelte del Capo Equipaggio »

colleghi che, mettendoti in guardia, ti consigliano sulle azioni immediate da intraprendere.

Sentivo comunque che i miei colleghi a bordo, solidali con quanto da me intrapreso e fiduciosi (forse

troppo) nelle mie capacità, non mostravano segni di nervosismo. Fortunatamente lo strato di nuvole era di spessore limitato. Grazie all'addestramento ricevuto e all'allenamento effettuato di recente per mantenere le capacità I.F.R. su velivolo ad ala fissa,

riuscii a controllare l'assetto dell'elicottero portandolo fuori dalle nuvole in pochi, anche se interminabili, minuti di volo.

A bordo, in quei pochi minuti tutto sembrava infinito (come lo strato di nuvole), ma lo scambio di informazioni e la collaborazione tra i membri dell'equipaggio è stata perfetta.

Finalmente fuori dalle nuvole, fatto un veloce riscontro sulla quantità carburante disponibile e sulla distanza ancora da percorrere, stabilivo che la nostra base poteva essere raggiunta prima dell'accensione della spia fuel low.

Giunti al Reparto, atterrammo senza ulteriori inconvenienti e tirando un sospiro di sollievo per la riuscita della missione e per il pericolo appena scampato, ci scambiammo qualche battuta per sdrammatizzare,

"per questa volta era andato tutto bene".

Quindi, debriefing e analisi dell'accaduto.

A proposito di analisi dell'accaduto andiamo ad esaminare le *failures* che ci hanno condotto in quella situazione:

Managment

Mancanza di assegnazione fondi per il rifornimento fuori dalla base presso società private e quasi divieto, per il personale operante ad effettuare questo tipo di operazione.

Mezzi

Inadeguati ed obsoleti per strumentazione, limitazioni operative e di autonomia (scarsa potenza, limitazioni per peso imbarcato ed autonomia disponibile ridotta per eseguire la missione con tranquillità).

Ente A.T.C.

Scarsità di informazioni meteo disponibili per la zona delle operazioni e inadeguatezza dei mezzi degli Enti di Controllo del traffico aereo che non sono dotati sul territorio di ripetitori capaci di seguire ed assistere il traffico aereo generale che spesso opera a bassa quota; infatti, subito dopo il decollo, percorse solo pochissime miglia a nord o a sud, non si riesce più a trasmettere ed a ricevere alcunché.

Addestramento

A causa del taglio delle risorse i piloti svolgono sempre meno operazioni reali ed anche l'addestramento è limitato al minimo indispensabile.

Tutto ciò si traduce conseguentemente in una minore attività volativa e minore prontezza alle varie situazioni che si possono verificare durante l'impiego del velivolo.

Motivazione del personale

Tutto sommato abbastanza buona in questo caso ma in generale al Reparto si respira un'aria di rassegnazione e di scarso coinvolgimento generale dovuto al minore impiego del mezzo aereo da parte dell'Amministrazione con una percezione di inutilità sentita dal personale aeronavigante.

Questo è uno degli aspetti che non aiuta psicologicamente il personale e non favorisce la cultura Sicurezza Volo.

Cultura S.V.

Praticamente molto debole; solo da poco tempo si comincia a parlare di sicurezza volo, di organizzazione e pianificazione delle missioni anche sotto il profilo della sicurezza; solo da pochissimo si comincia a parlare degli inconvenienti che coinvolgono i nostri equipaggi e gli equipaggi degli altri Reparti che usano le stesse macchine.

Pressione operativa

Forte motivazione del personale operante al fine di portare a termine la missione quindi task operativo e concentrazione spinta al massimo per il raggiungimento dell'obiettivo, sottovalutando le insidie in condimeteo molto eterogenee in spazi e tempi ridotti.

Capacità I.F.R.

Potrebbe sembrare superfluo avere i tutti i piloti abilitati I.F.R. ma non è così; il pilota addestrato ed allenato al volo strumentale ha



sicuramente quel bagaglio culturale e quella esperienza in più che in situazioni particolari, come quella descritta, sono vitali per il mantenimento di una S.A. adeguata anche in condizioni di stress e Mental Fatigue non di routine.

C.R.M.

L'equipaggio ha dimostrato di saper attuare un corretto e valido C.R.M. essendo assertivo ed allo stesso tempo sostenendo le scelte del Capo Equipaggio.

Carente valutazione dei rischi connessi alla missione da parte del C.E.

Essendo i limiti della *management*, dei mezzi, degli Enti ATC, del livello di addestramento, delle qualifiche possedute (IFR o meno), della motivazione del personale, della cultura S.V., non modificabili prima della missione da volare, avrei dovuto tenerli nella debita considerazione, prendendo le opportune misure correttive (es. ridurre il carico utile, prevedere un alternato in rotta, valutare con più attenzione le condimeteo, prevedere uno o più "bingo fuel", ecc.).

Infine bisogna rammentare che "tutto è bene quel che finisce bene" e che si può raccontare, ma soprattutto è bene fare tesoro di esperienze come questa per sviluppare (meglio tardi che mai), una cultura S.V. che sia proattiva e non reattiva.

Auguro quindi, a tutti i colleghi e piloti di non aspettare situazioni così critiche, per acquisire i concetti di "gestione del rischio" (*Risk Management*) e C.R.M.

Dimenticavo: Se avessi raccontato subito questo evento utilizzando gli strumenti S.V. (Inconveniente di volo) avrei dato un ulteriore contributo alla crescita della cultura S.V. nel mio reparto e nella mia organizzazione.

(MEGLIO TARDI CHE MAI!!) □

dalla Redazione

Partenze...

Col. Enrico Garetini

Il Col. Pil. Enrico GARETTINI il 19 agosto 2010 ha lasciato l'Ispettorato per assumere l'importante e prestigioso incarico di Comandante del 51° Stormo di Istrana. Proveniente dall'Accademia Aeronautica di Pozzuoli, nel 2006 fu assegnato all'I.S.V. inizialmente in qualità di Capo 1ª Sezione "Fattore Umano" del 1° Ufficio Prevenzione. Successivamente, è stato nominato Capo Ufficio Prevenzione e quindi Direttore della Rivista SV. Nel periodo di permanenza all'I.S.V. il Col. Garetini ha con grande costanza e impegno fornito il suo prezioso contributo alle varie attività dell'Ispettorato.

La sua grande preparazione professionale, l'incondizionata disponibilità e le sue impeccabili doti umane hanno fortemente caratterizzato il suo servizio all'ISV/ISSV. A seguito della ristrutturazione interna dell'ISV che ha visto accrescere il campo di competenza dell'Istituto Superiore Sicurezza Volo il Col Garetini, assunto in esso anche l'incarico di Capo Ufficio Formazione e Divulgazione, ha seguito con estrema dedizione e costanza la riprogrammazione, riorganizzazione e gestione di tutta l'attività didattica apportando un suo personale contributo in particolare nel settore del "Operational Risk Management", "Crew Resource Management", e "Human Factor". Questa sua personale dedizione verso lo studio e l'approfondimento delle suddette materie, congiuntamente alle altre molteplici attività condotte in seno all'ISV, gli hanno valso nel 2010 il riconoscimento del Capo di SMA, con il premio Air 2009, per la sua intensa attività nel settore della prevenzione (vedi foto). Al Col. Enrico Garetini il personale dell'Ispettorato e dell'Istituto Superiore augura un grosso "in bocca al lupo" per il suo nuovo incarico certi che saprà ben tramutare i principi della Sicurezza del Volo nell'impegnativo ruolo di Comandante di Stormo.

Buon lavoro, Enrico.



Cap. Francesco Miranda

Il giorno 28 giugno 2010 il Cap. Pil. Francesco Miranda (nick name "il DOTTORE") ha lasciato l'I.S.V., dove ha svolto l'incarico di "addetto" al 1° Uff. 1ª Sez., in anticipo al termine dello Staff Tour per trasferirsi presso la NAEW di Geilenkirchen.

Nel breve periodo trascorso all'Ispettorato ha, fornito un eccellente contributo in fase di analisi e verifiche di diversi inconvenienti ed incidenti di volo.

Al mitico "DOTTORE" auguriamo una felice "transizione" sul nuovo aeromobile.

Arrivi...

Op di Amm.ne. Anna Emilia Falcone

Nuova linfa scorre nella Rivista S.V.. Dal 1° luglio 2010 è stata assegnata all'I.S.S.V. la Sig.ra Anna Emilia Falcone proveniente dal Centro Sperimentale di Volo. Assunta dal Ministero della Difesa nel 1987 con decreto della ex Direzione Generale degli Impiegati, ha prestato servizio presso l'Aeroporto militare di Linate fino a novembre del 1999.

Trasferita a Pratica di Mare ha prestato servizio prima presso la 9ª Brigata Aerea poi, da agosto 2002 alla 1ª Divisione del Comando Logistico - Centro Sperimentale di Volo.

È quindi approdata all'Istituto Superiore per la Sicurezza del Volo dove svolge il complesso compito di "redattore, grafica ed impaginazione" per la Rivista Sicurezza Volo.



M.ilo 1ª cl. Piero Letizia

Entrato in Aeronautica con il 78° Corso Normale nel 1991, assegnato poi nel 1992 presso il Comando 1ª Regione Aerea di Milano. Dal 1999 ha prestato servizio presso la Direzione Impiego Personale Militare dell'Aeronautica e nel 2001 è stato impiegato presso la Presidenza del Consiglio per far fronte all'esigenza logistica del G8 di Genova. Al rientro in Forza Armata ha prestato servizio fino al 2007 alla Scuola Lingue Estere dell'Aeronautica Militare di Ciampino, e nel periodo 2006/2007 per l'Operazione "Enduring Freedom" presso il Comando Militare Centrale americano della Base Aerea "MacDill" di Tampa (Florida).

Nel Luglio 2007 è stato assegnato presso il Supreme Headquarters Allied Powers Europe (SHAPE - Belgio). Ha frequentato nel 2006 il corso per "addetti alla Pubblica Informazione (P.I.) presso gli Enti e Reparti dell'Aeronautica Militare"

Il M.ilo LETIZIA si è laureato in "Scienze organizzative e gestionali" presso l'Università di Viterbo nel 2008, e dal Luglio 2010 è assegnato all'Ispettorato Sicurezza Volo.



Gen. B. A. Luca VALERIANI
6005429

PRESIDENTE
DELL'ISTITUTO SUPERIORE
PER LA SICUREZZA DEL VOLO

ISPETTORE
DELL'ISPETTORATO
PER LA SICUREZZA DEL VOLO

Ufficio Formazione e
Divulgazione
6004136

Segreteria Corsi
6005995

1ª Sezione
Formazione e Corsi
6005995

2ª Sezione
Rivista "Sicurezza del Volo"
6006648 - 6006659

Vice Ispettore S.V.
6004136

Segreteria
6006646

1° Ufficio
Prevenzione
6006048

1ª Sezione
Attività Ispettiva
6006661 - 6006645 (Aerofisiologia)

2ª Sezione
Gestione Sistema S.V.
6004138

3ª Sezione
Analisi e Statistica
6004451

2° Ufficio
Investigazione
6005887

1ª Sezione
Invest. Velivoli
Combattimento 6004142

2ª Sezione
Invest. Velivoli
Supporto e A.P.R. 6006647

3ª Sezione
Investigazione
Elicotteri 6006754

4ª Sezione
Investigazione Fattore
Tecnico 6005607

5ª Sezione
Investigazione ATM
6003375

3° Ufficio
Giuridico
6005655

1ª Sezione
Normativa
6004494

2ª Sezione
Consulenza
6006663

isv@aeronautica.difesa.it
Passante Commerciale
06 4986 + ultimi 4 num. interno

Fax (Numerazione Militare) **6006857**
(Numerazione Civile) **06 4986 6857**

ALTI COMANDI

Interno
Fax
Prefisso Militare
Passante Comm.le

**Comando
Squadra Aerea**

3124
3138
601
06 2400

**Comando
delle Scuole A.M./3ªR.A.**

2854
2981
670
080 5418 (+ ultimi 3 num. interno)

**Comando
Logistico**

6247
4796
600
06 4986

SV-ATM (SMA USAM)

Interno 7020/7023 Fax 7052
Prefisso Militare 600 Passante
Comm.le 06 4986