

RELAZIONE D'INCHIESTA

INCIDENTE
occorso all'apparecchio VDS
Tecnam P92 Echo S marche di identificazione I-8534,
in località Nettuno (RM),
31 maggio 2020

INDICE

INDICE	I
OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA	III
GLOSSARIO	IV
PREMESSA	V
CAPITOLO I - INFORMAZIONI SUI FATTI	01
1. GENERALITÀ	01
1.1. STORIA DEL VOLO	01
1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE	01
1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE	01
1.4. ALTRI DANNI	01
1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PILOTA	01
1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE	03
1.6.1. Informazioni generali	03
1.6.2. Informazioni specifiche	06
1.6.3. Informazioni supplementari	08
1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE	12
1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE	12
1.9. COMUNICAZIONI	12
1.10. INFORMAZIONI SULL'AVIOSUPERFICIE	12
1.11. REGISTRATORI DI VOLO	13
1.12. INFORMAZIONI SUL RELITTO E SUL LUOGO DI IMPATTO	13
1.12.1. Luogo dell'incidente	13
1.12.2. Tracce al suolo e distribuzione dei rottami	15
1.12.3. Esame del relitto	16
1.12.4. Dinamica di impatto	20
1.12.5. Avarie connesse con l'evento	21
1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA	21
1.14. INCENDIO	21
1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA	21
1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE	21
1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI	21
1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI	22

1.18.1.	Indagine sul motore	22
1.18.2.	Attuatore flap	25
1.18.3.	Indagine sulle valvole dell'impianto carburante	26
1.18.4.	Prove a terra effettuate su velivolo P92 Echo S	28
1.18.5.	Dichiarazioni testimoniali	29
1.18.6.	Evidenze da video caricato su social network	30
1.18.7.	Requisiti di aeronavigabilità	31
1.18.8.	Procedure normali Tecnam P92 Echo S	33
1.18.9.	Procedure di emergenza	36
1.18.10.	Titoli aeronautici VDS: profili normativi	37
1.19.	TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI	38
	CAPITOLO II - ANALISI	39
2.	GENERALITÀ	39
2.1.	DINAMICA DELL'INCIDENTE	39
2.2.	FATTORE TECNICO	42
2.3.	FATTORE AMBIENTALE	43
2.4.	FATTORE UMANO E ORGANIZZATIVO	43
2.4.1.	Condotta delle operazioni	43
2.4.2.	Titoli aeronautici e livello di esperienza e di <i>currency</i> pilota	45
2.4.3.	Impiego della <i>check-list</i> e del <i>Manuale di volo</i>	46
2.4.4.	Criticità evidenziata dalle valvole di chiusura del carburante del Tecnam P92	47
	CAPITOLO III - CONCLUSIONI	49
3.	GENERALITÀ	49
3.1.	EVIDENZE	49
3.2.	CAUSE	51
	CAPITOLO IV - RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA	53
4.	RACCOMANDAZIONI	53
4.1.	RACCOMANDAZIONE ANSV-1/196-20/A/1/22	53

OBIETTIVO DELL'INCHIESTA DI SICUREZZA

L'Agenzia nazionale per la sicurezza del volo (ANSV), istituita con il decreto legislativo 25 febbraio 1999 n. 66, si identifica con l'autorità investigativa per la sicurezza dell'aviazione civile dello Stato italiano, di cui all'art. 4 del regolamento UE n. 996/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 ottobre 2010. **Essa conduce, in modo indipendente, le inchieste di sicurezza.**

Ogni incidente e ogni inconveniente grave occorso ad un aeromobile dell'aviazione civile è sottoposto ad inchiesta di sicurezza, nei limiti previsti dal combinato disposto di cui ai paragrafi 1, 4 e 5 dell'art. 5 del regolamento UE n. 996/2010.

Per inchiesta di sicurezza si intende un insieme di operazioni comprendente la raccolta e l'analisi dei dati, l'elaborazione delle conclusioni, la determinazione della causa e/o di fattori concorrenti e, ove opportuno, la formulazione di raccomandazioni di sicurezza.

L'unico obiettivo dell'inchiesta di sicurezza consiste nel prevenire futuri incidenti e inconvenienti, non nell'attribuire colpe o responsabilità (art. 1, paragrafo 1, regolamento UE n. 996/2010). Essa, conseguentemente, è condotta indipendentemente e separatamente da inchieste (come ad esempio quella dell'autorità giudiziaria) finalizzate all'accertamento di colpe o responsabilità.

L'inchiesta di sicurezza è condotta in conformità con quanto previsto dall'Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale (stipulata a Chicago il 7 dicembre 1944, approvata e resa esecutiva in Italia con il decreto legislativo 6 marzo 1948, n. 616, ratificato con la legge 17 aprile 1956, n. 561) e dal regolamento UE n. 996/2010.

Ogni inchiesta di sicurezza si conclude con una relazione redatta in forma appropriata al tipo e alla gravità dell'incidente o dell'inconveniente grave. Essa può contenere, ove opportuno, raccomandazioni di sicurezza, che consistono in una proposta formulata a fini di prevenzione.

Una raccomandazione di sicurezza non costituisce, di per sé, una presunzione di colpa o un'attribuzione di responsabilità per un incidente, un inconveniente grave o un inconveniente (art. 17, paragrafo 3, regolamento UE n. 996/2010).

La relazione garantisce l'anonimato di coloro che siano stati coinvolti nell'incidente o nell'inconveniente grave (art. 16, paragrafo 2, regolamento UE n. 996/2010).

GLOSSARIO

- (A):** Aeroplane.
- AFM:** Airplane Flight Manual.
- AGL:** Above Ground Level, al di sopra del livello del suolo.
- AMSL:** Above Mean Sea Level, al di sopra del livello medio del mare.
- ANSV:** Agenzia nazionale per la sicurezza del volo.
- ATO:** Approved Training Organization.
- CAVOK:** condizioni di visibilità, copertura nuvolosa e fenomeni del tempo presente migliori o al di sopra di soglie o condizioni determinate.
- COCKPIT:** cabina di pilotaggio.
- CPL:** Commercial Pilot Licence, licenza di pilota commerciale.
- CS:** Certification Specifications.
- CVR:** Cockpit Voice Recorder, registratore delle comunicazioni, delle voci e dei rumori in cabina di pilotaggio.
- DPR:** decreto del Presidente della Repubblica.
- EASA:** European Union Aviation Safety Agency, Agenzia dell'Unione europea per la sicurezza aerea.
- ENAC:** Ente nazionale per l'aviazione civile.
- FDR:** Flight Data Recorder, registratore analogico di dati di volo.
- FE:** Flight Examiner, esaminatore per le prove di volo.
- FT:** Foot (piede), unità di misura, 1 ft = 0,3048 metri.
- FTE:** Flight Test Engineer.
- IAS:** Indicated Air Speed, velocità indicata rispetto all'aria.
- ISA:** International Standard Atmosphere.
- JAA:** Joint Aviation Authorities.
- JAR:** Joint Aviation Requirements, disposizioni tecniche emanate dalle JAA.
- KIAS:** IAS espressa in nodi (kt).
- KT:** Knot (nodo), unità di misura, miglio nautico (1852 metri) per ora.
- KW:** Kilowatt.
- METAR:** Aviation routine weather report, messaggio di osservazione meteorologica di routine.
- NM:** Nautical Miles, miglia nautiche (1 nm = 1852 metri).
- PPL:** Private Pilot Licence, licenza di pilota privato.
- PSI:** Pound-force per Square Inch, libbra per pollice quadrato.
- RAI:** Registro aeronautico italiano (assorbito dall'ENAC a seguito del d.lgs. 25 luglio 1997, n. 250).
- RPM:** giri al minuto.
- RWY:** Runway, pista.
- SLM:** sul livello del mare.
- S/N:** Serial Number.
- TBO:** Time Between Overhaul, intervallo di tempo fra due successive revisioni: in genere è espresso in termini calendariali, di ore/cicli di volo o di funzionamento dello specifico particolare.
- TCDS:** Type Certificate Data Sheet, certificato di approvazione tipo.
- T/O:** Take Off.
- TOD:** Take Off Distance, distanza totale dal punto di inizio della corsa di decollo al punto di superamento di un ostacolo di 15 m di altezza.
- TOR:** Take Off Roll oppure Take Off Run, distanza di decollo misurata dal punto di inizio della corsa al punto in cui le ruote si staccano dal suolo.
- UTC:** Universal Time Coordinated, orario universale coordinato.
- VDS:** volo da diporto o sportivo (ad es. deltaplani, ultraleggeri, parapendio, ecc.), consiste nell'attività di volo effettuata con apparecchi VDS per scopi ricreativi, diportistici o sportivi, senza fini di lucro.
- VLA:** Very Light Aeroplanes.
- VM:** VDS provvisto di motore.

PREMESSA

L'incidente è occorso il 31 maggio 2020, alle ore 08.20' UTC circa (10.20' locali circa), nelle immediate vicinanze della aviosuperficie ARMA di Nettuno (RM), ed ha interessato l'apparecchio VDS tipo Tecnam P92 Echo S marche di identificazione I-8534.

L'apparecchio decollava, intorno alle 08.20', per RWY 21 dall'aviosuperficie ARMA di Nettuno, con a bordo il pilota e un passeggero. Poco dopo l'involo, nelle prime fasi della salita, l'aeromobile veniva osservato precipitare privo di controllo. Dopo l'impatto il velivolo si incendiava. I due occupanti perdevano la vita all'impatto.

L'ANSV è stata informata dell'incidente e ha effettuato il sopralluogo operativo, protrattosi per due giorni, a partire dalle ore immediatamente successive.

Tutti gli orari riportati nella presente relazione d'inchiesta, se non diversamente specificato, sono espressi in **ora UTC** (Universal Time Coordinated, orario universale coordinato), che, alla data dell'evento, corrispondeva all'ora locale meno due ore.

CAPITOLO I

INFORMAZIONI SUI FATTI

1. GENERALITÀ

Di seguito vengono illustrati gli elementi oggettivi raccolti nel corso dell'inchiesta di sicurezza.

1.1. STORIA DEL VOLO

L'apparecchio VDS Tecnam P92 Echo S marche di identificazione I-8534 decollava, intorno alle 08.20', per RWY 21 dall'aviosuperficie ARMA di Nettuno, con a bordo il pilota e un passeggero. Poco dopo l'involo, nelle prime fasi della salita, l'aeromobile veniva osservato precipitare privo di controllo. Dopo l'impatto il velivolo si incendiava. I due occupanti perdevano la vita all'impatto.

1.2. LESIONI RIPORTATE DALLE PERSONE

Pilota e passeggero deceduti all'impatto.

1.3. DANNI RIPORTATI DALL'AEROMOBILE

Apparecchio distrutto.

1.4. ALTRI DANNI

L'incendio, che si è sviluppato a seguito dell'impatto, ha interessato le sterpaglie all'interno di una proprietà privata ad uso agricolo.

1.5. INFORMAZIONI RELATIVE AL PILOTA

Generalità: maschio, 23 anni, nazionalità italiana.

Attestato: attestato idoneità condotta apparecchi VDS, non in corso di validità (così come risulterebbe dal documento acquisito presso l'Aero Club d'Italia).

Abilitazioni: abilitazione apparecchi VDS-VM, classe multi assi, categoria monoposto.

Controllo medico: non in corso di validità (così come risulterebbe dall'attestato idoneità condotta apparecchi VDS acquisito presso l'Aero Club d'Italia).

Altri titoli aeronautici: PPL(A), in corso di validità; visita medica di classe prima, in corso di validità, senza limitazioni.

Da quanto risulta dalla documentazione acquisita presso l'Aero Club d'Italia, il pilota era in possesso di attestato di idoneità condotta apparecchi VDS classe ala fissa terrestre, categoria monoposto, rilasciato in data 1 dicembre 2016.

Il certificato medico per l'idoneità psicofisica al volo da diporto o sportivo era stato rilasciato in data 5 ottobre 2015, con data di scadenza del certificato 4 ottobre 2017. Secondo quanto riportato sul citato attestato di idoneità, la data di scadenza della visita medica sarebbe stata il 29 novembre 2018.

L'attività di volo VDS effettuata dal pilota è stata ricostruita consultando i registri della scuola VDS AeC Volarte66 sita sull'aviosuperficie di Artena (RM). Nel periodo compreso tra l'11 ottobre 2015 e il 30 ottobre 2016, il pilota aveva effettuato il corso per il conseguimento dell'attestato di idoneità condotta apparecchi VDS ad Artena con apparecchio modello SG Aviation STORM, effettuando 18h 25' di volo.

Il 5 febbraio 2017 il pilota aveva iniziato l'attività propedeutica al conseguimento della abilitazione biposto, sempre presso la medesima scuola VDS. Il corso, tuttavia, si interrompeva il 21 aprile 2018, dopo l'effettuazione di 10h 33' di volo sempre su apparecchio modello SG Aviation STORM. Non risulta dalla documentazione e dalle informazioni acquisite che al corso abbia mai fatto seguito la relativa prova per il conseguimento della abilitazione.

Secondo i dati forniti dall'Aero Club di Roma, il pilota, presso l'aeroporto di Roma Urbe, in data 7 novembre 2018 aveva iniziato un corso per il conseguimento della PPL(A): durante il corso aveva effettuato 57h 17' su velivolo Tecnam P92-JS, conseguendo la licenza in data 4 agosto 2019.

Dalla data del conseguimento della licenza PPL fino al 25 febbraio 2020, quindi a ridosso dell'inizio del *lock-down* per il contrasto alla pandemia da COVID-19, il pilota aveva effettuato un'attività di volo di *hour building* propedeutica al conseguimento della CPL(A), piuttosto continuativa, su aeromobili di aviazione generale (Tecnam P92-JS, 34 voli per un totale di 30h 45' di volo). Al termine del *lock-down*, dopo una pausa di circa tre mesi, il 22

maggio 2020 il pilota effettuava un volo di ripresa con istruttore su Tecnam P92-JS della durata di 27' presso l'aeroporto di Roma Urbe.

Il prosieguo dell'attività VDS è stato ricostruito facendo riferimento alle testimonianze del proprietario dell'aviosuperficie ARMA di Nettuno (RM) e dell'istruttore della locale scuola VDS, dalle quali è emerso che nel mese di settembre 2019, dopo un periodo di fermo dell'apparecchio quantificato in circa 3 anni, il pilota aveva effettuato un volo di ripresa sul velivolo P92 Echo S I-8534 con istruttore. Dal volo di ripresa sul P92 Echo S del settembre 2019 al mese di maggio 2020 non si ha notizia di altri voli effettuati sull'apparecchio VDS. I medesimi testimoni hanno riferito che, nel fine settimana precedente l'incidente, il pilota aveva effettuato attività con il P92 Echo S coinvolto nell'incidente, facendo una navigazione con soste intermedie su altre aviosuperfici e successivo rientro all'aviosuperficie ARMA di Nettuno.

Dal 2015, anno di inizio dell'attività di volo per il conseguimento dell'attestato VDS, alla data dell'incidente, il pilota aveva totalizzato, per quanto è stato possibile ricostruire, un totale di circa 117h di volo, delle quali 88h circa effettuate su velivoli dell'aviazione generale (Tecnam P92-JS) e 29h circa su apparecchi VDS (SG Aviation Storm). Il totale delle ore di volo non tiene conto dell'attività effettuata dal pilota sul P92 Echo S incidentato, in quanto non è stato possibile acquisire informazioni complete per quantificarla; non si ritiene, comunque, che tale attività possa essere stata consistente, in ragione del prolungato fermo dell'apparecchio, in fase di riparazione, e del periodo del *lock-down*.

1.6. INFORMAZIONI SULL'AEROMOBILE

1.6.1. Informazioni generali

Il P92 Echo S è un aereo biposto monomotore ad ala alta a pianta rettangolare, prodotto dall'azienda italiana Tecnam. È dotato di carrello fisso triciclo e ruotino anteriore sterzante. Il Tecnam P92, prodotto in vari modelli differenti, in Italia è presente sia nella versione certificata, il P92-JS¹, modello sul quale il pilota aveva volato durante il corso per il conseguimento della PPL(A), che non certificata o VDS, tra le quali figura il P92 Echo S, che corrisponde al modello dell'apparecchio incidentato.

¹ Da TCDS A.412 Issue 04, 20 December 2019 Tecnam P92: Airworthiness Category: CS-VLA Normal Category; Certification Basis: As defined in CRI A-01 latest Issue; Airworthiness Requirements JAR VLA April 26, 1990 for aircraft, Amdt 91/1 and 92/1.

Il P92 Echo S può essere motorizzato con propulsore BRP-Rotax tipo 912 UL da 80 hp o tipo 912 ULS da 100 hp.

All'interno delle due semiali sono collocati due serbatoi dalla capacità di 45 l ognuno, per una capacità totale di 90 l.

Il peso massimo al decollo riportato sul *Manuale di volo* è di 450 kg. Il peso a vuoto è di 289 kg.

Per le velocità di stallo nelle differenti configurazioni si rimanda alla tabella riportata nella seguente figura.

STALL SPEEDS

CONDITIONS: - weight 450 kg
- engine idle
- no ground effect

LATERAL BANKING				
	0°	30°	45°	60°
FLAPS	IAS Km/h	IAS Km/h	IAS Km/h	IAS Km/h
0°	74	78	84	101
15°	69	76	79	97
38°	65	69	78	91

Figura 1: tabella delle velocità di stallo nelle differenti configurazioni ed angoli di bank (dal *Manuale di volo*).

Sostanzialmente l'apparecchio VDS Tecnam P92 Echo S è simile alla versione certificata del modello P92 ovvero al P92-JS.

Tra le differenze principali esistenti tra la versione certificata e quella non certificata si segnalano le seguenti:

- peso massimo al decollo;
- allestimento avionico e disposizione di interruttori e comandi elettrici differenti;
- anemometro in km/h sul P92 Echo S anziché in nodi (NM/h), privo degli archi colorati delle velocità;
- assenza dell'avvisatore di stallo sull'apparecchio non certificato.

L'impianto carburante (schema, funzionamento, accessori, comandi) è identico per entrambi i modelli di velivolo.

Il motore BRP-Rotax 912 ULS ha quattro cilindri contrapposti e disposti orizzontalmente, con 1352 centimetri cubici di cilindrata complessiva a raffreddamento misto (testate raffreddate a liquido, cilindri raffreddati ad aria). È dotato di doppio carburatore. Ha un riduttore di giri integrato con rapporto di riduzione pari a 2,4286 a 1 con *torque dumper*. Il rapporto di compressione è pari a 10,3:1.

Eroga una potenza massima di 100 hp (73,5 kW) a 5800 giri limitata ad un massimo di 5 minuti. Per quanto attiene al consumo orario di carburante, questo varia da un minimo di 7 l/h con motore a regime minimo di funzionamento a circa 20 l/h a 5000 rpm.

Rotax 912 ULS

RPM	CAS km/h	Hourly consumption [lt/h]
4300	165	14
4800	180	18
5000	196	20

Figura 2: tabella dei consumi orari in funzione dei regimi di rotazione del motore (dal *Manuale di volo*).

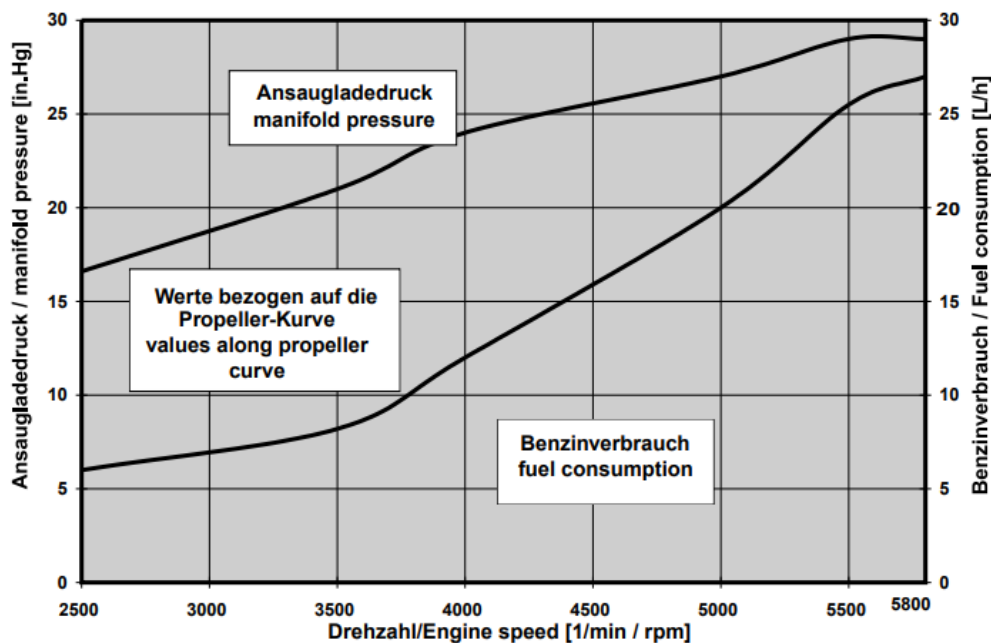


Figura 3: *performance graphs* motore 912 ULS (da *BRP Rotax Operators Manual*).

La versione ULS del motore, che non è certificata, è installata su apparecchi VDS. Il motore, per potenza e modalità di funzionamento, è identico alla versione certificata installata sul P92-JS. Le differenze degne di essere menzionate sono le seguenti:

- l'indicatore dei giri sul P92 Echo S indica i giri motore, mentre sul P92-JS indica i giri dell'elica;
- differente configurazione del comando del gas.

1.6.2. Informazioni specifiche

Aeromobile

Costruttore:	Costruzioni aeronautiche Tecnam SpA.
Modello:	P92 Echo S.
Numero di costruzione:	costruito da <i>kit</i> .
Anno di costruzione:	acquistato in <i>kit</i> nel 2003.
Marche di naz. e identificazione:	I-8534.
Proprietario:	persona fisica.
Ore totali:	dato non disponibile.
Ore da ultima ispezione:	dato non disponibile.
Ore da ultima manutenzione:	dato non disponibile.
Programma di manutenzione previsto:	del costruttore (Tecnam per la cellula e BRP-Rotax per il motore).

Per quanto attiene l'apparecchio coinvolto nell'incidente, l'Aero Club d'Italia ha fornito all'ANSV il certificato di identificazione di apparecchio per il volo da diporto o sportivo dell'apparecchio multiassi biposto Tecnam P92 Echo S marche I-8534 datato 7 gennaio 2007. L'apparecchio coinvolto nell'incidente, identificato come VDS basico, apparteneva a un congiunto del pilota deceduto.

La dichiarazione di conformità per prima identificazione di apparecchio costruito da *kit* di montaggio, presentata dal proprietario all'Aero Club d'Italia in sede di istanza per la prima identificazione di apparecchio VDS datata 26 settembre 2006 ed allegata alla documentazione fornita dallo stesso Aero Club d'Italia all'ANSV, riporta le seguenti caratteristiche:

- larghezza cabina 110 cm;
- apertura alare 870 cm;

- lunghezza 640 cm;
- altezza 250 cm;
- peso a vuoto 281 kg²;
- peso max al decollo 450 kg;
- colore bianco con livrea rossa e azzurra;
- motore Rotax da 100 hp S/N 4425194.

In fase di sopralluogo presso il relitto è stato rinvenuto il paracadute balistico, di cui i documenti di identificazione dell'apparecchio non fanno menzione, che dalla conformazione della maniglia di attivazione e del dispositivo pirotecnico risulterebbe essere un Galaxy GRS, del peso stimato di circa 12 kg, da aggiungersi al peso a vuoto.

Ipotizzando un peso di 75 kg per ognuno dei due occupanti e 75 l di benzina nei serbatoi³, il peso dell'apparecchio al decollo sarebbe stato di poco inferiore ai 500 kg.

In assenza di un numero di serie dell'apparecchio sulla documentazione reperita, è stato necessario ricorrere alla consultazione dei registri commerciali della Tecnam, da cui è emerso che l'aeromobile in questione era stato venduto in *kit* il 23 novembre 2003.

Motore

Costruttore:	BRP-Rotax.
Modello:	912 ULS 100 hp.
Numero di costruzione:	S/N 4425194.
Anno di costruzione:	1999.
Data di installazione:	dato non disponibile.
Ore totali:	dato non disponibile.

Sulla base del S/N del motore, presente sulla dichiarazione di conformità per prima identificazione di apparecchio costruito da *kit* di montaggio presentata dal proprietario all'Aero Club d'Italia (l'apposizione del numero di serie del motore non è richiesto per i VDS basici), il costruttore BRP Rotax ha confermato che il motore in questione era un 912

² Differentemente da quanto indicato nel *Manuale di volo* (289 kg), verosimilmente in quanto il velivolo coinvolto nell'incidente era stato costruito da *kit*. Non è stato possibile reperire un rapporto di pesata.

³ Come verrà esposto nel prosieguo della relazione, dalle evidenze ricavate da un video della durata di 18 secondi effettuato dal passeggero deceduto e pubblicato su *social network* nei minuti immediatamente precedenti l'incidente, è emerso, dalla ripresa dei *televel*, un quantitativo di carburante indicato totale sui 75 l, pari a serbatoio sinistro pieno (45 l) e serbatoio destro contenente circa due terzi del carburante massimo (30 l). Sulla base di queste informazioni si è stimato un peso totale del carburante di circa 56 kg.

ULS (100 hp), prodotto in data 5 febbraio 1999. Il motore era stato quindi venduto al distributore Teveso (Repubblica Ceca) in data 10 febbraio 1999. Non è nota la storia del motore fino alla installazione sul P92 Echo S marche I-8534.

Il costruttore ha specificato che il TBO del motore in questione era di 1200 ore o 10 anni, a seconda di quale dei due parametri venisse raggiunto per primo.

Secondo quanto appreso dal titolare della scuola di volo presso l'aviosuperficie di Artena, l'apparecchio inizialmente era rimessato sulla medesima aviosuperficie. Qui, in fase di atterraggio, in data non meglio precisata, ma all'incirca nell'anno 2016, il velivolo avrebbe subito il danneggiamento del carrello principale.

Secondo quanto appreso dal tecnico che avrebbe partecipato all'attività manutentiva, i successivi lavori di riparazione non avrebbero avuto inizio se non nel 2018 e sarebbero terminati nel maggio del 2019.

Secondo quanto riferito dal proprietario dell'aviosuperficie ARMA di Nettuno, l'apparecchio avrebbe fatto base presso l'aviosuperficie di Nettuno a partire dal settembre 2019, ovvero dal momento in cui questo era stato rimesso in efficienza dopo il lungo periodo di fermo.

Sempre secondo quanto riferito all'ANSV, l'ultimo volo effettuato dall'apparecchio P92 Echo S I-8534 avrebbe avuto luogo il giorno precedente quello dell'incidente, con a bordo l'istruttore VDS della locale scuola dell'aviosuperficie di ARMA di Nettuno e il fratello del pilota deceduto, senza che fossero stati riscontrati inconvenienti.

A parte quanto fornito all'ANSV dall'Aero Club d'Italia, non è stata rinvenuta altra documentazione (libretto dell'apparecchio, libretto del motore) attestante le manutenzioni e le ore di volo effettuate, documentazione peraltro non richiesta dalla vigente normativa per i VDS basici.

1.6.3. Informazioni supplementari

Impianto carburante P92

L'impianto carburante consiste di due serbatoi di alluminio, della capacità di 45 l ciascuno, integrati nel bordo di attacco delle semiali. All'interno di ciascun serbatoio è presente un sensore di livello del carburante ed ognuno ha la corrispondente valvola di chiusura del carburante (*fuel shut off valve*) installata in cabina di pilotaggio, sul relativo montante del parabrezza. Il carburante defluisce dai serbatoi per gravità. Il sistema del carburante comprende una pompa meccanica operata dal motore e una pompa elettrica di emergenza, che permette l'alimentazione del motore nel caso di una avaria della pompa meccanica.

Il *Manuale di volo* indica che la pressione di alimentazione del motore minima è pari a 2.2 PSI; la pressione massima è pari a 5.8 PSI o 7.26 PSI, a seconda della tipologia della *fuel pump* installata.

A bordo del P92 Echo S è presente un indicatore analogico della pressione di alimentazione.

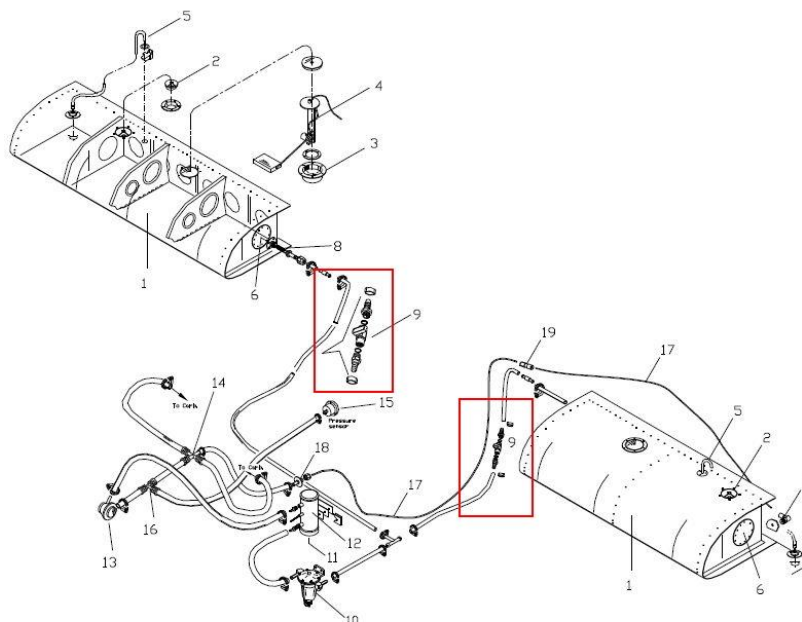


FIGURE E-1 FUEL SYSTEM

Figura 4: schema dell'impianto carburante (tratto dall'*Illustrated Part Catalogue*).

Come detto, entrambe le mandate di carburante provenienti dai due serbatoi sono dotate di valvole (*fuel shut off*) posizionate sui rispettivi montanti.



Foto 1 e 2: valvole carburante *fuel shut off* del serbatoio sinistro e destro (aeromobile di modello analogo a quello coinvolto nell'incidente).

La chiusura e l'apertura della valvola è comandata mediante la rotazione di una levetta che ha 90° di movimento. La levetta, nera con copertura rossa e delle dimensioni di 2,5 cm di lunghezza per 1 cm di larghezza, comanda una sfera forata, che determina il grado di apertura, da completamente chiuso a completamente aperto.

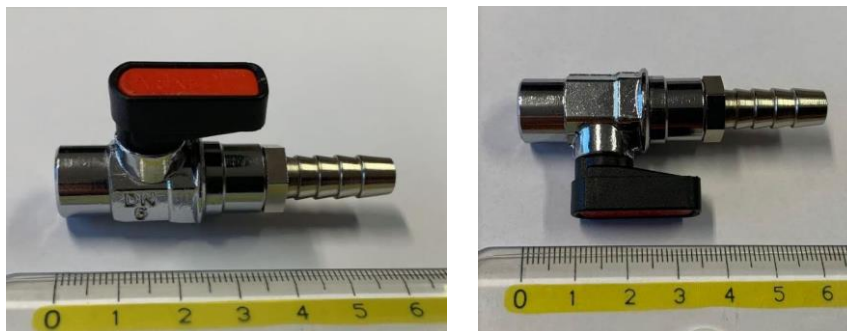


Foto 3 e 4: la valvola *fuel shut off* con il dettaglio della levetta di comando.



Foto 5: dettaglio della sfera interna della valvola *fuel shut off*.

La posizione di apertura della tubazione di mandata carburante è ottenuta, mediante rotazione, allineando la levetta con l'asse del montante, mentre la posizione di chiusura è ottenuta ruotando la levetta fino a ottenere la posizione perpendicolare al montante. Sono presenti targhette esplicative in prossimità di ogni valvola.

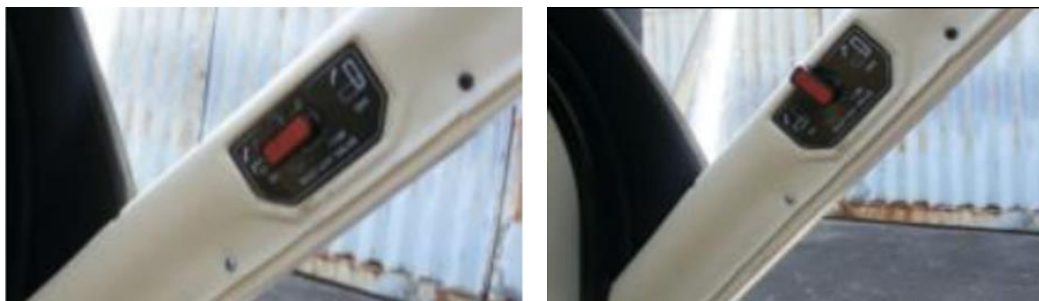


Foto 6 e 7: posizione di apertura (foto a sinistra) e chiusura (foto a destra) della valvola carburante *fuel shut off* (lato serbatoio destro).

All'atto pratico, la levetta di comando della valvola sinistra, dalla posizione di chiusura perpendicolare al montante, viene ruotata in senso antiorario di 90° verso l'alto, mentre la

levetta di comando della valvola di destra, dalla posizione di chiusura perpendicolare al montante viene ruotata in senso antiorario di 90° verso il basso.

Da notare che la targhetta esplicativa applicata in prossimità di ogni valvola rappresenta la levetta in ambedue le posizioni, sia per illustrare la posizione ON sia quella OFF. Per avere indicazione della posizione occorre interpretare il verso della freccia, che determina il movimento da effettuare per raggiungere la posizione voluta.

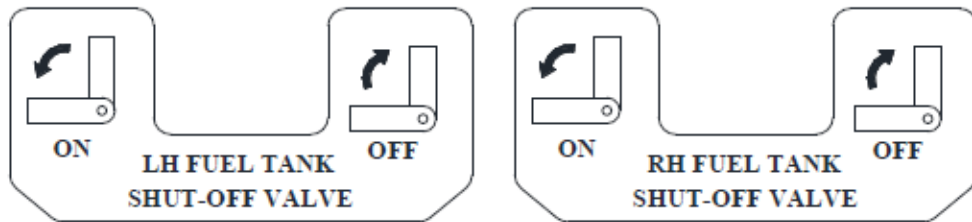


Figura 5: targhetta esplicativa posta in prossimità di ogni valvola valvola (da *Flight Manual P92-JS Section 7 Systems*)⁴.

Prestazioni di decollo

Dalla analisi delle *performance* di decollo, estrapolate dal *Manuale di volo*, risultano, con un peso stimato di 500 kg, flap 15°, pista asciutta/compatta/erba e condizioni ISA, le seguenti distanze:

- *ground roll* (TOR, ovvero la distanza di decollo misurata dal punto di inizio della corsa al punto in cui le ruote si staccano dal suolo): 120 m;
- *distance* (TOD, ovvero la distanza totale dal punto di inizio della corsa di decollo al punto di superamento di un ostacolo di 15 m di altezza): 245 m.

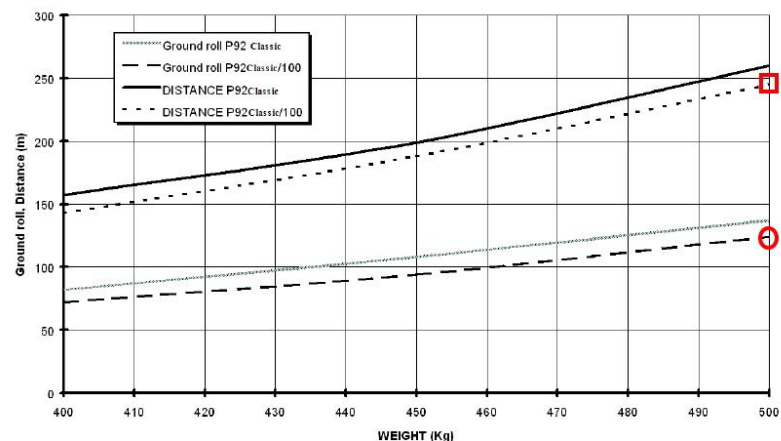


Figura 6: tabella *take off performance* (dal *Manuale di volo*).

⁴ La descrizione della targhetta esplicativa è presente solo nel *Manuale di volo* della versione P92-JS (versione certificata). La targhetta presente a bordo della versione P92 Echo S è comunque identica.

1.7. INFORMAZIONI METEOROLOGICHE

Le condizioni meteorologiche, al momento dell'incidente, non presentavano elementi di criticità correlabili con la dinamica dell'evento.

La stazione meteorologica più vicina è quella di Pratica di Mare (LIRE), che dista dal punto dell'incidente circa 17 NM. Il METAR di Pratica di Mare, relativo all'orario di interesse, riportava quanto segue:

LIRE 310755Z 02005KT CAVOK 18/11 Q1015 RMK SKC VIS MIN 9999 WIND THR13 01005KT WIND THR31 36005KT BLU.

Il pilota di un aeromobile impegnato nell'attività di volo per il lancio paracadutisti sull'aviosuperficie ARMA di Nettuno ha riferito che, nell'orario dell'incidente, l'utilizzo della RWY 21 era appropriato, in considerazione della direzione del vento, che, seppur di debole intensità, localmente era proveniente dai quadranti Sud-occidentali.

1.8. ASSISTENZA ALLA NAVIGAZIONE

Non pertinente.

1.9. COMUNICAZIONI

Non pertinente.

1.10. INFORMAZIONI SULL'AVIOSUPERFICIE

L'apparecchio era decollato dalla aviosuperficie ARMA di Nettuno, dove il velivolo era di base. Le informazioni relative all'aviosuperficie sono consultabili sul sito web dell'ENAC, alla sezione Avio-Eli-Idro superfici con la denominazione "ARMA", sita a Nettuno, in provincia di Roma. L'aviosuperficie è ubicata in coordinate 41°27'39"N 12°44'30"E, ad una elevazione di 24 m AMSL. La RWY, con orientamento 03/21, ha dimensioni di 550 x 50 m ed è a pavimentazione erbosa. Ha una piazzola per l'effettuazione della prova motore in cemento ed è dotata di manica a vento posta sul lato Ovest, all'incirca a metà della RWY.

Tra le attività dichiarate sul sito web dell'ENAC relativamente all'aviosuperficie figurano quella turistica e il paracadutismo. Non figurano tra le attività dichiarate il VDS e l'attività aeroscolastica.

1.11. REGISTRATORI DI VOLO

La normativa vigente in materia non prevede l'installazione a bordo dell'aeromobile in questione di apparati di registrazione dei parametri di volo (FDR) e delle voci/suoni in cabina di pilotaggio (CVR).

1.12. INFORMAZIONI SUL RELITTO E SUL LUOGO DI IMPATTO

In questo paragrafo sono riportate le informazioni acquisite dall'esame del relitto e del luogo dell'evento.

1.12.1. Luogo dell'incidente

Il velivolo è precipitato in punto di coordinate $41^{\circ}27'30''\text{N}$ $012^{\circ}44'44''\text{E}$, elevazione 10 m AMSL, circa 350 m a Sud/Sud-Est dell'aviosuperficie ARMA di Nettuno, a Nettuno (RM).



Foto 8: vista complessiva dell'aviosuperficie e del punto di ritrovamento del relitto (su supporto Google Earth).

L'area dove è avvenuto l'impatto è costituita da un appezzamento di terra incolto in prossimità di un edificio rurale, di un laghetto artificiale e di alcuni alberi di eucalipto alti circa 25 m. Tra l'aviosuperficie e la zona dell'impatto vi sono abitazioni poste sul rilievo a Sud della pista e vi è presenza di alberi. Proseguendo verso Sud, a poca distanza oltre il punto di impatto (circa 40 m di proiezione al suolo) il terreno sale di qualche metro e lì insiste una linea dell'alta tensione con andamento pressoché perpendicolare rispetto alla traiettoria di provenienza del velivolo. I cavi sono provvisti di segnalazione e il traliccio, dell'altezza di circa 40 m, ha la parte superiore verniciata di bianco e di rosso. Il terreno sito nelle immediate vicinanze del luogo dell'incidente è collinoso. Le aree limitrofe, in particolare a Sud della traiettoria di provenienza del velivolo e del punto di impatto, sono coltivate, con presenza di pali e filari per la coltivazione di kiwi, ma prevalentemente piatte.



Foto 9: fermo immagine da un video effettuato da un drone dei Vigili del fuoco mentre ripercorre la traiettoria di decollo RWY 21.



Foto 10: fermo immagine da un video effettuato da un drone dei Vigili del fuoco mentre ripercorre l'ultimo tratto del volo dell'I-8534.



Foto 11: vista della linea elettrica con indicazione del punto di rinvenimento del relitto.

1.12.2. Tracce al suolo e distribuzione dei rottami

Le uniche tracce al suolo sono costituite dalla impronta lasciata nel terreno dalla prua del velivolo (ogiva dell'elica e motore) penetrata nel terreno per circa 25 cm e dall'incendio, che si è sviluppato in seguito allo sversamento di carburante e che ha attecchito sulla vegetazione circostante, propagandosi nelle immediate vicinanze fino a quando non sono

intervenuti i Vigili del fuoco. La vegetazione intorno al relitto, con l'esclusione degli arbusti interessati dall'incendio, appariva integra e non si notavano danni agli alberi di alto fusto (eucalipto) presenti nella zona. Le tracce sul terreno erano localizzate nell'area immediatamente adiacente al relitto stesso, ad indicazione di una componente di moto essenzialmente verticale. Non si registrava dispersione delle parti dell'apparecchio, che risultavano tutte presenti e concentrate nel punto di impatto.

In prossimità del punto dove giaceva il relitto erano presenti numerosi agglomerati di alluminio colato in stato di fusione, poi rappresosi una volta raffreddato.

L'asse longitudinale del velivolo era disposto su un orientamento di 018°. L'impatto ha avuto luogo con un assetto pressoché verticale.



Foto 12: dettaglio del punto di impatto. L'orientamento dell'asse longitudinale è su una prua di 018°.

1.12.3. Esame del relitto

L'apparecchio, tenuto conto del livello di distruzione causato dall'impatto e dal prolungato incendio che ha risparmiato solo i metalli più resistenti, appariva completo di tutte le sue parti principali.

Il motore Rotax 912 ULS era vincolato al castello, sul quale erano ancora attaccati la gamba di forza e il cerchio del ruotino anteriore. Esso presentava danni importanti causati dal fuoco; il semicarter e le coperture delle testate risultavano fusi. Evidente la rottura del

mozzo dell'elica all'altezza del riduttore dei giri, dei quali alcuni ingranaggi venivano rinvenuti rotti all'interno del piccolo cratere causato all'impatto.



Foto 13: particolare del motore ed annessa gamba carrello anteriore.



Foto 14: particolare del motore ed annessa gamba carrello anteriore.

L'elica bipala in legno GT è stata danneggiata dal fuoco, che ne ha bruciato completamente una pala, risparmiando solo una porzione della pala complementare. Ciò che rimaneva dell'elica era ancora vincolato alla flangia, solidale al mozzo separatosi dal motore all'altezza del riduttore dei giri.



Foto 15: particolare dei resti dell'elica bipala.



Foto 16: particolare del mozzo dell'elica separatosi all'altezza del riduttore dei giri.

La semiala sinistra, poggiata sul ventre nelle immediate vicinanze della struttura costituente la fusoliera, ma staccata da quest'ultima, presentava importanti deformazioni sul bordo di attacco. La estremità alare (*tip*), in materiale composito, era anch'essa separata e nelle immediate vicinanze. L'alettone sinistro era ancora vincolato alla semiala per mezzo dei due

cardini e del collegamento del comando. I pannelli costituenti la superficie erano bruciati. Il flap sinistro era presente e vincolato alla semiala.

La semiala destra, poggiata sul dorso, era nelle immediate vicinanze della struttura costituente la fusoliera, ma staccata da quest'ultima; essa presentava importanti deformazioni sul bordo di attacco. La semiala destra presentava danni dall'incendio ancora più evidenti rispetto a quelli presentati dalla sinistra, specialmente alla radice. La *tip* in materiale composito era anch'essa separata e a circa 5 m dal relitto. L'alettone destro era ancora vincolato alla semiala per mezzo dei due cardini e del collegamento del comando. I pannelli costituenti la superficie erano bruciati. Il flap destro era presente per metà (l'altra metà era bruciata) e vincolato alla semiala.

Nessuno strumento rinvenuto ha fornito indicazioni di valenza investigativa in considerazione del grado di distruzione. Le due manette del motore (lato sinistro e centrale) erano retratte, in posizione di minimo e piegate. Per quanto attiene le valvole del carburante, una è stata rinvenuta tra i rottami ancora localizzata in corrispondenza della sede originaria, mentre l'altra è stata identificata tra le minuterie recuperate rastrellando l'area dell'impatto; per la trattazione specifica di tali componenti si rimanda al paragrafo dedicato.



Foto 17: particolare della valvola *fuel shut off* rinvenuta ancora vincolata alla struttura.

La struttura metallica della fusoliera conservava grosso modo la forma originaria: inclinata in avanti con assetto picchiato (verticale), era allineata longitudinalmente su di un orientamento di 018°.

Gli impennaggi erano posizionati oltre il punto di impatto iniziale del velivolo e rovesciati, con la deriva verticale e lo stabilizzatore sinistro poggiati al terreno. Il trim era presente e

vincolato allo stabilizzatore e all'asta di comando. Il sistema di vincolo dello stabilizzatore alla fusoliera appariva integro.



Foto 18: particolare dei piani di coda (deriva e stabilizzatore).

Attuatore e leverismi dell'impianto flap sono stati analizzati al fine di determinare la posizione degli ipersostentatori al momento dell'incidente (si veda paragrafo dedicato).



Foto 19 e 20: particolare dell'attuatore e dei leverismi dell'impianto flap.

1.12.4. Dinamica di impatto

Sulla base delle tracce al suolo rilevate, della distribuzione dei rottami e dei danneggiamenti riscontrati sul relitto è emerso che l'impatto al suolo ha avuto luogo con velivolo fuori

controllo e con una componente del moto e assetto prevalentemente verticali. L'impatto con il suolo è avvenuto con un asse longitudinale orientato su una prua di 018°. Considerando la direzione di decollo di 210°, l'aeroplano ha effettuato prima di impattare il suolo almeno mezzo giro di rotazione intorno all'asse verticale.

1.12.5. Avarie connesse con l'evento

Durante l'inchiesta non è stato possibile individuare evidenze di avarie connesse con l'evento.

1.13. INFORMAZIONI DI NATURA MEDICA E PATOLOGICA

Non sono emerse evidenze di natura medica e patologica che possano aver influito sull'accadimento dell'evento.

1.14. INCENDIO

L'incendio, sviluppatosi a seguito dell'impatto con il suolo, ha interessato integralmente il velivolo ed è stato estinto dai Vigili del fuoco intervenuti sul posto.

1.15. ASPETTI RELATIVI ALLA SOPRAVVIVENZA

I piloti indossavano le cinture di sicurezza.

Non vi sono evidenze che abbia avuto luogo l'attivazione del paracadute balistico (Galaxy GRS). Il dispositivo di estrazione del paracadute (*rocket engine*) è stato rinvenuto tra i rottami ancora all'interno del velivolo. La spina di sicurezza della maniglia di attivazione, che, come verrà esposto nel corso della relazione, dalle citate immagini video⁵ risultava regolarmente in sede durante le fasi di avviamento, non è poi stata identificata in fase di sopralluogo.

1.16. PROVE E RICERCHE EFFETTUATE

Non pertinente.

1.17. INFORMAZIONI ORGANIZZATIVE E GESTIONALI

Non pertinente.

⁵ Si veda nota 3.

1.18. INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

1.18.1. Indagine sul motore

Nell'ambito dell'inchiesta di sicurezza si è proceduto – in coordinamento con l'autorità giudiziaria (così come contemplato dall'art. 12 del regolamento UE n. 996/2010) – al disassemblaggio del propulsore e alla sua analisi tecnica, che sono avvenuti alla presenza del personale dell'ANSV.

Di seguito si riportano alcune evidenze acquisite durante l'esame in questione.

Il motore S/N 4425194, identificato per mezzo della targhetta metallica, risultava seriamente danneggiato in conseguenza dell'urto e del successivo incendio. In particolare:

- la parte frontale era fratturata, con il corpo del riduttore separato dal resto del motore;
- la parte inferiore si presentava parzialmente fusa.



Foto 21: il motore, separato dal relitto, in procinto di essere smontato per gli accertamenti.

Per il disassemblaggio completo del motore si è provveduto a rimuovere i seguenti componenti:

- radiatore del liquido di raffreddamento, deformato dall'urto e parzialmente fuso dall'incendio;
- cappellotti dei bilancieri, che non evidenziavano anomalie oltre all'effetto dell'incendio;
- radiatore dell'olio, deformato dall'urto e parzialmente fuso dall'incendio;

- coperchio della pompa del liquido di raffreddamento, deformato dall'urto e parzialmente fuso dall'incendio;
- testa del cilindro n° 1 e relativa canna, che non hanno evidenziato anomalie oltre al normale stato di usura e agli effetti dell'urto e dell'incendio;
- testa del cilindro n° 2 e relativa canna, che non hanno evidenziato anomalie oltre al normale stato di usura e agli effetti dell'urto e dell'incendio;
- testa del cilindro n° 3 e relativa canna. A causa del bloccaggio, dovuto alle deformazioni per l'urto e all'incendio, del pistone nella canna, durante la rimozione del pistone si è causata la rottura della parte inferiore della canna;
- testa del cilindro n° 4 e relativa canna, che non hanno evidenziato anomalie oltre al normale stato di usura e agli effetti dell'urto e dell'incendio;
- pistoni n° 1, 2, 3, 4, che non hanno evidenziato anomalie oltre al normale stato di usura e agli effetti dell'urto e dell'incendio;
- magnete rotante, che risultava correttamente installato e non ha evidenziato anomalie oltre al normale stato di usura e agli effetti dell'incendio;
- starter, fortemente danneggiato dall'urto e dall'incendio;
- carterino posteriore, danneggiato dall'urto e dall'incendio;
- ingranaggi della distribuzione, correttamente installati, che non hanno evidenziato anomalie oltre al normale stato di usura e agli effetti dell'incendio;
- ingranaggio dell'albero motore, correttamente installato, che non ha evidenziato anomalie oltre al normale stato di usura e agli effetti dell'incendio;
- carter del motore, semicarter, albero motore, albero a camme e punterie idrauliche correttamente installati; non hanno evidenziato anomalie oltre al normale stato di usura e agli effetti dell'incendio;
- tappo magnetico, che non ha evidenziato presenza di particelle metalliche;
- filtro dell'olio, fortemente danneggiato dall'urto e dall'incendio.

Sono stati inoltre analizzati i seguenti componenti distaccatisi dal motore in seguito all'impatto:

- elica in legno GT con piastra porta ogiva, albero elica e frizione slittante; ciò che rimaneva dell'elica, danneggiata dall'urto e dall'incendio, era ancora correttamente fissato all'albero e i relativi bulloni erano ancora dotati delle frenature previste;

- l'ingranaggio principale del riduttore, che risultava rotto in 4 parti, di cui 3 costituivano la corona dentata; il mozzo risultava ancora installato sull'albero dell'elica;
- la pompa meccanica carburante, strappata dal motore, danneggiata a seguito dell'urto e completamente fusa dall'incendio;
- la pompa elettrica, danneggiata a seguito dell'urto e dall'incendio;
- il carburatore destro, strappato dal motore, danneggiato a seguito dell'urto e completamente fuso dall'incendio;
- il carburatore sinistro, strappato dal motore, danneggiato a seguito dell'urto e dall'incendio;
- il serbatoio dell'olio, danneggiato dall'urto;
- la marmitta, danneggiata dall'urto.

Il motore risultava particolarmente danneggiato a causa dell'impatto e del successivo incendio. L'analisi tecnica effettuata si è quindi concentrata sui componenti in acciaio non soggetti a liquefazione, ovvero ancora disponibili per un esame visivo per l'individuazione di eventuali malfunzionamenti che potessero aver causato un arresto improvviso o un calo delle prestazioni del motore. Dall'esame del complessivo motore e dei suoi componenti, limitatamente a quanto si è potuto verificare dopo l'urto e l'incendio, non sono emerse anomalie o rotture meccaniche pregresse all'interno del motore.



Foto 22: dettaglio dell'albero motore e dell'albero a camme.

1.18.2. Attuatore flap

L'impianto flap del P92 Echo S è azionato da un attuatore elettromeccanico modello CALA 36A prodotto da SKF.

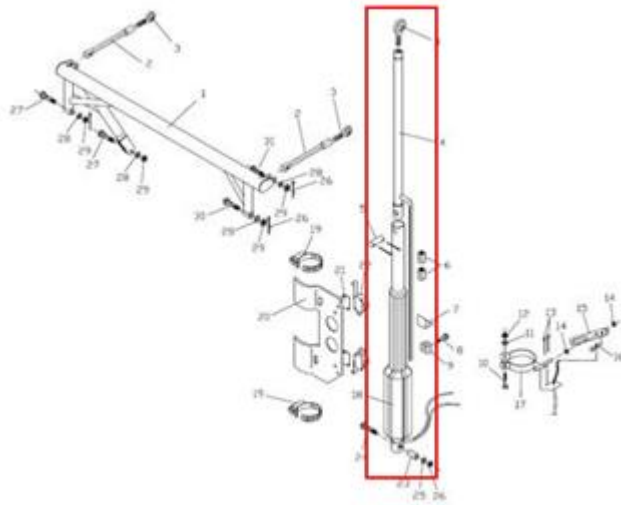


Figura 7: impianto flap (tratto dall'*Illustrated Part Catalogue*).

Le misure di estensione dell'attuatore per le varie posizioni degli ipersostentatori sono le seguenti:

- flap a 0°: 130 mm;
- flap *take-off*: 70 mm;
- flap *land*: 20 mm.

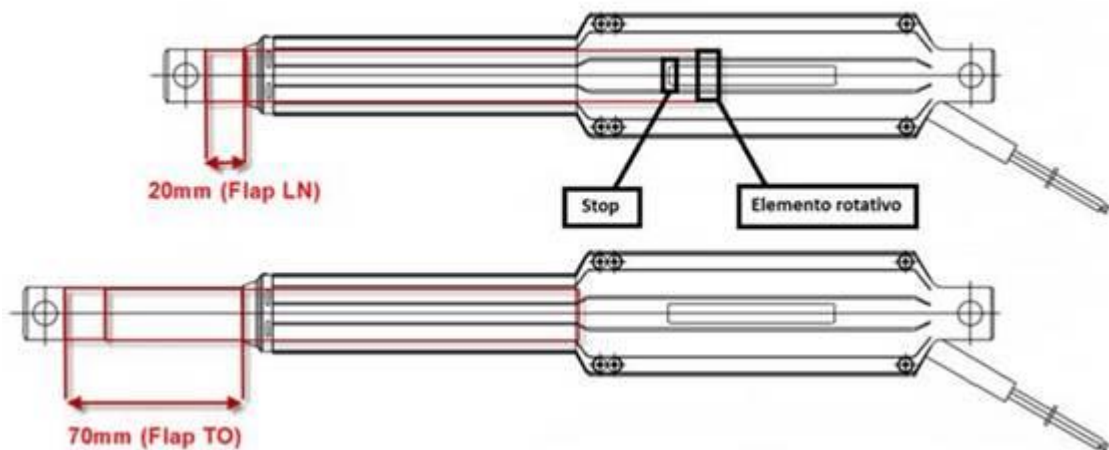


Figura 8: attuatore SKF modello CALA 36A.

La posizione dell'attuatore prelevato dal relitto era coerente con la posizione *take-off*.



Foto: 23 particolare dell'attuatore flap.



Foto 24: particolare dell'attuatore flap.

1.18.3. Indagine sulle valvole dell'impianto carburante

Nell'ambito dell'inchiesta di sicurezza si è proceduto – in coordinamento con l'autorità giudiziaria (così come contemplato dall'art. 12 del regolamento UE n. 996/2010) – alla ispezione, mediante endoscopio, delle valvole dell'impianto carburante, che è stata effettuata dal personale dei laboratori tecnologici dell'ANSV.



Foto 25 e 26: le due valvole *fuel shut off*.

Dalle immagini ottenute mediante video-endoscopio è stato valutato che entrambe le valvole carburante fossero aperte per il 10% circa della sezione (ovvero chiuse per il 90% circa). Riproducendo su una identica valvola nuova il predetto grado di apertura, si è ricavata la corrispondente inclinazione della levetta di comando della valvola, che è risultata compresa tra circa 55° e circa 60° rispetto all'asse longitudinale per entrambe le valvole.



Foto 27 e 28: particolare ripreso a mezzo endoscopio valvola 1 lato A e B.

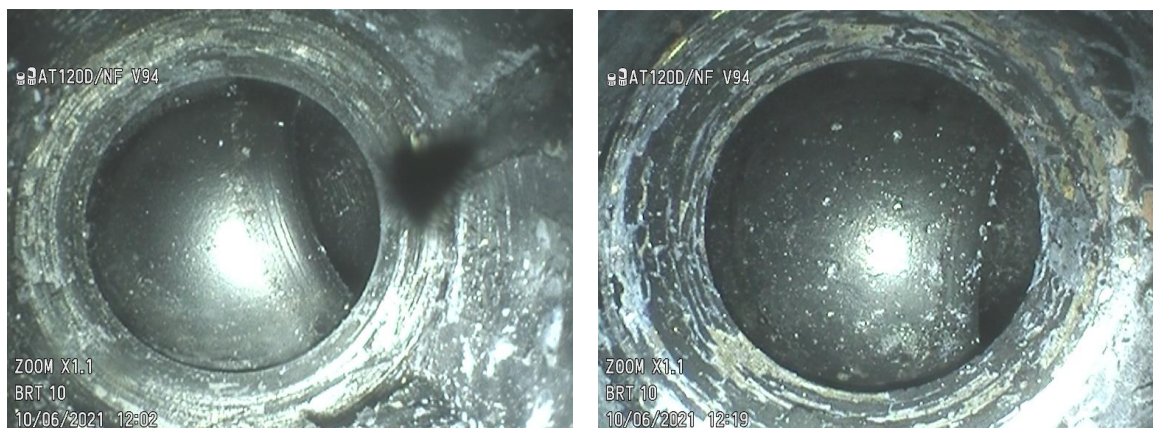


Foto 29 e 30: particolare ripreso a mezzo endoscopio valvola 2 lato A e B.

1.18.4. Prove a terra effettuate su velivolo P92 Echo S

L'ANSV ha effettuato prove a terra su un velivolo P92 Echo S di modello analogo a quello dell'apparecchio incidentato ed equipaggiato con motore Rotax 912 da 100 hp. Le condizioni ambientali erano simili a quelle in cui si è verificato l'incidente, sebbene la elevazione dell'aeroporto differisse di circa 300 piedi.

Lo scopo della prova è consistito nell'osservare sperimentalmente il comportamento del motore sul P92 Echo S a vari regimi di funzionamento, tali da replicare le fasi di accensione, riscaldamento motore, rullaggio, prove motore e decollo, al fine di determinare in quali condizioni si possa determinare un difetto di alimentazione in condizioni di parzializzazione del flusso carburante. Le evidenze ottenute sono state messe in relazione con quanto osservato sperimentalmente mediante l'osservazione effettuata con video-endoscopio.

Utilizzando una valvola nuova, si è preventivamente proceduto a misurare l'angolo della levetta di comando della valvola corrispondente alla posizione della sfera interna per i vari angoli di apertura variabili tra 0° e 90°, misurati rispetto all'asse longitudinale della valvola (0° aperto, 90° chiuso), oltre a determinare, sulla valvola nuova, la posizione della valvola corrispondente a quella delle valvole prelevate dall'aeromobile coinvolto nell'incidente e sottoposte ad analisi mediante video-endoscopio, stimata tra circa 55° e circa 60°.

Nella posizione di chiuso, 90°, le prove hanno restituito un tempo di funzionamento di circa 1'30", durante il quale l'equipaggio che effettuava il test simulava le fasi di accensione, riscaldamento e rullaggio.

Per valori di apertura delle levette di comando corrispondenti a una posizione compresa tra 0° e circa 55° (misurati rispetto all'asse longitudinale della valvola), le prove hanno restituito normale funzionamento con regolari pressioni di alimentazione (*fuel press*), sia nelle fasi che hanno simulato l'avviamento, riscaldamento e rullaggio, sia in quelle che

hanno simulato il decollo (5000 giri motore al minuto, a punto fisso). Il test veniva interrotto al raggiungimento degli 8’.

Per un valore superiore ai 55° e prossimo ai circa 60° è stato osservato normale funzionamento per circa 5’, durante i quali l’equipaggio ha simulato accensione, riscaldamento, rullaggio e posizionamento in testata pista. Dopo un minuto dalla successiva applicazione delle *take off power* (5000 giri motore al minuto) il motore ha iniziato a mostrare segni evidenti di *starvation*, che ha indotto l’equipaggio a comandare lo spegnimento, il quale sarebbe comunque avvenuto pochi istanti dopo. La tempistica di tale test è stata complessivamente di 6’.

Le prove sono state effettuate a terra a punto fisso. Non è stato possibile replicare nel test l’effetto dell’assetto di volo in salita: questo introduce un ulteriore angolo rispetto alla verticale, oltre a quello già esistente delle linee carburante in cui si trovano montate le valvole. Pertanto, si ritiene che l’assetto di salita possa influire sull’impianto riducendo sensibilmente la portata carburante, in quanto l’alimentazione dai serbatoi avviene per gravità (diretta lungo l’asse verticale).

1.18.5. Dichiarazioni testimoniali

Un testimone che accompagnava un familiare impegnato in attività aviolancistica, nella finestra temporale dell’incidente si trovava presso l’hangar dei paracadutisti. Egli ha riferito di avere notato l’apparecchio transitare sulla via di rullaggio verso la pista, ma di non avere poi seguito la corsa di decollo nella sua interezza, in quanto impegnato in una conversazione con altri presenti. L’attenzione del testimone, che si trovava rivolto verso Sud, è stata però destata nel momento in cui l’aeromobile ha fatto ingresso in una vite verso destra, per poi scomparire alla vista. Il testimone, con esperienza pregressa di volo acrobatico, ha specificato come l’assetto assunto dall’aeromobile fosse molto picchiato, sebbene non verticale. Dopo poco ha visto levarsi una colonna di fumo nero. Non ha avuto modo, in considerazione della distanza e dei rumori presenti nelle vicinanze del luogo ove si trovava, di sentire il rumore del motore e quindi non ha avuto la possibilità di giudicare se questo stesse funzionando o meno.

Il testimone ha riportato che il decollo dell’aeromobile era avvenuto dopo che il velivolo dei paracadutisti aveva già effettuato il lancio ed era già al suolo; inoltre, il congiunto paracadutista, che aveva effettuato un lancio scuola per il conseguimento della relativa licenza e che era stato l’ultimo ad atterrare tra tutti i paracadutisti, si trovava già al suolo. Ha riferito, infine, che le condizioni di vento al suolo erano decisamente deboli e a conferma di

ciò ha aggiunto come queste risultassero compatibili con i limiti di vento per l'effettuazione dell'attività del congiunto paracadutista, che era ai primissimi lanci.

1.18.6. Evidenze da video caricato su *social network*

Da un video della durata di 18 secondi effettuato dal passeggero deceduto e pubblicato su *social network* nei minuti immediatamente precedenti l'incidente, in cui sono state registrate brevissime fasi delle procedure a terra prima e durante la messa in moto, sono emerse le seguenti evidenze:

- le condizioni meteorologiche erano ottime;
- gli allievi paracadutisti erano da poco atterrati;
- il tubo di *pitot* appariva libero dalla copertura di protezione;
- gli indicatori del livello di carburante evidenziavano che il serbatoio sinistro era pieno e il destro conteneva circa due terzi del carburante massimo;
- i sedili erano entrambi arretrati, in ragione della statura dei due occupanti e conseguente lunghezza degli arti inferiori.

Non è stato possibile apprezzare la posizione delle valvole del carburante, in quanto queste non sono mai state visibili. L'anemometro era, come consuetudine sui VDS, in chilometri orari, privo degli archi colorati delle velocità caratteristiche. Nel video la spina di sicurezza del paracadute balistico era ancora inserita, coerentemente con la fase relativa alle procedure a terra e con la posizione del velivolo al parcheggio.



Foto 31 e 32: fermo immagine tratto dal video caricato dal passeggero su *social network*, indicante il quantitativo di carburante imbarcato prima della messa in moto.

L'audio del breve video effettuato dal passeggero nella fase concomitante alle operazioni precedenti la messa in moto ha evidenziato un'atmosfera, all'interno dell'abitacolo, marcatamente gioviale e scherzosa.

1.18.7. Requisiti di aeronavigabilità

La normativa italiana relativa al volo da diporto o sportivo, come più volte evidenziato dall'ANSV, presenta molteplici criticità. In questa sede si rileva, in particolare, che il DPR 9 luglio 2010 n. 133 (Nuovo regolamento di attuazione della legge 25 marzo 1985, n. 106, concernente la disciplina del volo da diporto o sportivo) non prevede requisiti di aeronavigabilità per gli apparecchi ad ala fissa basici, come era quello coinvolto nell'incidente.

Per contro, per completezza delle informazioni, pare invece qui opportuno ricordare che l'art. 8 (Apparecchi qualificati «Avanzati») del citato DPR n. 133/2010 prescrive che gli apparecchi avanzati debbano avere caratteristiche tecniche conformi a standard tecnici almeno equivalenti a quelli di cui agli allegati tecnici II, III, IV e V al medesimo DPR. Nello specifico, l'allegato V, relativo alle caratteristiche tecniche degli aeromobili ad ala fissa tre assi, che, come specificato nello stesso allegato, è un «Estratto dallo standard ENAC RAI-VEL», contiene «i requisiti minimi di aeronavigabilità che il costruttore di un velivolo VDS deve soddisfare affinché detto apparecchio possa ottenere la qualifica di “ultraleggero avanzato” prevista dal regolamento di attuazione della L. 106/85.».

Da evidenziare che la differenza principale tra un VDS basico e un VDS avanzato non è tanto riferita alla complessità dell'apparecchio (per esempio, un elicottero derivato da un Robinson R22 può essere immatricolato come VDS basico), quanto, piuttosto, alle manutenzioni da eseguire e alla possibilità di fruire di tutti i servizi di navigazione aerea con le stesse modalità e gli stessi obblighi degli altri aeromobili, nonché di operare su tutti gli aeroporti non aperti al traffico commerciale, su quelli aperti al traffico commerciale indicati dall'ENAC, nonché in tutto lo spazio aereo italiano aperto al volo a vista.

Peraltro è interessante rilevare che il paragrafo 995 (Rubinetti del combustibile e comandi) del menzionato allegato V, alla lettera (b), prescrive che «la valvola ad intercettazione meccanica: [omissis]; deve essere predisposta per evitare azionamenti accidentali; deve potersi riaprire rapidamente dopo la chiusura.».

Sempre in un'ottica di completezza delle informazioni, pare anche opportuno riportare, in considerazione della specularità dell'impianto carburante tra la versione certificata e quella non certificata del P92, quanto previsto dalla EASA CS-VLA (applicabile per la versione certificata dal Tecnam P92 Echo S, ovvero per il P92-JS, che rientra, come indicato sul

TCDS, nella Airworthiness Category CS-VLA Normal Category) in ordine ai componenti dell'impianto carburante e, in particolare, in ordine ai requisiti delle *fuel tank selector valve*:

Fuel tank selector valve must:

- (1) [omissis]; and
- (2) Have the tank selector positions located in such a manner that is impossible for the selector to pass through the "OFF" position when changing from one tank to another.



- (f) Each check valve must be constructed, or otherwise incorporate provisions, to preclude incorrect assembly or connection of the valve.
- (g) Fuel tank selector valves must -
 - (1) Require a separate and distinct action to place the selector in the 'OFF' position; and
 - (2) Have the tank selector positions located in such a manner that it is impossible for the selector to pass through the 'OFF' position when changing from one tank to another.

Figura 9: estratto dalla EASA CS-VLA inerente alle specifiche di certificazione relative ai componenti dell'impianto carburante.

Da sottolineare che l'attuale EASA CS-VLA riporta, anche sotto il profilo testuale, i medesimi requisiti a suo tempo definiti dalla JAR-VLA, vigente all'epoca della certificazione dell'aeromobile.

FUEL SYSTEM COMPONENTS

JAR-VLA 991 Fuel pumps

(a) *Main pump.* For the main pump, the following applies:

For an engine installation having fuel pumps to supply fuel to the engine, at least one pump must be directly driven by the engine and must meet JAR-VLA 955. This pump is a main pump.

(b) *Emergency pump.* There must be an emergency pump immediately available to supply fuel to the engine if the main pump (other than a fuel injection pump approved as part of an engine) fails. The power supply for the emergency pump must be independent of the power supply for the main pump.

(c) *Warning means.* If both the main pump and emergency pump operate continuously, there must be a means to indicate to the pilot a malfunction of either pump.

(d) Operation of any fuel pump may not affect engine operation so as to create a hazard, regardless of the engine power or the functional status of any other fuel pump.

(c) Each valve and fuel system control must be supported so that loads resulting from its operation or from accelerated flight conditions are not transmitted to the lines connected to the valve.

(d) Each valve and fuel system control must be installed so that gravity and vibration will not affect the selected position.

(e) Each fuel valve handle and its connections to the valve mechanism must have design features that minimise the possibility of incorrect installation.

(f) Each check valve must be constructed, or otherwise incorporate provisions, to preclude incorrect assembly or connection of the valve.

- (g) Fuel tank selector valves must –
- (1) Require a separate and distinct action to place the selector in the 'OFF' position; and
 - (2) Have the tank selector positions located in such a manner that it is impossible for the selector to pass through the 'OFF' position when changing from one tank to another.

JAR-VLA 999 Fuel system drains

(a) There must be at least one drain to allow

Figura 10: estratto dalla JAR-VLA inerente alle specifiche di certificazione relative ai componenti dell'impianto carburante.

1.18.8. Procedure normali Tecnam P92 Echo S

Il pilota, al momento dell'incidente, aveva un cosciale con una *check-list* del P92 Echo S⁶, presumibilmente predisposta, non è chiaro da chi, sulla base del *Manuale di volo*. Sulle pagine rinvenute (danneggiate dalle fiamme), il controllo delle valvole del carburante risulterebbe riportato nella *check-list* preavviamento (*Before Start*), ma non in quella predecollo (*Holding Point*).

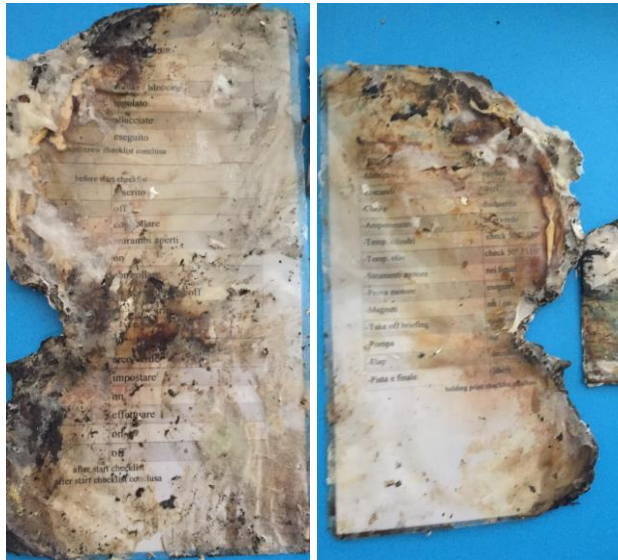


Foto 33 e 34: foto delle pagine della *check-list* preavviamento (*Before Start*) e predecollo (*Holding Point*) rinvenute sul luogo dell'incidente.

Le procedure normali riportate nel *Manuale di volo* del P92 Echo S prevedono, prima dell'avviamento del motore (*Starting Engine*), l'apertura delle valvole del carburante (*Both fuel taps ON*).

Le procedure normali riportate nel *Manuale di volo* del P92 Echo S non prevedono, però, nel corso della effettuazione dei controlli prima del decollo (*Holding*), la verifica della corretta apertura delle due valvole; quanto testé detto vale anche per il *Manuale di volo* della versione certificata dell'aeromobile, sul quale si è riscontrata analoga mancanza della verifica in questione.

⁶ Per il P92 Echo S il *Manuale* applicabile è intitolato *Flight Manual P92 Echo Classic*.

CHECKLISTS

BEFORE STARTING ENGINE (after preflight inspection)

- I. Flight planning, fuel consumption, refueling.
- II. Aircraft loading and related inspections (see section 6)
- III. Seat and safety belts adjustment
- IV. Doors secured
- V. Parking brake ON.

STARTING ENGINE

- I. Master switch ON.
- II. Both fuel taps ON.
- III. Engine throttle to idle.
- IV. Choke as needed.
- V. Magnetos switch to ON.
- VI. Prop area: free
- VII. Ignition key set to: START.
- VIII. Engine RPM: 2000 - 2500 RPM
- IX. Choke OFF
- X. Check engine instruments
- XI. Check oil pressure rise (maximum value cold 7 bar)

Figura 11: estratto dal *Manuale di volo* del P92 Classic: NORMAL PROCEDURES, BEFORE STARTING ENGINE e STARTING ENGINE.

HOLDING

- I. Parking brake ON.
- II. Turn on navigation lights, strobe light, and landing light (optional equipment)
- III. Check engine parameters.

	912 UL	912 ULS
Oil temperature	50° - 110° C	
Max. Cylinder Heads Temperature	150° C	135° C
Oil pressure	2.0 - 5.0 bar	
- IV. Check ammeter to insure alternator is charging.
- V. Engine's rpm at 4000 RPM and test magnetos.
- VI. Visual check of fuel indicators.
- VII. Flaps at 15° (takeoff)
- VIII. Stick free and zero trim
- IX. Seat belts fastened and doors secured.

TAKEOFF AND CLIMB

- I. Control Tower for takeoff
- II. Check for clear final and wind on runway.
- III. Parking brake OFF, full throttle.
- IV. Carburetor heat: OFF
- V. Taxi to line-up
- VI. Rotation and takeoff
- VII. Slight braking to stop wheel spinning.
- VIII. Flaps retracted
- IX. Landing light OFF.
- X. Trim adjustment
- XI. Establish climb rate

Figura 12: estratto dal *Manuale di volo* del P92 Classic: NORMAL PROCEDURES, HOLDING e TAKEOFF CLIMB.

Dopo lo spegnimento del velivolo, la *check list* delle procedure normali prevede la chiusura di entrambe le valvole («Set both fuel taps to OFF»).

ENGINE SHUT DOWN

- I. Keep engine running at 3000 RPM for about two minutes in order to reduce latent heat.
- II. Turn off all electrical utilities
- III. Set magnetos switch and Master switch to OFF
- IV. Set both fuel taps to OFF.
- V. Insert hood over pitot tube on left side wing strut.

3rd edition – 14th April 2008

Doc. n° 92-13-011-00

4-8

Figura 13: estratto dal *Manuale di volo* del P92 Classic: NORMAL PROCEDURES, ENGINE SHUT DOWN.

In un'ottica di approfondimento, l'ANSV ha preso in esame le *check list* delle operazioni normali predisposte da due scuole di volo che utilizzano il Tecnam P92: quella utilizzata da una scuola per il conseguimento dell'attestato di pilota VDS con P92 Echo S e quella di una ATO dove il corso per il conseguimento della PPL(A) viene svolto su velivolo Tecnam P92-JS (quest'ultima è la scuola dove il pilota coinvolto nell'incidente effettuava l'attività di volo di aviazione generale). Entrambe le *check-list* riportavano nella lista dei controlli predecollo il controllo della corretta apertura delle valvole del carburante anche prima del decollo. La *check-list* dell'ATO sottolineava, inoltre, la criticità dell'impianto nella fase di bilanciamento dei serbatoi, riportando fotografie esplicative.

È stato altresì osservato come la scuola VDS utilizzasse, come misura di mitigazione predisposta a valle di una valutazione del rischio, delle bandierine rosse con anello del tipo "Remove before flight", da apporre quando la valvola *fuel shut off* veniva chiusa e da rimuovere all'atto dell'apertura della medesima.

BEFORE ENGINE START	
1) Parking brake	SET
2) Flight planning and fuel	CHECKED
3) Weight & Balance	CHECKED
4) Seats	ADJUSTED
5) Seat belts	FASTENED
6) Doors	LOCKED
7) Radio and electrical equipment	OFF
8) Circuit breakers	CHECK IN
9) Throttle	IDLE
10) Carburetor heat	COLD
11) Fuel shut off valves	BOTH OPEN
12) Briefing	PERFORMED
BEFORE ENGINE START CHECK LIST	COMPLETED

BEFORE TAKE OFF	
1) Fuel level indicators	CHECKED
2) Flaps	T/O
3) Flight controls	FREE
4) Trim	SET - T/O
5) Seat belts fastened and door locked	CHECKED
6) Master switch	ON
7) Generator switch	ON
8) Magnetos	BOTH
9) Carburetor heat	COLD
10) Engine instruments	CHECKED
11) Fuel shut off valves	BOTH OPEN
12) Directional gyro	ADJUSTED
13) Fuel Pump	ON
14) ATC	CONTACTED
BEFORE TAKE OFF CHECK LIST	COMPLETED

Figure 14 e 15: estratto della *check list* P92 in uso presso l'ATO.

1.18.9. Procedure di emergenza

Con la raccomandazione di sicurezza ANSV-6/1280-18/2/A/20 emessa a conclusione dell'inchiesta di sicurezza relativa all'incidente occorso all'aeromobile Tecnam P92 Echo S marche di identificazione I-6430, in località Calatabiano (CT), l'11 settembre 2018, si rilevava quanto segue: «il *Manuale di volo* del Tecnam P92 Echo S (a cui è applicabile il manuale intitolato *Flight Manual P92 Echo Classic*) non indica, al primo punto della procedura “*engine failure immediately after take off*”, la necessità di mantenere un adeguato assetto di planata o una velocità corrispondente (prevista invece nel *Manuale di volo* del Tecnam P92-JS).». In particolare, per la versione certificata è presente, al primo punto della procedura, l'indicazione della velocità all'aria da mantenere (60 KIAS), mentre tale indicazione è assente per la versione non certificata.

Conseguentemente, l'ANSV, trattandosi di un aeromobile non certificato, raccomandava all'Aero Club d'Italia «di sensibilizzare la Costruzioni aeronautiche Tecnam SpA affinché anche nel *Manuale di volo* del Tecnam P92 Echo S (a cui è applicabile il manuale intitolato *Flight Manual P92 Echo Classic*) venga indicata, al primo punto della procedura “*engine failure immediately after take off*”, la necessità di mantenere un adeguato assetto di planata o una velocità corrispondente, come peraltro previsto nel *Manuale di volo* del Tecnam P92-JS.».

Ai fini della presente inchiesta di sicurezza si sottolinea che la citata procedura di emergenza prevede, tra i vari controlli, anche la chiusura delle valvole del carburante prima dell'atterraggio.

ENGINE FAILURE

Depending on the case that may apply, the emergency procedure should follow the guidelines listed below.

ENGINE FAILURE DURING TAKEOFF RUN

1. Throttle: *idle* (fully out)
2. Brakes: *apply as needed*
3. Magnetos: *OFF*
4. Flaps: *retract*
5. Master switch: *OFF*
6. Fuel shutoff valves: *OFF*

ENGINE FAILURE IMMEDIATELY AFTER TAKEOFF

1. Locate landing area
2. Throttle: *idle* (fully out)
3. Fuel shutoff valves: *OFF*
4. Magnetos *OFF*
5. Flaps: *as needed*
6. Master switch: *OFF*
7. Land with wings level

Figura 16: procedura di emergenza nel caso di malfunzionamento motore subito dopo il decollo, estratta dal *Manuale di volo* applicabile al P92 Echo S (VDS).

ENGINE FAILURE IMMEDIATELY AFTER TAKEOFF

1. Speed 60 KIAS
2. Locate landing area
3. Throttle: *idle* (fully out)
4. Fuel shutoff valves: *OFF*.
5. Electric fuel pump: *OFF*
6. Magnetos *OFF*.
7. Flaps: *as needed*.
8. Generator switch and Master switch: *OFF*.
9. Inform TWR

Figura 17: procedura di emergenza nel caso di malfunzionamento motore subito dopo il decollo, estratta dal *Flight Manual* del P92-JS (certificato).

1.18.10. Titoli aeronautici VDS: profili normativi

Dal momento che l'investigazione dell'evento ha preso anche in considerazione alcuni aspetti correlati ai titoli aeronautici posseduti dal pilota, pare opportuno, in questa sede, richiamare sinteticamente quanto previsto dalla normativa vigente.

L'art. 11 (Attestato di idoneità, abilitazioni e qualifiche), commi 1, 2, 3, 4 e 8 del citato DPR n. 133/2010 così recita:

1. L'attestato di idoneità al pilotaggio VDS è rilasciato dall'Aero Club d'Italia e consente di svolgere l'attività di volo con gli apparecchi VDS con le caratteristiche tecniche di cui all'allegato alla legge 25 marzo 1985, n. 106.
2. Per il rilascio dell'abilitazione all'uso degli apparecchi VDS biposto con passeggero a bordo è richiesto il possesso di uno dei seguenti requisiti:
 - a) *[omissis]*;
 - b) autocertificazione relativa allo svolgimento di almeno trenta ore come responsabile ai comandi e superamento dell'esame di cui all'articolo 17, comma 3;
 - c) brevetto o licenza le cui abilitazioni di pilota di velivolo o di elicottero siano in corso di validità ovvero scadute da non oltre un anno;
3. Per il conseguimento dell'attestato di cui al comma 1, è richiesta la partecipazione ai corsi indetti dall'Aero Club d'Italia, con le modalità dallo stesso stabilite ed approvate dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, sentito l'Enac, con superamento di prove d'esame finali.
4. Ai fini del conseguimento dell'attestato di idoneità al pilotaggio VDS e dell'abilitazione di cui al comma 2, sono esentati dagli obblighi di cui al comma 3, coloro che sono in possesso di licenze aeronautiche con abilitazioni al pilotaggio di velivoli o elicotteri, in corso di validità, ovvero scadute da non oltre un anno.
[omissis]
8. Ai fini del rilascio dell'attestato di cui al comma 1, il richiedente presenta il certificato di idoneità psico-fisica, di cui all'articolo 13, nonché il nulla osta di cui all'articolo 14. La certificazione medica, sia nel caso di primo rilascio che dei successivi rinnovi, ha validità per un massimo di due anni, ridotti ad un anno al compimento del quarantesimo anno di età per i piloti che svolgono l'attività di istruttore VDS. Resta salva la facoltà del medico di prescrivere una durata inferiore della certificazione medica nei casi previsti all'allegato I. Entro la data di scadenza, l'interessato trasmette all'Aero Club d'Italia una nuova certificazione d'idoneità psico-fisica. L'Aero Club d'Italia, previa verifica della conformità della certificazione ai requisiti di cui all'articolo 13, trascrive l'avvenuta registrazione sull'attestato.

L'art. 12 (Visita medica) del medesimo DPR così recita:

1. Ai fini dell'accertamento dell'idoneità psico-fisica per lo svolgimento dell'attività VDS sono effettuate apposite visite mediche presso le strutture sanitarie di cui all'articolo 13.
2. I titolari di licenze aeronautiche per l'esercizio dell'attività turistica o professionale, in possesso della prescritta certificazione medica, sono esonerati dagli obblighi di cui al comma 1. Si applicano, in ogni caso, le disposizioni di cui all'articolo 11, comma 8.

1.19. TECNICHE DI INDAGINE UTILI O EFFICACI

Non pertinente.

CAPITOLO II

ANALISI

2. GENERALITÀ

Di seguito vengono analizzati gli elementi oggettivi acquisiti nel corso dell'inchiesta, descritti nel capitolo precedente.

L'obiettivo dell'analisi consiste nello stabilire un nesso logico tra le evidenze acquisite e le conclusioni.

2.1. DINAMICA DELL'INCIDENTE

La mattina dell'evento il pilota si accingeva ad effettuare un volo con l'apparecchio P92 Echo S di proprietà di un congiunto, con un amico a bordo in qualità di passeggero (non è stato possibile acclarare quale fosse l'eventuale destinazione).

L'apparecchio, pochi secondi dopo il decollo per RWY 21 dall'aviosuperficie ARMA di Nettuno, è stato osservato precipitare privo di controllo, in picchiata ed in rotazione, a circa 350 m dal limite Sud dell'aviosuperficie. Dopo l'impatto al suolo scaturiva un incendio. I due occupanti decedevano all'impatto.

Da quanto si è potuto appurare dal video caricato dal passeggero su un *social network* poco prima dell'incidente, l'ispezione esterna del velivolo prevista dai controlli prevolo era stata effettuato dal pilota all'interno dell'hangar. La protezione del tubo di *pitot* era stata rimossa. Non è stato invece possibile appurare la posizione iniziale delle due valvole del carburante, che non sono mai state visibili nel video. Mentre il pilota si accingeva a mettere in moto di fronte all'hangar, gli ultimi paracadutisti operanti presso la locale scuola di paracadutismo lanciatisi dal velivolo precedentemente decollato stavano ormai atterrando.

Il velivolo, dalla posizione di parcheggio, ha rullato per circa 160 m per portarsi dal piazzale dell'hangar al punto designato per la prova motore. Dalla piazzola prova motore al punto di allineamento per il decollo per RWY 21 il velivolo ha rullato per altri 120 m circa. Dai calcoli effettuati si ritiene che dalla messa in moto al decollo, considerando le distanze di rullaggio, tempi di riscaldamento del motore e delle relative prove, siano intercorsi non meno di 6 minuti.

Il motore in tale arco temporale avrebbe operato a regimi verosimilmente prossimi al minimo (circa 7 l/h).

Il pilota avrebbe poi verosimilmente effettuato le previste prove motore, per cui avrebbe operato per alcuni secondi al regime massimo (circa 20 l/h).

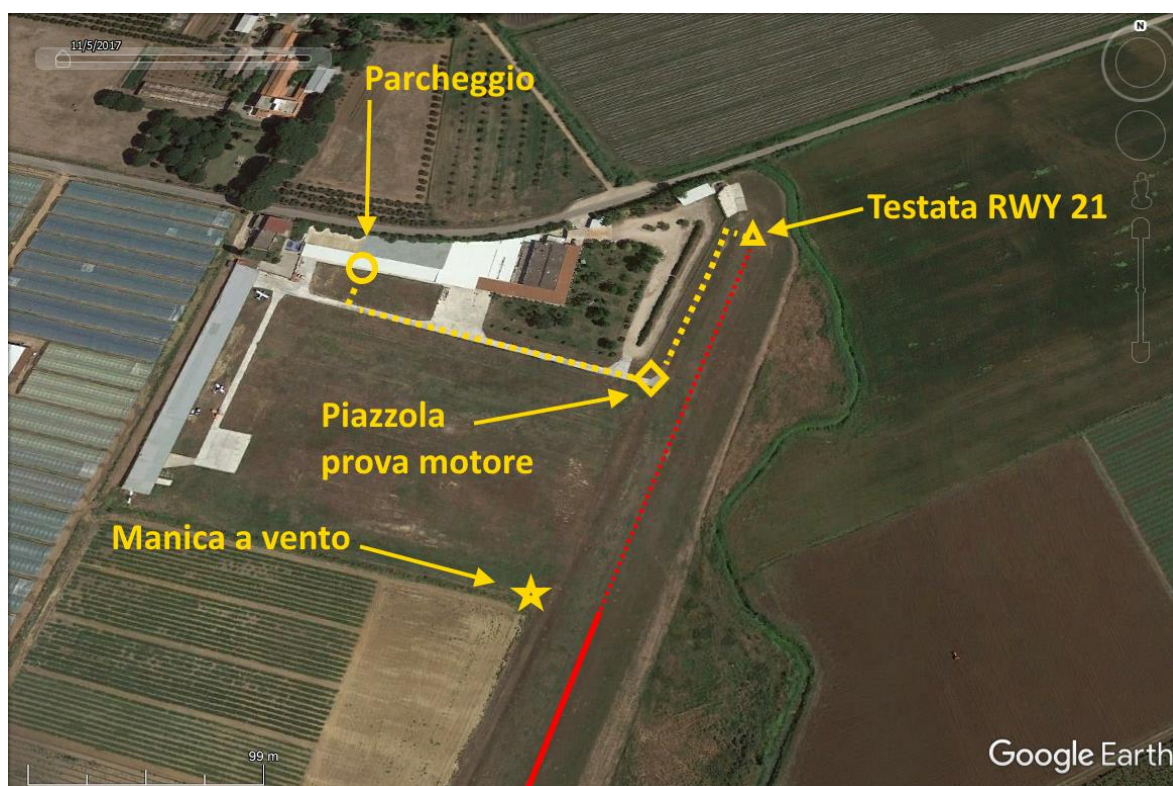


Foto 35: trasposizione dei percorsi di rullaggio e della fase di decollo (su supporto Google Earth).

La corsa di decollo computata mediante le tabelle di prestazione risulterebbe essere stata di 245 m, considerando il peso stimato di circa 500 kg e la configurazione flap T/O. Considerate la velocità prevista di decollo pari 80 km/h e la velocità di salita con i flap a 15° pari a 110 km/h (30 m/sec), il velivolo, dal punto di decollo computato (TOD) al luogo dell'impatto, avrebbe volato per circa 700 m e per un tempo stimato di circa 23 secondi.

Se, come ragionevole ipotizzare, il pilota si era attenuto alla procedura in uso presso l'aviosuperficie per evitare il sorvolo delle abitazioni e degli ostacoli più alti presenti sul prolungamento Sud dell'asse pista, è possibile presupporre che egli abbia effettuato una accostata a sinistra subito dopo il decollo.

Il velivolo è stato visto da un testimone fare ingresso in una vite destrorsa e precipitare con assetto pressoché verticale. Tale verso di rotazione potrebbe essere compatibile con uno stallo avvenuto, per ipotesi, o a seguito dell'intenzione di rientrare sull'aviosuperficie di partenza con virata a destra, oppure nel tentativo di evitare l'ostacolo di fronte, dopo il sopraggiungere di una problematica tecnica a bordo correlata al motore.

Considerando una salita iniziale dopo il decollo effettuata a 500 piedi/min, la massima altezza raggiunta prima di sorvolare il punto di impatto è verosimilmente stata di circa 250 piedi AGL (riferiti al livello dell'aviosuperficie, la cui elevazione è assimilabile a quella del punto di impatto).

Come detto, i flap, in considerazione che l'attuatore era esteso in posizione compatibile con la posizione T/O, non erano ancora stati retratti (la procedura standard prevede infatti una retrazione non prima dei 300 piedi di altezza).

L'apparecchio è precipitato in un punto situato a circa 40 m prima di alcuni alberi ad alto fusto (eucalipto) e di una linea elettrica dell'alta tensione, senza tuttavia interessarli. I tralicci dell'alta tensione sono alti circa 40 m, pari a circa 130 piedi.

La durata ipotetica delle operazioni dalla messa in moto all'impatto dovrebbe essere stata verosimilmente di circa otto minuti e, come anticipato, è verosimile che nei secondi precedenti la perdita di controllo del velivolo si sia manifestata una problematica tecnica correlata al funzionamento del motore.

Infatti, l'indagine video-endoscopica ha permesso di stimare la posizione interna di entrambe le due valvole dell'impianto carburante *fuel shut off*. Queste sono risultate essere chiuse al 90% circa della sezione, corrispondente ad una posizione esterna delle leve seletttrici inclinate rispetto ai rispettivi assi longitudinali di un angolo compreso tra circa 55° e circa 60° per entrambe le valvole. A mente dei limiti della precisione ottenibile con la tecnica di indagine impiegata e considerando come l'assetto di volo nella realtà possa ulteriormente influenzare l'alimentazione attraverso le valvole seletttrici, che avviene sotto forza di gravità, sono state effettuate delle prove motore a terra, al fine di verificare le condizioni di funzionamento corrispondenti alla suddetta regolazione. Queste hanno portato a ritenere che la posizione delle *fuel shut off valve* fosse tale da consentire i controlli pre-volo, ma successivamente, con la potenza utilizzata per il decollo e per la salita (portata 20 l/h), il motore sarebbe verosimilmente andato in *fuel starvation*. Ciò si sarebbe verificato una volta terminato il carburante ancora presente nelle tubazioni e nel gascoolorator.

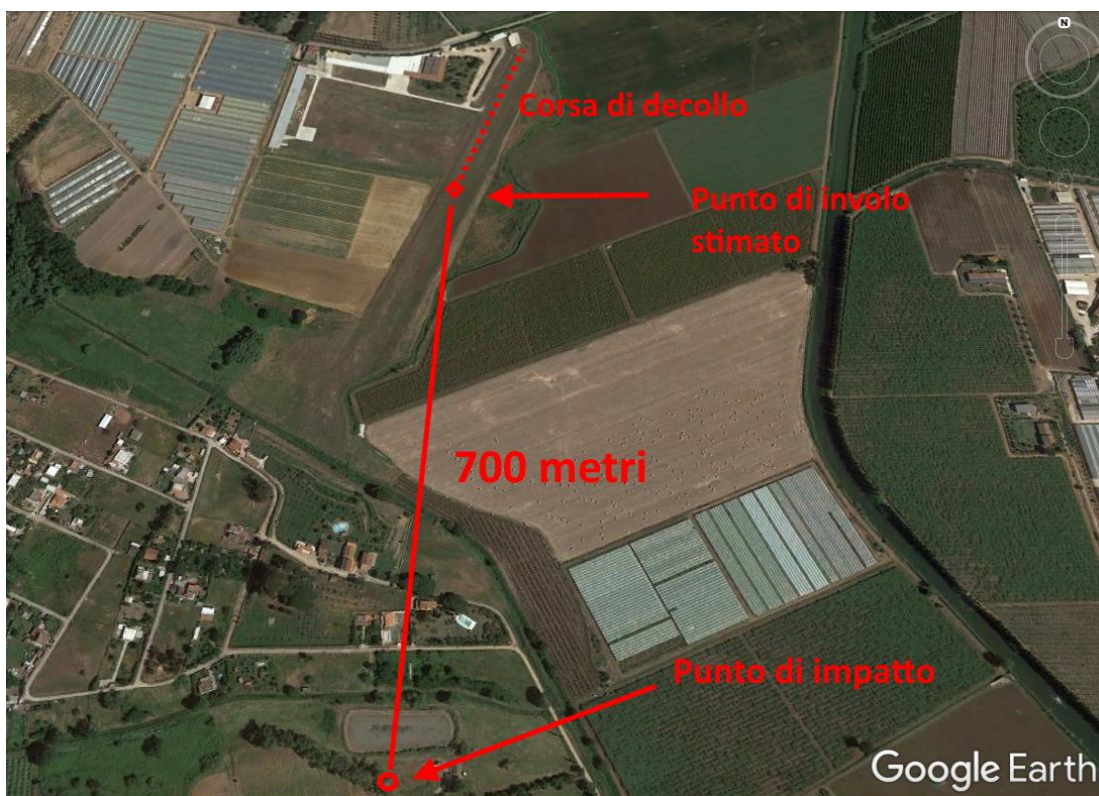


Foto 36: trasposizione della fase di decollo e del punto di impatto (su supporto Google Earth).

2.2. FATTORE TECNICO

La concentrazione dei rottami ha consentito di scartare l'ipotesi di un cedimento strutturale in volo, così come non sono state rilevate, per quanto possibile, anomalie di funzionamento dei comandi di volo esaminati, i quali presentavano ancora la prevista continuità di collegamento.

Il motore risultava particolarmente danneggiato a causa dell'impatto e del successivo incendio. Dall'esame del complessivo motore e dei suoi componenti, limitatamente a quanto si è potuto verificare dopo l'urto e l'incendio, non è emersa alcuna anomalia o rottura meccanica all'interno preesistente rispetto all'evento.

La mancanza di documentazione, attestante l'aeronavigabilità dell'apparecchio, non prevista per tale tipologia di aeromobile, non ha permesso di ricostruire la storia e gli interventi manutentivi periodici o straordinari effettuati sull'aeromobile.

Basandosi sulle informazioni fornite dal costruttore riferite al S/N del motore, emergerebbe che, essendo stato quest'ultimo prodotto nel maggio del 1999, il TBO (1200 ore o 10 anni) sarebbe stato superato da 11 anni, sebbene le ore di funzionamento, calcolate in modo approssimativo con le poche informazioni disponibili, non dovessero essere cospicue. L'attuale quadro normativo in materia non aiuta a valutare se tale condizione del motore sia

accettabile oppure no, non definendo dei criteri sufficientemente precisi per determinare i requisiti minimi di aeronavigabilità di un apparecchio VDS basico come precedentemente illustrato.

2.3. FATTORE AMBIENTALE

Il giorno dell'incidente nell'area interessata dal volo dell'I-8534 le condizioni meteorologiche non presentavano elementi di criticità e non hanno avuto alcuna incidenza nell'accadimento dell'evento.

2.4. FATTORE UMANO E ORGANIZZATIVO

2.4.1. Condotta delle operazioni

L'atmosfera all'interno del *cockpit*, registrata dall'audio della videocamera del passeggero, nelle fasi immediatamente precedenti la messa in modo (fase in cui, tra gli altri controlli, si procede all'apertura delle valvole del carburante), era marcatamente gioviale e scherzosa.

Il pilota, in tale fase, avrebbe ragionevolmente ommesso di aprire le due valvole *fuel shut off*, così come previsto dalle procedure normali preavviamento, lasciandole nella posizione nella quale erano state messe al termine del volo precedente.

Tale posizione, corrispondente circa al 90% di chiusura, si sarebbe dimostrata particolarmente critica per la genesi dell'evento, in quanto il rimanente 10% di apertura della valvola, così come dimostrato sperimentalmente, avrebbe comunque consentito l'alimentazione del motore al minimo e nelle fasi di accensione, rullaggio, prova motore, ma non sarebbe stato sufficiente a garantire l'alimentazione a piena potenza, con conseguente irregolare funzionamento o totale perdita di potenza nelle fasi immediatamente successive al decollo, caratterizzate, appunto, dalla prolungata richiesta del massimo dell'alimentazione.

Il pilota, una volta decollato per RWY 21, al sopraggiungere del malfunzionamento del motore, si sarebbe trovato di fronte l'ostacolo costituito dalla linea elettrica e dagli alberi, che, in ragione dei 250 piedi AGL, si sarebbe trovato impossibilitato a superare. Nel manovrare nel tentativo di evitare l'ostacolo o di rientrare sull'aviosuperficie di partenza, avrebbe innescato lo stallo aerodinamico, con conseguente ingresso in vite, senza alcuna possibilità di recupero a causa della ridottissima quota.

Tale altezza e i conseguenti tempi di reazione non avrebbero neppure consentito al pilota di azionare il paracadute balistico. Al riguardo, potrebbe essere opportuno sottolineare quanto

segue: dal momento che l'attività di volo precedentemente svolta dal pilota era stata effettuata principalmente su aeromobili sprovvisti di paracadute balistico, lo stesso pilota potrebbe non essere stato adeguatamente condizionato ad impiegare, in caso di emergenza, il sistema in questione.

Si ritiene altamente improbabile che il pilota, al sopraggiungere dell'avaria e ancora prima di effettuare un eventuale *trouble shooting* (che prevederebbe di controllare la effettiva apertura delle valvole), abbia volontariamente chiuso le valvole *fuel shut off* per l'atterraggio forzato, in ragione del pochissimo tempo disponibile (nell'ordine dei pochi secondi) e delle azioni prioritarie da intraprendere, quali, per esempio, l'individuazione del punto di atterraggio, l'impostazione della planata o della manovra di rientro, la configurazione dell'apparecchio.

Come pure si ritiene estremamente improbabile che la posizione di parziale chiusura si sia verificata in conseguenza dell'impatto. L'esigua massa delle parti componenti la valvola (le levette sono infatti di materiale plastico molto leggero) e la resistenza intrinseca al movimento opposta dalla valvola porterebbero infatti ad escludere che queste si siano spostate da una iniziale posizione di chiusura in seguito alle inerzie conseguenti l'impatto o alla esposizione al calore.

Il motivo per cui le valvole *fuel shut off* si trovavano in posizione di quasi completa chiusura potrebbe essere quindi ragionevolmente riconducibile al posizionamento delle stesse al termine dell'ultimo volo effettuato prima di quello conclusosi con l'incidente (il controllo previsto dall'AFM all'*engine shut down* è, infatti, il seguente: «Set both fuel taps to OFF»).

Nella condotta delle operazioni di volo sarebbero state quindi registrate due criticità.

La prima è che il pilota del velivolo non si sarebbe avveduto, nella fase dei controlli preavviamento (*starting engine*) della mancata apertura delle valvole del carburante. Ciò potrebbe essere principalmente imputabile ad una inadeguata sterilità del *cockpit*⁷. Vi è peraltro da dire che un corretto sviluppo del *Manuale di volo* e della *check list* - che avessero previsto una ulteriore verifica, prima del decollo, della corretta apertura delle valvole del

⁷ «The Sterile Cockpit/Flight Deck concept involves the restriction of flight crew member activity to that which is operationally essential during busy phases of flight - taxi out, take off, initial climb, intermediate and final approach, landing, and taxi in. The International Civil Aviation Organisation (ICAO) *Manual on the Prevention of Runway Incursions* defines Sterile Flight Deck as “any period of time when the flight crew should be not be disturbed, except for matters critical to the safe operation of the aircraft.”» (da SKYbrary, *link* <https://skybrary.aero/articles/sterile-flight-deck>).

carburante (che, come evidenziato, presentano una criticità) - avrebbe probabilmente rappresentato una importante barriera in un'ottica di prevenzione degli incidenti.

La seconda è riferita alla gestione dell'emergenza e al mancato controllo del velivolo in seguito all'avaria, con stallo aerodinamico, nel probabile tentativo di evitare l'ostacolo paratosi di fronte o nel tentativo di rientrare sull'aviosuperficie di partenza.

2.4.2. Titoli aeronautici e livello di esperienza e di *currency* del pilota

L'attestato del pilota di idoneità alla condotta apparecchi VDS non risultava in corso di validità e limitato alla sola categoria monoposto. Neppure la idoneità medica sarebbe risultata in corso di validità. Ciò premesso, pare doveroso rappresentare quanto segue.

Dall'analisi dei titoli aeronautici in possesso del pilota si evidenzia che quest'ultimo, dal punto di vista amministrativo, era in possesso dei requisiti per poter chiedere e ottenere dall'Aero Club d'Italia il rinnovo dell'attestato mediante presentazione del certificato medico (quello di classe prima, in suo possesso), così come previsto dall'art. 12, comma 2, del dPR n. 133/2010. L'abilitazione biposto avrebbe potuto essere rilasciata in considerazione della titolarità della licenza di pilota privato di velivolo. Tale richiesta, però, non risulterebbe essere stata effettuata. Quanto testé rilevato, sebbene rilevante, non può essere tuttavia assunto a causa dell'incidente, ancorché denoti una inadeguata gestione della propria documentazione aeronautica.

Infatti, in considerazione dell'attività di volo effettuata sulla versione certificata P92-JS all'atto del conseguimento della PPL(A) e della successiva attività di *hour building*, si ritiene che il livello di esperienza del pilota fosse, in linea di massima, sufficiente alla condotta del velivolo P92 Echo S, simile per prestazioni e caratteristiche aerodinamiche alla citata versione certificata. Inoltre, le condizioni di idoneità fisica erano accertate dal certificato medico di classe prima, senza limitazioni e in corso di validità.

Potrebbe avere avuto un ruolo contributivo la limitata esperienza sul P92 Echo S e il livello di *currency*. L'attività di volo è risultata infatti interrotta durante il *lock-down* dovuto alla pandemia da COVID-19. Il lungo periodo di inattività potrebbe avere causato una perdita di allenamento, solo parzialmente colmata con il volo di ripresa sul P92-JS e del precedente fine settimana sul P92 Echo S.

Occorre in ogni caso considerare che l'attività VDS avviene, generalmente, in un contesto di vigilanza istituzionale molto inferiore rispetto a quello dell'attività di aviazione generale, ove sono presenti attività di controllo sugli aeromobili e sui piloti.

2.4.3. Impiego della *check list* e del *Manuale di volo*

Il pilota aveva effettuato prevalentemente attività sul P92-JS presso l'ATO dove aveva conseguito la PPL(A) e stava effettuando attività di *hour building*. Si ha motivo di supporre che il pilota, in ragione dell'iter intrapreso in ambito di aviazione generale (PPL e *hour building* per conseguimento CPL) fosse condizionato ad un corretto e meticoloso utilizzo della *check list*.

Il pilota, nel volo dell'incidente, stava utilizzando sul cosciale una *check list*, nella quale si prevedeva il controllo relativo all'apertura delle valvole del carburante nei controlli precedenti l'avviamento, ma non tra i controlli previsti prima dell'allineamento e del decollo. Come infatti già rappresentato, né il *Manuale di volo* del P92-JS, né quello applicabile al P92 Echo S prevedono, nel corso della effettuazione dei controlli prima del decollo (*Holding*), la verifica della corretta apertura delle due valvole.

Il sistema delle valvole del carburante del P92 parrebbe prestarsi, come rilevato dall'ANSV, a improprie interpretazioni da parte dei piloti, per cui una *check list* dovrebbe contenere, tra i controlli prima del decollo, tutti gli *item* critici che possano inficiare la delicatezza della manovra. Al riguardo, si ritiene che il *Manuale di volo* di un aeromobile, in quanto documento fondamentale di riferimento per la sicura e corretta condotta dell'aeromobile stesso, debba presentare una completa e ragionata sequenza delle procedure, che tenga in particolare considerazione gli aspetti di potenziale criticità dei sistemi specifici, mitigandone le possibili conseguenze con gli opportuni controlli, *caution* e *warning*.

Mentre una scuola di volo ha generalmente una organizzazione o sistemi finalizzati a individuare potenziali pericoli e criticità, per poterli conseguentemente eliminare o mitigare, un pilota privato che effettui attività di volo da diporto o sportivo con un apparecchio di proprietà potrebbe non avere i medesimi strumenti per gestire correttamente il rischio derivante da un sistema che presenti criticità latenti. Emblematiche, al riguardo, sono le iniziative in materia di valvole del carburante del P92 intraprese dalle due scuole prese in considerazione dall'ANSV: l'ATO ha mitigato la criticità del sistema delle valvole *fuel shut off* con una *check list* che richiama il controllo con una voce dedicata prima della fase più critica del volo e che sottolinea la criticità dell'impianto nella fase di bilanciamento dei serbatoi, riportando fotografie esplicative; la scuola VDS, invece, si è dotata di sistemi di avviso alternativo, mediante una bandierina rimovibile per ovviare a possibili disattenzioni o errate selezioni.

2.4.4. Criticità evidenziata dalle valvole di chiusura carburante (*fuel shut off*) del Tecnam P92

La configurazione dell'impianto carburante, in particolare delle valvole di chiusura *fuel shut off*, è identica sia per la versione certificata (Tecnam P92-JF), sia per la versione VDS (P92 Echo S) del velivolo Tecnam P92.

Si ritiene che la conformazione delle valvole *fuel shut off* e la modalità di rappresentare sulla targhetta esplicativa le posizioni ON e OFF (che reca, per entrambe, sia la posizione della levetta di comando corrispondente alla posizione chiusa, sia la posizione della levetta di comando corrispondente alla posizione aperta, con l'unica discriminante della freccia indicante il verso di attivazione) non siano sufficientemente resistenti ad una possibile impropria gestione del sistema, indotta dal fenomeno dell'*expectation bias*⁸ e del *confirmation bias*⁹, ovvero dalla tendenza di cercare comunque una conferma di quanto si voglia credere, ignorando elementi che potrebbero provare il contrario. La modalità di verifica della posizione delle citate valvole, infatti, non è immediata, ma richiede una interpretazione da parte del pilota dell'istruzione illustrata nella targhetta esplicativa.

Ciò trova conferma anche confrontando le valvole *fuel shut off* presenti sul P92 con i selettori carburante comunemente usati sugli altri aeromobili della aviazione generale (normalmente costituiti da un singolo selettore e non da due valvole separate), dove il selettore viene spostato fino ad andare a coincidere con la posizione voluta e immediatamente e inequivocabilmente indicata dalle scritte "LEFT" o "RIGHT" o "BOTH"; su alcuni modelli di velivolo, inoltre, tale selettore, per il posizionamento su OFF, deve superare un "*detent*" che ne ostacola il posizionamento accidentale, fatto che costituisce un ulteriore avvertimento mirato a richiamare l'attenzione su quello che si stia facendo.

⁸ «Expectation bias has been described in research cited in a U.S. National Transportation Safety Board (NTSB) aircraft incident report as "a psychological concept associated with perception and decision making that can allow a mistaken assessment to persist." (Bhattacharjee 2001) Expectation bias, and the related confirmation bias, can cause a person's incorrect belief to persist despite available contradictory evidence. In *A Practical Guide for Improving Flight Path Monitoring*, the Active Pilot Monitoring Working Group said that "individuals are vulnerable to thinking they see what they expect to see Inattention blindness, change blindness and expectation bias are not manifestations of laziness, but simply are part of the way everyone's brain processes information.". Expectation bias occurs when a pilot hears or sees something that he or she expects to hear or see rather than what actually may be occurring. That expectation often is driven by experience or repetition. For example, if a pilot is regularly cleared to cross a particular runway during operations at a familiar aerodrome, he/she may come to "expect" the clearance. This could cause a potentially dangerous situation if on a particular day, the pilot actually is instructed not to cross the runway in question due to another aircraft landing or taking off.» (da SKYbrary, [link https://skybrary.aero/articles/flight-crew-expectation-bias](https://skybrary.aero/articles/flight-crew-expectation-bias)).

⁹ «Once an initial understanding (mental model) has been formed, the individual will search his/her memory and the immediate situation for additional data relevant to that mental model. Such data, then, are apt to be recalled and regarded as pertinent only to the extent that they confirm the mental model at hand. Although potentially confirmatory information tends to be taken at face value, potentially disconfirming information is subjected to a more critical and sceptical scrutiny.» (da SKYbrary, [link https://skybrary.aero/articles/confirmation-bias](https://skybrary.aero/articles/confirmation-bias)).

Da notare, come già sottolineato, che nella manualistica del P92, sia della versione certificata, sia della versione VDS, non è previsto il controllo dell'apertura delle valvole carburante prima del decollo: ciò potrebbe rappresentare una ulteriore aggravante in un sistema non particolarmente resistente ad una impropria gestione da parte del pilota.

In tale contesto esiste anche la possibilità (come da casistica agli atti dell'ANSV) che, con l'intenzione di aprire un serbatoio chiuso (per esempio, per effettuare una operazione di bilanciamento del quantitativo di carburante presente nei due serbatoi), si chiuda, in realtà, la valvola relativa al serbatoio che stava alimentando il motore, interrompendo, così, l'alimentazione da entrambi i serbatoi.

CAPITOLO III

CONCLUSIONI

3. GENERALITÀ

In questo capitolo sono riportati i fatti accertati nel corso dell'inchiesta e le cause dell'evento.

3.1. EVIDENZE

- Le condizioni meteorologiche non presentavano elementi di criticità.
- L'attestato di idoneità del pilota alla condotta di apparecchi VDS risultava non in corso di validità e limitato alla sola categoria monoposto.
- Nel periodo compreso tra l'11 ottobre 2015 e il 30 ottobre 2016, il pilota aveva effettuato il corso per il conseguimento dell'attestato di idoneità condotta apparecchi VDS ad Artena, con apparecchio modello SG Aviation STORM, effettuando 18h 25' di volo.
- Il 5 febbraio 2017 il pilota aveva iniziato l'attività propedeutica al conseguimento della abilitazione biposto, sempre presso la medesima scuola VDS; il corso, tuttavia, si interrompeva il 21 aprile 2018, dopo avere effettuato 10h 33' di volo.
- Il pilota aveva conseguito la licenza PPL(A) in data 4 agosto 2019, dopo avere effettuato 57h 17' su velivolo Tecnam P92-JS.
- Dalla data del conseguimento della licenza PPL(A) fino al 25 febbraio 2020, quindi a ridosso dell'inizio del *lock-down* per il contrasto alla pandemia da COVID-19, il pilota aveva effettuato un'attività di volo piuttosto continuativa su apparecchi di aviazione generale (Tecnam P92-JS, 34 voli per un totale di 30h 45' di volo). Al termine del *lock-down*, il 22 maggio 2020, il pilota aveva effettuato un volo di ripresa con istruttore su Tecnam P92-JS della durata di 27' di volo presso un'ATO.
- Testimoni hanno riferito che, nel fine settimana precedente l'incidente, il pilota aveva effettuato attività con il P92 Echo S coinvolto nell'incidente, facendo una navigazione con soste intermedie su altre aviosuperfici e successivo rientro all'aviosuperficie ARMA di Nettuno.
- Per quanto è stato possibile ricostruire, il pilota aveva un totale di circa 117h di volo, delle quali 88h circa effettuate su velivoli dell'aviazione generale (Tecnam P92-JS) e 29h circa su apparecchi VDS (SG Aviation Storm). Il totale delle ore di volo non tiene conto

dell'attività effettuata dal pilota sul P92 Echo S incidentato, in quanto non è stato possibile acquisire informazioni complete per quantificarla; non si ritiene, comunque, che tale attività possa essere stata consistente, in ragione del prolungato fermo dell'apparecchio, in fase di riparazione, e del periodo del *lock-down*.

- L'idoneità al volo relativa alla condotta di apparecchi VDS non sarebbe risultata in corso di validità. Tuttavia, il pilota era in possesso di certificato medico di classe prima, rilasciato in data 20 gennaio 2020, senza limitazioni e in corso di validità
- L'apparecchio era stato costruito da *kit* di montaggio e l'istanza all'Aero Club d'Italia per la prima identificazione di apparecchi VDS era stata presentata dal proprietario in data 26 settembre 2006.
- Il motore BRP Rotax S/N 4425194 era un 912 ULS (100 hp) prodotto in data 5 febbraio 1999.
- Il TBO del motore in questione era di 1200 ore o 10 anni, a seconda di quale dei due parametri venisse raggiunto per primo.
- Non è stata rinvenuta altra documentazione (libretto dell'apparecchio, libretto del motore) attestante le manutenzioni e le ore di volo effettuate, documentazione peraltro non richiesta dalla vigente normativa per gli apparecchi VDS basici.
- Il passeggero, nei minuti immediatamente precedenti l'incidente, aveva effettuato e pubblicato su *social network* un video della durata di 18 secondi, in cui sono state registrate brevissime fasi delle procedure a terra prima e durante la messa in moto.
- Le procedure di messa in moto sono state svolte in un'atmosfera gioviale, che non ha rispettato il principio della sterilità del *cockpit*.
- L'apparecchio era decollato dall'aviosuperficie ARMA di Nettuno, dove il velivolo era di base.
- Il velivolo è precipitato in punto di coordinate 41°27'30"N 012°44'44"E, elevazione 10 m AMSL, circa 350 m a Sud/Sud-Est dell'aviosuperficie ARMA di Nettuno, a Nettuno (RM).
- L'aviosuperficie è sita in coordinate 41°27'39"N 12°44'30"E, ad una elevazione di 24 metri AMSL. La RWY, con orientamento 03/21, ha dimensioni di 550 x 50 m ed è a pavimentazione erbosa.
- Dal punto di decollo computato (TOD) al luogo dell'impatto intercorrono circa 700 m.
- Dai calcoli effettuati risulterebbe che il volo, dal momento del distacco all'impatto, sia durato circa 23 secondi.

- Il motore risultava particolarmente danneggiato a causa dell'impatto e del successivo incendio.
- Dall'esame del complessivo motore e dei suoi componenti, limitatamente a quanto si è potuto verificare dopo l'urto e l'incendio, non sono emerse anomalie o rotture meccaniche pregresse all'interno dello stesso.
- La concentrazione dei rottami ha consentito di scartare l'ipotesi di un cedimento strutturale in volo, così come non sono state rilevate, per quanto possibile, anomalie di funzionamento dei comandi di volo esaminati.
- La posizione dell'attuatore dei flap prelevato dal relitto era coerente con la posizione *take off*.
- Dalle immagini ottenute mediante video-endoscopio è stato valutato che entrambe le valvole carburante fossero aperte per il 10% circa (chiusure per il 90% circa).
- Non vi sono evidenze che il paracadute balistico possa essere stato attivato in volo.
- La conformazione delle valvole di chiusura del carburante e la modalità di rappresentare sulla targhetta esplicativa le posizioni ON e OFF non sono sufficientemente resistenti a una inadeguata gestione del sistema da parte del pilota, indotta da una interpretazione potenzialmente non corretta di una istruzione ambigua e dal fenomeno dell'*expectation bias* e del *confirmation bias*.
- Sulla manualistica dell'aeromobile non è previsto il controllo dell'apertura delle valvole carburante prima del decollo.

3.2. CAUSE

L'incidente è attribuibile alla perdita di controllo in volo dell'aeromobile, determinata da uno stallo asimmetrico. Tale situazione è stata probabilmente innescata da un malfunzionamento del motore, causato, verosimilmente, dalla mancata apertura delle valvole *fuel shut off*.

Hanno contribuito all'accadimento dell'incidente:

- la limitata esperienza di volo del pilota;
- il *cockpit* non sterile, in quanto caratterizzato da una atmosfera gioviale durante i controlli per la messa in moto;
- la configurazione del sistema di selezione dell'impianto carburante, costituito da due valvole *fuel shut off*, associate a una targhetta esplicativa ambigua, che può indurre interpretazioni non corrette sulle posizioni ON e OFF;

- il *Manuale di volo* recante una lista delle procedure normali priva della voce relativa alla verifica, in sede di controllo predecollo, della corretta apertura delle valvole *fuel shut off*.

CAPITOLO IV

RACCOMANDAZIONI DI SICUREZZA

4. RACCOMANDAZIONI

Alla luce delle evidenze raccolte e delle analisi effettuate, l'ANSV ritiene necessario **reiterare all'Aero Club d'Italia la raccomandazione di sicurezza ANSV-6/1280-18/2/A/20, estendendo la stessa direttamente anche alla Costruzioni Aeronautiche TECNAM SpA¹⁰.**

Ritiene inoltre necessario emanare la seguente raccomandazione di sicurezza.

4.1. RACCOMANDAZIONE ANSV-1/196-20/1/A/22

Tipo della raccomandazione: -.

Motivazione: La configurazione dell'impianto carburante, in particolare delle valvole di chiusura *fuel shut off*, è identica sia per la versione certificata (Tecnam P92-JF), sia per la versione VDS (P92 Echo S) del velivolo Tecnam P92.

Si ritiene che la conformazione delle valvole *fuel shut off* e la modalità di rappresentare sulla targhetta esplicativa le posizioni ON e OFF (che reca, per entrambe, sia la posizione della levetta di comando corrispondente alla posizione chiusa, sia la posizione della levetta di comando corrispondente alla posizione aperta, con l'unica discriminante della freccia indicante il verso di attivazione) non siano sufficientemente resistenti a una possibile impropria gestione del sistema, indotta da una interpretazione potenzialmente non corretta di una istruzione ambigua e dal fenomeno dell'*expectation bias* e del *confirmation bias*, ovvero dalla tendenza di cercare comunque una conferma di quanto si voglia credere, ignorando elementi che potrebbero provare il contrario. La modalità di verifica della posizione delle

¹⁰ RACCOMANDAZIONE ANSV-6/1280-18/2/A/20

Tipo della raccomandazione: -.

Motivazione: il *Manuale di volo* del Tecnam P92 Echo S (a cui è applicabile il manuale intitolato *Flight Manual P92 Echo Classic*) non indica, al primo punto della procedura "*engine failure immediately after take off*", la necessità di mantenere un adeguato assetto di planata o una velocità corrispondente (prevista invece nel *Manuale di volo* del Tecnam P92-JS); tale mancanza rappresenta una criticità sotto il profilo della sicurezza del volo, con implicazioni anche sulla corretta formazione degli allievi piloti delle scuole di pilotaggio VDS (alle quali sovrintende, in Italia, l'Aero Club d'Italia, in virtù di quanto contemplato dall'art. 3 della legge n. 106/1985).

Destinatario: Aero Club d'Italia.

Testo: l'ANSV raccomanda di sensibilizzare la Costruzioni aeronautiche Tecnam SpA affinché anche nel *Manuale di volo* del Tecnam P92 Echo S (a cui è applicabile il manuale intitolato *Flight Manual P92 Echo Classic*) venga indicata, al primo punto della procedura "*engine failure immediately after take off*", la necessità di mantenere un adeguato assetto di planata o una velocità corrispondente, come peraltro previsto nel *Manuale di volo* del Tecnam P92-JS.

citare valvole, infatti, non è immediata, ma richiede una interpretazione da parte del pilota dell'istruzione, per nulla immediata, illustrata nella targhetta esplicativa.

La casistica in possesso dell'ANSV dimostra che la conformazione delle predette valvole ha ripetutamente portato a una inadeguata gestione del sistema carburante sul P92, con conseguenze negative sulla sicurezza del volo.

Destinataria: nel caso di specie, l'aeromobile coinvolto nell'evento (P92 Echo S) non era certificato, per cui la raccomandazione di sicurezza non è indirizzabile a una autorità di certificazione come sarebbe previsto dall'Allegato 13 alla Convenzione relativa all'aviazione civile internazionale. Conseguentemente, la stessa viene necessariamente indirizzata alla Costruzioni Aeronautiche TECNAM SpA. L'ANSV si riserva comunque di valutare la possibilità di indirizzare analoga raccomandazione di sicurezza anche all'EASA, in quanto autorità di certificazione della versione certificata P92-JS.

Testo: l'ANSV raccomanda di porre in essere, nei modi ritenuti più opportuni, azioni correttive adeguate, finalizzate a rendere la gestione dell'impianto di alimentazione del motore del P92, caratterizzato dalla presenza di due valvole *fuel shut off*, meno vulnerabile a una potenziale chiusura totale, involontaria o accidentale, dell'impianto stesso. In tale contesto si invita a valutare, a titolo esemplificativo, le seguenti possibilità: rivisitazione del *design* del sistema; diversa rappresentazione delle istruzioni fornite sulla targhetta esplicativa del funzionamento delle due valvole; individuazione e indicazione di misure di mitigazione del rischio di una chiusura accidentale dell'impianto carburante efficaci, tra cui una rivisitata modalità di impiego delle valvole (frenatura in posizione di apertura) e la ottimizzazione della lista dei controlli previsti sul *Manuale di volo* per le procedure normali.